الأمم المتحدة

EP

برنامج الأمم المتحدة للبيئة

Distr.
GENERAL

UNEP/OzL.Pro/ExCom/96/32
6 May 2025

ARABIC
ORIGINAL: ENGLISH

اللجنة التنفيذية للصندوق المتعدد الأطراف
لتنفيذ بروتوكول مونتريال
الاجتماع السادس والتسعون
مونتريال، 26-30 مايو/أيار 2025
البندان 9(ج) و(د) من جدول الأعمال المؤقت[1]

مقترح مشروع: مصر

تتألف هذه الوثيقة من تعليقات الأمانة وتوصيتها بشأن مقترحي المشروع التالي:

الإزالة

• خطة إدارة إزالة المواد الهيدروكلوروفلوروكربونية (المرحلة الثانية، الشريحة الخامسة)	اليونيدو، واليوئنديبي، واليونيب وحكومة ألمانيا	الموافقة الشمولية

التخفيض التدريجي

• خطة تنفيذ كيغالي للمواد الهيدروفلوروكربونية (المرحلة الأولى، الشريحة الأولى)	اليونيدو واليوئنديبي	النظر بشكل فردي

[1] UNEP/OzL.Pro/ExCom/96/1

إن وثائق ما قبل دورات اللجنة التنفيذية للصندوق المتعدد الأطراف لتنفيذ بروتوكول مونتريال
قد تصدر دون إخلال بأي قرار تتخذه اللجنة التنفيذية بعد صدورها.

ورقة تقييم المشروع - مشروعات متعددة السنوات

مصر

(أولا) عنوان المشروع	الوكالة	الاجتماع الذي صدرت فيه الموافقة	تدبير الرقابة
خطة إدارة إزالة المواد الهيدروكلوروفلوروكربونية (المرحلة الثانية)	اليونيدو (الرئيسية)، واليونديبي، واليونيب وحكومة ألمانيا	التاسع والسبعون (تم التنقيح في الاجتماع الرابع والثمانين)	الإزالة بنسبة 67.5 % بحلول 2025

(ثانيا) أحدث بيانات المادة 7 (المرفق جيم، المجموعة الأولى)	السنة: 2023	236.65 طنا من قدرات استنفاد الأوزون

(ثالثا) أحدث البيانات القطاعية للبرنامج القطري (بالأطنان من قدرات استنفاد الأوزون)								السنة: 2024	
المركب الكيميائي	الأيروسول	الرغاوي	مكافحة الحريق	التبريد		المذيبات	عامل التصنيع	الاستخدامات المعملية	إجمالي استهلاك القطاع
				التصنيع	الخدمة				
الهيدروكلوروفلوروكربون-22					215.09				215.09
الهيدروكلوروفلوروكربون-123									0.00
الهيدروكلوروفلوروكربون-141ب									0.00

(رابعا) بيانات الاستهلاك (بالأطنان من قدرات استنفاد الأوزون)			
خط الأساس للفترة 2009-2010	386.30	نقطة البدء للتخفيضات المجمعة المستدامة:	484.61
الاستهلاك المؤهل للتمويل			
موافق عليه بالفعل:	386.41	المتبقي:	98.20

(خامسا) خطة الأعمال المعتمدة		2025	2026	2027	المجموع
اليونيدو	إزالة المواد المستنفدة للأوزون (طن من قدرات استنفاد الأوزون)	18.8	0.00	0.00	18.8
	التمويل (دولار أمريكي)	2,070,000	0	0	2,070,000
اليونيب	إزالة المواد المستنفدة للأوزون (طن من قدرات استنفاد الأوزون)	1.0	0.00	0.00	1.0
	التمويل (دولار أمريكي)	1,611	0	0	1,611

(سادسا) بيانات المشروع			2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	المجموع
حدود الاستهلاك في بروتوكول مونتريال (بالأطنان من قدرات استنفاد الأوزون)			347.64	347.64	347.64	251.08	251.08	251.08	251.08	251.08	125.54	غير منطبق
الحد الأقصى للاستهلاك المسموح به (بالأطنان من قدرات استنفاد الأوزون)			347.64	289.70	289.70	251.08	251.08	251.08	*241.08	*241.08	*115.54	غير منطبق
التمويل المتفق عليه من حيث المبدأ (دولار أمريكي)	اليونيدو	تكاليف المشروع	3,356,641	0	4,668,214	0	4,664,196	0	4,039,413	0	195,000	16,923,464
		تكاليف الدعم	234,965	0	326,775	0	326,494	0	282,759	0	13,650	1,184,643
	اليونديبي	تكاليف المشروع	1,042,352	0	1,836,750	0	816,620	0	0	0	0	3,695,722
		تكاليف الدعم	72,965	0	128,573	0	57,163	0	0	0	0	258,701
	اليونيب	تكاليف المشروع	230,000	0	279,500	0	260,000	0	180,000	0	105,500	1,055,000
		تكاليف الدعم	27,480	0	33,394	0	31,064	0	21,506	0	12,605	126,049
	ألمانيا	تكاليف المشروع	0	0	207,300	0	0	0	0	0	0	207,300
		تكاليف الدعم	0	0	26,949	0	0	0	0	0	0	26,949
المبالغ التى وافقت عليها اللجنة التنفيذية (دولار أمريكي)		تكاليف المشروع	4,628,993	0	6,991,764	0	5,740,816	0	0	**2,480,298	0	19,841,871
		تكاليف الدعم	335,410	0	515,691	0	414,721	0	0	**182,527	0	1,448,349
مجموع الأموال الموصى بالموافقة عليها في هذا الاجتماع (دولار أمريكي)		تكاليف المشروع									***2,039,615	2,039,615
		تكاليف الدعم									***147,993	147,993

* تم تخفيض الحد الأقصى المسموح به من إجمالي الاستهلاك من مواد المجموعة الأولى في المرفق جيم بمقدار 10 أطنان من قدرات استنفاد الأوزون عند الموافقة في الاجتماع الرابع والثمانين على خطة لقطاع أجهزة تكييف الهواء المنزلية في إطار المرحلة الثانية.

** تمت الموافقة، مع العلم أن اليونيدو، بالنيابة عن الحكومة، ستقدم طلبا للمبلغ المتبقي وقدره 1,739,115 دولارا أمريكيا، بالإضافة إلى تكاليف دعم الوكالة البالغة 121,738 دولارا أمريكيا، وذلك في نفس الاجتماع الذي يقدم فيه البلد المرحلة الأولى من خطة تنفيذ كيغالي للمواد الهيدروفلوروكربونية أو في الاجتماع السادس والتسعين، أيهما أقرب.

***أ أوصي به في هذا الاجتماع، بما في ذلك المبلغ المتبقي من الشريحة الخامسة والأخيرة والمبلغ المؤجل من الشريحة الرابعة

توصيـــــــة الأمانـــــــة:	الموافقة الشموليـــة

وصف المشروع

1. بالنيابة عن حكومة مصر، قدمت منظمة الأمم المتحدة للتنمية الصناعية (اليونيدو)، بصفتها الوكالة المنفذة الرئيسية، طلبا لتمويل الشريحة الخامسة والأخيرة من المرحلة الثانية من خطة إدارة إزالة المواد الهيدروكلوروفلوروكربونية بتكلفة إجمالية قدرها 2,187,608 دولارات أمريكية، منها 1,934,115 دولارا أمريكيا، بالإضافة إلى تكاليف دعم الوكالة وقدرها 135,388 دولارا أمريكيا، لليونيدو، و105,500 دولار أمريكي، بالإضافة إلى تكاليف دعم الوكالة البالغة 12,605 دولارات أمريكية، لليونيب.[2] ويتضمن الطلب تقريرا مرحليا عن تنفيذ الشريحة الرابعة، وتقرير التحقق من استهلاك المواد الهيدروكلوروفلوروكربونية لعام 2024، وخطة تنفيذ الشريحة للفترة 2025-2026.

تقرير عن استهلاك المواد الهيدروكلوروفلوروكربونية

2. أبلغت حكومة مصر، في إطار تقرير تنفيذ البرنامج الوطني، عن استهلاك 215,09 طنا من قدرات استنفاد الأوزون من المواد الهيدروكلوروفلوروكربونية في عام 2024، وهو ما يقل بنسبة 44 في المائة عن خط الأساس للمواد الهيدروكلوروفلوروكربونية المحدد للبلاد لتحقيق الامتثال. ولم يتم الإبلاغ بعد عن بيانات المادة 7 لعام 2024. ويوضّح الجدول 1 استهلاك المواد الهيدروكلوروفلوروكربونية للفترة 2020-2024.

الجدول 1 - استهلاك المواد الهيدروكلوروفلوروكربونية في مصر (بيانات المادة 7 للفترة 2020-2024)

المادة الهيدروكلوروفلوروكربونية	2020	2021	2022	2023	2024*	خط الأساس
بالأطنان المترية						
الهيدروكلوروفلوروكربون-22	4,481.91	3,759.59	3,244.76	4,302.55	3,910.80	4,367.16
الهيدروكلوروفلوروكربون-123	0.00	7.75	2.50	0.00	0.00	5.25
الهيدروكلوروفلوروكربون-124	0.00	0.34	0.00	0.54	0.00	0.00
الهيدروكلوروفلوروكربون-141ب	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1,178.26
الهيدروكلوروفلوروكربون-142ب	52.93	34.13	18.37	0.00	0.00	251.69
المجموع الفرعي (أطنان مترية)	**4,534.84**	**3,801.81**	**3,265.63**	**4,303.09**	**3,910.80**	**5,802.36**
الهيدروكلوروفلوروكربون-141ب المتضمن في البوليولات سابقة الخلط المستوردة*	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	**894.00
بأطنان القدرة على استنفاد الأوزون						
الهيدروكلوروفلوروكربون-22	246.51	206.78	178.46	236.64	215.09	240.19
الهيدروكلوروفلوروكربون-123	0.00	0.16	0.05	0.00	0.00	0.11
الهيدروكلوروفلوروكربون-124	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00
الهيدروكلوروفلوروكربون-141ب	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	129.61
الهيدروكلوروفلوروكربون-142ب	3.44	2.22	1.19	0.00	0.00	16.36
المجموع الفرعي (أطنان قدرات استنفاد الأوزون)	**249.95**	**209.16**	**179.71**	**236.65**	**215.09**	**386.27**
الهيدروكلوروفلوروكربون-141ب المتضمن في البوليولات سابقة الخلط المستوردة*	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	**98.34

* بيانات البرنامج القطري

** متوسط الاستهلاك بين عامي 2007 و2009.

[2] وفقا للخطاب المؤرخ 1 فبراير/ شباط 2025 المرسل من وزارة البيئة المصرية إلى منظمة الأمم المتحدة للتنمية الصناعية (اليونيدو).

3. كما أُبلغ الاجتماع الرابع والتسعين، شهد عام 2023 زيادة في كمية الهيدروكلوروفلوروكربون-22، والذي يُستخدم حصريا في خدمة معدات التبريد وتكييف الهواء، نتيجة لقيام موردي غازات التبريد بتخزينه نظرا للزيادات المتوقعة في سعره والانخفاض المتوقع في الحصص في عام 2025.[3] ويُعزى الانخفاض الإجمالي في استخدام الهيدروكلوروفلوروكربون-22 منذ عام 2022 إلى مشروع تحويل خمس مؤسسات تعمل في مجال تصنيع أجهزة تكييف الهواء السكنية إلى الهيدروفلوروكربون-32، ومشروع إزالة الهيدروكلوروفلوروكربون-142ب في تصنيع رغاوى البوليسترين المسحوبة بالضغط، والذي كان يُستخدم كعامل نفخ مشترك مع الهيدروكلوروفلوروكربون-22. وجرت إزالة هذا الأخير تماشيا مع تطبيق حظر استخدام المواد الهيدروكلوروفلوروكربونية في تصنيع رغاوى البوليسترين المسحوبة بالضغط في 1 يناير/كانون الثاني 2023. وتُستخدم كميات صغيرة من الهيدروكلوروفلوروكربون-123 والهيدروكلوروفلوروكربون-124 بشكل متقطع لخدمة معدات التبريد وتكييف الهواء.

تقرير تنفيذ البرنامج القطري

4. أبلغت حكومة مصر عن بيانات استهلاك قطاع المواد الهيدروكلوروفلوروكربونية بموجب تقرير تنفيذ البرنامج القطري لعام 2023، وهي متسقة مع البيانات المُبلغ عنها بموجب المادة 7 من بروتوكول مونتريال.

تقرير التحقق

5. أكّد تقرير التحقق أن الحكومة تطبق نظاما لمنح التراخيص وحصص واردات وصادرات المواد الهيدروكلوروفلوروكربونية، وأن الاستهلاك الإجمالي للمواد الهيدروكلوروفلوروكربونية المُبلغ عنه في تقرير البرنامج القطري لعام 2024 كان صحيحا (كما هو موضح في الجدول 1 أعلاه). وخلص التحقق إلى أن مصر ملتزمة بالحد الأقصى المسموح به للاستهلاك لعام 2024 والمحدد في الاتفاق المبرم بين مصر واللجنة التنفيذية. كما أشار التقرير إلى أن تغير المناخ وارتفاع درجات الحرارة عن المتوسط في مصر خلال عام 2024 ساهما في زيادة احتياجات خدمة وحدات تكييف الهواء القديمة؛ وأنه من المتوقع تصحيح هذا الوضع في عام 2025 حيث سيتم استبدال المعدات القديمة بمعدات جديدة تعتمد على الهيدروفلوروكربون-32؛ وأن إطلاق وتشغيل أول مركز لاستصلاح غازات التبريد في مصر أدى إلى زيادة كميات غازات التبريد المستصلحة.

<u>تقرير مرحلي عن تنفيذ الشريحة الرابعة من المرحلة الثانية من خطة إدارة إزالة المواد الهيدروكلوروفلوروكربونية</u>

الإطار القانوني

6. دخل نظام منح تراخيص وحصص المواد الهيدروكلوروفلوروكربونية (باستثناء الهيدروكلوروفلوروكربون-141ب في البوليولات سابقة الخلط المستوردة) حيز التنفيذ في عام 2013. وحُظر استيراد الهيدروكلوروفلوروكربون-141ب الموجود في البوليولات سابقة الخلط في 1 يناير/كانون الثاني 2018؛ واستيراد الهيدروكلوروفلوروكربون-141ب في 1 يناير/كانون الثاني 2020؛ واستيراد غاز R-406A، واستيراد وتصنيع المعدات المعتمدة على الهيدروكلوروفلوروكربون-22 في 1 يناير/كانون الثاني 2023. ويُطبق حظر استيراد الهيدروكلوروفلوروكربون-141ب المتضمن في البوليولات سابقة الخلط من خلال التعاون بين جهاز شؤون البيئة المصري ومصلحة الجمارك، حيث تقوم مصلحة الجمارك بفحص جميع الواردات بموجب رموز النظام العام المنسق للبوليولات بمساعدة وحدة الأوزون الوطنية. وصدر قرار عن لجنة الأوزون في 16 أبريل/نيسان 2024 يحظر إصدار الموافقات أو التراخيص

[3] UNEP/OzL.Pro/ExCom/94/33

الصناعية لخطوط تصنيع جديدة لأجهزة تكييف الهواء السكنية المعتمدة على غاز R-410A. وتم اتخاذ هذا القرار بالتعاون بين الهيئة العامة للتنمية الصناعية، ووزارة التجارة والصناعة، والإدارة المركزية لتقييم التأثير البيئي في وزارة البيئة.

7. وفي يناير/كانون الثاني 2024، أصدرت مصر القرار الوزاري رقم 2023/502 باعتماد المعيار ES3795/2023 لتنظيم كفاءة الطاقة الموسمية لأجهزة تكييف الهواء السكنية والقنواتية، وتوحيد متطلبات كل من أجهزة تكييف الهواء ذات السرعة الثابتة ومكيفات الهواء العاكسة. كما أصدرت الهيئة المصرية العامة للمواصفات والجودة معيارا لاعتماد الفنيين في مجال أفضل الممارسات، بما في ذلك مناولة غازات التبريد القابلة للاشتعال، في قطاعي التركيب وخدمات ما بعد البيع لمعدات تبريد وتكييف الهواء المعتمدة على غازات تبريد غير مستنفدة للأوزون وذات قدرة منخفضة على إحداث الاحترار العالمي (المعيار رقم 2024/8938).

8. ويجري حاليا تطوير مخطط وطني لإصدار الشهادات بالتعاون مع الجهات الرئيسية من أصحاب المصلحة، بما في ذلك مؤسسات التدريب المهني، وهيئات التعليم التقني، والهيئة المصرية العامة للمواصفات والجودة، والخبراء الوطنيين. وستقدم وحدة الأوزون الوطنية ولجنة وطنية الدعم لوزارة العمل في تحديث الإطار الحالي لإصدار الشهادات لفنيي التبريد وتكييف الهواء.

قطاع التصنيع

قطاعا تصنيع رغاوى البوليسترين المسحوبة بالضغط ورغاوى البوليوريثان

9. اكتملت عمليات التحويل[4] في هذا القطاع تماشيا مع الحظر الذي فرضته البلاد اعتبارا من 1 يناير/كانون الثاني 2023. وتم وضع اللمسات النهائية على مذكرات التفاهم، وحصلت مؤسستان على تكاليف التشغيل الإضافية، في حين لم تستلم مؤسستا مودرن بلاستكس وكيما-فوم إلا جزءا منها، وسيتم صرف المبلغ المتبقي بالكامل بحلول خريف عام 2025.

10. واكتملت عمليات تحويل قطاع تصنيع رغاوى البوليوريثان إلى السيكلوبنتان.[5] ولم يتم التوصل إلى اتفاق مع مؤسستين: مؤسسة سيلتال التي تقوم بالفعل بتصنيع السيكلوبنتان، ومؤسسة بهجت التي توقفت عن التصنيع.

قطاع تصنيع أجهزة تكييف الهواء السكنية

11. تضمنت المرحلة الثانية تحويل خمس مؤسسات لتصنيع أجهزة تكييف الهواء (العربي، وفريش، وميراكو، وباور، ويونيون إير) (باستهلاك إجمالي قدره 1,189.78 طنا متريا من الهيدروكلوروفلوروكربون-22) إلى الهيدروفلوروكربون-32، وإلى R-454B بمجرد توفر التكنولوجيا اللازمة في حال قررت المؤسسات ذلك (المقرر 72/84(ب)). وأعرب الأعضاء في الاجتماع الرابع والتسعين عن قلقهم إزاء عدم تصنيع وحدات تكييف هواء سكنية تعمل بالهيدروفلوروكربون-32 في المؤسسات التي تم تحويلها، وأشاروا إلى غياب التدابير التنظيمية التي قد تساعد في ضمان الاعتماد المستدام لهذه التكنولوجيا في الأسواق، وطلبوا المزيد من المعلومات حول التدابير التنظيمية التي سيتم

[4] ستتم في شركات كيماويات البناء الحديث (CMB) وإيسوتك، وكيما-فوم، ومودرن بلاستكس إزالة 24.3 طن متري الهيدروكلوروفلوروكربون-141ب (2.67 طنا من قدرات استنفاد الأوزون) و599 طنا متريا من الهيدروكلوروفلوروكربون-22 (65.89 طن من قدرات استنفاد الأوزون).

[5] تشمل مؤسسات بهجت، وإلكتروستار، وفريش، وكريازي، وأوشن، وسيلتال، وستار، وتوب ميكر وتردكو، بالإضافة إلى مؤسسة افرست، و28 مؤسسة صغيرة ومتوسطة أخرى، لإزالة 586.72 طن متري من الهيدروكلوروفلوروكربون-141ب (64.539 طنا من قدرات استنفاد الأوزون)

تطبيقها. وفي الاجتماع الرابع والتسعين أيضا، وبناء على تعليقات الأمانة، وافقت اليونيدو على تأجيل طلب التمويل المتبقي المخصص لقطاع تصنيع أجهزة تكييف الهواء السكنية في إطار الشريحة الرابعة للتكاليف التشغيلية الإضافية المتفق عليها للمؤسستين اللتين لم توقعا عقود تكاليف التشغيل الإضافية بعد (وهما ميراكو، وباور) حتى تقديم طلب المرحلة الأولى من خطة تنفيذ كيغالي للمواد الهيدروفلوروكربونية.

12. واستُكمل وضع المواصفات الفنية، والتي ستُطبق أيضا على R-454B عند الإمكان، وجرى اختيار أحد الموردين، واستلام المعدات، وإتمام التركيب والتشغيل والتدريب لمؤسسات العربي، وفريش، وباور، ويونيون إير. واستجابة للمتطلبات والمواصفات الموضحة في المقرر 72/84، التزمت مؤسسة يونيون إير بتصنيع وحدات تكييف الهواء السكنية المعتمدة على الهيدروفلوروكربون-32 فقط للسوق المحلية بحلول 1 يناير/كانون الثاني 2025، ومؤسسة باور بحلول 31 ديسمبر/كانون الأول 2025، والتزمت شركتا العربي وفريش بالقيام بذلك بحلول 31 ديسمبر/كانون الأول 2026.

13. وقامت اليونيدو ومؤسسة ميراكو باستكمال عقد تحويل المؤسسة وتوقيعه. وقررت مؤسسة ميراكو تحويل خطوط التصنيع فيها إلى الهيدروفلوروكربون-32 فقط لتكييف الهواء السكني وانسحبت من استخدام R-454B. وقدمت المؤسسة خطاب نوايا يتناول المقرر 72/84، وتم استلام المعدات وتركيبها، وتم الانتهاء من التشغيل والتدريب. وجرى تعيين خبير مستقل لمراجعة السلامة، وسيتم استكمال المراجعة بحلول مايو/أيار 2025. وتم إعداد عقد التكاليف التشغيلية الإضافية، والذي يتطلب من المؤسسة الاقتصار على تصنيع وحدات تكييف الهواء السكنية المعتمدة على الهيدروفلوروكربون-32 للسوق المحلية بحلول 31 ديسمبر/كانون الأول 2026؛ وفي وقت استكمال الوثيقة الحالية كان العقد في مرحلة التوقيع.

تصنيع أجهزة تكييف الهواء التجارية

14. شملت المرحلة الثانية تقديم المساعدة الفنية لثلاث مؤسسات (الشركة المصرية الألمانية لمعالجة الهواء (إيجات)، وفولتا، ودلتا كونستركشن أند مانيوفاكتورنغ (DCM)) تقوم بتصنيع معدات تكييف هواء المركزية للاستخدامات التجارية والسكنية الخفيفة (أقل من 144,000 وحدة حرارية بريطانية/ساعة (12 طنا من التبريد))، وذلك باستخدام بدائل ذات قدرة منخفضة على إحداث الاحترار العالمي، وبالنسبة إلى الأنظمة ذات السعة الأكبر، تم استخدام مزيج من البدائل ذات القدرة المنخفضة على إحداث الاحترار العالمي والتبريد التبخري غير المباشر، ونتج عن ذلك وحدة تمدد هجينة تعمل بالتبريد التبخري غير المباشر. وفي الاجتماع الثامن والثمانين، تم الاتفاق على إضافة ثلاث مؤسسات أخرى إلى المشروع دون تكبيد الصندوق متعدد الأطراف أية تكلفة إضافية (مؤسسة طيبة للصناعات الهندسية، وشركة مصر للهندسة والصناعات، ومؤسسة ميراكو-كارير).[6]

15. وفي الاجتماع الرابع والتسعين، قدمت اليونيدو تقريرا عن نتائج المساعدة الفنية، والذي أظهر، من بين أمور أخرى، أن أداء الوحدة التي تعمل بالتبريد التبخري غير المباشر يفوق أداء نظم التمدد المباشر. وتم اختبار النماذج الأولية في منطقتين مناخيتين تمثلان القاهرة، ودلتا النيل، و منطقة الساحل الشرقي في الصيف. وبالإضافة إلى ذلك،

[6] لن تؤدي مشاركة هذه المؤسسات الإضافية إلى تكبيد الصندوق المتعدد الأطراف أية تكلفة إضافية، ولن يتم تقديم أي تمويل بشكل مباشر للمؤسسات في إطار نشاط المساعدة الفنية هذا؛ وسوف تيسّر مشاركة هذه المؤسسات اعتماد التكنولوجيا ذات القدرة المنخفضة على إحداث الاحترار العالمي في الأسواق، وستساهم بالتالي في استدامة النشاط.

أفادت اليونيدو أن أربع مؤسسات (دلتا كونستركشن أند مانيوفاكتورنغ (DCM)، وفولتا، وطيبة للصناعات الهندسية، ومصر للهندسة والصناعات) تقدم وحدات تمدد هجينة تعمل بالتبريد التبخري غير المباشر كجزء من تصنيعها المنتظم.

16. ومنذ الاجتماع الرابع والتسعين، أجريت اختبارات إضافية في منطقة مناخية تسجل فيها أعلى درجات الحرارة المحيطة الجافة وأدنى مستويات الرطوبة، لمقارنة وحدات التمدد المباشر التي تستخدم غاز تبريد الهيدروكلوروفلوروكربون-32 كغاز تبريد ونظم وحدات التمدد الهجينة التي تعمل بالتبريد التبخري غير المباشر لأربع مؤسسات مصنعة. وكما هو موضح في ضميمة التقرير المقدم إلى الاجتماع الرابع والتسعين المرفق بهذه الوثيقة،[7] أظهرت تلك الاختبارات وفورات في الطاقة بنسبة 40-50 في المائة لنظم وحدات التمدد الهجينة التي تعمل بالتبريد التبخري غير المباشر، مما يدل على فوائد هذه التكنولوجيا. وتقدم المؤسسات وحدات تمدد هجينة تعمل بالتبريد التبخري غير المباشر باستخدام الهيدروكلوروفلوروكربون-32. وقدمت ثلاث مؤسسات تقاريرها النهائية (دلتا كونستركشن أند مانيوفاكتورينغ (DCM)، ومصر للهندسة والصناعات، وطيبة)، وتم صرف المدفوعات لجميع المؤسسات الست. وجرى تقاسم مخرجات المشروع خلال المؤتمر الدولي الرابع عشر للبناء المستدام والتكنولوجيا النانوية، وتم عرضها خلال فعالية خاصة حول القضايا البيئية والتدفئة، والتهوية، وتكييف الهواء. كما نُظمت فعاليات جانبية خلال اجتماع الأطراف الخامس والثلاثين ومؤتمر الأمم المتحدة الثامن والعشرين لتغير المناخ.

قطاع خدمات التبريد

17. خلال تنفيذ الشريحة الرابعة، تم تسليم المعدات اللازمة لتحديث أربعة مراكز تدريب في مجال التبريد وتكييف الهواء تابعة لوزارة التربية والتعليم والتعليم الفني، ومركزين تابعين لوزارة العمل، ومركز تدريب ومركز تميز تابعين لوزارة التجارة والصناعة. ويجري حاليا توزيع 167 مجموعة أدوات استرداد تم شراؤها سابقا، وسيتم تسليم 25 مجموعة بحلول نهاية أبريل/نيسان.

18. وتم الانتهاء من إعداد دليل بشأن ممارسات الخدمة الجيدة للمناهج التدريبية. وجرى تدريب ما مجموعه 355 فنيا من العاملين في الصناعة وورشات العمل الصغيرة التي توظف فنيا واحدا أو اثنين وتستهلك ما يتراوح بين اسطوانتين وثلاث أسطوانات من غازات التبريد شهريا، وحصلوا على شهادات مشاركة. وعُقدت دورتان تدريبيتان لما مجموعه 31 مسؤولا عن التقييم (من بينهم 3 نساء) في مركز التميز. وسيضطلع المسؤولون عن التقييم بمسؤولية اختبار الفنيين المتقدمين للحصول على شهادة في خدمة التبريد وتكييف الهواء باستخدام غازات التبريد القابلة للاشتعال. وتم إطلاق البرنامج التجريبي لإصدار شهادات الفنيين من خلال عقد لاعتماد فنيي ما بعد البيع وجرى اعتماد ما مجموعه 61 فنيا (من بينهم 6 نساء).

19. وتم تأسيس أحد مركزي الاستصلاح وبدأ تشغيله، وبحلول شهر مارس/آذار 2025، تم استرداد وإعادة استخدام ما مجموعه 80 طنا متريا من غازات التبريد، وجرى استصلاح 7 أطنان مترية من غازات التبريد. وكان توزيع مئتي مجموعة من المعدات (مثل آلات الاسترداد، ومضخة التفريغ، وجهاز القياس، ومقاييس الضغط عالية الدقة، والأسطوانات، ومقياس الحرارة) التي تم شراؤها سابقا لدعم مركز الاستصلاح لا يزال جاريا. وتم اختيار مركز الاستصلاح الثاني وتوقيع العقد؛ ومن المتوقع شراء وتسليم معدات المركز واستكمال ترخيصه بحلول ديسمبر/كانون الأول 2025.

[7] على النحو المبين في الفقرة 170 من الوثيقة UNEP/OzL.Pro/ExCom/94/67، تقرير الاجتماع الرابع والتسعين.

تنفيذ ورصد المشروع

20. تقوم وحدة إدارة المشروع بتنسيق ورصد تنفيذ خطة إدارة إزالة المواد الهيدروكلوروفلوروكربونية، بما في ذلك زيارة المستفيدين وأصحاب المصلحة، وتنظيم ورشات العمل والاجتماعات، وإعداد التقارير ذات الصلة. ويبلغ إجمالي المبالغ المصروفة في إطار وحدة إدارة المشروع للشريحة الرابعة 49,000 دولار أمريكي (من أصل المبلغ المخصص والبالغ 180,000 دولار أمريكي)، بما في ذلك تكاليف الموظفين والتشغيل (20,454 دولارا أمريكيا)، والاستشاريين (8,963 دولارا أمريكيا)، ودعم تحويل تصنيع أجهزة تكييف الهواء السكنية (4,583 دولارا أمريكيا)، والطوارئ السعرية (15,000 دولار أمريكي).

مستوى صرف الأموال

21. حتى مارس/آذار 2025، ومن أصل المبلغ المعتمد حتى الآن والبالغ 19,841,871 دولارا أمريكيا، تم صرف 15,350,374 دولارا أمريكيا (11,890,003 دولارات أمريكية لليونيدو، و769,300 دولار أمريكي لليونيب، و2,483,771 دولارا أمريكيا لليوئنديبي، و207,300 دولار أمريكي لحكومة ألمانيا)، على النحو الموضح في الجدول 2. وسيتم صرف الرصيد المتبقي البالغ 4,491,497 دولارا أمريكيا خلال عامي 2025 و2026.

الجدول 2- التقرير المالي للمرحلة الثانية من خطة إدارة إزالة المواد الهيدروكلوروفلوروكربونية في مصر (بالدولار الأمريكي)

الشريحة		اليونيدو	اليونيب	اليوئنديبي	الوكالة الألمانية للتعاون الدولي	المجموع	معدل الصرف (%)
الشريحة الأولى	المعتمد	3,356,641	230,000	1,042,352	0	4,628,993	95
	المصروف	3,117,186	229,800	1,035,119	0	4,382,104	
الشريحة الثانية	المعتمد	4,668,214	279,500	1,836,750	207,300	6,991,764	87
	المصروف	4,152,912	279,500	1,448,333	207,300	6,088,045	
الشريحة الثالثة	المعتمد	4,664,196	260,000	816,620	0	5,740,816	61
	المصروف	3,234,799	260,000	320	0	3,495,119	
الشريحة الرابعة	المعتمد	2,300,298	180,000	0	0	2,480,298	56
	المصروف	1,385,107	0	0	0	1,385,107	
المجموع	**المعتمد**	**14,989,349**	**949,500**	**3,695,722**	**207,300**	**19,841,871**	**77**
	المصروف	**11,890,003**	**769,300**	**2,483,771**	**207,300**	**15,350,374**	
	الرصيد	**3,099,346**	**180,200**	**1,211,951**	**0**	**4,491,497**	

خطة تنفيذ الشريحة الخامسة والأخيرة من المرحلة الثانية من خطة إدارة إزالة المواد الهيدروكلوروفلوروكربونية

22. سيتم تنفيذ الأنشطة التالية بين يونيو/حزيران 2025 وديسمبر/كانون الأول 2026:

(أ) تصنيع أجهزة تكييف الهواء السكنية: استكمال تحويل خمس مؤسسات لتصنيع أجهزة تكييف الهواء السكنية (توفير التكاليف التشغيلية الإضافية لشركتي ميراكو وباور) (اليونيدو) (1,739,115 دولارا أمريكيا)؛

(ب) السياسات والتوعية: مواصلة إنفاذ الشبكة التنظيمية والعمل على تحديث المدونات الوطنية؛ والتوعية بشبكة الاسترداد وإعادة التدوير في قطاع الخدمات من خلال المؤسسات المهنية والتقنية ونشر مواد

التوعية؛ وأربع ورشات عمل لتوعية 200 مشارك حول المدونات والمعايير المحدثة المتعلقة باحتواء غازات التبريد ومنع تسربها (اليونيب) (35,500 دولار أمريكي، وأموال من الشريحة السابقة)؛

(ج) الرقابة والإنفاذ: خمس ورشات عمل لتدريب 250 موظفا من وكالات حماية المستهلك، والتحقيق في الإمدادات، والرقابة الصناعية، والجهات ذات الصلة من أصحاب المصحلة المعنيين، على رمز الاستجابة السريعة المخطط له لنظام تتبع أسطوانات غاز التبريد؛ وخمس ورشات عمل لـ 100 موظف من هيئة الجمارك والمنظمات الأخرى المعنية بتصدير واستيراد المواد الخاضعة للرقابة (اليونيب) (30,000 دولار أمريكي، وأموال من الشريحة السابقة)؛ وشراء 15 معرفا لغازات التبريد لبرامج تدريب الجمارك ومراقبة غازات التبريد (اليونيدو) (أموال من الشريحة السابقة)؛

(د) التبريد والخدمات: تدريب واعتماد 345 فنيا من العاملين في ورشات العمل الكبيرة والمتوسطة في مجال ممارسات الخدمة الجيدة لمعدات التبريد وتكييف الهواء (اليونيب) (20,000 دولار أمريكي، وأموال من الشريحة السابقة)؛ وعشر ورشات عمل تدريبية في الموقع لما يتراوح مجموعه بين 150 و200 فني على ممارسات الخدمة الجيدة لورشات العمل الصغيرة التي توظف فنيا واحدا أو اثنين وتستهلك ما يتراوح بين اسطوانتين وثلاث أسطوانات؛ واستكمال توفير مجموعات أدوات الخدمة المحمولة للفرق الميدانية، والأدوات لمراكز ما بعد البيع لخمس مؤسسات تقوم بتصنيع أجهزة تكييف الهواء السكنية (اليونيدو) (20,000 دولار أمريكي، بالإضافة إلى تمويل من الشريحة السابقة)؛

(ه) الاسترداد والاستصلاح: تأسيس مركز الاستصلاح الثاني، ومواصلة دعم المركز الأول الذي أُنشئ في إطار الشريحة السابقة، واستكمال توفير 200 مجموعة أدوات استرداد إضافية لمحلات الخدمات التي يعمل فيها فنيون معتمدون (اليونيدو) (50,000 دولار أمريكي، بالإضافة إلى تمويل من الشريحة السابقة)؛

(و) رصد المشروع: بتكلفة إجمالية قدرها 145,000 دولار أمريكي لإدارة أنشطة الاعتماد والتدريب، بما في ذلك الاستعانة باستشاريين وطنيين ودوليين، وعقد اجتماعات إقليمية، وبرنامج تبادل (اليونيب) (20,000 دولار أمريكي، بالإضافة إلى تمويل من الشريحة السابقة)، ورصد ودعم جميع أنشطة خطة إدارة إزالة المواد الهيدروكلوروفلوروكربونية، ودعم تنفيذ مشاريع الاستثمار الصناعي، بما في ذلك الخدمات الاستشارية، ورصد التنفيذ وتقييمه، والسفر، وإعداد وتقديم تقارير التحقق وتقارير الشريحة (اليونيدو، 125,000 دولار أمريكي، بالإضافة إلى تمويل من الشريحة السابقة).

تعليقات وتوصية الأمانة

التعليقات

تقرير عن استهلاك المواد الهيدروكلوروفلوروكربونية

23. إذ تلاحظ الأمانة مع التقدير أن استهلاك مصر في عام 2024 كان أقل من المستوى المحدد في الاتفاق المبرم بين مصر واللجنة التنفيذية، فإنها تشير إلى أنه سيتوجب على البلاد خفض حوالي 100 طن من قدرات استنفاد الأوزون من الهيدروكلوروفلوروكربون-22 في عام 2025 لضمان امتثالها لاتفاقها مع اللجنة التنفيذية. وأعربت اليونيدو عن

ثقتها في قدرة البلاد على القيام بذلك، وأشارت إلى أن حصة مصر لعام 2025 صدرت بما يتماشى مع هدف عام 2025، وهو يعادل نسبة 53.5 في المائة من استهلاكها لعام 2024.

تقرير مرحلي عن تنفيذ الشريحة الرابعة من المرحلة الثانية من خطة إدارة إزالة المواد الهيدروكلوروفلوروكربونية

الإطار القانوني

24. أصدرت الحكومة المصرية بالفعل حصص الاستيراد الخاصة بالمواد الهيدروكلوروفلوروكربونية لعام 2025 عند مستوى 115.00 طن من قدرات استنفاد الأوزون، وهو أقل من أهداف الرقابة المنصوص عليها في بروتوكول مونتريال، ويتوافق مع الهدف المحدد لهذا العام في اتفاق خطة إدارة إزالة المواد الهيدروكلوروفلوروكربونية.

قطاع التصنيع

25. قدمت اليونيدو معلومات إضافية عن حالة التحول إلى استخدام الهيدروكلوروفلوروكربون-32 في مؤسسات تصنيع أجهزة تكييف الهواء السكنية. ويوضح الجدول 3 أدناه بيانات التصنيع المتعلقة بغاز R-410A في المؤسسات الخمس من عام 2020 إلى عام 2024. وكما تم إبلاغ الاجتماع الرابع والتسعين، صنعت المؤسسات 110 وحدات تكييف هواء سكنية تعمل بالهيدروكلوروفلوروكربون-32 في عام 2023؛ وفي عام 2024، شهد هذه العدد زيادة كبيرة ووصل إلى 244,166 وحدة تعمل بالهيدروكلوروفلوروكربون-32 (تستهلك 169.70 طن متري من الهيدروكلوروفلوروكربون-32). وفي مارس/آذار 2025، كانت حوالي 10 في المائة من عمليات التصنيع في مؤسستي باور والعربي، و30 في المائة في مؤسسة فريش، و100 في المائة في مؤسسة يونيون إير تعتمد على الهيدروكلوروفلوروكربون-32. وفي وقت إعداد هذه الوثيقة، كانت اليونيدو تناقش إيقاف تشغيل محطات شحن غاز R-410A مع مؤسسة يونيون إير. وأصدرت اليونيدو مدفوعات جزئية لتكاليف رأس المال الإضافية والتكاليف التشغيلية الإضافية على أساس سنة التشغيل باستخدام غاز التبريد الجديد، مع أخذ الاستهلاك المؤهل للمؤسسات بعين الاعتبار.

الجدول 3. استهلاك غاز R-410A ووحدات تكييف الهواء السكنية المعتمدة على غاز R-410A التي تصنعها مؤسسات العربي، وفريش، وميراكو، وباور، ويونيون إير

العام	استهلاك غاز R-410A (طن متري)	ووحدات تكييف الهواء السكنية المعتمدة على غاز R-410
2020	716.92	828,632
2021	1,229.29	1,175,896
2022	1,407.25	1,269,675
2023	1,105.53	986,823
2024	1,212.28	1,063,735

26. وعلى الرغم من أن التصنيع باستخدام البديل المتفق عليه في المؤسسات الخمس استغرق وقتا أطول من المتوقع، إلا أن هذا التصنيع شهد منذ عام 2023 تسارعا ملحوظا. وستتوقف جميع المؤسسات عن تصنيع الوحدات المعتمد على غاز R-410A للسوق المحلية بحلول 31 ديسمبر/كانون الأول 2026. وكما هو موضح في الفقرات من 40 إلى 155 من هذه الوثيقة، قدمت البلاد المرحلة الأولى من خطة تنفيذ كيغالي للمواد الهيدروفلوروكربونية إلى هذا الاجتماع. ويتضمن المشروع المقدم تحويل مؤسسات تصنيع أجهزة تكييف الهواء السكنية المتبقية التي تستخدم غاز R-410A في البلاد، وتطبيق حظر على استيراد وتصنيع وحدات تكييف الهواء السكنية المعتمدة على غاز R-410A لضمان استدامة هذا التحويل.

قطاع خدمة التبريد

27. لاحظت الأمانة مع التقدير أن اليونيدو بذلت جهودا لمعالجة التأخير في شراء وتسليم 15 معرفا لغازات التبريد للجمارك ووكلاء الاستيراد، ويعود سبب التأخير إلى مشاكل مستمرة في سلسلة التوريد العالمية لهذه المعدات، وتم ذلك من خلال تحديد مورد سيوفر خمسة معرفات في البداية، على أن يتم شراء المعرفات الإضافية لاحقا.

28. وهناك عدد من الأنشطة المخطط لها في قطاع الخدمة لم تُنفَّذ بعد أو لا تزال قيد التنفيذ، بما في ذلك:

(أ) لم تُنفَّذ بعد خمس ورشات عمل لتدريب 75 من موظفي الجمارك وأصحاب المصلحة المعنيين على مراقبة استيراد وتصدير المواد الخاضعة للرقابة؛

(ب) على الرغم من إطلاق البرنامج التجريبي لاعتماد الفنيين، واعتماد 61 فنيا، فإنه من المقرر اعتماد 500 فني في إطار هذا المشروع؛

(ج) لم يُنفَّذ بعد تدريب 375 فنيا إضافيا على ممارسات الخدمة الجيدة لمعدات التبريد وتكييف الهواء؛

(د) لا تزال الأدوات التنظيمية والمؤسسية اللازمة لتطبيق برنامج اعتماد فنيي التبريد وتكييف الهواء قيد التصميم؛

(ه) تم الانتهاء من تقييم احتياجات شبكة خدمات ما بعد البيع لأجهزة تكييف الهواء، مع توفير مجموعات أدوات خدمة محمولة للفرق الميدانية، ولكن لم يتم بعد استكمال أدوات الدعم لمراكز ما بعد البيع؛

(و) تم تنفيذ برنامج احتواء غازات التبريد ومنع تسربها، مع التركيز على المعدات الكبيرة للتبريد وتكييف الهواء؛ غير أنه من المتوقع الآن إجراء التفتيش التجريبي والمصادقة على مبنى أو مبنيين، والذي كان من المزمع إجراؤه أصلا بحلول ديسمبر/كانون الأول 2024، بحلول ديسمبر/كانون الأول 2026؛

(ز) بدأ وضع نظام تتبع غازات التبريد القائم على رموز الاستجابة السريعة لأسطوانات غازات التبريد، ولكنه لم يكتمل بعد، ومن المتوقع أن تصبح رموز الاستجابة السريعة لأسطوانات غازات التبريد إلزامية بحلول 31 ديسمبر/كانون الأول 2026؛

(ح) لم تُعقد بعد خمس ورشات عمل لرفع مستوى وعي 60 من أصحاب المصلحة في الجمارك حول نظام تتبع غازات التبريد باستخدام رموز الاستجابة السريعة؛

(ط) لم يجر بعد تحديث المدونات والمعايير المحلية لدعم برنامج احتواء غازات التبريد ومنع تسربها، ولم تُعقد بعد ورشات العمل الأربع الخاصة برفع مستوى الوعي لإنفاذ المدونات المُحدثة؛

(ي) لا يزال وضع السياسات والتدابير اللازمة لضمان استدامة عملية التحويل في قطاع تصنيع أجهزة تكييف الهواء التجارية جاريا.

29. وأكّدت اليونيدو أن الأنشطة المخطط لها ستُنجز بحلول تاريخ إنجاز المشروع. وفي ضوء الأنشطة التي لا تزال بحاجة إلى البدء أو الإنجاز، طلبت الأمانة أن تتضمن المرحلة الثالثة من خطة إدارة إزالة المواد

الهيدروكلوروفلوروكربونية، المتوقع تقديمها إلى الاجتماع السابع والتسعين، تقريرا مفصلا عن التقدم المحرز في تنفيذ الأنشطة المتبقية في إطار المرحلة الثانية.

مستوى صرف التمويل

30. أوضحت اليونيب أنه على الرغم من أن صرفها في إطار الشريحة الرابعة كان صفريا، إلا أنها تتوقع صرف حوالي 36,000 دولار أمريكي بحلول يوليو/تموز 2025 بناء على الأنشطة التي تم تنفيذها بالفعل بمجرد إتمام اتفاق التمويل صغير النطاق مع الحكومة. وحثّت الأمانة اليونيب على إتمام هذا الاتفاق، واتفاق الشريحة الخامسة والأخيرة، بمجرد الموافقة عليهما، في أقرب وقت ممكن كي تتمكن البلاد من الاستفادة من مساعدة اليونيب.

تنفيذ السياسة الجنسانية

31. خلال تنفيذ الشريحة الرابعة، تم تتبع مشاركة النساء في الاجتماعات وأنشطة التدريب. وفي مشروع تكييف الهواء السكني، كان المهندسون في مؤسستين من المؤسسات المستفيدة (العربي وفريش) من النساء. ونتيجة للأنشطة الترويجية لتعميم مراعاة المنظور الجنساني، شاركت ثلاث نساء في تدريب المدربين. وحصلت ثلاث نساء على شهادات تقدير من وزير البيئة، ووزير العمل، ووزير التضامن الاجتماعي خلال حفل تكريمي لجهودهن في تيسير التعاون بين هذه الجهات ووحدة الأوزون الوطنية. وخلال تنفيذ الشريحة الخامسة، سيتم إعداد مسودة سياسة بشأن تعميم مراعاة المنظور الجنساني، وتنظيم دورات تدريبية متخصصة للفنيات في قطاع التبريد وتكييف الهواء.

استكمال المرحلة الثانية من خطة إدارة إزالة المواد الهيدروكلوروفلوروكربونية

32. أكدت اليونيدو أنه سيتم استكمال المرحلة الثانية في مصر في 31 ديسمبر/كانون الأول 2026، كما هو منصوص عليه في الفقرة 14 من الاتفاق.

استدامة إزالة المواد الهيدروكلوروفلوروكربونية وتقييم المخاطر

33. قيّمت اليونيدو أن المخاطر التي تهدد استدامة التحول من الهيدروكلوروفلوروكربون-22 في تكييف الهواء السكني منخفضة، وهو ما يتضح من القبول الذي حظيت به تكنولوجيا الهيدروفلوروكربون-32 في الأسواق المحلية والعالمية. كما أشارت اليونيدو إلى أن توافر ضواغط العاكس المعتمدة على الهيدروفلوروكربون-32 سيعزز استدامة هذا التحول. وتتفق الأمانة مع تقييم اليونيدو، وأشارت كذلك إلى أنه سيتم تعزيز استدامة التحويل واعتماد الهيدروفلوروكربون-32 من خلال الأنشطة المخطط لها في إطار خطة تنفيذ كيغالي للمواد الهيدروفلوروكربونية، والتي ستضمن إزالة تصنيع وحدات تكييف الهواء السكنية المعتمدة على غاز R-410A عبر حظر استيراد وتصنيع وحدات تكييف الهواء السكنية المعتمدة على غاز R-410A. وستساعد هذه الأنشطة على ضمان تنافس المؤسسات الخمس التي بادرت بالتحويل المبكر، حتى قبل تصديق البلاد على تعديل كيغالي، على قدم المساواة. كما أشارت الأمانة مع التقدير إلى أن الحكومة تعتزم تقديم مشروع إلى الاجتماع السابع والتسعين، بموجب المقرر 60/94، لتحسين كفاءة استخدام الطاقة، من بين جملة أمور، لوحدات تكييف الهواء السكنية التي تصنعها المؤسسات الخمس في إطار خطة إدارة إزالة المواد الهيدروكلوروفلوروكربونية والمؤسسات المشاركة في خطة تنفيذ كيغالي للمواد الهيدروفلوروكربونية. وشجعت الأمانة الحكومة على تقديم مثل هذا المشروع، مشيرة إلى أنه سيعزز استدامة عمليات التحويل إلى البديل المتفق عليه، كما سيساعد المؤسسات المدرجة في خطة إدارة إزالة المواد

الهيدروكلوروفلوروكربونية بشكل أكبر. وفي هذا الصدد، أكدت اليونيدو أن المؤسسات الخمس التي تلقت المساعدة في إطار خطة إدارة إزالة المواد الهيدروكلوروفلوروكربونية على دراية بأنها ستخضع لحظر يبدأ في 1 يناير/كانون الثاني 2029 على تصنيع وحدات تكييف الهواء السكنية المعتمدة على غاز R-410A والذي سيتم تطبيقه في إطار خطة تنفيذ كيغالي للمواد الهيدروفلوروكربونية، وعندها لن تتمكن هذه المؤسسات من تصنيع وحدات تكييف الهواء السكنية المعتمدة على غاز R-410A للتصدير.

34. وفي الاجتماع التاسع والسبعين، أُشير إلى أن استدامة عملية التحويل في قطاع تصنيع أجهزة تكييف الهواء التجارية تشكّل أحد الشواغل نظرا لاستخدام المواد الهيدروفلوروكربونية ذات القدرة العالية على إحداث الاحترار العالمي في الأسواق في وحدات التكييف المجمعة، والوحدات المركزية، وأجهزة التبريد، ويشمل ذلك الهيدروكلوروفلوروكربون-141أ وR-410A. وبناء على ذلك، اتُفق على أن تقوم الحكومة، من خلال اليونيدو، بالإبلاغ عن تنفيذ السياسات والتدابير اللازمة لضمان استدامة عملية التحويل من خلال التقرير المرحلي عن تنفيذ المرحلة الثانية من خطة إدارة إزالة المواد الهيدروكلوروفلوروكربونية، إلى حين اعتماد البدائل في الأسواق.[8] وأظهرت المساعدة الفنية المُقدمة للقطاع التحسن الكبير في كفاءة استخدام الطاقة الذي يمكن تحقيقه من خلال تكنولوجيا وحدات التمدد الهجينة التي تعمل بالتبريد التبخري غير المباشر، الأمر الذي من المتوقع أن يُسهم في اعتماد هذه التكنولوجيا في الأسواق. وتُقدم أربع مؤسسات (دلتا كونستركشن أند مانيوفاكتورنغ (DCM)، وفولتا، وطيبة للصناعات الهندسية، ومصر للهندسة والصناعات) وحدات تمدد هجينة تعمل بالتبريد التبخري غير المباشر كجزء من عمليات التصنيع المنتظمة فيها، ولا تزال مؤسستان تنظران في خياراتهما. ومن شأن وضع وتنفيذ سياسات وتدابير تُمكّن السوق من اعتماد وحدات التمدد الهجينة التي تعمل بالتبريد التبخري غير المباشر ذات القدرة المنخفضة على إحداث الاحترار العالمي والكفاءة في استخدام الطاقة أن يُعزز عملية التحويل واعتماد هذه التكنولوجيا في الأسواق.

35. وينبغي أن تكون مراكز الاستصلاح المُنشأة في البلاد قادرة على عرض الهيدروكلوروفلوروكربون-22 المستصلح في الأسواق في ظل ارتفاع أسعاره نتيجة الإزالة. كما يجب على وحدة الأوزون الوطنية دعم العلامات التجارية والأسعار وقنوات توزيع غازات التبريد المستصلحة من قبل مراكز الاستصلاح الحالية والجديدة. وسيُساعد التدريب المستمر وتنفيذ برنامج اعتماد فنيي التبريد وتكييف الهواء في الحد من الطلب على خدمة الهيدروكلوروفلوروكربون-22.

الخلاصة

36. تلتزم البلاد باتفاقها مع اللجنة التنفيذية. واكتملت عمليات التحويل في قطاعي تصنيع رغاوى البوليسترين المسحوبة بالضغط ورغاوى البوليوريثان، ونفذت الحكومة عددا من عمليات الحظر لدعم إزالة المواد الهيدروكلوروفلوروكربونية. وبلغ مستوى صرف الشريحة الرابعة 56 في المائة، و77 في المائة من الأموال المُعتمدة حتى الآن. وفي الاجتماع الرابع والتسعين، قررت اللجنة التنفيذية عدم الموافقة على كامل التمويل في إطار الشريحة الرابعة، إذ لم يكن واضحا آنذاك كيف يمكن ضمان استدامة تحول مؤسسات تصنيع أجهزة تكييف الهواء السكنية إلى استخدام الهيدروفلوروكربون-32 نظرا لقيام مؤسسات أخرى بتصنيع معدات تكييف الهواء السكنية باستخدام غاز R-410A. وكما هو موضح بمزيد من التفصيل في الفقرة 25 أعلاه، اقترحت مصر، في إطار المرحلة الأولى من خطة تنفيذ كيغالي للمواد الهيدروفلوروكربونية، خطة شاملة لتحويل مؤسسات تصنيع أجهزة تكييف الهواء السكنية

[8] الفقرة 50(ب) من الوثيقة UNEP/OzL.Pro/ExCom/79/32.

المتبقية في البلاد إلى استخدام الهيدروفلوروكربون-32، وحظر استيراد وتصنيع أجهزة تكييف الهواء السكنية التي تحتوي على غاز R-410A بحلول 1 يناير/كانون الثاني 2029.

التوصية

37. توصي أمانة الصندوق اللجنة التنفيذية بما يلي:

(أ) الإحاطة علما بالتقرير المرحلي عن تنفيذ الشريحة الرابعة من المرحلة الثانية من خطة إدارة إزالة المواد الهيدروكلوروفلوروكربونية في مصر؛

(ب) الطلب من الحكومة المصرية، من خلال اليونيدو بصفتها الوكالة المنفذة الرئيسية، أن تدرج، عند تقديم طلب المرحلة الثالثة من خطة إدارة إزالة المواد الهيدروكلوروفلوروكربونية، تقريرا مفصلا عن التقدم المحرز في تنفيذ الأنشطة المتبقية بموجب المرحلة الثانية؛

(ج) الطلب من الحكومة المصرية، واليونيدو، واليوئنديبي، واليونيب، وحكومة ألمانيا تقديم تقرير إنجاز المشروع إلى الاجتماع الأول للجنة التنفيذية في عام 2027؛

38. كما توصي أمانة الصندوق بالموافقة الشمولية على الشريحة الخامسة والأخيرة من المرحلة الثانية من خطة إدارة إزالة المواد الهيدروكلوروفلوروكربونية لمصر وخطة تنفيذ الشريحة المقابلة للفترة 2025-2026 بمستوى التمويل الموضح في الجدول أدناه

	عنوان المشروع	تمويل المشروع (بالدولار الأمريكي)	تكاليف الدعم (بالدولار الأمريكي)	الوكالة المنفذة
(أ)	خطة إدارة إزالة المواد الهيدروكلوروفلوروكربونية (المرحلة الثانية، الشريحة الخامسة)	1,934,115	135,388	اليونيدو
(ب)	خطة إدارة إزالة المواد الهيدروكلوروفلوروكربونية (المرحلة الثانية، الشريحة الخامسة)	105,500	12,605	اليونيب

ورقة تقييم المشروع - مشروعات متعددة السنوات
مصر

عنوان المشروع	الوكالة
خطة تنفيذ كيغالي للمواد الهيدروفلوروكربونية (المرحلة الأولى)	اليونيدو (رئيسية)، اليونديبي

أحدث بيانات المادة 7 (المرفق واو)	السنة: 2023	7,686.28 طن متري	14,890,881 طن من مكافئ ثاني أكسيد الكربون

البيانات القطاعية لاستهلاك الهيدروفلوروكربون (طن من مكافئ ثاني أكسيد الكربون) والأنشطة									
	أيروسول	الرغاوى	مكافحة الحرائق	تكييف الهواء والتبريد			المذيبات	أخرى
				التصنيع		الخدمة		
				التبريد	تكييف الهواء	أخرى		
أحدث تقرير للبرنامج القطري (2024)	260,632	197,184	1,595,494	1,080,564	3,345,441	0	10,754,212	0	0
أنشطة خطة تنفيذ كيغالي، المرحلة الأولى كما تم الاتفاق عليها (نعم/لا)	لا	نعم	لا	نعم	نعم	لا	نعم	لا	لا

متوسط استهلاك الهيدروفلوروكربون في الخدمة للفترة 2020-2022*	4,390.29 طن متري	9,345,372 طن من مكافئ ثاني أكسيد الكربون

* بما في ذلك الاستهلاك لخدمة معدات مكافحة الحرائق

بيانات استهلاك خط الأساس (طن من مكافئ ثاني أكسيد الكربون)	2020	2021	2022	متوسط 2022-2020
الاستهلاك السنوي للهيدروفلوروكربون	12,498,835	12,840,128	14,317,946	13,218,970
خط أساس الهيدروكلوروفلوروكربون (65%)				6,071,380
خط أساس الهيدروفلوروكربون				19,290,350

أستهلاك الهيدروفلوروكربون المؤهل للتمويل	
نقطة البدء للتخفيضات المجمعة المستدامة	سيحدد لاحقا
مشاريع الاستثمار بالتخفيض التدريجي للهيدروفلوروكربون التي تمت الموافقة عليها مسبقا	لا
إجمالي التخفيضات من المشاريع التي تمت الموافقة عليها مسبقا (طن من مكافئ ثاني أكسيد الكربون)	لا ينطبق

بيانات المشروع كما تمت الموافقة عليه			2025*	2026	2027	2028	2029	2030	المجموع
الاستهلاك (طن من مكافئ ثاني أكسيد الكربون)	حدود بروتوكول مونتريال		19,290,350	19,290,350	19,290,350	19,290,350	17,361,315	17,361,315	لا ينطبق
	الحد الأقصى المسموح به		19,290,350	19,290,350	18,500,000	18,000,000	16,387,179	15,046,473	لا ينطبق
	التخفيض بالنسبة إلى خط الأساس (%)		0	0	4.1	6.7	15.0	22.0	لا ينطبق
المبالغ الموصى بها من حيث المبدأ (دولار أمريكي)	اليونيدو	تكاليف المشروع	9,081,787	0	3,545,129	0	1,648,115	0	14,275,031
		تكاليف الدعم	635,725	0	248,159	0	115,368	0	999,252
	اليونديبي	تكاليف المشروع	1,704,688	0	1,047,100	0	170,779	0	2,922,567
		تكاليف الدعم	119,328	0	73,297	0	11,955	0	204,580
	إجمالي تكاليف المشروع		10,786,475	0	4,592,229	0	1,818,894	0	17,197,598
	إجمالي تكاليف الدعم		755,053	0	321,456	0	127,323	0	1,203,832
	إجمالي التمويل		11,541,528	0	4,913,685	0	1,946,217	0	18,401,430

* موصى بالموافقة عليها في الاجتماع الحالي.

التخفيض من الاستهلاك المتبقي المؤهل لتمويل المرحلة الأولى (بالأطنان من مكافئ ثاني أكسيد الكربون)	5,795,458*

* بما في ذلك 35,850 طن من مكافئ ثاني أكسيد الكربون من المواد الهيدروفلوروكربونية المتضمنة في البوليولات سابقة المزج المستوردة

توصية الأمانة:	النظر بشكل فردي

وصف المشروع

39. تحتوي هذه الوثيقة على الأقسام التالية:

أولا- موجز المقترح على النحو الذي تم تقديمه.

ثانيا- الخلفية: حالة تنفيذ خطة إدارة إزالة المواد الهيدروكلوروفلوروكربونية

ثالثا- نظرة عامة على استهلاك الهيدروفلوروكربون: مستويات استهلاك الهيدروفلوروكربون، واتجاهاته، واستهلاكه حسب القطاع.

رابعا- المرحلة الأولى من خطة تنفيذ كيغالي للمواد الهيدروفلوروكربونية، حسبما تم تقديمها: الإطار التنظيمي، واستراتيجية التخفيض التدريجي، والتكلفة الإجمالية للمرحلة، وخطة التنفيذ للشريحة الأولى

خامسا- تعليقات الأمانة، بما في ذلك تكلفة الأنشطة المتفق عليها

سادسا- التوصية

أولا- موجز المقترح على النحو الذي تم تقديمه

40. قدّمت اليونيدو، بصفتها الوكالة المنفذة الرئيسية، بالنيابة عن حكومة مصر، ، طلبا لتمويل المرحلة الأولى من خطة تنفيذ كيغالي للمواد الهيدروفلوروكربونية، بتكلفة إجمالية قدرها 29,817,042 دولارا أمريكيا، تتكون من 22,197,232 دولارا أمريكيا، بالإضافة إلى تكاليف دعم الوكالة البالغة 1,553,806 دولارا أمريكيا لليونيدو و5,669,162 دولارا أمريكيا، بالإضافة إلى تكاليف دعم الوكالة البالغة 396,841 دولارا أمريكيا لليوئنديبي، كما تم تقديمه في الأصل.[9]

41. وسيساعد تنفيذ المرحلة الأولى من خطة تنفيذ كيغالي حكومةَ مصر على تحقيق هدف تخفيض استهلاك خط أساس الهيدروفلوروكربون الخاص بها بنسبة 21.4 في المائة بحلول 1 يناير/كانون الثاني 2029، قبل الموعد المحدد في الجدول الزمني لأهداف الرقابة المحددة في بروتوكول مونتريال.

42. وتبلغ قيمة الشريحة الأولى من المرحلة الأولى من خطة تنفيذ كيغالي المطلوبة في هذا الاجتماع 17,392,844 دولارا أمريكيا، تتألف من 12,707,775 دولارا أمريكيا، بالإضافة إلى تكاليف دعم الوكالة البالغة 889,544 دولارا أمريكيا لليونيدو، و3,547,220 دولارا أمريكيا، بالإضافة إلى تكاليف دعم الوكالة البالغة 248,305 دولارا أمريكيا لليوئنديبي، كما تم تقديمها في الأصل، للفترة من يونيو/حزيران 2025 إلى ديسمبر/كانون الأول 2027.

[9] وفقا للرسالة المؤرخة في 22 يناير/كانون الثاني 2025 من وزارة البيئة في مصر إلى اليونيدو.

ثانيا- الخلفية

حالة تنفيذ خطة إدارة إزالة المواد الهيدروكلوروفلوروكربونية

43. يعرض الجدول 1 معلومات عن خطة إدارة إزالة المواد الهيدروكلوروفلوروكربونية في مصر حتى فبراير/شباط 2025.

الجدول 1. حالة تنفيذ خطة إدارة إزالة المواد الهيدروكلوروفلوروكربونية في مصر

	المرحلة الأولى	المرحلة الثانية
الاجتماع الذي تمت خلاله الموافقة على/تحديث خطة إدارة إزالة المواد الهيدروكلوروفلوروكربونية	الخامس والستون	التاسع والسبعون/الرابع والثمانون
التخفيض من خط الأساس	25% بحلول 2018	67.5% بحلول 2025
إجمالي تكاليف المشروع (دولار أمريكي)	8,502,815	21,881,486
تاريخ الإنجاز (الفعلي/المخطط له)	1 ديسمبر/كانون الأول 2019	31 ديسمبر/كانون الأولى 2026

حالة تنفيذ الأنشطة السابقة ذات الصلة بالهيدروفلوروكربون

44. يعرض الجدول 2 نظرة عامة عن الأنشطة التي تم تنفيذها في مصر في إطار تعديل كيغالي والتي مولها الصندوق المتعدد الأطراف.

الجدول 2. الأنشطة المتعلقة بالمواد الهيدروفلوروكربونية الموافق عليها سابقا في مصر

الاجتماع الذي تمت فيه الموافقة	عنوان المشروع	الوكالة المنفذة	التكلفة (دولار أمريكي)	تاريخ الإنجاز
الحادي والثمانون	الأنشطة التمكينية للخفض التدريجي للمواد الهيدروفلوروكربونية	اليونيدو/اليونيب	250,000	يونيو/حزيران 2022
الثالث والتسعون	مشروع تجريبي لتعزيز كفاءة استخدام الطاقة في قطاع التبريد وتكييف الهواء في مصر للحفاظ على كفاءة استخدام الطاقة في التكنولوجيات والمعدات البديلة و/أو تحسينها في سياق التخفيض التدريجي للمواد الهيدروفلوروكربونية	اليونيدو	285,000	جار

ثالثا- نظرة عامة على استهلاك الهيدروفلوروكربون

مستويات استهلاك الهيدروفلوروكربون

45. تستورد مصر المواد الهيدروفلوروكربونية لاستخدامها حصرا في قطاعي التصنيع والخدمات. وتمثلت أكثر المواد استهلاكا في عام 2024 بالهيدروفلوروكربون-134أ (37.8 في المائة من إجمالي استهلاك المواد الهيدروفلوروكربونية بأطنان مكافئ ثاني أكسيد الكربون)، وR-410A (34.3 في المائة)، وR-404A (15.4 في المائة)، والهيدروفلوروكربون-ea227 (9.4 في المائة)، في حين شكّلت المواد الهيدروفلوروكربونية الأخرى 3.1 في المائة من إجمالي الاستهلاك. ويعرض الجدول 1 استهلاك البلاد من المواد الهيدروفلوروكربونية كما أُبلغت عنه أمانة الأوزون بموجب المادة 7 من بروتوكول مونتريال، وخط الأساس لاستهلاك المواد الهيدروفلوروكربونية في البلاد.

الجدول 3. استهلاك المواد الهيدروفلوروكربونية (بيانات المادة 7 للفترة 2020-2024) وخط الأساس في مصر

المادة الهيدروكلوروفلوروكربونية	القدرة على إحداث الاحترار العالمي	2020	2021	2022	2023	2024*
أطنان مترية						
الهيدروفلوروكربون-134أ	1,430	3,109.95	2,836.53	2,797.31	3,673.87	4,556.45
الهيدروفلوروكربون-152أ	124	275.45	454.66	429.90	227.00	281.22
الهيدروفلوروكربون-ea227	3,220	539.55	429.94	460.20	502.41	500.50
الهيدروفلوروكربون-fa245	1,030	22.53	67.62	115.61	64.00	116.50
الهيدروفلوروكربون-mfc365	794	30.45	33.06	34.80	0.00	33.00
R-404A	3,922	720.60	621.96	607.22	669.47	677.88
R-410A	2,088	1,501.90	2,114.50	2,844.18	2,415.15	2,832.64
المواد الهيدروفلوروكربونية الأخرى	غير منطبق	132.48	226.29	226.51	134.38	222.16
المجموع (أطنان مترية)		**6,332.90**	**6,784.57**	**7,515.73**	**7,686.28**	**9,220.34**
الهيدروفلوروكربون-fa245 المتضمن في البوليولات سابقة الخلط *	1,030	21.42	23.78	31.86	27.37	29.00
الهيدروفلوروكربون-mfc365 المتضمن في البوليولات سابقة الخلط *	794	0.00	0.00	0.00	0.00	21.00
أطنان مكافئ ثاني أكسيد الكربون						
الهيدروفلوروكربون-134أ	1,430	4,447,229	4,056,238	4,000,162	5,253,638	6,515,716
الهيدروفلوروكربون-152أ	124	34,156	56,378	53,308	28,148	34,871
الهيدروفلوروكربون-ea227	3,220	1,737,351	1,384,407	1,481,844	1,617,773	1,611,610
الهيدروفلوروكربون-fa245	1,030	23,204	69,653	119,075	65,920	119,995
الهيدروفلوروكربون-mfc365	794	24,177	26,250	27,631	0	26,202
R-404A	3,922	2,825,905	2,439,086	2,381,262	2,625,377	2,658,374
R-410A	2,088	3,135,216	4,414,019	5,937,217	5,041,627	5,913,136
المواد الهيدروفلوروكربونية الأخرى**	غير منطبق	271,598	394,098	317,447	258,398	353,623
المجموع (أطنان مكافئ ثاني أكسيد الكربون)		**12,498,835**	**12,840,128**	**14,317,946**	**14,890,881**	**17,233,528**
الهيدروفلوروكربون-fa245 المتضمن في البوليولات سابقة الخلط *	1,030	22,062	24,493	32,816	28,191	29,870
الهيدروفلوروكربون-mfc365 المتضمن في البوليولات سابقة الخلط *	794	0	0	0	0	16,674
حساب خط الأساس المواد الهيدروفلوروكربونية (أطنان مكافئ ثاني أكسيد الكربون)						
متوسط استهلاك المواد الهيدروفلوروكربونية في الفترة 2020-2022						13,218,970
خط الأساس للمواد الهيدروكلوروفلوروكربونية (65%)						6,071,380
خط الأساس للمواد الهيدروكلوروفلوروكربونية						**19,290,350**

* بيانات البرنامج القطري

** يشمل الهيدروفلوروكربون-32، والهيدروفلوروكربون-125، والهيدروفلوروكربون-143أ، والهيدروفلوروكربون-fa236، والهيدروفلوروكربون-23، وR-406A، وR-407C، وR-407F، وR-408A، وR-417A، وR-507A وR-508B.

تقرير تنفيذ البرنامج القطري

46. تتوافق البيانات القطاعية لاستهلاك الهيدروفلوروكربون التي قدمتها حكومة مصر في تقريرها الخاص بتنفيذ برنامجها القطري لعام 2023 مع البيانات التي تم الإبلاغ عنها بموجب المادة 7 من بروتوكول مونتريال.

اتجاهات استهلاك الهيدروفلوروكربون

47. يشهد استهلاك المواد الهيدروفلوروكربونية في مصر تزايدا سنويا منذ عام 2020، وتم تسجيل زيادات كبيرة في عامي 2022 و2024. وفي عام 2022، زاد الاستهلاك بنسبة 11.5 في المائة تقريبا بأطنان مكافئ ثاني أكسيد الكربون، ويعزى ذلك في المقام الأول إلى زيادة استخدام غاز R-410A في أجهزة تكييف الهواء. وفي عام 2023، زاد الاستهلاك بشكل طفيف نظرا لزيادة استهلاك ثلاثة من أكثر المواد الهيدروفلوروكربونية/المخاليط شيوعا (الهيدروفلوروكربون-143أ، والهيدروفلوروكربون-ea227، وR-404A)، وانخفاض استهلاك بعض المواد الهيدروفلوروكربونية. وفي عام 2024، زاد الاستهلاك بنسبة 16 في المائة بأطنان مكافئ ثاني أكسيد الكربون، ويعزى

ذلك جزئيا إلى التعافي من انخفاض قيمة العملة في عام 2023. وفي حين شكّلت الزيادات في استهلاك الهيدروفلوروكربون-143أ وR-410A نسبة كبيرة من الزيادة في عام 2024، إلا أنه كانت هناك أيضا زيادات في استخدام المواد الهيدروفلوروكربونية السبعة الأخرى الأكثر شيوعا التي يتم استيرادها في البلاد،[10] وزيادة كبيرة في استهلاك الهيدروفلوروكربون-32 بالتزامن مع تحول خمس مؤسسات لتصنيع أجهزة تكييف الهواء السكنية إلى تلك التكنولوجيا بموجب خطة إدارة إزالة المواد الهيدروكلوروفلوروكربونية. ويُظهر متوسط استهلاك كل غاز تبريد في السنوات الثلاث لخط الأساس أن الهيدروفلوروكربون-143أ وغاز R-410A يشكلان 73 في المائة بالأطنان المترية و66 في المائة بأطنان مكافئ ثاني أكسيد الكربون من استهلاك المواد الهيدروفلوروكربونية في مصر. وقبل عام 2024، كان المستوردون يُبلغون وحدة الأوزون الوطنية مسبقا بالواردات المتعلقة بجميع المواد، بما في ذلك المواد الهيدروفلوروكربونية، تحسبا للإجراء الجديد، الأمر الذي مكّن وحدة الأوزون الوطنية من حساب استهلاك المواد الهيدروفلوروكربونية لسنوات الإبلاغ.

استهلاك الهيدروفلوروكربون بحسب القطاع

48. تُستهلك المواد الهيدروفلوروكربونية في قطاع الخدمات (59 في المائة من الاستهلاك بأطنان مكافئ ثاني أكسيد الكربون)، وفي عدة قطاعات فرعية للتصنيع (29 في المائة)، وفي مكافحة الحرائق (12 في المائة). وفي قطاع التصنيع، تستخدم صناعة أجهزة التكييف السكنية والتجارية النسبة الأكبر من المواد الهيدروفلوروكربونية، حيث بلغت 20 في المائة من إجمالي الاستهلاك في سنوات خط الأساس بأطنان مكافئ ثاني أكسيد الكربون،[11] تليها صناعة معدات التبريد السكنية (4 في المائة)، وصناعة أجهزة الاستنشاق بالجرعات المقننة (1.3 في المائة)، وصناعة التبريد التجاري وتبريد وسائل النقل (1 في المائة لكل منهما)، ورغاوى البوليوريثان (1 في المائة تقريبا)، وصناعة تكييف الهواء المتنقل ورغاوى البوليسترين المسحوبة بالضغط (أقل من 1 في المائة لكل منهما).

49. ويتم استهلاك المواد الهيدروفلوروكربونية المستخدمة في خدمة قطاع التبريد بشكل رئيسي (37 في المائة بالأطنان المترية و39 في المائة بأطنان مكافئ ثاني أكسيد الكربون من إجمالي استهلاك المواد الهيدروفلوروكربونية في سنوات خط الأساس)،[12] يليه قطاع تكييف الهواء (14 في المائة بالأطنان المترية و15 في المائة بأطنان مكافئ ثاني أكسيد الكربون)،[13] وقطاع تكييف الهواء المتنقل (7 في المائة بالأطنان المترية و5 في المائة بأطنان مكافئ ثاني أكسيد الكربون)، كما هو موضح في الجدولين 4 و5.

[10] الهيدروفلوروكربون-143أ (24 في المائة)، والهيدروفلوروكربون-152أ (24 في المائة)، والهيدروفلوروكربون-fa245 (82 في المائة)، والهيدروفلوروكربون-23 (5 في المائة)، وR-404A (1 في المائة)، وR-407C (32 في المائة)، وR-410A (17 في المائة)، وR-417A (6 في المائة)، وR-507A (3 في المائة).

[11] تم دمج هذين القطاعين في بيانات البرنامج القطري، ولم تتمكن الدراسة الاستقصائية للاستهلاك التي أُجريت أثناء إعداد خطة تنفيذ كيغالي للمواد الهيدروفلوروكربونية من تحديد جميع المؤسسات التي تستخدم المواد الهيدروفلوروكربونية في تصنيع أجهزة تكييف الهواء التجارية، غير أنها أشارت إلى أن كل كميات غاز R-410A المبلغ عنها موجودة في قطاع تكييف الهواء السكني.

[12] نظرا لمفارقات في البيانات، لم يتم عرض تفاصيل إضافية، غير أن القطاع الفرعي لصيانة التبريد يتكون من النسب المئوية التقريبية التالية من إجمالي استهلاك المواد الهيدروفلوروكربونية: التجاري (34 في المائة بأطنان مكافئ ثاني أكسيد الكربون)، والصناعي (15 في المائة)، والمنزلي (11 في المائة)، ووسائل النقل (7 في المائة).

[13] يتكون قطاع خدمة تكييف الهواء من النسب المئوية التقريبية التالية من إجمالي استهلاك المواد الهيدروفلوروكربونية: السكني (25 في المائة) والتجاري (أقل من 1 في المائة).

الجدول 4. استهلاك المواد الهيدروفلوروكربونية في مصر بحسب القطاع بالطن المتري (2020-2022)[14]

القطاع	الهيدروفلوروكربون-32	الهيدروفلوروكربون-143أ	الهيدروفلوروكربون-152أ	الهيدروفلوروكربون-ea227	الهيدروفلوروكربون-fa245	الهيدروفلوروكربون-mfc365	R-404A	R-407C	R-410A	المواد الأخرى	المجموع	حصة من إجمالي (%)
قطاعات التصنيع												
التبريد المنزلي	0.00	409.44	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	409.44	6
التبريد التجاري	0.00	31.79	0.00	0.00	0.00	0.00	5.24	0.45	0.00	0.00	37.48	1
تبريد النقل	0.00	37.51	0.00	0.00	0.00	0.00	8.51	45.55	0.00	0.00	91.58	1
تكييف الهواء السكني والتجاري	3.35	41.71	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.18	1250.67	0.00	1,255.19	18
تكييف الهواء المتنقل	0.00	41.71	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	41.71	1
رغاوى البوليوريثان	0.00	0.00	0.00	4.90	68.59	32.77	0.00	0.00	0.00	0.00	106.25	2
رغاوى البوليسترين المسحوبة بالضغط	0.00	0.00	386.67	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	386.67	6
الأيروسول	0.00	118.98	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	118.98	2
المجموع الفرعي للتصنيع	***3.35***	***639.43***	***386.67***	***4.90***	***68.59***	***32.77***	***13.75***	***47.18***	***1250.67***	***0.00***	***2,447.29***	***36***
خدمة التبريد وتكييف الهواء												
القطاعات الفرعية للتبريد	0.00	1816.11	0.00	0.00	0.00	0.00	636.18	39.33	0.00	11.81	2,503.43	37
القطاعات الفرعية لتكييف الهواء	12.92	18.63	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	38.00	897.39	2.69	969.64	14
تكييف الهواء المتنقل	0.00	440.39	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5.47	0.00	445.86	7
المجموع الفرعي للخدمة	***12.92***	***2275.14***	***0.00***	***0.00***	***0.00***	***0.00***	***636.18***	***77.33***	***902.86***	***14.50***	***3,918.93***	***57***
القطاعات الأخرى												
مكافحة الحرائق	0.00	0.00	0.00	471.67	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.32	471.98	7
قطاعات أخرى	5.41	0.37	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	10.12	15.90	0
المجموع الفرعي للقطاعات الأخرى	***5.41***	***0.37***	***0.00***	***471.67***	***0.00***	***0.00***	***0.00***	***0.00***	***0.00***	***10.44***	***487.88***	***7***
المجموع	**21.67**	**2,914.94**	**386.67**	**476.56**	**68.59**	**32.77**	**649.93**	**124.51**	**2,153.53**	**24.94**	**6,854.10**	**100**

* أفادت بيانات البرنامج القطري أيضا أن متوسط الاستهلاك في قطاع الرغاوى بلغ 25.69 طن متري من الهيدروفلوروكربون- 245أ في البوليولات مسبقة الخلط المستوردة.

[14] لبيانات الواردة في هذا الجدول لقطاعات تكييف الهواء التجارية والسكنية، ومكافحة الحرائق، والقطاعات الأخرى مستمدة من تقرير البرنامج القطري، في حين استُخلصت بيانات القطاعات الأخرى من الدراسة الاستقصائية. وتتوافق البيانات مع البرنامج القطري في معظم القطاعات، باستثناء قطاع الخدمات، حيث يوجد فرق قدره 0.62 طن متري عن تقرير البرنامج القطري.

الجدول 5. استهلاك المواد الهيدروفلوروكربونية في مصر بحسب القطاع بأطنان مكافئ ثاني أكسيد الكربون (2020-2022)[15]

القطاع	الهيدروفلوروكربون 32-	الهيدروفلوروكربون 143أ-	الهيدروفلوروكربون 152أ-	الهيدروفلوروكربون ea227-	الهيدروفلوروكربون fa245-	الهيدروفلوروك ربون- mfc365	R-404A	R-407C	R-410A	المواد الأخرى*	المجموع	حصة من إجمالي (%)
قطاعات التصنيع												
التبريد المنزلي	0	585,499	0	0	0	0	0	0	0	0	585,499	4
التبريد التجاري	0	45,465	0	0	0	0	20,542	793	0	0	66,800	1
تبريد النقل	0	53,643	0	0	0	0	33,382	80,807	0	0	167,832	1
تكييف الهواء السكني والتجاري	2,258	0	0	0	0	0	0	2,084	2,610,767	0	2,615,109	20
تكييف الهواء المتنقل	0	59,641	0	0	0	0	0	0	0	0	59,641	0
رغاوى البوليوريثان*	0	0	0	15,767	70,644	26,019	0	0	0	0	112,431	1
رغاوى البوليسترين المسحوبة بالضغط	0	0	47,947	0	0	0	0	0	0	0	47,947	0
الأيروسول	0	170,137	0	0	0	0	0	0	0	0	170,137	1
المجموع الفرعي للتصنيع	***2,258***	***914,385***	***47,947***	***15,767***	***70,644***	***26,019***	***53,922***	***83,684***	***2,610,767***	**0**	***3,825,393***	***29***
خدمة التبريد وتكييف الهواء												
القطاعات الفرعية للتبريد	0	2,597,040	0	0	0	0	2,494,840	69,767	0	8,184	5,202,265	39
القطاعات الفرعية لتكييف الهواء	8,721	26,645	0	0	0	0	0	67,406	1,873,306	6,320	1,982,398	15
تكييف الهواء المتنقل	0	629,761	0	0	0	0	0	0	11,412	0	641,173	5
المجموع الفرعي للخدمة	***8,721***	***3,253,446***	***0***	***0***	***0***	***0***	***2,494,840***	***137,174***	***1,884,718***	***14,504***	***7,825,836***	***59***
القطاعات الأخرى												
مكافحة الحرائق	0	0	0	1,518,767	0	0	0	0	0	3,113	1,521,880	12
قطاعات أخرى	3,650	529	0	0	0	0	0	0	0	41,921	46,099	0
المجموع الفرعي للقطاعات الأخرى	***3,650***	***529***	***0***	***1,518,767***	***0***	***0***	***0***	***0***	***0***	***45,034***	***1,567,979***	***12***
المجموع	**14,628**	**4,168,360**	**47,947**	**1,534,534**	**70,644**	**26,019**	**2,548,762**	**220,858**	**4,495,485**	**59,537**	**13,219,208**	**100**

* أفادت بيانات البرنامج القطري أيضا أن متوسط الاستهلاك في قطاع الرغاوى بلغ 26457 طنا من مكافئ ثاني أكسيد الكربون من الهيدروفلوروكربون- 245أ في البوليولات مسبقة الخلط المستوردة.

[15] لبيانات الواردة في هذا الجدول لقطاعات تكييف الهواء التجارية والسكنية، ومكافحة الحرائق، والقطاعات الأخرى مستمدة من تقرير البرنامج القطري، في حين استُخلصت بيانات القطاعات الأخرى من الدراسة الاستقصائية. وتتوافق البيانات مع البرنامج القطري في معظم القطاعات، باستثناء قطاع الخدمات، حيث يوجد فرق قدره 2,343 طنا من مكافي ثاني أكسيد الكربون عن تقرير البرنامج القطري.

قطاعات التصنيع

50. تشمل قطاعات التصنيع التي تستخدم المواد الهيدروفلوروكربونية في مصر المؤسسات التي تُصنّع معدات التبريد المنزلية والتجارية، ومعدات تكييف الهواء السكنية والتجارية، رغاوى البوليوريثان، ورغاوى البوليسترين المسحوبة بالضغط، والأيروسول المستخدم في إنتاج أجهزة الاستنشاق بالجرعات المقننة.

قطاع تصنيع رغاوى البوليوريثان

51. في إطار خطة إدارة إزالة المواد الهيدروكلوروفلوروكربونية، قُدّمت المساعدة لثماني مؤسسات تُصنّع رغاوى البوليوريثان في قطاع التبريد المنزلي للتحول من الهيدروكلوروفلوروكربون-141ب إلى السيكلوبنتان. غير أن العديد من المؤسسات الصغيرة والمتوسطة في هذا القطاع كانت تستخدم بالفعل الهيدروفلوروكربون-fa245 النقي وعلى شكل بوليولات سابقة الخلط مستوردة كعامل نفخ قبل تنفيذ مشروع التحويل، وكانت إحدى المؤسسات التي تُصنّع سخانات المياه تستخدم الهيدروفلوروكربون-mfc365 المخلوط مع الهيدروفلوروكربون-ea227 كعامل نفخ. وسيتم التطرق إلى استهلاك المواد الهيدروفلوروكربونية في هذا القطاع في المرحلة الأولى من خطة تنفيذ كيغالي للمواد الهيدروفلوروكربونية.

قطاع تصنيع رغاوى البوليسترين المسحوبة بالضغط

52. توجد مؤسستان في مصر تستخدمان الهيدروفلوروكربون-152أ لتصنيع الألواح المتقطعة للبناء. ويمثّل هذا القطاع 6 في المائة من إجمالي استهلاك الهيدروفلوروكربون في البلاد بالأطنان المترية، ولكنه لا يمثل سوى 0.4 في المائة بأطنان مكافئ ثاني أكسيد الكربون. ويُستخدم الهيدروفلوروكربون-152أ بصورة حصرية في قطاع رغاوى البوليسترين المسحوبة بالضغط، ومن المقترح التطرق إليه خلال المرحلة الأولى التي سيتم بعدها تطبيق حظر بحلول عام 2028.

قطاع تصنيع أجهزة التبريد المنزلية

53. هناك ست مؤسسات تقوم بتصنيع ثلاجات منزلية ويزيد استهلاكها من الهيدروفلوروكربون-134أ عن 15 طنا متريا، وخمس مؤسسات يتراوح استهلاكها بين 15 و1.5 طن متري، وأربع مؤسسات يقل استهلاكها عن 1.5 طن متري. وتقوم المؤسسات التي يقل استهلاكها عن 1.5 طن متري بشحن المعدات في الموقع، ويُشار إليها بالمؤسسات الصغيرة جدا، على الرغم من أن بعضها يصنّع أيضا منتجات أخرى للتبريد وتكييف الهواء.[16] وتم استهداف الاستهلاك في هذا القطاع لأغراض الإزالة خلال المرحلة الأولى من خطة تنفيذ كيغالي للمواد الهيدروفلوروكربونية. ويُعدّ الهيدروفلوروكربون-134أ غاز التبريد السائد في هذا القطاع؛ غير أنه يتم تصنيع بعض معدات التبريد المنزلية باستخدام غاز R-600a؛ كما تُستورد إلى البلاد ثلاجات منزلية تعمل بغاز R-600a.

قطاع تصنيع التبريد التجاري

54. في قطاع تصنيع التبريد التجاري، تقوم مؤسسة تصنيع واحدة وست مؤسسات صغيرة ومتوسطة وأربع مؤسسات صغيرة جدا بتصنيع معدات تبريد تجارية مستقلة. ويُعدّ الهيدروفلوروكربون-134أ المادة

[16] في هذه الوثيقة، ستتم الإشارة إلى مؤسسات التصنيع التي يزيد استهلاكها عن 15 طنا متريا باسم "مؤسسات مصنعة"، والمؤسسات ذات الاستهلاك الذي يتراوح بين 1.5 و15 طن متري كمؤسسات صغيرة ومتوسطة، والمؤسسات ذات الاستهلاك الذي يقل عن 1.5 طن متري كمؤسسات صغيرة جدا.

الهيدروفلوروكربونية الأساسية المستخدمة في القطاع (حوالي 85 في المائة)؛ وتشمل المواد الهيدروفلوروكربونية الأخرى التي تستخدمها هذه المؤسسات غازي R-404A وR-407C. وسيتم استهداف الاستهلاك في هذا القطاع في المرحلة الأولى من خطة تنفيذ كيغالي للمواد الهيدروفلوروكربونية.

قطاع تصنيع تبريد وسائل النقل

55. تم تحديد ثلاث مؤسسات تعمل في تصنيع وتركيب تبريد وسائل النقل (مؤسستان من المؤسسات الصغيرة والمتوسطة ومؤسسة صغيرة جدا واحدة). وتستخدم هذه المؤسسات في المقام الأول غازي R-404A وR-407C، بالإضافة إلى بعض الهيدروفلوروكربون-134أ. وسيتم التطرق إلى قطاع التصنيع هذا مستقبلا.

قطاع تصنيع مكيفات الهواء السكنية

56. في إطار المرحلة الثانية من خطة إدارة إزالة المواد الهيدروكلوروفلوروكربونية، قُدِّم الدعم لخمس مؤسسات[17] للتحول من استخدام الهيدروكلوروفلوروكربون-22 إلى الهيدروفلوروكربون-32 أو غاز R-454B.[18] وفي الاجتماع الرابع والثمانين، أُشير إلى أن جميع المؤسسات، باستثناء مؤسسة واحدة، تُصنِّع وحدات قائمة على كل من الهيدروكلوروفلوروكربون-22 وR-410A في خطوط إنتاجها. وفي الاجتماع الثامن والثمانين، اتُّفق على أن المؤسسات ستُنفِّذ عملية إزالة للوحدات المعتمدة على غاز R-410A المُصنَّعة للسوق المحلية بحلول عام 2028[19] لضمان نجاح طرح الهيدروفلوروكربون-32. وبحلول عام 2024، شكّل تصنيع الوحدات المعتمدة على الهيدروفلوروكربون-32 في هذه المؤسسات 0.04 في المائة من الوحدات المنتجة في الفترة بين 1 يناير/كانون الأول 2023 و13 مارس/آذار 2024. وأشارت اليونيدو إلى أن المؤسسات الثلاث وقعت عقودا لتلبية الجدول الزمني للإزالة الكاملة للوحدات المعتمدة على غاز R-410A للسوق المحلية، والتي سيتم استبدالها بتكنولوجيا الهيدروفلوروكربون-32 بحلول 1 يناير/كانون الثاني 2025 أو 31 ديسمبر/كانون الأول 2026. وفي الاجتماع الرابع والتسعين الذي انعقد في عام 2024، تم توضيح أن المؤسسات الخمس التي يجري تحويلها لا تشمل قطاع تصنيع أجهزة تكييف الهواء السكنية بالكامل وأن العديد من المؤسسات الأخرى في هذا القطاع تقوم بتصنيع منتجات قائمة على غاز R-410A. وفي أعقاب ذلك، قررت اللجنة التنفيذية أنه يمكن تقديم الشريحة الرابعة، التي ستشمل تمويل مؤسستي تصنيع أجهزة تكييف الهواء السكنية اللتين لم توقعا بعد عقودا لتكاليف التشغيل الإضافية لخطة إدارة إزالة المواد الهيدروكلوروفلوروكربونية في نفس اجتماع تقديم خطة تنفيذ كيغالي للمواد الهيدروفلوروكربونية.[20] وفي عام 2024، يمكن أن تُعزى الزيادة الكبيرة التي شهدها استهلاك الهيدروفلوروكربون-32 إلى التصنيع باستخدام هذه المادة في هذه المؤسسات.

57. وخلال إعداد خطة تنفيذ كيغالي للمواد الهيدروفلوروكربونية، تم تحديد أربع مؤسسات مصنعة، وإحدى المؤسسات الصغيرة والمتوسطة، ومؤسسة صغيرة جدا في قطاع تصنيع أجهزة تكييف الهواء السكنية لم تكن جزءا من مشاريع التحويل بموجب خطة إدارة إزالة المواد الهيدروكلوروفلوروكربونية وتقوم بتصنيع وحدات قائمة على غاز R-410A، وهي مؤهلة بموجب خطة إدارة إزالة المواد الهيدروكلوروفلوروكربونية. وعلى الرغم من عدم تسجيل زيادة في استهلاك الهيدروفلوروكربون في هذه المؤسسات في عام 2020، إلا أن الاستهلاك شهد زيادة مطردة منذ

[17] مؤسسات العربي، وفريش، وميراكو، وباور ويونيون إير.

[18] في حال قررت المؤسسات ذلك عند توفر التكنولوجيا (المقرر 72/84(ب))

[19] بثلاث أهداف وسيطة: 25 في المائة من المنتجات المعروضة في الأسواق المحلية بحلول عام 2025، و50 في المائة من المنتجات المعروضة في الأسواق المحلية بحلول عام 2026، و75 في المائة من المنتجات المعروضة في الأسواق المحلية بحلول عام 2027 (المقرر 70/88(أ)(2)(أ)).

[20] المقرر 35/94(ج)(1)

عام 2021، ولا سيما في عامي 2021 و2024، وذلك بنسبة نمو بلغت 21 في المائة و57 في المائة على التوالي. وفي حين أن اثنتين من المؤسسات استهلكتا أقل من 15 طنا متريا من المواد الهيدروفلوروكربونية من عام 2019 إلى عام 2021، وبالتالي فإنها كانت ستُعتبر من المؤسسات الصغيرة والمتوسطة، إلا أنه بحلول عام 2023، كانت أربع مؤسسات، وبحلول عام 2024، كانت جميع المؤسسات الخمس تستهلك أكثر من 15 طنا متريا من غاز R-410A. ونُسب استهلاك غاز R-410A بأكمله في البلاد إلى هذه المؤسسات الإحدى عشرة العاملة في مجال تكييف الهواء السكني (المؤسسات التي تلقت الدعم بموجب خطة إدارة إزالة المواد الهيدروكلوروفلوروكربونية وتلك التي تم تحديدها بموجب خطة تنفيذ كيغالي للمواد الهيدروفلوروكربونية). وسيتم التطرق إلى هذا القطاع خلال المرحلة الأولى من خطة تنفيذ كيغالي للمواد الهيدروفلوروكربونية لضمان استدامة عمليات التحويل بموجب خطة إدارة إزالة المواد الهيدروكلوروفلوروكربونية.

قطاع تصنيع أجهزة تكييف الهواء التجارية

58. تلقت ست مؤسسات في قطاع تصنيع أجهزة تكييف الهواء التجارية مساعدة فنية بموجب خطة إدارة إزالة المواد الهيدروكلوروفلوروكربونية للتحول إلى المواد الهيدروفلوروكربونية ذات القدرة المنخفضة على إحداث الاحترار العالمي، وأفادت التقارير أن أربعا منها، بالإضافة إلى مؤسسة سابعة لم تكن مشمولة في المشروع، بدأت في تصنيع وحدات تبريد تبخري غير مباشر. وفي حين أن الدراسة الاستقصائية لم تحدد عدد المؤسسات التي تستخدم المواد الهيدروفلوروكربونية في هذا القطاع، إلا أنه يمكن أن يُعزى بعض استهلاك غاز R-407C إلى هذا القطاع. وتم اقتراح مشروع تجريبي في قطاع تكييف الهواء التجاري خلال المرحلة الأولى من خطة تنفيذ كيغالي للمواد الهيدروفلوروكربونية.

قطاع تصنيع أجهزة تكييف الهواء المتنقل

59. أثناء إعداد المشروع، تم تحديد 12 مؤسسة في قطاع تصنيع أجهزة تكييف الهواء المتنقل، تعود الملكية المشتركة لبعضها إلى جهات أجنبية. ويعتمد قطاع التصنيع هذا على الهيدروفلوروكربون-134أ، ويستهلك أقل من 1 في المائة من إجمالي استهلاك المواد الهيدروفلوروكربونية في البلاد بأطنان مكافئ ثاني أكسيد الكربون. وسيتم استهداف هذا الاستهلاك مستقبلا.

الأيروسول والمذيبات

60. تُستخدم المواد الهيدروفلوروكربونية كمادة دافعة في أجهزة الاستنشاق بالجرعات المقننة في مصر، ويشهد هذا الاستهلاك زيادة سنوية.[21] وبخلاف ذلك، لا يوجد استهلاك للمواد الهيدروفلوروكربونية في المذيبات الصناعية في البلاد. ويستخدم قطاع تصنيع أجهزة الاستنشاق بالجرعات المقننة في مصر الهيدروفلوروكربون-134أ فقط، في حين يُستخدم الهيدروفلوروكربون-ea227 بصورة حصرية في أجهزة الاستنشاق بالجرعات المقننة المستوردة مسبقة الشحن. ولا تُستخدم حاليا في مصر بدائل ذات قدرة منخفضة على إحداث الاحترار العالمي، مثل الهيدروفلوروكربون-152أ وغاز HFO-1234ze. وسيتم التطرق إلى هذا القطاع في مرحلة لاحقة.

[21] قامت البلاد بالإبلاغ عن هذا الاستهلاك في تصنيع أجهزة الاستنشاق بالجرعات المحددة ضمن فئة المذيبات، بدلا من فئة الأيروسول، في تقرير البرنامج القطري. وبناء على ذلك، ستُقدم البلاد بيانات برنامج قطري منقحة.

قطاع خدمة التبريد وتكييف الهواء

61. يوجد في مصر حوالي 100,000 فني (تمثل النساء حوالي 5 في المائة منهم) و24,000 ورشة عمل تستهلك المواد الهيدروفلوروكربونية. ومن ضمن هؤلاء، يتخصص 75,000 فني (بما في ذلك 3,000 امرأة) في تكييف الهواء، في حين يتخصص 25,000 فني (بما في ذلك 2,000 امرأة) في التبريد. وتعمل نسبة 35 في المائة تقريبا من القوة العاملة في ورش عمل رسمية تلتزم بمعايير الصناعة واللوائح، بينما تعمل النسبة المتبقية البالغة 65 في المائة في ورشات عمل غير رسمية خاضعة لإشراف تنظيمي محدود. ويقدّر عدد الفنيين العاملين في قطاع التبريد وتكييف الهواء بحوالي 20,000 (يُقدّر أن نسبة الفنيات أقل من 5 في المائة).

62. ويتوزع التعليم الفني والتدريب المهني في مجال التبريد وتكييف الهواء في مصر بين ثلاث جهات رئيسية، وهي: وزارة التربية والتعليم والتعليم الفني، التي تشرف على 285 مدرسة فنية تضم أقساما للتبريد وتكييف الهواء يعمل فيها 2,965 مدرسا متخصصا في التعليم في مجال التبريد وتكييف الهواء؛ ووزارة العمل، التي تدير 27 مركزا للتدريب المهني يركّز بشكل خاص على التبريد وتكييف الهواء؛ ومصلحة الكفاية الإنتاجية والتدريب المهني التابعة لوزارة الصناعة، والتي تشرف على العديد من مراكز التدريب في مجال التبريد وتكييف الهواء. وفي إطار خطة إدارة إزالة المواد الهيدروكلوروفلوروكربونية، تم رفع مستوى 21 مركزا تدريبيا وإنشاء ثلاثة مراكز تدريب رئيسية ومركز تميز واحد، وجرى تدريب المدربين وتحديث منهج التدريب وتقديمه. كما تم إنشاء مركز استصلاح، ويجري حاليا التخطيط لإنشاء مركز آخر.

63. وفي عام 2024، أصدرت الهيئة المصرية العامة للمواصفات والجودة دليلا إرشاديا وطنيا لاعتماد الفنيين يحمل رقم المواصفة القياسية المصرية 2024/8938. ويستند الدليل إلى الممارسات الجيدة لمعدات التبريد وتكييف الهواء المعتمدة على غازات التبريد ذات القدرة المنخفضة على إحداث الاحترار العالمي، ويشمل ذلك المناولة الآمنة لغازات التبريد القابلة للاشتعال في قطاعي التركيب والخدمة. وبدأ بذل جهود لتحديث الاعتماد الوطني لفنيي التبريد وتكييف الهواء لتتماشى مع هذه المواصفة، ويشمل ذلك التعاون بين وحدة الأوزون الوطنية، وإدارات التدريب المهني في وزارة العمل ووزارة الصناعة، والهيئة المصرية العامة للمواصفات والجودة.

خدمة أجهزة التبريد المنزلية والتجارية والصناعية وتبريد وسائل النقل

64. تشمل القطاعات الفرعية لخدمة أجهزة التبريد التي تستخدم المواد الهيدروفلوروكربونية في مصر ما يلي: التبريد المنزلي والتجاري والصناعي وتبريد وسائل النقل. وبلغ الاستهلاك المنسوب إلى خدمة القطاعات الفرعية للتبريد خلال سنوات خط الأساس والمستخلص من الدراسة الاستقصائية حوالي 37 في المائة بالأطنان المترية و39 في المائة بأطنان مكافئ ثاني أكسيد الكربون، مما يجعل هذا القطاع الأكثر استهلاكا للمواد الهيدروفلوروكربونية. ويُعدّ الهيدروفلوروكربون-134أ المادة الهيدروفلوروكربونية الأساسية المستخدمة في خدمة أجهزة التبريد، يليه غازا R-404A وR-407C، كما يُسجل استخدام محدود لغازات R-407F، وR-507A، وR-508A.

خدمة أجهزة تكييف الهواء السكنية والتجارية

65. تشمل القطاعات الفرعية لخدمة أجهزة تكييف الهواء التي تستخدم المواد الهيدروفلوروكربونية في مصر تكييف الهواء السكني والتجاري. وبلغ الاستهلاك المنسوب إلى خدمة القطاعات الفرعية لتكييف الهواء خلال سنوات خط الأساس المستمد من الدراسة الاستقصائية حوالي 13.75 في المائة بالأطنان المترية و14.6 في المائة بأطنان

مكافئ ثاني أكسيد الكربون. ويُعد غاز R-410A المادة الهيدروفلوروكربونية الرئيسية المستخدمة في تكييف الهواء السكني، يليه الهيدروفلوروكربون-32. وتشمل المواد الهيدروفلوروكربونية الأخرى المنسوبة إلى قطاع تكييف الهواء بعض الهيدروفلوروكربون-134أ (يُنسب حوالي 1 في المائة لاستخدام هذه المادة) وغاز R-417A.

خدمة أجهزة تكييف الهواء المتنقلة

66. يعتمد قطاع خدمة أجهزة تكييف الهواء المتنقلة على الهيدروفلوروكربون-134أ، ويمثل 5 في المائة من إجمالي استهلاك الهيدروفلوروكربون في البلاد بأطنان مكافئ ثاني أكسيد الكربون. ولم يتم التطرق إلى هذا القطاع سابقا في خطة إدارة إزالة المواد الهيدروكلوروفلوروكربونية، وستستهدفه بعض أنشطة قطاع الخدمة في المرحلة الأولى من خطة تنفيذ كيغالي للمواد الهيدروفلوروكربونية.

مكافحة الحرائق

67. يتم استيراد كافة أنظمة مكافحة الحرائق في مصر، ولكن تتم تعبأتها وخدمتها في البلاد؛ ولا يوجد تصنيع في هذا القطاع. وخلال الدراسة الاستقصائية التحضيرية، تم تحديد 14 موردا متخصصا لأنظمة مكافحة الحرائق و16 مقدما للخدمة. وتُشكّل المواد الهيدروفلوروكربونية 75 في المائة من سوق أنظمة مكافحة الحرائق، وتشمل بعض البدائل المستخدمة في هذا القطاع النيتروجين، وثاني أكسيد الكربون، والمركبات الكيميائية الجافة، والماء، ورذاذ الماء، ومركَّبات الهيدروفلوروإيثر على الرغم من أن هذه الأخيرة قيد التقييم بسبب أثرها البيئي. ويُعدّ الهيدروفلوروكربون-ea227 المادة الهيدروفلوروكربونية الرئيسية المستخدمة في خدمة أنظمة مكافحة الحرائق، وهناك استخدام محدود للهيدروفلوروكربون-fa236. ويُشكّل استهلاك المواد الهيدروفلوروكربونية في مكافحة الحرائق 12 في المائة من إجمالي استهلاك المواد الهيدروفلوروكربونية في البلاد بأطنان مكافئ ثاني أكسيد الكربون.

القطاع الفرعي للتركيب والتجميع المحليين

68. أشار المقترح، بصيغته المقدمة، إلى المؤسسات في العديد من قطاعات التصنيع التي يقل استهلاكها عن 1.5 طن متري باسم "شركات تركيب". ومع ذلك، تقوم هذه المؤسسات بتعبئة المعدات في الموقع، وبالتالي فإنها لا تندرج ضمن فئة شركات التركيب على النحو المحدد في الوثيقتين UNEP/OzL.Pro/ExCom/92/49 وCorr.1. وفي الدراسة الاستقصائية لقطاع الخدمة، قُدِّر وجود 62.15 طن متري (243,727 طنا من أطنان مكافئ ثاني أكسيد الكربون) في هذا القطاع خلال سنوات خط الأساس؛ غير أنه لم يتوفر تحليل أكثر تفصيلا لهذا القطاع.

تصنيع المخاليط

69. في عام 2021، تم تصنيع ما مجموعه 39.89 طنا متريا من مخاليط المواد الهيدروفلوروكربونية في البلاد (7.44 طن متري من غاز R-404A و32.45 طن متري من غاز R-410A). ولم يتم الإبلاغ عن مثل هذا المزج في أي من السنوات الأخرى خلال الفترة من عام 2020 إلى عام 2024.

رابعا- المرحلة الأولى من خطة تنفيذ كيغالي للمواد الهيدروفلوروكربونية كما قُدّمت

الإطار المؤسسي والسياسي والتنظيمي

70. صادقت مصر على تعديل كيغالي في 22 أغسطس/آب 2023. وحُدِّث نظام منح التراخيص والحصص في مصر ليشمل المواد الهيدروفلوروكربونية، وصدرت حصص عام 2024. ويجري تنظيم المواد الهيدروفلوروكربونية وغيرها من المواد المستنفدة للأوزون ومراقبتها من قِبَل اللجنة الوطنية للأوزون التي تُشرف على تنفيذ خطة إدارة إزالة المواد الهيدروكلوروفلوروكربونية وخطة تنفيذ كيغالي للمواد الهيدروفلوروكربونية، بالإضافة إلى إدارة إصدار الحصص؛ ومكتب الجمارك، الذي يرصد ويُراقب استيراد وتصدير المواد الخاضعة للرقابة؛ وجهاز حماية المستهلك الذي وضع آليات لرصد وردع التجارة غير المشروعة في الأسواق. وفي عام 2024، حظر قرار صادر عن اللجنة الوطنية للأوزون إصدار تراخيص صناعية لخطوط تصنيع جديدة لأجهزة تكييف الهواء السكنية المعتمدة على غاز R-410A. كما أولت مصر أولوية لخفض استهلاك الطاقة وتحسين كفاءة استخدامها في البلاد، ولهذا الغرض، صدر قرار من وزير البيئة في عام 2023 بإضافة ممثل من وزارة الكهرباء والطاقة إلى اللجنة الوطنية للأوزون.

استراتيجية التخفيض التدريجي للمرحلة الأولى من خطة تنفيذ كيغالي للمواد الهيدروفلوروكربونية

الاستراتيجية الشاملة

71. تستند الاستراتيجية الشاملة لمصر إلى تحقيق متطلبات الامتثال لعام 2029 من خلال أنشطة قطاع الخدمة، وفي الوقت ذاته استخدام مشاريع الاستثمار لزيادة خفض احتياجات البلاد المستقبلية عبر تحويل المؤسسات في القطاعات ذات الأولوية.

التخفيضات المقترحة

72. توقعت الحكومة المصرية استهلاك المواد الهيدروفلوروكربونية في سيناريو العمل المعتاد باستخدام معدل نمو سنوي قدره 4.3 في المائة. وتم حساب هذا التوقع بناء على الاستهلاك المقدر لعام 2024 وتوقعات وزارة الاقتصاد المصرية بنمو الناتج المحلي الإجمالي بنسبة 4 في المائة ونمو عدد السكان بنسبة 1.3 في المائة للسنة المالية 2024-2025. وفي سيناريو العمل المعتاد هذا، من المتوقع أن يتجاوز نمو استهلاك الهيدروفلوروكربون مستوى الرقابة بحلول عام 2028، كما هو موضح في الجدول 6.

الجدول 6. توقعات استهلاك الهيدروفلوروكربون في ظل السيناريو غير المقيد، والحدود المنصوص عليها في بروتوكول مونتريال، والتخفيضات المقترحة في الهيدروفلوروكربون في المرحلة الأولى (بأطنان مكافئ ثاني أكسيد الكربون)

	2025	2026	2027	2028	2029
توقعات نمو استهلاك الهيدروفلوروكربون بمعدل سنوي قدره 4.3 في المائة	17,093,331	17,828,344	18,594,963	19,394,546	20,228,512
حدود استهلاك الهيدروفلوروكربون وفقا لبروتوكول مونتريال	19,290,350	19,290,350	19,290,350	19,290,350	17,361,315
مستويات استهلاك الهيدروفلوروكربون المقترحة بموجب خطة تنفيذ كيغالي للمواد الهيدروفلوروكربونية	19,290,350	19,290,350	19,290,350	19,290,350	*15,161,919
التخفيضات المقترحة من خط الأساس لاستهلاك الهيدروفلوروكربون (%)	مجمد	مجمد	مجمد	مجمد	21.40

* بناء على الحساب الأصلي لخفض أطنان مكافئ ثاني أكسيد الكربون في الطلب. وتم تصحيح الخفض بأطنان مكافئ ثاني أكسيد الكربون عن المقترح الأصلي أثناء استعراض المشروع، كما هو موضح في الجدول 27.

الأنشطة المقترحة

73. تشمل المرحلة الأولى مشاريع استثمارية في قطاعي تصنيع رغاوى البوليوريثان ورغاوى البوليسترين المسحوبة بالضغط، وقطاعي تصنيع أجهزة التبريد المنزلية والتجارية، وقطاع تصنيع أجهزة تكييف الهواء السكنية، بالإضافة إلى مشاريع غير استثمارية في قطاع الخدمات، بما في ذلك المشاريع التنظيمية ومشاريع بناء القدرات، والاتصالات والتوعية، ومشاريع قطاعية في قطاعات أجهزة تكييف الهواء المنزلية والتجارية، وأجهزة الاستنشاق بالجرعات المقننة، وتكييف الهواء المتنقل، والتبريد وتكييف الهواء، ومكافحة الحرائق، كما قُدّمت أصلا.

<u>قطاعا تصنيع الرغاوى - اليوئنديبي</u>

74. اقترحت مصر تحويلات في قطاعي تصنيع رغاوى البوليوريثان ورغاوى البوليسترين المسحوبة بالضغط، وسينفذها اليوئنديبي. ويبلغ إجمالي المبلغ المطلوب للقطاعين 4,131,206 دولارات أمريكية، تتألف من 1,560,431 دولار أمريكي رغاوى البوليوريثان، و2,195,211 دولارا أمريكيا لرغاوى البوليسترين المسحوبة بالضغط، و10 في المائة من تكلفة إدارة المشروع البالغة 375,564 دولار أمريكي. وسيتم مناقشة ذلك بحسب القطاع أدناه.

أولا- قطاع تصنيع رغاوى البوليوريثان

75. يُقترح مشروع استثماري في قطاع تصنيع رغاوى البوليوريثان في مؤسسة العربي (التي تأسست عام 2008)، لإزالة 37.67 طن متري (41,797 طنا من أطنان مكافئ ثاني أكسيد الكربون)[22] من الهيدروفلوروكربون-ea227/mfc365[23] في تصنيع سخانات المياه[24] من خلال التحويل إلى السيكلوبنتان، ومشروع شامل لـ 30 مؤسسة صغيرة ومتوسطة لإزالة 68.59 طن متري من الهيدروفلوروكربون-fa245 (النقي) و25.68 طن متري من الهيدروفلوروكربون-fa245 الموجود في البوليولات سابقة الخلط المستوردة من خلال التحويل إلى السيكلوبنتان. ويوضح الجدول 7 أدناه استهلاك هذا القطاع.

الجدول 7. استهلاك الهيدروفلوروكربون-ea227/mfc365، والهيدروفلوروكربون-fa245 النقي والموجود في البوليولات سابقة الخلط لدى المؤسسات المصنعة لرغاوى البوليوريثان للفترة 2020-2024

المؤسسة	المادة	2020	2021	2022	2023	2024	متوسط الفترة 2020-2022
طن متري							
العربي	الهيدروفلوروكربون-mfc365/227e	66.11	68.81	121.83	71.76	77.50	*85.58
30 مؤسسة صغيرة ومتوسطة ومؤسسة صغيرة جدا	الهيدروفلوروكربون-fa245	22.53	67.62	115.61	64.00	116.50	68.59
30 مؤسسة صغيرة ومتوسطة ومؤسسة صغيرة جدا	الهيدروفلوروكربون-fa245 الموجود في البوليولات مسبقة الخلط	21.42	23.78	31.86	27.37	29.00	25.68

[22] كما تم تقديمه، واستند ذلك إلى متوسط الفترة 2020-2022 المُقدَّم في بيانات البرنامج القطري.

[23] 32.77 طن متري (26,019 طنا من أطنان مكافئ ثاني أكسيد الكربون) من الهيدروفلوروكربون-mfc365 و4.90 طن متري (15,778 طنا من أطنان مكافئ ثاني أكسيد الكربون) من الهيدروفلوروكربون-ea227. ويحتوي المزيج المُتاح عادة من الهيدروفلوروكربون-mfc365 والهيدروفلوروكربون-ea227 على نسبة 93 في المائة و7 في المائة على التوالي من هذه المواد الهيدروفلوروكربونية. وتحتوي التركيبة التي تستخدمها مؤسسة العربي على نسبة مئوية أعلى من الهيدروفلوروكربون-ea227 نظرا لارتفاع درجات الحرارة السائدة في مصر، ولتحسين التحكم في عملية امتصاص الرغاوى للحرارة.

[24] جرت مساعدة مؤسسة العربي في المرحلة الأولى من خطة إدارة إزالة المواد الهيدروكلوروفلوروكربونية لإزالة استخدام الهيدروفلوروكربون-141ب في تصنيع الرغاوى في التبريد المنزلي وتحويلها إلى السيكلوبنتان.

* يختلف مستوى استهلاك المؤسسة عن بيانات البرنامج القطري، وكان يعزى ذلك في البداية إلى استخدام المؤسسة للمخزونات بمستوى أعلى من الواردات والبيانات المبلغ عنها في البرنامج القطري.

76. وتم طلب تمويل لجهازي حقن رغاوى بالضغط العالي (240,000 دولار أمريكي)، والتغليف، وحوض بحماية كاثودية، والأنابيب، والتعديلات الكهربائية (47,200 دولار أمريكي)، وتدقيق السلامة، والتجارب، والتشغيل (40,000 دولار أمريكي)، والمساعدة الفنية (50,000 دولار أمريكي)، وتكاليف طارئة بنسبة 5 في المائة (18,860 دولار أمريكي)؛ ونتج عن ذلك تكلفة قدرها 396,060 دولارا أمريكيا في تكاليف رأس المال الإضافية. وحُسبت التكاليف التشغيلية الإضافية على أساس ناقص 27,687 دولارا أمريكيا؛ وطُرحت هذه الوفورات من تكاليف راس المال الإضافية، فبلغت التكلفة الإجمالية للمشروع 368,373 دولارا أمريكيا. وحُسبت تكاليف المشروع الشامل بناء على عتبة فعالية التكلفة للمواد الهيدروكلوروفلوروكربونية في قطاع الرغاوى، وهي 9.78 دولار أمريكي/كغم، لإزالة الهيدروفلوروكربون-fa245 النقي والموجود في البوليولات سابقة الخلط المستوردة، والذي يبلغ 94.28 طنا متريا (97,108 طنا من أطنان مكافئ ثاني أكسيد الكربون)، بإجمالي قدره 922,058 دولارا أمريكيا، بالإضافة إلى مبلغ 270,000 دولار أمريكي مطلوب للدعم الفني لثلاثة مراكز أنظمة تشارك في تطوير التركيبة وتوريد المؤسسات الصغيرة والمتوسطة/المؤسسات الصغيرة جدا، لأغراض إدارة المشاريع وتطوير التكنولوجيا والتجارب والاختبار والتدريب. ويوضح الجدول 8 التخفيضات، والمبالغ المطلوبة، وفعالية التكلفة من حيث الدولار الأمريكي/كغم والدولار الأمريكي/أطنان مكافئ ثاني أكسيد الكربون.

الجدول 8: التخفيضات، والتمويل المطلوب، وفعالية التكلفة لمشروع الاستثمار في رغاوى البوليوريثان في مصر

المؤسسة	المادة	الإزالة		التمويل المطلوب (دولار أمريكي)	فعالية التكلفة	
		طن متري	أطنان مكافئ ثاني أكسيد الكربون		دولار أمريكي/كغم	دولار أمريكي/طن من مكافئ ثاني أكسيد الكربون
العربي	الهيدروفلوروكربون-mfc365	32.77	26,019	368,373	9.78	8.81
	الهيدروفلوروكربون-227e	4.90	15,778			
المشروع الشامل للمؤسسات الصغيرة والمتوسطة/المؤسسات الصغيرة جدا	الهيدروفلوروكربون-fa245	68.59	70,648	670,810	9.78	9.50
	الهيدروفلوروكربون-fa245 الموجود في البوليولات سابقة الخلط المستوردة	25.69	26,461	251,248	9.78	9.50
المساعدة الفنية لمراكز الأنظمة		غير منطبق	غير منطبق	270,000	غير منطبق	غير منطبق
الإجمالي لقطاع رغاوى البوليوريثان		**131.95**	**138,905**	**1,560,431**	**11.83**	**11.23**

ثانيا- قطاع تصنيع رغاوى البوليسترين المسحوبة بالضغط

77. يُقترح مشروع استثماري في قطاع تصنيع رغاوى البوليسترين المسحوبة بالضغط في مؤسستين، هما مؤسسة مصر للرغاوى (التي تأسست عام 2019) ومؤسسة العالمية للعزل (التي بدأت التصنيع عام 2019)، لإزالة 386.67 طن متري (47,947 طنا من أطنان مكافئ من ثاني أكسيد الكربون)[25] من الهيدروفلوروكربون-152أ المستخدم في

[25] كما تم تقديمه، واستند ذلك إلى متوسط الفترة 2020-2022 المقدم في بيانات برنامج القطري.

القطاع كعامل نفخ في تصنيع رغاوى البوليسترين المسحوبة بالضغط، واستبداله بثاني أكسيد الكربون. ويوضح الجدول 9 أدناه الاستهلاك في المؤسستين والقطاع.[26]

الجدول 9. استهلاك الهيدروفلوروكربون-152أ لدى المؤسسات المصنعة لرغاوى البوليسترين المسحوبة بالضغط بالأطنان المترية وأطنان مكافئ من ثاني أكسيد الكربون (2020-2024)

المؤسسة	2020	2021	2022	2023	2024	متوسط الفترة 2020-2022
طن متري						
مؤسسة مصر للرغاوى	90	103	95	85	93	96.00
العالمية	100	114	112	115	147	108.67
المؤسسات الأخرى	85.45	237.66	222.9	27	41.22	182.00
مجموع القطاع	**275.45**	**454.66**	**429.9**	**227**	**281.22**	**386.67**
أطنان مكافئ ثاني أكسيد الكربون						
مؤسسة مصر للرغاوى	11,160	12,772	11,780	10,540	11,532	11,904
مؤسسة العالمية للعزل	12,400	14,136	13,888	14,260	18,228	13,475
المؤسسات الأخرى	10,596	29,470	27,640	3,348	5,111	22,568
مجموع القطاع	**34,156**	**56,378**	**53,308**	**28,148**	**34,871**	**47,947**

78. وتشمل تكاليف راس المال الإضافية المطلوبة التعديل التحديثي لجهاز السحب بالضغط في مؤسسة مصر للرغاوى (516,000 دولار أميركي) وجهاز السحب بالضغط في مؤسسة العالمية (633,620 دولار أميركي) لأن الأنظمة الحالية حساسة للغاية، والمساعدة الفنية لكل مؤسسة (50,000 دولار أميركي)؛ وحوض ثنائي ميثيل الإيثير، بما في ذلك التركيب والاعتماد (85,000 دولار أميركي)؛ ومضخة عامل نفخ ذات رأس واحد (60,000 دولار أميركي)؛ وتعديل تحديثي للسباكة (60,000 دولار أميركي)؛ والتعديل التحديثي للعادم/التهوية (60,000 دولار أميركي)، ونظام استشعار الغاز (30,000 دولار أميركي)، واختبارات التصنيع والتدقيق في السلامة (65,000 دولار أميركي)، و10 في المائة من الطوارئ السعرية. ونظرا لارتفاع تكلفة التكنولوجيا، طُلبت تكاليف تشغيلية إضافية قدرها 0.57 دولار أمريكي للكيلوجرام، بإجمالي 54,720 دولار أمريكي لمؤسسة مصر للرغاوى، و61,940 دولار أمريكي لمؤسسة العالمية للعزل، وذلك بناء على متوسط استهلاك كل منهما للفترة 2020-2022. ويبلغ إجمالي التكاليف المطلوبة لمؤسسة مصر للرغاوى 1,029,320 دولار أمريكي، ولمؤسسة العالمية 1,165,891 دولار أمريكي، كما هو موضح في الجدول 10.

الجدول 10. الإزالة، والتمويل المطلوب، وفعالية التكلفة لمشروع الاستثمار في رغاوى البوليسترين المسحوبة بالضغط في مصر

قطاع رغاوى البوليسترين المسحوبة بالضغط	الإزالة		التمويل المطلوب (دولار أمريكي)	فعالية التكلفة	
	طن متري	أطنان مكافئ ثنائي أكسيد الكربون		دولار أمريكي/كغم	دولار أمريكي/طن من مكافئ ثاني أكسيد الكربون
مؤسسة مصر للرغاوى	96.00	11,904	1,029,320	10.72	86.47
العالمية	108.67	13,475	1,165,891	10.73	86.52
المؤسسات الأخرى	182.00	22,568	غير منطبق	غير منطبق	غير منطبق
المجموع	**386.67**	**47,947**	**2,195,211**	**5.68**	**45.78**

[26] في حين أن استهلاك المؤسستين لا يساوي استهلاك الهيدروفلوروكربون-152أ المذكور في تقرير البرنامج القطري، إلا أن الحكومة التزمت بإزالة كامل استهلاك الهيدروفلوروكربون-152أ وفقا لتقرير البرنامج القطري الذي يُنسب جميعه إلى هذا القطاع.

قطاعات التبريد المنزلي والتجاري وتصنيع أجهزة تكييف الهواء المنزلية - اليونيدو

79. اقترحت مصر مشاريع تحويلية لمؤسسات التصنيع، والمؤسسات الصغيرة والمتوسطة، والمؤسسات الصغيرة جدا في قطاعات التبريد المنزلي والتجاري وتكييف الهواء السكني. وسيتم تنفيذ هذه المشاريع من خلال اليونيدو، وستتم مناقشتها حسب القطاع أدناه. ويبلغ إجمالي المبلغ المطلوب للقطاعات الثلاثة 15,735,232 دولارا أمريكيا، وهو يتألف من 9,215,527 دولار أمريكي للتبريد المنزلي، و1,366,823 دولار أمريكي للتبريد التجاري، و3,722,407 دولارات أمريكية لأجهزة تكييف الهواء المنزلية، بالإضافة إلى 10 في المائة من تكلفة إدارة المشروع البالغة 1,430,476 دولارا أمريكيا لإزالة 613.44 طنا متريا من المواد الهيدروفلوروكربونية[27] أو 993,926 طنا من مكافئ من ثاني أكسيد الكربون.

أولا - قطاع تصنيع أجهزة التبريد المنزلية

80. ستقوم ست مؤسسات تُصنّع وحدات تبريد منزلية بإزالة 345.59 طن متري[28] (494,197 طن من مكافئ ثاني أكسيد الكربون) من الهيدروفلوروكربون-134أ من خلال مشاريع تحويل في خمس مؤسسات[29] تضم ما مجموعه 22 خط إنتاج. وستقوم خمس مؤسسات صغيرة ومتوسطة بإزالة 17.38 طن متري (24,858 طنا من أطنان مكافئ ثاني أكسيد الكربون) من الهيدروفلوروكربون-134أ في خمسة خطوط إنتاج، كما ستقوم أربع مؤسسات صغيرة جدا بإزالة 2.85 طن متري (4,069 طن من مكافئ ثاني أكسيد الكربون) من الهيدروفلوروكربون-134أ في أربعة خطوط إنتاج. وستتحول جميع المؤسسات إلى استخدام غاز R-600a، مما سيُؤدي إلى إزالة 365.82 طن متري (523,124 طن من مكافئ ثاني أكسيد الكربون) من الهيدروفلوروكربون-134أ في 31 خط إنتاج في قطاع التبريد المنزلي. ويعرض الجدول 11 أدناه لمحة عامة عن المؤسسات في هذا القطاع.

الجدول 11. المؤسسات العاملة في مجال التبريد المنزلي، والوحدات المصنعة، وخطوط التصنيع، والاستهلاك

المؤسسة	عام التأسيس	خطوط التصنيع		الوحدات (2023)	الاستهلاك (2023)		القطاعات المقترح تحويلها في خطة تنفيذ كيغالي للمواد الهيدروفلوروكربونية أو التي جرت تغطيتها في مرحلة سابقة من خطة إدارة إزالة المواد الهيدروكلوروفلوروكربونية
		الهيدروفلورو كربون-134أ	HC-600a		طن متري	أطنان مكافئ ثاني أكسيد الكربون	
المؤسسة المصنعة							
إلكتروستار	1986	3	1	321,072	48.96	70,014	رغاوى البوليوريثان في المرحلة الثانية من خطة إدارة إزالة المواد الهيدروكلوروفلوروكربونية
ألاسكا	1978	5	0	230,000	49.00	70,070	
كريازي	1986	6	1	244,238	38.82	55,518	تكييف الهواء السكني في خطة تنفيذ كيغالي للمواد الهيدروفلوروكربونية؛ رغاوى البوليوريثان في المرحلة الأولى من خطة إدارة إزالة المواد الهيدروكلوروفلوروكربونية؛ رغاوى البوليوريثان في المرحلة الثانية من خطة إدارة إزالة المواد الهيدروكلوروفلوروكربونية

[27] الهيدروفلوروكربون-134أ – 422.04 طن متري/603,518 طن من مكافئ ثاني أكسيد الكربون؛ وغاز R-404A – 11.15 طن متري/14,318 طن من مكافئ ثاني أكسيد الكربون؛ وغاز R-407A – 0.55 طن متري/976 طن من مكافئ ثاني أكسيد الكربون؛ وغاز R-410A – 179.70 طن متري/375,114 طن من مكافئ ثاني أكسيد الكربون.

[28] كان مشروع التحويل كما تم تقديمه يستند إلى استهلاك عام 2023، وتم تحديثه لاحقا لبعض المؤسسات.

[29] لم يتم طلب التمويل لتحويل إحدى المؤسسات التي قامت بالفعل بتركيب المعدات اللازمة للسماح بتصنيع الثلاجات المنزلية المعتمدة على غاز R-600a، على الرغم من أن المؤسسة استمرت أيضا في تصنيع الثلاجات المنزلية المعتمدة على الهيدروفلوروكربون-134أ.

المؤسسة	عام التأسيس	خطوط التصنيع		الوحدات (2023)	الاستهلاك (2023)		القطاعات المقترح تحويلها في خطة تنفيذ كيغالي للمواد الهيدروفلوروكربونية أو التي جرت تغطيتها في مرحلة سابقة من خطة إدارة إزالة المواد الهيدروكلوروفلوروكربونية
		الهيدروفلورو كربون-134أ	HC-600a		طن متري	أطنان مكافئ ثاني أكسيد الكربون	
فريش	2012	6	0	1,751,000	158.50	226,655	رغاوى البوليوريثان في المرحلة الأولى من خطة إدارة إزالة المواد الهيدروكلوروفلوروكربونية؛ رغاوى البوليوريثان وتكييف الهواء السكني بموجب المرحلة الثانية من خطة إدارة إزالة المواد الهيدروكلوروفلوروكربونية
العربي	2001	3*		296,331	39.30	56,204	رغاوى البوليوريثان في خطة تنفيذ كيغالي للمواد الهيدروفلوروكربونية؛ رغاوى البوليوريثان في المرحلة الأولى من خطة إدارة إزالة المواد الهيدروكلوروفلوروكربونية؛ تكييف الهواء السكني في المرحلة الثانية من خطة إدارة إزالة المواد الهيدروكلوروفلوروكربونية
يونيون إير	2013	2	0	100,038	11.00	15,736	تكييف الهواء السكني في المرحلة الثانية من خطة إدارة إزالة المواد الهيدروكلوروفلوروكربونية
المجموع الفرعي للشركات المصنعة	***غير منطبق***	***22***	***5***	***2,942,679***	***345.58***	***494,197***	***غير منطبق***
المؤسسات الصغيرة والمتوسطة							
الرضوان الدولية	2008	1	0	33,000	3.24	4,633	التبريد التجاري في خطة تنفيذ كيغالي للمواد الهيدروفلوروكربونية
مينلو	2005	1		120,000	4.74	6,774	
أكوارج	2014	1	0	29,000	3.00	4,290	
ماس الكتريك	2018	1	0	21,000	2.10	3,003	
ترست للصناعات الهندسية	2017	1	0	21,100	4.31	6,158	التبريد التجاري في خطة تنفيذ كيغالي للمواد الهيدروفلوروكربونية
المجموع الفرعي للشركات الصغيرة والمتوسطة	***غير منطبق***	***5***	***0***	***224,100***	***17.38***	***24,858***	***غير منطبق***
المؤسسات الصغيرة جدا							
تريدكو للصناعات الهندسية	1989	1	3	13,300	1.40	1,995	رغاوى البوليوريثان في المرحلة الثانية من خطة إدارة إزالة المواد الهيدروكلوروفلوروكربونية
المؤسسات الهندسية الشرقية	1996	1		10,000	0.90	1,287	
الصعيدي للأجهزة الكهربائية	2018	1		10,000	0.34	486	
طيبة	2010	1		680	2.11	301	تكييف الهواء السكني في خطة تنفيذ كيغالي للمواد الهيدروفلوروكربونية؛ تكييف الهواء التجاري في المرحلة الثانية من خطة إدارة إزالة المواد الهيدروكلوروفلوروكربونية
المجموع الفرعي للشركات الصغيرة جدا	***غير متاح***	***4***	***3***	***33,980***	***2.85***	***4,069***	***غير منطق***
مجموع القطاع	**غير متاح**	**31**	**8**	**3,200,759**	**365.81**	**523,124**	**غير منطبق**

* لدى مؤسسة العربي ثلاثة مصانع، ينتج كل منها الهيدروفلوروكربون-134أ وغاز R-600a على نفس الخط. وبالتالي، لم يُطلب تمويل لتحويل المؤسسة.

81. تشمل تكاليف رأس المال الإضافية لتحويل مؤسسات تصنيع أجهزة التبريد المنزلية معدات متعلقة بالهيليوم، ومعدات متعلقة بغاز R-600a، وآلة لحام بالموجات فوق الصوتية، ومعدات السلامة والتعديلات التحديثية/رفع المستوى، وتعديلات خطوط التجميع وقطع الغيار؛ بالإضافة إلى التركيب، وتطوير النماذج الأولية واختبارها، والتدريب، وإصدار شهادات السلامة، والتكاليف الطارئة. ويبلغ إجمالي تكاليف رأس المال الإضافية لشركات التصنيع في هذا القطاع 6,999,685 دولارا أمريكيا. وترد تفاصيل تكاليف رأس المال الإضافية المحتسبة في الجدول 12.

الجدول 12. تكاليف رأس المال الإضافية لمشروع التحويل في المؤسسات المصنعة لأجهزة التبريد المنزلية

المؤسسة	إلكتروستار		ألاسكا		كريازي		فريش		يونيون إير	
المواد	الكمية	دولار أمريكي	الكمية	دولار أمريكي	الكمية	دولار أمريكي	الكمية	دولار أمريكي	الكمية	دولار أمريكي
نظام كشف تسرب الهيليوم (وحدة الشحن، الكاشف والمعاير، ووحدة الاسترداد)	3	215,550	1	71,850	1	71,850	6	431,100	2	143,700
نظام إمداد غاز R-600a (آلة الشحن، المضخة، وكاشفات التسرب)	3	231,450	5	385,750	6	462,900	6	462,900	2	154,300
آلة لحام بالموجات فوق الصوتية	3	90,000	5	150,000	6	180,000	6	180,000	2	60,000
البنية التحتية للسلامة (التهوية، والتحكم في السلامة ورصد الغاز، الأرضيات المضادة للكهرباء الساكنة)	3	188,100	5	313,500	6	376,200	6	376,200	2	125,400
تكييف خط التجميع	3	27,000	5	45,000	6	54,000	6	54,000	2	18,000
قطع الغيار	3	36,000	5	60,000	6	72,000	6	72,000	2	24,000
المجموع الفرعي للمعدات	***غير منطبق***	***788,100***	***غير منطبق***	***1,026,100***	***n/a***	***1,216,950***	***n/a***	***1,576,200***	***غير منطبق***	***525,400***
التركيب، والتسليم، وتطوير النماذج الأولية، والاختبار، والتدريب	3	146,100	5	243,500	6	292,200	6	292,200	2	97,400
تدقيق السلامة وإصدار الشهادات	3	60,000	5	100,000	6	120,000	6	120,000	2	40,000
التكاليف الطارئة المتعلقة بالمعدات (6.4 إلى 7.3 في المائة)	غير منطبق	57,300	غير منطبق	66,760	غير منطبق	78,675	غير منطبق	114,600	غير منطبق	38,200
مجموع تكاليف رأس المال الإضافية	**غير منطبق**	**1,051,500**	**غير منطبق**	**1,436,360**	**غير منطبق**	**1,707,825**	**غير منطبق**	**2,103,000**	**غير منطبق**	**701,000**

82. وبالنسبة للتبريد المنزلي، استُخدمت تكلفة تشغيلية إضافية قدرها 5.75 دولار أمريكي/كجم، وفقا للعتبة المتفق عليها بموجب القرار 86/95(أ). ويوضح الجدول 13 التكاليف التشغيلية الإضافية، والتكلفة الإجمالية للمشروع، وفعالية التكلفة المقترحة لمؤسسات تصنيع التبريد المنزلي.

الجدول 13. التكلفة التشغيلية الإضافية، وتكلفة رأس المال الإضافية، وطلب التمويل، وفعالية التكلفة للمؤسسات المصنعة في مجال التبريد المنزلي

المؤسسة	عدد الخطوط	الاستهلاك (2023)		التمويل المطلوب			فعالية التكلفة	
		كيلوجرام	أطنان مكافئ ثاني أكسيد الكربون	التكاليف التشغيلية الإضافية (دولار أمريكي)	تكاليف رأس المال الإضافية (دولار أمريكي)	المجموع (دولار أمريكي)	دولار أمريكي/كغم	دولار أمريكي/طن من مكافئ ثاني أكسيد الكربون
إلكتروستار	3	48,961	70,014	281,526	1,051,500	1,333,026	27.23	19.04
ألاسكا	5	49,000	70,070	281,750	1,436,360	1,718,110	35.06	24.52
كريازي	6	38,824	55,518	223,238	1,707,825	1,931,063	49.74	34.78
فريش	6	158,500	226,655	911,375	2,103,000	3,014,375	19.02	13.30
يونيون إير	2	11,004	15,736	63,273	701,000	764,273	69.45	48.57
العربي*	3	39,304	56,204	غير منطبق	غير منطبق	غير منطبق	غير منطبق	غير منطبق
المجموع	**25**	**345,584**	**494,197**	**1,761,162**	**6,999,685**	**8,760,847**	**25.35**	**17.73**

* تتضمن المعدات الأساسية بالفعل معدات تعمل بغاز R-600a، وتقوم المؤسسة حاليا بتصنيع بعض الثلاجات المنزلية المعتمدة على غاز R-600a.

83. ويبلغ إجمالي التمويل المقدّر اللازم لتحويل المؤسسات الصغيرة والمتوسطة الخمس العاملة في قطاع تصنيع أجهزة التبريد المنزلية 2,476,020 دولارا أمريكيا؛ غير أنه، استنادا إلى المقرر 86/95(د)(1) ، تم حساب المبلغ المطلوب، والبالغ 315,732 دولارا أمريكيا، بمعدل 18.16 دولار أمريكي/كغم (أي أعلى بنسبة 32 في المائة من عتبة فعالية التكلفة البالغة 13.76 دولار أمريكي الخاصة بالمؤسسات المصنعة العاملة في مجال التبريد المنزلي للمؤسسات الصغيرة والمتوسطة التي يبلغ استهلاكها من المواد الهيدروفلوروكربونية 15 طنا متريا أو أقل)، وتبلغ فعالية التكلفة بأطنان مكافئ ثاني أكسيد الكربون 12.70 دولار أمريكي/طن من مكافئ ثاني أكسيد الكربون لكل مشروع. ويوضح الجدول 14 تفاصيل التكاليف المحتسبة والمبالغ المطلوبة.

الجدول 14. التكاليف المحتسبة، والتمويل المطلوب، وفعالية التكلفة للمؤسسات الصغيرة والمتوسطة العاملة في مجال التبريد المنزلي باستهلاك يقل عن 15 طنا متريا

المؤسسة	عدد الخطوط	الاستهلاك (2023)		التكاليف المحتسبة			التمويل المطلوب (دولار أمريكي)
		كيلوجرام	أطنان مكافئ ثاني أكسيد الكربون	كلفة رأس المال الإضافية (دولار أمريكي)	الكلفة التشغيلية الإضافية (دولار أمريكي)	المجموع (دولار أمريكي)	
الرضوان الدولية	1	3,240	4,633	350,500	106,590	457,090	58,849
مينلو	1	4,737	6,774	350,500	387,600	738,100	86,039
أكوارج	1	3,000	4,290	350,500	93,670	444,170	54,490
ماس الكتريك	1	2,100	3,003	350,500	67,830	418,330	38,143
ترست للصناعات الهندسية	1	4,306	6,158	350,500	67,830	418,330	78,211
المجموع	**5**	**17,383**	**24,858**	**1,752,500**	**723,520**	**2,476,020**	**315,732**

84. ويبلغ استهلاك المؤسسات الصغيرة جدا الأربع أقل من 1.5 طن متري، واستند التمويل المطلوب لها إلى فعالية تكلفة قدرها 34,40 دولار أمريكي/كغم (بناء على المقرر 86/95(هـ) الذي ينص على إمكانية حصول المؤسسات التي يقل استهلاكها عن 1.5 طن متري على تمويل يصل إلى 2.5 ضعف عتبة فعالية التكلفة المتفق عليها والمحددة للمؤسسات المصنعة؛ غير أنه يُطلب حد أدنى قدره 30,000 دولار أمريكي لكل مؤسسة. وترد تفاصيل التكاليف المحتسبة والمبالغ المطلوبة في الجدول 15.

الجدول 15. التمويل المطلوب، وفعالية التكلفة للمؤسسات الصغيرة جدا التي يقل استهلاكها عن 1.5 طن متري العاملة في قطاع التبريد المنزلي

المؤسسة	عدد الخطوط	الاستهلاك في عام 2023		التكاليف التشغيلية الإضافية المطلوبة	فعالية التكلفة	
		كيلوجرام	أطنان مكافئ ثاني أكسيد الكربون	فعالية التكلفة تعادل 34.40/كغم وحد أدنى قدره 30,000 دولار أمريكي	دولار أمريكي/كغم	دولار أمريكي/طن من مكافئ ثاني أكسيد الكربون
تريدكو	1	1,395	1,995	47,988	34.40	24.05
المؤسسات الهندسية الشرقية	1	900	1,287	30,960	34.40	24.06
الصعيدي للأجهزة الكهربائية	1	340	486	30,000	88.24	61.73
طيبة	1	211	301	30,000	142.31	99.67
المجموع	**4**	**2,846**	**4,069**	**138,948**	**48.82**	**34.15**

ثانيا - قطاع تصنيع أجهزة التبريد التجارية

85. تُعتبر مؤسسة واحدة، وهي مؤسسة ميراكو، مصنّعة على النحو المقدم، وستقوم بإزالة ما مجموعه 21.50 طنا متريا (30,745 طنا من أطنان مكافئ ثاني أكسيد الكربون) من الهيدروفلوروكربون-134أ و8.50 طنا متريا

(3,922 طنا من أطنان مكافئ ثاني أكسيد الكربون) من غاز R-404A في خط تصنيع واحد. وستقوم ست مؤسسات صغيرة جدا بإزالة 33.10 طن متري (47,336 طنا من أطنان مكافئ ثاني أكسيد الكربون) من الهيدروفلوروكربون-134أ في تسعة خطوط تصنيع، و2.36 طن متري (9,255 طنا من أطنان مكافئ ثاني أكسيد الكربون) من غاز R-404A في خط تصنيع واحد، وستقوم أربع مؤسسات صغيرة جدا بإزالة 1.62 طن متري (2,313 طنا من أطنان مكافئ ثاني أكسيد الكربون) من الهيدروفلوروكربون-134أ، و0.29 طن متري (1,141 طنا من أطنان مكافئ ثاني أكسيد الكربون) من غاز R-404A، و0.55 طن متري (976 طنا من أطنان مكافئ ثاني أكسيد الكربون) من غاز R-407A في أربعة خطوط تصنيع. وستتحول جميع المؤسسات إلى استخدام غاز R-290 أو مزيج من زيت الوقود الثقيل مثل R-452B، وستقوم بالتالي بإزالة 67.92 طن متري (95,688 طنا من أطنان مكافئ ثاني أكسيد الكربون) في 14 خط تصنيع، على النحو موضح في الجدول 16 أدناه.

الجدول 16. المؤسسات العاملة في قطاع التبريد التجاري، والوحدات المصنعة، وخطوط التصنيع، والاستهلاك لعام 2023

المؤسسة	عام التأسيس	المادة الهيدروفلوروكربونية	عدد الخطوط	الوحدات (2023)	الاستهلاك (2023)		القطاعات المقترح تحويلها في خطة تنفيذ كيغالي للمواد الهيدروفلوروكربونية أو التي جرت تغطيتها في مرحلة سابقة من خطة إدارة إزالة المواد الهيدروكلوروفلوروكربونية
					طن متري	أطنان مكافئ ثاني أكسيد الكربون	
المؤسسة المصنعة							
ميراكو*	1995	الهيدروفلوروكربون-134أ	1	4,300	21.50	30,745	تكييف الهواء السكني والتجاري بموجب المرحلة الثانية من خطة
		R-404A		1,700	8.50	3,922	إدارة إزالة المواد الهيدروكلوروفلوروكربونية
المجموع الفرعي للشركات المصنعة	***غير منطبق***	***غير منطبق***	***1***	***6,000***	***30.00***	**34,667**	***غير منطبق***
المؤسسات الصغيرة والمتوسطة							
الرضوان الدولية	2008	الهيدروفلوروكربون-134أ	1	65,000	13.00	18,590	التبريد المنزلي في خطة تنفيذ كيغالي للمواد الهيدروفلوروكربونية
ترست للصناعات الهندسية	2017	الهيدروفلوروكربون-134أ	1	14,650	4.33	6,188	التبريد المنزلي في خطة تنفيذ كيغالي للمواد الهيدروفلوروكربونية
ايفرست مصر للصناعة**	2003	الهيدروفلوروكربون-134أ	1	35,349	9.50	13,587	رغاوى البوليوريثان في المرحلة الثانية من خطة إدارة إزالة المواد الهيدروكلوروفلوروكربونية
ايسبرج	2019	الهيدروفلوروكربون-134أ	1	2,500	1.07	1,530	
		R-404A		1,385	2.36	9,255	
مؤسسة الخليج المصري	2006	الهيدروفلوروكربون-134أ	2	7,890	2.68	3,837	
مكة للثلاجات	2006	الهيدروفلوروكربون-134أ	3	21,000	2.52	3,604	
المجموع الفرعي للمؤسسات الصغيرة والمتوسطة	***غير منطبق***	***غير منطبق***	***9***	***147,774***	***35.46***	***56,591***	***غير منطبق***
المؤسسات الصغيرة جدا							
راتوماج	1975	الهيدروفلوروكربون-134أ	1	169	0.18	255	
		R-404A		40	0.04	165	
دريك	1988	الهيدروفلوروكربون-134أ	1	3,333	1.00	1,430	
		R-407A		28	0.55	976	
موج	1961	الهيدروفلوروكربون-134أ	1	1,070	0.30	428	رغاوى البوليوريثان في المرحلة الأولى من خطة إدارة إزالة المواد
		R-404A		830	0.25	976	الهيدروكلوروفلوروكربونية

المؤسسة	عام التأسيس	المادة الهيدروفلوروكربونية	عدد الخطوط	الوحدات (2023)	الاستهلاك (2023)		القطاعات المقترح تحويلها في خطة تنفيذ كيغالي للمواد الهيدروفلوروكربونية أو التي جرت تغطيتها في مرحلة سابقة من خطة إدارة إزالة المواد الهيدروكلوروفلوروكربونية
					طن متري	أطنان مكافئ ثاني أكسيد الكربون	
مصرية	1985	الهيدروفلوروكربون -134أ	1	1,550	0.14	200	
المجموع الفرعي للمؤسسات الصغيرة جدا	***غير منطبق***	***غير منطبق***	***4***	***7,020***	***2.46***	***4,430***	***غير منطبق***
المجموع	**غير منطبق**	**غير منطبق**	**14**	**160,795**	**67.92**	**95,688**	**غير منطبق**

* بلغ استهلاك مؤسسة ميراكو من الهيدروفلوروكربون كما تم تقديمه 30 طنا متريا. وعُدِّل هذا الاستهلاك لاحقا إلى 7 أطنان مترية، وقامت بتصنيع 6,000 وحدة في عام 2023، وبلغ متوسط استهلاكها 5.5 طن متري في الفترة 2020-2022، وقامت بتصنيع 5,533 وحدة في المتوسط.

** تُصنِّع مؤسسة ايفرست مصر للصناعة أيضا مبردات زجاجات تعمل بغاز R-290، وهي مؤسسة تعود ملكيتها لدولة الإمارات العربية المتحدة.

86. وتماثل تكاليف رأس المال الإضافية لتحويل مؤسسة تصنيع واحدة إلى غاز R-290 تكاليف تحويل مؤسسة تصنيع واحدة إلى غاز R-290 في قطاع التبريد المنزلي المذكورة في الفقرة 78 أعلاه، ولكن باستخدام معدات مُرتبطة بغاز R-290 . ويبلغ إجمالي تكاليف رأس المال الإضافية لتحويل مؤسسة تصنيع واحدة في هذا القطاع 350,500 دولار أمريكي. وترد تفاصيل تكاليف رأس المال الإضافية المحتسبة لتحويل مؤسسة تصنيع واحدة في الجدول 17.

الجدول 17. تكاليف رأس المال الإضافية لمشروع التحويل في مؤسسة تصنيع تعمل في قطاع التبريد التجاري

المؤسسة	ميراكو	
المواد	**الكمية**	**دولار أمريكي**
نظام كشف تسرب الهيليوم	1	71,850
نظام إمداد غاز R-290، وآلات شحن، وأجهزة كشف تسرب	1	77,150
آلة لحام بالموجات فوق الصوتية (30,000 دولار أمريكي)	1	30,000
بنية تحتية للسلامة	1	62,700
تكييف خط التجميع	1	9,000
قطع غيار	1	12,000
المجموع الفرعي	***غير منطبق***	***262,700***
التركيب، والتسليم، وتطوير النماذج الأولية، والاختبار، والتدريب	1	48,700
تدقيق السلامة وإصدار الشهادات	1	20,000
التكاليف الطارئة على المعدات (6.4 إلى 7.3 في المائة)		19,100
إجمالي تكاليف رأس المال الإضافية	**غير منطبق**	**350,500**

87. وبالنسبة لمؤسسة تصنيع أجهزة التبريد التجارية، حُسبت التكلفة التشغيلية الإضافية المطلوبة بمبلغ 3 دولارات أمريكية/كغم. ويوضّح الجدول 18 التكلفة التشغيلية الإضافية، والتكلفة الإجمالية للمشروع، وفعالية التكلفة على النحو المقترح لمؤسسة تصنيع أجهزة التبريد التجارية.

الجدول 18. التكلفة التشغيلية الإضافية، وتكلفة رأس المال الإضافية، والتمويل المطلوب، وفعالية التكلفة لمؤسسة تصنيع أجهزة التبريد التجارية

المؤسسة	عدد الخطوط	الاستهلاك (2023)		التمويل المطلوب			فعالية التكلفة	
		كيلوجرام	أطنان مكافئ ثاني أكسيد الكربون	التكلفة التشغيلية الإضافية (دولار أمريكي)	تكاليف رأس المال الإضافية (دولار أمريكي)	المجموع (دولار أمريكي)	دولار أمريكي/كغم	دولار أمريكي/طن من مكافئ ثاني أكسيد الكربون
ميراكو	1	30,000	34,667	90,000	350,500	440,500	14.68	12.71

88. ويبلغ إجمالي التمويل المحسوب لتحويل المؤسسات الصغيرة والمتوسطة الست في قطاع تصنيع أجهزة التبريد التجاري 2,197,263 دولارا أمريكيا، ولم يتم احتساب التكاليف التشغيلية الإضافية لمؤسسة ترست للصناعات الهندسية، في حين تم احتساب التكاليف التشغيلية الإضافية بصورة منفصلة لتحويل الهيدروفلوروكربون-134أ وغاز R-404A لمؤسسة ايسبرج. غير أنه، واستنادا إلى المقرر 86/95(د)(1)، تم احتساب المبلغ المطلوب عند مستوى 21.78 دولار أمريكي/كغم (أي ما يزيد بنسبة 32 في المائة عن عتبة فعالية التكلفة البالغة 16.50 دولار أمريكي للمؤسسات المصنعة في مجال التبريد التجاري للمؤسسات الصغيرة والمتوسطة التي يبلغ استهلاكها من المواد الهيدروفلوروكربونية 15 طنا متريا أو أقل)، وبلغت فعالية التكلفة بأطنان مكافئ ثاني أكسيد الكربون 15.23 دولار أمريكي/طن من مكافئ ثاني أكسيد الكربون لكل مؤسسة يقتصر التحويل فيها على الهيدروفلوروكربون-134أ، و6.93 دولار أمريكي/طن من مكافئ ثاني أكسيد الكربون لمؤسسة ايسبرج لتحويل كل من الهيدروفلوروكربون-134أ وغاز R-404A. وترد في الجدول 19 تفاصيل التكاليف المحتسبة والمبالغ المطلوبة.

الجدول 19: التكاليف المحتسبة، والتمويل المطلوب، وفعالية التكلفة للمؤسسات الصغيرة والمتوسطة في مجال التبريد التجاري التي يقل استهلاكها عن 15 طنا متريا

المؤسسة	عدد الخطوط	الاستهلاك (2023)		التكاليف المحتسبة			التمويل المطلوب (دولار أمريكي)
		كيلوجرام	أطنان مكافئ ثاني أكسيد الكربون	تكلفة رأس المال الإضافية (دولار أمريكي)	التكلفة التشغيلية الإضافية (دولار أمريكي)	الجموع (دولار أمريكي)	
الرضوان الدولية	1	13,000	18,590	350,500	227,500	578,000	283,140
ترست للصناعات الهندسية	1	4,328	6,188	0	51,275	51,275	94,264
ايفرست مصر للصناعة	1	9,502	13,587	350,500	51,275	401,775	206,954
ايسبرج	1	3,430	10,785	350,500	*13,598	364,098	74,705
مؤسسة الخليج المصري	2	2,683	3,837	350,500	27,615	378,115	58,436
مكة للثلاجات	3	2,520	3,604	350,500	73,500	424,000	54,886
المجموع	**5**	**35,463**	**56,591**	**1,752,500**	**444,763**	**2,197,263**	**772,385**

* بلغت التكاليف التشغيلية الإضافية المحتسبة 8,750 دولارا أمريكيا للهيدروفلوروكربون-134أ و4,848 دولارا أمريكيا لغاز R-404A.

89. ويقل استهلاك المؤسسات الصغيرة جدا الأربعة عن 1.5 طن متري، واستند التمويل المطلوب لها إلى فعالية تكلفة قدرها 41.25 دولار أمريكي/كغم (بناء على المقرر 86/95(هـ) الذي ينص على إمكانية حصول المؤسسات التي يقل استهلاكها عن 1.5 طن متري على تمويل يصل إلى 2.5 ضعف عتبة فعالية التكلفة المتفق عليها والمحددة للمؤسسات المصنعة) أو 30,000 دولار أمريكي، أيهما أقل. وترد تفاصيل التكاليف المحتسبة والمبالغ المطلوبة في الجدول 20.

الجدول 20. التمويل المطلوب وفعالية التكلفة للمؤسسات الصغيرة جدا العاملة في قطاع التبريد التجاري باستهلاك يقل عن 1.5 طن متري

المؤسسة	عدد الخطوط	الاستهلاك (2023)		التمويل المطلوب (دولار أمريكي)	فعالية التكلفة	
		كيلوجرام	أطنان مكافئ ثاني أكسيد الكربون		دولار أمريكي/كغم	دولار أمريكي/طن من مكافئ ثاني أكسيد الكربون
راتوماج	1	220	420	30,000	136.26	71.43
دريك	1	1,550	2,406	63,938	41.25	26.57
موج	1	549	1,404	30,000	54.64	21.37
مصرية	1	140	200	30,000	214.29	150.00
المجموع	**4**	**2,459**	**4,430**	**153,938**	**62.60**	**34.75**

ثالثا. قطاع تصنيع أجهزة تكييف الهواء السكنية

90. ستقوم أربع مؤسسات مصنعة في قطاع تكييف الهواء المنزلي بإزالة 169.25 طنا متريا (353,320 طنا من أطنان مكافئ ثاني أكسيد الكربون)[30] من غاز R-410A عبر تحويل ستة خطوط تصنيع، وستقوم إحدى المؤسسات الصغيرة والمتوسطة بإزالة 9.95 طنا متريا (20,779 طنا من أطنان مكافئ ثاني أكسيد الكربون)، ومؤسسة صغيرة جدا بإزالة 0.49 طنا متريا (1,015 طنا من أطنان مكافئ ثاني أكسيد الكربون) من غاز R-410A في خط تصنيع واحد لكل منها. وستتحول جميع المؤسسات إلى الهيدروفلوروكربون-32، مما سيؤدي إلى إزالة ما مجموعه 179.70 طنا متريا (375,114 طنا من أطنان مكافئ ثاني أكسيد الكربون) من غاز R-410A في ثمانية خطوط تصنيع في قطاع تكييف الهواء السكني. ويعرض الجدول 21 أدناه لمحة عامة عن المؤسسات في هذا القطاع.

الجدول 21. المؤسسات العاملة في تكييف الهواء السكني، والوحدات المصنعة، وخطوط التصنيع، والاستهلاك لعام 2023

المؤسسة	عام التأسيس	عدد الخطوط	الوحدات المصنعة (2023)	الاستهلاك لعام 2023	
				طن متري	أطنان مكافئ ثاني أكسيد الكربون
المؤسسة المصنعة					
كريازي*	2017	1	39,440	41.40	86,431
راية الكتريك	2019	1	30,738	27.66	57,749
فري إير	2016	3	62,650	64.55	134,754
طيبة**	2010	1	24,697	35.63	74,386
المجموع الفرعي للمؤسسات المصنعة	***n/a***	***6***	***157,525***	***169.25***	***353,320***
المؤسسات الصغيرة والمتوسطة					
الترياق	2018	1	10,000	9.95	20,779
المجموع الفرعي للمؤسسات الصغيرة والمتوسطة	**غير منطبق**	**1**	**10,000**	**9.95**	**20,779**
المؤسسات الصغيرة جدا					
حلوان للصناعات	?	1	400	0.49	1,015
المجموع الفرعي للمؤسسات الصغيرة جدا	**غير منطبق**	**1**	**400**	**0.49**	**1,015**
المجموع	**غير منطبق**	**8**	**167,925**	**179.70**	**375,114**

* القطاعات المقترح تحويلها في خطة تنفيذ كيغالي للمواد الهيدروفلوروكربونية أو التي جرت تغطيتها في مرحلة سابقة من خطة إدارة إزالة المواد الهيدروكلوروفلوروكربونية: التبريد المنزلي في خطة تنفيذ كيغالي للمواد الهيدروفلوروكربونية ورغاوى البوليوريثان في المرحلة الثانية من خطة إدارة إزالة المواد الهيدروكلوروفلوروكربونية

** بالنسبة لمؤسسة طيبة، ونظرا لانخفاض حجم الإنتاج في عام 2023، وخلافا لتجربة المؤسسات المصنعة الأخرى، تم استخدام بيانات الاستهلاك والتصنيع في سنوات خط الأساس بدلا من عام 2023.

[30] تم تقديم مشروع التحويل على أساس استهلاك عام 2023.

91. وتشمل تكاليف رأس المال الإضافية لمؤسسات تصنيع أجهزة تكييف الهواء السكنية معدات الشحن والاسترداد، ومعدات كشف التسرب، وآلة لحام بالموجات فوق الصوتية، ومعدات السلامة، وتعديلات خطوط التجميع، وقطع الغيار، والتي تُحسب كميتها بناء على عدد خطوط التصنيع. بالإضافة إلى ذلك، تشمل تكاليف رأس المال الإضافية التركيب، والتوصيل، والتدريب، والاستشاريين، وشهادات السلامة والطوارئ السعرية. ويبلغ إجمالي تكاليف رأس المال الإضافية للمؤسسات المصنعة في هذا القطاع 2,489,800 دولار أمريكي. وترد تفاصيل تكاليف رأس المال الإضافية المحتسبة في الجدول 22.

الجدول 22. تكاليف رأس المال الإضافية لمشروع التحويل في المؤسسات المصنعة في قطاع تكييف الهواء السكني

المؤسسة	كريازي	راية الكتريك	فري إير	طيبة
عدد الخطوط	1	1	3	1
الشحن والاسترداد: آلة الشحن، ومضخات إمداد غاز التبريد، وآلة الاسترداد	92,000	92,000	276,000	92,000
كشف التسرب: كاشف تسرب صناعي، بما يشمل المعايرة، وكاشف تسرب محمول للهيدروكربون	17,000	17,000	51,000	17,000
آلة لحام بالموجات فوق الصوتية	30,000	30,000	90,000	30,000
مرتبط بالسلامة: التهوية؛ نظام مراقبة السلامة ورصد الغاز لمنطقة الشحن؛ ومنطقة شحن أرضية مضادة للكهرباء الساكنة؛ وتهوية منطقة التخزين؛ ومنطقة تخزين أرضية مضادة للكهرباء الساكنة	93,700	93,700	255,100	93,700
تكييف خط التجميع ومساحة اختبار التشغيل	89,000	89,000	267,000	89,000
قطع الغيار	20,000	20,000	60,000	20,000
المجموع الفرعي	***341,700***	***341,700***	***999,100***	***341,700***
التركيب، والتسليم، والتدريب والاستشاريون	33,700	33,700	101,100	33,700
إصدار شهادات السلامة	20,000	20,000	60,000	20,000
الطوارئ السعرية على المعدات (من 7.0 إلى 7.2 في المائة)	23,900	23,900	71,700	23,900
مجموع تكاليف رأس المال الإضافية	**419,300**	**419,300**	**1,231,900**	**419,300**

92. وبالنسبة للتكاليف التشغيلية الإضافية لتكييف الهواء السكني المستندة إلى التصنيع بسعر 6.5 دولار أمريكي/وحدة بدلا من غاز التبريد البالغ 7.60 دولار أمريكي/كغم، وفقا للمقرر 86/95(أ). ويُطلب ذلك بالنظر إلى أن التصنيع في هذا القطاع يعتبر أوثق ارتباطا بعدد خطوط الإنتاج، والتي يجب تحويلها جميعا لضمان نجاح التحول عن استخدام غاز R-410A. ويوضح الجدول 23 التكلفة التشغيلية الإضافية، بالإضافة إلى التكلفة الإجمالية للمشروع، وفعالية التكلفة المقترحة للمؤسسات المصنعة لأجهزة تكييف الهواء السكنية.

الجدول 23. التكلفة التشغيلية الإضافية، وتكلفة رأس المال الإضافية، والتمويل المطلوب، وفعالية التكلفة للمؤسسات المصنعة لأجهزة تكييف الهواء السكنية

المؤسسة	عدد الخطوط	الوحدات المصنعة (2023)	الاستهلاك (2023)		التمويل المطلوب			فعالية التكلفة	
			كيلوجرام	أطنان مكافئ ثاني أكسيد الكربون	التكلفة التشغيلية الإضافية (دولار أمريكي)	تكلفة رأس المال الإضافية (دولار أمريكي)	المجموع (دولار أمريكي)	دولار أمريكي/كغم	دولار أمريكي/طن من مكافئ ثاني أكسيد الكربون
كريازي	1	39,440	41,404	86,431	256,360	419,300	675,660	16.32	7.82
راية الكتريك	1	30,738	27,664	57,749	199,797	419,300	619,097	22.38	10.72
فري إير	3	62,650	64,553	134,754	407,225	1,231,900	1,639,125	25.39	12.16
طيبة	1	*24,697	31,321	65,383	160,531	419,300	579,831	16.27	7.79
المجموع	**6**	**157,525**	**169,255**	**353,320**	**1,023,913**	**2,489,800**	**3,513,713**	**20.76**	**9.94**

* بالنسبة لمؤسسة طيبة، تم استخدام متوسط التصنيع للفترة 2020-2021 الموضح في هذا الجدول في الحساب. وحُسبت التكاليف التشغيلية الإضافية للمؤسسات باستخدام التصنيع المسجل لعام 2023.

93. ويبلغ التمويل المطلوب لتحويل إحدى المؤسسات الصغيرة والمتوسطة في قطاع تصنيع أجهزة تكييف الهواء السكنية 178,694 دولارا أمريكيا، بناء على عتبة فعالية التكلفة البالغة 17.95 دولار أمريكي/كغم (أي أعلى بنسبة 32 في المائة من عتبة فعالية التكلفة البالغة 13.60 دولار أمريكي، بناء على المقرر 86/95(د)(1))، وحُسب المبلغ المطلوب على النحو الموضح في الجدول 24.

الجدول 24. التكاليف المحتسبة، والتمويل المطلوب، وفعالية التكلفة للمؤسسات الصغيرة والمتوسطة في قطاع تكييف الهواء السكني التي يقل استهلاكها عن 15 طنا متريا

المؤسسة	عدد الخطوط	الاستهلاك لعام 2023		التكاليف المحتسبة			التمويل المطلوب (دولار أمريكي)
		كيلوجرام	أطنان مكافئ ثاني أكسيد الكربون	تكلفة رأس المال الإضافية (دولار أمريكي)	التكلفة التشغيلية الإضافية (دولار أمريكي)	المجموع (دولار أمريكي)	
الترياق	1	9,954	20,779	419,300	65,000	484,300	178,694
المجموع	**1**	**9,954**	**20,779**	**419,300**	**65,000**	**484,300**	**178,694**

94. ويبلغ إجمالي التمويل المُحتسب لتحويل مؤسسة صغيرة جدا في قطاع تصنيع أجهزة تكييف الهواء السكنية 30,000 دولار أمريكي، بناء على فعالية تكلفة قدرها 34.00 دولار أمريكي/كغم (بناء على المقرر 86/95(هـ) الذي ينص على إمكانية حصول المؤسسات التي يقل استهلاكها عن 1.5 طن متري على تمويل يصل إلى 2.5 ضعف عتبة فعالية التكلفة المتفق عليها والمحددة للمؤسسات المصنعة)؛ وباستخدام حد أدنى قدره 30,000 دولار أمريكي. وتُعرض تفاصيل التكاليف المحتسبة والمبالغ المطلوبة في الجدول 25.

الجدول 25. التكاليف المحتسبة، والتمويل المطلوب، وفعالية التكلفة للمؤسسات الصغيرة جدا في قطاع تكييف الهواء السكني التي يبلغ استهلاكها 1.5 طن متري أو أقل

المؤسسة	عدد الخطوط	الوحدات المصنعة (2023)	الاستهلاك لعام 2023		التكلفة التشغيلية الإضافية المطلوبة	فعالية التكلفة	
			كيلوجرام	أطنان مكافئ ثاني أكسيد الكربون	فعالية التكلفة تعادل 34.40/كغم وحد أدنى قدره 30,000 دولار أمريكي	دولار أمريكي/كغم	دولار أمريكي/طن من مكافئ ثاني أكسيد الكربون
حلوان للصناعات	1	400	486	1,015	30,000	61.73	29.57
المجموع	**1**	**400**	**486**	**1,015**	**30,000**	**61.73**	**29.57**

الأنشطة غير الاستثمارية في قطاع الخدمة والقطاعات الأخرى

95. يُقترح تنفيذ الأنشطة غير الاستثمارية في قطاعات الخدمات، وأجهزة الاستنشاق بالجرعات المقننة، ومكافحة الحرائق بموجب المرحلة الأولى والشريحة الأولى، ويُعرض تفصيل تكلفتها في الجدول 26.

الجدول 26. الأنشطة غير الاستثمارية في قطاعات الخدمة، وأجهزة الاستنشاق بالجرعات المقننة، ومكافحة الحرائق، وتكاليفها في المرحلة الأولى والشريحة الأولى من خطة تنفيذ كيغالي للمواد الهيدروفلوروكربونية لمصر كما تم تقديمها

المكون	النشاط	الوكالة	التكلفة (دولار أمريكي)	
			المرحلة	الشريحة الأولى
1- الإطار التنظيمي وآلية الرقابة	تعزيز السياسات والإطار التنظيمي للهيدروفلوروكربون: • استعراض وتحديث السياسات والإطار التنظيمي للتخفيض التدريجي للمواد الهيدروفلوروكربونية؛ • تحديث معايير كفاءة العمل، وتطوير/تحديث معايير السلامة لغازات التبريد الطبيعية، وغيرها من القوانين والمعايير؛ • اجتماعات/ورشات عمل/أنشطة النشر لأصحاب المصلحة بشأن التعديلات التنظيمية؛ • تدريب المؤسسات الحكومية المعنية على التدابير القانونية والتنظيمية؛ • تطوير نموذج للاقتصاد الدائري لقطاع التبريد وتكييف الهواء؛ • إجراء دراسة حول الأثر الاقتصادي للدعم أو التدابير الضريبية في قطاع التبريد تكييف الهواء السكني؛ • إنشاء سجل للمستخدمين النهائيين من الفئات المتوسطة والكبيرة، ووضع آلية لتحديثه.	اليونديبي	250,000	125,000
	برنامج تدريبي حول سياسات ولوائح مُحدثة لمراقبة الهيدروفلوروكربون • ست دورات تدريبية لموظفي الجمارك/مراقبة الحدود؛ وثلاث دورات تدريبية للمستوردين؛ وتصميم/تحديث مواد تدريبية، بما في ذلك دليل لمراقبة الحدود؛ • تطوير تطبيق لمساعدة موظفي الجمارك في المراقبة وإنفاذ اللوائح، وبرنامج تدريب إلكتروني؛ • شراء عشرة مُعرّفات لغازات التبريد وجهاز كروماتوغراف غازي جديد للمختبر المركزي للجمارك؛ • استعراض وتحديث إجراءات نظام منح التراخيص والحصص، بما في ذلك احتساب الحصص بأطنان مكافئ ثاني أكسيد الكربون.		322,000	88,700
	برنامج المساواة بين الجنسين: • تعيين أخصائي ودراسة المساواة بين الجنسين في قطاع التبريد وتكييف الهواء، بما في ذلك تحديد العوائق ومجالات العمل الرئيسية، ووضع خطة عمل لتحقيق المساواة بين الجنسين؛ • أنشطة ترويجية لتشجيع مشاركة النساء في التنفيذ، تشمل ست ورشات عمل لما يتروح بين 50 و80 من أصحاب المصلحة، وإعداد مواد ترويجية.		156,000	78,000
	المجموع الفرعي للإطار التنظيمي وآلية الرقابة	*اليونديبي*	*728,000*	*291,700*
2- بناء قدرات الفنيين	استعراض/تحديث المعايير والمبادئ التوجيهية ومنهج التبريد وتكييف الهواء: • استعراض/تحديث مدونات الممارسات التي تغطي جميع القطاعات والتكنولوجيات الحديثة؛ • وضع معيار ومبادئ توجيهية لخدمة تكييف الهواء المتنقل وترجمة المواد اللازمة لنشرها؛ • تنظيم حملات توعية وورشات عمل لأصحاب المصلحة، بما في ذلك موظفو مؤسسات التدريب، والجمعيات الوطنية، والمدربون، والهيئات التنظيمية، ومشغلو مراكز إعادة التدوير؛ • تحديث منهج التدريب في مجال التبريد وتكييف الهواء لضمان ربطه بالمعايير الوطنية المعتمدة.	اليونيدو	80,000	80,000
	توسيع نطاق اعتماد الفنيين لتشمل قطاع تكييف الهواء المتنقل: • تشكيل لجنة تضم خبراء فنيين وأصحاب المصلحة الوطنيين لإعداد شهادات جديدة بناء على المنهج المُحدّث لتكييف الهواء المتنقل؛ • إنشاء قاعدة بيانات لفنيي خدمة تكييف الهواء المتنقل المحتملين لاعتمادهم؛ • تنظيم 23 ورشة عمل توعوية في جميع أنحاء البلاد للترويج للاعتماد في قطاع تكييف الهواء المتنقل؛ • تدريب 100 مُقيّم للاعتماد في قطاع تكييف الهواء المتنقل.		250,000	95,000
	توفير الأدوات لـ 900 ورشة عمل متخصصة في تكييف الهواء المتنقل والتبريد وتكييف الهواء:[31] • دراسة استقصائية لتحديد ورشات العمل في قطاعي تكييف الهواء المتنقل والتبريد وتكييف الهواء واحتياجاتها، وشراء المعدات وتسليمها.		2,295,000	510,000

[31] يشمل ذلك توفير المعدات والأدوات، مثل وحدة استرداد المواد الهيدروفلوروكربونية، وخراطيم متنوعة، ومرشّح، وأسطوانات غاز التبريد، وميزان إلكتروني، ومضخة تفريغ، وكاشف تسرب إلكتروني، ومجموعة مفكات براغي، وأدوات إشعال وتشكيل، ومجموعة مفاتيح ألين، وقاطع أنابيب.

المكون	النشاط	الوكالة	التكلفة (دولار أمريكي)	
			المرحلة	الشريحة الأولى
	إنشاء خمسة مراكز تدريب متخصصة في تكييف الهواء المتنقل، وإنشاء/رفع مستوى خمسة مراكز تدريب متخصصة في التبريد وتكييف الهواء في خمس مناطق:[32] • دراسة واستشارة المؤسسات المصنعة لأجهزة تكييف الهواء المتنقل لتحديد المراكز والاحتياجات؛ • شراء الأدوات والتعاقد مع خبير سلامة؛ • ربط المراكز القائمة بأنشطة التوعية الأخرى.		1,000,000	418,000
	• تدريب واختبار 1,000 فني متخصص في تكييف الهواء المتنقل و1,000 فني متخصص في التبريد وتكييف الهواء: • دورات تدريبية لمدة ثلاثة أيام من خلال مراكز التميز ومعاهد التدريب حول أفضل الممارسات، وكفاءة اللحام، والاستخدام الآمن لغازات التبريد القابلة للاشتعال، والتحضير لاختبارات الاعتماد.		400,000	160,000
	• تدريب ما بعد البيع لـ 1,250 فنيا في مراكز خدمة التبريد وتكييف الهواء وتكييف الهواء المتنقل ذات العلامات التجارية الرئيسية: • تدريب متعمق في التشخيص واستكشاف الأخطاء وإصلاحها، باستخدام الأدوات والتقنيات المناسبة، ومعايير السلامة ومعايير الصناعة.		250,000	10,0000
	المجموع الفرعي لبناء قدرات الفنيين	*اليونيدو*	*4,275,000*	*1,363,000*
3- التواصل والتوعية	حملات في قطاعات مختلفة (أجهزة الاستنشاق بالجرعات المقننة، وتكييف الهواء المتنقل، والتبريد وتكييف الهواء) لرفع مستوى الوعي بالتخفيض التدريجي وكفاءة الطاقة والتبريد المستدام: • وضع مواد توعية، وجلسات نقاش نصف سنوية، وأربع ورشات عمل مستهدفة، وتفاعل عبر الإنترنت.	اليونيدو	400,000	160,000
	• حملات لترويج الأنشطة في قطاعات الرغاوى، ورفع مستوى الوعي بالتغييرات التنظيمية: • وضع مواد توعية، وورشات عمل مستهدفة، وتفاعل متعدد الوسائط.	اليونديبي	180,000	65,000
	المجموع الفرعي للتواصل والتوعية	*اليونيدو*	*400,000*	*160,000*
		اليونديبي	*180,000*	*65,000*
4- المشاريع القطاعية (أ) تكييف الهواء السكني	مشروع توضيحي لمضخة حرارية تعمل بغاز R-290 في تكييف الهواء السكني: • تصميم مشروع/عملية لاختيار المستفيدين؛ • إطلاق حافز للمؤسسات لتقديم ما يصل إلى 200 وحدة للمستهلكين؛ • تقديم المساعدة الفنية في التركيب والصيانة الوقائية، وتوفير وحدة تعمل بغاز R-290 لكل مركز تدريب؛ • رصد نتائج البرنامج والإبلاغ عنها.	اليونيدو	140,000	15,000
	مشروع توضيحي لتكنولوجيتين غير مماثلتين[33] للتبريد التبخيري المباشر وغير المباشر[34] لاستخدامات أجهزة التكييف السكنية المنفصلة: • تصنيع نماذج أولية لوحدات للتبريد التبخيري المباشر وغير المباشر بقدرة تتراوح بين 5 و7.5 كيلوواط؛ • اختبار كفاءة الطاقة وخصائص أخرى[35] في مختبر معتمد، ومقارنتها بوحدات منفصلة بنفس القدرة؛ • تحليل مالي وإعداد المواد اللازمة بمقارنة صافي القيمة الحالية للوحدات النموذجية مع وحدات منفصلة أخرى؛ • إعداد التقرير النهائي ونشر النتائج، بما في ذلك ورشات العمل وزيارات للمنشآت.	اليونيدو	125,000	45,000
	مشروع توضيحي لثلاثة أنظمة مياه باردة معبأة غير مماثلة لتحل محل الوحدات	اليونيدو	135,000	55,000

[32] يشمل ذلك وحدات تدريبية تعليمية (ثلاث وحدات لكل مركز)، ووحدات استرداد، ومضخات تفريغ، ومعرّفات غاز التبريد، ومجموعات حلقات القفل، وكاشفات تسرب، ومقاييس مشعب رباعية الصمامات، وأدوات صيانة. وتغطي النفقات الأخرى تقييم السلامة ورفع مستوياتها/تجهيزاتها (مثل نظام الإنذار، ونظام التهوية القسرية، وكاشفات الدخان والتسرب، والتوصيلات الكهربائية المقاومة للانفجار).

[33] يشير مصطلح تكنولوجيات التبريد غير المماثلة إلى أي أنظمة تبريد بديلة غير أنظمة التبريد بضغط البخار.

[34] التبريد التبخيري المباشر وغير المباشر: يستخدم التبريد التبخيري غير المباشر في البداية لتبريد الهواء مسبقا دون إضافة رطوبة. ثم يخضع الهواء المبرد مسبقا للتبريد التبخيري المباشر، مما يقلل درجة حرارته بشكل أكبر. ويُعزز هذا المزيج كفاءة التبريد مع التحكم في مستويات الرطوبة، مما يجعله مناسبا لمجموعة واسعة من التطبيقات.

[35] تشمل المعايير التي سيتم اختبارها كفاءة الطاقة، وسعة التبريد، ودرجة الحرارة الجافة الداخلية، ودرجة الحرارة الجافة والرطبة الخارجية للنظام في ظروف الاختبار في مصر.

المكون	النشاط	الوكالة	التكلفة (دولار أمريكي)	
			المرحلة	الشريحة الأولى
	المنفصلة المتعددة. • تصنيع نماذج أولية لأنظمة مياه باردة بقدرة تتراوح بين 10 و17.5 كيلوواط؛ • إجراء اختبارات في مختبر معتمد لكفاءة الطاقة وخصائص أخرى، ومقارنتها بوحدات منفصلة متعددة بنفس القدرة؛ • التحليل المالي، وإعداد المواد اللازمة لمقارنة صافي القيمة الحالية للوحدات النموذجية مع وحدات منفصلة متعددة أخرى؛ • التقرير النهائي ونشر النتائج، بما في ذلك ورشات عمل وزيارات للمنشآت.			
4- المشاريع القطاعية (ب) تكييف الهواء التجاري	• مشروع توضيحي لتكنولوجيا تبريد[36] أعماق البحار غير المماثلة في تكييف الهواء التجاري: • تعيين استشاري لتحديد جدوى تبريد المناطق باستخدام تكنولوجيا تبريد أعماق البحار في مشروعين جديدين؛ • جمع البيانات باستخدام مركبة تعمل عن بُعد في الطبقات العميقة من خليج العقبة؛ • تحديد جهة مستفيدة لاستبدال مبرد واحد بقدرة مقترحة تبلغ 350 كيلوواط في فندق بتقنية العرض التوضيحي؛ • قياس أداء المبرد الحالي لمدة ستة أشهر، وأداء تقنية الاستبدال لمدة ستة أشهر؛ • التقرير النهائي ونشر النتائج، بما في ذلك ورشات عمل، وجولة دراسية للمنشآت القائمة في مصر، وزيارات إلى المنشآت.	اليونيدو	360,000	40,000
4- المشاريع القطاعية (ج) قطاعا تكييف الهواء المتنقل والتبريد وتكييف الهواء	جولة دراسية، وتقييم قبول السوق المحلية وتقييم المخاطر لقطاع تكييف الهواء المتنقل، وجولة دراسية لقطاع التبريد وتكييف الهواء: • جولة دراسية إلى مراكز البحوث والتطوير والمختبرات التي تعمل على تكنولوجيات تكييف الهواء المتنقل ذات القدرة المنخفضة على إحداث الاحترار العالمي، بما في ذلك R-744 وR-290، لتمكين أصحاب المصلحة من الوصول إلى هذه التكنولوجيات واعتمادها في منشآتها التصنيعية. • دراسة استقصائية لقبول السوق المحلية لغازات التبريد الطبيعية في قطاع تكييف الهواء المتنقل، وتقييم للمخاطر بهدف تعزيز الاهتمام ضمن قطاع تكييف الهواء المتنقل بالانتقال مباشرة إلى غازات التبريد الطبيعية، وعقد ورشات عمل لنشر النتائج؛ • جولة دراسية لمراقبة بدائل تكييف الهواء المتنقل ذات القدرة المنخفضة على إحداث الاحترار العالمي، والترويج لاعتمادها، واللوائح التي ساعدت البلدان على الالتزام بأهدافها المتعلقة بالتخفيض التدريجي للمواد الهيدروفلوروكربونية.	اليونيدو	150,000	60,000
4- المشاريع القطاعية (د) قطاع أجهزة الاستنشاق بالجرعات المقننة	جولة دراسية لقطاع أجهزة الاستنشاق بالجرعات المقننة ومشروع بحوث: • جولة دراسية إلى مراكز البحوث والتطوير والمختبرات المتخصصة في تكنولوجيات الدفع ذات القدرة المنخفضة على إحداث الاحترار العالمي، بما في ذلك HFO-1234ze(E) وR-290، لتزويد أصحاب المصلحة بإمكانية الوصول إلى أحدث الابتكارات الملائمة للدمج في تصنيع أجهزة الاستنشاق بالجرعات المقننة؛ • بناء نموذج أولي قائم على هذه التكنولوجيات وإجراء اختبارات ميدانية، وإجراء دراسة جدوى في السوق تتناول عوائق طرحها والفوائد البيئية، وورشة عمل لنشر النتائج.	اليونيدو	160,000	60,000
4- المشاريع القطاعية (هـ) قطاع مكافحة الحرائق	المساعدة الفنية ورصد استخدام المواد الهيدروفلوروكربونية كعوامل إطفاء حرائق: • إعداد جرد للمؤسسات التي تستورد وتبيع وتستخدم وتركب وتعيد تعبئة معدات مكافحة الحرائق وأنظمة الفيضانات المعتمدة على المواد الهيدروفلوروكربونية؛ • ترويج وتطوير/طباعة كتيب حول أفضل الممارسات في صيانة وإعادة شحن أجهزة إطفاء الحريق المحمولة؛ • تنسيق مجموعة عمل لتطوير القدرات الفنية المتعلقة برموز الجمارك لمراقبة تجارة الأسطوانات المستخدمة في قطاع مكافحة الحرائق؛ • تنظيم جولتين دراسيتين لممثلي الصناعة إلى منظمات ذات خبرة في أجهزة إطفاء الحريق الخالية من الهيدروفلوروكربون؛ • عرض تطبيقات وتقييمات لزمن الاستجابة والحد من الأضرار؛ • إنشاء مركز تدريب واختبار يتوافق مع المعايير الدولية للحماية من الحرائق	اليونديبي	520,000	162,000

[36] تستفيد تكنولوجيات التبريد في أعماق البحار من درجات الحرارة الباردة الطبيعية الموجودة في المياه العميقة لتوفير التبريد للمباني والعمليات الصناعية. يمكن لهذه الطريقة أن تقلل بشكل كبير من استهلاك الطاقة وانبعاثات غازات الاحتباس الحراري مقارنة بأنظمة تكييف الهواء التقليدية.

المكون	النشاط	الوكالة	التكلفة (دولار أمريكي)	
			المرحلة	الشريحة الأولى
	والتعامل الآمن مع الغازات المفلورة واستردادها، ويمكن اعتماده من قبل مؤسسة تأهيل مهني؛ • إعداد مواد إعلامية للمطبقين والمستخدمين.			
4- المشاريع القطاعية (و) قطاع تبريد النقل	المساعدة الفنية للقطاع الفرعي لتبريد النقل: • تحديد جميع أصحاب المصلحة في هذا القطاع الفرعي، واتجاهات استخدام التكنولوجيات والتطبيقات (شاحنات الحاويات، والشاحنات الصغيرة، والثلاجات، أو التبريد البحري)، ومدى الاستعداد للتكنولوجيات البديلة؛ وتقييم قدرات خدمة ما بعد البيع؛ • تنظيم ورشات عمل للمؤسسات الصغيرة والمتوسطة والقائمين على التركيب حول التكنولوجيات الجديدة، والحد من التسرب من خلال التصميم والأدوات المناسبة؛ • تقديم المساعدة الفنية من خلال زيارات فردية مُرتَّبة مع أصحاب المصلحة.	اليونيدو	255,000	102,000
المجموع الفرعي للمشاريع القطاعية		اليونيدو	*1,325,000*	*377,000*
		اليوئنديبي	*520,000*	*162,000*
إجمالي أنشطة قطاع الخدمة *			**7,428,000**	**2,418,700**
المجموع الفرعي لليونيدو			**6,000,000**	**1,900,000**
المجموع الفرعي لليوئنديبي			**1,428,000**	**518,700**

* باستثناء رصد المشروع الذي تناولته الفقرة 96 والموضح في الجدول 27 أدناه.

تنفيذ المشروع وتنسيقه ورصده

96. ستُنفَّذ أنشطة رصد المشروع وتنفيذه من خلال وحدة الأوزون الوطنية التي ستكون مسؤولة عن جمع البيانات ورصدها وإعداد التقارير، في حين ستضطلع وحدة إدارة المشروع بالمسؤولية عن تنفيذ المشروع ودعم وحدة الأوزون الوطنية. وستنسق اليونديبي مع وحدة الأوزون الوطنية ووحدة إدارة المشروع بشأن مشاريع الاستثمار في قطاع الرغاوى وأنشطتها غير الاستثمارية، بينما ستنسق اليونيدو رصد وتنفيذ مشاريع الاستثمار في قطاعات التبريد وتكييف الهواء وأنشطتها غير الاستثمارية، كما هو موضح في الجدول 26 أعلاه. وترد تكلفة الرصد والتنفيذ في الأنشطة الاستثمارية وغير الاستثمارية في الجدول 27 أدناه.

التكلفة الإجمالية للمرحلة الأولى من خطة تنفيذ كيغالي للمواد الهيدروفلوروكربونية

97. تم اقتراح الميزانية الإجمالية للمرحلة الأولى بمبلغ 27,866,395 دولارا أمريكيا. وتم اقتراح تكاليف الأنشطة في قطاع خدمة أجهزة التبريد بمبلغ 7,428,000 دولار أمريكي، وفقا للمقرر 37/92. ويوجز الجدول 27 المكونات المقترحة وتكلفة المرحلة الأولى من خطة تنفيذ كيغالي للمواد الهيدروفلوروكربونية.

الجدول 27. التكلفة المقترحة للأنشطة التي سيتم تنفيذها في المرحلة الأولى من خطة تنفيذ كيغالي للمواد الهيدروفلوروكربونية لمصر (بالدولار الأمريكي).

القطاع	المواد	الإزالة		التمويل المطلوب (دولار أمريكي)	فعالية الكلفة (دولار أمريكي/كغم)	الوكالة
		طن متري	أطنان مكافئ ثاني أكسيد الكربون			
رغاوى البوليوريثان	الهيدروفلوروكربون-mfc365/الهيدروفلوروكربون-fa245، الهيدروفلوروكربون-fa245 في البوليولات السابقة الخلط	131.95	138,905	1,560,431	11.83	اليونديبي
رغاوى البوليسترين المسحوبة بالضغط	الهيدروفلوروكربون-152	386.67	47,947	2,195,211	5.68	اليونديبي
المجموع الفرعي لمشروع الاستثمار في قطاعات الرغاوى		*518.62*	*186,852*	*3,755,642*	*7.24*	*اليونديبي*
المجموع الفرعي لإدارة مشروع الاستثمار في الرغاوى		*غير منطبق*	*غير منطبق*	*375,564*	*غير منطبق*	*اليونديبي*
التبريد المنزلي	الهيدروفلوروكربون-134أ	365.82	523,124	9,215,527	25.19	اليونيدو
التبريد التجاري	الهيدروفلوروكربون-134أ , R-404A, R-407A	67.92	95,688	1,366,823	20.12	اليونيدو
تكييف الهواء السكني	R-410A	179.70	375,114	3,722,407	20.72	اليونيدو
مشروع الاستثمار الفرعي في قطاع تصنيع التبريد وتكييف الهواء		*613.44*	*993,926*	*14,304,757*	*23.32*	*اليونيدو*
المجموع الفرعي لإدارة المشروع لمشروع استثمار التبريد وتكييف الهواء		غير منطبق	غير منطبق	1,430,476	غير منطبق	اليونيدو
قطاع الخدمة	غير منطبق	1,456.47	3,068,017	6,000,000	5.10	اليونيدو
				1,428,000		اليوئنديبي
إدارة المشروع لقطاع الخدمة	غير منطبق	غير منطبق	غير منطبق	462,000	غير منطبق	اليونيدو
				109,956		اليوئنديبي
المجموع الكلي	**غير منطبق**	**2,558.53**	**4,248,795**	**27,866,395**	**10.77**	**غير منطبق**

خطة تنفيذ الشريحة الأولى

98. قُدِّمت الشريحة التمويلية الأولى للمرحلة الأولى من خطة تنفيذ كيغالي للمواد الهيدروفلوروكربونية بمبلغ إجمالي قدره 17,392,844 دولارا أمريكيا (بما في ذلك 2,418,700 دولار أمريكي لأنشطة قطاع الخدمة كما هو موضح في الجدول 26 أعلاه)، على أن تُنفَّذ في الفترة ما بين يونيو/حزيران 2025 وديسمبر/كانون الأول 2027. وترد معلومات مفصلة عن الأنشطة التي ستُنفَّذ في إطار الشريحة الأولى، بما في ذلك التعديلات ومستوى الأموال المتفق عليها، في الفقرة 145 أدناه وفي المرفق الثاني لهذه الوثيقة.

تعليقات وتوصية الأمانة

خامسا- التعليقات

الاستراتيجية الشاملة

99. تماشيا مع المقرر 44/92، أعربت حكومة مصر عن التزامها القوي بدعم خفض استهلاك الهيدروفلوروكربون قبل حلول موعد تحقيق أهداف بروتوكول مونتريال.[37]

[37] وفقا للخطاب المؤرخ 22 يناير/ كانون الثاني 2025 المرسل من وزارة البيئة المصرية إلى اليونيدو.

100. وفي عام 2023، خفّض البنك المركزي المصري قيمة الجنيه المصري، مما أدى إلى فقدانه ما يقارب 40 في المائة من قيمته مقابل الدولار الأمريكي، مما حدّ بدوره من واردات المواد الهيدروفلوروكربونية مقارنة بالطلب المتزايد في السوق. وفي عام 2024، ارتفع الاستهلاك بنسبة 16 في المائة بأطنان مكافئ ثاني أكسيد الكربون، مدفوعا جزئيا بالتعافي من تخفيض قيمة العملة في عام 2023. وعلى الرغم من هذه الزيادة، ظل الاستهلاك في عام 2024 أقل بنسبة 10.7 في المائة من خط الأساس للمواد الهيدروفلوروكربونية في البلاد.

أهلية المواد الهيدروفلوروكربونية المُستخدمة في البوليولات السابقة الخلط المستوردة

101. تُعدّ مصر أول بلد يدرج في خطة تنفيذ كيغالي للمواد الهيدروفلوروكربونية الخاصة به مشروعا لإزالة استخدام كل من المواد الهيدروفلوروكربونية النقية والمتضمنة في البوليولات السابقة الخلط.[38] ولتحقيق الإزالة المستدامة من استهلاك النوع الأول، يجب أن تكون البلاد قادرة أيضا على معالجة مسألة النوع الثاني. وتدرس اللجنة التنفيذية، في اجتماعها الحالي، في إطار البند 10(ج) من جدول الأعمال، تحليلا إضافيا لمسألة المواد الهيدروفلوروكربونية المتضمنة في البوليولات السابقة الخلط المستوردة في قطاع رغاوى البوليوريثان في بلدان المادة 5 (المقرر 88/95(ب)). ورغم أن اللجنة التنفيذية لم تقرر بعد ما إذا كانت ستمول إزالة المواد الهيدروفلوروكربونية المتضمنة في البوليولات السابقة الخلط المستوردة، فقد استعرضت الأمانة مشروع تصنيع رغاوى البوليوريثان في مصر وفقا للنهج الذي اقترحته الأمانة في الوثيقة UNEP/OzL.Pro/ExCom/96/59. وتحديدا، حُددت التكاليف المؤهلة بناء على استهلاك المواد الهيدروفلوروكربونية المباعة محليا لاستخدامها من قِبل مؤسسات رغاوى البوليوريثان في الفترة من عام 2022 إلى عام 2024. وأكّدت الأمانة، في مناقشاتها مع اليونيدو واليوئنديبي، أن توصيتها بشأن إدراج مشروع تحويل تصنيع رغاوى البوليوريثان مرهون بمقرر قد تتخذه اللجنة التنفيذية في إطار البند 10(ج) من جدول الأعمال.

102. وتُشير الأمانة إلى أن مقترح المرحلة الأولى لمصر تضمّن كمية ونوع المواد الهيدروفلوروكربونية المستوردة في البوليولات السابقة الخلط للأعوام من 2022 إلى 2024؛ وقائمة بـ 32 مؤسسة لرغاوى البوليوريثان تم تأسيسها قبل 1 يناير/كانون الثاني 2020 واستخدمت أنظمة البوليولات المستوردة، بما في ذلك كمية ونوع المواد الهيدروفلوروكربونية المتضمنة فيها؛ وخطة للإزالة الكاملة لاستخدام المواد الهيدروفلوروكربونية الموجودة في البوليولات السابقة الخلط المستوردة؛ والتزاما من البلد بوضع لوائح أو سياسات تحظر استيراد واستخدام المواد الهيدروفلوروكربونية، سواء النقية أو المتضمنة في البوليولات السابقة الخلط، في قطاع رغاوى البوليوريثان، وذلك بحلول موعد تحويل آخر مصنع لتصنيع الرغاوى إلى تكنولوجيا خالية من المواد الهيدروفلوروكربونية. إضافة إلى ذلك، تُشير الأمانة إلى أن إعطاء البلاد الأولوية لقطاع تصنيع رغاوى البوليوريثان يتماشى مع المقرر 86/95(ز)، وأن المؤسسات المشاركة في المشروع ستتحول حصريا إلى بدائل ذات قدرة منخفضة على إحداث الاحترار العالمي.

[38] في السابق، قررت اللجنة التنفيذية أن المشاريع الرامية إلى إزالة المواد الهيدروفلوروكربونية المتضمنة في البوليولات السابقة الخلط المستوردة في قطاع رغاوى البوليوريثان ستخضع لقرار تتخذه اللجنة بشأن ما إذا كانت ستمول إزالة المواد الهيدروفلوروكربونية المتضمنة في البوليولات السابقة الخلط المستوردة.

الإطار المؤسسي والسياسي والتنظيمي

نظام *منح تراخيص وحصص المواد الهيدروفلوروكربونية*

103. تماشيا مع المقرر 50/87(ز)، أكدت اليونيدو أن مصر لديها نظام راسخ وقابل للتنفيذ لمنح تراخيص وحصص لرصد واردات/صادرات الهيدروفلوروكربون. وحُددت الحصص لعام 2025 عند مستوى خط الأساس بمقدار 19,290,350 طنا من أطنان مكافئ ثاني أكسيد الكربون. وتُخصص الحصص للمستوردين بناء على استهلاك السنوات السابقة، مع تخصيص 10 في المائة من الحصة الوطنية للمستوردين الجدد.

المسائل التقنية والمتعلقة بالتكلفة

قطاع تصنيع رغاوى البوليوريثان

104. أوضحت اليونديبي، في معرض توضيحها للفرق بين استخدام المواد الهيدروفلوروكربونية المُبلّغ عنها من قبل مؤسسات تصنيع رغاوى البوليوريثان وتلك المقدمة بموجب تقرير البرنامج القطري، أن المؤسسات ربما تكون قد أدرجت، عن غير قصد، مثبطات اللهب ومواد مضافة أخرى في استخدامها المُبلّغ عنه. وبناء على ذلك، اتُّفق على تقييم المشروع وتكاليفه باستخدام بيانات تقرير البرنامج القطري للاستخدام القطاعي، بما يتماشى مع المقررين 18/34 و16/41، وعلى النحو الموضح في الجدول 28 أدناه.

الجدول 28. استهلاك المواد الهيدروفلوروكربونية النقية والمتضمنة في البوليولات السابقة الخلط المستوردة في قطاع تصنيع رغاوى البوليوريثان*

الهيدروفلوروكربون	2020	2021	2022	2023	2024	متوسط الفترة 2024-2022
الهيدروفلوروكربون-ea227	4.55	4.94	5.20	5.16	0.00	3.45
الهيدروفلوروكربون-fa245	22.53	67.62	115.61	64.00	116.50	98.70
الهيدروفلوروكربونmfc365	30.45	33.06	34.80	0.00	33.00	22.60
الهيدروفلوروكربون-fa245 في البوليولات السابقة الخلط المستوردة	21.42	23.78	31.86	27.37	29.00	29.41
الهيدروفلوروكربون-mfc365 في البوليولات السابقة الخلط المستوردة	0.00	0.00	0.00	0.00	21.00	7.00
مجموع القطاع	**78.95**	**129.40**	**187.47**	**96.53**	**199.50**	**161.17**

*كما ورد في تقارير البرنامج القطري للبلاد

105. وفيما يتعلق بمشروع تحويل خط إنتاج رغاوى البوليوريثان لسخانات المياه في مؤسسة العربي، أشارت الأمانة إلى أنه نتيجة خطأ غير مقصود، تم حساب التكاليف التشغيلية الإضافية المطلوبة لكل كيلوجرام من نظام رغاوى البوليوريثان بدلا من حسابها لكل كيلوجرام من عامل النفخ. ويؤدي تصحيح هذا الحساب إلى تحقيق وفورات إجمالية في تنفيذ التحويل نظرا لأن سعر السيكلوبنتان أقل (3 دولارات أمريكية/كغم) مقارنة بسعر خليط الهيدروفلوروكربون-mfc365/الهيدروفلوروكربون-ea227 (12 دولارا أمريكيا/كغم). وبالإضافة إلى ذلك، أشارت الأمانة إلى أنه يمكن الاستمرار في استخدام آلتي الرغاوى بالضغط العالي التابعتين للمؤسسة مع السيكلوبنتان، مع أن التغليف سيكون مطلوبا للقيام بذلك بصورة آمنة.

106. وعلى الرغم من إمكانية تحقيق وفورات على المدى الطويل إذا تحولت المؤسسة من استخدام الهيدروفلوروكربون-mfc365/الهيدروفلوروكربون-ea227 إلى السيكلوبنتان، إلا أنها اختارت حتى الآن عدم القيام بذلك. وهناك حاجة إلى بعض الاستثمارات لتمكين المؤسسة من التحول إلى السيكلوبنتان، وهو عامل نفخ قابل للاشتعال. ولذلك، رأت الأمانة أنه سيكون من المفيد تقديم المساعدة لتمكين المؤسسة من التحول في الوقت المناسب، الأمر الذي سيمكّن بدوره الحكومة من تطبيق حظر على استيراد الهيدروفلوروكربون-mfc365 والهيدروفلوروكربون-fa245 النقي والمتضمن في البوليولات السابقة الخلط المستوردة بحلول 1 يناير/كانون الثاني 2028. وبناء على ذلك، وبشكل استثنائي، ودون أن يشكّل ذلك سابقة، تم الاتفاق على عدم النظر في الوفورات التشغيلية الإضافية وعلى أن توصي الأمانة بمبلغ إجمالي قدره 101,420 دولارا أمريكيا لتمكين المؤسسة من التحول إلى السيكلوبنتان، وذلك بناء على ما يلي: 10,000 دولار أمريكي للمساعدة الفنية والتجارب والتكليف، مع الإشارة إلى أن المؤسسة تلقت بالفعل مساعدة بموجب خطة إدارة إزالة المواد الهيدروكلوروفلوروكربونية للتحول إلى السيكلوبنتان في تصنيع رغاوى البوليوريثان للثلاجات المنزلية؛ 30,200 دولار أمريكي لتغليف آلات الرغاوى، وخزان تخزين السيكلوبنتان والأنابيب؛ و25,000 دولار أمريكي للتهوية ونظام استشعار الغاز؛ و17,000 دولار أمريكي للتعديلات الكهربائية؛ و10,000 دولار أمريكي لتدقيق السلامة؛ و10 في المائة للطوارئ (9,220 دولارا أمريكيا) على هذه التكاليف. وسيؤدي تحويل مؤسسة العربي، بناء على متوسط الاستهلاك للفترة 2022-2024، إلى إزالة 22.60 طن متري من الهيدروفلوروكربون-mfc365، و3.45 طن متري من الهيدروفلوروكربون-ea227، و7 أطنان مترية من الهيدروفلوروكربون-mfc365 المتضمن في البوليولات سابقة الخلط المستوردة.

107. وفيما يتعلق بمشروع تحويل 31 مؤسسة صغيرة ومتوسطة تستهلك الهيدروفلوروكربون-fa245 النقي والمتضمن في بوليولات سابقة الخلط، أشارت الأمانة إلى أن سعر الهيدروفلوروكربون-fa245 يبلغ 10 دولارات أمريكية/كغم، وسعر مادة HFO-1233zd يبلغ 17 دولارا أمريكيا/كغم، وسعر فورمات الميثيل يبلغ 6 دولارات أمريكية/كغم. وإذا تحولت المؤسسات الصغيرة والمتوسطة إلى استخدام فورمات الميثيل، فستحقق وفورات تشغيلية إضافية، في حين أنها إذا قررت التحول إلى مادة HFO-1233zd، فستكون هناك تكاليف تشغيلية إضافية. وترى الأمانة أن المؤسسات الصغيرة والمتوسطة ستستفيد من المساعدة لتمكينها من التحول إلى بدائل ذات قدرة منخفضة على إحداث الاحترار العالمي. وبناء على ذلك، وبشكل استثنائي، ودون أن يشكّل ذلك سابقة، وبالإشارة إلى أن مراكز الأنظمة المؤهلة في مصر قد حصلت بالفعل على مساعدة بموجب خطة إدارة إزالة المواد الهيدروكلوروفلوروكربونية لتمكينها من تزويد المستخدمين النهائيين بأنظمة ذات قدرة منخفضة على إحداث الاحترار العالمي، تم الاتفاق على أن توصي الأمانة بما يلي:

(أ) 124,000 دولار أمريكي لمراكز الأنظمة لمساعدة 31 مؤسسة صغيرة ومتوسطة في المراحل النهائية، على أساس 1,000 دولار أمريكي و3,000 دولار أمريكي لكل مستخدم في المراحل النهائية لإدارة المشاريع والتجارب والاختبار والتدريب، على التوالي؛

(ب) 192,169 دولارا أمريكيا للتكاليف التشغيلية الإضافية للمؤسسات الصغيرة والمتوسطة، على أساس متوسط واردات الفترة 2022-2024 من الهيدروفلوروكربون-fa245 النقي والمتضمن في البوليولات سابقة المزج (128.11 طن متري)، وبشكل استثنائي، ودون أن يشكّل ذلك سابقة، بالاستناد إلى سعر مركب HFO-1233zd، مع الإشارة إلى أنه خلال التنفيذ، ستتمتع المؤسسات الصغيرة والمتوسطة بالمرونة في اختيار عامل النفخ الأنسب ذي القدرة المنخفضة على إحداث الاحترار العالمي لاستخدامه.

108. وبناء على ذلك، تصل التكلفة الإجمالية المتفق عليها لتحويل 31 مؤسسة صغيرة ومتوسطة إلى فورمات الميثيل أو HFO-1233zd إلى 316,169 دولارا أمريكيا، وستؤدي إلى إزالة 98.70 طنا متريا من الهيدروفلوروكربون-fa245 (101,663 طن من مكافئ ثاني أكسيد الكربون) و29,41 طنا متريا من الهيدروفلوروكربون-fa245 المتضمن في البوليولات السابقة الخلط المستوردة (30,292 طن من مكافئ ثاني أكسيد الكربون). وأكدت اليونديبي عدم حصول أي من المؤسسات الصغيرة والمتوسطة على مساعدة في إطار خطة إدارة إزالة المواد الهيدروكلوروفلوروكربونية. وإذا تبين أثناء التنفيذ عدم أهلية أي من المؤسسات الصغيرة والمتوسطة، فسيتم إبلاغ اللجنة التنفيذية بذلك وفقا للفقرة 7(ج) من مسودة اتفاق المرحلة الأولى من خطة تنفيذ كيغالي للمواد الهيدروفلوروكربونية، وسيُعاد التمويل المرتبط بتحويلها إلى الصندوق متعدد الأطراف، وفقا للفقرة 7(د) من مسودة الاتفاق.

109. ولضمان استدامة الإزالة، ستُطبّق الحكومة، بحلول 1 يناير/كانون الثاني 2028، حظرا على استيراد مادتي الهيدروفلوروكربون-fa245 والهيدروفلوروكربون-mfc365، النقيتين والمتضمنتين في البوليولات سابقة الخلط، وستحظر استخدام المواد الهيدروفلوروكربونية في تصنيع رغاوى البوليوريثان. ولن يُحظر استخدام الهيدروفلوروكربون-ea227، وهو ليس عامل نفخ رغاوى، ويُضاف إلى الهيدروفلوروكربون-mfc365 لتقليل قابلية الاشتعال، حيث سيستمر استخدامه في قطاع مكافحة الحرائق.

قطاع تصنيع رغاوى البوليسترين المسحوبة بالضغط

110. على الرغم من أن قطاع تصنيع رغاوى البوليسترين المسحوبة بالضغط لن يُسهم إلا بجزء ضئيل في الإزالة المطلوب تحقيقها، إلا أن إدراجه في المرحلة الأولى من خطة تنفيذ كيغالي للمواد الهيدروفلوروكربونية يتماشى مع المرونة المُمنوحة لبلدان المادة 5 في المقرر 86/95(ز) والفقرة 13 من المقرر28/2، اللذين نصا على أن بلدان المادة 5 ستتمتع بالمرونة في تحديد أولويات المواد الهيدروفلوروكربونية، وتحديد القطاعات، واختيار التكنولوجيات والبدائل، ووضع وتنفيذ استراتيجياتها للوفاء بالالتزامات المتعلقة بالمواد الهيدروفلوروكربونية المتفق عليها، وذلك بناء على احتياجاتها الخاصة وظروفها الوطنية، باتباع نهج موجه وطنيا.

111. وعند استعراض المعدات الأساسية لكل مؤسسة، لاحظت الأمانة أنه ليس من الضروري إجراء تعديل تحديثي على جهاز السحب بالضغط الخاص بمؤسسة العالمية نظرا لتوافقه مع ثاني أكسيد الكربون وثنائي ميثيل الإيثير؛ وأن جهاز السحب بالضغط الخاص بشركة مصر للرغاوى يعود تاريخه إلى عام 2005، ومن المرجح أنه يقترب من نهاية عمره الإنتاجي. وبغية فهم تكلفة إجراء تعديل تحديثي على جهاز السحب بالضغط بشكل أفضل، طلبت الأمانة عرض أسعار من مورد خطوط تصنيع رغاوى البوليسترين المسحوبة بالضغط. ويبلغ سعر الشحن على متن السفينة لخط جديد كليا ومتوافق مع ثاني أكسيد الكربون وثنائي ميثيل الإيثير لتصنيع رغاوى البوليسترين المسحوبة بالضغط 569,500 دولار أمريكي، ويشمل ذلك نظام تلقيم وخلط أوتوماتيكي؛ وجهاز رئيسي للسحب بالضغط مزود بمبادل شبكي هيدروليكي؛ ونظام قياس عامل النفخ؛ وجهاز ثانوي للسحب بالضغط أحادي اللولب مع خلاط ثابت؛ وقوالب شقوق مزودة بوحدة تحكم في درجة الحرارة؛ ومعايرة لوحة تحكم ونظام سحب أولي؛ ورف تبريد وآلة تشذيب؛ ونظام سحب ثان؛ ونظام إلكتروني للقطع الطولي؛ وبكرة قيادة؛ وجهاز دفع أفقي وجهاز تشذيب للحواف؛ ونظام تحكم. ويبلغ سعر الجهاز الرئيسي للسحب بالضغط ونظام قياس عامل النفخ والجهاز الثانوي للسحب بالضغط أحادي اللولب 238,000

دولار أمريكي. بالإضافة إلى ذلك، أشارت الأمانة إلى أن الهيدروفلوروكربون-152أ قابل للاشتعال، وأن المنشآت لديها بالفعل نظام عادم وتهوية للعمل بأمان.

112. وبناء على التعديلات المذكورة أعلاه لجهاز السحب بالضغط في مؤسسة العالمية ونظام العادم والتهوية لكل مؤسسة؛ تشمل التكاليف المتفق عليها في الطلب الأصلي (لكل مؤسسة حوض ثنائي ميثيل الإيثير، ومضخة عامل النفخ، والسباكة (165,000 دولار أمريكي)؛ ونظام استشعار الغاز (30,000 دولار أمريكي)، وتدقيق السلامة (15,000 دولار أمريكي))، و50,000 دولار أمريكي لكل مؤسسة لأغراض المساعدة الفنية والتجارب، وبالإضافة إلى ذلك، ووفقا للمقرر 25/18، تم تخصيص 50 في المائة من التمويل المطلوب لإجراء تعديل تحديثي على جهاز السحب بالضغط في شركة مصر للرغاوى (أي 258,000 دولار أمريكي)؛ و10 في المائة للطوارئ السعرية، مما أدى إلى الاتفاق على تكاليف رأس مال إضافية بقيمة 286,000 دولار أمريكي و569,800 دولار أمريكي لمؤسسة العالمية وشركة مصر للرغاوى على التوالي.

113. يُحقق سعر الهيدروفلوروكربون-152أ (3.23 دولار أمريكي/كغم)، وثاني أكسيد الكربون (3.83 دولار أمريكي/كغم)، وثنائي ميثيل الإيثير (2.00 دولار أمريكي/كغم)، ومزيج عامل النفخ المكون من ثاني أكسيد الكربون بمقدار الثلثين وثنائي ميثيل الإيثير بمقدار الثلث، وفورات تشغيلية إضافية قدرها 0.01 دولار أمريكي/كغم. واستنادا إلى استهلاك عام 2023، يُحقق ذلك وفورات تشغيلية إضافية قدرها 1,599 دولارا أمريكيا و1,182 دولارا أمريكيا لمؤسسة العالمية وشركة مصر للرغاوى، على التوالي.

114. وتُعدّ واردات الهيدروفلوروكربون-152أ في الفترة 2020-2024 أكبر بكثير من الاستهلاك الذي أبلغت عنه المؤسستان. وأكدت اليوئنديبي عدم وجود مؤسسات أخرى لتصنيع رغاوى البوليسترين المسحوبة بالضغط تستهلك الهيدروفلوروكربون-152أ في البلاد، كما أن الهيدروفلوروكربون-152أ لا يستخدم في صناعة الزجاج أو في قطاع الأيروسول. وبناء على ذلك، ستحظر الحكومة استيراد الهيدروفلوروكربون-152أ بحلول 1 يناير/كانون الثاني 2028 لضمان استدامة عملية التحويل.

115. وبناء على ما سبق، ومع مراعاة الوفورات التشغيلية الضئيلة، يبلغ إجمالي التكاليف الإضافية المتفق عليها لتحويل مصنع مؤسسة العالمية 284,402 دولار أمريكي لإزالة 115 طنا متريا من الهيدروفلوروكربون-152أ، ولشركة مصر للرغاوى 568,619 دولارا أمريكيا لإزالة 85 طنا متريا من الهيدروفلوروكربون-152أ. وبلغت واردات الهيدروفلوروكربون-152أ في عام 2023 ما مقداره 227 طنا متريا. وبناء على ذلك، سيتم خصم الكمية المتبقية، والبالغة 27 طنا متريا، من الهيدروفلوروكربون-152أ من الاستهلاك المتبقي للبلاد والمؤهل للتمويل.

قطاع تصنيع أجهزة التبريد المنزلية

116. وفيما يتعلق بالتكاليف التشغيلية الإضافية المقترحة للمؤسسات المصنعة، أشارت الأمانة إلى أنه من شأن السعر الأدنى لغاز R-600a (4.74 دولار أمريكي/كغم) مقارنة بسعر الهيدروفلوروكربون-134أ (6.43 دولار أمريكي/كغم) الذي أبلغت عنه البلاد، وانخفاض شحنة غاز التبريد عند التحويل من الهيدروفلوروكربون-134أ إلى غاز R-600a، أن يحقق وفورات. وبالإضافة إلى ذلك، تشير معلومات من خبراء الصناعة إلى أن التصنيع العالمي للضواغط المعتمدة على غاز R-600a للثلاجات المنزلية يفوق تصنيع الضواغط المعتمدة على الهيدروفلوروكربون-

134أ، وأن أسعار هذه الضواغط أقل عموما، غير أنه قد تكون هناك اختلافات في السعر النسبي لنوعي الضواغط بناء على سلسلة التوريد المحلية وعوامل أخرى. يوجد مصنع محلي للضواغط في البلاد لديه القدرة على خدمة جزء من صناعة تصنيع أجهزة التبريد المنزلية المحلية،[39] وقد يكون قادرا على توفير ضواغط تعمل على الهيدروفلوروكربون-134أ بسعر تنافسي مقارنة بضواغط الهواء المستوردة المعتمدة على غاز R-600a. وعلاوة على ذلك، قد يتطلب إنشاء سلسلة توريد للضواغط المعتمدة على غاز R-600a بعض الوقت، مما قد يؤدي إلى تكاليف أعلى في البداية مقارنة بتكاليف الضواغط المعتمدة على الهيدروفلوروكربون-134أ. وبناء على ذلك، وبالنظر إلى تكلفة التعديلات المتعلقة بالسلامة اللازمة للتحويل إلى غاز R-600a، تم الاتفاق على اعتبار أن قيمة التكاليف التشغيلية الإضافية تعادل الصفر.

117. وأجرت الأمانة واليونيدو مناقشات مفصلة حول تكاليف رأس المال الإضافية لتحويل خمس مؤسسات مصنعة كبيرة الحجم، مما أسفر عن التعديلات المتفق عليها التالية:

(أ) على النحو المقدم، تصور المقترح استخدام أسطوانات لتخزين غاز R-600a في منطقة الشحن، على أن يقوم الموظفون بتبديلها حسب الحاجة. ونظرا لقدرة خطوط التصنيع، وكمية غاز R-600a المطلوبة، والمخاطر المحتملة المرتبطة بتبديل الأسطوانات المليئة بغاز R-600a، اقترحت الأمانة استخدام خزان متوافق مع مواصفات المنظمة الدولية لتوحيد المقاييس مع الأنابيب والمضخة وميزات السلامة المرتبطة به بتكلفة 130,000 دولار أمريكي لكل مؤسسة؛ باستثناء مؤسسة فريش التي أُوصي باستخدام خزانين متوافقين مع مواصفات المنظمة الدولية لتوحيد المقاييس وأنابيب وميزات السلامة المرتبطة بها نظرا لارتفاع قدرتها التصنيعية؛

(ب) نظرا لارتفاع استهلاك مؤسسة فريش بشكل ملحوظ، وتصنيعها لعدد أكبر من النماذج، وامتلاكها مصنعين بستة خطوط تصنيع، فقد زاد التمويل المخصص لعمليات تدقيق السلامة والتدريب والنماذج الأولية والاختبار، تبعا لذلك؛

(ج) رُفعت تكلفة جهاز شحن غاز R-600a عالي السعة إلى 72,000 دولار أمريكي، بما يتماشى مع سعر السوق السائد. وعُدِّلت تكاليف أجهزة كشف تسرب الهيدروكربون الصناعية والمحمولة إلى 12,000 دولار أمريكي و1,000 دولار أمريكي للوحدة على التوالي، وآلة اللحام بالموجات فوق الصوتية إلى 25,000 دولار أمريكي للوحدة. وخُفِّضت تكلفة البنية التحتية للسلامة إلى 20,900 دولار أمريكي للخط الواحد، وعُدِّلت تكاليف الطوارئ السعرية لتصبح 10 في المائة من تكلفة المعدات الرأسمالية؛

(د) بالاستناد إلى المعدات الأساسية في المؤسسات، خُفِّض عدد أجهزة اللحام بالموجات فوق الصوتية لمؤسسة فريش إلى خمسة أجهزة؛ واستُبعدت أجهزة كشف التسرب الصناعية لمؤسستي فريش ويونيون إير نظرا لأن المعدات الأساسية كانت قادرة بالفعل على كشف غاز R-600a؛ وتم إلغاء التمويل لنظام الكشف عن تسرب الهيليوم لمؤسسة ألاسكا وأجهزة الكشف عن تسرب الهيدروكربون لمؤسستي فريش

[39] نظرت اللجنة التنفيذية في مشروع تحويل مُصنِّع الضواغط من استخدام الهيدروفلوروكربون-134أ إلى غاز R-600a، لكنها لم تُوافق عليه في اجتماعها السابع والثمانين. ومن المتوقع تقديم مشروع لتحسين كفاءة استخدام الطاقة في الضواغط التي تُصنِّعها المؤسسة في سياق التخفيض التدريجي للمواد الهيدروفلوروكربونية إلى اجتماعها السابع والتسعين أو الثامن والتسعين، عملا بالمقرر 87/95.

ويونيون إير نظرا لامتلاكهما بالفعل لمثل هذه المعدات؛ وتم استبعاد تكلفة قطع الغيار لأنها تعتبر نفقات تشغيلية مستمرة منتظمة للمؤسسات.

118. واستنادا إلى التعديلات المذكورة أعلاه، وبما يتماشى مع عتبة فعالية التكلفة المحددة في المقرر 86/95(أ)، فإن التكلفة الإضافية المتفق عليها لتحويل المؤسسات المصنعة للثلاجات المنزلية الخمس الكبيرة الحجم تبلغ 4,157,495 دولارا أميركيا، كما هو ملخص في الجدول 29 أدناه.

الجدول 29. الاستهلاك لعام 2023 والتكاليف الإضافية المتفق عليها لخمس مؤسسات مصنعة للثلاجات المنزلية كبيرة الحجم

التفاصيل	إلكتروستار	ألاسكا	كريازي	فريش	يونيون إير	المجموع
الاستهلاك (طن متري)	48.96	49.00	*49.97	158.50	11.00	**317.43**
التكلفة المتفق عليها (دولار أمريكي)	673,703	674,240	687,601	1,970,536	151,415	4,157,494

* تم تصحيح استهلاك المؤسسة أثناء عملية استعراض المشروع.

119. كما أجرت الأمانة واليونيدو مناقشات مفصلة حول تحويل مؤسسة العربي، وهي مؤسسة ذات ملكية محلية بالكامل ولديها خطوط تصنيع ثلاجات منزلية أُنشئت قبل 1 يناير/كانون الثاني 2020، ولم يُطلب تمويل لها. وتمتلك المؤسسة بالفعل المعدات اللازمة لتصنيع ثلاجات منزلية تعمل بغاز R-600a، وبالتالي، فإنها غير مؤهلة للحصول على تكاليف رأس المال. ومع ذلك، وفي عام 2020، كانت 88 في المائة من الثلاجات التي تصنعها المؤسسة تعمل بالهيدروفلوروكربون-134أ وبلغت النسبة 76 في المائة في عام 2023. ورأت الأمانة، بالإشارة إلى أن أكثر من ثلاثة أرباع تصنيع المؤسسة لا يزال يعتمد على الهيدروفلوروكربون-134أ، أنه من المفيد التوصية بمبلغ 50,000 دولار أمريكي للمساعدة الفنية لتمكين المؤسسة من استكمال تحويلها إلى غاز R-600a بما يتماشى مع الجدول الزمني للمؤسسات الأخرى التي تتلقى المساعدة في إطار المشروع، أي 1 يناير/كانون الثاني 2028.

120. وبعد المناقشات، تم الاتفاق على التكلفة الإضافية لتحويل المؤسسات الصغيرة والمتوسطة التي تستهلك ما بين 1.5 طن متري و15 طنا متريا سنويا بمبلغ 78,300 دولار أمريكي لكل مؤسسة بناء على تكلفة إعادة تصميم المنتج وتطوير النموذج الأولي واختباره؛ وتعديل أنظمة إمداد وشحن غازات التبريد؛ وأجهزة كشف تسرب غاز R-600a؛ والبنية التحتية للسلامة وتعديلات خط التجميع؛ والتفتيش والتشغيل والتدريب على السلامة؛ والمساعدة الفنية؛ وإصدار شهادات المنتج؛ والطوارئ السعرية. وبالمثل، تم الاتفاق على التكلفة الإضافية لتحويل المؤسسات التي تستهلك 1.5 طن متري أو أقل سنويا بمبلغ 31,150 دولارا أمريكيا لكل مؤسسة بناء على العناصر المذكورة أعلاه ومع مراعاة أحجام التصنيع الأصغر.

121. وعلى الرغم من أن المؤسسات العاملة في مجال التبريد المنزلي غير مشمولة في تعريف المؤسسات الصغيرة والمتوسطة المنصوص عليه في المقرر 86/95(ج)، فقد اعتبرت الأمانة أن المؤسسات الصغيرة العاملة في تصنيع أجهزة التبريد المنزلي ستواجه قيودا مالية وفنية مماثلة في إزالتها للمواد الهيدروفلوروكربونية التي تواجهها المؤسسات الصغيرة والمتوسطة في تصنيع أجهزة التبريد وتكييف الهواء التجارية. وبناء على ذلك، اقترحت الأمانة استخدام نفس التعريف للمؤسسات الصغيرة والمتوسطة في مجال التبريد المنزلي كما هو محدد في الفقرة (ج) من المقرر 86/95، واستخدام التمويل الإضافي للمؤسسات الصغيرة والمتوسطة المحدد في الفقرتين (د) (ط) و(هـ) من المقرر نفسه كدليل إرشادي. وفيما يتعلق بهذا التمويل الإضافي، أكدت اليونيدو أن المشروع يشمل كافة المؤسسات المتبقية في القطاع،

وأنه من المفهوم أن مصر لن تقدم أية طلبات تمويل أخرى من الصندوق المتعدد الأطراف لأية مؤسسة في قطاع تصنيع أجهزة التبريد المنزلية.

122. ومن بين المؤسسات التسع التي يقل استهلاكها السنوي من المواد الهيدروفلوروكربونية عن 15 طنا متريا، لم تُعتبر مؤسسات الرضوان الدولية، ومينلو، وتريدكو للصناعات الهندسية، وطيبة مؤسسات صغيرة ومتوسطة وفقا للمقرر 86/95(ج) بناء على إجمالي الاستهلاك في المؤسسة أو حجم المعدات المصنعة. وبناء على ذلك، تم الاتفاق على التكلفة الإضافية لتلك المؤسسات على أساس القيمة الأقل بين 78,300 دولار أمريكي، وفعالية التكلفة البالغة 13.76 دولار أمريكي/كغم. وبالنسبة للمؤسسات الصغيرة والمتوسطة التي يزيد استهلاكها عن 1.5 طن متري (مثل أكوارج، وماس إلكتريك، وترست للصناعات الهندسية)، تم الاتفاق على التكلفة الإضافية بناء على القيمة الأقل بين 78,300 دولار أمريكي وفعالية التكلفة البالغة 18.16 دولار أمريكي/كغم، وبالاستناد إلى القيمة الأقل بين 31,150 دولار أمريكي و34.40 دولار أمريكي/كغم للمؤسسات الصغيرة والمتوسطة التي يعادل استهلاكها 1.5 طن متري أو أقل (مثل مؤسسة المؤسسات الهندسية الشرقية ومؤسسة الصعيدي للأجهزة الكهربائية).

123. وبناء على ما سبق، يبلغ إجمالي التمويل المتفق عليه للمشاريع في قطاع التبريد المنزلي 4,552,856 دولارا أمريكيا، كما هو ملخص في الجدول 30 أدناه.

الجدول 30. التمويل المتفق عليه لقطاع تصنيع أجهزة التبريد المنزلي

التفاصيل	العدد	الاستهلاك (طن متري)	التمويل المتفق عليه (دولار أمريكي)	فعالية التلكفة (دولار أمريكي/كغم)
المؤسسات الكبيرة (> 15 طن متري)	5	317.43	4,157,494	13.10
العربي	1	39.30	50,000	1.27
المؤسسات التي يتراوح استهلاكها بين 1.5 و15 طن متري	5	17.38	280,607	16.14
المؤسسات التي يبلغ استهلاكها 1.5 طن متري أو أقل	4	2.85	64,755	22.75
المجموع	**15**	**376.97**	**4,552,856**	**12.08**

قطاع تصنيع أجهزة التبريد التجارية

124. سعت الأمانة إلى تحسين فهمها لما إذا كانت مؤسسة ميراكو تُصنّع أو تُجمّع وحدات التكثيف، وكيفية ضمان استدامة عملية التحويل، حيث كانت ميراكو المؤسسة الوحيدة المصنعة لوحدات التكثيف المشاركة في المشروع، ويمكن للمؤسسات الأخرى الاستمرار في تجميع وتركيب وحدات التكثيف المُستخدمة للمواد الهيدروفلوروكربونية بعد تحويل مؤسسة ميراكو. وبعد نقاش مع اليونيدو، ونظرا للتحديات التي تُواجه ضمان استدامة عملية التحويل، تم الاتفاق على استبعاد تحويل المؤسسة من المشروع.

125. وأجرت الأمانة واليونيدو مناقشات مُفصّلة بشأن تحويل المؤسسات المُصنّعة لمعدات التبريد التجارية المُستقلة. وفي حين يُقارب سعر على الهيدروفلوروكربون-134أ (6.43 دولار أمريكي/كغم) وغاز R-290 (6.40 دولار أمريكي/كغم)، فإن خفض شحنة غاز التبريد سيؤدي إلى وفورات تشغيلية. وفي المقابل، فإن سعر الضواغط المعتمدة على غاز R-290 أعلى من سعر الضواغط المعتمدة على الهيدروفلوروكربون-134أ، مما أدى إلى اتفاق على تكاليف تشغيلية إضافية بقيمة 5.50 دولار أمريكي/كغم، بما يتماشى مع المقرر 86/95(أ).

126. ومن بين المؤسسات الست التي تم تقديمها كمؤسسات صغيرة ومتوسطة والتي يتراوح استهلاكها من المواد الهيدرفلوروكربونية بين 15 طنا متريا و1.5 طن متري سنويا، ووفقا للمقرر 14/23، لا تعتبر مؤسسة إيفرست مؤهلة لأن ملكيتها تعود إلى الإمارات العربية المتحدة. ووفقا للمقرر 96/95(ج)(أ)، لا تعتبر مؤسسة الرضوان من المؤسسات الصغيرة والمتوسطة نظرا لأن إجمالي استهلاكها من الهيدروفلوروكربون يزيد عن 15 طنا متريا. وتم الاتفاق على تكاليف رأس المال الإضافية لمؤسسة الرضوان بمبلغ 82,496 دولارا أمريكيا نظرا للقدرة التصنيعية الأعلى للمؤسسة. وبالنسبة للمؤسسات المتبقية، تم الاتفاق على التكاليف التشغيلية الإضافية بمبلغ 65,120 دولارا أمريكيا لكل مؤسسة بناء على إعادة تصميم المنتج وتطوير النموذج الأولي واختباره؛ وتعديل أنظمة إمداد وشحن غازات التبريد؛ والبنية التحتية للسلامة؛ والمساعدة الفنية؛ التدريب المتعلق بالسلامة؛ وإصدار شهادات المنتج والتحقق من سلامته؛ ونسبة طوارئ سعرية قدرها 10 في المائة. وحُددت التكاليف المتفق عليها لتحويل المؤسسات الست بناء على القيمة الأقل بين تكاليف رأس المال الإضافية والتكاليف التشغيلية الإضافية المتفق عليهما، بالإضافة إلى عتبة فعالية التكلفة المطبقة، والتي تبلغ 16.50 دولار أمريكي/كغم لمؤسسة الرضوان و21.78 دولار أمريكي/كغم لبقية المؤسسات الصغيرة والمتوسطة، ونتج عن ذلك تكاليف متفق عليها قدرها 430,947 دولارا أمريكيا لتحويل المؤسسات الست، على النحو المُلخص في الجدول 31 أدناه.

127. وبالنسبة للمؤسسات الأربع التي يبلغ استهلاكها السنوي من المواد الهيدروفلوروكربونية 1.5 أو أقل، حُددت قيمة تكاليف رأس المال الإضافية بمبلغ 25,300 دولار أمريكي لكل مؤسسة. وحُددت التكاليف المتفق عليها لتحويل كل مؤسسة بناء على القيمة الأقل بين تكاليف رأس المال الإضافية والتكاليف التشغيلية الإضافية المتفق عليها، وعلى عتبة فعالية التكلفة المطبقة. وعلى الرغم من أن اللجنة التنفيذية حددت عتبة فعالية التكلفة للتبريد التجاري التي تشمل معدات التبريد التجارية المستقلة، ولكنها لا تقتصر عليها، فقد لاحظت الأمانة، وأكدت اليونيدو، أن المشروع يشمل جميع المؤسسات المتبقية التي تُصنّع معدات التبريد التجارية المستقلة التي تعتمد على المواد الهيدروفلوروكربونية، وأن حكومة مصر لن تُقدّم أية طلبات تمويل أخرى من الصندوق المتعدد الأطراف لأية مؤسسة تُصنّع هذه المعدات. وبناء على ذلك، اقترحت الأمانة استخدام عتبة فعالية التكلفة الأعلى المنصوص عليها في المقرر 86/95(هـ) للمؤسسات التي تستهلك 1.5 طن متري أو أقل من المواد الهيدروفلوروكربونية. وفي هذا الصدد، أكدت اليونيدو أن مؤسسة دريك استهلكت أكثر من 1.5 طن متري، وبالتالي، فإن العتبة المطبقة عليها هي 21.78 دولار أمريكي/كغم، في حين تبلغ عتبة فعالية التكلفة المطبقة على المؤسسات الثلاث المتبقية 41.25 دولار أمريكي/كغم، وينتج عن ذلك تكاليف متفق عليها قدرها 72,255 دولارا أمريكيا لتحويل المؤسسات الأربع، كما هو ملخص في الجدول 31 أدناه.

128. وبناء على ما سبق، يبلغ إجمالي التمويل المتفق عليه لمشاريع التبريد التجاري 502,202 دولار أمريكي، كما هو مُلخص في الجدول 31 أدناه.

الجدول 31. التمويل المتفق عليه للمؤسسات المصنعة لأجهزة التبريد التجاري

التفاصيل	العدد	الاستهلاك (طن متري)	التمويل المتفق عليه (دولار أمريكي)	فعالية التلكفة (دولار أمريكي/كغم)
المؤسسات التي يتراوح استهلاكها بين 1.5 و15 طن متري	6	*35.46	430,947	12.15
المؤسسات التي يبلغ استهلاكها 1.5 طن متري أو أقل**	4	2.46	71,255	28.97
المجموع	**10**	**37.92**	**502,202**	**13.24**

* يشمل 9.50 طن متري من الهيدروفلوروكربون-134أ في مؤسسة ايفرست، وهي مؤسسة غير مؤهلة.

** يشمل مؤسسة دريك الذي يبلغ استهلاكها 1.55 طن متري.

تصنيع أجهزة تكييف الهواء السكنية

129. أشارت الأمانة إلى التزام الحكومة، بموجب خطة إدارة إزالة المواد الهيدروكلوروفلوروكربونية، من جملة أمور أخرى، بضمان الرقابة الكاملة على معدات تكييف الهواء السكنية المعتمدة على غازي R-410A وR-407C، المستوردة أو المعروضة في السوق المحلية (المقرر 72/84(هـ)(1)ب)، وضمان اعتماد الهيدروفلوروكربون-32 في السوق المحلية (المقرر 72/84(هـ)(1)ب)؛ والتزام المؤسسات الخمس المشاركة في المرحلة الثانية من خطة إدارة إزالة المواد الهيدروكلوروفلوروكربونية، من جملة أمور أخرى، بالمشاركة الفعالة في الجهود الرامية إلى تعزيز قبول السوق لمعدات تكييف الهواء السكنية المعتمدة على التكنولوجيا المتفق عليها (المقرر 72/84(هـ)(4)). وبالإضافة إلى ذلك، استذكرت الأمانة الالتزام الذي تعهدت به في الاجتماع الرابع والتسعين المؤسسات التي تلقت المساعدة في إطار خطة إدارة إزالة المواد الهيدروكلوروفلوروكربونية، والتي وقعت عقود تكاليف تشغيلية إضافية، بالوفاء بالجدول الزمني للتصنيع الكامل لتكنولوجيا الهيدروفلوروكربون-32 للسوق المحلية بحلول 1 يناير/كانون الثاني 2025 أو 31 ديسمبر/كانون الأول 2026. وفي ضوء هذه الالتزامات، والتقدم المستمر الذي أحرزته المؤسسات الخمس التي تحوّلت إلى استخدام الهيدروفلوروكربون-32 في إطار خطة إدارة إزالة المواد الهيدروكلوروفلوروكربونية، كما هو موضح في الفقرتين 25 و26 من هذه الوثيقة، رأت الأمانة أن تحويل المؤسسات التي تُصنّع باستخدام غاز R-410A، والتي لم تتلق المساعدة في إطار خطة إدارة إزالة المواد الهيدروكلوروفلوروكربونية، أمر بالغ الأهمية لاستدامة تحويل قطاع تصنيع أجهزة تكييف الهواء المنزلية في البلاد.

130. وعلى هذا الأساس، أجرت الأمانة واليونيدو مناقشات مُفصلة حول التحويل المُقترح للمؤسسات المتبقية التي تُصنّع وحدات تكييف الهواء سكنية وتستخدم غاز R-410A في البلاد إلى الهيدروفلوروكربون-32، بما يشمل التكاليف المؤهلة، وتدابير السياسات لضمان استدامة التحويل، والخصومات المرتبطة بالتحويل في استهلاك الهيدروفلوروكربون المؤهل للتمويل. وستتم مناقشة هذه المسائل تباعا.

131. وتشير معلومات خبراء الصناعة إلى أن سعر الضواغط المعتمدة على الهيدروفلوروكربون-32 قد تغير إلى حد كبير خلال السنوات الخمس الماضية. ويتجاوز الآن التصنيع العالمي للضواغط المعتمدة على الهيدروفلوروكربون-32 لأجهزة تكييف الهواء السكنية تصنيع الضواغط المعتمدة على غاز R-410A. ونظرا لأن حجم التصنيع، وبالتالي وفورات الحجم، يعتبر عاملا رئيسيا في تكلفة الضواغط، فإن السعر العالمي للضواغط المعتمدة على الهيدروفلوروكربون-32 أصبح الآن مساويا أو أقل من سعر الضواغط المعتمدة على غاز R-410A، مع وجود بعض الاختلافات في السعر النسبي لنوعي الضواغط بناء على سلسلة التوريد المحلية وعوامل أخرى. وسيؤدي انخفاض سعر الهيدروفلوروكربون-32 (3.56 دولار أمريكي/كغم) مقارنة بسعر غاز R-410A (7.51 دولار أمريكي/كغم)، والتخفيض المتوقع في الشحنة بنسبة 10 في المائة عند التحويل من غاز R-410A إلى الهيدروفلوروكربون-32، إلى تحقيق وفورات تشغيلية. ومع ذلك، ونظرا لحاجة المؤسسات إلى إنشاء سلاسل توريد خاصة بها للضواغط المعتمدة على الهيدروفلوروكربون-32، مما قد يؤدي إلى تكاليف أعلى في البداية مقارنة بتكاليف الضواغط المعتمدة على غاز R-410A، والتعديلات الطفيفة المتعلقة بالسلامة اللازمة للتحويل إلى الهيدروفلوروكربون-32، فقد تم الاتفاق على اعتبار التكاليف التشغيلية الإضافية صفرية.

132. وأجرت الأمانة واليونيدو مناقشات مفصلة حول تكاليف رأس المال الإضافية لتحويل خمس من المؤسسات الست (وهي: مؤسسة كريازي، وراية الكتريك، وفري إير، وطيبة، والترياق)، مما أسفر عن التعديلات المتفق عليها التالية:

(أ) تماشيا مع المشاريع السابقة، لجميع المؤسسات: سعر آلة اللحام بالموجات فوق الصوتية 25,000 دولار أمريكي؛ وسعر محطة استرداد الهيدروفلوروكربون-32، بما في ذلك أسطوانة لمنطقة الإصلاح 2,750 دولارا أمريكيا؛ وسعر كاشف التسرب الصناعي القادر على الكشف عن الهيدروفلوروكربون-32 (دولار أمريكي)؛ وتدابير السلامة (بما في ذلك التهوية، ونظام مراقبة الغاز، والأرضية المضادة للكهرباء الساكنة، وما إلى ذلك) بقيمة 62,700 دولار أمريكي لكل خط. وتُضاف نسبة قدرها 10 في المائة للطوارئ السعرية إلى تلك التكاليف؛

(ب) تعديل المعدات المُقدمة للمؤسسات بناء على ما إذا كانت لديها بالفعل معدات أساسية قادرة على مناولة الهيدروفلوروكربون-32، مما أدى إلى توفير كاشف تسرب صناعي واحد لكل مؤسسة باستثناء مؤسسة راية الكتريك، التي لديها بالفعل ثلاثة أجهزة من هذا النوع؛ وفي حال تم شراء المعدات الأساسية بعد التاريخ النهائي المحدد في 1 يناير/كانون الثاني 2020 للقدرة المؤهلة (أي مضخة فري إير للإمداد)؛

(ج) بالنسبة للمؤسسات التي لم يكن لديها محطة استرداد أو أجهزة كشف تسرب محمولة ضمن معداتها الأساسية، وبشكل استثنائي، توفير 50 في المائة من تكاليف هذه المعدات حسب الحاجة للممارسات الجيدة؛

(د) وعلى أساس استثنائي، توفير مبلغ إضافي قدره 25,000 دولار أمريكي لكل مؤسسة بالنسبة للمؤسسات التي تستهلك أكثر من 20 طنا متريا لتدابير السلامة الإضافية، بما في ذلك خط إمداد للتخزين الخارجي لغازات التبريد، وصمامات الإغلاق، وتدابير السلامة الأخرى.

133. وسعت الأمانة إلى تحسين فهمها لوضع التصنيع في مؤسسة حلوان للصناعات. وترتبط هذه المؤسسة بوزارة الإنتاج الحربي، ولم تُصنّع وحدات تكييف هواء سكنية تعتمد على غاز R-410A بصورة منتظمة خلال السنوات القليلة الماضية، ولديها مصنع يُصنّع ثلاجات منزلية تعتمد على غاز R-600a. ونتيجة لمحدودية استهلاكها من غاز R-410A، استوردت المؤسسة عددا محدودا من مجموعات التركيب الكاملة التي قامت بشحنها في مصنعها. وبناء على ذلك، تم الاتفاق على أن تقدم اليونيدو المساعدة الفنية للمؤسسة بما يتماشى مع عتبة فعالية التكلفة المحددة بموجب المقرر 86/95 (أي 6,610 دولارات أمريكية). ورغم محدودية استهلاك مؤسسة حلوان للصناعات ومؤسسة الترياق، فقد اتُّفق على عدم اعتبار هاتين المؤسستين من المؤسسات الصغيرة والمتوسطة نظرا لأنشطة التصنيع الأخرى التي تضطلعان بها. غير أنه تم الاتفاق على السماح لمؤسسة حلوان من الاستفادة من المساعدة الفنية المُقدمة في إطار برنامج المساعدة الفنية المُخصص للمؤسسات الصغيرة والمتوسطة الذي اقترحته الأمانة لقطاع تصنيع أجهزة التبريد المنزلية والتجارية، والذي سيُناقش بمزيد من التفصيل في الفقرة 139 أدناه.

134. وبناء على التعديلات الموضحة في الفقرتين 129 و133 أعلاه، واستهلاك المؤسسات لعام 2023، وعتبة فعالية التكلفة المحددة في المقرر 86/95، تبلغ التكاليف الإضافية المُتفق عليها لتحويل المؤسسات الست 1,948,235 دولارا أمريكيا، كما هو ملخص في الجدول 32 أدناه.

الجدول 32. استهلاك غاز R-410A والتكاليف المُتفق عليها لتحويل ست مؤسسات مُصنعة لوحدات تكييف الهواء السكنية.

	كريازي	راية الكتريك	فري إير	طيبة	الترياق	حلوان	المجموع
الاستهلاك (طن متري)	41.40	27.66	64.55	19.69	9.95	0.49	**163.75**
التكلفة المتفق عليها (دولار أمريكي)	361,168	348,086	829,296	267,719	135,374	6,610	**1,948,253**

135. في حين أن مؤسسات تصنيع أجهزة تكييف الهواء السكنية المشاركة في خطة إدارة إزالة المواد الهيدروكلوروفلوروكربونية توقفت عن التصنيع للسوق المحلية باستخدام غاز R-410A بحلول 1 يناير/كانون الثاني 2025 (مؤسسة يونيون إير)، و31 ديسمبر/كانون الأول 2025 (مؤسسة باور) أو ستفعل ذلك بحلول 31 ديسمبر/كانون الأول 2026 (مؤسسة العربي، ومؤسسة فريش، ومؤسسة ميراكو)، فإن المؤسسات المشاركة في المرحلة الأولى من خطة تنفيذ كيغالي للمواد الهيدروفلوروكربونية ستحتاج إلى وقت إضافي لاستكمال عملية التحويل فيها. وبناء على ذلك، تم الاتفاق على أن تتوقف المؤسسات الست المشاركة في خطة تنفيذ كيغالي للمواد الهيدروفلوروكربونية عن تصنيع وحدات تكييف الهواء السكنية المعتمدة على غاز R-410A بحلول 1 يناير/كانون الثاني 2028. ولضمان استدامة تحويل القطاع إلى الهيدروفلوروكربون-32، ستحظر الحكومة تصنيع واستيراد وحدات تكييف الهواء السكنية المعتمدة على غاز R-410A بحلول 1 يناير/كانون الثاني 2029.

136. وأشارت اليونيدو إلى أن مؤسسة متعددة الجنسيات مملوكة وفقا للمادة 5 أنشأت خط تصنيع جديد لأغراض سكنية باستخدام غاز R-410A في عام 2024. وفي وقت لاحق، اتخذت لجنة الأوزون القرار رقم 2 لعام 2024 الذي يحظر إصدار الموافقات أو التراخيص الصناعية لخطوط تصنيع جديدة لوحدات تكييف الهواء السكنية المعتمدة على غاز R-410A. وستتحول المؤسسة المنشأة حديثا إلى الهيدروفلوروكربون-32 بحلول 1 يناير/كانون الثاني 2029 بمواردها الخاصة.

137. وكما هو موضح في الفقرة 25 من هذه الوثيقة، زاد استهلاك غاز R-410A لدى المؤسسات الخمس المشمولة بخطة إدارة إزالة المواد الهيدروكلوروفلوروكربونية من 716.92 طن متري في عام 2020 إلى 1407.25 طن متري في عام 2022، ثم انخفض إلى 1212.28 طن متري بحلول عام 2024. ونظرا لإدراج هذا الاستهلاك في سنوات خط الأساس، ينبغي مراعاة تحويل مؤسسات تصنيع أجهزة تكييف الهواء السكنية الخمس المشمولة بخطة إدارة إزالة المواد الهيدروكلوروفلوروكربونية من غاز R-410A إلى الهيدروفلوروكربون-32 عند تحديد الخصومات من استهلاك الهيدروفلوروكربون المتبقي المؤهل لتلقي التمويل من المرحلة الأولى من خطة تنفيذ كيغالي للمواد الهيدروفلوروكربونية. وإذ يُشار إلى أن البلاد اقترحت التخفيض التدريجي لاستهلاكها قبل تحقيق أهداف بروتوكول مونتريال، وتماشيا مع المقرر 44/92، وبشكل استثنائي؛ وبالإشارة إلى أن المؤسسات التي تلقت المساعدة في إطار خطة إدارة إزالة المواد الهيدروكلوروفلوروكربونية التزمت بتصنيع وحدات تكييف الهواء السكنية المعتمدة على الهيدروفلوروكربون-32 للسوق المحلية، مع إمكانية استمرارها في تصنيع وحدات تكييف الهواء السكنية المعتمدة على غاز R-410A للتصدير، وأنه يجري إزالة استهلاك هذه المؤسسات بالكامل دون أية مساعدة إضافية من الصندوق

المتعدد الأطراف في إطار المرحلة الأولى من خطة تنفيذ كيغالي للمواد الهيدروفلوروكربونية، فقد اتُفق على الاقتصار على أخذ استهلاك غاز R-410A لعام 2020 للمؤسسات التي تلقت المساعدة في إطار خطة إدارة إزالة المواد الهيدروكلوروفلوروكربونية بعين الاعتبار عند تقييم الخصومات من الاستهلاك المتبقي المؤهل للتمويل (أي 716.92 طن متري، أو 1,496,571 طنا من أطنان مكافئ ثاني أكسيد الكربون).

138. وفي الاجتماع الخامس والتسعين، وافقت اللجنة التنفيذية على تمويل إعداد مشروع يُقدم بموجب المقرر 60/94، يهدف، من بين أمور أخرى، إلى تعزيز كفاءة استخدام الطاقة في أجهزة تكييف الهواء السكنية التي تصنعها المؤسسات في مصر في إطار خطة التخفيض التدريجي للهيدروفلوروكربون (المقرر 35/95). وأشارت الأمانة مع التقدير إلى أن الحكومة تعتزم عرض هذا المشروع على الاجتماع السابع والتسعين. وفي حين كانت التكاليف التشغيلية الإضافية للتحويل من غاز R-410A إلى الهيدروفلوروكربون-32 تساوي الصفر، فإن الموافقة على مشروع بموجب المقرر 60/94 ستتيح توفير تمويل إضافي للمؤسسات لتحسين كفاءة استخدام الطاقة في المعدات التي تصنعها كجزء من عملية التخفيض التدريجي للمواد الهيدروفلوروكربونية. وبالإضافة إلى ذلك، ولضمان استدامة مشروع مقدم بموجب المقرر 60/94 إلى الاجتماع السابع والتسعين، توصي الأمانة بأنه بغض النظر عن المقرر 72/84(هـ)(3)، ستكون مؤسسات العربي، وفريش، وميراكو، وباور، ويونيون إير مؤهلة لمشروع تحسين كفاءة استخدام الطاقة في معدات تكييف الهواء السكنية التي تصنعها المؤسسات بموجب المقرر 60/94، رهنا بمعايير المقرر 60/94.

الأنشطة غير الاستثمارية في قطاع الخدمة والقطاعات الأخرى

139. وبعد مناقشات مفصلة بين الأمانة واليونيدو، تم الاتفاق على التعديلات التالية على الأنشطة المقترحة:

(أ) نظرا للعدد الكبير من فنيي التبريد وتكييف الهواء المتنقل في البلاد (المقدر عددهم بحوالي 100,000 و20,000 على التوالي)، زيادة عدد فنيي تكييف الهواء المتنقل والتبريد وتكييف الهواء من 1,000 إلى 1,600 فني لكل منهما، وزيادة التمويل وفقا لذلك؛

(ب) استبدال الجولة الدراسية، وتقييمات قبول السوق المحلية والمخاطر لقطاع تكييف الهواء المتنقل، والجولة الدراسية لقطاع التبريد وتكييف الهواء، والجولة الدراسية لقطاع أجهزة الاستنشاق بالجرعات المقننة ومشروع البحث، والتي طُلب مبلغ 310,000 دولار أمريكي لإجرائها، بمشاورة فنية تحضيرية مع أصحاب المصلحة حول اتجاهات التكنولوجيا، بما في ذلك قبول السوق وتقييم المخاطر في مجال تكييف الهواء المتنقل، والمعدات الكبيرة للتبريد وتكييف الهواء، ومراكز البيانات، وأجهزة الاستنشاق بالجرعات المقننة، بتمويل متفق عليه قدره 150,000 دولار أمريكي؛

(ج) في مجال المساعدة الفنية لقطاع مكافحة الحرائق، أكدت اليونيدو أن غرف الاتصالات والحواسيب، ومباني الطاقة، والمكتبات والسجلات، وقطاعات النفط والغاز تعتبر المستهلك الرئيسي للمواد الهيدروفلوروكربونية في إخماد الحرائق، وأنه يمكن اعتبار الغازات الخاملة، وأنظمة ثاني أكسيد الكربون، وغاز FK-5-1-12، وأنظمة المساحيق، وأنظمة الرذاذ المائي بمثابة بدائل. وبناء على ذلك، سيختبر المشروعان التوضيحيان أداء العديد من البدائل في ظل ظروف مختلفة. وتشمل المعايير المقاسة سرعة التفاعل، وتلف المواد، ونسبة الضرر الناجم عن الحريق، والمخاطر المحتملة على الأرواح،

وغيرها من المعايير. وبناء على ذلك، وتماشيا مع المشاريع السابقة، عُدّلت التكاليف لتبلغ 515,000 دولار أمريكي بعد إلغاء الجولات الدراسية، وزيادة عدد ورش العمل إلى تسع ورشات عمل؛

(د) وبالإشارة إلى أن المخاطر التي تواجه التحول المستدام إلى بدائل ذات قدرة منخفضة على إحداث الاحترار العالمي تعتبر أعلى بالنسبة للمؤسسات الصغيرة والمتوسطة مقارنة بالمؤسسات الأكبر حجما، والتي تتمتع بقدرة تقنية ومالية أكبر تسمح لها بالتحويل، تم إدراج برنامج مخصص للمساعدة التقنية لمساعدة المؤسسات الصغيرة والمتوسطة والتخفيف من تلك المخاطر بتكلفة قدرها 68,400 دولار أمريكي؛

(ه) وبالإشارة إلى محدودية المعلومات عن المؤسسات الصغيرة والمتوسطة في مجال تبريد وسائل النقل، وأن المشروع تضمن توفير الأدوات للمؤسسات في هذا القطاع، والتي ليس بالإمكان تحديد المستفيدين والأدوات اللازمة لها إلا أثناء التنفيذ، وبناء على توصيات الاستشاري الوطني الذي سيتم تعيينه لهذا الغرض، تم تعديل التمويل إلى 205,000 دولار أمريكي؛

(و) وفي ضوء التعديلات المذكورة أعلاه، تمت زيادة التمويل المخصص لأنشطة التوعية والتواصل لتقييم البدائل في قطاعات أجهزة الاستنشاق بالجرعات المقننة، وتكييف الهواء المتنقل، والتبريد وتكييف الهواء، وغيرها من الأنشطة الرامية إلى تعزيز التبريد المستدام، إلى 595,000 دولار أمريكي.

140. يتم النظر في تمويل الأنشطة في قطاعات مكافحة الحرائق على أساس كل حالة على حدة. وبالإشارة إلى تشابه الأنشطة المقترحة مع أنشطة قطاع خدمة التبريد، فقد اتُفق على تمويلها مع قطاع الخدمة بمبلغ 5.10 دولار أمريكي/كغم. وبناء على ذلك، استندت التخفيضات من استهلاك المواد الهيدروفلوروكربونية المؤهلة للتمويل إلى متوسط القدرة على إحداث الاحترار العالمي لقطاع الخدمة ومكافحة الحرائق. وبناء على ذلك، واستنادا إلى تكلفة الأنشطة في قطاع الخدمة (بما في ذلك مكافحة الحرائق)، المتفق عليها بمبلغ 7,576,400 دولار أمريكي، تبلغ التخفيضات من استهلاك المواد الهيدروفلوروكربونية المتبقية المؤهلة للتمويل في قطاع الخدمة 3,162,252 طنا من أطنان مكافئ ثاني أكسيد الكربون، كما هو ملخص في الجدول 33.[40]

الجدول 33. التخفيضات في استهلاك المواد الهيدروفلوروكربونية المتبقية المؤهلة للتمويل في قطاع الخدمة*

متوسط استهلاك المواد الهيدروفلوروكربونية في قطاع الخدمات في سنوات خط الأساس*	طن متري	4,390.29
	أطنان مكافئ ثاني أكسيد الكربون	9,345,372
التمويل المتفق عليه	دولار أمريكي	7,576,400
العتبة المتفق عليها لفعالية التكلفة	دولار أمريكي/كغم	5.10
التخفيضات من استهلاك المواد الهيدروفلوروكربونية المتبقية في القطاع*	طن متري	1,485.57
	أطنان مكافئ ثاني أكسيد الكربون	3,162,252

* بما يشمل استهلاك معدات مكافحة الحرائق.

[40] تم حسابها وفقا للمنهجية المقدمة في المرفق الأول من الوثيقة UNEP/OzL.Pro/ExCom/92/46.

وحدة إدارة المشروع

141. تم الاتفاق على تمويل وحدة إدارة المشروع بمبلغ 1,347,277 دولارا أمريكيا، ويتألف المبلغ من 1,118,320 دولارا أمريكيا لليونيدو، والذي سيغطي التنفيذ ورصد مشاريع التحويل في قطاعات تصنيع أجهزة التبريد وتكييف الهواء (595,281 دولارا أمريكيا) والأنشطة التي تقودها اليونيدو في قطاع الخدمة (523,039 دولارا أمريكيا)؛ ومبلغ 228,957 دولارا أمريكيا لليوئنديبي والذي سيغطي التنفيذ ورصد مشاريع التحويل في قطاعات الرغاوى (108,002 دولار أمريكي) والأنشطة التي تقودها اليوئنديبي في قطاع الخدمة (120,955 دولارا أمريكيا).

التكلفة الإجمالية للمشروع

142. ستؤدي المرحلة الأولى من خطة تنفيذ كيغالي للمواد الهيدروفلوروكربونية في مصر، والتي تبلغ تكلفتها الإجمالية 17,197,598 دولارا أمريكيا، إلى خفض استهلاك البلاد من المواد الهيدروفلوروكربونية المؤهلة للتمويل بمقدار 5,795,458 طنا من أطنان مكافئ ثاني أكسيد الكربون، بما في ذلك 35,850 طنا من أطنان مكافئ ثاني أكسيد الكربون من المواد الهيدروفلوروكربونية المتضمنة في البوليولات سابقة الخلط المستوردة، و1,496,571 طنا من أطنان مكافئ ثاني أكسيد الكربون مرتبطة بتحويل خمس مؤسسات لتصنيع أجهزة تكييف هواء سكنية تلقت المساعدة في إطار المرحلة الثانية من خطة إدارة إزالة المواد الهيدروكلوروفلوروكربونية، كما هو ملخص في الجدول 34 أدناه.

الجدول 34. التكلفة المتفق عليها للأنشطة التي سيتم تنفيذها خلال المرحلة الأولى من خطة تنفيذ كيغالي للمواد الهيدروفلوروكربونية في مصر

القطاع	المواد	الإزالة		التمويل المتفق عليه (دولار أمريكي)	فعالية التلكفة (دولار أمريكي/كغم)	الوكالة
		طن متري	أطنان مكافئ ثاني أكسيد الكربون			
رغاوى البوليوريثان،	الهيدروفلوروكربون-mfc365، الهيدروفلوروكربون-ea227	26.05	29,066	101,420	3.07	اليوئنديبي
	الهيدروفلوروكربون-mfc365 سابق الخلط	7.00	5,558			
	الهيدروفلوروكربون-fa245	98.70	101,663	316,169	2.47	
	الهيدروفلوروكربون-fa245 سابق الخلط	29.41	30,292			
رغاوى البوليسترين المسحوبة بالضغط	الهيدروفلوروكربون-152أ	227.00	28,148	853,021	3.76	اليوئنديبي
المجموع الفرعي لمشروع الاستثمار في قطاعات الرغاوى		*388.16*	*194,727*	*1,270,610*	*3.27*	*اليوئنديبي*
وحدة إدارة المشروع لمشروع الاستثمار في الرغاوى		*غير منطبق*	*غير منطبق*	*108,002*	*غير منطبق*	*اليوئنديبي*
التبريد المنزلي	الهيدروفلوروكربون-134أ	376.97	539,066	4,552,856	12.08	اليونيدو
التبريد التجاري	الهيدروفلوروكربون-134أ, R-404A, R-407C	*37.92	61,023	502,202	13.24	اليونيدو
تكييف الهواء السكني	R-410A	163.75	341,819	1,948,253	11.90	اليونيدو
	R-410A من خطة إدارة إزالة المواد الهيدروكلوروفلوروكربونية **	716.92	1,496,571	0	غير منطبق	غير منطبق
المجموع الفرعي لمشروع الاستثمار في قطاع تصنيع أجهزة التبريد وتكييف الهواء		*1,295.56*	*2,438,478*	*7,003,311*	*5.41**	*اليونيدو*
وحدة إدارة المشروع لمشروع الاستثمار في التبريد وتكييف الهواء		*غير منطبق*	*غير منطبق*	*595,281*	*غير منطبق*	*اليونيدو*
قطاع الخدمة	متعددة	1,206.55	2,568,318	6,153,400	5.10	اليونيدو
		279.02	593,934	1,423,000		اليوئنديبي
المجموع الفرعي لأنشطة قطاع الخدمة		*1,485.57*	*3,162,253*	*7,576,400*	*5.10*	*n/a*
وحدة إدارة المشروع لقطاع الخدمة		*غير منطبق*	*غير منطبق*	*523,039*	*غير منطبق*	*اليونيدو*
				120,955		*اليوئنديبي*

القطاع	المواد	الإزالة		التمويل المتفق عليه (دولار أمريكي)	فعالية التلكفة (دولار أمريكي/كغم)	الوكالة
		طن متري	أطنان مكافئ ثاني أكسيد الكربون			
المجموع الفرعي لجميع المشاريع (بدون وحدة إدارة المشروع)		*3,169.29*	*5,795,458*	*15,850,320*	**5.00**	***غير منطبق***
المجموع الفرعي لجميع وحدات إدارة المشروع		***غير منطبق***	***غير منطبق***	*1,347,277*	***غير منطبق***	***غير منطبق***
الإجمالي الكلي (بما في ذلك الإزالة من 5 مؤسسات تكييف هواء سكني من خطة إدارة إزالة المواد الهيدروكلوروفلوروكربونية **)		**3,169.29**	*****5,795,458**	**17,197,598**	**5.43**	**غير منطبق**

* يشمل الاستهلاك غير المؤهل البالغ 9.50 طن متري (13,588 طنا من أطنان مكافئ ثاني أكسيد الكربون) من الهيدروفلوروكربون-134أ المرتبط بمؤسسة إيفرست.

** يبلغ حجم الإزالة المرتبط من غاز R-410 من مشاريع التحويل في أجهزة تكييف الهواء السكنية بموجب خطة إدارة إزالة المواد الهيدروكلوروفلوروكربونية 716.92 طنا متريا (1,496,571 طنا من أطنان مكافئ ثاني أكسيد الكربون)

*** بما يشمل 35,850 طنا من أطنان مكافئ ثاني أكسيد الكربون من المواد الهيدروفلوروكربونية المتضمنة في بوليولات سابقة الخلط مستوردة.

143. ويبلغ إجمالي الخصومات من الاستهلاك المتبقي في البلاد المؤهل للتمويل 5,795,458 طنا من أطنان مكافئ ثاني أكسيد الكربون، بما في ذلك 1,496,571 طنا من أطنان مكافئ ثاني أكسيد الكربون المرتبطة بتحويل مؤسسات تصنيع أجهزة تكييف الهواء السكنية الخمس إلى الهيدروفلوروكربون-32 بموجب خطة إدارة إزالة المواد الهيدروكلوروفلوروكربونية. ومن المتوقع أن يؤدي التخفيض التدريجي لتلك المؤسسات الخمس، والمؤسسات الست التي ستتحول إلى استخدام الهيدروفلوروكربون-32 في المرحلة الأولى من خطة تنفيذ كيغالي للمواد الهيدروفلوروكربونية إلى إدخال 535,004 طنا من أطنان مكافئ ثاني أكسيد الكربون من الهيدروفلوروكربون-32 تدريجيا. وباحتساب هذا التخفيض التدريجي، وينتج عن استبعاد إزالة 35,850 طنا من أطنان مكافئ ثاني أكسيد الكربون من المواد الهيدروفلوروكربونية المتضمنة في البوليولات سابقة الخلط المستوردة، انخفاض صاف في الاستهلاك قدره 5,224,604 طنا من أطنان مكافئ ثاني أكسيد الكربون. وعند النظر في هدف نهائي ملائم، لاحظت الأمانة زيادة الاستهلاك في عام 2024، مما يعكس استمرار احتياجات البلاد للتبريد، وأنه قد يلزم بعض الوقت لتنفيذ الأنشطة المخطط لها في إطار خطة تنفيذ كيغالي للمواد الهيدروفلوروكربونية ولتؤثر على طلب السوق. وبناء على ذلك، تم الاتفاق على تحديد الهدف النهائي للمرحلة الأولى من خطة تنفيذ كيغالي للمواد الهيدروفلوروكربونية عند 15,046,473 طنا من أطنان مكافئ ثاني أكسيد الكربون، والذي يعتبر نقطة وسط بين الهدف المقترح أصلا (15,471,223 طنا من أطنان مكافئ ثاني أكسيد الكربون) والهدف المحسوب بناء على انخفاض الاستهلاك المذكور أعلاه (14,065,746 طنا من أطنان مكافئ ثاني أكسيد الكربون). ولضمان حصول الحكومة على وقت كاف لتحقيق هذا الهدف النهائي، اتُّفق على تمديد المرحلة الأولى من خطة تنفيذ كيغالي للمواد الهيدروفلوروكربونية حتى عام 2030.

144. وسيتم تنفيذ المرحلة الأولى من خطة تنفيذ كيغالي للمواد الهيدروفلوروكربونية على ثلاث شرائح. وعلى الرغم من أن المقرر 49/95(ج) ينص على أن الشريحة الأولى من المرحلة الأولى لا ينبغي أن تشكّل أكثر من 60 في المائة من إجمالي التمويل للمرحلة الأولى، فقد تم الاتفاق بشكل استثنائي على شريحة أولى بنسبة 62.7 في المائة من إجمالي التمويل للمرحلة الأولى نظرا للحاجة إلى توفير تكاليف رأس المال الإضافية اللازمة لتحويلات التصنيع، والتي تشكل الجزء الأكبر (أكثر من 80 في المائة) من التمويل اللازم للأنشطة المتضمنة في الشريحة.

خطة تنفيذ الشريحة الأولى من خطة تنفيذ كيغالي للمواد الهيدروفلوروكربونية

145. بناء على التغييرات المذكورة أعلاه في الفقرات من 104 إلى 142، اتفقت اليونيدو واليونديبي على خطة عمل منقحة للشريحة الأولى تتضمن إلغاء المشروع التوضيحي لمضخات الحرارة السكنية، وإضافة برنامج المساعدة الفنية المخصص للمؤسسات الصغيرة والمتوسطة في أنشطة تحويل التصنيع، ومشاورات مع أصحاب المصلحة حول

اتجاهات التكنولوجيا في قطاع تكييف الهواء المتنقل وقطاع التبريد التجاري الكبير، وتعديلات على توزيع الشريحة، وتكاليف وأهداف منقحة لعدة أنشطة. وتبلغ تكاليف أنشطة الشريحة الأولى المنقحة 10,786,475 دولارا أمريكيا، وهي معروضة في المرفق الثاني بهذه الوثيقة.

إعفاء الأطراف ذات درجات الحرارة المحيطة المرتفعة

146. لن تستفيد مصر من إعفاء الأطراف ذات درجات الحرارة المحيطة المرتفعة، كما ورد في الرسالة الموجهة من وحدة الأوزون الوطنية إلى أمانة الأوزون بتاريخ 24 أكتوبر/تشرين الأول 2024.

التمويل المشترك

147. شملت مصادر التمويل المشترك التي تم تحديدها في هذا المشروع التكاليف التي تتحملها المؤسسات الصغيرة والمتوسطة في قطاعات تصنيع أجهزة التبريد وتكييف الهواء لتغطية الفرق بين التكلفة المحسوبة للتحويل والمبلغ المطلوب لمشاريع التحويل؛ والتكاليف التي يغطيها موزعو أجهزة تكييف الهواء المشاركون في المشروع التوضيحي لاستعادة الوحدات المتوقفة عن العمل، واسترداد غاز التبريد، وضمان التخلص السليم منه؛ والتمويل المشترك المحتمل من المشاركين في المشروع التوضيحي لوحدات التكييف المنفصلة السكنية؛ والتكاليف التي تتحملها مؤسسات تصنيع أجهزة الاستنشاق بالجرعات المقننة للمساهمة في تطوير واختبار النماذج الأولية؛ والتمويل المشترك من المشاركين في المشروع التوضيحي لأنظمة المياه المبردة؛ والخدمات العينية التي تقدمها مراكز التدريب التي ستساهم باستخدام مبانيها وموظفيها للأنشطة المتعلقة بخطة تنفيذ كيغالي للمواد الهيدروفلوروكربونية.

خطة عمل الصندوق المتعدد الأطراف للفترة 2025-2027

148. تطلب اليونيدو واليوئنديبي مبلغ 17,197,598 دولارا أمريكيا، بالإضافة إلى تكاليف دعم الوكالتين، لتنفيذ المرحلة الأولى من خطة تنفيذ كيغالي للمواد الهيدروفلوروكربونية في مصر. وتصل القيمة الإجمالية المطلوبة للفترة 2025-2027، إلى 16,455,213 دولارا أمريكيا، بما يشمل تكاليف دعم الوكالتين، أي ما يزيد بمقدار 10,425,357 دولارا أمريكيا عن المبلغ الوارد في خطة العمل.

تنفيذ سياسة المساواة بين الجنسين

149. تماشيا مع المقررات 92/84(د) و48/90(ج) و40/92(ب)، أدرجت مصر مناقشة سياسة المساواة بين الجنسين للصندوق المتعدد الأطراف في خطتها لتنفيذ خطة تنفيذ كيغالي للمواد الهيدروفلوروكربونية، والتي تتضمن إجراء دراسة لتحديد العوائق التي تحول دون المشاركة العادلة في المشروع وقطاع التبريد وتكييف الهواء، ووضع خطة عمل، وتصميم ورشات العمل والمواد اللازمة؛ بالإضافة إلى تقديم التدريبات وورشات العمل والأنشطة الترويجية. وأعدّت وحدة الأوزون الوطنية مسودة مخطط لسياسة تهدف إلى تعزيز المساواة بين الجنسين، ويتضمن ذلك تحسين أنظمة الإبلاغ والرصد لتتبع وتسجيل قضايا المساواة بين الجنسين، بما في ذلك أهداف محددة وقابلة للقياس، ومؤشر إلزامي للمساواة بين الجنسين، وتم إدراج النتائج في طلب المشروع.

استدامة التخفيض التدريجي للمواد الهيدروفلوروكربونية وتقييم المخاطر

150. سيتم دعم إزالة المواد الهيدروفلوروكربونية في قطاعي تصنيع رغاوى البوليوريثان ورغاوى البوليسترين المسحوبة بالضغط من خلال تطبيق حظر على استيراد الهيدروفلوروكربون-fa245 والهيدروفلوروكربون-mfc365، النقيين والمتضمنين إلى البوليولات سابقة الخلط، وحظر أو حظر استيراد الهيدروفلوروكربون-152أ، وحظر أو حظر تصنيع رغاوى البوليوريثان ورغاوى البوليسترين المسحوبة بالضغط المعتمدة على المواد الهيدروفلوروكربونية. وسيجري دعم إزالة المواد الهيدروفلوروكربونية في قطاعي التبريد المنزلي وتصنيع أجهزة التبريد التجارية المستقلة، والتخفيض التدريجي في قطاع تصنيع أجهزة تكييف الهواء السكنية، من خلال حظر تصنيع واستيراد المعدات ذات الصلة المعتمدة على المواد الهيدروفلوروكربونية اعتبارا من 1 يناير/كانون الثاني 2029. وستستكمل المؤسسات المشاركة في المشروع عملية تحويلها قبل عام واحد من الحظر، وسيتوجب عليها منافسة الواردات، وفي حالة قطاع تصنيع أجهزة تكييف الهواء السكنية، ستُضطر مؤسسة واحدة غير مؤهلة إلى التحويل باستخدام مواردها الخاصة. وترى الأمانة أن الخطر الذي يواجه استدامة التخفيض التدريجي، نتيجة لهذا الفارق الزمني بين إتمام عمليات التحويل وتطبيق الحظر، ضئيل، وذلك نظرا لتحويل الجزء الأكبر من السوق بحلول 1 يناير/كانون الثاني 2028. وفي قطاع تصنيع أجهزة تكييف الهواء السكنية، ستُحوّل غالبية الصناعات المحلية في البلاد المُخصصة للسوق المحلية بالكامل إلى الهيدروفلوروكربون-32 بحلول 31 ديسمبر/كانون الأول 2026، وذلك نظرا لتحويل مؤسسات تصنيع أجهزة تكييف الهواء السكنية الخمس بموجب المرحلة الثانية من خطة إدارة إزالة المواد الهيدروكلوروفلوروكربونية.

151. ومن المرجح أن تواجه المؤسسات الصغيرة والمتوسطة المشاركة في مشاريع التحويل تحديا أكبر في تنفيذ عملية التحويل مقارنة بالمؤسسات الكبيرة نظرا لمحدودية قدراتها المالية والتقنية. ولمعالجة هذا الأمر والحد من المخاطر التي تهدد استدامة عملية التحويل، تتضمن المرحلة الأولى من خطة تنفيذ كيغالي للمواد الهيدروفلوروكربونية برنامجا مخصصا للمساعدة التقنية. وستساهم أنشطة التدريب وبناء القدرات في قطاع الخدمة، بما في ذلك تعزيز قدرة فنيي التبريد وتكييف الهواء على المناولة الآمنة لغازات التبريد القابلة للاشتعال، بالإضافة إلى تطبيق نظام منح التراخيص والحصص، المتوافق مع البرنامج الزمني للتخفيض التدريجي للمواد الهيدروفلوروكربونية، في التخفيف من المخاطر التي تهدد استدامة التخفيض التدريجي في البلاد.

التأثير على المناخ

152. تشير الأنشطة المقترحة، بما في ذلك تحويل قطاع تصنيع أجهزة التبريد المنزلية إلى غاز R-600a، ومعدات التبريد التجارية المستقلة إلى غاز R-290، وقطاع تصنيع أجهزة تكييف الهواء السكنية إلى الهيدروفلوروكربون-32، وقطاع تصنيع رغاوى البوليوريثان ورغاوى البوليسترين المسحوبة بالضغط إلى بدائل ذات قدرة منخفضة على إحداث الاحترار العالمي، والجهود المبذولة لتعزيز هذه البدائل، واسترداد وإعادة استخدام غازات التبريد، إلى أن تنفيذ المرحلة الأولى من خطة تنفيذ كيغالي للمواد الهيدروفلوروكربونية سيقلل من انبعاثات غازات التبريد في الغلاف الجوي، مما يُحقق فوائد مناخية. ويشير حساب تأثير أنشطة خطة تنفيذ كيغالي للمواد الهيدروفلوروكربونية على المناخ إلى أنه بحلول عام 2030، ستكون مصر قد خفضت انبعاثاتها بحوالي 4,243,877 طنا من أطنان مكافئ ثاني أكسيد الكربون من المواد الهيدروفلوروكربونية، ويستند الحساب إلى الفرق بين خط أساس المواد الهيدروفلوروكربونية لتحقيق الامتثال وهدف عام 2030، وذلك على افتراض أن جميع المواد الهيدروفلوروكربونية المستهلكة ستنبعث في نهاية المطاف.

مشروع الاتفاق

153. يرد في المرفق الأول بهذه الوثيقة مشروع اتفاق بين حكومة مصر واللجنة التنفيذية للمرحلة الأولى من خطة تنفيذ كيغالي للمواد الهيدروفلوروكربونية. وتنظر اللجنة التنفيذية في مسألة المواد الهيدروفلوروكربونية المتضمنة في البوليولات سابقة الخلط في قطاع رغاوى البوليوريثان في بلدان المادة 5، وذلك في إطار البند 10(ج) من جدول أعمال هذا الاجتماع. وفي حال اتخاذ قرار بشأن هذه المسألة، قد تقرر اللجنة إدراج بند ذي صلة في الاتفاق.

تنسيق الأنشطة في قطاع الخدمة في إطار خطتي إزالة المواد الهيدروكلوروفلوروكربونية والتخفيض التدريجي للمواد الهيدروفلوروكربونية

154. ترفد الأنشطة في قطاعي التصنيع والخدمة الأنشطة المعتمدة بموجب المرحلة الثانية من خطة إدارة إزالة المواد الهيدروكلوروفلوروكربونية، والتي سيتم تنفيذ الشريحة الأخيرة منها بالتزامن مع المرحلة الأولى من خطة تنفيذ كيغالي للمواد الهيدروفلوروكربونية حتى ديسمبر/كانون الأول 2026. ويجري التخطيط للمرحلة الثالثة من خطة إدارة إزالة المواد الهيدروكلوروفلوروكربونية، والتي من المتوقع تقديمها إلى الاجتماع السادس والتسعين، بما يتماشى مع الأنشطة المنفذة بموجب المرحلة الأولى من خطة تنفيذ كيغالي للمواد الهيدروفلوروكربونية. وسيتم تقييم تنسيق الأنشطة كجزء من استعراض المرحلة الثالثة من خطة إدارة إزالة المواد الهيدروكلوروفلوروكربونية عند تقديمها.

سادساـ التوصية

155. قد ترغب اللجنة التنفيذية في النظر فيما يلي:

(أ) الموافقة، من حيث المبدأ، على المرحلة الأولى من خطة تنفيذ كيغالي للمواد الهيدروفلوروكربونية لمصر للفترة 2025-2030، لخفض استهلاك المواد الهيدروفلوروكربونية بنسبة 22 في المائة من خط الأساس للبلاد، بمبلغ 18,401,430 دولارا أمريكيا، والذي يتألف من 14,275,031 دولارا أمريكيا، بالإضافة إلى تكاليف دعم الوكالة البالغة 999,252 دولارا أمريكيا، لليونيدو، و2,922,567 دولارا أمريكيا، بالإضافة إلى تكاليف دعم الوكالة البالغة 204,580 دولارا أمريكيا، لليوئنديبي؛

(ب) الإحاطة علما بما يلي:

(1) أن حكومة مصر ستحدد نقطة البدء الخاصة بها لتحقيق تخفيضات إجمالية مستدامة في استهلاك المواد الهيدروفلوروكربونية بناء على التوجيهات الصادرة عن اللجنة التنفيذية؛

(2) أنه بمجرد أن تصدر اللجنة التنفيذية التوجيهات المشار إليها في الفقرة الفرعية (ب)(1)، سيتم تحديد التخفيضات من استهلاك البلاد المتبقي من المواد الهيدروفلوروكربونية المؤهل للتمويل بما يتماشى مع هذه التوجيهات؛

(3) أن التخفيضات من استهلاك البلاد المتبقي من المواد الهيدروفلوروكربونية المؤهل للتمويل المشار إليها في الفقرة الفرعية (ب)(2) أعلاه سيتم خصمها من نقطة البدء المشار إليها في الفقرة الفرعية (ب)(1)؛

(4) أن التخفيضات من استهلاك البلاد المتبقي من المواد الهيدروفلوروكربونية المؤهل للتمويل المشار إليها في الفقرة الفرعية (ب)(2) تشمل 35,850 طنا من أطنان مكافئ ثاني أكسيد الكربون من المواد الهيدروفلوروكربونية المتضمنة في البوليولات سابقة الخلط المستوردة؛

(5) أنه، على أساس استثنائي، سيتم خصم تخفيض إضافي قدره 1,496,571 طنا من أطنان مكافئ ثاني أكسيد الكربون من نقطة البدء بناء على استهلاك غاز R 410A لعام 2020 للمؤسسات الخمس المصنعة لوحدات تكييف الهواء السكنية التي كانت تمر بعملية تحويل إلى استخدام الهيدروفلوروكربون-32 في إطار المرحلة الثانية من خطة إدارة إزالة المواد الهيدروكلوروفلوروكربونية في البلاد (وهي مؤسسات: العربي، وفريش، وميراكو، وباور، ويونيون إير)؛

(6) أنه بغض النظر عن المقرر 72/84(ه)(3)، ستكون المؤسسات الخمس المشار إليها في الفقرة الفرعية (5) أعلاه مؤهلة لمشروع لتحسين كفاءة استخدام الطاقة لوحدات تكييف الهواء السكنية التي تصنعها بموجب المقرر 60/94، رهنا بمعايير المقرر 60/94؛

(ج) والإحاطة علما أيضا بالتزام حكومة مصر بما يلي:

(1) حظر أو منع استيراد الهيدروفلوروكربون-fa245 والهيدروفلوروكربون-mfc365 النقيين والمتضمنين في البوليولات سابقة الخلط المستوردة، وكذلك حظر أو منع هاتين المادتين في تصنيع رغاوى البوليوريثان المعتمدة على الهيدروفلوروكربون بحلول 1 يناير/كانون الثاني 2028؛

(2) حظر أو منع استيراد الهيدروفلوروكربون-152أ ورغاوى البوليسترين المسحوبة بالضغط المعتمدة على المواد الهيدروفلوروكربونية بحلول 1 يناير/كانون الثاني 2028؛

(3) حظر أو منع استيراد وتصنيع الثلاجات المنزلية المعتمدة على الهيدروفلوروكربون بحلول 1 يناير/كانون الثاني 2029، مع الإشارة إلى أن المؤسسات التي يُقدم لها التمويل للتحويل في إطار المرحلة الأولى من خطة تنفيذ كيغالي للمواد الهيدروفلوروكربونية ستتوقف عن تصنيع الثلاجات المنزلية المعتمدة على الهيدروفلوروكربون-134أ بحلول 1 يناير/كانون الثاني 2028؛

(4) حظر أو منع استيراد وتصنيع معدات التبريد التجارية المستقلة المعتمدة على الهيدروفلوروكربون بحلول 1 يناير/كانون الثاني 2029؛

(5) حظر أو منع استيراد وتصنيع وحدات تكييف الهواء السكنية المعتمدة على غاز R-410A بحلول 1 يناير/كانون الثاني 2029، مع العلم أن المؤسسات التي يُقدم لها التمويل للتحويل في إطار المرحلة الأولى من خطة تنفيذ كيغالي للمواد الهيدروفلوروكربونية ستتوقف عن تصنيع وحدات تكييف الهواء السكنية المعتمدة على غاز R-410A بحلول 1 يناير/كانون الثاني 2028؛

(د) الموافقة على مشروع الاتفاق بين حكومة مصر واللجنة التنفيذية لخفض استهلاك المواد الهيدروفلوروكربونية بالتوافق مع المرحلة الأولى من خطة تنفيذ كيغالي للمواد الهيدروفلوروكربونية، الوارد في المرفق الأول بهذه الوثيقة؛

(ه) الموافقة على الشريحة الأولى من المرحلة الأولى من خطة تنفيذ كيغالي للمواد الهيدروفلوروكربونية لمصر وخطة تنفيذ الشريحة المقابلة، بمبلغ 11,541,528 دولارا أمريكيا، والذي يتألف من 9,081,787 دولارا أمريكيا، بالإضافة إلى تكاليف دعم الوكالة البالغة 635,725 دولارا أمريكيا، لليونيدو، و1,704,688 دولارا أمريكيا، بالإضافة إلى تكاليف دعم الوكالة البالغة 119,328 دولارا أمريكيا، لليوئنديبي.

المرفق الأول

**مشروع اتفاق بين حكومة جمهورية مصر العربية
واللجنة التنفيذية للصندوق المتعدد الأطراف
لخفض استهلاك الهيدوفلوروكربون وفقا للمرحلة الأولى
من خطة تنفيذ كيغالي للمواد الهيدروفلوروكربونية**

(الفترة: 2025-2030)

الهدف

1. يمثل هذا الاتفاق فهم حكومة جمهورية مصر العربية ("البلد") واللجنة التنفيذية فيما يتعلق بتخفيض الاستخدام الخاضع للرقابة لمواد (المرفق واو) المبينة في التذييل 1-ألف ("المواد") إلى مستوى مستدام من 15,046,473 طن من مكافئ ثاني أكسيد الكربون بحلول 1 يناير/كانون الثاني 2030 امتثالا لجدول بروتوكول مونتريال وشروط هذا الاتفاق.

2. يوافق البلد على تلبية حدود الاستهلاك السنوي للمواد الواردة في المرفق واو على النحو المبين في الصف1-2 من التذييل 2-ألف ("الأهداف والتمويل") في هذا الاتفاق وكذلك في جدول خفض بروتوكول مونتريال للمواد الواردة في المرفق واو المذكورة في التذييل 1-ألف. يوافق البلد على أنه، بقبوله لهذا الاتفاق وأدائه لالتزاماته التمويلية تجاه اللجنة التنفيذية المبينة في الفقرة 3، فإنه يستبعد من التقدم بطلب للحصول على تمويل إضافي أو تلقيه لتمويل من الصندوق المتعدد الأطراف فيما يتعلق بأي استهلاك من المواد الواردة في المرفق واو التي تتجاوز المستوى المحدد في الصف1-2 من التذييل 2-ألف كخطوة التخفيض النهائية بموجب هذا الاتفاق للمواد الواردة في المرفق واو المحددة في التذييل 1-ألف، وفيما يتعلق بأي استهلاك من المواد الواردة في المرفق واو يتجاوز المستوى [المستويات] المحدد في الصف [الصفوف] 4-1-3 [و4-2-3] (الاستهلاك المتبقي المؤهل للتمويل).

3. مع مراعاة امتثال الدولة لالتزاماتها المنصوص عليها في هذا الاتفاق، توافق اللجنة التنفيذية، من حيث المبدأ، على توفير التمويل المنصوص عليه في الصف 3-1 من التذييل 2-ألف للبلد. وستقوم اللجنة التنفيذية، من حيث المبدأ، بتوفير هذا التمويل في اجتماعات اللجنة التنفيذية المحددة في التذييل 3-ألف ("جدول الموافقة على التمويل").

4. يوافق البلد على تنفيذ هذا الاتفاق وفقا للمرحلة الأولى من خطة كيغالي للمواد الهيدروفلوروكربونية ("الخطة") كما تمت الموافقة عليها. ووفقا للفقرة الفرعية 5(ب) من هذا الاتفاق، يقبل البلد التحقق المستقل من تحقيق حدود الاستهلاك السنوي للمواد الواردة في المرفق واو على النحو المبين في الصف 1-2 من التذييل 2-ألف من هذا الاتفاق. وستتم عملية التحقق المذكورة أعلاه بتكليف من الوكالة الثنائية أو المنفذة ذات الصلة.

شروط صرف التمويل

5. ستقدم اللجنة التنفيذية التمويل فقط، وفقا لجدول الموافقة على التمويل، عندما يفي البلد بالشروط التالية على الأقل 10 أسابيع قبل اجتماع اللجنة التنفيذية المزمع المحدد في جدول الموافقة على التمويل:

(أ) أن يكون البلد قد حقق الأهداف المنصوص عليها في الصف 1-2 من التذييل 2-ألف لجميع السنوات ذات الصلة. السنوات ذات الصلة هي جميع السنوات منذ العام الذي تمت فيه الموافقة على هذا الاتفاق.

يستثنى من ذلك السنوات التي لا يوجد بشأنها تقارير مستحقة حول تنفيذ البرنامج القطري في تاريخ اجتماع اللجنة التنفيذية الذي يُقدم فيه طلب التمويل؛

(ب) أن تكون تلبية هذه الأهداف قد تم التحقق منها بشكل مستقل لجميع السنوات ذات الصلة، ما لم تقرر اللجنة التنفيذية أن ذلك التحقق لن يكون ضروريا؛

(ج) أن يكون البلد قد قدم تقريرا عن تنفيذ الشريحة بما يتوافق مع التذييل 4-ألف ("تنسيق تقارير وخطط تنفيذ الشرائح") الذي يغطي كل سنة تقويمية سابقة؛ وكان قد حقق مستوىً عالياً من تنفيذ الأنشطة التي بدأت مع الشرائح المعتمدة سابقا؛ وكان معدل صرف التمويل المتاح من الشريحة المعتمدة سابقا أكثر من 20 في المائة؛

(د) أن يكون البلد قد قدم خطة لتنفيذ الشريحة بما يتوافق مع التذييل 4-ألف الذي يغطي كل سنة تقويمية وصولا إلى، وبما يتضمن، السنة التي يُتوقع وفقا لجدول الموافقة على التمويل تقديم الشريحة التالية فيها أو، في حالة الشريحة النهائية، حتى الانتهاء من جميع الأنشطة المتوقعة.

الرصد

6. سيضمن البلد إجراء رصد دقيق لأنشطته بموجب هذا الاتفاق. وستقوم المؤسسات المنصوص عليها في التذييل 5-ألف ("رصد المؤسسات والأدوار") برصد تنفيذ الأنشطة الواردة في خطط تنفيذ الشريحة السابقة والإبلاغ عنها وفقا لأدوارها ومسؤولياتها المنصوص عليها في نفس التذييل.

المرونة في إعادة تخصيص الأموال

7. توافق اللجنة التنفيذية على أنه يجوز للبلد أن يتمتع بالمرونة في إعادة تخصيص جزء من الأموال المعتمدة أو جميعها، وفقاً للظروف المتغيرة، لتحقيق تخفيض سلس في الاستهلاك والخفض التدريجي للمواد الواردة في المرفق واو المحددة في التذييل 1-ألف، وفقاً للاعتبارات التالية:

(أ) يجب توثيق عمليات إعادة التخصيص المصنفة على أنها تغييرات رئيسية مسبقا، إما في خطة تنفيذ الشريحة كما هو متوقع في الفقرة الفرعية 5(د) أعلاه، أو كتنقيح لخطة تنفيذ الشريحة الحالية التي يتعين تقديمها خلال 10 أسابيع قبل أي اجتماع للجنة التنفيذية، للموافقة عليها. والتغييرات الرئيسية سوف تتعلق بما يلي:

(1) القضايا التي من المحتمل أن تتعلق بقواعد وسياسات الصندوق المتعدد الأطراف؛

(2) التغييرات التي من شأنها تعديل أي بند من بنود هذا الاتفاق؛

(3) التغييرات في المستويات السنوية للتمويل المخصص لفرادى الوكالات الثنائية أو المنفذة لمختلف الشرائح؛

(4) توفير التمويل للأنشطة غير المدرجة في خطة تنفيذ الشريحة الحالية المعتمدة، أو إلغاء نشاط في خطة تنفيذ الشريحة، بتكلفة تزيد عن 30 في المائة من إجمالي تكلفة الشريحة الأخيرة المعتمدة؛

(5) التغييرات في التقنيات البديلة، على أساس أن أي تقديم لمثل هذا الطلب سيحدد التكاليف الإضافية المرتبطة به، والأثر المحتمل على المناخ، وأي اختلافات في الكمية بأطنان من مكافئ ثاني أكسيد الكربون التي سيتم خفضها تدريجيا، عند الاقتضاء، فضلا عن التأكيد على أن البلد يوافق على أن الوفورات المحتملة المتعلقة بتغيير التكنولوجيا ستؤدي بالتالي إلى خفض مستوى التمويل الإجمالي بموجب هذا الاتفاق؛

(ب) يمكن دمج عمليات إعادة التخصيص التي لم يتم تصنيفها على أنها تغييرات رئيسية في خطة تنفيذ الشريحة المعتمدة، التي تكون قيد التنفيذ في ذلك الوقت، وإبلاغها إلى اللجنة التنفيذية في تقرير تنفيذ الشريحة اللاحق؛

(ج) أي مؤسسة مدرجة في الخطة، والتي يتضح عدم أهليتها بموجب سياسات الصندوق المتعدد الأطراف (أي بسبب الملكية الأجنبية أو التأسيس بعد التاريخ النهائي المعمول به)، لن تتلقى مساعدة مالية. وسيتم الإبلاغ عن هذه المعلومات كجزء من خطة تنفيذ الشريحة؛

(د) إعادة أي أموال متبقية تحتفظ بها الوكالات الثنائية أو المنفذة أو البلد بموجب الخطة إلى الصندوق المتعدد الأطراف عند استكمال الشريحة الأخيرة المتوقعة بموجب هذا الاتفاق.

8. سيجري إيلاء اهتمام خاص لتنفيذ الأنشطة في قطاع خدمة التبريد المدرجة في الخطة، ولا سيما أن البلد قد يستخدم المرونة المتاحة بموجب هذا الاتفاق لمعالجة الاحتياجات المحددة التي قد تنشأ أثناء تنفيذ المشروع.

الوكالات الثنائية والمنفذة

9. يوافق البلد على تحمل المسؤولية الشاملة عن إدارة وتنفيذ هذا الاتفاق وجميع الأنشطة التي يقوم بها، أو تجرى بالنيابة عنه، للوفاء بالالتزامات بموجب هذا الاتفاق. وقد وافقت اليونيدو على أن تكون الوكالة المنفذة الرئيسية ("الوكالة المنفذة الرئيسية") ووافقت اليونديبي على أن تكون الوكالة/الوكالات المنفذة المتعاونة ("الوكالة/الوكالات المنفذة المتعاونة") تحت قيادة الوكالة المنفذة الرئيسية فيما يتعلق بأنشطة البلد بموجب هذا الاتفاق. ويوافق البلد على التقييمات التي يمكن إجراؤها في إطار برامج عمل الرصد والتقييم للصندوق المتعدد الأطراف أو في إطار برنامج التقييم للوكالة المنفذة الرئيسية و/أو الوكالة المنفذة المتعاونة المشاركة في هذا الاتفاق.

10. ستكون الوكالة المنفذة الرئيسية مسؤولة عن ضمان التخطيط والتنفيذ والإبلاغ المنسق عن جميع الأنشطة بموجب هذا الاتفاق، بما في ذلك، على سبيل المثال لا الحصر، التحقق المستقل وفقا للفقرة الفرعية 5(ب). وستدعم الوكالة المنفذة المتعاونة الوكالة المنفذة الرئيسية من خلال تنفيذ الخطة في إطار التنسيق العام للوكالة المنفذة الرئيسية. ويرد دور الوكالة المنفذة الرئيسية والوكالة المنفذة المتعاونة في التذييل 6-ألف) والتذييل 6-باء، على التوالي. وتوافق اللجنة التنفيذية، من حيث المبدأ، على تزويد الوكالة المنفذة الرئيسية والوكالة المنفذة المتعاونة بالرسوم المحددة في الصفوف 2-2 و2-4 من التذييل 2- ألف.

عدم الامتثال للأهداف الواردة في الاتفاق

11. في حال عدم وفاء البلد، لأي سبب من الأسباب، بأهداف إزالة المواد الواردة في المرفق واو المنصوص عليها في الصف 1-2 من التذييل 2-ألف أو عدم امتثاله بخلاف ذلك لهذا الاتفاق، فإن البلد يوافق على عدم أحقيته للحصول على التمويل وفقا لجدول الموافقة على التمويل. وحسب تقدير اللجنة التنفيذية، سيُستأنف التمويل وفقا لجدول الموافقة على التمويل المنقح الذي تحدده اللجنة التنفيذية بعد إثبات البلد بأنه قد أوفى بجميع التزاماته التي كان من المقرر الوفاء بها قبل استلام الشريحة التالية من التمويل بموجب جدول الموافقة على التمويل. ويقر البلد بأن اللجنة التنفيذية قد تخفض مبلغ التمويل بمقدار المبلغ المنصوص عليه في التذييل 7-ألف (''التخفيضات في التمويل لعدم الامتثال'') بخصوص كل كيلوغرام من مكافئ ثاني أكسيد الكربون من التخفيضات في الاستهلاك التي لم تتحقق في أي سنة. وستناقش اللجنة التنفيذية كل حالة محددة لم يمتثل فيها البلد لهذا الاتفاق، وتتخذ القرارات ذات الصلة. وبمجرد اتخاذ القرارات، لن تكون الحالة المحددة لعدم الامتثال لهذا الاتفاق عائقاً أمام توفير التمويل للشرائح المقبلة وفقاً للفقرة 5 أعلاه.

12. لن يعدَّل تمويل هذا الاتفاق على أساس أي قرارات مقبلة للجنة التنفيذية قد تؤثر على تمويل أي مشروعات أخرى لقطاع الاستهلاك أو أي أنشطة أخرى ذات صلة في البلد المعني.

13. يتعين على البلد أن يمتثل لأي طلب معقول من اللجنة التنفيذية، والوكالة المنفذة الرئيسية والوكالة المنفذة المتعاونة لتسهيل تنفيذ هذا الاتفاق. وعلى وجه الخصوص، سيقوم بتزويد الوكالة المنفذة الرئيسية والوكالة المنفذة المتعاونة بإمكانية الوصول إلى المعلومات اللازمة للتحقق من الامتثال لهذا الاتفاق.

تاريخ الانتهاء

14. سيتم الانتهاء من الخطة والاتفاق المرتبط بها في نهاية السنة التالية للسنة الأخيرة التي تم فيها تحديد الحد الأقصى المسموح به لمستوى الاستهلاك الإجمالي في التذييل 2-ألف. وفي حال وجود أنشطة لا تزال معلقة حينها، وكانت متوقعة في خطة تنفيذ الشريحة الأخيرة وتنقيحاتها اللاحقة وفقا للفقرة الفرعية 5(د) والفقرة 7، فسيتم تأجيل استكمال الخطة حتى نهاية العام التالي لتنفيذ الأنشطة المتبقية. وستستمر متطلبات الإبلاغ وفقا للفقرات الفرعية 1(أ) و1(ب) و1(د) من التذييل 4-ألف حتى وقت استكمال الخطة ما لم تحدد اللجنة التنفيذية خلاف ذلك.

الصلاحية

15. يتم تنفيذ جميع الشروط المنصوص عليها في هذا الاتفاق فقط في سياق بروتوكول مونتريال وعلى النحو المحدد في هذا الاتفاق. وتحمل جميع المصطلحات المستخدمة في هذا الاتفاق المعنى المنسوب لها في بروتوكول مونتريال ما لم يتم تحديد خلاف ذلك في هذا الاتفاق.

16. لا يجوز تعديل هذا الاتفاق أو إنهاؤه إلا باتفاق خطي متبادل بين البلد واللجنة التنفيذية للصندوق المتعدد الأطراف.

التذييلات

التذييل (1-ألف): المواد

المواد	نقطة بداية التخفيضات المجمعة في الاستهلاك
سيتم تحديدها	

التذييل (2-ألف): الأهداف والتمويل

الصف	التفاصيل		2025	2026	2027	2028	2029	2030	المجموع
1.1	جدول تخفيض بروتوكول مونتريال للمواد المدرجة في المرفق "واو"	%	مجمد	مجمد	مجمد	مجمد	10	10	لا ينطبق
		طن من مكافئ ثاني أوكسيد الكربون	19,290,350	19,290,350	19,290,350	19,290,350	17,361,315	17,361,315	لا ينطبق
1.2	الحد الأقصى المسموح به لاستهلاك المواد المدرجة في المرفق "واو"	التخفيض في %	0	0	4.1	6.7	15.0	22.0	لا ينطبق
		طن من مكافئ ثاني أوكسيد الكربون	19,290,350	19,290,350	18,500,000	18,000,000	16,387,179	15,046,473	لا ينطبق
2.1	التمويل المتفق عليه للوكالة الرئيسية (اليونيب) (دولار أمريكي)		222,400	0	3,545,129	0	1,648,115	0	14,275,031
2.2	تكاليف الدعم للوكالة الرئيسية (دولار أمريكي)		9,081,787	0	248,159	0	115,368	0	999,252
2.3	التمويل المتفق عليه للوكالة المتعاونة (اليونيدو) (دولار أمريكي)		635,725	0	1,047,100	0	170,779	0	2,922,567
2.4	تكاليف الدعم للوكالة المتعاونة (بالدولار الأمريكي)		1,704,688	0	73,297	0	11,955	0	204,580
3.1	إجمالي التمويل المتفق عليه (دولار أمريكي)		119,328	0	4,592,229	0	1,818,894	0	17,197,598
3.2	إجمالي تكاليف الدعم (دولار أمريكي)		10,786,475	0	321,456	0	127,323	0	1,203,832
3.3	إجمالي التكاليف المتفق عليها (دولار أمريكي)		755,053	0	4,913,685	0	1,946,217	0	18,401,430
.4	سيتم تحديدها								

التذييل (3-ألف): جدول الموافقة على التمويل

1. سيتم النظر في تمويل الشرائح المقبلة للموافقة عليها في الاجتماع الأول من العام المحدد في التذييل 2-ألف.

التذييل (4-ألف): شكل تقارير وخطط تنفيذ الشريحة

1. سيتألف تقديم تقرير وخطط تنفيذ الشريحة لكل طلب شريحة من أربعة أجزاء:

(أ) تقرير سردي، مشفوع بالبيانات المقدمة حسب الشريحة، يصف التقدم المحرز منذ التقرير السابق، ويعكس حالة البلد فيما يتعلق بالتخفيض التدريجي للمواد الواردة في المرفق واو، وكيفية إسهام الأنشطة المختلفة فيه، وآلية ارتباطها ببعضها البعض، بما في ذلك، حسب الاقتضاء، الأنشطة المتعلقة بكفاءة استخدام الطاقة المعتمدة في سياق الخفض التدريجي للهيدروفلوروكربون عملا بالمقرر 65/91. وينبغي أن يتضمن التقرير كمية استهلاك المواد المدرجة في المرفق واو التي تم تخفيضها كنتيجة مباشرة لتنفيذ الأنشطة، مصنفة عبر كل مادة على حدة، والتكنولوجيا البديلة المستخدمة

والمرحلة ذات الصلة لإدخال البدائل، للسماح للأمانة بإبلاغ اللجنة التنفيذية بالتغيير الناتج في الانبعاثات ذات الصلة بالمناخ. وينبغي أن يتضمن التقرير كذلك معلومات كمية عن الأنشطة المنفذة وأن يسلطِ مزيدا من الضوء على النجاحات والتجارب والتحديات المتعلقة بالأنشطة المختلفة المدرجة في الخطة، بما يعكس أي تغييرات في الظروف في البلد، وتقديم المعلومات الأخرى ذات الصلة. وينبغي أن يتضمن التقرير أيضا معلومات عن أي تغييرات ومبررات لها بالمقارنة مع خطة (خطط) تنفيذ الشريحة المقدمة سابقاً، مثل التأخيرات، والتعامل بمرونة لإعادة تخصيص الأموال أثناء تنفيذ الشريحة على النحو المنصوص عليه في الفقرة 7 من هذا الاتفاق أو أي تغييرات أخرى؛

(ب) تقرير تحقق مستقل عن نتائج الخطة واستهلاك المواد الواردة في المرفق واو، وفقا للفقرة الفرعية 5(ب) من الاتفاق. وما لم تقرر اللجنة التنفيذية خلاف ذلك، يجب تقديم هذا التحقق من بيانات الاستهلاك مع كل طلب شريحة، بحيث يغطي جميع السنوات ذات الصلة التي لم تقر اللجنة بعد باستلام تقرير التحقق الخاص بها، على النحو المحدد في الفقرة الفرعية 5(أ) من الاتفاق؛

(ج) وصف خطي للأنشطة التي يتعين الاضطلاع بها خلال الفترة التي تغطيها الشريحة المطلوبة بما في ذلك المعلومات الكمية، وإبراز معالم التنفيذ ووقت الانتهاء والترابط بين الأنشطة، مع مراعاة الخبرات التي تحققت والتقدم المحرز في تنفيذ الشرائح السابقة؛ وستقدم البيانات الواردة في الخطة حسب السنة التقويمية. وينبغي أن يشتمل الوصف على إشارة إلى الخطة الشاملة والتقدم المحرز، فضلا عن أي تغييرات محتملة متوقعة في الخطة الشاملة. ويجب أن يحدد الوصف كذلك ويشرح بالتفصيل هذه التغييرات على الخطة الشاملة. ويمكن تقديم هذا الوصف للأنشطة المقبلة في إطار نفس الوثيقة مثل التقرير السردي بموجب الفقرة الفرعية 1(أ) أعلاه؛

(د) موجز تنفيذي مؤلف من حوالي خمس فقرات، يلخص المعلومات الواردة في الفقرات الفرعية من 1(أ) إلى 1(ج) أعلاه.

التذييل (5-ألف): رصد المؤسسات والأدوار

1. سيتم تنسيق وإدارة كافة أنشطة الرصد من خلال وحدة الأوزون الوطنية. وسيضمن البلد إجراء رصد دقيق للأنشطة المنفذة بموجب هذه الاتفاقية. وستتولى المؤسسات المنصوص عليها في التذييل 6-ألف و6-باء (أدوار الوكالة المنفذة الرئيسية والوكالة المنفذة المتعاونة) رصد تنفيذ الأنشطة وبالإبلاغ عنها وفقا لأدوارها ومسؤولياتها المنصوص عليها في التذييلات نفسها.

2. تعتبر وحدة الأوزون الوطنية جزءا لا يتجزأ من وزارة الدولة للبيئة، وتخضع للمسؤولية المباشرة لجهاز شؤون البيئة المصري. وستواصل وحدة الأوزون الوطنية تحمل المسؤولية العامة عن تنفيذ الأنشطة بموجب هذا الاتفاق. ولمساعدة وحدة الأوزون الوطنية في أداء هذه المسؤوليات، أُنشئت وحدة إدارة المشروع ضمن وحدة الأوزون الوطنية وتحت إشرافها المباشر.

3. تُشرف وحدة إدارة المشروع على التنفيذ اليومي للمشاريع وبرامج التدريب والمساعدة الفنية وأنشطة التوعية المدرجة في الخطة المُعتمدة لضمان الاستدامة طويلة الأمد لتأثير تلك الأنشطة على خفض استهلاك واستخدام المواد

الهيدروفلوروكربونية. وستبقى وحدة إدارة المشروع على تواصل مستمر مع أصحاب المصلحة والجهات الفاعلة الأخرى في السوق لرصد الاتجاهات وضمان الامتثال للاستراتيجية والخطة الموضوعتين.

4. تضطلع الهيئة العامة للرقابة على الصادرات والواردات ودائرة الجمارك، من خلال بروتوكول مُوقّع مع اللجنة الوطنية للأوزون، بدور بارز بشكل خاص في رصد واردات المواد الهيدروفلوروكربونية ومنع التجارة غير المشروعة. وتُستخدم سجلات الجمارك كمرجع للتدقيق في جميع برامج الرصد لمختلف المشاريع ضمن خطة تنفيذ كيغالي للمواد الهيدروفلوروكربونية.

5. ستُدير وحدة الأوزون الوطنية عملية الرصد بالتعاون الوثيق مع السلطات المعنية، بمساعدة الوكالة المنفذة الرئيسية والوكالة المنفذة المتعاونة. وستكون وحدة الأوزون الوطنية مسؤولة عن رصد استدامة أهداف خفض الاستهلاك المُحققة بموجب هذا الاتفاق.

6. سيُرصد ويُحدد استهلاك المواد الخاضعة للرقابة بناء على بيانات الاستيراد والتصدير الرسمية التي تُسجلها الدوائر الحكومية المعنية. وتُعدّ وحدة الأوزون الوطنية تقارير سنوية، في المواعيد المحددة أو قبلها، عن استهلاك المواد المطلوب تقديمها إلى أمانة الأوزون، وعن التقدم المُحرز في تنفيذ الخطة المطلوب تقديمها إلى أمانة الصندوق المتعدد الأطراف.

التذييل (6–ألف): دور الوكالة المنفذة الرئيسية

1. ستكون الوكالة المنفذة الرئيسية مسؤولة عن مجموعة من الأنشطة، تشمل على الأقل ما يلي:

(أ) ضمان التحقق من الأداء والتحقق المالي وفقاً لهذا الاتفاق وإجراءاته ومتطلباته الداخلية المحددة على النحو المنصوص عليه في خطة البلد؛

(ب) مساعدة البلد في إعداد تقارير وخطط تنفيذ الشرائح حسب التذييل 4-ألف؛

(ج) تقديم تحقق مستقل إلى اللجنة التنفيذية يفيد بأنه قد تم الوفاء بالأهداف وأن أنشطة الشريحة المصاحبة قد اكتملت على النحو المبين في خطة تنفيذ الشريحة، بما يتفق مع التذييل 4-ألف؛

(د) كفالة أن تنعكس الخبرات والتقدم المحرز في التحديثات على الخطة الشاملة وفي خطط تنفيذ الشريحة المقبلة، بما يتفق مع الفقرة الفرعية 1(ج) من التذييل 4-ألف؛

(ه) استيفاء متطلبات الإبلاغ المتعلقة بتقارير وخطط تنفيذ الشرائح والخطة الشاملة على النحو المحدد في التذييل 4-ألف لتقديمها إلى اللجنة التنفيذية، بما في ذلك الأنشطة التي نفذتها الوكالة المنفذة المتعاونة؛

(و) في حالة طلب شريحة التمويل الأخيرة بسنة أو أكثر قبل السنة الأخيرة التي تم تحديد هدف الاستهلاك لها، ينبغي تقديم تقارير تنفيذ الشرائح السنوية، وعند الاقتضاء، تقارير التحقق بشأن المرحلة الحالية من الخطة إلى أن يتم استكمال جميع الأنشطة المتوقعة وتحقيق أهداف استهلاك الهيدروفلوروكربون؛

(ز) ضمان قيام الخبراء التقنيين المستقلين المناسبين بإجراء عمليات المراجعة الفنية؛

(ح) القيام بمهام الإشراف المطلوبة؛

(ط) ضمان وجود آلية تشغيل تسمح بتنفيذ فعال وشفاف لخطة تنفيذ الشريحة والإبلاغ الدقيق عن البيانات؛

(ي) تنسيق أنشطة الوكالة المنفذة المتعاونة وضمان التسلسل المناسب للأنشطة؛

(ك) في حالة التخفيضات في التمويل بسبب عدم الامتثال وفقا للفقرة 11 من الاتفاق، يتعين، بالتشاور مع البلد والوكالة المنفذة المتعاونة تخصيص التخفيضات لمختلف بنود الميزانية ولتمويل الوكالة المنفذة الرئيسية والوكالة المنفذة متعاونة؛

(ل) كفالة أن المبالغ المدفوعة للبلد تستند إلى استخدام المؤشرات؛

(م) تقديم المساعدة في مجال السياسات والإدارة والدعم التقني عند الحاجة؛

(ن) التوصل إلى توافق في الآراء مع الوكالة/الوكالات المنفذة المتعاونة بشأن أي ترتيبات للتخطيط والتنسيق والإبلاغ تكون مطلوبة لتسهيل تنفيذ الخطة؛

(س) صرف الأموال في الوقت المناسب للبلد/الشركات المشاركة لاستكمال الأنشطة المتعلقة بالمشروع.

2. بعد التشاور مع البلد ومراعاة أي آراء يتم الإعراب عنها، ستختار الوكالة المنفذة الرئيسية كيانا مستقلا وتكلفه بإجراء التحقق من نتائج الخطة واستهلاك المواد الواردة في المرفق واو المذكورة في التذييل 1-ألف، وفقاً للفقرة الفرعية 5(ب) من الاتفاق والفقرة الفرعية 1(ب) من التذييل 4-ألف.

التذييل (6-ب): دور الوكالات المنفذة المتعاونة

1. ستكون الوكالة/الوكالات المنفذة المتعاونة مسؤولة عن مجموعة من الأنشطة. ويتم تحديد هذه الأنشطة في الخطة، بما في ذلك، على الأقل، ما يلي:

(أ) تقديم المساعدة لوضع السياسات عند الحاجة؛

(ب) مساعدة البلد في تنفيذ وتقييم الأنشطة الممولة من الوكالة/الوكالات المنفذة المتعاونة، والإشارة إلى الوكالة المنفذة الرئيسية لضمان تسلسل منسق للأنشطة؛

(ج) تقديم تقارير إلى الوكالة المنفذة الرئيسية بشأن هذه الأنشطة، لإدراجها في التقارير الموحدة وفقا للتذييل 4-ألف؛

(د) التوصل إلى توافق في الآراء مع الوكالة المنفذة الرئيسية بشأن أي ترتيبات خاصة بتخطيط وتنسيق وإعداد التقارير تكون مطلوبة لتسهيل تنفيذ الخطة.

التذييل (7-ألف): التخفيضات في التمويل بسبب عدم الامتثال للأهداف الواردة في الاتفاق

1. وفقاً للفقرة 11 من الاتفاق، يمكن تخفيض مبلغ التمويل المقدم بمقدار 5.93 دولار أمريكي لكل طن من مكافئ ثاني أكسيد الكربون من الاستهلاك الذي يتجاوز المستوى المحدد في الصف 1-2 من التذييل 2-ألف لكل سنة لم يتم فيها الوفاء بالهدف المحدد في الصف 1-2 من التذييل 2-ألف، على أساس أن الحد الأقصى لخفض التمويل لن يتجاوز مستوى تمويل الشريحة المطلوبة. ويمكن النظر في اتخاذ تدابير إضافية في الحالات التي يمتد فيها عدم الامتثال لمدة عامين متتاليين. وفي حالة عدم امتثال البلد للاتفاق بسبب التجارة غير المشروعة، لن يطبق الخفض في التمويل إذا جرى الحجز على المواد الخاضعة للمراقبة المتجر فيها بشكل غير قانوني ومن ثم مصادرتها أو تدميرها أو تصديرها أو إعادتها إلى بلد المنشأ.

المرفق الثاني

تفاصيل خطة تنفيذ الشريحة الأولى من خطة تنفيذ كيغالي للمواد الهيدروفلوروكربونية لمصر

المكون	النشاط	الوكالة	التكلفة بالدولار ألأمريكي
أنشطة التصنيع			
قطاعات الرغاوى	تحويل رغاوى البوليوريثان في مؤسسة العربي	اليونديبي	101,420
	مشروع مجموعة لرغاوى البوليوريثان (المؤسسات الصغيرة والمتوسطة)		124,000
	تحويل رغاوى البوليسترين المسحوبة بالضغط		853,021
	المجموع الفرعي لمشاريع الاستثمار في الشريحة الأولى لقطاعات الرغاوى		*1,078,441*
	إدارة المشروع لمشاريع الاستثمار في قطاعات الرغاوى		*91,667*
قطاعات تصنيع أجهزة التبريد وتكييف الهواء	التبريد المنزلي	اليونيدو	4,502,856
	التبريد المنزلي في مؤسسة العربي		50,000
	التبريد التجاري		502,202
	تكييف الهواء السكني		1,948,253
	المجموع الفرعي لمشاريع الاستثمار في الشريحة الأولى لقطاعات تصنيع أجهزة التبريد وتكييف الهواء		*7,003,310*
	إدارة المشروع لمشاريع الاستثمار في قطاعات تصنيع أجهزة التبريد وتكييف الهواء		*595,281*
أنشطة قطاع الخدمة			
1- الإطار التنظيمي وآلية الرقابة	تعزيز السياسات والإطار التنظيمي للهيدروفلوروكربون: • استشارات لاستعراض وتحديث السياسات والإطار التنظيمي • استشارات لتعزيز القدرات الوطنية • تحديث معيار كفاءة العمل • تطوير نموذج اقتصاد دائري لقطاع التبريد وتكييف الهواء • إجراء دراسة حول الأثر الاقتصادي للحوافز وتسريع الإجراءات • نظام تسجيل وطني للمؤسسات المتوسطة والكبيرة	اليونديبي	125,000
	برنامج تدريبي حول سياسات ولوائح مُحدثة لمراقبة الهيدروفلوروكربون • استشارات دولية لتصميم وتحديث مواد التدريب • دورات تدريبية لموظفي الجمارك ومراقبة الحدود • دورات تدريبية للمستوردين والوسطاء • شراء 10 مُعرّفات لغازات التبريد للجمارك • استعراض وتحديث إجراءات نظام منح التراخيص والحصص		88,700
	برنامج المساواة بين الجنسين: • تعيين أخصائي في المنظور الجنساني وتحديد العوائق والأولويات التي تواجه النساء في قطاع التبريد وتكييف الهواء. • إعداد مواد ترويجية وتعزيز المساواة بين الجنسين وتطبيق سياسات المنظور الجنساني. • تنظيم ورشات عمل لما بين 50 و80 من أصحاب المصلحة في كل ورشة.		62,000
	المجموع الفرعي للإطار التنظيمي وآلية الرقابة	*اليونديبي*	*275,700*
2- بناء قدرات الفنيين	استعراض/تحديث المعايير والمبادئ التوجيهية ومنهج التبريد وتكييف الهواء: • استعراض/تحديث مدونات الممارسات التي تغطي جميع القطاعات والتكنولوجيات الحديثة؛ • وضع معايير ومبادئ توجيهية لخدمة تكييف الهواء المتنقل وترجمة المواد اللازمة لنشرها؛ • تنظيم حملات توعية وورشات عمل لأصحاب المصلحة، بما في ذلك موظفو مؤسسات التدريب، والجمعيات الوطنية، والمدربون، والهيئات التنظيمية، ومشغلو مراكز إعادة التدوير؛ • تحديث منهج التدريب في مجال تكييف الهواء المتنقل لضمان ربطه بالمعايير الوطنية المعتمدة.	اليونيدو	80,000
	توسيع نطاق اعتماد الفنيين ليشمل قطاع تكييف الهواء المتنقل: • تشكيل لجنة تضم خبراء فنيين وأصحاب المصلحة الوطنيين لإعداد مخطط جديد		95,000

المكون	النشاط	الوكالة	التكلفة بالدولار ألأمريكي
	للاعتماد؛ • إنشاء قاعدة بيانات لفنيي خدمة تكييف الهواء المتنقل المحتملين لاعتمادهم؛ • تدريب 50 مُقيّم للاعتماد في قطاع تكييف الهواء المتنقل. .		
	توفير الأدوات لـ 900 ورشة عمل متخصصة في تكييف الهواء المتنقل والتبريد وتكييف الهواء: • إجراء دراسة استقصائية لتحديد ورشات العمل في قطاعي تكييف الهواء المتنقل والتبريد وتكييف الهواء واحتياجاتها، وشراء المعدات وتسليمها لـ 100 ورشة عمل في الشريحة الأولى		255,000
	تدريب واختبار 1,000 فني متخصص في تكييف الهواء المتنقل و1,000 فني متخصص في التبريد وتكييف الهواء: • دورات تدريبية لمدة ثلاثة أيام من خلال مراكز التميز ومعاهد التدريب حول أفضل الممارسات لـ 725 فني متخصص في تكييف الهواء المتنقل و725 فني متخصص في التبريد وتكييف الهواء في الشريحة الأولى.		290,000
	تدريب ما بعد البيع لـ 1,250 فنيا في مراكز خدمة التبريد وتكييف الهواء وتكييف الهواء المتنقل ذات العلامات التجارية الرئيسية: • تدريب متعمق في التشخيص واستكشاف الأخطاء وإصلاحها، باستخدام الأدوات والتقنيات المناسبة، ومعايير السلامة ومعايير الصناعة لـ 500 متدرب في الشريحة الأولى		100,000
	المجموع الفرعي لبناء قدرات الفنيين	*اليونيدو*	*820,000*
3- التواصل والتوعية	حملات في قطاعات مختلفة (أجهزة الاستنشاق بالجرعات المقننة، وتكييف الهواء المتنقل، والتبريد وتكييف الهواء) لرفع مستوى الوعي بالتخفيض التدريجي وكفاءة الطاقة والتبريد المستدام: • وضع مواد توعية، وجلسات نقاش نصف سنوية، وأربع ورشات عمل مستهدفة، وتفاعل عبر الإنترنت.	اليونيدو	230,000
	حملات لترويج الأنشطة في قطاعات الرغاوى، ورفع مستوى الوعي بالتغييرات التنظيمية: • وضع مواد توعية، وورشات عمل مستهدفة، وتفاعل متعدد الوسائط.	اليوئنديبي	65,000
	المجموع الفرعي للتواصل والتوعية	*اليونيدو* *اليوئنديبي*	*230,000* *65,000*
4- المشاريع القطاعية (أ) تكييف الهواء السكني	مشروع توضيحي لتكنولوجيتين غير مماثلتين[41] للتبريد التبخيري المباشر وغير المباشر[42] لاستخدامات أجهزة التكييف السكنية المنفصلة: • خدمات استشارية لإعداد المشروع، وتقديم المشورة للمشاركين بشأن التكنولوجيا، وإرشادهم خلال مراحل البحث والتطوير والإنتاج. • تصنيع نماذج أولية لوحدات التبريد التبخيري المباشر وغير المباشر بسعة تتراوح بين 5 و7.5 كيلوواط.	اليونيدو	45,000
	مشروع توضيحي لثلاثة أنظمة مياه مبردة معبأة غير مماثلة لتحل محل الوحدات المنفصلة المتعددة. • خدمات استشارية لإعداد المشروع، وتقديم المشورة للمشاركين بشأن التكنولوجيا، وإرشادهم خلال مراحل البحث والتطوير والإنتاج. • إعداد نموذجين أوليين لنظامي مياه مبردة بقدرة تتراوح بين 10 و17.5 كيلوواط.	اليونيدو	55,000
المشاريع القطاعية (ب) تكييف الهواء التجاري	مشروع توضيحي لتكنولوجيا تبريد[43] أعماق البحار غير المماثلة في تكييف الهواء التجاري: • تعيين استشاري لتحديد جدوى تبريد المناطق باستخدام تكنولوجيا تبريد أعماق البحار في مجالي تطوير جديدين؛ • جمع البيانات باستخدام مركبة تعمل عن بُعد في الطبقات العميقة من خليج العقبة؛	اليونيدو	40,000
	المجموع الفرعي للمشروعات القطاعية	*اليونيدو*	*190,000*
5- المساعدة الفنية (أ) قطاع التبريد وتكييف الهواء	برنامج مساعدة فنية مخصص للمؤسسات الصغيرة والمتوسطة في عمليات تحويل التصنيع • تقديم المساعدة والدعم الفني لتحويل المؤسسات الصغيرة والمتوسطة في قطاعات التصنيع المدعومة	اليونيدو	25,000

[41] يشير مصطلح تكنولوجيات التبريد غير المماثلة إلى أي أنظمة تبريد بديلة غير أنظمة التبريد بضغط البخار.

[42] التبريد التبخيري المباشر وغير المباشر: يستخدم التبريد التبخيري غير المباشر في البداية لتبريد الهواء مسبقا دون إضافة رطوبة. ثم يخضع الهواء المبرد مسبقا للتبريد التبخيري المباشر، مما يقلل درجة حرارته بشكل أكبر. ويُعزز هذا المزيج كفاءة التبريد مع التحكم في مستويات الرطوبة، مما يجعله مناسبا لمجموعة واسعة من التطبيقات.

[43] تستفيد تكنولوجيات التبريد في أعماق البحار من درجات الحرارة الباردة الطبيعية الموجودة في المياه العميقة لتوفير التبريد للمباني والعمليات الصناعية. يمكن لهذه الطريقة أن تقلل بشكل كبير من استهلاك الطاقة وانبعاثات غازات الاحتباس الحراري مقارنة بأنظمة تكييف الهواء التقليدية.

المكون	النشاط	الوكالة	التكلفة بالدولار ألأمريكي
5- المساعدة الفنية (ب) قطاع مكافحة الحرائق	المساعدة الفنية ورصد استخدام المواد الهيدروفلوروكربونية كمواد إطفاء حرائق: • إعداد جرد للمؤسسات التي تستورد وتبيع وتستخدم وتركب وتعيد تعبئة معدات مكافحة الحرائق وأنظمة الفيضانات المعتمدة على المواد الهيدروفلوروكربونية؛ • الترويج وإعداد/طباعة كتيب عن أفضل الممارسات في صيانة وإعادة شحن أجهزة إطفاء الحريق المحمولة؛ • تنسيق مجموعة عمل لتطوير القدرات الفنية المتعلقة برموز الجمارك للتحكم في تجارة الأسطوانات المستخدمة في قطاع مكافحة الحرائق؛ • البدء في العمل على إنشاء مركز للتدريب والفحص	اليوئنديبي	152,000
4- المساعدة الفنية (ج) قطاع النقل المبرد	المساعدة الفنية لقطاع النقل المبرد: • تحديد جميع أصحاب المصلحة في هذا القطاع، واتجاهات استهلاك التكنولوجيات والتطبيقات (شاحنات الحاويات، والشاحنات الصغيرة، والثلاجات، أو التبريد البحري)، ومدى الاستعداد للتكنولوجيات البديلة؛ وتقييم قدرات خدمة ما بعد البيع. • ورشات عمل للمؤسسات الصغيرة والمتوسطة والجهات المسؤولة عن التركيب حول التكنولوجيات الجديدة، والحد من التسرب من خلال التصميم والأدوات المناسبة. • • تقديم المساعدة الفنية من خلال زيارات فردية منظمة مع أصحاب المصلحة.	اليونيدو	102,000
	المجموع الفرعي للمساعدة الفنية	*اليونيدو*	*127,000*
		اليوئنديبي	*152,000*
	المجموع الفرعي لأنشطة اليونيدو في قطاع الخدمة ضمن الشريحة الأولى		1,367,000
	المجموع الفرعي لأنشطة اليوئنديبي في قطاع الخدمة ضمن الشريحة الأولى		492,700
	المجموع الفرعي للأنشطة في قطاع الخدمة ضمن الشريحة الأولى		1,859,700
	إدارة المشروع للشريحة الأولى	*اليونيدو*	116,195
		اليوئنديبي	41,880
إجمالي اليونيدو للشريحة الأولى			**9,081,787**
إجمالي اليوئنديبي للشريحة الأولى			**1,704,688**
المجموع الكلي			**10,786,475**

Transformation of Commercial Air Conditioning Companies
HCFC Phase-out Management Plan (HPMP) EGYPT (Stage II), UNIDO ID: 140400

DIRECT/INDIRECT EVAPORATIVE COOLING

Year: 2024
Climatic Zone: 8

Project supported by:

MULTILATERAL FUND FOR THE IMPLEMENTATION OF THE MONTREAL PROTOCOL

UNITED NATIONS INDUSTRIAL DEVELOPMENT ORGANIZATION

UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME

EUROPEAN INDUSTRY ASSOCIATION EUROVENT

Table of Contents

	Page
Disclaimer	4
Acknowledgment	5
Project Team	6
Executive Summary	7
Chapter 1: Tabulation Formats for Compiling and Presenting the Results of the Project for the Prototypes of Four OEMs in Climatic Zone 8	8
1.1 The Layout of the Testing Yard	8
I. Infrastructure Setup	8
II. Security and Access	8
III. Logistics and Support	8
IV. Transportation and Accommodation	8
V. Continuous Communication	9
VI. Coordination and Site Inspections	9
VII. Location of the Testing Yard	9
VIII. Tested Units	9
IX. Measurement Apparatus	10
X. Supporting Equipment	11
XI. Data Collection and Analysis	11
1.2 Method of Tabulating Results	11
I. Test Details and Schedule	12
II. Standard Conditions for Testing	14
III. Tabulating Results	14
IV. Accuracy of Measuring Instruments	15
1.3 Ambient Conditions During the Tests	16
1.4 Summary of Results	18
I. Results of OEM 2 (August 26, 2024)	18
II. Results of OEM 3 (August 28-29, 2024)	18
III. Results of OEM 7 (August 30-31, 2024)	19
IV. Results of OEM 6 (August 31 – September 1, 2024)	20
1.5 Challenges and Problems Associated with the Testing	20
I. Unstable Electricity Supply	20
II. Weather-Related Challenges	21
III. Technical Problems with Testing Equipment	21
IV. Impact of Challenges on Testing Results	22
Chapter 2: Review and Recommend How to Update National Guidelines to Include New Technologies	23
2.1 Review of the Results of Testing in CZ 2, 5 and 8	23
I. Developing Guidelines and Codes for Direct/Indirect Evaporative Cooling (IEC)	23
II. Guidelines for Not-In-Kind (NIK) Cooling Technologies	23
III. Expand Testing Requirements Across Climatic Zones	23
IV. Establish Calibration and Certification Protocols	24
V. Promote Awareness and Training for IEC Technology	24
VI. Economic Feasibility Analysis Requirements	24
VII. Define Quality Assurance and Testing Procedures	24
VIII. Conclusion	25
2.2 Recommendation for Updating National Guidelines	25
I. Develop Specific Guidelines and a Code for IEC Technology	25
II. Expand Testing and Performance Evaluation All Climate Zones	25
III. Promote Lower-GWP Refrigerants and Environmental Sustainability	25
IV. Incorporate Life-Cycle Cost Analysis and Economic Feasibility Assessments	26

V. Develop Calibration and Quality Assurance Protocols 26
VI. Raise Awareness and Provide Training for IEC and NIK Technologies 26
VII. Quality Assurance and Certification for IEC Technology 26
VIII. Continuous Monitoring and Data Collection for IEC System Performance 27
IX. Incorporate Environmental and Sustainability Criteria 27
X. Summary 27
Chapter 3: Reporting of the Outreach Campaign 28
3.1 The Outreach Campaign 28
I. Introduction 28
II. Campaign Objective 28
III. Program Agenda 28
IV. Key Presentations 28
V. Discussions 29
VI. Outcomes and Future Recommendations 30
VII. Conclusion 30
Chapter 4: Conclusions and Future Work 32
4.1 Key Findings 32
4.2 Suggested Stage III 32
Annex 1: Results of Test for All OEMs
Annex 2: Calibration Certificates
Annex 3: Testing Equipment Used
Annex 4: Outreach Campaign Brochure, Presentations and Photos
Annex 5: Testing Photos

Disclaimer

This report is carried out by Housing and Building National Research Center in Egypt (HBRC) with collaboration of United Nations Industrial Development Organization (UNIDO), United Nations Environment (UNEP) and National Ozone Unit in Egypt (NOU). This report may be reproduced in whole or in part and in any form for educational or non-profitpurposes without special permission from UNIDO and UNEP, provided acknowledgement of the source is made. UNIDO and UNEP would appreciate receiving a copy of any publication that uses this publication as a source. No use of this publication may be made for resale or for any other commercial purpose whatsoever without prior written permission from UNIDO and UNEP.

While the information contained herein is believed to be accurate, it is of necessity presented in a summary and general fashion. The decision to implement one of the options presented in this document requires careful consideration of a wide range of situation-specific parameters, many of which may not be addressed by this document. Responsibility for this decision and all its resulting impacts rests exclusively with the individual or entity choosing to implement the option. UNIDO, UNEP, their consultants and the reviewers and their employees do not make any warranty or representation, either expressed or implied, with respect to the accuracy, completeness or utility of this document; nor do they assume any liability for events resulting from the use of, or reliance upon, any information, material or procedure described herein, including but not limited to any claims regarding health, safety, environmental effects, efficacy, performance, or cost made by the source of information.

Acknowledgment

We would like to acknowledge the assistance given by the governmental sectors and the National Ozone Unit Officers of Egypt and the Housing & Building National Research Center (HBRC) for their support in the implementation of the project and their assistance in facilitating communication with different stakeholders.

We also acknowledge the International Technical Review Team "EUROPEAN INDUSTRY ASSOCIATION EUROVENT" that assist the project team in reviewing the process, results and report of the project.

Acknowledgement also goes particularly to HBRC for providing the testing yard, facilities (Electrical feeding, water supply … etc.) and other logistic facilities at their installation in Toshky.

The project team also acknowledges the OEM manufacturers who built the IEC-H prototypes and DX systems to be tested at the location.

- Delta Construction & Manufacturing DCM
- TIBA Engineering Industries Co.
- VOLTA EGYPT
- SS Air Technology

Acknowledgement also goes to the team's technicians, technical assistance staff and drivers which assisted in the project successful completion in this remote location.

Project Team

This Project is contracted between the United Nations Industrial Development Organization "UNIDO" and Housing & Building National Research Center "HBRC". Whereas, UNIDO has been designated by the **Multilateral Fund for the Implementation of the Montreal Protocol** as Implementing Agency; and has agreed to provide assistance to the Egyptian Government in carrying out the project entitled "HCFC Phase-Out Management Plan (HPMP) Egypt (Stage II)".

The National Ozone Unit – Ministry of Environment, Egypt: The ministry team provided guidance and direction and participated at project meetings and discussions. The project is funded by the HCFC Phase- out Management Plan (HPMP) of Egypt.

The Project Management: UNIDO and UN Environment provided overall management and coordination of the project, established the link with the technology providers, and oversaw the development of the report of the project. The Project was managed by Mr. Ole Nielsen, Dr. Iino Fukuya, Dr. Yunrui Zhou, Program Officer – UNIDO and Eng. Ayman El-Talouny, International Partnership Coordinator, Ozone Action Program – UN Environment. The Coordination Consultant, Eng. Ahmed El-Korashy provided logistical support and coordination for the project.

EUROVENT (European Industry Association): Due to the absence of local testing standard or guidelines for IEC applications, the service of an International Advisory Partner was needed to offer recommendations, testing reference and quality review of the testing process.

The Project general Manager and Technical Consultant and writer of the report, Dr. Alaa Olama advised OEMs during prototype design and construction. Devised testing methodology and testing TOR, consulted with OEMs to provide technical solutions for problems as they arose wrote the report and provided analysis of data.

HBRC organized testing including testing results in both climatic zones, tabulated and created the excel sheets including figures, drawings and review and edit of the report

The project personnel provided by the HBRC are as follows:

Name	Project Function	Gender
Prof. Sayed Shebl Mohamed	Team Leader	Male
Eng. Sally Aladdin Ali	Expert Testing Engineer	Female
Eng. Aya Mohamed Zaki	Expert Testing Engineer	Female
Eng. Mariam Sayed Shebl	Expert Architecture Photographer	Female
Mrs. Elham Eid Said	Secretarial Work	Female
Mr. Mohamed Hassan Ahmed	Secretarial Work	Male
Mr. Farid Rashed Ibrahim	Specialized Testing Technician	Male
Mr. Ahmed Maher Mohamed	Specialized Testing Technician	Male
Mr. AbuElHagag Abbas Mohamed	Specialized Testing Technician	Male
Mr. Qassem Gad	Specialized Testing Technician	Male
Eng. Ahmed Ezzat Mahmoud	Specialized IT Assistant	Male
Mr. Mohamed Ibrahim Abdel Moiety	Driver	Male

Executive Summary:

This project is contracted to support the Egyptian Government in implementing the "HCFC Phase-Out Management Plan (HPMP) Egypt (Stage II)." As part of the project requirements, each Original Equipment Manufacturer (OEM) was tasked with independently developing custom-built prototypes of Direct/Indirect Evaporative Cooling Hybrid Air Conditioners (IEC-H) and a central Direct Expansion (DX) unit. These units were then tested and compared under real operating conditions in three of Egypt's eight climatic zones (CZ).

The 2022 final report presented test results from CZ 2 and CZ 5. This current report provides the performance results from CZ 8, Egypt's hottest and driest climatic zone.

The testing included a 24-hour performance comparison between a full fresh air IEC-H unit and the DX unit. Key parameters assessed included dry bulb and wet bulb temperatures exiting the IEC-H and DX units, Energy Efficiency Ratios (EERs), and the refrigeration capacities of each unit. Each OEM's IEC-H and DX units were tested simultaneously over the 24-hour period to ensure consistent comparative data.

All OEM results indicated that their IEC-H units achieved better Energy Efficiency Ratios (EER) compared to their respective DX units in the CZ 8 testing conditions. The highest and lowest EERs across all OEMs are highlighted below. This report on CZ 8 demonstrates that the IEC-H system outperforms the DX system thermodynamically, as it consistently achieves higher EERs.

Although the air discharge of both units for each OEM were the same, compressor capacity for each OEM varied considerably. OEMs used different capacity compressor in their IEC-H units compared to their respective DX unit tested. The tests showed that the capacity of the IEC-H unit when compared to the capacity of the respective DX unit also varied considerably. For a certain OEM, for some it was higher and for others inferior. The report breaks new ground for NIK air conditioning technologies and provides an alternative full fresh air system for air conditioning application that exceeds the efficiency of existing DX systems.

This report marks a significant advancement for NIK air conditioning technology by presenting an alternative full fresh air system that surpasses the efficiency of traditional DX systems. Although the final reports for CZ 2 & 5 (2022) and this report for CZ 8 (2024) provide a solid foundation for developing guidelines for a direct/indirect evaporative cooling code in Egypt, the report recommends further research. Specifically, it suggests deriving a mathematical model to predict EERs and refrigeration capacities for IEC-H prototypes across Egypt's remaining five climatic zones. the technical analysis of the results are included in the report issued by the technical consultant of the project.

Chapter 1: Tabulation formats for compiling and presenting the results of the project for the prototypes of four OEMs in Climatic Zone 8

1.1. The layout of the testing yard

The Housing and Building National Research Center (HBRC) has undertaken extensive preparations to establish a fully equipped testing yard in Climatic Zone 8, specifically in Aswan-Toshky. This location was chosen for its unique climatic conditions, providing a suitable environment for testing the Direct/Indirect Evaporative Cooling Hybrid (IEC-H) prototypes and Direct Expansion (DX) units. Below is a summary of the key preparations completed to ensure the site is fully operational and secure:

I. Infrastructure Setup:

- Testing Yard: Essential yard for running out the tests was arranged and coordinate with the Ministry of Water Resources & Irrigation to include both IEC-H and DX units in the same run.
- Electrical Cables, Electrical Panel and Water Supply: Essential site infrastructure was established, including electrical panel and cables and water piping systems. The water supply setup was coordinated through contracts with the Ministry of Water Resources & Irrigation to ensure adequate water availability for testing.
- Power Stability: Due to high summer energy demands in the region, a generator was rented to maintain stable power for the operation of the IEC-H prototypes and DX units. The generator, which required heavy equipment for transport, was essential to compensate for power instability during peak summer loads.

II. Security and Access:

- Safety Gate: A secure gate was installed at the testing yard to control access and ensure the safety of personnel and equipment.
- Road Preparation: Roads leading to the testing site were prepared to facilitate smooth access for equipment and personnel transport.

III. Logistics and Support:

- Weather Station Setup: The technical team installed a weather station at the site to monitor and log climate conditions essential for the testing data.
- Water Pipelines and Pump Purchase: water pipelines and pump was acquired to supply the IEC-H units with the necessary water feed.

IV. Transportation and Accommodation:

- HBRC arranged hotel accommodations in Abu Simbel for team members, and vehicles were rented to transport the team between the hotel and testing site daily.
- Four on-site rooms were prepared to house technicians and drivers from HBRC and the OEMs.
- Forklifts were rented to unload and move the tested prototypes and units within the

testing yard.

V. Continuous Communication:

HBRC ensured consistent communication with OEMs throughout the testing phase to coordinate the secure arrival of personnel and equipment. Additionally, HBRC facilitated OEM members' local transportation by liaising with car rental agencies. HBRC supported OEMs with accommodation and flight reservations through the HBRC Relationship Department.

VI. Coordination and Site Inspections:

Prior to the testing phase, HBRC conducted three site inspections to ensure all arrangements were in place. One of these visits included the HBRC Chairman, Chairman Deputy, and the Project Team Leader to oversee the setup and ensure readiness.

Through these efforts, HBRC has established a well-prepared testing yard in Aswan-Toshky, fully equipped to support comprehensive testing in Egypt's Climatic Zone 8.

VII. Location of the Testing Yard

The testing yard was set up in Climatic Zone 8, located in Aswan-Toshky (latitude: 22°49' 02" N, longitude: 31°28' 16" E, altitude: 196.07 meters above sea level) as in Figure (1). The tests were conducted under this region's extreme climatic conditions, which are characterized by high temperatures and low humidity.

The layout and equipment setup for the testing yard included the following components and arrangements, as illustrated in Figure (2): Schematic diagram:

VIII. Tested Units:

- IEC Hybrid Unit: A Direct/Indirect Evaporative Cooling Hybrid (IEC-H) prototype.
- DX Unit: A Direct Expansion (DX) unit configured to match the airflow rate of the IEC-H unit.

Both the IEC-H prototype and DX unit were configured to operate with a low Global Warming Potential (GWP) refrigerant, R-32, and were set up for full fresh air intake, maintaining the same airflow rate for accurate comparison. Each OEM's equipment was tested simultaneously over a continuous 24-hour period, with data recorded every hour.
The IEC-Hybrid prototype and DX Unit were positioned parallel, with both units set to intake fresh air from the same ambient source to ensure consistency in air conditions. Each unit was equipped with air ducts to facilitate controlled air discharge.

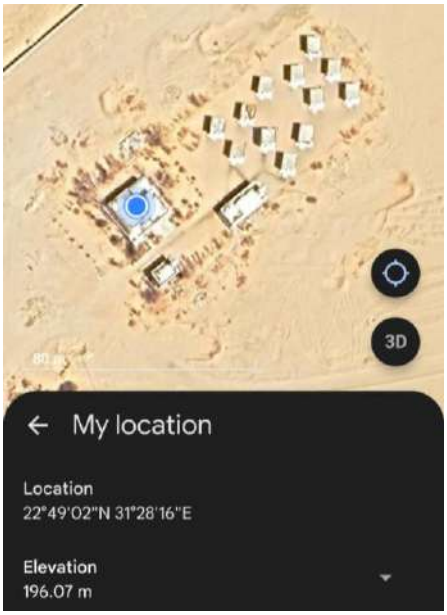


Figure (1): Testing Location

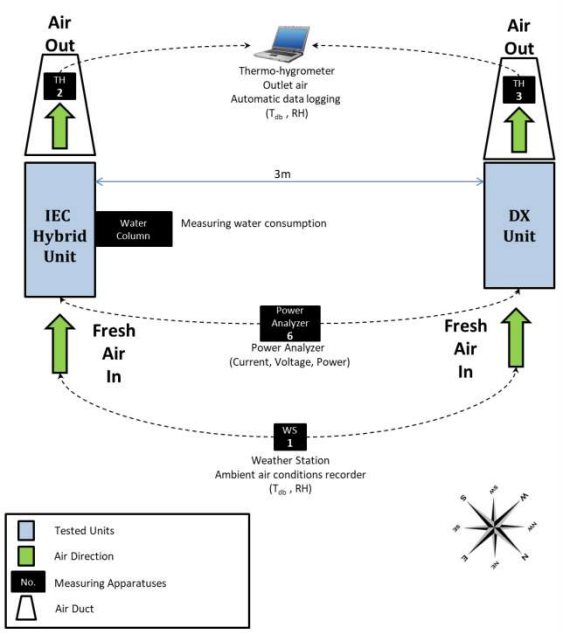


Figure (2): Schematic Diagram of the testing Units and Measuring Instruments

IX. Measurement Apparatus:

- Thermo-Hygrometers: Placed at the outlet of both the IEC-H prototypes and DX units, the thermo-hygrometers recorded the dry bulb temperature (Tdb_{out}) and relative humidity (RH_{out}) of the outlet air, automatically logging these values hourly for detailed analysis of the air conditioning performance.
- Weather Station (WS): Located on roof top of one building in the site away from the

exit of tested units. The weather station continuously recorded ambient air conditions, specifically the dry bulb temperature (Tdb_{amb}) and relative humidity (RH_{amb}), wind speed, wind direction, solar radiation, and barometric pressure providing a reference for evaluating the effectiveness of the cooling systems under local climate conditions.

- Power and Water Consumption Monitoring: Each DX unit was connected to a power meter to monitor the total power consumption ($Pw._{TotDX}$). While Each IEC-H prototype was connected to a power analyzer to monitor the total power consumption ($Pw._{TotIEC-H}$). Additionally, four power meters were connected to the IEC-H prototype to monitor the power consumption of the pump, supply fan, exhaust fan, and the compressor. A water level (W_{LVL}) sensor measured the water consumed by the IEC-H prototype, with hourly data logged to calculate the total water usage across the 24-hour test period.
- All measuring apparatuses are calibrated in accredited laboratories; the calibration certificates are included in Annex 2.

X. Supporting Equipment:

- Generator: A generator was provided to ensure stable power supply, as local electricity was inconsistent due to high summer loads. Heavy equipment was used to transport and position the generator on site.
- Water Pump: Installed to supply the IEC-H prototypes with the required water feed for evaporative cooling.
- Forklifts and Vehicles: Forklifts were rented to transport and position the units at the designated testing locations, while vehicles facilitated transport of personnel and equipment between the testing site and accommodations.

XI. Data Collection and Analysis:

- The tests were conducted for each OEM over a continuous 24-hour period, with all measurements (temperature, humidity, power consumption, and water usage) recorded on an hourly basis. This allowed for a comprehensive analysis of each unit's performance in terms of energy efficiency, cooling capacity, and resource consumption.
- This setup enabled a detailed comparison between the IEC-H and DX units, facilitating performance evaluation in Climatic Zone 8's challenging environmental conditions. The hourly readings and controlled testing environment ensured reliable data, which will contribute to assessing the thermodynamic efficiency of the IEC-H system compared to traditional DX systems under real-world conditions.

1.2. Method of tabulating results

The purpose of this report is to outline the methodology used to tabulate results for performance tests conducted on four OEMs

- VOLTA Egypt
- Delta Construction & Manufacturing (DCM)

- Smart Sustainable Air Technology (SS Air Technology)
- TIBA Engineering Industries Co. (TIBA).

These tests were conducted to assess the airflow characteristics of the IEC-H prototypes and DX units associated with each OEM. Testing was carried out on specific dates and with airflow rates held constant to ensure consistency in results.

The results for each OEM were tabulated as per **Annex 1: Results of Tests of All OEMs**

I. Test Details and Schedule:

Testing was conducted over four days, with each OEM's units being evaluated on a specific date:

- **OEM 2**: August 26, 2024
- **OEM 3**: August 28-29, 2024
- **OEM 7** : August 30-31, 2024
- **OEM 6**: August 31 – September 1, 2024

The testing dates modified from the scheduled plan as per specified in Table (1):

Table (1): The testing dates modified from the scheduled plan

Date	Scheduled Action	Changes in Scheduled Plan	Remarks
24rd August	Arrival of some of HBRC team & **OEM 2** Team at Abu-Simbel Airport Arrival of **OEM 2** units Connecting of **OEM2** units	No Changes	N.A
25th August	**Testing of OEM 2 units***	Testing postponed to the next day	Unstable electricity in the site. Power generator is rented to solve the problem.
26th August	**Disconnecting of OEM 2 units*** Arrival of **OEM 3** units Connecting of **OEM 3** units	Testing of **OEM 2** units started @ 12:00 am	A storm started at 6:30 pm, which sharply increased the ambient relative humidity and decreased the ambient dry bulb temperature
27th August	**Testing of OEM 3 units***	Testing postponed to the next day	Dew to the storm occurred on the previous day, the

Date	Scheduled Action	Changes in Scheduled Plan	Remarks
			ambient relative humidity was higher than usual values in this location.
28th August	**Disconnecting of OEM 3 units***	Testing of **OEM 3** units started @ 10:00 am	
29th August	Arrival of **OEM 7** units Connecting of **OEM 7** units	No Changes	**OEM 7** used the DX unit of **OEM 3** company A storm started at 8:00 pm
30th August	Testing of **OEM 7** units	Testing of **OEM 7** started @ 9:00 am	Testing of **OEM 7** was going to be started at 12:00 am, The storm caused a heavy rain and power shortage all over the city. The testing was postponed to 9:00 am when the weather became more stable Due to the storm, the ambient relative humidity throughout the testing day was higher than usual
31st August	Disconnecting of **OEM 7** units Arrival of **OEM 6** units Connection of TIBA units	Testing of **OEM 6** units started @ 8:00 pm	N.A
1st September	**Testing of OEM 6 units***	Testing started at the previous day Disconnection of the units	N.A
2nd September	departure of HBRC team & **OEM 6** Team at Abu-Simbel Airport		N.A
Note: (*): Changed from the original Schedule			

II. Standard Conditions for Testing:

To ensure comparability between results, the airflow rates for both the IEC-H prototype and DX unit were set as follows:

- **OEM 2**: 1189 CFM
- **OEM 3**: 1320 CFM
- **OEM 7**: 1320 CFM
- **OEM 6**: 1800 CFM

These values were used consistently throughout testing to provide a controlled environment for comparing the performance of each OEM's equipment under similar conditions.

III. Tabulating Results:

Results were monitored and automatically logged to provide clarity and ease of analysis. The tabulation process was organized according to the following principles:

a. Date and OEM Identification: Each set of results is associated with the specific OEM tested on a particular date, ensuring easy traceability and review of test data.

b. Airflow Measurements: The airflow rate was a critical variable in this testing process, and it was carefully documented for both the IEC-H prototype and DX units of each OEM. The values were kept constant as per the standard conditions, ensuring consistency.

c. Measured Metrics: For each OEM, performance metrics (such as ambient conditions, primary air outlet temperature and relative humidity, water consumption, and power consumption) were recorded for the IEC-H prototype and DX unit and organized into a table format. These values were measured under the constant airflow conditions outlined above to provide comparable results across all OEMs.

d. Calculated Parameters: The testing process involved comprehensive measurements at both ambient conditions and during operation of the IEC-H prototype and DX unit. These parameters were essential for evaluating the performance of each OEM's system. Below is a summary of the specific metrics calculated in each case.

e. Ambient Condition Calculated parameters: The following parameters were calculated at ambient conditions to establish baseline environmental data for each test:

   - Pressure at Given Altitude (Pa): Calculated based on the testing location's altitude to adjust for atmospheric pressure.
   - Saturation Vapor Pressure (hPa): The maximum vapor pressure at the ambient temperature.
   - Partial Vapor Pressure (Pa): The pressure exerted by water vapor present in the ambient air.

- Humidity Ratio: The ratio of the mass of water vapor to the mass of dry air.
- Partial Pressure of Dry Air (Pa): The pressure component of dry air in the ambient conditions.
- Density of Ambient Air (kg/m^3): Calculated based on pressure, temperature, and humidity conditions.
- Enthalpy of Ambient Air (kJ/kg): Total heat content of the ambient air per unit mass.

f. IEC-H Prototype and DX Unit Calculated parameters: For the IEC-H prototype and DX unit, the following parameters were calculated to evaluate its performance under operating conditions:

- Saturation Vapor Pressure (hPa): Calculated for the air exiting the tested unit to assess moisture content.
- Partial Vapor Pressure (Pa): The pressure component of water vapor in the outlet air.
- Humidity Ratio: Measured for the air exiting the tested unit.
- Partial Pressure of Dry Air (Pa): Calculated for the outlet air.
- Density of Outlet Primary Air (kg/m^3): The density of the air leaving the IEC-H prototype.
- Enthalpy of Outlet Primary Air (kJ/kg): Total heat content of the outlet air per unit mass.
- Water Consumed (mm^3/hr): The amount of water used by the IEC-H prototype during operation.
- Total Power Consumption (kW): The energy consumed during the operation of the IEC-H prototype.
- Mass Flow Rate (kg/s): The rate at which air is supplied through the tested unit.
- Total Refrigeration Capacity (BTU/hr): The cooling capacity of the tested unit.
- Coefficient of Performance (COP): The ratio of cooling capacity to power consumption, indicating efficiency.
- Energy Efficiency Ratio (EER) (BTU/W.hr): The cooling capacity per unit power input.

IV. Accuracy of Measuring Instruments:

In order to ensure reliable results, all measurements were carried out using instruments that have been calibrated at accredited laboratories. The accuracy of the measurements was scrutinized to determine the degree to which each calculated or measured value closely approximates the actual value. Since a measuring instrument can only record values within its specific precision limits, the selection and calibration of each instrument played a critical role in the accuracy of the results.

All instruments used in this testing were calibrated, and calibration certificates to this report to verify compliance with international standards. Calibration certificates are listed in Annex (2).

The accuracy of our measurements was guaranteed through the following procedures:

- Collecting Data: All measurement data were electronically recorded using the equipment's software, which facilitated the direct transfer of information to tools such as spreadsheets for further analysis.
- Sorting Values: Data points were sorted systematically to help determine the range of values collected, providing an initial view of consistency and variability.
- Average Value Calculation: The average value of each set of measurements was calculated, representing a central value that serves as a reference point for accuracy.
- Calculating Absolute Deviations: Each individual measurement was subtracted from the average value, producing a set of absolute deviations. These deviations illustrate how close each individual reading is to the average, providing insight into data consistency.
- Determining Precision: Precision was calculated as the average value plus or minus the average deviation, reflecting the repeatability and reliability of the measurements.
- Calculating Uncertainty: To determine overall measurement uncertainty, all potential sources of uncertainty were identified, and the uncertainty contributions from each source were combined for an overall estimation.
- Annex 3: provides details instrument used, including the model number, serial number, and measured parameter.

1.3. Ambient Conditions During the Tests:

The tests conducted on the OEM units (OEM 2, OEM 3, OEM 7, and OEM 6) between August 25, 2024, and September 1, 2024, were subject to varying ambient conditions, which significantly impacted the relative humidity levels throughout the testing period. Understanding these conditions and their relationship to relative humidity is essential for evaluating the performance results accurately.

a. Testing of OEM 2 Units (August 26, 2024)

- Initial Delay: Testing was initially scheduled for August 25 but was postponed due to unstable electricity at the site, requiring a power generator.
- Weather Impact on August 26: A storm began at 6:30 pm, which had a notable impact on the ambient conditions. The storm led to a sharp increase in relative humidity and a decrease in the ambient dry bulb temperature, creating a more humid environment than expected for this location.
- Effect on Testing: Higher relative humidity due to the storm likely affected the **OEM 2** unit's performance, as the system would have to account for increased moisture in the air. This may have impacted both cooling capacity and energy efficiency.

b. Testing of OEM 3 Units (August 28-29, 2024)

- Ambient Conditions on August 27: Testing was delayed by another day due to residual effects of the previous day's storm. The relative humidity remained unusually high because of dew formation, a direct consequence of the storm.
- Testing on August 28: Testing began at 10:00 am on August 28. Due to the delay, the ambient relative humidity returned to normal conditions.
- Effect on Testing: **OEM 3** units were tested under normal conditions.

c. Testing of OEM 7 Units (August 30-31, 2024)

- Weather on August 29: **OEM 7**'s units arrived and were connected, with no changes in the initial plan. However, on the evening of August 29, a storm started around 8:00 pm.
- Testing Delays on August 30: Testing for **OEM 7** was initially planned for midnight but was postponed to 9:00 am due to heavy rain and a power outage caused by the storm. As a result of the storm, relative humidity remained high throughout the day.
- Effect on Testing: Prolonged high relative humidity during the **OEM 7** unit testing would impact cooling efficiency and dehumidification load. The ambient conditions likely demanded more energy for maintaining required conditions, potentially influencing the power consumption and efficiency metrics.

d. Testing of OEM 6 Units (August 31 - September 1, 2024)

- Testing Start on August 31: The **OEM 6** units were installed and tested starting at 8:00 pm. No specific issues with ambient conditions were noted on this date.
- Continuation on September 1: Testing continued briefly into September 1 before the disconnection of the units.
- Effect on Testing: no storm or other significant weather impact on August 31. Therefore, it is reasonable to assume that ambient relative humidity levels returned to typical values, allowing **OEM 6** units to be tested under more normal conditions.

Summary of Ambient Condition Impact on Relative Humidity

The testing period experienced significant weather fluctuations, particularly during the first few days. The following conclusions can be drawn regarding the relationship between ambient conditions and relative humidity during testing:

- Storm Events: Storms on August 26 and August 29 caused spikes in relative humidity levels, which lingered for the following day or more. These high humidity levels would likely affected the performance metrics of the tested units.
- Impact on Performance: Increased humidity generally necessitates more energy for dehumidification, which could reduce the efficiency of the IEC-H prototypes. The increased humidity also impacts air density and enthalpy, which are critical factors in calculating the total refrigeration capacity and efficiency of the units.

- Environmental Control Considerations: These variations in ambient conditions emphasize the importance of accounting for external weather impacts in HVAC performance testing; as such conditions can affect system efficiency and load characteristics.

1.4. Summary of Results:

I. Results of OEM 2 (August 26, 2024):

a. Energy Saving:

- Power Consumption of DX Unit (over 1 day): **225501.9 Watts**
- Power Consumption of IEC-H Unit (over 1 day): **276501 Watts**
- **Energy Saved by IEC-H Prototype w.r.t DX Unit (%) ≈ 18.5 %**

b. Outlet Primary Air:

- DX Unit (Maximum Outlet Primary Temperature): **15.2 ^{o}C**
- IEC-H Prototype (Maximum Outlet Primary Temperature): **14.1 ^{o}C**
- DX Unit (Minimum Outlet Primary Temperature): **8.1 ^{o}C**
- IEC-H Prototype (Minimum Outlet Primary Temperature): **8.1 ^{o}C**

c. EER:

- DX Unit (Maximum EER): **7.3 BTU/W.hr**
- IEC-H Prototype (Maximum EER): **8.6 BTU/W.hr**
- DX Unit (Minimum EER): **4.5 BTU/W.hr**
- IEC-H Prototype (Minimum EER): **5.4 BTU/W.hr**

d. Total Refrigeration Capacity

- DX Unit (Maximum Total Refrigeration Capacity): **77,652 BTU/hr**
- IEC-H Prototype (Maximum Total Refrigeration Capacity): **79,101 BTU/hr**
- DX Unit (Minimum Total Refrigeration Capacity): **52,269 BTU/hr**
- IEC-H Prototype (Minimum Total Refrigeration Capacity): **50,537 BTU/hr**

II. Testing of OEM 3 (August 28-29, 2024):

a. Energy Saving:

- Power Consumption of DX Unit (over 1 day): **286451 Watts**
- Power Consumption of IEC-H Unit (over 1 day): **149606.7 Watts**
- **Energy Saved by IEC-H Prototype w.r.t DX Unit (%) ≈ 47.8 %**

b. Outlet Primary Air:

- DX Unit (Maximum Outlet Primary Temperature): **14.7 ^{o}C**

- IEC-H Prototype (Maximum Outlet Primary Temperature): **14 ^{o}C**
- DX Unit (Minimum Outlet Primary Temperature): **9.1 ^{o}C**
- IEC-H Prototype (Minimum Outlet Primary Temperature): **10.6 ^{o}C**

c. EER:

- DX Unit (Maximum EER): **8.1 BTU/W.hr**
- IEC-H Prototype (Maximum EER): **14.9 BTU/W.hr**
- DX Unit (Minimum EER): **5.8 BTU/W.hr**
- IEC-H Prototype (Minimum EER): **8.6 BTU/W.hr**

d. Total Refrigeration Capacity

- DX Unit (Maximum Total Refrigeration Capacity): **93,129 BTU/hr**
- IEC-H Prototype (Maximum Total Refrigeration Capacity): **90,984 BTU/hr**
- DX Unit (Minimum Total Refrigeration Capacity): **66,797 BTU/hr**
- IEC-H Prototype (Minimum Total Refrigeration Capacity): **49,524 BTU/hr**

III. Results of OEM 7 (August 30-31, 2024):

a. Energy Saving:

- Power Consumption of DX Unit (over 1 day): **278840 Watts**
- Power Consumption of IEC-H Unit (over 1 day): **189891 Watts**
- **Energy Saved by IEC-H Prototype w.r.t DX Unit (%) ≈ 31.9 %**

b. Outlet Primary Air:

- DX Unit (Maximum Outlet Primary Temperature): **17.3 ^{o}C**
- IEC-H Prototype (Maximum Outlet Primary Temperature): **17.4 ^{o}C**
- DX Unit (Minimum Outlet Primary Temperature): **13.4 ^{o}C**
- IEC-H Prototype (Minimum Outlet Primary Temperature): **12.3 ^{o}C**

c. EER:

- DX Unit (Maximum EER): **8.7 BTU/W.hr**
- IEC-H Prototype (Maximum EER): **11.6 BTU/W.hr**
- DX Unit (Minimum EER): **4.7 BTU/W.hr**
- IEC-H Prototype (Minimum EER): **6.8 BTU/W.hr**

d. Total Refrigeration Capacity

- DX Unit (Maximum Total Refrigeration Capacity): **96,172 BTU/hr**
- IEC-H Prototype (Maximum Total Refrigeration Capacity): **91,961 BTU/hr**

- DX Unit (Minimum Total Refrigeration Capacity): **57,482 BTU/hr**
- IEC-H Prototype (Minimum Total Refrigeration Capacity): **52,535 BTU/hr**

IV. Results of OEM 6 (August 31 – September 1, 2024):

a. Energy Saving:

- Power Consumption of DX Unit (over 1 day): **245209 Watts**
- Power Consumption of IEC-H Unit (over 1 day): **137732 Watts**
- **Energy Saved by IEC-H Prototype w.r.t DX Unit (%) ≈ 43.8 %**

b. Outlet Primary Air:

- DX Unit (Maximum Outlet Primary Temperature): **21.0 ^{o}C**
- IEC-H Prototype (Maximum Outlet Primary Temperature): **17.4 ^{o}C**
- DX Unit (Minimum Outlet Primary Temperature): **11.6 ^{o}C**
- IEC-H Prototype (Minimum Outlet Primary Temperature): **7.5 ^{o}C**

c. EER:

- DX Unit (Maximum EER): **11.2 BTU/W.hr**
- IEC-H Prototype (Maximum EER): **16.9 BTU/W.hr**
- DX Unit (Minimum EER): **7.4 BTU/W.hr**
- IEC-H Prototype (Minimum EER): **13 BTU/W.hr**

d. Total Refrigeration Capacity

- DX Unit (Maximum Total Refrigeration Capacity): **102,573 BTU/hr**
- IEC-H Prototype (Maximum Total Refrigeration Capacity): **123,792 BTU/hr**
- DX Unit (Minimum Total Refrigeration Capacity): **67,309 BTU/hr**
- IEC-H Prototype (Minimum Total Refrigeration Capacity): **39,442 BTU/hr**

1.5. Challenges and Problems Associated with the Testing:

During the testing period from August 25 to September 1, 2024, several challenges and technical problems arose that affected the testing schedule and potentially impacted the results. These issues ranged from environmental conditions, such as storms and humidity fluctuations, to technical and power-related challenges. Below is a summary of the main challenges encountered.

I. Unstable Electricity Supply

The testing site experienced unstable electricity, which led to several delays and operational difficulties:

- **OEM 2 Units:** Prior to the start of testing on August 25, the pump of the OEM 2 unit subjected to electrical shortage due to fluctuations in the power supply. This issue necessitated the postponement of testing and the rental of a power generator to stabilize the electricity supply. The delay disrupted the schedule and may have impacted the readiness of the unit for testing.
- **OEM 3 Units:** Similarly, OEM 3 units encountered issues with unstable electricity before testing could begin. This issue delayed the testing schedule, as additional steps were required to stabilize the power supply.
- **OEM 7 Units:** OEM 7 units also experienced power connection issues, causing further delays and the need for troubleshooting before testing could proceed.

These power-related challenges underscored the need for a stable and reliable electricity supply at the testing site. The lack of consistent power created interruptions and delays, which impacted the testing timeline and added unforeseen variables that could influence the performance metrics of each OEM's equipment.

II. Weather-Related Challenges

Several storms during the testing period added further complications:

- August 26 Storm: A storm on the evening of August 26 sharply increased the ambient relative humidity and lowered the dry bulb temperature. This change in weather conditions impacted the testing environment for the **OEM 2** units, adding an additional load on the system to handle the increased moisture in the air.
- August 29 Storm: Another storm on the night of August 29 caused heavy rain, which led to high humidity conditions and power outages throughout the city. This affected the testing of **OEM 7** units, which had to be postponed until the weather stabilized on the morning of August 30. The high humidity levels lingered, influencing the environmental conditions during the testing.

The weather-related challenges significantly impacted relative humidity levels, leading to higher latent loads and potentially skewing results for parameters such as cooling efficiency, power consumption, and the overall coefficient of performance (COP). These fluctuations made it challenging to maintain consistent ambient conditions across all tests.

III. Technical Problems with Testing Equipment

In addition to power and environmental issues, several technical problems with the tested unit emerged:

- **OEM 2** Pump Malfunction: Due to the initial unstable electricity, the pump encountered electrical issues before testing started. This necessitated repairs and recalibration, further delaying the testing schedule.
- **OEM 6** Fan Issues: Prior to the start of testing, the fan encountered technical problems, which required troubleshooting and repair.

- **OEM 7** Power Connection: the units faced connection problems with the power meters, delaying the setup and testing process. This issue required additional adjustments to ensure the unit was properly connected and ready for testing.

These delays and last-minute repairs also increased the workload for the testing team, potentially influencing the precision and timing of data collection.

IV. Impact of Challenges on Testing Results

Scheduling Delays: The frequent delays due to power instability, weather conditions, and equipment malfunctions disrupted the original testing schedule, resulting in adjustments that affected both the timeline and the operational flow.

These challenges highlight the complex and unpredictable nature of conducting environmental testing, especially when external factors like weather and power supply play a significant role. Moving forward, improved infrastructure for stable electricity, thorough pre-testing equipment checks, and contingency plans for weather fluctuations would enhance the reliability and consistency of test results. The issues encountered during this testing period underscore the importance of accounting for external factors when interpreting data and drawing conclusions from performance evaluations.

Chapter 2: Review and Recommend How to Update National Guidelines to Include New Technologies

2.1. Review of the results of testing in CZ 2, 5 and 8:

I. Developing Guidelines and Codes for Direct/Indirect Evaporative Cooling (IEC)

Establish specific guidelines and codes for IEC Systems: Given the promising results of IEC systems under various climatic conditions in Egypt, it is recommended that specific guidelines and codes for Direct Indirect Evaporative Cooling (IEC) be developed. These codes should define the design, testing, and performance requirements for IEC systems to ensure safety, efficiency, and adaptability across different climatic zones.

Include IEC Performance Metrics: The guidelines should specify essential performance metrics for IEC systems, such as Energy Efficiency Ratio (EER), cooling capacity, and water consumption. Testing results from climatic zones 2, 5 and 8 demonstrate that IEC systems perform well compared to conventional DX systems, particularly in high-temperature and low-humidity conditions.

II. Guidelines for Not-In-Kind (NIK) Cooling Technologies

Adopt Flexible Frameworks for Emerging Technologies: Not-In-Kind (NIK) cooling technologies, such as IEC, represent a significant shift from traditional vapor-compression systems. National guidelines should include frameworks that allow for the inclusion of other NIK technologies as they evolve, ensuring that national codes remain relevant and up-to-date.

Focus on Environmental Impact: As NIK technologies are generally less reliant on high-GWP refrigerants; the guidelines should emphasize lower GWP refrigerant options (such as R-32 or R-454B) and the potential for reduced greenhouse gas emissions. This aligns with international efforts to phase out HCFCs and other high-GWP substances.

III. Expand Testing Requirements Across Climatic Zones

Broaden Testing to All Egyptian Climatic Zones: Current testing has been conducted in climatic zones 2, 5 and 8, highlighting the adaptability of IEC systems in varying humidity and temperature conditions. To fully capture the potential of IEC across Egypt, guidelines should mandate testing in additional zones, where high dry bulb temperatures and low humidity conditions prevail. This would provide comprehensive data on the efficiency and practicality of IEC systems across the country.

IV. Establish Calibration and Certification Protocols

Regular Calibration of IEC Systems: Guidelines should include protocols for the calibration and maintenance of IEC systems to ensure ongoing accuracy in performance and efficiency measurements. This will maintain the systems' reliability over time and across different operational conditions.

Certification for Installers and Manufacturers: A certification program for installers and manufacturers of IEC systems should be established to standardize installation practices and ensure compliance with national guidelines.

V. Promote Awareness and Training for IEC Technology

Educational Campaigns: Implement educational and outreach campaigns targeting HVAC professionals, developers, and policymakers to promote the advantages of IEC technology, such as reduced energy consumption and environmental impact. The outreach conducted as part of this project demonstrated strong interest, highlighting the need for a wider, formalized program.

Technical Training: Provide specialized training for HVAC engineers and technicians on the design, installation, and maintenance of IEC systems. This training should emphasize the differences between IEC and conventional DX systems, including unique operational and environmental considerations.

VI. Economic Feasibility Analysis Requirements

Incorporate Life-Cycle Cost Analysis: The guidelines should mandate a comprehensive life-cycle cost analysis for IEC systems to evaluate their long-term economic benefits compared to traditional DX systems. This includes capital investment, operational costs, maintenance, water consumption, and savings in energy usage.

Financial Incentives: To encourage adoption, the government may consider offering financial incentives, such as tax credits or rebates, for projects implementing IEC technology. This would offset the initial higher investment cost, which the report identified as a barrier despite favorable IRRs and NPVs for IEC system.

VII. Define Quality Assurance and Testing Procedures

Quality Assurance Standards: National guidelines should include quality assurance standards specifically for IEC systems, based on both local and international benchmarks such as EUROVENT recommendations. These standards would ensure consistent product quality and reliable performance data.

Specific Testing Procedures: Define testing procedures for key metrics, including cooling capacity, EER, and water consumption, to provide standardized data that

would help in evaluating the systems' efficiency across various conditions. This would help build a reference for further developments and improvements in IEC systems.

VIII. Conclusion

Updating national guidelines to include Direct Indirect Evaporative Cooling (IEC) and Not-In-Kind (NIK) technologies would provide a framework to support the adoption of more energy-efficient and environmentally friendly cooling options in Egypt. By implementing specific codes, expanding testing protocols, and providing financial and educational support, the guidelines can facilitate a transition towards sustainable cooling solutions aligned with Egypt's environmental goals and the HCFC Phase-Out Management Plan.

2.2. Recommendations for Updating National Guidelines

I. Develop Specific Guidelines and a Code for IEC Technology

Create national code for Design, Installation, and Performance: Introduce a national code specifically for IEC systems that covers design specifications, installation practices, and performance criteria. This code should provide clear definitions and minimum performance standards for IEC systems under different climatic conditions.

Align with International Standards: Reference international standards such as EUROVENT and ASHRAE for guidance on classification, testing, and certification of IEC systems. Adapt these standards to suit local conditions and market needs in Egypt.

II. Expand Testing and Performance Evaluation All Climate Zones

Broaden Testing to All Climate Zones: Current testing has been focused on specific zones (2, 5 and 8), which limits the understanding of IEC system performance in other climates. Guidelines should require testing in additional zones. This will validate IEC technology performance across the diverse climatic conditions of Egypt.

Standardize Testing Conditions and Procedures: Establish standardized testing procedures for IEC systems to ensure consistency and reliability in performance data. This includes defining metrics such as cooling capacity, water consumption, and EER under controlled conditions.

III. Promote Lower-GWP Refrigerants and Environmental Sustainability

Mandate Low-GWP Refrigerants: Given that IEC systems often work with lower GWP refrigerants or avoid traditional refrigerants altogether, the guidelines should prioritize refrigerants with minimal environmental impact, such as R-32 or R-454B. This supports Egypt’s HCFC Phase-Out Management Plan (HPMP) and aligns with global efforts to reduce greenhouse gas emissions.

Encourage Water and Energy Efficiency: Define water and energy efficiency benchmarks for IEC systems, given the increased use of water in evaporative cooling. National guidelines should require manufacturers to disclose water and energy consumption data for transparency.

IV. Incorporate Life-Cycle Cost Analysis and Economic Feasibility Assessments

Require Life-Cycle Cost Analysis for Project Approval: Include a requirement for life-cycle cost analysis to assess the economic feasibility of IEC systems compared to traditional DX systems. This analysis should consider initial investment, maintenance costs, water consumption, and energy savings over the system's lifespan.

Financial Incentives for IEC Adoption: Encourage the adoption of IEC systems by offering financial incentives, such as tax credits or rebates, for projects that utilize IEC or other NIK cooling technologies. This can offset initial higher costs and accelerate the market transition toward more sustainable technologies.

V. Develop Calibration and Quality Assurance Protocols

Regular Calibration and Maintenance Standards: Establish guidelines for the regular calibration and maintenance of IEC systems, especially for components like fans, pumps, and water distribution systems. This will ensure systems operate efficiently and provide reliable performance over time.

Certification for Installers and Technicians: To maintain installation quality, establish a certification program for HVAC installers and technicians specifically for IEC systems. This would ensure proper handling of IEC technology and compliance with national standards.

VI. Raise Awareness and Provide Training for IEC and NIK Technologies

Educational Campaigns for Stakeholders: Develop educational programs to increase awareness about the benefits of IEC and NIK technologies among HVAC professionals, policymakers, and the public. Highlight key advantages like energy efficiency, environmental sustainability, and cost-effectiveness.

Technical Training for Engineers and Technicians: Offer specialized training on the design, installation, and maintenance of IEC systems. This training should emphasize the differences between IEC and conventional DX systems, covering topics like water management, fan and pump controls, and evaporative cooling principles.

VII. Quality Assurance and Certification for IEC Technology

Quality Standards and Labeling for IEC Units: Introduce mandatory quality standards and efficiency labeling for IEC systems to provide a transparent comparison for consumers and to encourage manufacturers to maintain high performance standards.

Certification of IEC System Components: Ensure that all components used in IEC systems meet quality standards. Certification should cover key parts such as evaporative cooling pads, water pumps, and control systems.

VIII. Continuous Monitoring and Data Collection for IEC System Performance

Establish a National Database for IEC Performance Data: Collect data on IEC systems' performance across various climatic zones to continuously assess their efficiency and environmental impact. This data can help refine performance benchmarks and inform future updates to the guidelines.

Require Reporting of Operational Data: Implement requirements for reporting operational data, including water and energy usage, for large-scale IEC installations. This can provide insight into long-term performance and help in optimizing designs for future projects.

IX. Incorporate Environmental and Sustainability Criteria

Water Usage Management in Arid Regions: Due to the water requirements of IEC technology, introduce guidelines on water conservation strategies, such as water recycling or closed-loop systems, especially in arid regions. This will make IEC systems more sustainable in areas with water scarcity.

Carbon Footprint Reduction Targets: Set carbon footprint reduction targets for new HVAC projects utilizing IEC and other NIK technologies to align with national sustainability goals.

X. Summary

These recommendations aim to provide a comprehensive update to national guidelines, promoting the adoption of IEC and other NIK technologies as sustainable alternatives to traditional air conditioning systems. By addressing design standards, testing protocols, economic feasibility, environmental impact, and educational initiatives, these updated guidelines can drive a transition toward energy-efficient, environmentally friendly cooling solutions tailored to Egypt's diverse climate.

Chapter 3: Reporting on the Outreach Campaign

3.1. The outreach campaign:

Date: November 3, 2024

Location: Housing & Building National Research Center (HBRC), Cairo, Egypt

I. Introduction

The outreach campaign on Direct/Indirect Evaporative Cooling (IEC) technology was held on November 3, 2024, at HBRC in Cairo, Egypt. This event, supported by UNIDO, UNEP, the National Ozone Unit (NOU), aimed to raise awareness of the technological advances and environmental benefits of IEC systems, specifically focusing on their role in phasing out HCFC in the commercial air conditioning sector. The campaign was part of Egypt's HCFC Phase-out Management Plan (HPMP) under UNIDO's management, emphasizing sustainable alternatives to traditional cooling technologies; **Annex 4**.

II. Campaign Objective

The campaign focused on promoting IEC technology as a sustainable cooling solution. It encouraged stakeholders to contribute to the phase-out of HCFCs in the commercial air conditioning sector by adopting this innovative, energy-efficient technology. The event included presentations on technical findings, testing outcomes, and future recommendations to integrate IEC technology within the national guidelines.

III. Program Agenda:

The event's schedule included:

- Registration
- Welcome & Remarks by Prof. Sayed Shebl (Project Team Leader).
- Prof. Ezzat Lewis discussed the critical role of the Multilateral Fund, NOU, UNIDO, and UNEP in supporting Egypt's transition away from HCFCs and promoting sustainable cooling technologies.
- Presentation of Project Findings by Prof. Alaa Olama (Technical Consultant) and Prof. Sayed Shebl, summarizing key results from recent testing.
- Public Hearing Session, allowing stakeholders to discuss and question the research findings and recommendations.

IV. Key Presentations

Prof. Ezzat Lewis's emphasized the support provided by the Multilateral Fund and the collaboration between NOU, UNIDO, and UNEP in funding and guiding the project. He

highlighted their role in addressing climate and environmental challenges through sustainable cooling solutions, facilitating Egypt's compliance with international environmental agreements, and fostering innovation in the HVAC industry.

The research team, led by Prof. Alaa Olama and Prof. Sayed Shebl, presented the following findings:

- Testing in Multiple Climatic Zones: The IEC systems were evaluated across different climatic conditions, including zones 2, 5, and recently, zone 8 (Aswan - Toshky). The latter presented extreme conditions, providing valuable insights into the systems' performance under high dry bulb temperatures and low humidity.
- Performance Metrics: Results indicated that IEC-H units generally demonstrated higher Energy Efficiency Ratios (EER) than traditional DX system, underscoring the technology's superior efficiency.
- Economic Advantages: IEC systems, despite their relatively lower initial compressor capacity, showed favorable cooling capacity and economic feasibility. Comparative financial analysis from previous testing in climatic zones 2 and 5 showed that IEC systems offer substantial operational savings over DX systems.
- Challenges in Testing: During testing in zone 8, environmental factors such as dust storms impacted results, causing transient spikes in relative humidity and occasional compressor instability. These anomalies were addressed to ensure data accuracy, highlighting the need for robust testing environments.

V. Discussions

About 30 persons attended the 4 hours Outreach campaign.

The following are the most important questions and answers made during the campaign:

a. **Question:** Eng. Mohamed Mansour asked about the humidity ratios and relative humidity of the ambient air.

   Answer: Dr. Olama responded, explaining the humidity measurements taken and their correlation with the two storms that occurred during testing, which significantly raised the area's humidity levels.

b. **Question:** Eng. Abdel Sallam Mahrous, a consulting engineer, inquired about which OEMs demonstrated the highest EERs.

   Answer: Prof. Olama clarified that a key principle of the program is to refrain from sharing data aimed at identifying the best-performing prototypes or DX units. For this reason, the OEMs are represented by code numbers rather than by their names.

c. **Question:** Eng. Maarouf, a consulting engineer, asked whether the maintenance requirements for IEC-H units, if produced regularly, would be higher or lower than

those for DX units.

Answer: Prof. Olama responded that IEC-H units have higher maintenance costs compared to DX units due to the increased expenses associated with maintaining the evaporation pads.

d. **Question:** Posed by Eng. Abdel Sallam Mahrous, to provide clarification on the distinct roles of various UN agencies and bodies.

Answer: Dr. Ezzat Lewis, head of the Egyptian NOU, provided clarification on the distinct roles of various UN agencies and bodies. Dr. Ezzat elaborated on future funding opportunities for programs in Egypt and discussed the mechanisms for funding replenishment for individual countries.

e. **Question:** asked by Eng. Hassan el Mogi, chairman of the consulting firm El-AMAAR, when will the IEC-H specification code be ready to be used by consulting engineers?

Answer: Prof. Olama clarified that the first guidelines on IEC evaporative cooling will first be written as guidance for a forthcoming code, and then a complete code will be written when the third testing program is made and all Climatic Zones in Egypt are covered.

f. **Question:** An unnamed engineer asked if there is a plan to establish a code and legislate the use of IEC-H systems across Egypt's eight climatic zones.

Answer: Prof. Olama responded that there is hope for a future program phase that will enable OEMs and HVAC practitioners to use a formula to predict compressor sizes and key design parameters of IEC-H units for all eight climatic zones in Egypt. Once performance can be reliably predicted across these zones, binding legislation could be implemented to promote an energy-efficient cooling system nationwide using low-GWP and HC refrigerants.

VI. Outcomes and Future Recommendations

The outreach campaign emphasized the advantages of adopting IEC technology, presenting it as both a technically and economically viable alternative for Egypt's climate. The following recommendations were proposed:

- Development of National Guidelines and Code: Given the successful testing results, there is a need to develop national codes specifically for IEC systems, covering design, performance standards, and testing protocols. These guidelines should be applicable across all climatic zones in Egypt, especially focusing on zones with extreme conditions.
- Education and Training Initiatives: Stakeholder training programs were suggested to ensure proper understanding and implementation of IEC systems, encouraging industry-wide adoption of these sustainable cooling solutions.

VII. Conclusion

The outreach campaign successfully raised awareness about IEC technology and fostered a collaborative atmosphere among government agencies, industry professionals, and environmental organizations. The attendees expressed interest in the future development of national guidelines, continued testing, and integration of IEC systems in Egypt's HVAC sector. The campaign underscored the potential of IEC technology as a key component of Egypt's environmental strategy to reduce HCFC reliance and promote sustainable development.

Chapter 4: Conclusions and Future Work

The testing and evaluation of Direct/Indirect Evaporative Cooling (IEC) Hybrid prototypes across different climatic zones in Egypt (CZ 2, CZ 5, and CZ 8) have demonstrated the effectiveness and energy efficiency of IEC technology as a sustainable alternative to traditional Direct Expansion (DX) systems. The IEC-H systems consistently outperformed DX units in terms of Energy Efficiency Ratio (EER) and overall cooling capacity, even under Egypt's extreme climatic conditions. This performance advantage, along with the reduced environmental impact due to the use of lower Global Warming Potential (GWP) refrigerants, positions IEC technology as a promising solution for reducing reliance on HCFCs in Egypt's commercial air conditioning sector.

4.1. Key findings:

Superior EER: IEC-H systems showed higher EER compared to DX systems, particularly in arid climates with high dry bulb temperatures and low relative humidity, like those in CZ 8.

Economic Benefits: The life-cycle cost analysis showed that IEC-H systems offer significant operational savings, making them economically viable options for long-term applications.

Operational Resilience: The IEC-H systems performed effectively despite challenges such as dust storms and large fluctuations in humidity in a single day, reinforcing their suitability for Egypt’s diverse and challenging climates.

This report provides a strong foundation for developing national guidelines and standards for IEC technology in Egypt. By transitioning to IEC-H systems, Egypt can align with its HCFC Phase-out Management Plan (HPMP) and support global efforts to reduce greenhouse gas emissions.

4.2. Suggested Stage III

To further strengthen the implementation and scaling of IEC technology, the following future work is recommended:

a. Mathematical Modeling for IEC Performance Prediction: Develop a mathematical model to predict EER and refrigeration capacity of IEC-H prototypes across Egypt’s remaining five climatic zones. This model would enable stakeholders to estimate IEC-H performance in various conditions, supporting more targeted and optimized deployments.

b. Comprehensive Testing Across All Climatic Zones: Conduct additional testing in other climatic zones (beyond CZ 2, CZ 5, and CZ 8) to gather comprehensive data that will inform national guidelines. This will ensure that the IEC systems' performance is fully

validated across Egypt's diverse climatic conditions.

c. Development of National Standards and Codes: Draft national standards and codes for IEC systems, encompassing design requirements, performance standards, and testing protocols. These standards should include specific guidelines for water and energy efficiency to maximize the sustainability of IEC systems.

d. Stakeholder Training and Capacity Building: Provide training and educational programs for HVAC professionals, policy makers, and industry stakeholders to promote the adoption of IEC technology. Training should cover IEC-specific installation, maintenance, and operational practices to ensure proper implementation.

e. Establishment of a National Database for IEC System Performance: Create a centralized database to monitor IEC performance across different regions and installations. This data will be valuable for ongoing analysis, improvements, and updates to the national standards as the technology matures.

f. Financial Incentives and Support Mechanisms: Encourage the adoption of IEC technology by implementing financial incentives, such as rebates, tax credits, or low-interest loans, for projects that use IEC or other Not-In-Kind (NIK) cooling technologies. Financial support will help offset the initial costs and accelerate market adoption.

g. Further Research on Water Conservation in Arid Regions: Investigate water conservation strategies for IEC systems in arid regions, including water recycling or closed-loop designs, to address water usage concerns in water-scarce areas.

h. By addressing these areas, Egypt can build a robust framework for integrating IEC technology nationwide, fostering a more sustainable, energy-efficient cooling industry and making significant progress toward environmental and climate goals.

Annex 1: Results of Tests of All OEMs:

A.1. Results of OEM 2:

Basic Information			
Tested Units Name	DX (Direct Expansion Unit)		
	IEC Hybrid (Indirect Evaporative Cooling Hybrid Unit)		
OEM No.	2		
Refrigerant	R-32		
Air Flow Rate	0.561 m3/s for DX and IEC hybrid Units		
Capacity	DX	2	Compressors
	IEC hybrid	2	Compressors
Water Bath Area	1000*900		mm2
Climatic Zone	8 (South Egypt)		
Altitude	196.07 meter (From Sea Level)		
Location	22°49' 02" N 31°28' 16" E		
Test Date	26-Aug-24		

Used Apparatus

Used Apparatus	Code of Used Apparatus	Measured Property	Measurement Unit
Weather Station, Dry bulb temperature	**WS; T-amb**	Ambient dry bulb temperature for both Units	°C
Weather Station, Relative Humidity	**WS; Rh-amb**	Ambient Relative humidity for both Units	%
Air Quality 4 - Dry bulb temperature	**AQ4; T-amb**	Ambient dry bulb temperature for both Units	°C
Air Quality 4 - Relative Humidity	**AQ4; RH-amb**	Ambient Relative humidity for both Units	%
Air Quality 6 - Dry bulb temperature	**AQ6; T-amb**	Ambient dry bulb temperature for both Units	°C
Air Quality 6 - Relative Humidity	**AQ6; RH-amb**	Ambient Relative humidity for both Units	%
Fluke 975 - Dry bulb temperature	**F975; T-amb**	Ambient dry bulb temperature for both Units	°C
Air Quality 1 - Dry bulb temperature	**AQ1; T-out; DX**	Outlet dry bulb temperature for DX Unit	°C
Air Quality 1 - Relative Humidity	**AQ1; RH-out; DX**	Outlet Relative humidity for DX Unit	%
Air Quality 3 - Dry bulb temperature	**AQ3; T-out; DX**	Outlet dry bulb temperature for DX Unit	°C
Air Quality 3 - Relative Humidity	**AQ3; RH-out; DX**	Outlet Relative humidity for DX Unit	%
Lutron 1 - Dry bulb temperature	**L1; T-out; DX**	Outlet dry bulb temperature for DX Unit	°C
Lutron 1 - Relative Humidity	**L1; RH-out; DX**	Outlet Relative humidity for DX Unit	%
Air Quality 2 - Dry bulb temperature	**AQ2; T-out; IEC-H**	Outlet dry bulb temperature for IEC Hybrid Prototype	°C
Air Quality 2 - Relative Humidity	**AQ2; RH-out; IEC-H**	Outlet Relative humidity for IEC Hybrid Prototype	%
Lutron 2 - Dry bulb temperature	**L2; T-out; IEC-H**	Outlet dry bulb temperature for IEC Hybrid Prototype	°C
Lutron 2 - Relative Humidity	**L2; RH-out; IEC-H**	Outlet Relative humidity for IEC Hybrid Prototype	%
UNI T - Dry bulb temperature	**U; T-out; IEC-H**	Outlet dry bulb temperature for IEC Hybrid Prototype	°C
UNI T - Relative Humidity	**U; RH-out; IEC-H**	Outlet Relative humidity for IEC Hybrid Prototype	%
Tabular level gauge for measuring the Water level change	**W.Lvl; IEC-H**	make up of evaporated water of the IEC hybrid unit	mm/hr
Water volume in Litres/hour (calculated)	**W.Vol; IEC-H**	hourly consumption rate of evaporated water for IEC hybrid unit	Litres/hr
Compressor power meter - IEC hybrid unit	**Comp.; IEC-H**	Power consumption of the Compressor of the IEC hybrid Unit	Watts
Pump power meter - IEC hybrid unit	**Pump; IEC-H**	Power consumption of the Pump of the IEC hybrid Unit	Watts
Evaporative Fan power meter - IEC hybrid unit	**Evap. Fan; IEC-H**	Power consumption of the Evaporator Fan of the IEC hybrid Prototype	Watts
Supply fan power meter - IEC hybrid unit	**Sup. Fan; IEC-H**	Power consumption of the Supply Fan of the IEC hybrid Prototype	Watts
Power meter of total power consumption of IEC hybrid Unit	**Pw.Tot; IEC-H**	Total Input power of IEC Hybrid Prototype	Watts
Power meter of total power consumption of DX Unit	**Pw.Tot; DX**	Total Input power of DX Unit	Watts

Time	Ambient Conditions								
	Dry Bulb Temperature; °F	Relative Humidity; %	Pressure at the given altitude Pa	Saturation vapor pressure hPa	Partial vapor pressure Pa	Humidity Ratio	Partial pressure of dry air Pa	Density of Ambient Air; kg/m3	Enthalpy of Ambient Air; kJ/kg
	Tdb amb	RH amb	P	Psat amb	Pv amp	ω amb	Pd amb	ρ amb	h amb
0:00	33.4	27.5	98992.08	51.37	1412.61	0.009004	97579.47	1.118995	56.62
1:00	32.6	30.3	98992.08	49.04	1487.67	0.009490	97504.41	1.121691	57.02
2:00	32.2	28.4	98992.08	48.15	1369.18	0.008724	97622.90	1.123396	54.73
3:00	32.2	22.5	98992.08	48.09	1083.54	0.006884	97908.54	1.124720	49.99
4:00	31.9	20.7	98992.08	47.35	978.46	0.006209	98013.62	1.126187	47.98
5:00	30.2	21.1	98992.08	42.98	906.88	0.005751	98085.21	1.132809	45.08
6:00	30.4	25.7	98992.08	43.35	1112.66	0.007071	97879.42	1.131356	48.61
7:00	31.4	26.1	98992.08	45.89	1196.26	0.007608	97795.82	1.127279	51.00
8:00	35.2	21.3	98992.08	56.93	1214.46	0.007726	97777.62	1.113128	55.23
9:00	36.1	17.5	98992.08	59.82	1044.80	0.006635	97947.28	1.110611	53.34
10:00	38.1	15.1	98992.08	66.51	1004.37	0.006375	97987.71	1.103823	54.66
11:00	39.8	12.2	98992.08	72.78	890.30	0.005645	98101.78	1.098395	54.48
12:00	39.8	13.2	98992.08	73.07	966.94	0.006136	98025.14	1.097809	55.82
13:00	40.6	12.5	98992.08	75.94	946.76	0.006006	98045.32	1.095356	56.23
14:00	43.2	11.0	98992.08	87.07	960.69	0.006095	98031.40	1.086295	59.10
15:00	41.1	10.9	98992.08	78.09	853.73	0.005411	98138.35	1.093916	55.23
16:00	40.4	11.3	98992.08	75.34	848.84	0.005380	98143.24	1.096292	54.46
17:00	40.7	11.3	98992.08	76.55	865.02	0.005483	98127.07	1.095176	55.03
18:00	40.0	10.4	98992.08	73.75	767.04	0.004857	98225.04	1.098036	52.71
19:00	31.3	36.3	98992.08	45.57	1654.11	0.010570	97337.97	1.125762	58.46
20:00	30.9	38.2	98992.08	44.61	1702.45	0.010884	97289.63	1.126941	58.87
21:00	32.1	33.1	98992.08	47.75	1582.05	0.010102	97410.03	1.123030	58.10
22:00	33.0	30.1	98992.08	50.16	1509.78	0.009633	97482.30	1.120130	57.80
23:00	31.7	35.2	98992.08	46.61	1642.36	0.010494	97349.72	1.124335	58.67
0:00	31.0	38.0	98992.08	44.80	1700.78	0.010873	97291.30	1.126670	58.92

IEC Hybrid Unit									
Dry Bulb Temperature; °F	Relative Humidity; %	Saturation vapor pressure hPa	Partial vapor pressure Pa	Humidity Ratio	Partial pressure of dry air Pa	Density of Ambient Air; kg/m3	Enthalpy of outlet Air; kJ/kg	Water Consumed; mm/hour	Water Consumed; m3/hour
Tdb out IEC-H	RH out IEC-H	Psat out IEC-H	Pv out IEC-H	ω out IEC-H	Pd out IEC-H	ρ out IEC-H	h out IEC-H	W.Lvl IEC-H	W.Vol IEC-H
11.4	82.9	13.51	1120.40	0.007120	97871.68	1.206622	29.4494051	0	0
11.2	83.5	13.30	1111.18	0.007061	97880.90	1.207655	29.06239976	10	0.009
11.4	83.1	13.45	1117.70	0.007103	97874.38	1.206918	29.33780956	23	0.0207
9.9	81.3	12.20	991.63	0.006294	98000.45	1.213758	25.80553815	14	0.0126
8.7	77.6	11.28	874.57	0.005544	98117.51	1.219328	22.73249885	27	0.0243
8.1	77.6	10.80	837.77	0.005309	98154.31	1.222247	21.49751699	35	0.0315
8.3	79.8	10.97	875.31	0.005549	98116.78	1.221058	22.33824467	20	0.018
8.8	81.8	11.30	924.76	0.005865	98067.32	1.218950	23.57481653	30	0.027
9.2	79.1	11.66	922.50	0.005851	98069.58	1.216946	24.01248916	33	0.0297
10.6	75.1	12.75	957.78	0.006077	98034.30	1.211063	25.93646559	30	0.027
11.4	71.2	13.48	959.76	0.006090	98032.32	1.207507	26.81549931	30	0.027
11.9	70.3	13.90	976.87	0.006199	98015.21	1.205451	27.56636153	40	0.036
15.2	66.2	17.27	1142.94	0.007265	97849.14	1.190758	33.65140652	18	0.0162
12.5	68.3	14.46	988.28	0.006272	98003.80	1.202866	28.36086296	12	0.0108
13.5	63.6	15.47	984.16	0.006246	98007.93	1.198549	29.34465218	30	0.027
12.2	64.2	14.24	914.36	0.005799	98077.72	1.204191	26.9287023	20	0.018
11.2	64.2	13.30	854.45	0.005416	98137.63	1.208844	24.91249156	20	0.018
11.5	65.5	13.57	888.80	0.005635	98103.29	1.207411	25.7711045	20	0.018
11.3	66.5	13.42	892.01	0.005656	98100.07	1.208104	25.65370663	20	0.018
10.8	65.4	12.92	845.26	0.005357	98146.82	1.210732	24.32460083	30	0.027
13.8	82.7	15.75	1301.59	0.008287	97690.49	1.195978	34.77342262	34	0.0306
13.3	85.3	15.24	1300.52	0.008280	97691.56	1.198071	34.24575608	30	0.027
11.7	83.7	13.75	1151.34	0.007319	97840.74	1.205350	30.22289336	20	0.018
11.3	68.8	13.42	923.32	0.005856	98068.76	1.207959	26.15915299	37	0.0333
11.5	83.8	13.60	1139.18	0.007241	97852.91	1.206112	29.85571674	30	0.027

IEC Hybrid Unit									
Compressor power consumption; Watts	Pump power consumption; Watts	Evaporative Fan power consumption; Watts	Supply Fan power consumption; Watts	IEC Hybrid Unit total power consumption; Watts	Mass flow rate; kg/s	Total Cooling Capacity kW	Total Cooling Capacity BTU/hr	Coefficient of Performance W/W	Energy Efficiency Ratio BTU/W.hr
Comp. IEC-H	Pump IEC-H	Evap. Fan IEC-H	Sup. Fan IEC-H	Pw.Tot IEC-H	m'	Qtot IEC-H	Qtot IEC-H	COP	EER
6947	805.2	405.0	756.0	8913.1	0.6769	18.3921	62756.4974	2.0635	7.0409
6884	808.7	412.1	766.4	8871.2	0.6775	18.9419	64632.5528	2.1352	7.2857
6348	810.7	410.2	756.6	8325.5	0.6771	17.1899	58654.3430	2.0647	7.0452
7427	809.3	401.7	764.4	9402.4	0.6809	16.4666	56186.3805	1.7513	5.9757
6573	810.3	416.7	750.8	8550.7	0.6840	17.2720	58934.6249	2.0200	6.8924
6970	811.1	423.8	753.4	8958.3	0.6857	16.1713	55178.7587	1.8052	6.1595
7106	814.1	429.0	755.3	9104.4	0.6850	17.9961	61405.3547	1.9766	6.7446
6898	815.7	428.4	756.0	8898.0	0.6838	18.7569	64001.0616	2.1080	7.1927
6378	817	410.8	845.0	8450.8	0.6827	21.3113	72717.1897	2.5218	8.6048
6642	817	416.7	744.3	8619.9	0.6794	18.6212	63538.1718	2.1603	7.3711
7045	816.3	397.8	738.4	8997.5	0.6774	18.8631	64363.4589	2.0965	7.1535
7315	817	405.6	730.6	9268.2	0.6763	18.2028	62110.4004	1.9640	6.7014
7323	841.8	413.4	728.0	9306.2	0.6680	14.8110	50537.0716	1.5915	5.4305
7285	941.2	424.5	746.2	9396.9	0.6748	18.8041	64162.3799	2.0011	6.8281
7283	834.1	440.7	756.0	9313.8	0.6724	20.0065	68264.9438	2.1481	7.3295
7210	837	446.6	757.9	9251.5	0.6756	19.1163	65227.4849	2.0663	7.0505
7301	836.7	458.9	758.6	9355.2	0.6782	20.0381	68372.9817	2.1419	7.3086
7294	832.4	459.6	767.7	9353.6	0.6774	19.8196	67627.2174	2.1189	7.2301
7216	834.5	470.0	767.7	9288.1	0.6777	18.3364	62566.5424	1.9742	6.7362
7239	837.1	472.6	773.5	9322.2	0.6792	23.1821	79100.5569	2.4868	8.4852
7021	801.2	457.6	764.4	9044.2	0.6709	16.1707	55176.7739	1.7880	6.1008
6893	801.8	447.9	769.6	8912.3	0.6721	16.0343	54711.3703	1.7991	6.1389
6868	799.5	450.5	774.2	8892.1	0.6762	18.6459	63622.3092	2.0969	7.1549
6896	790.7	414.1	752.7	8853.5	0.6777	22.0311	75173.1799	2.4884	8.4908
6888	802.6	408.9	753.4	8852.8	0.6766	19.6684	67111.4290	2.2217	7.5808

DX Unit						
Dry Bulb Temperature; ℃	Relative Humidity; %	Saturation vapor pressure hPa	Partial vapor pressure Pa	Humidity Ratio	Partial pressure of dry air Pa	Density of Ambient Air; kg/m3
Tdb out DX	RH out DX	Psat out IEC-H	Pv out IEC-H	ω out IEC-H	Pd out IEC-H	ρ out IEC-H
8.9	79.4	11.38	903.35	0.005728	98088.73	1.218618
9.2	82.5	11.66	962.54	0.006107	98029.54	1.216759
10.2	82.2	12.42	1020.27	0.006477	97971.82	1.212483
9.2	81.7	11.61	948.93	0.006020	98043.15	1.217110
8.4	80.0	11.02	881.85	0.005591	98110.23	1.220738
8.1	82.0	10.80	885.65	0.005615	98106.43	1.222022
8.8	82.1	11.35	932.35	0.005914	98059.74	1.218626
9.9	82.7	12.17	1006.05	0.006386	97986.03	1.213834
9.4	85.1	11.77	1001.82	0.006359	97990.26	1.216002
10.6	76.7	12.78	979.93	0.006219	98012.15	1.210818
10.6	75.9	12.75	967.98	0.006142	98024.10	1.211016
11.2	74.6	13.33	994.99	0.006315	97997.09	1.208052
13.0	71.1	14.98	1065.38	0.006767	97926.70	1.200269
12.7	73.4	14.69	1078.43	0.006851	97913.65	1.201469
12.2	75.5	14.18	1071.07	0.006803	97921.01	1.203749
13.0	73.8	15.01	1108.23	0.007042	97883.85	1.199932
12.7	73.8	14.72	1086.68	0.006904	97905.41	1.201291
12.0	73.3	14.03	1028.51	0.006530	97963.57	1.204649
11.5	75.8	13.54	1025.84	0.006513	97966.24	1.206919
11.1	74.7	13.21	987.54	0.006268	98004.54	1.208653
14.1	84.0	16.12	1354.45	0.008628	97637.64	1.194209
13.6	86.2	15.54	1340.20	0.008536	97651.89	1.196635
12.5	85.4	14.46	1235.11	0.007859	97756.97	1.201728
12.5	85.0	14.46	1228.84	0.007818	97763.24	1.201757
12.8	86.4	14.75	1273.92	0.008109	97718.16	1.200288

DX Unit						
Enthalpy of outlet Air; kJ/kg	DX Unit total power consumption; Watts	Mass flow rate; kg/s	Total Cooling Capacity kW	Total Cooling Capacity BTU/hr	Coefficient of Performance W/W	Energy Efficiency Ratio BTU/W.hr
h out IEC-H	Pw.Tot DX	m'	Qtot IEC-H	Qtot IEC-H	COP	EER
23.33146224	10620	0.6836	22.7574	77651.6399	2.1429	7.3118
24.65825319	10708	0.6826	22.0910	75377.6363	2.0630	7.0394
26.53940038	10685	0.6802	19.1726	65419.7484	1.7944	6.1226
24.37101048	10560	0.6828	17.4916	59683.7185	1.6564	5.6519
22.51126106	10415	0.6848	17.4435	59519.7306	1.6748	5.7148
22.26783086	10403	0.6856	15.6402	53366.7119	1.5034	5.1299
23.76482472	10239	0.6836	16.9850	57955.2822	1.6589	5.6602
26.00454545	10181	0.6810	17.0236	58086.8891	1.6721	5.7054
25.4278966	10383	0.6822	20.3292	69366.1543	1.9579	6.6807
26.3282235	10918	0.6793	18.3513	62617.3113	1.6808	5.7352
26.10124023	11349	0.6794	19.4031	66206.2279	1.7097	5.8337
27.21544419	11603	0.6777	18.4799	63055.8848	1.5927	5.4344
30.15211431	11797	0.6734	17.2855	58980.6322	1.4652	4.9996
30.05839136	11361	0.6740	17.6381	60183.7649	1.5525	5.2974
29.39629044	12102	0.6753	20.0584	68442.1241	1.6574	5.6554
30.88111486	12333	0.6732	16.3881	55918.4320	1.3288	4.5340
30.22603827	12146	0.6739	16.3320	55727.1258	1.3446	4.5881
28.53747868	11994	0.6758	17.9047	61093.3669	1.4928	5.0937
27.95178484	12041	0.6771	16.7625	57195.9184	1.3921	4.7501
26.95950109	11728	0.6781	21.3557	72868.5815	1.8209	6.2132
36.00983074	10677	0.6700	15.3185	52268.7818	1.4347	4.8955
35.1987533	10637	0.6713	15.3753	52462.8553	1.4455	4.9321
32.36492534	10530	0.6742	17.1457	58503.6967	1.6283	5.5559
32.26300953	10607	0.6742	17.8028	60745.8126	1.6784	5.7270
33.30239352	10484	0.6734	17.2526	58868.2981	1.6456	5.6151

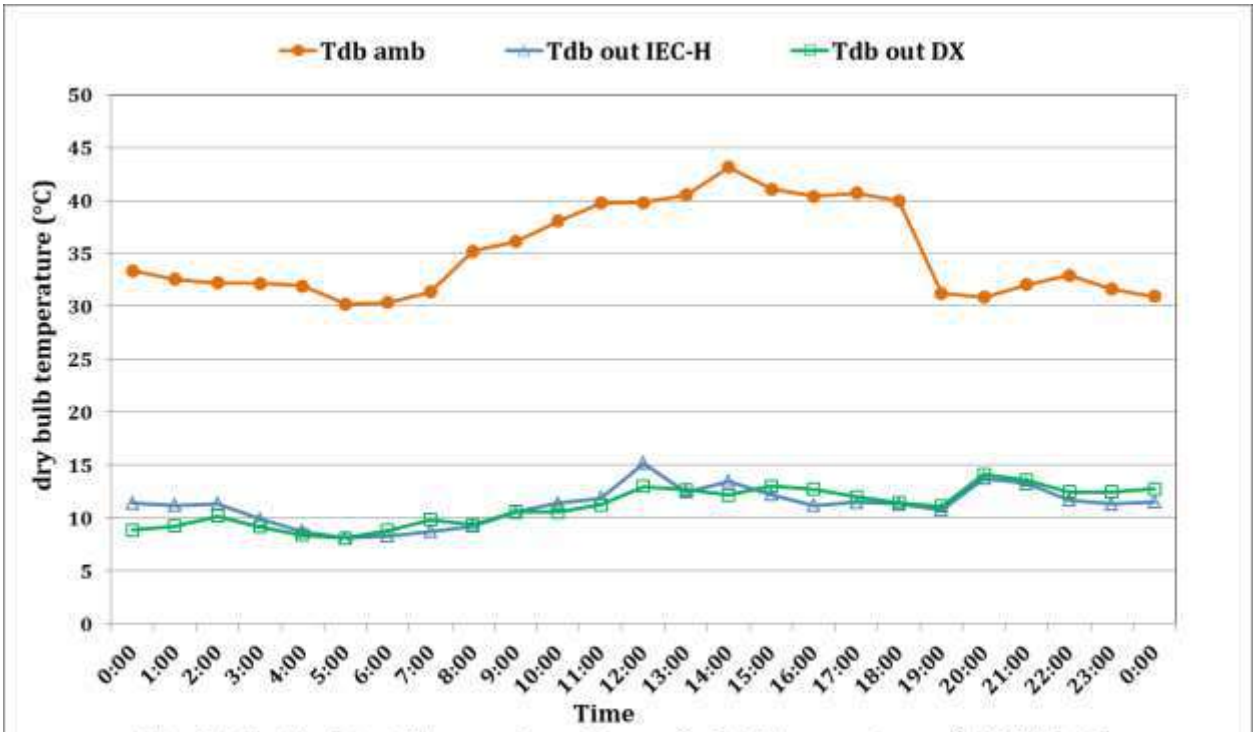


Fig. 1. Inlet Ambient Temperature Versus Outlet Temperature of IEC Hybrid and DX units for OEM 2 in CZ 8

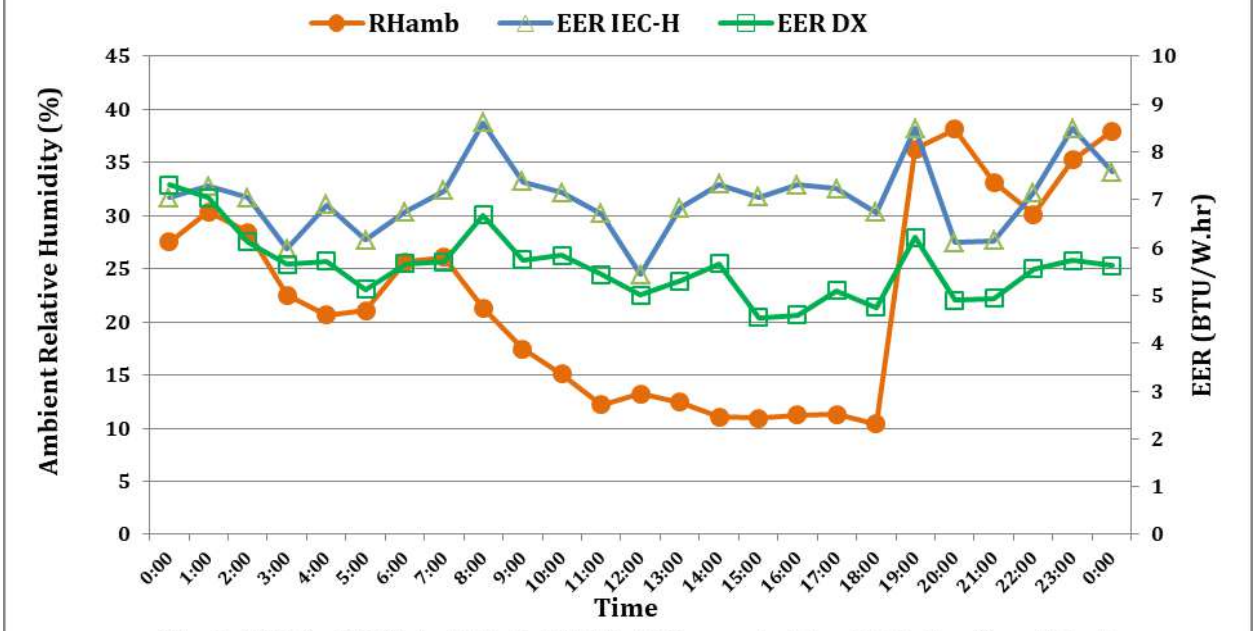


Fig. 2. EER for IEC Hybrid Unit & DX Unit Versus Ambient Relative Humidity for OEM 2 in CZ 8

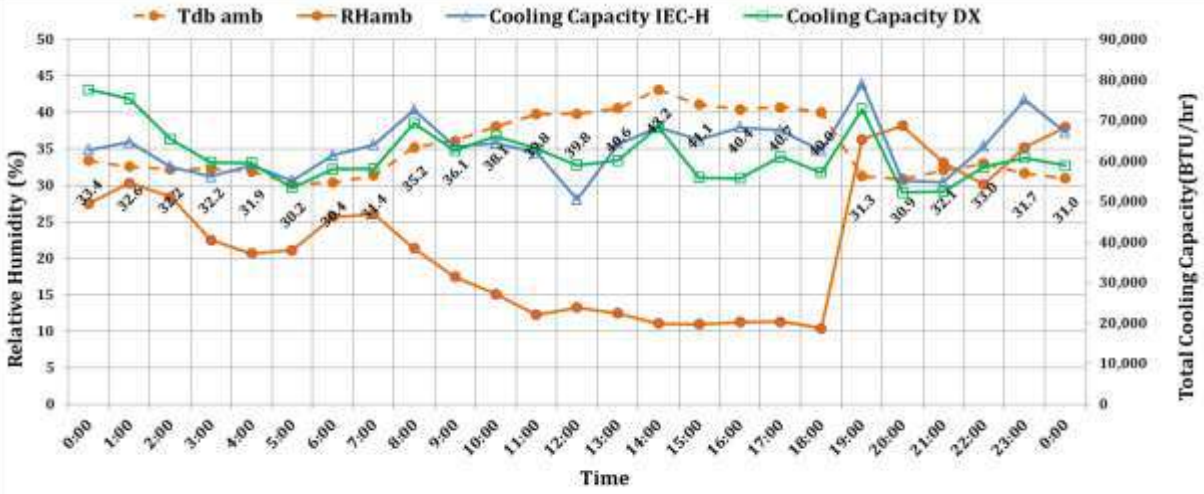


Fig. 3. Cooling Capacity for IEC Hybrid Unit & DX Unit Versus Ambient Conditions for OEM 2 in CZ 8

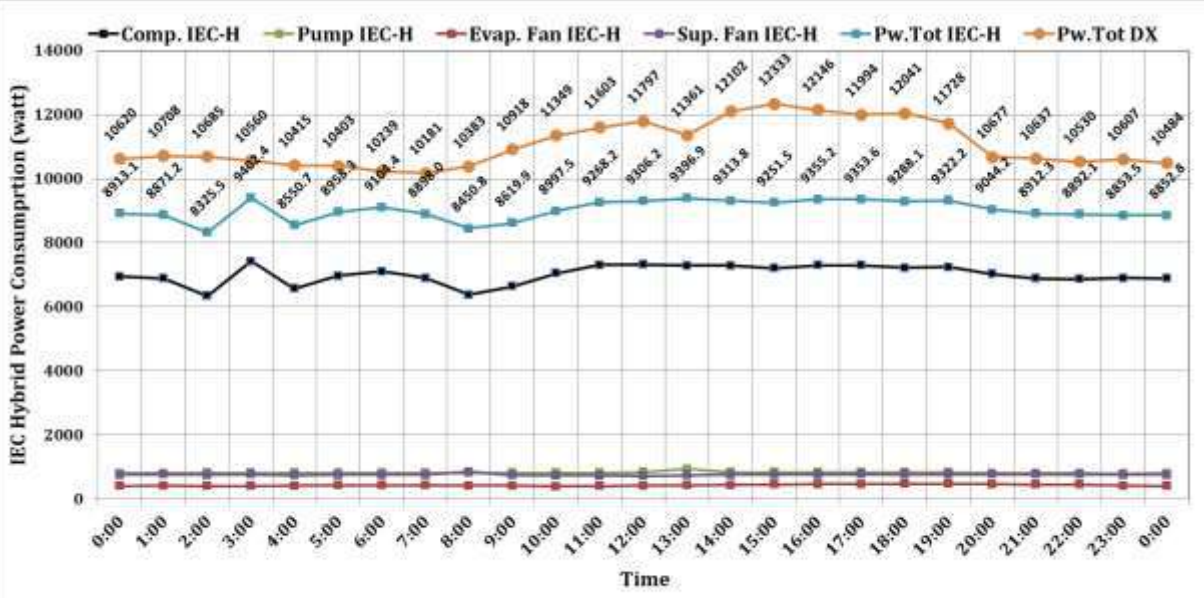


Fig. 4. Power Consumption of DX Unit and IEC Hybrid Unit Components for OEM2 in CZ 8

A.2. Results of OEM 3:

Basic Information			
Tested Units Name	DX (Direct Expansion Unit)		
	IEC Hybrid (Indirect Evaporative Cooling Hybrid Unit)		
OEM No.	3		
Refrigerant	R-32		
Air Flow Rate	1320 C.F.M for DX and IEC hybrid Units		
Capacity	DX	2	Compressors
	IEC hybrid	1	Compressor
Water Bath Area	1728.5*623		mm2
Climatic Zone	8 (South Egypt)		
Altitude	196.07 meter (From Sea Level)		
Location	22°49' 02" N 31°28' 16" E		
Test Date	28-Aug-24		

Used Apparatus

Used Apparatus	Code of Used Apparatus	Measured Property	Measurement Unit
Weather Station, Dry bulb temperature	**WS; T-amb**	Ambient dry bulb temperature for both Units	°C
Weather Station, Relative Humidity	**WS; Rh-amb**	Ambient Relative humidity for both Units	%
Air Quality 5 - Dry bulb temperature	**AQ4; T-amb**	Ambient dry bulb temperature for both Units	°C
Air Quality 5 - Relative Humidity	**AQ4; RH-amb**	Ambient Relative humidity for both Units	%
Air Quality 6 - Dry bulb temperature	**AQ6; T-amb**	Ambient dry bulb temperature for both Units	°C
Air Quality 6 - Relative Humidity	**AQ6; RH-amb**	Ambient Relative humidity for both Units	%
Fluke 975 - Dry bulb temperature	**F975; T-amb**	Ambient dry bulb temperature for both Units	°C
Air Quality 1 - Dry bulb temperature	**AQ1; T-out; DX**	Outlet dry bulb temperature for DX Unit	°C
Air Quality 1 - Relative Humidity	**AQ1; RH-out; DX**	Outlet Relative humidity for DX Unit	%
Air Quality 2 - Dry bulb temperature	**AQ3; T-out; DX**	Outlet dry bulb temperature for DX Unit	°C
Air Quality 2 - Relative Humidity	**AQ3; RH-out; DX**	Outlet Relative humidity for DX Unit	%
UNI T - Dry bulb temperature	**U; T-out; DX**	Outlet dry bulb temperature for DX Unit	°C
UNI T - Relative Humidity	**U; RH-out; DX**	Outlet Relative humidity for DX Unit	%
Lutron 1 - Dry bulb temperature	**L1; T-out; DX**	Outlet dry bulb temperature for DX Unit	°C
Lutron 1 - Relative Humidity	**L1; RH-out; DX**	Outlet Relative humidity for DX Unit	%
Air Quality 3 - Dry bulb temperature	**AQ2; T-out; IEC-H**	Outlet dry bulb temperature for IEC Hybrid Prototype	°C
Air Quality 3 - Relative Humidity	**AQ2; RH-out; IEC-H**	Outlet Relative humidity for IEC Hybrid Prototype	%
Air Quality 4 - Dry bulb temperature	**AQ2; T-out; IEC-H**	Outlet dry bulb temperature for IEC Hybrid Prototype	°C
Air Quality 4 - Relative Humidity	**AQ2; RH-out; IEC-H**	Outlet Relative humidity for IEC Hybrid Prototype	%
Lutron 2 - Dry bulb temperature	**L2; T-out; IEC-H**	Outlet dry bulb temperature for IEC Hybrid Prototype	°C
Lutron 2 - Relative Humidity	**L2; RH-out; IEC-H**	Outlet Relative humidity for IEC Hybrid Prototype	%
Tabular level gauge for measuring the Water level change	**W.Lvl; IEC-H**	make up of evaporated water of the IEC hybrid unit	mm/hr
Water volume in Litres/hour (calculated)	**W.Vol; IEC-H**	hourly consumption rate of evaporated water for IEC hybrid unit	Litres/hr
Compressor power meter - IEC hybrid unit	**Comp.; IEC-H**	Power consumption of the Compressor of the IEC hybrid Unit	Watts
Pump power meter - IEC hybrid unit	**Pump; IEC-H**	Power consumption of the Pump of the IEC hybrid Unit	Watts
Evaporative Fan power meter - IEC hybrid unit	**Evap. Fan; IEC-H**	Power consumption of the Evaporator Fan of the IEC hybrid Prototype	Watts
Supply fan power meter - IEC hybrid unit	**Sup. Fan; IEC-H**	Power consumption of the Supply Fan of the IEC hybrid Prototype	Watts
Power meter of total power consumption of IEC hybrid Unit	**Pw.Tot; IEC-H**	Total Input power of IEC Hybrid Prototype	Watts
Power meter of total power consumption of DX Unit	**Pw.Tot; DX**	Total Input power of DX Unit	Watts

Time	Ambient Conditions								
	Dry Bulb Temperature; °F	Relative Humidity; %	Pressure at the given altitude Pa	Saturation vapor pressure hPa	Partial vapor pressure Pa	Humidity Ratio	Partial pressure of dry air Pa	Density of Ambient Air; kg/m3	Enthalpy of Ambient Air; kJ/kg
	Tdb amb	RH amb	P	Psat amb	Pv amp	ω amb	Pd amb	ρ amb	h amb
10:00	42.2	19.1	98992.08	82.85	1579.72	0.010087	97412.37	1.086982	68.43
11:00	44.3	15.9	98992.08	92.43	1472.65	0.009393	97519.44	1.080236	68.79
12:00	44.7	14.2	98992.08	94.35	1339.82	0.008534	97652.27	1.079426	66.98
13:00	45.6	13.0	98992.08	98.82	1284.63	0.008178	97707.45	1.076607	66.97
14:00	45.8	12.0	98992.08	99.83	1201.34	0.007641	97790.74	1.076275	65.79
15:00	47.1	11.2	98992.08	106.66	1198.19	0.007621	97793.89	1.071919	67.06
16:00	46.5	11.1	98992.08	103.46	1151.89	0.007323	97840.19	1.074122	65.68
17:00	44.7	12.1	98992.08	94.35	1141.67	0.007257	97850.41	1.080247	63.68
18:00	43.0	12.2	98992.08	86.39	1051.11	0.006675	97940.97	1.086433	60.44
19:00	41.8	15.1	98992.08	81.13	1222.35	0.007776	97769.73	1.089857	62.06
20:00	39.0	18.6	98992.08	69.91	1302.70	0.008294	97689.38	1.099294	60.54
21:00	38.8	19.0	98992.08	69.17	1314.14	0.008368	97677.94	1.099950	60.53
22:00	37.9	20.0	98992.08	65.89	1317.76	0.008392	97674.32	1.103118	59.67
23:00	38.9	18.0	98992.08	69.54	1251.68	0.007965	97740.40	1.099861	59.59
0:00	37.4	17.0	98992.08	64.13	1090.14	0.006926	97901.94	1.105859	55.39
1:00	36.5	18.0	98992.08	61.06	1099.03	0.006983	97893.05	1.109035	54.62
2:00	35.5	18.0	98992.08	57.80	1040.36	0.006606	97951.73	1.112879	52.64
3:00	34.9	19.0	98992.08	55.91	1062.38	0.006748	97929.70	1.114952	52.39
4:00	34.5	21.6	98992.08	54.69	1179.47	0.007500	97812.61	1.115901	53.91
5:00	33.9	23.0	98992.08	52.90	1216.59	0.007739	97775.49	1.117922	53.91
6:00	33.8	25.2	98992.08	52.60	1323.80	0.008431	97668.28	1.117826	55.58
7:00	34.9	24.0	98992.08	55.91	1341.96	0.008548	97650.12	1.113757	57.01
8:00	37.9	23.0	98992.08	65.89	1515.42	0.009670	97476.66	1.102281	62.95
9:00	40.4	18.0	98992.08	75.34	1356.13	0.008639	97635.95	1.094161	62.86
10:00	41.6	16.0	98992.08	80.28	1284.47	0.008177	97707.61	1.090289	62.89

IEC Hybrid Unit								
Dry Bulb Temperature; °F	Relative Humidity; %	Saturation vapor pressure hPa	Partial vapor pressure Pa	Humidity Ratio	Partial pressure of dry air Pa	Density of Ambient Air; kg/m3	Enthalpy of outlet Air; kJ/kg	Water Consumed; mm/hour
Tdb out IEC-H	RH out IEC-H	Psat out IEC-H	Pv out IEC-H	ω out IEC-H	Pd out IEC-H	ρ out IEC-H	h out IEC-H	W.Lvl IEC-H
14.0	81.0	16.02	1297.63	0.008262	97694.45	1.194886	34.98094337	0
13.3	80.3	15.27	1225.97	0.007800	97766.11	1.198274	33.06585291	10
13.5	80.2	15.44	1238.85	0.007883	97753.23	1.197518	33.44542911	23
13.4	78.8	15.37	1210.93	0.007703	97781.15	1.197925	32.92316943	14
13.0	78.5	15.01	1178.78	0.007496	97813.30	1.199608	32.02674264	27
13.0	77.3	15.01	1160.27	0.007377	97831.82	1.199693	31.72595702	35
12.7	79.0	14.65	1157.65	0.007360	97834.44	1.201244	31.30989144	20
12.7	79.2	14.69	1163.12	0.007395	97828.96	1.201079	31.4326942	30
12.3	80.2	14.34	1149.78	0.007309	97842.30	1.202683	30.84266148	33
13.3	82.2	15.24	1253.28	0.007976	97738.81	1.198288	33.47629318	30
13.4	84.1	15.41	1295.22	0.008246	97696.86	1.197398	34.32946638	30
13.8	85.3	15.78	1345.44	0.008570	97646.64	1.195638	35.52255208	40
13.7	86.1	15.64	1346.34	0.008576	97645.74	1.196190	35.40108645	18
14.0	86.5	15.95	1380.29	0.008795	97611.79	1.194784	36.26157105	12
10.9	82.9	13.01	1079.03	0.006855	97913.05	1.209222	28.202277	30
11.3	83.8	13.42	1125.08	0.007151	97867.00	1.207025	29.42342696	20
10.6	83.3	12.78	1064.72	0.006763	97927.36	1.210425	27.69921696	20
11.4	83.8	13.45	1126.67	0.007161	97865.41	1.206876	29.48318097	20
13.5	83.0	15.47	1284.36	0.008176	97707.73	1.197170	34.22043981	20
13.7	82.3	15.64	1287.42	0.008196	97704.66	1.196460	34.44038634	30
13.6	82.7	15.61	1291.39	0.008222	97700.69	1.196581	34.47114019	34
13.6	83.1	15.58	1294.82	0.008244	97697.26	1.196704	34.493044	30
14.0	82.0	16.02	1313.65	0.008365	97678.43	1.194812	35.24215594	20
13.5	82.0	15.44	1265.61	0.008055	97726.47	1.197395	33.88115959	37
13.7	81.3	15.71	1277.30	0.008131	97714.78	1.196229	34.34357657	30

IEC Hybrid Unit										
Water Consumed; m3/hour	Compressor power consumption; Watts	Pump power consumption; Watts	Evaporative Fan power consumption; Watts	Supply Fan power consumption; Watts	IEC Hybrid Unit total power consumption; Watts	Mass flow rate; kg/s	Total Cooling Capacity kW	Total Cooling Capacity BTU/hr	Coefficient of Performance W/W	Energy Efficiency Ratio BTU/W.hr
W.Vol IEC-H	Comp. IEC-H	Pump IEC-H	Evap. Fan IEC-H	Sup. Fan IEC-H	Pw.Tot IEC-H	m'	Qtot IEC-H	Qtot IEC-H	COP	EER
0	4282.1	542.1	239.2	878.6	6057.4	0.7444	24.8980	84955.3823	4.1104	14.0251
0.010768555	4295.3	539.7	231.4	899.7	6089.5	0.7465	26.6647	90983.9017	4.3788	14.9412
0.024767677	4305.8	540.1	234.0	893.1	6149.2	0.7460	25.0142	85352.1263	4.0679	13.8802
0.015075977	4283.1	537.3	237.9	870.0	6107.4	0.7463	25.4110	86705.8366	4.1607	14.1967
0.029075099	4330.8	534.7	241.8	906.4	6097.7	0.7473	25.2317	86094.2556	4.1379	14.1191
0.037689943	4331.7	533.7	246.4	906.3	6064.5	0.7474	26.4094	90112.4670	4.3547	14.8589
0.02153711	4343.6	534.7	243.1	901.5	6066.7	0.7483	25.7204	87761.5122	4.2396	14.4662
0.032305665	4341.7	534.2	243.8	898.5	6068.6	0.7482	24.1260	82321.2025	3.9756	13.5651
0.035536232	4334.2	532.7	241.2	899.5	6065.0	0.7492	22.1779	75674.1976	3.6567	12.4772
0.032305665	4397.8	548.7	243.8	902.6	6141.5	0.7465	21.3390	72811.5803	3.4746	11.8557
0.032305665	4417.4	547.8	244.4	903.2	6203.0	0.7459	19.5518	66713.5207	3.1520	10.7551
0.04307422	4419	548.8	245.1	881.9	6230.8	0.7448	18.6238	63547.1949	2.9890	10.1989
0.019383399	4344.6	551.6	247.7	890.2	6123.4	0.7452	18.0833	61702.6531	2.9532	10.0766
0.012922266	4379.6	550.6	249.0	881.5	6156.4	0.7443	17.3649	59251.6248	2.8207	9.6245
0.032305665	4151.3	553	249.6	876.1	5862.5	0.7533	20.4808	69883.4422	3.4935	11.9204
0.02153711	4131.9	551.5	249.6	879.9	5863.4	0.7519	18.9468	64649.2243	3.2314	11.0259
0.02153711	4235.2	553.4	249.0	878.1	6091.0	0.7541	18.8034	64159.8962	3.0871	10.5336
0.02153711	3931.9	551.5	252.9	877.2	5670.0	0.7518	17.2209	58760.1151	3.0372	10.3633
0.02153711	3954.4	547.4	251.6	877.9	5792.0	0.7458	14.6856	50109.5059	2.5355	8.6515
0.032305665	3938.5	546.4	253.5	870.9	5732.0	0.7454	14.5140	49523.9553	2.5321	8.6399
0.036613087	3877	543.2	252.9	875.4	5613.0	0.7454	15.7376	53699.0605	2.8038	9.5669
0.032305665	3781.9	543.9	252.2	879.3	5669.0	0.7455	16.7842	57270.0208	2.9607	10.1023
0.02153711	4232	550.3	248.3	882.0	5932.0	0.7443	20.6274	70383.6012	3.4773	11.8651
0.039843654	4207	545.6	247.0	887.8	5936.0	0.7459	21.6146	73752.0675	3.6413	12.4245
0.032305665	4140.4	547	245.1	884.7	5825.0	0.7452	21.2734	72587.8429	3.6521	12.4614

DX Unit						
Dry Bulb Temperature; ℃	Relative Humidity; %	Saturation vapor pressure hPa	Partial vapor pressure Pa	Humidity Ratio	Partial pressure of dry air Pa	Density of Ambient Air; kg/m3
Tdb out DX	RH out DX	Psat out DX	Pv out DX	ω out DX	Pd out DX	ρ out DX
13.6	73.0	15.60	1138.85	0.007239	97853.24	1.197316
13.8	72.2	15.78	1139.65	0.007244	97852.43	1.196582
14.1	72.4	16.12	1165.97	0.007413	97826.11	1.195108
14.7	71.5	16.75	1197.86	0.007619	97794.22	1.192471
14.4	70.9	16.41	1163.13	0.007395	97828.95	1.193978
14.6	71.1	16.57	1178.19	0.007492	97813.89	1.193287
14.5	71.6	16.54	1183.73	0.007528	97808.35	1.193365
14.0	72.0	15.96	1148.29	0.007300	97843.79	1.195813
14.2	71.1	16.14	1148.09	0.007298	97844.00	1.195086
13.8	71.7	15.75	1129.93	0.007182	97862.15	1.196731
13.8	75.6	15.73	1189.43	0.007564	97802.65	1.196562
13.4	77.7	15.40	1196.48	0.007610	97795.60	1.197887
13.0	77.4	14.95	1157.72	0.007360	97834.37	1.199949
13.4	80.5	15.37	1237.58	0.007875	97754.50	1.197803
10.6	74.3	12.78	949.36	0.006023	98042.72	1.210960
10.3	74.5	12.53	933.36	0.005920	98058.73	1.212316
9.9	75.0	12.16	911.12	0.005778	98080.96	1.214347
9.5	75.4	11.85	893.78	0.005667	98098.30	1.216039
9.3	76.1	11.71	891.51	0.005653	98100.57	1.216803
9.1	76.2	11.52	877.18	0.005561	98114.91	1.217948
9.5	76.4	11.85	905.63	0.005743	98086.45	1.215984
10.5	76.9	12.65	972.81	0.006173	98019.27	1.211492
11.8	78.5	13.86	1088.34	0.006914	97903.75	1.205112
11.5	74.0	13.59	1006.14	0.006387	97985.94	1.206763
12.0	72.2	14.05	1014.29	0.006439	97977.79	1.204609

DX Unit						
Enthalpy of outlet Air; kJ/kg	DX Unit total power consumption; Watts	Mass flow rate; kg/s	Total Cooling Capacity kW	Total Cooling Capacity BTU/hr	Coefficient of Performance W/W	Energy Efficiency Ratio BTU/W.hr
h out DX	Pw.Tot DX	m'	Qtot DX	Qtot DX	COP	EER
31.98067507	11637	0.7459	27.1865	92764.1492	2.3362	7.9715
32.17203516	11826	0.7454	27.2934	93128.8955	2.3079	7.8749
32.93076979	11898	0.7445	25.3471	86487.7810	2.1304	7.2691
34.06104187	12015	0.7429	24.4500	83426.8114	2.0350	6.9436
33.1647953	11801	0.7438	24.2668	82801.8365	2.0563	7.0165
33.56260419	11944	0.7434	24.9030	84972.5539	2.0850	7.1142
33.62727262	11838	0.7434	23.8288	81307.3782	2.0129	6.8683
32.49065914	11896	0.7450	23.2321	79271.0700	1.9529	6.6637
32.66551876	11840	0.7445	20.6807	70565.4829	1.7467	5.9599
31.98854965	11755	0.7455	22.4204	76501.5765	1.9073	6.5080
32.93022734	11584	0.7454	20.5812	70225.8899	1.7767	6.0623
32.7136392	11497	0.7462	20.7550	70819.0817	1.8053	6.1598
31.62511555	11497	0.7475	20.9628	71527.9201	1.8233	6.2214
33.35674085	11425	0.7462	19.5764	66797.3873	1.7135	5.8466
25.83448963	11189	0.7544	22.2965	76078.8041	1.9927	6.7994
25.27126425	11116	0.7552	22.1657	75632.6406	1.9940	6.8039
24.45539947	11137	0.7565	21.3183	72741.0648	1.9142	6.5315
23.7950707	11116	0.7576	21.6607	73909.3861	1.9486	6.6489
23.58076083	11001	0.7580	22.9917	78450.9821	2.0900	7.1313
23.09602817	10954	0.7587	23.3822	79783.3456	2.1346	7.2835
23.9861115	10952	0.7575	23.9355	81671.2366	2.1855	7.4572
26.06068097	10949	0.7547	23.3557	79692.9130	2.1331	7.2786
29.32841221	11174	0.7507	25.2450	86139.3776	2.2593	7.7089
27.69234025	11198	0.7518	26.4363	90204.4201	2.3608	8.0554
28.33265448	11212	0.7504	25.9332	88487.9106	2.3130	7.8922

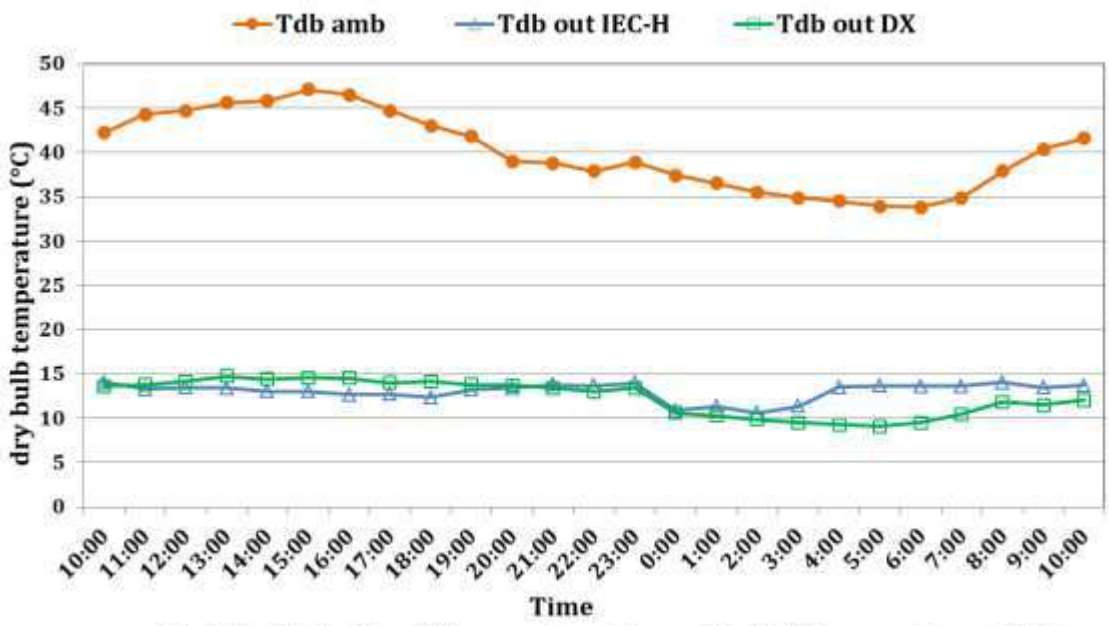


Fig. 1. Inlet Ambient Temperature Versus Outlet Temperature of IEC Hybrid and DX units for OEM3 in CZ 8

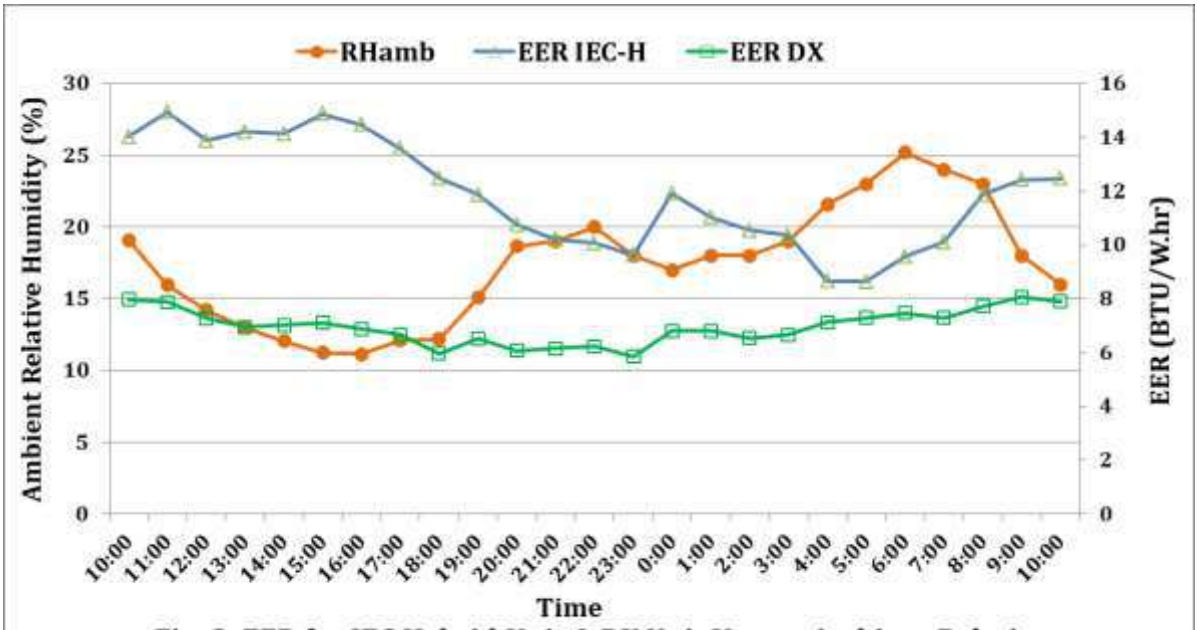


Fig. 2. EER for IEC Hybrid Unit & DX Unit Versus Ambient Relative Humidity for OEM3 in CZ 8

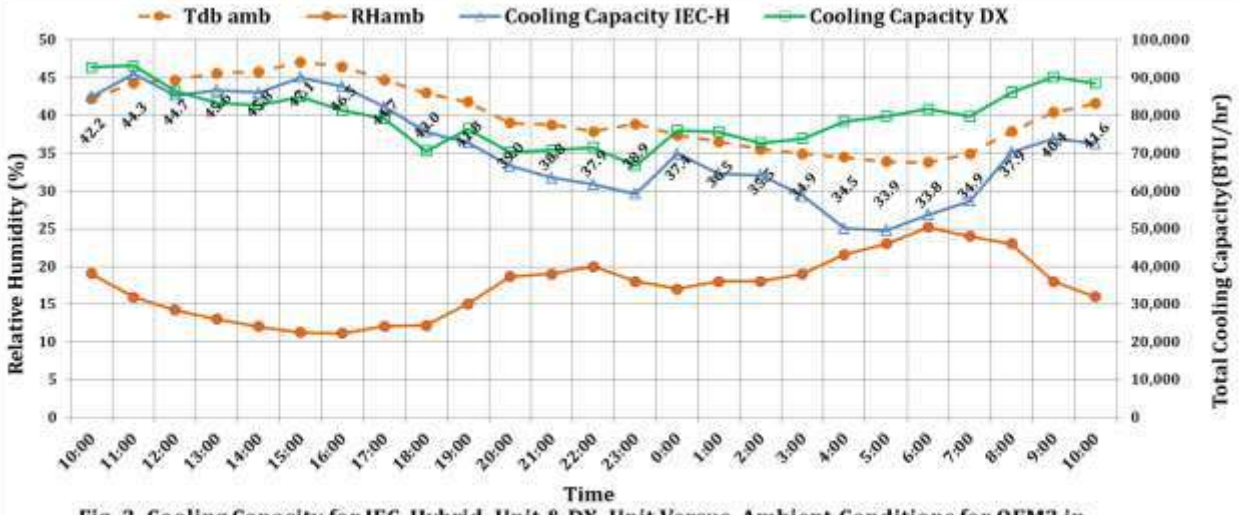


Fig. 3. Cooling Capacity for IEC Hybrid Unit & DX Unit Versus Ambient Conditions for OEM3 in CZ 8

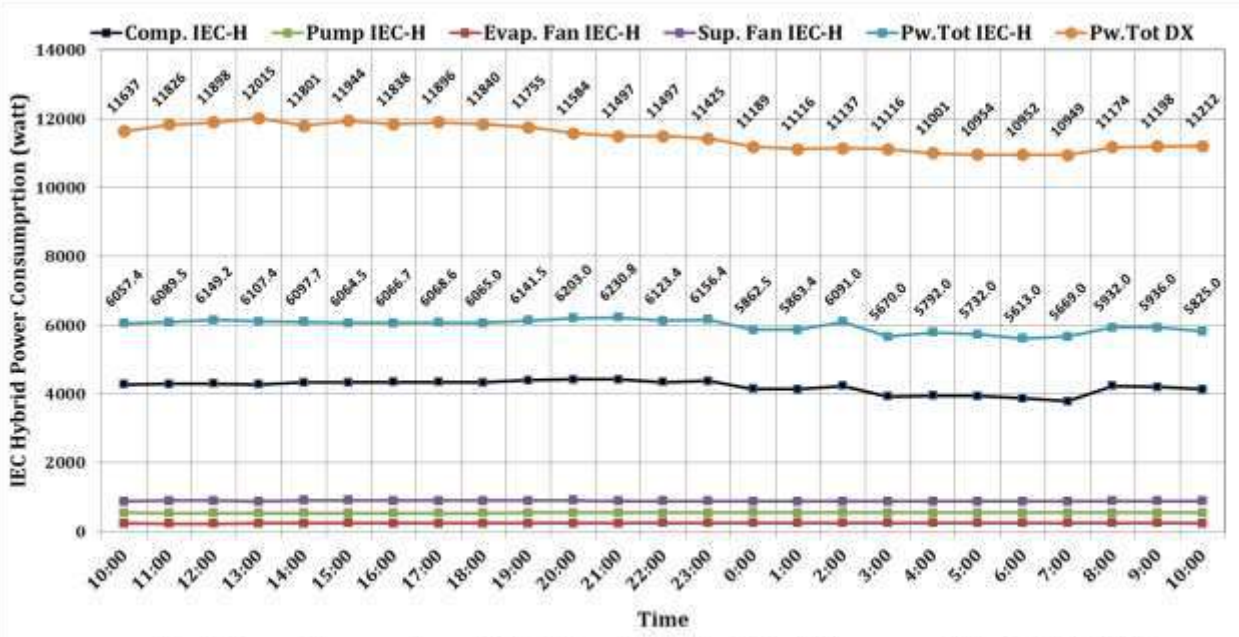


Fig. 4. Power Consumption of DX Unit and IEC Hybrid Unit Components for OEM3 in CZ 8

A.3. Results of OEM 7:

Basic Information			
Tested Units Name	DX (Direct Expansion Unit)		
	IEC Hybrid (Indirect Evaporative Cooling Hybrid Unit)		
OEM No.	7		
Refrigerant	R-32		
Air Flow Rate	1320 C.F.M for DX and IEC hybrid Units		
Capacity	DX	2	Compressors
	IEC hybrid	1	Compressor
Water Bath Area	560X1020		mm2
Climatic Zone	8 (South Egypt)		
Altitude	196.07 meter (From Sea Level)		
Location	22°49' 02" N 31°28' 16" E		
Test Date	30-Aug-24		

Used Apparatus

Used Apparatus	Code of Used Apparatus	Measured Property	Measurement Unit
Weather Station, Dry bulb temperature	**WS; T-amb**	Ambient dry bulb temperature for both Units	°C
Weather Station, Relative Humidity	**WS; Rh-amb**	Ambient Relative humidity for both Units	%
Air Quality 5 - Dry bulb temperature	**AQ5; T-amb**	Ambient dry bulb temperature for both Units	°C
Air Quality 5 - Relative Humidity	**AQ5; RH-amb**	Ambient Relative humidity for both Units	%
Air Quality 6 - Dry bulb temperature	**AQ6; T-amb**	Ambient dry bulb temperature for both Units	°C
Air Quality 6 - Relative Humidity	**AQ6; RH-amb**	Ambient Relative humidity for both Units	%
Fluke 975 - Dry bulb temperature	**F975; T-amb**	Ambient dry bulb temperature for both Units	°C
Air Quality 1 - Dry bulb temperature	**AQ1; T-out; DX**	Outlet dry bulb temperature for DX Unit	°C
Air Quality 1 - Relative Humidity	**AQ1; RH-out; DX**	Outlet Relative humidity for DX Unit	%
Air Quality 2 - Dry bulb temperature	**AQ2; T-out; DX**	Outlet dry bulb temperature for DX Unit	°C
Air Quality 2 - Relative Humidity	**AQ2; RH-out; DX**	Outlet Relative humidity for DX Unit	%
UNI T 1 - Dry bulb temperature	**U1; T-out; DX**	Outlet dry bulb temperature for DX Unit	°C
UNI T 1 - Relative Humidity	**U1; RH-out; DX**	Outlet Relative humidity for DX Unit	%
Lutron 1 - Dry bulb temperature	**L1; T-out; DX**	Outlet dry bulb temperature for DX Unit	°C
Lutron 1 - Relative Humidity	**L1; RH-out; DX**	Outlet Relative humidity for DX Unit	%
Air Quality 3 - Dry bulb temperature	**AQ3; T-out; IEC-H**	Outlet dry bulb temperature for IEC Hybrid Prototype	°C
Air Quality 3 - Relative Humidity	**AQ3; RH-out; IEC-H**	Outlet Relative humidity for IEC Hybrid Prototype	%
Air Quality 4 - Dry bulb temperature	**AQ4; T-out; IEC-H**	Outlet dry bulb temperature for IEC Hybrid Prototype	°C
Air Quality 4 - Relative Humidity	**AQ4; RH-out; IEC-H**	Outlet Relative humidity for IEC Hybrid Prototype	%
UNI T 2 - Dry bulb temperature	**U2; T-out; IEC-H**	Outlet dry bulb temperature for IEC Hybrid Prototype	°C
UNI T 2 - Relative Humidity	**U2; RH-out; IEC-H**	Outlet Relative humidity for IEC Hybrid Prototype	%
Lutron 2 - Dry bulb temperature	**L2; T-out; IEC-H**	Outlet dry bulb temperature for IEC Hybrid Prototype	°C

Lutron 2 - Relative Humidity	**L2; RH-out; IEC-H**	Outlet Relative humidity for IEC Hybrid Prototype	%
Tabular level gauge for measuring the Water level change	**W.Lvl; IEC-H**	make up of evaporated water of the IEC hybrid unit	mm/hr
Water volume in Litres/hour (calculated)	**W.Vol; IEC-H**	hourly consumption rate of evaporated water for IEC hybrid unit	Litres/hr
Compressor power meter - IEC hybrid unit	**Comp.; IEC-H**	Power consumption of the Compressor of the IEC hybrid Unit	Watts
Pump power meter - IEC hybrid unit	**Pump; IEC-H**	Power consumption of the Pump of the IEC hybrid Unit	Watts
Evaporative Fan power meter - IEC hybrid unit	**Evap. Fan; IEC-H**	Power consumption of the Evaporator Fan of the IEC hybrid Prototype	Watts
Supply fan power meter - IEC hybrid unit	**Sup. Fan; IEC-H**	Power consumption of the Supply Fan of the IEC hybrid Prototype	Watts
Power meter of total power consumption of IEC hybrid Unit	**Pw.Tot; IEC-H**	Total Input power of IEC Hybrid Prototype	Watts
Power meter of total power consumption of DX Unit	**Pw.Tot; DX**	Total Input power of DX Unit	Watts

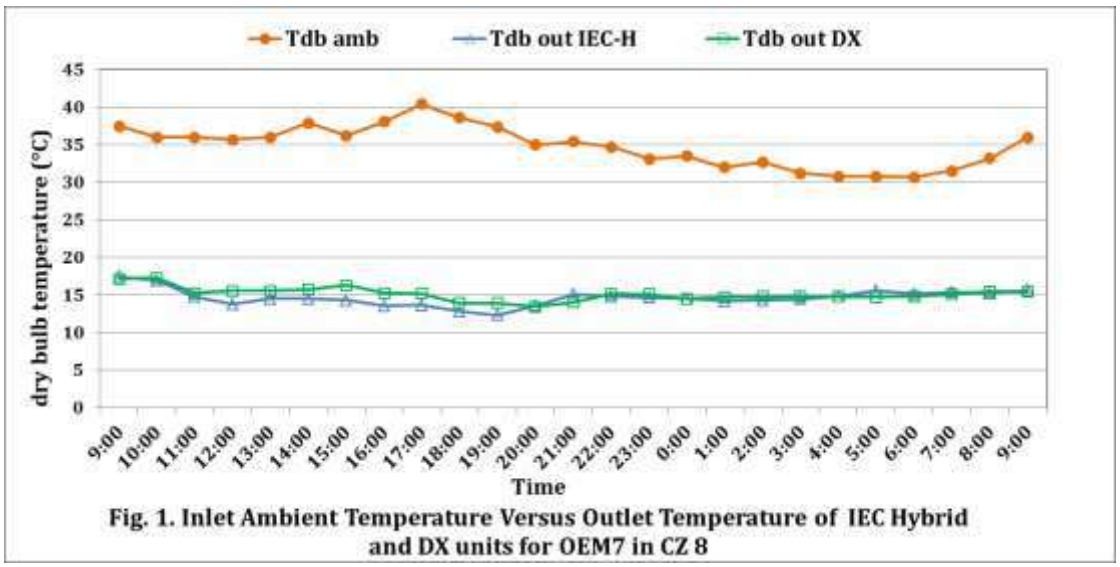


Fig. 1. Inlet Ambient Temperature Versus Outlet Temperature of IEC Hybrid and DX units for OEM7 in CZ 8

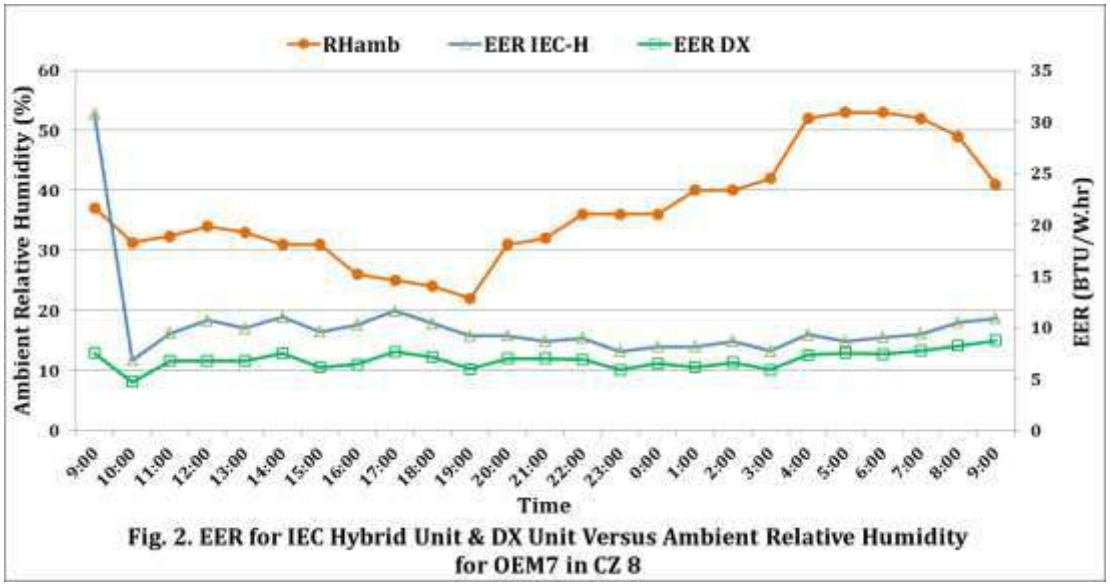


Fig. 2. EER for IEC Hybrid Unit & DX Unit Versus Ambient Relative Humidity for OEM7 in CZ 8

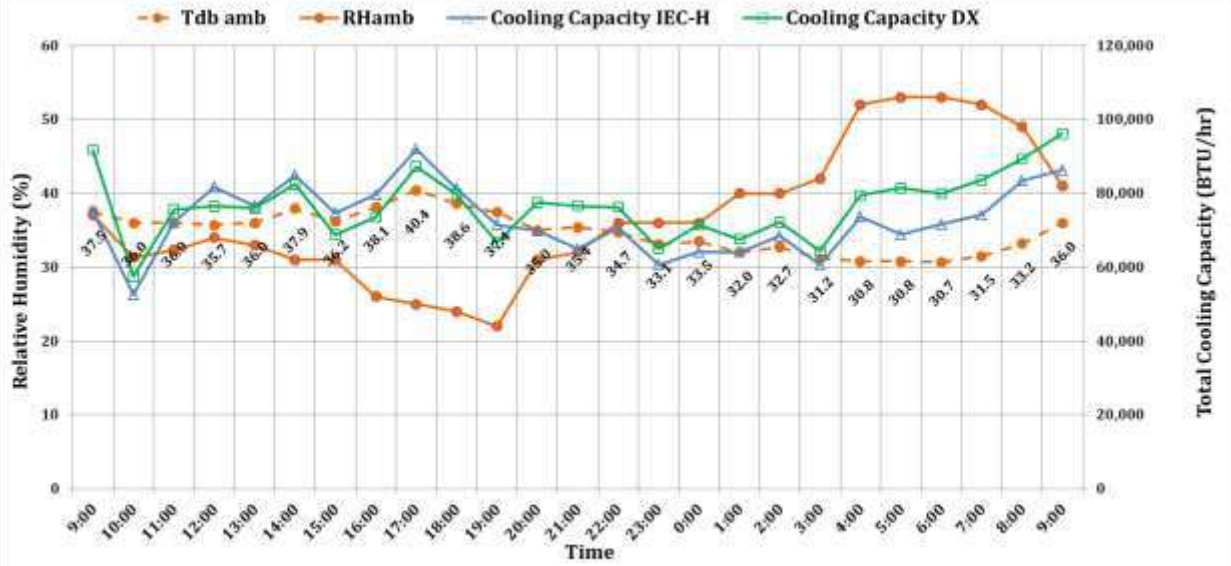


Fig. 3. Cooling Capacity for IEC Hybrid Unit & DX Unit Versus Ambient Conditions for OEM7 in CZ 8

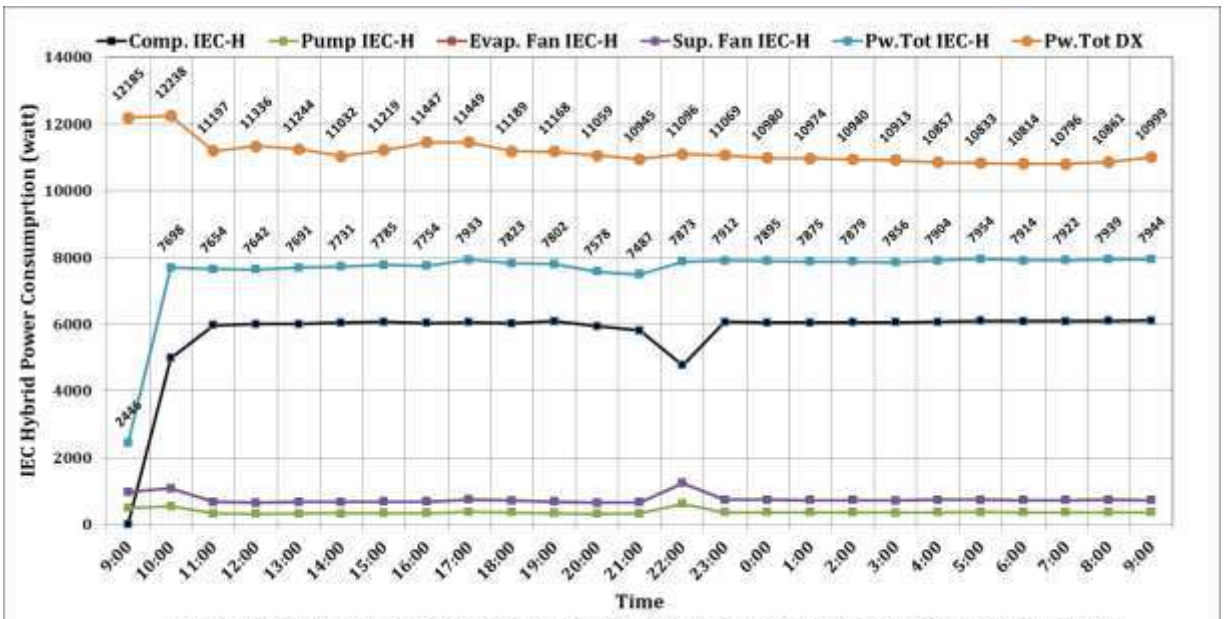


Fig. 4. Power Consumption of DX Unit and IEC Hybrid Unit Components for OEM7 in CZ 8

Time	Ambient Conditions								
	Dry Bulb Temperature; °F	Relative Humidity; %	Pressure at the given altitude Pa	Saturation vapor pressure hPa	Partial vapor pressure Pa	Humidity Ratio	Partial pressure of dry air Pa	Density of Ambient Air; kg/m3	Enthalpy of Ambient Air; kJ/kg
	Tdb amb	RH amb	P	Psat amb	Pv amp	ω amb	Pd amb	ρ amb	h amb
9:00	37.5	37.1	98992.08	64.48	2389.88	0.015388	96602.20	1.099993	77.24
10:00	36.0	31.3	98992.08	59.41	1861.45	0.011920	97130.63	1.107581	66.79
11:00	36.0	32.3	98992.08	59.41	1920.86	0.012308	97071.22	1.107328	67.79
12:00	35.7	34.0	98992.08	58.44	1986.86	0.012740	97005.22	1.108123	68.59
13:00	36.0	33.0	98992.08	59.41	1960.47	0.012567	97031.62	1.107160	68.45
14:00	37.9	31.0	98992.08	65.89	2042.53	0.013104	96949.55	1.100049	71.79
15:00	36.2	31.0	98992.08	60.06	1861.95	0.011924	97130.13	1.106863	67.00
16:00	38.1	26.0	98992.08	66.60	1731.72	0.011075	97260.37	1.100657	66.77
17:00	40.4	25.0	98992.08	75.34	1883.51	0.012064	97108.57	1.091946	71.68
18:00	38.6	24.0	98992.08	68.43	1642.20	0.010493	97349.88	1.099270	65.79
19:00	37.4	22.0	98992.08	64.13	1410.77	0.008993	97581.31	1.104499	60.70
20:00	35.0	31.0	98992.08	56.22	1742.97	0.011148	97249.11	1.111682	63.78
21:00	35.4	32.0	98992.08	57.48	1839.36	0.011776	97152.72	1.109829	65.80
22:00	34.7	36.0	98992.08	55.30	1990.78	0.012765	97001.30	1.111705	67.62
23:00	33.1	36.0	98992.08	50.58	1820.98	0.011656	97171.11	1.118244	63.13
0:00	33.5	36.0	98992.08	51.73	1862.20	0.011925	97129.88	1.116608	64.23
1:00	32.0	40.0	98992.08	47.55	1901.85	0.012184	97090.23	1.121926	63.36
2:00	32.7	40.0	98992.08	49.46	1978.38	0.012684	97013.70	1.119028	65.36
3:00	31.2	42.0	98992.08	45.44	1908.42	0.012227	97083.66	1.124846	62.64
4:00	30.8	52.0	98992.08	44.42	2309.60	0.014859	96682.48	1.124588	68.97
5:00	30.8	53.0	98992.08	44.42	2354.02	0.015151	96638.06	1.124396	69.71
6:00	30.7	53.0	98992.08	44.16	2340.63	0.015063	96651.45	1.124824	69.38
7:00	31.5	52.0	98992.08	46.22	2403.40	0.015477	96588.68	1.121599	71.27
8:00	33.2	49.0	98992.08	50.87	2492.48	0.016066	96499.61	1.114992	74.54
9:00	36.0	41.0	98992.08	59.41	2435.73	0.015691	96556.35	1.105135	76.47

IEC Hybrid Unit								
Dry Bulb Temperature; °F	Relative Humidity; %	Saturation vapor pressure hPa	Partial vapor pressure Pa	Humidity Ratio	Partial pressure of dry air Pa	Density of Ambient Air; kg/m3	Enthalpy of outlet Air; kJ/kg	Water Consumed; mm/hour
Tdb out IEC-H	RH out IEC-H	Psat out IEC-H	Pv out IEC-H	ω out IEC-H	Pd out IEC-H	ρ out IEC-H	h out IEC-H	W.Lvl IEC-H
17.4	92.3	19.87	1833.31	0.011737	97158.77	1.178612	47.21910525	0
16.9	92.3	19.28	1780.47	0.011392	97211.62	1.180782	45.85888147	50
14.8	90.1	16.81	1514.35	0.009663	97477.73	1.190817	39.28059584	100
13.8	89.3	15.73	1404.91	0.008955	97587.18	1.195573	36.44224867	100
14.5	89.0	16.51	1469.95	0.009375	97522.13	1.192158	38.27228531	100
14.5	89.1	16.51	1470.78	0.009381	97521.31	1.192155	38.2857968	100
14.3	88.4	16.30	1440.46	0.009185	97551.62	1.193123	37.58538915	100
13.6	87.4	15.52	1356.08	0.008639	97636.00	1.196632	35.44083252	100
13.6	86.9	15.60	1356.09	0.008639	97636.00	1.196319	35.51753913	80
12.8	88.7	14.76	1309.42	0.008338	97682.66	1.200090	33.88904029	80
12.3	88.6	14.31	1267.07	0.008065	97725.01	1.202282	32.7148644	80
13.6	90.3	15.58	1406.06	0.008962	97586.02	1.196193	36.30782049	75
15.1	90.5	17.11	1548.26	0.009883	97443.82	1.189525	40.11783613	70
14.8	91.1	16.86	1536.10	0.009804	97455.98	1.190510	39.68822553	100
14.7	90.9	16.67	1514.69	0.009665	97477.39	1.191332	39.15827392	75
14.5	91.4	16.51	1508.75	0.009627	97483.33	1.191981	38.90757293	80
14.2	91.6	16.17	1480.18	0.009442	97511.90	1.193460	38.10736121	80
14.3	91.6	16.27	1490.61	0.009509	97501.47	1.192997	38.38038957	70
14.4	91.5	16.43	1503.10	0.009590	97488.99	1.192317	38.73823723	70
14.8	92.0	16.83	1548.36	0.009883	97443.72	1.190558	39.86356968	75
15.6	93.4	17.72	1654.88	0.010575	97337.21	1.186773	42.43163952	70
15.1	93.4	17.16	1602.17	0.010233	97389.92	1.189073	41.05348143	70
15.4	93.7	17.47	1636.41	0.010455	97355.67	1.187783	41.89756618	80
15.3	93.5	17.33	1620.29	0.010350	97371.79	1.188372	41.50474299	70
15.6	92.5	17.75	1641.11	0.010485	97350.97	1.186733	42.23093238	70

IEC Hybrid Unit										
Water Consumed; m3/hour	Compressor power consumption; Watts	Pump power consumption; Watts	Evaporative Fan power consumption; Watts	Supply Fan power consumption; Watts	IEC Hybrid Unit total power consumption; Watts	Mass flow rate; kg/s	Total Cooling Capacity kW	Total Cooling Capacity BTU/hr	Coefficient of Performance W/W	Energy Efficiency Ratio BTU/W.hr
W.Vol IEC-H	Comp. IEC-H	Pump IEC-H	Evap. Fan IEC-H	Sup. Fan IEC-H	Pw.Tot IEC-H	m'	Qtot IEC-H	Qtot IEC-H	COP	EER
0	0	489.2	978.4	978.4	2446	0.7342	22.0458	75223.4637	9.0130	30.7536
0.02856	4985	542.6	1085.2	1085.2	7698	0.7356	15.3965	52534.9238	2.0001	6.8245
0.05712	5969	337	674	674	7654	0.7418	21.1464	72154.5628	2.7628	9.4270
0.05712	6004	327.6	655.2	655.2	7642	0.7448	23.9405	81688.3109	3.1328	10.6894
0.05712	6007	336.8	673.6	673.6	7691	0.7427	22.4128	76475.8203	2.9142	9.9435
0.05712	6049	336.4	672.8	672.8	7731	0.7427	24.8796	84892.8909	3.2182	10.9808
0.05712	6066	343.8	687.6	687.6	7785	0.7433	21.8659	74609.4228	2.8087	9.5837
0.05712	6040	342.8	685.6	685.6	7754	0.7455	23.3563	79695.0691	3.0122	10.2779
0.045696	6061	374.4	748.8	748.8	7933	0.7453	26.9510	91960.4886	3.3973	11.5921
0.045696	6023	360	720	720	7823	0.7476	23.8477	81371.7438	3.0484	10.4016
0.045696	6093	341.8	683.6	683.6	7802	0.7490	20.9619	71525.1485	2.6867	9.1675
0.04284	5943	327	654	654	7578	0.7452	20.4726	69855.4084	2.7016	9.2182
0.039984	5812	335	670	670	7487	0.7410	19.0339	64946.4383	2.5423	8.6746
0.05712	4770	620.6	1241.2	1241.2	7873	0.7417	20.7175	70691.1148	2.6315	8.9789
0.04284	6067	369	738	738	7912	0.7422	17.7941	60715.8308	2.2490	7.6739
0.045696	6048	369.4	738.8	738.8	7895	0.7426	18.8068	64171.3315	2.3821	8.1281
0.045696	6047	365.6	731.2	731.2	7875	0.7435	18.7723	64053.6786	2.3838	8.1338
0.039984	6060	363.8	727.6	727.6	7879	0.7432	20.0492	68410.8742	2.5446	8.6827
0.039984	6060	359.2	718.4	718.4	7856	0.7428	17.7566	60588.0863	2.2603	7.7123
0.04284	6065	367.8	735.6	735.6	7904	0.7417	21.5842	73648.4633	2.7308	9.3179
0.039984	6096	371.6	743.2	743.2	7954	0.7393	20.1706	68824.9073	2.5359	8.6529
0.039984	6092	364.4	728.8	728.8	7914	0.7408	20.9868	71609.8541	2.6519	9.0485
0.045696	6093	365.8	731.6	731.6	7922	0.7400	21.7350	74162.8495	2.7436	9.3616
0.039984	6100	367.8	735.6	735.6	7939	0.7403	24.4540	83440.6826	3.0802	10.5102
0.039984	6108	367.2	734.4	734.4	7944	0.7393	25.3138	86374.3190	3.1865	10.8729

DX Unit						
Dry Bulb Temperature; °C	Relative Humidity; %	Saturation vapor pressure hPa	Partial vapor pressure Pa	Humidity Ratio	Partial pressure of dry air Pa	Density of Ambient Air; kg/m3
Tdb out DX	RH out DX	Psat out DX	Pv out DX	ω out DX	Pd out DX	ρ out DX
17.2	74.2	19.56	1451.96	0.009259	97540.12	1.181357
17.3	83.3	19.69	1639.83	0.010477	97352.26	1.180099
15.2	81.0	17.30	1400.56	0.008926	97591.53	1.189478
15.6	79.5	17.67	1404.46	0.008952	97587.62	1.188121
15.6	79.7	17.69	1410.70	0.008992	97581.39	1.187990
15.7	81.2	17.84	1447.45	0.009230	97544.63	1.187308
16.3	78.1	18.50	1445.63	0.009218	97546.45	1.184958
15.2	80.2	17.30	1387.58	0.008843	97604.50	1.189537
15.2	78.7	17.27	1359.87	0.008664	97632.21	1.189767
13.9	80.4	15.86	1274.05	0.008110	97718.03	1.195653
13.9	80.3	15.88	1274.93	0.008115	97717.15	1.195545
13.4	80.5	15.37	1237.58	0.007875	97754.50	1.197803
14.0	83.7	16.01	1339.36	0.008531	97652.72	1.194729
15.2	80.3	17.22	1381.77	0.008805	97610.31	1.189873
15.1	80.7	17.14	1382.40	0.008809	97609.68	1.190180
14.5	80.8	16.51	1334.55	0.008500	97657.53	1.192778
14.7	81.1	16.75	1357.86	0.008651	97634.23	1.191739
14.8	81.5	16.78	1368.02	0.008716	97624.06	1.191589
14.8	82.5	16.83	1388.85	0.008851	97603.23	1.191287
14.8	84.1	16.78	1411.23	0.008995	97580.85	1.191392
14.7	84.4	16.75	1413.14	0.009008	97578.94	1.191486
14.8	84.2	16.86	1419.76	0.009051	97572.33	1.191042
15.1	83.7	17.11	1431.93	0.009129	97560.15	1.190057
15.5	83.5	17.55	1466.14	0.009351	97525.95	1.188251
15.4	81.3	17.50	1422.07	0.009066	97570.01	1.188658

DX Unit						
Enthalpy of outlet Air; kJ/kg	DX Unit total power consumption; Watts	Mass flow rate; kg/s	Total Cooling Capacity kW	Total Cooling Capacity BTU/hr	Coefficient of Performance W/W	Energy Efficiency Ratio BTU/W.hr
h out DX	Pw.Tot DX	m'	Qtot DX	Qtot DX	COP	EER
40.68682776	12185	0.7360	26.9046	91802.3062	2.2080	7.5340
43.87464465	12238	0.7352	16.8463	57481.9492	1.3766	4.6970
37.87807442	11197	0.7410	22.1619	75619.6328	1.9793	6.7536
38.27398013	11336	0.7402	22.4355	76553.0116	1.9791	6.7531
38.40148881	11244	0.7401	22.2389	75882.1436	1.9778	6.7487
39.13081276	11032	0.7397	24.1535	82415.1155	2.1894	7.4705
39.68874461	11219	0.7382	20.1635	68800.8472	1.7973	6.1325
37.66592577	11447	0.7410	21.5689	73596.3120	1.8842	6.4293
37.18760842	11449	0.7412	25.5655	87233.1798	2.2330	7.6193
34.43516994	11189	0.7449	23.3527	79682.8757	2.0871	7.1215
34.47499939	11168	0.7448	19.5336	66651.2465	1.7491	5.9681
33.35674085	11059	0.7462	22.7022	77463.2015	2.0528	7.0045
35.65301816	10945	0.7443	22.4403	76569.3703	2.0503	6.9958
37.49430249	11096	0.7413	22.3327	76202.3105	2.0127	6.8675
37.42803828	11069	0.7414	19.0597	65034.4697	1.7219	5.8754
36.05949116	10980	0.7431	20.9357	71435.4218	1.9067	6.5060
36.66963581	10974	0.7424	19.8126	67603.4323	1.8054	6.1603
36.86114719	10940	0.7423	21.1534	72178.2772	1.9336	6.5976
37.25258414	10913	0.7421	18.8438	64297.8159	1.7267	5.8919
37.56727378	10857	0.7422	23.3037	79515.4217	2.1464	7.3239
37.57302345	10833	0.7423	23.8571	81403.6472	2.2023	7.5144
37.78335577	10814	0.7420	23.4479	80007.6327	2.1683	7.3985
38.21237753	10796	0.7414	24.5087	83627.0990	2.2702	7.7461
39.18115937	10861	0.7402	26.1716	89301.2090	2.4097	8.2222
38.40879046	10999	0.7405	28.1852	96171.7890	2.5625	8.7437

A.4. Results of EOM 6:

Basic Information			
Tested Units Name	DX (Direct Expansion Unit)		
	IEC Hybrid (Indirect Evaporative Cooling Hybrid Unit)		
OEM No.	6		
Refrigerant	R-32		
Air Flow Rate	1800 C.F.M for DX and IEC hybrid Units		
Capacity	DX	2	Compressors
	IEC hybrid	1	Compressor
Water Bath Area	(1308.3^2-900.3^2)		mm2
Climatic Zone	8 (South Egypt)		
Altitude	196.07 meter (From Sea Level)		
Location	22°49' 02" N 31°28' 16" E		
Test Date	31-Aug-24		

Used Apparatus

Used Apparatus	Code of Used Apparatus	Measured Property	Measurement Unit
Weather Station, Dry bulb temperature	**WS; T-amb**	Ambient dry bulb temperature for both Units	°C
Weather Station, Relative Humidity	**WS; Rh-amb**	Ambient Relative humidity for both Units	%
Air Quality 6 - Dry bulb temperature	**AQ6; T-amb**	Ambient dry bulb temperature for both Units	°C
Air Quality 6 - Relative Humidity	**AQ6; RH-amb**	Ambient Relative humidity for both Units	%
Fluke 975 - Dry bulb temperature	**F975; T-amb**	Ambient dry bulb temperature for both Units	°C
Air Quality 3 - Dry bulb temperature	**AQ3; T-out; DX**	Outlet dry bulb temperature for DX Unit	°C
Air Quality 3 - Relative Humidity	**AQ3; RH-out; DX**	Outlet Relative humidity for DX Unit	%
Air Quality 4 - Dry bulb temperature	**AQ4; T-out; DX**	Outlet dry bulb temperature for DX Unit	°C
Air Quality 4 - Relative Humidity	**AQ4; RH-out; DX**	Outlet Relative humidity for DX Unit	%
Lutron 1 - Dry bulb temperature	**L1; T-out; DX**	Outlet dry bulb temperature for DX Unit	°C
Lutron 1 - Relative Humidity	**L1; RH-out; DX**	Outlet Relative humidity for DX Unit	%
UNI T - Dry bulb temperature	**U; T-out; IEC-H**	Outlet dry bulb temperature for IEC Hybrid Prototype	°C
UNI T - Relative Humidity	**U; RH-out; IEC-H**	Outlet Relative humidity for IEC Hybrid Prototype	%
Lutron 2 - Dry bulb temperature	**L2; T-out; IEC-H**	Outlet dry bulb temperature for IEC Hybrid Prototype	°C
Lutron 2 - Relative Humidity	**L2; RH-out; IEC-H**	Outlet Relative humidity for IEC Hybrid Prototype	%
Tabular level gauge for measuring the Water level change	**W.Lvl; IEC-H**	make up of evaporated water of the IEC hybrid unit	mm/hr
Water volume in Litres/hour (calculated)	**W.Vol; IEC-H**	hourly consumption rate of evaporated water for IEC hybrid unit	Litres/hr
Compressor power meter - IEC hybrid unit	**Comp.; IEC-H**	Power consumption of the Compressor of the IEC hybrid Unit	Watts
Pump power meter - IEC hybrid unit	**Pump; IEC-H**	Power consumption of the Pump of the IEC hybrid Unit	Watts
Evaporative Fan power meter - IEC hybrid unit	**Evap. Fan; IEC-H**	Power consumption of the Evaporator Fan of the IEC hybrid Prototype	Watts
Supply fan power meter - IEC hybrid unit	**Sup. Fan; IEC-H**	Power consumption of the Supply Fan of the IEC hybrid Prototype	Watts
Power meter of total power consumption of IEC hybrid Unit	**Pw.Tot; IEC-H**	Total Input power of IEC Hybrid Prototype	Watts
Power meter of total power consumption of DX Unit	**Pw.Tot; DX**	Total Input power of DX Unit	Watts

Time	Ambient Conditions								
	Dry Bulb Temperature; °F	Relative Humidity; %	Pressure at the given altitude Pa	Saturation vapor pressure hPa	Partial vapor pressure Pa	Humidity Ratio	Partial pressure of dry air Pa	Density of Ambient Air; kg/m3	Enthalpy of Ambient Air; kJ/kg
	Tdb amb	RH amb	P	Psat amb	Pv amp	ω amb	Pd amb	ρ amb	h amb
20:00	38.9	17.3	98992.08	69.66	1201.68	0.007643	97790.40	1.099955	58.80
21:00	37.6	19.8	98992.08	64.83	1283.55	0.008171	97708.53	1.104328	58.79
22:00	36.7	22.3	98992.08	61.84	1379.04	0.008787	97613.04	1.107010	59.49
23:00	35.8	17.7	98992.08	58.65	1035.20	0.006573	97956.88	1.111940	52.82
0:00	35.1	17.6	98992.08	56.43	990.39	0.006286	98001.69	1.114657	51.37
1:00	34.1	19.6	98992.08	53.59	1050.31	0.006670	97941.78	1.117786	51.41
2:00	33.4	20.8	98992.08	51.44	1067.37	0.006780	97924.71	1.120387	50.94
3:00	32.7	21.3	98992.08	49.37	1049.05	0.006662	97943.03	1.123152	49.90
4:00	32.2	22.5	98992.08	48.18	1081.57	0.006871	97910.51	1.124606	49.99
5:00	31.6	23.2	98992.08	46.39	1074.03	0.006822	97918.06	1.127099	49.19
6:00	30.7	24.0	98992.08	44.16	1057.70	0.006718	97934.38	1.130384	48.04
7:00	32.4	22.0	98992.08	48.63	1069.89	0.006796	97922.19	1.124042	49.97
8:00	39.7	18.0	98992.08	72.58	1306.49	0.008319	97685.59	1.096818	61.32
9:00	38.7	17.4	98992.08	68.79	1197.02	0.007613	97795.06	1.100798	58.48
10:00	38.3	17.1	98992.08	67.45	1150.00	0.007311	97842.08	1.102292	57.33
11:00	41.2	13.0	98992.08	78.60	1021.84	0.006488	97970.24	1.092777	58.13
12:00	42.3	11.7	98992.08	83.43	972.00	0.006168	98020.08	1.089059	58.46
13:00	44.0	11.1	98992.08	91.16	1011.87	0.006424	97980.21	1.083057	60.84
14:00	44.4	9.5	98992.08	92.90	882.59	0.005595	98109.49	1.082342	59.08
15:00	45.6	9.7	98992.08	98.82	953.59	0.006050	98038.49	1.077974	61.47
16:00	44.3	9.5	98992.08	92.43	873.42	0.005537	98118.66	1.082721	58.82
17:00	43.4	10.4	98992.08	88.06	911.41	0.005780	98080.67	1.085756	58.50
18:00	42.4	11.3	98992.08	83.87	943.56	0.005986	98048.52	1.088833	58.09
19:00	39.9	15.1	98992.08	73.49	1109.73	0.007052	97882.35	1.096828	58.29
20:00	38.3	16.3	98992.08	67.45	1099.42	0.006986	97892.67	1.102506	56.49

IEC Hybrid Unit								
Dry Bulb Temperature; °F	Relative Humidity; %	Saturation vapor pressure hPa	Partial vapor pressure Pa	Humidity Ratio	Partial pressure of dry air Pa	Density of Ambient Air; kg/m3	Enthalpy of outlet Air; kJ/kg	Water Consumed; mm/hour
Tdb out IEC-H	RH out IEC-H	Psat out IEC-H	Pv out IEC-H	ω out IEC-H	Pd out IEC-H	ρ out IEC-H	h out IEC-H	W.Lvl IEC-H
8.2	94.4	10.84	1022.51	0.006492	97969.57	1.221164	24.52457591	0
8.6	94.9	11.17	1060.38	0.006735	97931.70	1.219037	25.59396471	40
8.8	95.4	11.33	1079.94	0.006860	97912.14	1.218081	26.11358688	40
17.3	96.3	19.69	1895.74	0.012144	97096.34	1.178938	48.09715373	40
10.4	96.6	12.57	1213.65	0.007720	97778.43	1.210800	29.8584185	40
14.4	96.9	16.35	1584.53	0.010118	97407.55	1.192255	39.99616046	40
16.3	97.1	18.53	1799.61	0.011517	97192.47	1.183245	45.53339571	25
16.3	97.3	18.47	1796.66	0.011498	97195.42	1.183463	45.43333048	20
16.0	97.4	18.18	1770.04	0.011324	97222.04	1.184607	44.73784686	35
15.8	97.3	17.89	1741.08	0.011136	97251.00	1.185764	44.00410947	25
15.8	97.4	17.89	1742.87	0.011147	97249.21	1.185756	44.03358563	20
13.4	97.6	15.37	1500.47	0.009573	97491.62	1.196594	37.64679275	15
17.3	96.5	19.69	1899.68	0.012170	97092.40	1.178920	48.16228927	30
7.8	93.7	10.55	988.16	0.006272	98003.92	1.223064	23.5637229	50
17.1	96.8	19.44	1880.64	0.012046	97111.44	1.179819	47.64190001	50
9.7	94.1	11.99	1128.65	0.007173	97863.43	1.214193	27.76717948	70
8.4	93.8	11.02	1033.97	0.006565	97958.11	1.220027	24.96382551	33
17.4	96.2	19.87	1910.82	0.012243	97081.26	1.178261	48.50081279	65
8.6	93.8	11.14	1043.99	0.006630	97948.10	1.219330	25.2782303	40
10.0	94.3	12.28	1157.32	0.007358	97834.77	1.212559	28.58804044	80
10.2	94.8	12.40	1175.20	0.007473	97816.88	1.211834	29.03081702	65
8.5	94.1	11.06	1040.25	0.006606	97951.83	1.219781	25.11610375	40
8.2	94.4	10.84	1023.05	0.006495	97969.03	1.221162	24.53332228	90
8.4	95.1	11.02	1048.30	0.006657	97943.78	1.219960	25.19525683	65
7.5	95.1	10.33	982.58	0.006236	98009.50	1.224398	23.16868544	90

IEC Hybrid Unit										
Water Consumed; m3/hour	Compressor power consumption; Watts	Pump power consumption; Watts	Evaporative Fan power consumption; Watts	Supply Fan power consumption; Watts	IEC Hybrid Unit total power consumption; Watts	Mass flow rate; kg/s	Total Cooling Capacity kW	Total Cooling Capacity BTU/hr	Coefficient of Performance W/W	Energy Efficiency Ratio BTU/W.hr
W.Vol IEC-H	Comp. IEC-H	Pump IEC-H	Evap. Fan IEC-H	Sup. Fan IEC-H	Pw.Tot IEC-H	m'	Qtot IEC-H	Qtot IEC-H	COP	EER
0	6683	196	579	390	7849	1.0374	35.5534	121313.3512	4.5298	15.4564
0.036044352	6600	187	602	389	7777	1.0356	34.3814	117314.1739	4.4208	15.0843
0.036044352	5854	167	602	389	7011	1.0348	34.5407	117857.7697	4.9268	16.8109
0.036044352	0	199	605	385	4767	1.0015	4.7319	16145.7488	0.9926	3.3869
0.036044352	5268	233	601	385	4911	1.0286	22.1287	75506.2948	4.5061	15.3756
0.036044352	4923	212	599	382	3034	1.0128	11.5592	39441.5834	3.8105	13.0020
0.02252772	0	211	601	389	2837	1.0052	5.4382	18555.9175	1.9170	6.5411
0.018022176	0	213	599	387	2848	1.0054	4.4867	15309.1076	1.5754	5.3755
0.031538808	0	217	597	385	2643	1.0063	5.2853	18034.2284	2.0000	6.8244
0.02252772	0	226	594	385	2595	1.0073	5.2212	17815.5601	2.0121	6.8655
0.018022176	0	240	592	386	2644	1.0073	4.0329	13760.9754	1.5250	5.2036
0.013516632	4898	244	592	385	2796	1.0165	12.5242	42734.3244	4.4789	15.2825
0.027033264	0	250	594	385	2220	1.0015	13.1749	44954.6599	5.9338	20.2470
0.04505544	6067	261	593	388	7310	1.0390	36.2798	123791.8201	4.9632	16.9352
0.04505544	0	264	594	387	3516	1.0023	9.7098	33131.1746	2.7612	9.4217
0.063077616	5808	272	593	386	7059	1.0315	31.3159	106854.2003	4.4361	15.1366
0.02973659	6054	278	595	388	7314	1.0364	34.7121	118442.4680	4.7458	16.1934
0.058572072	0	282	595	390	5565	1.0009	12.3551	42157.2319	2.2201	7.5751
0.036044352	6184	250	595	386	7414	1.0358	35.0106	119461.1014	4.7220	16.1122
0.072088704	6518	219	597	387	7721	1.0301	33.8726	115577.9976	4.3869	14.9688
0.058572072	6529	213	597	391	7730	1.0295	30.6717	104656.2261	3.9676	13.5381
0.036044352	6486	193	597	392	7669	1.0362	34.5976	118051.9284	4.5113	15.3932
0.081099792	6350	219	597	391	7557	1.0374	34.8087	118772.2967	4.6062	15.7168
0.058572072	6367	213	601	390	7571	1.0364	34.3010	117039.9237	4.5307	15.4593
0.081099792	6173	232	579	388	7373	1.0401	34.6620	118271.7184	4.7014	16.0419

DX Unit						
Dry Bulb Temperature; °C	Relative Humidity; %	Saturation vapor pressure hPa	Partial vapor pressure Pa	Humidity Ratio	Partial pressure of dry air Pa	Density of Ambient Air; kg/m3
Tdb out DX	RH out DX	Psat out DX	Pv out DX	ω out DX	Pd out DX	ρ out DX
15.5	56.8	17.61	999.64	0.006345	97992.44	1.190174
15.7	62.5	17.87	1117.18	0.007100	97874.90	1.188677
14.9	66.2	16.91	1118.68	0.007109	97873.40	1.192247
14.2	60.1	16.16	970.63	0.006159	98021.45	1.195830
13.2	59.3	15.17	899.33	0.005703	98092.75	1.200195
12.4	61.9	14.40	891.80	0.005654	98100.28	1.203592
12.1	64.7	14.15	915.44	0.005806	98076.64	1.204608
11.9	64.4	13.90	895.31	0.005677	98096.77	1.205828
11.6	64.8	13.66	885.14	0.005612	98106.95	1.207004
11.8	63.0	13.84	872.00	0.005528	98120.08	1.206218
13.4	57.3	15.41	882.31	0.005594	98109.77	1.199296
15.6	52.0	17.72	921.00	0.005841	98071.08	1.190120
16.5	49.2	18.81	926.13	0.005874	98065.95	1.186263
20.6	39.9	24.26	968.97	0.006149	98023.11	1.169648
16.0	52.9	18.18	961.24	0.006099	98030.85	1.188291
17.5	50.3	20.04	1008.08	0.006399	97984.00	1.181810
18.7	43.3	21.57	934.50	0.005928	98057.59	1.177418
19.3	45.2	22.39	1012.68	0.006429	97979.41	1.174650
19.9	43.5	23.24	1010.07	0.006412	97982.02	1.172257
21.0	44.2	24.92	1101.47	0.006999	97890.61	1.167332
18.7	47.0	21.57	1014.29	0.006439	97977.79	1.177058
18.2	48.3	20.86	1008.06	0.006399	97984.02	1.179241
17.8	49.2	20.42	1005.54	0.006383	97986.54	1.180603
16.5	54.5	18.81	1025.20	0.006509	97966.88	1.185812
15.7	55.6	17.80	989.61	0.006281	98002.47	1.189533

DX Unit						
Enthalpy of outlet Air; kJ/kg	DX Unit total power consumption; Watts	Mass flow rate; kg/s	Total Cooling Capacity kW	Total Cooling Capacity BTU/hr	Coefficient of Performance W/W	Energy Efficiency Ratio BTU/W.hr
h out DX	Pw.Tot DX	m'	Qtot DX	Qtot DX	COP	EER
31.6290197	9972	1.0111	27.4681	93725.2113	2.7545	9.3988
33.77549271	9900	1.0098	25.2635	86202.6812	2.5519	8.7073
32.91750321	9777	1.0128	26.9170	91844.5634	2.7531	9.3939
29.80331926	9781	1.0159	23.3837	79788.4959	2.3907	8.1575
27.66762419	9688	1.0196	24.1686	82466.5421	2.4947	8.5122
26.73360102	9614	1.0225	25.2295	86086.6491	2.6242	8.9543
26.84446954	9591	1.0233	24.6612	84147.3666	2.5713	8.7736
26.24860676	9548	1.0244	24.2235	82653.8801	2.5370	8.6567
25.81358545	9453	1.0254	24.7894	84584.8005	2.6224	8.9479
25.80470646	9394	1.0247	23.9600	81754.9442	2.5506	8.7029
27.6295885	9265	1.0188	20.7915	70943.6234	2.2441	7.6572
30.45597842	9013	1.0110	19.7264	67309.4199	2.1887	7.4680
31.48723404	9151	1.0077	30.0610	102572.4759	3.2850	11.2089
36.31550361	9259	0.9936	22.0248	75151.9128	2.3788	8.1166
31.51446214	9846	1.0095	26.0595	88918.7163	2.6467	9.0309
33.83360461	9829	1.0040	24.3903	83223.0293	2.4815	8.4671
33.82429167	10143	1.0002	24.6373	84066.0463	2.4290	8.2881
35.70493996	10444	0.9979	25.0858	85596.4600	2.4019	8.1957
36.27260129	10433	0.9958	22.7104	77490.9879	2.1768	7.4275
38.91559135	10168	0.9917	22.3678	76322.0866	2.1998	7.5061
35.12097607	10372	0.9999	23.7019	80874.1693	2.2852	7.7974
34.4773982	10274	1.0018	24.0699	82129.8107	2.3428	7.9939
34.09737243	10254	1.0029	24.0606	82098.0252	2.3465	8.0064
33.09471104	10084	1.0074	25.3834	86611.6351	2.5172	8.5890
31.63576743	9956	1.0105	25.1189	85709.2007	2.5230	8.6088

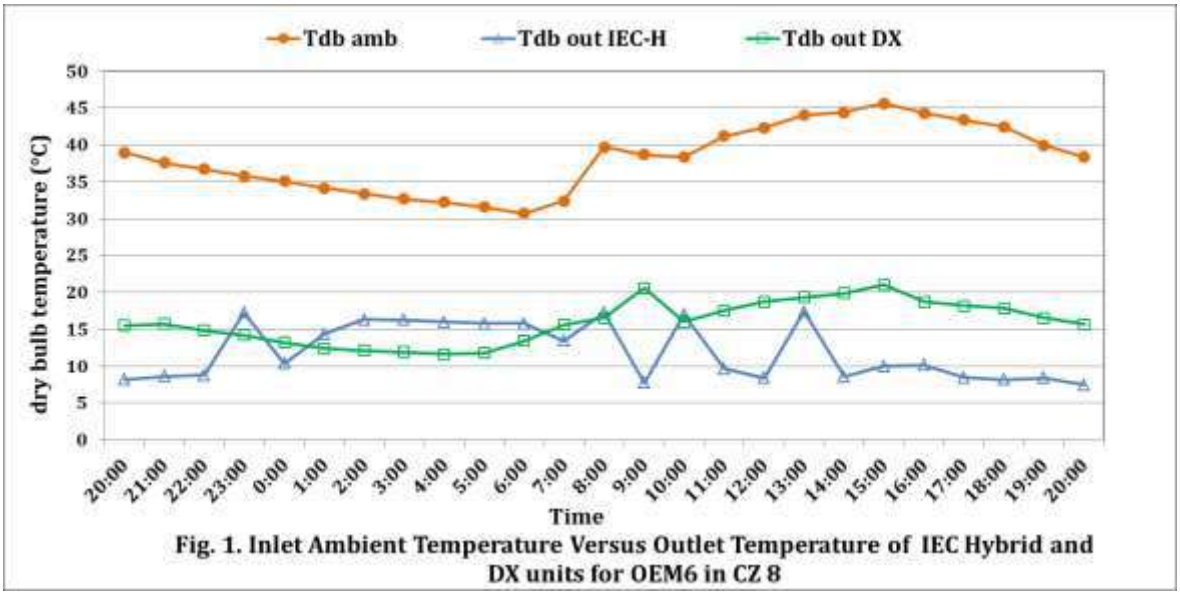


Fig. 1. Inlet Ambient Temperature Versus Outlet Temperature of IEC Hybrid and DX units for OEM6 in CZ 8

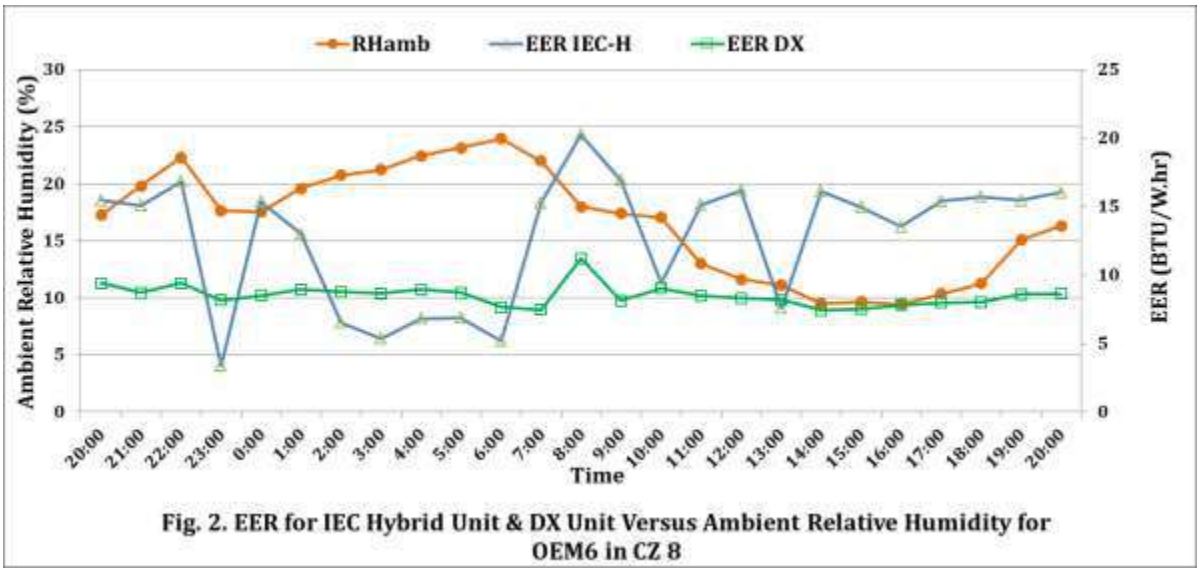


Fig. 2. EER for IEC Hybrid Unit & DX Unit Versus Ambient Relative Humidity for OEM6 in CZ 8

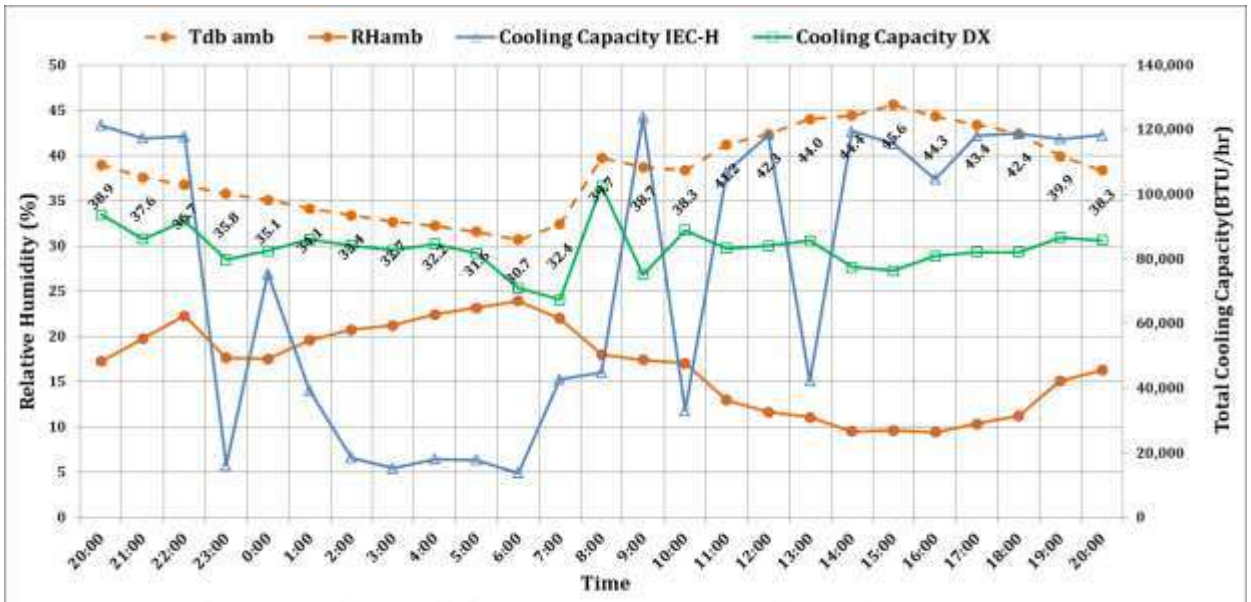


Fig. 3. Cooling Capacity for IEC Hybrid Unit & DX Unit Versus Ambient Conditions for OEM6 in CZ8

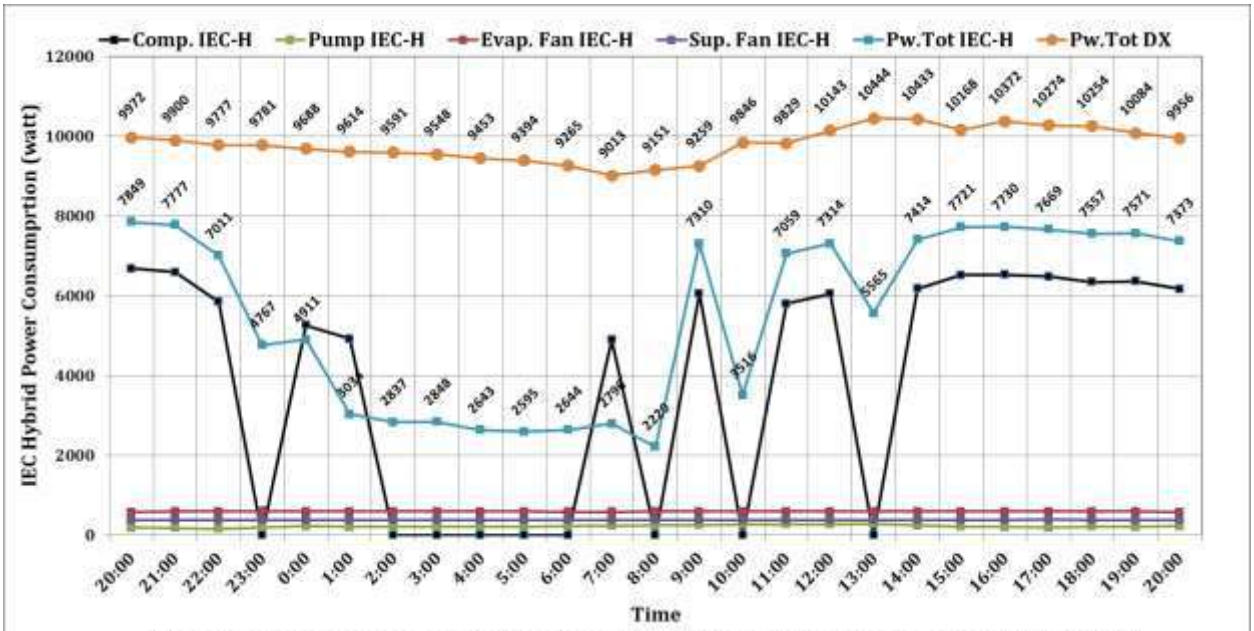


Fig. 4. Power Consumption of DX Unit and IEC Hybrid Unit Components for OEM6 in CZ 8

Annex 2: Calibration Certificates

Ministry of Higher Education
& Scientific Research
National Institute of Standards

وزارة التعليم العالى والبحث العلمى
المعهد القومى للمعايرة

El- Sadat (Tersa) St., El Haram, Giza, Egypt - P.O.Box 136 Giza - Code 12211 - Tel./ Fax: +202 - 33867462 - NIS Tel +202 - 37401113

CERTIFICATE OF CALIBRATION
شهـادة معايـرة

Certificate No:	762/32C012/290/1319/2024

- **NIS Lab** (اسم المعمل) : **Thermal Metrology Laboratory**
- **Issued For** (صادر الى) : المركز القومى لبحوث الاسكان والبناء -معهد بحوث الاعمال الكهروميكانيكية في المباني
- **Contact Information of the Customer** (بيانات التواصل بالزبون) : 01022852637
- **Location of Calibration** (مكان اجراء المعايرة) : NIS
- **Device Description** (اسم ووصف الجهاز تحت المعايرة) : Digital thermo-hygrometer, resolution 0.1°C for temperature & resolution 0.1% for relative humidity
  - **Manufacturer** (اسم الشركة المنتجة) : Lutron
  - **Model/Type** (موديل الجهاز) : PM-1064SD
  - **Serial Number** (الرقم المسلسل للجهاز) : 085019
  - **Code** (كود) : --------

- **Date of Receipt** (تاريخ الاستلام) : 01/05/2024
- **Date of Calibration** (تاريخ المعايرة) : 09/05/2024
- **Issue Date** (تاريخ الاصدار) : 15/05/2024
- **Due Date** (تاريخ إعادة المعايرة) : ------

Approved by

Head of Laboratory

Prof. Dr.Essam El-Din Mahmoud

NIS President

Prof. Dr. M. G. Ahmed

This certificate is issued in accordance with the laboratory accreditation requirements. It provides traceability of measurement to recognized National standards, and to the units of measurement realized at the NIS or other recognized national standards laboratories. This certificate May not be reproduced other than in full by photographic process. This certificate refers only to the particular item submitted for testing.

Ministry of Higher Education
& Scientific Research
National Institute of Standards

وزارة التعليم العالى والبحث العلمى
المعهد القومى للمعايرة

El- Sadat (Tersa) St., El Haram, Giza, Egypt - P.O.Box 136 Giza - Code 12211 - Tel./ Fax: +202 - 33867462 - NIS Tel +202 - 37401113

CERTIFICATE OF CALIBRATION
شهادة معايرة

▪ Certificate No.	762/32C012/290/1319/2024		
▪ Customer	المركز القومى لبحوث الاسكان والبناء -معهد بحوث الاعمال الكهروميكانيكية في المباني		
▪ Calibrated by	Ahmed Sayed Ahmed	▪ Date of Calibration	09/05/2024
▪ Number of pages	3	▪ File name	2570/13/24/02/HK

• Device Under Calibration

Device Description	Digital thermo-hygrometer, resolution 0.1°C for temperature & resolution 0.1% for relative humidity		
Serial Number	085019	Code	--------

• Enviromental Conditions

Temperature (°C)	(25±2)	Humidity (%)	(45±15)

• Calibration Method

The calibration was carried out according to calibration method No. NIS-32-OP-7.2.1.1-05 " Thermo hygrometers, Data loggers and Thermo hygrographs Calibration Method "

• Traceability

Description of Reference Device	Serial Number	Due Date	Certificate No.	Relative Expanded Uncertainty	Traceability
Standard thermo-hygrometer	0060957711	May,2024	4851/32C012/4 25/1522/2023	0.3 °C, 1%	NIS

• Uncertainty Statement

The combined standard uncertainty is calculated based on NIS-32-OP-6.4.10-01 which include at least the standard uncertainty reported for the reference standard, the standard uncertainty for the measurement process, the standard uncertainty for any uncorrected errors. The combined standard uncertainty is multiplied by a coverage factor (k) of 2 to provide an expanded uncertainty, which defines a level of confidence of approximately 95 percent (95.45 %). The expanded uncertainty presented in this certificate/report is consistent with the ISO/IEC GUIDE 98-3:2008 "Uncertainty of measurement — Part 3: Guide to the expression of uncertainty in measurement (GUM:1995)".

• ISO 17025 Statement

All NIS laboratories implement the NIS unified quality management system which was built to be in compliance with ISO 17025:2017. It is the customer responsibility to indicate - on the calibration label - the due date for calibration in accordance with the aforementioned ISO/SOP calibration procedure and in compliance with ISO 17025:2017.

• Conformity Statement

Conformity Criterion	Not applicable
Decision	-----

Calibrated by Ahmed Sayed

Reviewed by A.Sayed

This certificate is issued in accordance with the laboratory accreditation requirements. It provides traceability of measurement to recognized National standards, and to the units of measurement realized at the NIS or other recognized national standards laboratories. This certificate May not be reproduced other than in full by photographic process. This certificate refers only to the particular item submitted for testing.

Ministry of Higher Education
& Scientific Research
National Institute of Standards

وزارة التعليم العالى والبحث العلمى
المعهد القومى للمعايرة

El- Sadat (Tersa) St., El Haram, Giza, Egypt - P.O.Box 136 Giza - Code 12211 - Tel./ Fax: +202 - 33867462 - NIS Tel +202 - 37401113

CERTIFICATE OF CALIBRATION
شهادة معايرة

Certificate No.	762/32C012/290/1319/2024		
Serial Number	085019	Code	--------

Calibration results of humidity

Standard relative humidity RHs %	Measured relative humidity RHm %	Correction ΔRH = RHs - RHm %
30.0	28.3	1.7
35.0	33.5	1.5
40.0	38.9	1.1
45.0	42.9	2.1
50.0	47.2	2.8
55.0	52.0	3.0
60.0	56.8	3.2
65.0	61.5	3.5
70.0	66.5	3.5

Uncertainty at C.L. 95 % (K=2): ± 1.7 %

Calibration results of temperature

Temperature on ITS-90 t_s °C	Measured temperature t_m °C	Correction Δt = ts - tm °C
25.0	24.4	0.6
30.0	29.7	0.3
35.0	34.3	0.7
40.0	39.3	0.7
45.0	44.1	0.9

Uncertainty at C.L. 95 % (K=2): ± 0.4 °C

* The calibration points are selected according to customer's request

The data in the above table applies only to those items specifically listed on this calibration certificate

Calibrated by

Reviewed by

This certificate is issued in accordance with the laboratory accreditation requirements. It provides traceability of measurement to recognized National standards, and to the units of measurement realized at the NIS or other recognized national standards laboratories. This certificate May not be reproduced other than in full by photographic process. This certificate refers only to the particular item submitted for testing.

Ministry of Higher Education
& Scientific Research
National Institute of Standards

وزارة التعليم العالى والبحث العلمى
المعهد القومى للمعايرة

El- Sadat (Tersa) St., El Haram, Giza, Egypt - P.O.Box 136 Giza - Code 12211 - Tel./ Fax: +202 - 33867462 - NIS Tel +202 - 37401113

CERTIFICATE OF CALIBRATION
شهـادة معايـرة

Certificate No:	762/32C012/292/1322/2024

- **NIS Lab** (اسم المعمل) : **Thermal Metrology Laboratory**
- **Issued For** (صادر الى) : المركز القومى لبحوث الاسكان والبناء -معهد بحوث الاعمال الكهروميكانيكية في المباني
- **Contact Information of the Customer** (بيانات التواصل بالزبون) : 01022852637
- **Location of Calibration** (مكان اجراء المعايرة) : NIS
- **Device Description** (اسم ووصف الجهاز تحت المعايرة) : Digital thermo-hygrometer, resolution 0.1°C for temperature & resolution 0.1% for relative humidity
  - **Manufacturer** (اسم الشركة المنتجة) : Lutron
  - **Model/Type** (موديل الجهاز) : PM-1064SD
  - **Serial Number** (الرقم المسلسل للجهاز) : 085018
  - **Code** (كود) : --------

- **Date of Receipt** (تاريخ الاستلام) : 01/05/2024
- **Date of Calibration** (تاريخ المعايرة) : 09/05/2024
- **Issue Date** (تاريخ الإصدار) : 15/05/2024
- **Due Date** (تاريخ إعادة المعايرة) : ------

Approved by

Head of Laboratory

Prof. Dr.Essam El-Din Mahmoud

NIS President

Prof. Dr. M. G. Ahmed

This certificate is issued in accordance with the laboratory accreditation requirements. It provides traceability of measurement to recognized National standards, and to the units of measurement realized at the NIS or other recognized national standards laboratories. This certificate May not be reproduced other than in full by photographic process. This certificate refers only to the particular item submitted for testing.

Ministry of Higher Education
& Scientific Research
National Institute of Standards

وزارة التعليم العالى والبحث العلمى
المعهد القومى للمعايرة

El- Sadat (Tersa) St., El Haram, Giza, Egypt - P.O.Box 136 Giza - Code 12211 - Tel./ Fax: +202 - 33867462 - NIS Tel +202 - 37401113

CERTIFICATE OF CALIBRATION
شهادة معايرة

▪ Certificate No.	762/32C012/292/1322/2024		
▪ Customer	المركز القومى لبحوث الاسكان والبناء -معهد بحوث الاعمال الكهروميكانيكية في المباني		
▪ Calibrated by	Ahmed Sayed Ahmed	▪ Date of Calibration	09/05/2024
▪ Number of pages	3	▪ File name	2570/13/24/04/HK

• Device Under Calibration

Device Description	Digital thermo-hygrometer, resolution 0.1°C for temperature & resolution 0.1% for relative humidity		
Serial Number	085018	Code	--------

• Enviromental Conditions

Temperature (°C)	(25±2)	Humidity (%)	(45±15)

• Calibration Method

The calibration was carried out according to calibration method No. NIS-32-OP-7.2.1.1-05 " Thermo hygrometers, Data loggers and Thermo hygrographs Calibration Method "

• Traceability

Description of Reference Device	Serial Number	Due Date	Certificate No.	Relative Expanded Uncertainty	Traceability
Standard thermo-hygrometer	0060957711	May,2024	4851/32C012/4 25/1522/2023	0.3 °C, 1%	NIS

• Uncertainty Statement

The combined standard uncertainty is calculated based on NIS-32-OP-6.4.10-01 which include at least the standard uncertainty reported for the reference standard, the standard uncertainty for the measurement process, the standard uncertainty for any uncorrected errors. The combined standard uncertainty is multiplied by a coverage factor (k) of 2 to provide an expanded uncertainty, which defines a level of confidence of approximately 95 percent (95.45 %). The expanded uncertainty presented in this certificate/report is consistent with the ISO/IEC GUIDE 98-3:2008 "Uncertainty of measurement — Part 3: Guide to the expression of uncertainty in measurement (GUM:1995)".

• ISO 17025 Statement

All NIS laboratories implement the NIS unified quality management system which was built to be in compliance with ISO 17025:2017. It is the customer responsibility to indicate - on the calibration label - the due date for calibration in accordance with the aforementioned ISO/SOP calibration procedure and in compliance with ISO 17025:2017.

• Conformity Statement

Conformity Criterion	Not applicable
Decision	-----

Calibrated by
Ahmed Sayed

Reviewed by
Elsayed

This certificate is issued in accordance with the laboratory accreditation requirements. It provides traceability of measurement to recognized National standards, and to the units of measurement realized at the NIS or other recognized national standards laboratories. This certificate May not be reproduced other than in full by photographic process. This certificate refers only to the particular item submitted for testing.

Ministry of Higher Education
& Scientific Research
National Institute of Standards

وزارة التعليم العالى والبحث العلمى
المعهد القومى للمعايرة

El- Sadat (Tersa) St., El Haram, Giza, Egypt - P.O.Box 136 Giza - Code 12211 - Tel./ Fax: +202 - 33867462 - NIS Tel +202 - 37401113

CERTIFICATE OF CALIBRATION
شهادة معايرة

Certificate No.	762/32C012/292/1322/2024		
Serial Number	085018	Code	-------

Calibration results of humidity

Standard relative humidity RHs %	Measured relative humidity RHm %	Correction ΔRH = RHs - RHm %
30.0	29.1	0.9
35.0	33.7	1.3
40.0	39.5	0.5
45.0	43.7	1.3
50.0	48.5	1.5
55.0	53.2	1.8
60.0	58.6	1.4
65.0	63.4	1.6
70.0	69.0	1.0

Uncertainty at C.L. 95 % (K=2): ± 1.7 %

Calibration results of temperature

Temperature on ITS-90 t_s °C	Measured temperature t_m °C	Correction Δt = ts - tm °C
25.0	24.8	0.2
30.0	29.8	0.2
35.0	34.7	0.3
40.0	39.7	0.3
45.0	44.6	0.4

Uncertainty at C.L. 95 % (K=2): ± 0.4 °C

* The calibration points are selected according to customer's request

The data in the above table applies only to those items specifically listed on this calibration certificate

Calibrated by

Reviewed by

This certificate is issued in accordance with the laboratory accreditation requirements. It provides traceability of measurement to recognized National standards, and to the units of measurement realized at the NIS or other recognized national standards laboratories. This certificate May not be reproduced other than in full by photographic process. This certificate refers only to the particular item submitted for testing.

Ministry of Higher Education
& Scientific Research
National Institute of Standards

وزارة التعليم العالى والبحث العلمى
المعهد القومى للمعايرة

El- Sadat (Tersa) St., El Haram, Giza, Egypt - P.O.Box 136 Giza - Code 12211 - Tel./ Fax: +202 - 33867462 - NIS Tel +202 - 37401113

CERTIFICATE OF CALIBRATION
شهـادة معايـرة

Certificate No:	762/32C012/285/1312/2024

- **NIS Lab** (اسم المعمل) : **Thermal Metrology Laboratory**
- **Issued For** (صادر الى) : المركز القومى لبحوث الاسكان والبناء - معهد بحوث الاعمال الكهروميكانيكية في المباني
- **Contact Information of the Customer** (بيانات التواصل بالزبون) : 01022852637
- **Location of Calibration** (مكان اجراء المعايرة) : **NIS**
- **Device Description** (اسم ووصف الجهاز تحت المعايرة) : Digital thermo-hygrometer, resolution 0.1°C for temperature & resolution 0.1% for relative humidity
  - **Manufacturer** (اسم الشركة المنتجة) : Lutron
  - **Model/Type** (موديل الجهاز) : PM-1064SD
  - **Serial Number** (الرقم المسلسل للجهاز) : 085017
  - **Code** (كود) : --------

- **Date of Receipt** (تاريخ الاستلام) : 01/05/2024
- **Date of Calibration** (تاريخ المعايرة) : 09/05/2024
- **Issue Date** (تاريخ الاصدار) : 15/05/2024
- **Due Date** (تاريخ إعادة المعايرة) : ------

Approved by

Head of Laboratory

Prof. Dr.Essam El-Din Mahmoud

NIS President

Prof. Dr. M. G. Ahmed

This certificate is issued in accordance with the laboratory accreditation requirements. It provides traceability of measurement to recognized National standards, and to the units of measurement realized at the NIS or other recognized national standards laboratories. This certificate May not be reproduced other than in full by photographic process. This certificate refers only to the particular item submitted for testing.

Ministry of Higher Education
& Scientific Research
National Institute of Standards

وزارة التعليم العالى والبحث العلمى
المعهد القومى للمعايرة

El- Sadat (Tersa) St., El Haram, Giza, Egypt - P.O.Box 136 Giza - Code 12211 - Tel./ Fax: +202 - 33867462 - NIS Tel +202 - 37401113

CERTIFICATE OF CALIBRATION
شهادة معايرة

▪ Certificate No.	762/32C012/285/1312/2024		
▪ Customer	المركز القومى لبحوث الاسكان والبناء - معهد بحوث الاعمال الكهروميكانيكية في المباني		
▪ Calibrated by	Ahmed Sayed Ahmed	▪ Date of Calibration	09/05/2024
▪ Number of pages	3	▪ File name	2570/13/24/01/HK

• Device Under Calibration

Device Description	Digital thermo-hygrometer, resolution 0.1°C for temperature & resolution 0.1% for relative humidity		
Serial Number	085017	Code	--------

• Enviromental Conditions

Temperature (°C)	(25±2)	Humidity (%)	(45±15)

• Calibration Method

The calibration was carried out according to calibration method No. NIS-32-OP-7.2.1.1-05 " Thermo hygrometers, Data loggers and Thermo hygrographs Calibration Method "

• Traceability

Description of Reference Device	Serial Number	Due Date	Certificate No.	Relative Expanded Uncertainty	Traceability
Standard thermo-hygrometer	0060957711	May,2024	4851/32C012/425/1522/2023	0.3 °C, 1%	NIS

• Uncertainty Statement

The combined standard uncertainty is calculated based on NIS-32-OP-6.4.10-01 which include at least the standard uncertainty reported for the reference standard, the standard uncertainty for the measurement process, the standard uncertainty for any uncorrected errors. The combined standard uncertainty is multiplied by a coverage factor (k) of 2 to provide an expanded uncertainty, which defines a level of confidence of approximately 95 percent (95.45 %). The expanded uncertainty presented in this certificate/report is consistent with the ISO/IEC GUIDE 98-3:2008 "Uncertainty of measurement — Part 3: Guide to the expression of uncertainty in measurement (GUM:1995)".

• ISO 17025 Statement

All NIS laboratories implement the NIS unified quality management system which was built to be in compliance with ISO 17025:2017. It is the customer responsibility to indicate - on the calibration label - the due date for calibration in accordance with the aforementioned ISO/SOP calibration procedure and in compliance with ISO 17025:2017.

• Conformity Statement

Conformity Criterion	Not applicable
Decision	-----

Calibrated by

Reviewed by

This certificate is issued in accordance with the laboratory accreditation requirements. It provides traceability of measurement to recognized National standards, and to the units of measurement realized at the NIS or other recognized national standards laboratories. This certificate May not be reproduced other than in full by photographic process. This certificate refers only to the particular item submitted for testing.

Ministry of Higher Education
& Scientific Research
National Institute of Standards

وزارة التعليم العالى والبحث العلمى
المعهد القومى للمعايرة

El- Sadat (Tersa) St., El Haram, Giza, Egypt - P.O.Box 136 Giza - Code 12211 - Tel./ Fax: +202 - 33867462 - NIS Tel +202 - 37401113

CERTIFICATE OF CALIBRATION
شهادة معايرة

Certificate No.	762/32C012/285/1312/2024		
Serial Number	085017	Code	--------

Calibration results of humidity

Standard relative humidity RHs %	Measured relative humidity RHm %	Correction ΔRH = RHs - RHm %
30.0	29.7	0.3
35.0	34.8	0.2
40.0	39.6	0.4
45.0	44.4	0.6
50.0	48.9	1.1
55.0	53.8	1.2
60.0	59.1	0.9
65.0	64.1	0.9
70.0	69.4	0.6

Uncertainty at C.L. 95 % (K=2): ± 1.7 %

Calibration results of temperature

Temperature on ITS-90 t_s °C	Measured temperature t_m °C	Correction Δt = ts - tm °C
25.0	24.5	0.5
30.0	29.7	0.3
35.0	34.3	0.7
40.0	39.3	0.7
45.0	44.2	0.8

Uncertainty at C.L. 95 % (K=2): ± 0.4 °C

* The calibration points are selected according to customer's request

The data in the above table applies only to those items specifically listed on this calibration certificate

Calibrated by

Reviewed by

This certificate is issued in accordance with the laboratory accreditation requirements. It provides traceability of measurement to recognized National standards, and to the units of measurement realized at the NIS or other recognized national standards laboratories. This certificate May not be reproduced other than in full by photographic process. This certificate refers only to the particular item submitted for testing.

Ministry of Higher Education
& Scientific Research
National Institute of Standards

وزارة التعليم العالى والبحث العلمى
المعهد القومى للمعايرة

El- Sadat (Tersa) St., El Haram, Giza, Egypt - P.O.Box 136 Giza - Code 12211 - Tel./ Fax: +202 - 33867462 - NIS Tel +202 - 37401113

CERTIFICATE OF CALIBRATION
شهـادة معايـرة

Certificate No:	762/32C012/294/1324/2024

- **NIS Lab** (اسم المعمل) : **Thermal Metrology Laboratory**
- **Issued For** (صادر الى) : المركز القومى لبحوث الاسكان والبناء -معهد بحوث الاعمال الكهروميكانيكية في المباني
- **Contact Information of the Customer** (بيانات التواصل بالزبون) : 01022852637
- **Location of Calibration** (مكان اجراء المعايرة) : NIS
- **Device Description** (اسم ووصف الجهاز تحت المعايرة) : Digital thermo-hygrometer, resolution 0.1°C for temperature & resolution 0.1% for relative humidity
  - **Manufacturer** (اسم الشركة المنتجة) : Lutron
  - **Model/Type** (موديل الجهاز) : PM-1064SD
  - **Serial Number** (الرقم المسلسل للجهاز) : 085016
  - **Code** (كود) : --------

- **Date of Receipt** (تاريخ الاستلام) : 01/05/2024
- **Date of Calibration** (تاريخ المعايرة) : 09/05/2024
- **Issue Date** (تاريخ الإصدار) : 15/05/2024
- **Due Date** (تاريخ إعادة المعايرة) : ------

Approved by

Head of Laboratory

Prof. Dr.Essam El-Din Mahmoud

NIS President

Prof. Dr. M. G. Ahmed

This certificate is issued in accordance with the laboratory accreditation requirements. It provides traceability of measurement to recognized National standards, and to the units of measurement realized at the NIS or other recognized national standards laboratories. This certificate May not be reproduced other than in full by photographic process. This certificate refers only to the particular item submitted for testing.

Ministry of Higher Education
& Scientific Research
National Institute of Standards

وزارة التعليم العالى والبحث العلمى
المعهد القومى للمعايرة

El- Sadat (Tersa) St., El Haram, Giza, Egypt - P.O.Box 136 Giza - Code 12211 - Tel./ Fax: +202 - 33867462 - NIS Tel +202 - 37401113

CERTIFICATE OF CALIBRATION
شهادة معايرة

▪ Certificate No.	762/32C012/294/1324/2024		
▪ Customer	المركز القومى لبحوث الاسكان والبناء -معهد بحوث الاعمال الكهروميكانيكية في المباني		
▪ Calibrated by	Ahmed Sayed Ahmed	▪ Date of Calibration	09/05/2024
▪ Number of pages	3	▪ File name	2570/13/24/06/HK

• Device Under Calibration

Device Description	Digital thermo-hygrometer, resolution 0.1°C for temperature & resolution 0.1% for relative humidity		
Serial Number	085016	Code	--------

• Enviromental Conditions

Temperature (°C)	(25±2)	Humidity (%)	(45±15)

• Calibration Method

The calibration was carried out according to calibration method No. NIS-32-OP-7.2.1.1-05 " Thermo hygrometers, Data loggers and Thermo hygrographs Calibration Method "

• Traceability

Description of Reference Device	Serial Number	Due Date	Certificate No.	Relative Expanded Uncertainty	Traceability
Standard thermo-hygrometer	0060957711	May,2024	4851/32C012/425/1522/2023	0.3 °C, 1%	NIS

• Uncertainty Statement

The combined standard uncertainty is calculated based on NIS-32-OP-6.4.10-01 which include at least the standard uncertainty reported for the reference standard, the standard uncertainty for the measurement process, the standard uncertainty for any uncorrected errors. The combined standard uncertainty is multiplied by a coverage factor (k) of 2 to provide an expanded uncertainty, which defines a level of confidence of approximately 95 percent (95.45 %). The expanded uncertainty presented in this certificate/report is consistent with the ISO/IEC GUIDE 98-3:2008 "Uncertainty of measurement — Part 3: Guide to the expression of uncertainty in measurement (GUM:1995)".

• ISO 17025 Statement

All NIS laboratories implement the NIS unified quality management system which was built to be in compliance with ISO 17025:2017. It is the customer responsibility to indicate - on the calibration label - the due date for calibration in accordance with the aforementioned ISO/SOP calibration procedure and in compliance with ISO 17025:2017.

• Conformity Statement

Conformity Criterion	Not applicable
Decision	-----

Calibrated by

Reviewed by

This certificate is issued in accordance with the laboratory accreditation requirements. It provides traceability of measurement to recognized National standards, and to the units of measurement realized at the NIS or other recognized national standards laboratories. This certificate May not be reproduced other than in full by photographic process. This certificate refers only to the particular item submitted for testing.

Ministry of Higher Education
& Scientific Research
National Institute of Standards

وزارة التعليم العالى والبحث العلمى
المعهد القومى للمعايرة

El- Sadat (Tersa) St., El Haram, Giza, Egypt - P.O.Box 136 Giza - Code 12211 - Tel./ Fax: +202 - 33867462 - NIS Tel +202 - 37401113

CERTIFICATE OF CALIBRATION
شهادة معايرة

Certificate No.	762/32C012/294/1324/2024		
Serial Number	085016	Code	-------

Calibration results of humidity

Standard relative humidity RHs %	Measured relative humidity RHm %	Correction ΔRH = RHs - RHm %
30.0	29.3	0.7
35.0	34.0	1.0
40.0	39.9	0.1
45.0	43.8	1.2
50.0	49.0	1.0
55.0	53.6	1.4
60.0	59.1	0.9
65.0	64.2	0.8
70.0	69.6	0.4

Uncertainty at C.L. 95 % (K=2): ± 1.7 %

Calibration results of temperature

Temperature on ITS-90 t_s °C	Measured temperature t_m °C	Correction Δt = ts - tm °C
25.0	24.4	0.6
30.0	30.0	0.0
35.0	34.6	0.4
40.0	39.7	0.3
45.0	44.5	0.5

Uncertainty at C.L. 95 % (K=2): ± 0.4 °C

* The calibration points are selected according to customer's request

The data in the above table applies only to those items specifically listed on this calibration certificate

Calibrated by

Reviewed by

This certificate is issued in accordance with the laboratory accreditation requirements. It provides traceability of measurement to recognized National standards, and to the units of measurement realized at the NIS or other recognized national standards laboratories. This certificate May not be reproduced other than in full by photographic process. This certificate refers only to the particular item submitted for testing.

Ministry of Higher Education
& Scientific Research
National Institute of Standards

وزارة التعليم العالى والبحث العلمى
المعهد القومى للمعايرة

El- Sadat (Tersa) St., El Haram, Giza, Egypt - P.O.Box 136 Giza - Code 12211 - Tel./ Fax: +202 - 33867462 - NIS Tel +202 - 37401113

CERTIFICATE OF CALIBRATION
شهادة معايرة

Certificate No:	762/32C012/293/1323/2024

- **NIS Lab** (اسم المعمل) : **Thermal Metrology Laboratory**
- **Issued For** (صادر الى) : المركز القومى لبحوث الاسكان والبناء -معهد بحوث الاعمال الكهروميكانيكية في المباني
- **Contact Information of the Customer** (بيانات التواصل بالزبون) : 01022852637
- **Location of Calibration** (مكان اجراء المعايرة) : NIS
- **Device Description** (اسم ووصف الجهاز تحت المعايرة) : Digital thermo-hygrometer, resolution 0.1°C for temperature & resolution 0.1% for relative humidity
  - **Manufacturer** (اسم الشركة المنتجة) : Lutron
  - **Model/Type** (موديل الجهاز) : PM-1064SD
  - **Serial Number** (الرقم المسلسل للجهاز) : 085015 — **Code** (كود) : --------

- **Date of Receipt** (تاريخ الاستلام) : 01/05/2024 — **Date of Calibration** (تاريخ المعايرة) : 09/05/2024
- **Issue Date** (تاريخ الإصدار) : 15/05/2024 — **Due Date** (تاريخ إعادة المعايرة) : ------

Approved by

Head of Laboratory	NIS President
Prof. Dr.Essam El-Din Mahmoud	Prof. Dr. M. G. Ahmed

This certificate is issued in accordance with the laboratory accreditation requirements. It provides traceability of measurement to recognized National standards, and to the units of measurement realized at the NIS or other recognized national standards laboratories. This certificate May not be reproduced other than in full by photographic process. This certificate refers only to the particular item submitted for testing.

Ministry of Higher Education
& Scientific Research
National Institute of Standards

وزارة التعليم العالى والبحث العلمى
المعهد القومى للمعايرة

El- Sadat (Tersa) St., El Haram, Giza, Egypt - P.O.Box 136 Giza - Code 12211 - Tel./ Fax: +202 - 33867462 - NIS Tel +202 - 37401113

CERTIFICATE OF CALIBRATION
شهادة معايرة

▪ Certificate No.	762/32C012/293/1323/2024		
▪ Customer	المركز القومى لبحوث الاسكان والبناء -معهد بحوث الاعمال الكهروميكانيكية في المباني		
▪ Calibrated by	Ahmed Sayed Ahmed	▪ Date of Calibration	09/05/2024
▪ Number of pages	3	▪ File name	2570/13/24/05/HK

• Device Under Calibration

Device Description	Digital thermo-hygrometer, resolution 0.1°C for temperature & resolution 0.1% for relative humidity		
Serial Number	085015	Code	-------

• Enviromental Conditions

Temperature (°C)	(25±2)	Humidity (%)	(45±15)

• Calibration Method

The calibration was carried out according to calibration method No. NIS-32-OP-7.2.1.1-05 " Thermo hygrometers, Data loggers and Thermo hygrographs Calibration Method "

• Traceability

Description of Reference Device	Serial Number	Due Date	Certificate No.	Relative Expanded Uncertainty	Traceability
Standard thermo-hygrometer	0060957711	May,2024	4851/32C012/425/1522/2023	0.3 °C, 1%	NIS

• Uncertainty Statement

The combined standard uncertainty is calculated based on NIS-32-OP-6.4.10-01 which include at least the standard uncertainty reported for the reference standard, the standard uncertainty for the measurement process, the standard uncertainty for any uncorrected errors. The combined standard uncertainty is multiplied by a coverage factor (k) of 2 to provide an expanded uncertainty, which defines a level of confidence of approximately 95 percent (95.45 %). The expanded uncertainty presented in this certificate/report is consistent with the ISO/IEC GUIDE 98-3:2008 "Uncertainty of measurement — Part 3: Guide to the expression of uncertainty in measurement (GUM:1995)".

• ISO 17025 Statement

All NIS laboratories implement the NIS unified quality management system which was built to be in compliance with ISO 17025:2017. It is the customer responsibility to indicate - on the calibration label - the due date for calibration in accordance with the aforementioned ISO/SOP calibration procedure and in compliance with ISO 17025:2017.

• Conformity Statement

Conformity Criterion	Not applicable
Decision	-----

Calibrated by

Reviewed by

This certificate is issued in accordance with the laboratory accreditation requirements. It provides traceability of measurement to recognized National standards, and to the units of measurement realized at the NIS or other recognized national standards laboratories. This certificate May not be reproduced other than in full by photographic process. This certificate refers only to the particular item submitted for testing.

Ministry of Higher Education
& Scientific Research
National Institute of Standards

وزارة التعليم العالى والبحث العلمى
المعهد القومى للمعايرة

El- Sadat (Tersa) St., El Haram, Giza, Egypt - P.O.Box 136 Giza - Code 12211 - Tel./ Fax: +202 - 33867462 - NIS Tel +202 - 37401113

CERTIFICATE OF CALIBRATION
شهادة معايرة

Certificate No.	762/32C012/293/1323/2024		
Serial Number	085015	Code	--------

Calibration results of humidity

Standard relative humidity RHs %	Measured relative humidity RHm %	Correction ΔRH = RHs - RHm %
30.0	28.9	1.1
35.0	33.7	1.3
40.0	39.6	0.4
45.0	43.5	1.5
50.0	48.6	1.4
55.0	53.0	2.0
60.0	58.3	1.7
65.0	63.2	1.8
70.0	68.7	1.3

Uncertainty at C.L. 95 % (K=2): ± 1.7 %

Calibration results of temperature

Temperature on ITS-90 t_s °C	Measured temperature t_m °C	Correction Δt = ts - tm °C
25.0	24.8	0.2
30.0	29.8	0.2
35.0	34.7	0.3
40.0	39.7	0.3
45.0	44.5	0.5

Uncertainty at C.L. 95 % (K=2): ± 0.4 °C

* The calibration points are selected according to customer's request

The data in the above table applies only to those items specifically listed on this calibration certificate

Calibrated by

Reviewed by

This certificate is issued in accordance with the laboratory accreditation requirements. It provides traceability of measurement to recognized National standards, and to the units of measurement realized at the NIS or other recognized national standards laboratories. This certificate May not be reproduced other than in full by photographic process. This certificate refers only to the particular item submitted for testing.

Ministry of Higher Education
& Scientific Research
National Institute of Standards

وزارة التعليم العالى والبحث العلمى
المعهد القومى للمعايرة

El- Sadat (Tersa) St., El Haram, Giza, Egypt - P.O.Box 136 Giza - Code 12211 - Tel./ Fax: +202 - 33867462 - NIS Tel +202 - 37401113

CERTIFICATE OF CALIBRATION
شهادة معايرة

Certificate No:	762/32C012/291/1320/2024

- **NIS Lab** (اسم المعمل) : **Thermal Metrology Laboratory**
- **Issued For** (صادرالى) : المركز القومى لبحوث الاسكان والبناء -معهد بحوث الاعمال الكهروميكانيكية في المباني
- **Contact Information of the Customer** (بيانات التواصل بالزبون) : 01022852637
- **Location of Calibration** (مكان اجراء المعايرة) : **NIS**
- **Device Description** (اسم ووصف الجهاز تحت المعايرة) : Digital thermo-hygrometer, resolution 0.1°C for temperature & resolution 0.1% for relative humidity
  - **Manufacturer** (اسم الشركة المنتجة) : Lutron
  - **Model/Type** (موديل الجهاز) : PM-1064SD
  - **Serial Number** (الرقم المسلسل للجهاز) : 085014
  - **Code** (كود) : --------

- **Date of Receipt** (تاريخ الاستلام) : 01/05/2024
- **Date of Calibration** (تاريخ المعايرة) : 09/05/2024
- **Issue Date** (تاريخ الإصدار) : 15/05/2024
- **Due Date** (تاريخ إعادة المعايرة) : ------

Approved by

Head of Laboratory	NIS President
Prof. Dr.Essam El-Din Mahmoud	Prof. Dr. M. G. Ahmed

This certificate is issued in accordance with the laboratory accreditation requirements. It provides traceability of measurement to recognized National standards, and to the units of measurement realized at the NIS or other recognized national standards laboratories. This certificate May not be reproduced other than in full by photographic process. This certificate refers only to the particular item submitted for testing.

Ministry of Higher Education
& Scientific Research
National Institute of Standards

وزارة التعليم العالى والبحث العلمى
المعهد القومى للمعايرة

El- Sadat (Tersa) St., El Haram, Giza, Egypt - P.O.Box 136 Giza - Code 12211 - Tel./ Fax: +202 - 33867462 - NIS Tel +202 - 37401113

CERTIFICATE OF CALIBRATION
شهادة معايرة

▪ Certificate No.	762/32C012/291/1320/2024		
▪ Customer	المركز القومى لبحوث الاسكان والبناء -معهد بحوث الاعمال الكهروميكانيكية في المباني		
▪ Calibrated by	Ahmed Sayed Ahmed	▪ Date of Calibration	09/05/2024
▪ Number of pages	3	▪ File name	2570/13/24/03/HK
• Device Under Calibration			
Device Description	**Digital thermo-hygrometer, resolution 0.1°C for temperature & resolution 0.1% for relative humidity**		
Serial Number	085014	Code	--------
• Enviromental Conditions			
Temperature (°C)	(25±2)	Humidity (%)	(45±15)

• Calibration Method

The calibration was carried out according to calibration method No. NIS-32-OP-7.2.1.1-05 " Thermo hygrometers, Data loggers and Thermo hygrographs Calibration Method "

• Traceability

Description of Reference Device	Serial Number	Due Date	Certificate No.	Relative Expanded Uncertainty	Traceability
Standard thermo-hygrometer	0060957711	May,2024	4851/32C012/4 25/1522/2023	0.3 °C, 1%	NIS

• Uncertainty Statement

The combined standard uncertainty is calculated based on NIS-32-OP-6.4.10-01 which include at least the standard uncertainty reported for the reference standard, the standard uncertainty for the measurement process, the standard uncertainty for any uncorrected errors. The combined standard uncertainty is multiplied by a coverage factor (k) of 2 to provide an expanded uncertainty, which defines a level of confidence of approximately 95 percent (95.45 %). The expanded uncertainty presented in this certificate/report is consistent with the ISO/IEC GUIDE 98-3:2008 "Uncertainty of measurement — Part 3: Guide to the expression of uncertainty in measurement (GUM:1995)".

• ISO 17025 Statement

All NIS laboratories implement the NIS unified quality management system which was built to be in compliance with ISO 17025:2017. It is the customer responsibility to indicate - on the calibration label - the due date for calibration in accordance with the aforementioned ISO/SOP calibration procedure and in compliance with ISO 17025:2017.

• Conformity Statement

Conformity Criterion	Not applicable
Decision	-----

Calibrated by
Ahmed Sayed

Reviewed by
El-sayed

This certificate is issued in accordance with the laboratory accreditation requirements. It provides traceability of measurement to recognized National standards, and to the units of measurement realized at the NIS or other recognized national standards laboratories. This certificate May not be reproduced other than in full by photographic process. This certificate refers only to the particular item submitted for testing.

Ministry of Higher Education
& Scientific Research
National Institute of Standards

وزارة التعليم العالى والبحث العلمى
المعهد القومى للمعايرة

El- Sadat (Tersa) St., El Haram, Giza, Egypt - P.O.Box 136 Giza - Code 12211 - Tel./ Fax: +202 - 33867462 - NIS Tel +202 - 37401113

CERTIFICATE OF CALIBRATION

شهادة معايرة

Certificate No.	762/32C012/291/1320/2024		
Serial Number	085014	Code	--------

Calibration results of humidity

Standard relative humidity RHs %	Measured relative humidity RHm %	Correction ΔRH = RHs - RHm %
30.0	28.4	1.6
35.0	33.1	1.9
40.0	38.4	1.6
45.0	42.7	2.3
50.0	47.0	3.0
55.0	51.7	3.3
60.0	58.6	1.4
65.0	61.3	3.7
70.0	66.5	3.5

Uncertainty at C.L. 95 % (K=2): ± 1.7 %

Calibration results of temperature

Temperature on ITS-90 t_s °C	Measured temperature t_m °C	Correction At = ts - tm °C
25.0	24.7	0.3
30.0	30.0	0.0
35.0	34.6	0.4
40.0	39.5	0.5
45.0	44.3	0.7

Uncertainty at C.L. 95 % (K=2): ± 0.4 °C

* The calibration points are selected according to customer's request

The data in the above table applies only to those items specifically listed on this calibration certificate

Calibrated by Ahmed Sayed

Reviewed by A. Sayed

This certificate is issued in accordance with the laboratory accreditation requirements. It provides traceability of measurement to recognized National standards, and to the units of measurement realized at the NIS or other recognized national standards laboratories. This certificate May not be reproduced other than in full by photographic process. This certificate refers only to the particular item submitted for testing.

Ministry of Higher Education
& Scientific Research
National Institute of Standards

وزارة التعليم العالى والبحث العلمى
المعهد القومى للمعايرة

El- Sadat (Tersa) St., El Haram, Giza, Egypt - P.O.Box 136 Giza - Code 12211 - Tel./ Fax: +202 - 33867462 - NIS Tel +202 - 37401113

CERTIFICATE OF CALIBRATION
شهـادة معايـرة

Certificate No:	8062/32C012/693/2698/2023

- **NIS Lab** (اسم المعمل) : **Thermal Metrology Laboratory**
- **Issued For** (صادرالى) : المركز القومي لبحوث الاسكان و البناء
- **Contact Information of the Customer** (بيانات التواصل بالزبون) : 01115196088
- **Location of Calibration** (مكان اجراء المعايرة) : **NIS**
- **Device Description** (اسم ووصف الجهاز تحت المعايرة) : Digital thermohygrometer, resolution 0.1% for relative humidity and resolution 0.1°C for temperature .
  - **Manufacturer** (اسم الشركة المنتجة) : Lutron
  - **Model/Type** (موديل الجهاز) : HT-305E
  - **Serial Number** (الرقم المسلسل للجهاز) : R.029189
  - **Code** (كود) : --------

- **Date of Receipt** (تاريخ الاستلام) : 11/10/2023
- **Date of Calibration** (تاريخ المعايرة) : 18/10/2023
- **Issue Date** (تاريخ الإصدار) : 29/10/2023
- **Due Date** (تاريخ إعادة المعايرة) : ---------

Approved by

Head of Laboratory

Prof. Dr.Essam EL-Din Mahmoud

NIS President

Prof. Dr. Noha E. Khaled

This certificate is issued in accordance with the laboratory accreditation requirements. It provides traceability of measurement to recognized National standards, and to the units of measurement realized at the NIS or other recognized national standards laboratories. This certificate May not be reproduced other than in full by photographic process. This certificate refers only to the particular item submitted for testing.

Ministry of Higher Education
& Scientific Research
National Institute of Standards

وزارة التعليم العالى والبحث العلمى
المعهد القومى للمعايرة

El- Sadat (Tersa) St., El Haram, Giza, Egypt - P.O.Box 136 Giza - Code 12211 - Tel./ Fax: +202 - 33867462 - NIS Tel +202 - 37401113

CERTIFICATE OF CALIBRATION
شهادة معايرة

▪ Certificate No.	8062/32C012/693/2698/2023		
▪ Customer	المركز القومي لبحوث الاسكان و البناء		
▪ Calibrated by	Ahmed Sayed Ahmed	▪ Date of Calibration	18/10/2023
▪ Number of pages	3	▪ File name	5903/40/23/01/AS

• Device Under Calibration

Device Description	Digital thermohygrometer, resolution 0.1% for relative humidity and resolution 0.1°C for temperature .		
Serial Number	R.029189	Code	--------

• Enviromental Conditions

Temperature (°C)	(25±2)	Humidity (%)	(45±15)

• Calibration Method

The calibration was carried out according to calibration method No. NIS-32-OP-7.2.1.1-05 " Thermo hygrometers, Data loggers and Thermo hygrographs Calibration Method "

• Traceability

Description of Reference Device	Serial Number	Due Date	Certificate No.	Relative Expanded Uncertainty	Traceability
Standard thermo-hygrometer	0060957711	May,2024	4851/32C012/29 /1059/2023	0.3 °C, 1%	NIS

• Uncertainty Statement

The combined standard uncertainty is calculated based on NIS-32-OP-6.4.10-01 which include at least the standard uncertainty reported for the reference standard, the standard uncertainty for the measurement process, the standard uncertainty for any uncorrected errors. The combined standard uncertainty is multiplied by a coverage factor (k) of 2 to provide an expanded uncertainty, which defines a level of confidence of approximately 95 percent (95.45 %). The expanded uncertainty presented in this certificate/report is consistent with the ISO/IEC GUIDE 98-3:2008 "Uncertainty of measurement — Part 3: Guide to the expression of uncertainty in measurement (GUM:1995)".

• ISO 17025 Statement

All NIS laboratories implement the NIS unified quality management system which was built to be in compliance with ISO 17025:2017. It is the customer responsibility to indicate - on the calibration label - the due date for calibration in accordance with the aforementioned ISO/SOP calibration procedure and in compliance with ISO 17025:2017.

• Conformity Statement

Conformity Criterion	Not applicable
Decision	-----

Caibrated by

Reviewed by

This certificate is issued in accordance with the laboratory accreditation requirements. It provides traceability of measurement to recognized National standards, and to the units of measurement realized at the NIS or other recognized national standards laboratories. This certificate May not be reproduced other than in full by photographic process. This certificate refers only to the particular item submitted for testing.

Ministry of Higher Education
& Scientific Research
National Institute of Standards

وزارة التعليم العالى والبحث العلمى
المعهد القومى للمعايرة

El- Sadat (Tersa) St., El Haram, Giza, Egypt - P.O.Box 136 Giza - Code 12211 - Tel./ Fax: +202 - 33867462 - NIS Tel +202 - 37401113

CERTIFICATE OF CALIBRATION
شهادة معايرة

Certificate No.	8062/32C012/693/2698/2023		
Serial Number	R.029189	Code	--------

Calibration results of humidity

Standard relative humidity RHs %	Measured relative humidity RHm %	Correction ΔRH = RHs - RHm %
40.0	45.3	-5.3
50.0	55.0	-5.0
60.0	64.1	-4.1

Uncertainty a C.L. 95 % (K=2): ± 1.7 %

Calibration results of temperature

Temperature on ITS-90 t_s °C	Measured temperature t_m °C	Correction Δt = ts - tm °C
18.0	18.3	-0.3
19.0	19.3	-0.3
20.0	20.3	-0.3
22.0	22.3	-0.3
24.0	24.2	-0.2
26.0	26.2	-0.2
28.0	28.1	-0.1
30.0	30.1	-0.1

Uncertainty a C.L. 95 % (K=2): ± 0.4 °C

* The calibrated points are selected according to the customer's request

The data in the above table applies only to those items specifically listed on this calibration certificate

Calibrated by

Reviewed by

This certificate is issued in accordance with the laboratory accreditation requirements. It provides traceability of measurement to recognized National standards, and to the units of measurement realized at the NIS or other recognized national standards laboratories. This certificate May not be reproduced other than in full by photographic process. This certificate refers only to the particular item submitted for testing.

Ministry of Higher Education
& Scientific Research
National Institute of Standards

وزارة التعليم العالى والبحث العلمى
المعهد القومى للمعايرة

El- Sadat (Tersa) St., El Haram, Giza, Egypt - P.O.Box 136 Giza - Code 12211 - Tel./ Fax: +202 - 33867462 - NIS Tel +202 - 37401113

CERTIFICATE OF CALIBRATION
شهادة معايرة

Certificate No:	882/23C012/75/339/2024

- **NIS Lab** (اسم المعمل) : High Voltage Metrology Lab.
- **Issued For** (صادرلى) : معهد بحوث الاعمال الكهروميكانيكية في المباني (مركز بحوث الاسكان والبناء)
- **Contact Information of the Customer** (بيانات التواصل بالزبون) : العنوان : 87 شارع التحرير
- **Location of Calibration** (مكان اجراء المعايرة) : High Voltage Metrology Lab., NIS.
- **Device Description** (اسم ووصف الجهاز تحت المعايرة) : POWER QUALITY AND ENERGY ANALYZER
  - **Manufacturer** (اسم الشركة المنتجة) : FLUKE
  - **Model/Type** (موديل الجهاز) : 434
  - **Serial Number** (الرقم المسلسل للجهاز) : DM9130018
  - **Code** (كود) : ----

- **Date of Receipt** (تاريخ الاستلام) : 9/5/2024
- **Date of Calibration** (تاريخ المعايرة) : 19/5/2024
- **Issue Date** (تاريخ الإصدار) : 22/5/2024
- **Due Date** (تاريخ إعادة المعايرة) : -------

Approved by

Head of Laboratory

Dr. Eng. Ahmed S. Haiba

NIS President

Prof. Dr. M. G. Ahmed

This certificate is issued in accordance with the laboratory accreditation requirements. It provides traceability of measurement to recognized National standards, and to the units of measurement realized at the NIS or other recognized national standards laboratories. This certificate May not be reproduced other than in full by photographic process. This certificate refers only to the particular item submitted for testing.

Ministry of Higher Education
& Scientific Research
National Institute of Standards

وزارة التعليم العالى والبحث العلمى
المعهد القومى للمعايرة

El- Sadat (Tersa) St., El Haram, Giza, Egypt - P.O.Box 136 Giza - Code 12211 - Tel./ Fax: +202 - 33867462 - NIS Tel +202 - 37401113

CERTIFICATE OF CALIBRATION
شهادة معايرة

▪ Certificate No.	882/23C012/75/339/2024		
▪ Customer	معهد بحوث الاعمال الكهروميكانيكية في المباني (مركز بحوث الاسكان والبناء)		
▪ Location	High Voltage Metrology Lab., NIS	▪ Date of Receipt	9/5/2024
▪ Calibrated by	Eng. Eman Mohamed Hosny	▪ Date of Calibration	19/5/2024
▪ Number of pages	6	▪ Issue Date	22/5/2024
		▪ Due Date	--------

• Device Under Calibration

Device Description	POWER QUALITY AND ENERGY ANALYZER		
Manufacturer	FLUKE	other	-----
Model/Type	434	other	-----
Serial Number	DM9130018	other	-----
Code	----	other	-----
Other	-----	-----	-----

• Enviromental Conditions

Temperature (°C)	(23±2)	Humidity (%)	(50±10)
Other	-----	-----	-----

• Calibration Method

The calibration was carried out according to E.S. 1021/2020 " معايرة اجهزة القياس الكهربية"

• Traceability

Description of Reference Device	Serial Number	Calibration Date	Certificate No.	Expanded Uncertainty	Traceability
3-Phase Comparator Reference Standard	98-717-1	2/2024	10175/23C012/28/148/2024	Uv=0.005%,Ui= 0.003%, Up= 0.005%	NIS, Egypt.

• Uncertainty Statement

The combined standard uncertainty is calculated based on NIS-23-OP-7.6 which include at least the standard uncertainty reported for the reference standard, the standard uncertainty for the measurement process, the standard uncertainty for any uncorrected errors. The combined standard uncertainty is multiplied by a coverage factor (k) of 2 to provide an expanded uncertainty, which defines a level of confidence of approximately 95 percent (95.45 %). The expanded uncertainty presented in this certificate/report is consistent with the ISO/IEC GUIDE 98-3:2008 "Uncertainty of measurement — Part 3: Guide to the expression of uncertainty in measurement (GUM:1995)".

• ISO 17025 Statement

All NIS laboratories implement the NIS unified quality management system which was built to be in compliance with ISO 17025:2017. It is the customer responsibility to indicate - on the calibration label - the due date for calibration in accordance with the aforementioned ISO/SOP calibration procedure and in compliance with ISO 17025:2017.

Calibrated by Eman M. Hosny

Reviewed by Samah A. Mohamed

This certificate is issued in accordance with the laboratory accreditation requirements. It provides traceability of measurement to recognized National standards, and to the units of measurement realized at the NIS or other recognized national standards laboratories. This certificate May not be reproduced other than in full by photographic process. This certificate refers only to the particular item submitted for testing.

Ministry of Higher Education
& Scientific Research
National Institute of Standards

وزارة التعليم العالى والبحث العلمى
المعهد القومى للمعايرة

El- Sadat (Tersa) St., El Haram, Giza, Egypt - P.O.Box 136 Giza - Code 12211 - Tel./ Fax: +202 - 33867462 - NIS Tel +202 - 37401113

CERTIFICATE OF CALIBRATION
شهادة معايرة

Certificate No.	882/23C012/75/339/2024	Serial Number	DM9130018
• Conformity Statement			
Conformity Criterion	Not applicable		
Decision	-----		

• Calibration Results

1. AC Voltage Calibration, 50 Hz:-

1.1. Phase (1)

Nominal Value (V)	Measured Value (V) UUC*	Actual Value (V) Ref**	Error*** %	Expanded Uncertainty ±(mV)
60	59.9	59.890	0.017	58
120	119.8	119.774	0.022	58
220	219.6	219.565	0.016	59
300	299.4	299.403	-0.001	59

1.2. Phase (2)

Nominal Value (V)	Measured Value (V) UUC	Actual Value (V) Ref	Error %	Expanded Uncertainty ±(mV)
60	59.9	59.890	0.017	58
120	119.8	119.774	0.022	58
220	219.6	219.565	0.016	59
300	299.4	299.403	-0.001	59

1.3. Phase (3)

Nominal Value (V)	Measured Value (V) UUC	Actual Value (V) Ref	Error %	Expanded Uncertainty ±(mV)
60	59.9	59.890	0.017	58
120	119.8	119.774	0.022	58
220	219.6	219.565	0.016	59
300	299.4	299.403	-0.001	59

*UUC:Unit Under Calibration

**Ref.:Reference value of standard instrument

$$***Error = \frac{Measured\ Value - Actual\ Value}{Actual\ Value} \times 100$$

The data in the above table applies only to those items specifically listed on this calibration certificate

Calibrated by: Eman M. Hosny

Reviewed by: Samah A. Mohamed

This certificate is issued in accordance with the laboratory accreditation requirements. It provides traceability of measurement to recognized National standards, and to the units of measurement realized at the NIS or other recognized national standards laboratories. This certificate May not be reproduced other than in full by photographic process. This certificate refers only to the particular item submitted for testing.

Ministry of Higher Education
& Scientific Research
National Institute of Standards

وزارة التعليم العالى والبحث العلمى
المعهد القومى للمعايرة

El- Sadat (Tersa) St., El Haram, Giza, Egypt - P.O.Box 136 Giza - Code 12211 - Tel./ Fax: +202 - 33867462 - NIS Tel +202 - 37401113

CERTIFICATE OF CALIBRATION
شهادة معايرة

Certificate No.	882/23C012/75/339/2024	Serial Number	DM913018
• Conformity Statement			
Conformity Criterion	Not applicable		
Decision	-----		

• Calibration Results

2. AC Current Calibration, 50 Hz:-

2.1. Phase (1), with clamp, S.N.: 90800112

Nominal Value (A)	Measured Value (A) UUC	Actual Value (A) Ref	Error %	Expanded Uncertainty ±(A)
10	10	9.986	0.140	0.58
20	20	19.994	0.030	0.58
50	50	49.984	0.032	0.58
100	99	99.966	-0.966	0.65
150	149	149.950	-0.634	0.73
300	298	299.834	-0.612	1.1
400	398	399.778	-0.445	1.3

2.2. Phase (2), with clamp, S.N.: 90780311

Nominal Value (A)	Measured Value (A) UUC	Actual Value (A) Ref	Error %	Expanded Uncertainty ±(A)
10	10	9.986	0.140	0.58
20	20	19.994	0.030	0.58
50	50	49.984	0.032	0.58
100	100	99.966	0.034	0.65
150	150	149.950	0.033	0.73
300	299	299.834	-0.278	1.1
400	399	399.778	-0.195	1.3

2.3. Phase (3), with clamp, S.N.: 90780313

Nominal Value (A)	Measured Value (A) UUC	Actual Value (A) Ref	Error %	Expanded Uncertainty ±(A)
10	10	9.986	0.140	0.58
20	20	19.994	0.030	0.58
50	50	49.984	0.032	0.58
100	99	99.966	-0.966	0.65
150	149	149.950	-0.634	0.73
300	299	299.834	-0.278	1.1
400	398	399.778	-0.445	1.3

The data in the above table applies only to those items specifically listed on this calibration certificate

Calibrated by: Eman M. Hosny

Reviewed by: Samah A-Mohamed

This certificate is issued in accordance with the laboratory accreditation requirements. It provides traceability of measurement to recognized National standards, and to the units of measurement realized at the NIS or other recognized national standards laboratories. This certificate May not be reproduced other than in full by photographic process. This certificate refers only to the particular item submitted for testing.

CERTIFICATE OF CALIBRATION
شهادة معايرة

Certificate No.	882/23C012/75/339/2024	Serial Number	DM91.00[illegible]
• Conformity Statement			
Conformity Criterion	Not applicable		
Decision	-----		

• Calibration Results

3. AC Active Power Calibration, 220 V, 50 Hz:-

3.1. Phase (1), with clamp, S.N.: 90800112 :

Nominal Value		Measured Value (kW) UUC	Actual Value (kW) Ref	Error %	Expanded Uncertainty ±(W)
I (A)	P.F				
1	1	0.2	0.220	-9.091	0.06
5	1	1.1	1.097	0.273	0.09
5	0.5L*	0.6	0.551	8.893	0.06
5	0.5C**	0.5	0.546	-8.425	0.06
10	1.0	2.2	2.194	0.273	0.10
10	0.5L	1.1	1.102	-0.181	0.09
10	0.5C	1.1	1.092	0.733	0.09
20	1.0	4.4	4.389	0.251	0.12
20	0.5L	2.2	2.204	-0.181	0.12
20	0.5C	2.1	2.185	-3.890	0.12
50	1	10.9	10.973	-0.665	0.62
80	1	17.4	17.558	-0.900	0.77

L*: Inductive
C**: Capacitive

The data in the above table applies only to those items specifically listed on this calibration certificate

Calibrated by: Eman M. Hosny

Reviewed by: Asmah A. Mohamed

This certificate is issued in accordance with the laboratory accreditation requirements. It provides traceability of measurement to recognized National standards, and to the units of measurement realized at the NIS or other recognized national standards laboratories. This certificate May not be reproduced other than in full by photographic process. This certificate refers only to the particular item submitted for testing.

Ministry of Higher Education
& Scientific Research
National Institute of Standards

وزارة التعليم العالى والبحث العلمى
المعهد القومى للمعايرة

El- Sadat (Tersa) St., El Haram, Giza, Egypt - P.O.Box 136 Giza - Code 12211 - Tel./ Fax: +202 - 33867462 - NIS Tel +202 - 37401113

CERTIFICATE OF CALIBRATION
شهادة معايرة

Certificate No.	882/23C012/75/339/2024	Serial Number	DM91[illegible]018
• Conformity Statement			
Conformity Criterion	Not applicable		
Decision	-----		

• Calibration Results

3.2. Phase (2), with clamp, S.N.: 90780311 :

Nominal Value		Measured Value (kW) UUC	Actual Value (kW) Ref	Error %	Expanded Uncertainty ±(W)
I (A)	P.F				
1	1	0.2	0.220	-9.091	0.06
5	1	1.1	1.097	0.273	0.09
5	0.5L	0.6	0.551	8.893	0.06
5	0.5C	0.5	0.546	-8.425	0.06
10	1	2.2	2.194	0.273	0.10
10	0.5L	1.1	1.102	-0.181	0.09
10	0.5C	1.1	1.092	0.733	0.09
20	1	4.4	4.389	0.251	0.12
20	0.5L	2.2	2.204	-0.181	0.12
20	0.5C	2.1	2.185	-3.890	0.12
50	1	10.9	10.973	-0.665	0.62
80	1	17.5	17.558	-0.330	0.77

3.3. Phase (3), with clamp, S.N.: 90780313 :

Nominal Value		Measured Value (kW) UUC	Actual Value (kW) Ref	Error %	Expanded Uncertainty ±(W)
I (A)	P.F				
1	1	0.2	0.220	-9.091	0.06
5	1	1.1	1.097	0.273	0.09
5	0.5L	0.5	0.551	-9.256	0.06
5	0.5C	0.5	0.546	-8.425	0.02
10	1	2.2	2.194	0.273	0.08
10	0.5L	1.1	1.102	-0.181	0.07
10	0.5C	1.1	1.092	0.733	0.08
20	1	4.3	4.389	-2.028	0.11
20	0.5L	2.2	2.204	-0.181	0.11
20	0.5C	2.1	2.185	-3.890	0.10
50	1	10.9	10.973	-0.665	0.62
80	1	17.4	17.558	-0.900	0.77

The data in the above table applies only to those items specifically listed on this calibration certificate

Calibrated by Eman M. Hosny

Reviewed by Samah A. Mohamed

This certificate is issued in accordance with the laboratory accreditation requirements. It provides traceability of measurement to recognized National standards, and to the units of measurement realized at the NIS or other recognized national standards laboratories. This certificate May not be reproduced other than in full by photographic process. This certificate refers only to the particular item submitted for testing.

Ministry of Higher Education
& Scientific Research
National Institute of Standards

وزارة التعليم العالى والبحث العلمى
المعهد القومى للمعايرة

El- Sadat (Tersa) St., El Haram, Giza, Egypt - P.O.Box 136 Giza - Code 12211 - Tel./ Fax: +202 - 33867462 - NIS Tel +202 - 37401113

CERTIFICATE OF CALIBRATION
شهادة معايرة

Certificate No:	882/23C012/74/326/2024

- **NIS Lab** (أسم المعمل) : High Voltage Metrology Lab.
- **Issued For** (صادرالى) : معهد بحوث الاعمال الكهروميكانيكية في المباني (مركز بحوث الاسكان والبناء)
- **Contact Information of the Customer** (بيانات التواصل بالزبون) : العنوان : 87 شارع التحرير
- **Location of Calibration** (مكان اجراء المعايرة) : High Voltage Metrology Lab., NIS.
- **Device Description** (اسم ووصف الجهاز تحت المعايرة) : POWER QUALITY AND ENERGY ANALYZER
  - **Manufacturer** (اسم الشركة المنتجة) : FLUKE
  - **Model/Type** (موديل الجهاز) : 435
  - **Serial Number** (الرقم المسلسل للجهاز) : 19673107
  - **Code** (كود) : ----

- **Date of Receipt** (تاريخ الاستلام) : 9/5/2024
- **Date of Calibration** (تاريخ المعايرة) : 19/5/2024
- **Issue Date** (تاريخ الإصدار) : 22/5/2024
- **Due Date** (تاريخ إعادة المعايرة) : --------

Approved by

Head of Laboratory

Dr. Eng. Ahmed S. Haiba

NIS President

Prof. Dr. M. G. Ahmed

This certificate is issued in accordance with the laboratory accreditation requirements. It provides traceability of measurement to recognized National standards, and to the units of measurement realized at the NIS or other recognized national standards laboratories. This certificate May not be reproduced other than in full by photographic process. This certificate refers only to the particular item submitted for testing.

Ministry of Higher Education
& Scientific Research
National Institute of Standards

وزارة التعليم العالى والبحث العلمى
المعهد القومى للمعايرة

El- Sadat (Tersa) St., El Haram, Giza, Egypt - P.O.Box 136 Giza - Code 12211 - Tel./ Fax: +202 - 33867462 - NIS Tel +202 - 37401113

CERTIFICATE OF CALIBRATION
شهادة معايرة

▪ Certificate No.	882/23C012/74/326/2024		
▪ Customer	معهد بحوث الاعمال الكهروميكانيكية في المباني (مركز بحوث الاسكان والبناء)		
▪ Location	High Voltage Metrology Lab., NIS	▪ Date of Receipt	9/5/2024
▪ Calibrated by	Eng. Eman Mohamed Hosny	▪ Date of Calibration	19/5/2024
▪ Number of pages	6	▪ Issue Date	22/5/2024
		▪ Due Date	--------

• Device Under Calibration

Device Description	POWER QUALITY AND ENERGY ANALYZER		
Manufacturer	FLUKE	other	-----
Model/Type	435	other	-----
Serial Number	19673107	other	-----
Code	----	other	-----
Other	-----	-----	-----

• Enviromental Conditions

Temperature (°C)	(23±2)	Humidity (%)	(50±10)
Other	-----	-----	-----

• Calibration Method

The calibration was carried out according to E.S. 1021/2020 " معايرة اجهزة القياس الكهربية"

• Traceability

Description of Reference Device	Serial Number	Calibration Date	Certificate No.	Expanded Uncertainty	Traceability
3-Phase Comparator Reference Standard	98-717-1	2/2024	10175/23C012/28/148/2024	Uv=0.005%,Ui= 0.003%, Up= 0.005%	NIS, Egypt.

• Uncertainty Statement

The combined standard uncertainty is calculated based on NIS-23-OP-7.6 which include at least the standard uncertainty reported for the reference standard, the standard uncertainty for the measurement process, the standard uncertainty for any uncorrected errors. The combined standard uncertainty is multiplied by a coverage factor (k) of 2 to provide an expanded uncertainty, which defines a level of confidence of approximately 95 percent (95.45 %). The expanded uncertainty presented in this certificate/report is consistent with the ISO/IEC GUIDE 98-3:2008 "Uncertainty of measurement — Part 3: Guide to the expression of uncertainty in measurement (GUM:1995)".

• ISO 17025 Statement

All NIS laboratories implement the NIS unified quality management system which was built to be in compliance with ISO 17025:2017. It is the customer responsibility to indicate - on the calibration label - the due date for calibration in accordance with the aforementioned ISO/SOP calibration procedure and in compliance with ISO 17025:2017.

Calibrated by Eman M. Hosny

Reviewed by Samah A. Mohamed

This certificate is issued in accordance with the laboratory accreditation requirements. It provides traceability of measurement to recognized National standards, and to the units of measurement realized at the NIS or other recognized national standards laboratories. This certificate May not be reproduced other than in full by photographic process. This certificate refers only to the particular item submitted for testing.

Ministry of Higher Education
& Scientific Research
National Institute of Standards

وزارة التعليم العالى والبحث العلمى
المعهد القومى للمعايرة

El- Sadat (Tersa) St., El Haram, Giza, Egypt - P.O.Box 136 Giza - Code 12211 - Tel./ Fax: +202 - 33867462 - NIS Tel +202 - 37401113

CERTIFICATE OF CALIBRATION
شهادة معايرة

Certificate No.	882/23C012/74/326/2024	Serial Number	19673107
• Conformity Statement			
Conformity Criterion	Not applicable		
Decision	-----		

• Calibration Results

1. AC Voltage Calibration, 50 Hz:-

1.1. Phase (1)

Nominal Value (V)	Measured Value (V) UUC*	Actual Value (V) Ref**	Error*** %	Expanded Uncertainty ±(mV)
60	59.88	59.890	-0.017	5.9
120	119.72	119.774	-0.045	9.0
220	219.50	219.565	-0.030	12
300	299.27	299.400	-0.043	12

1.2. Phase (2)

Nominal Value (V)	Measured Value (V) UUC	Actual Value (V) Ref	Error %	Expanded Uncertainty ±(mV)
60	59.88	59.890	-0.017	5.9
120	119.72	119.774	-0.045	9.0
220	219.50	219.565	-0.030	12
300	299.25	299.400	-0.050	12

1.3. Phase (3)

Nominal Value (V)	Measured Value (V) UUC	Actual Value (V) Ref	Error %	Expanded Uncertainty ±(mV)
60	59.88	59.890	-0.017	5.9
120	119.72	119.774	-0.045	9.0
220	219.50	219.565	-0.030	12
300	299.25	299.400	-0.050	12

*UUC:Unit Under Calibration

**Ref.:Reference value of standard instrument

$$***_{Error} = \frac{Measured\ Value - Actual\ Value}{Actual\ Value} \times 100$$

The data in the above table applies only to those items specifically listed on this calibration certificate

Calibrated by: Eman M. Hosny

Reviewed by: Sarah A. Mohamed

This certificate is issued in accordance with the laboratory accreditation requirements. It provides traceability of measurement to recognized National standards, and to the units of measurement realized at the NIS or other recognized national standards laboratories. This certificate May not be reproduced other than in full by photographic process. This certificate refers only to the particular item submitted for testing.

Ministry of Higher Education
& Scientific Research
National Institute of Standards

وزارة التعليم العالى والبحث العلمى
المعهد القومى للمعايرة

El- Sadat (Tersa) St., El Haram, Giza, Egypt - P.O.Box 136 Giza - Code 12211 - Tel./ Fax: +202 - 33867462 - NIS Tel +202 - 37401113

CERTIFICATE OF CALIBRATION
شهادة معايرة

Certificate No.	882/23C012/74/326/2024	Serial Number	19673107
• Conformity Statement			
Conformity Criterion	Not applicable		
Decision	-----		

• Calibration Results

2. AC Current Calibration, 50 Hz:-

2.1. Phase (1), with Ampflex, S.N.:208200120-230965

Nominal Value (A)	Measured Value (A) UUC	Actual Value (A) Ref	Error %	Expanded Uncertainty ±(A)
10	9.9	9.986	-0.861	0.06
20	20.0	19.994	0.030	0.06
50	50.2	49.984	0.432	0.07
100	100.8	99.966	0.834	0.31
150	151.1	149.950	0.767	0.45
300	302.4	299.834	0.856	0.90
400	403.2	399.778	0.856	1.2

2.2. Phase (2), with Ampflex, S.N.:208200149-230965

Nominal Value (A)	Measured Value (A) UUC	Actual Value (A) Ref	Error %	Expanded Uncertainty ±(A)
10	10.1	9.986	1.142	0.07
20	20.2	19.994	1.030	0.06
50	50.7	49.984	1.432	0.06
100	100.7	99.966	0.734	0.31
150	151.2	149.950	0.834	0.45
300	302.6	299.834	0.923	0.90
400	403.5	399.778	0.931	1.2

2.3. Phase (3), with Ampflex, S.N.:208200140-230965

Nominal Value (A)	Measured Value (A) UUC	Actual Value (A) Ref	Error %	Expanded Uncertainty ±(A)
10	9.9	9.986	-0.861	0.07
20	19.9	19.994	-0.470	0.06
50	49.9	49.984	-0.168	0.06
100	100.7	99.966	0.734	0.31
150	151.0	149.950	0.700	0.45
300	302.1	299.834	0.756	0.90
400	402.6	399.778	0.706	1.2

The data in the above table applies only to those items specifically listed on this calibration certificate

Calibrated by: Eman M. Hosny

Reviewed by: Samah A. Mohamed

This certificate is issued in accordance with the laboratory accreditation requirements. It provides traceability of measurement to recognized National standards, and to the units of measurement realized at the NIS or other recognized national standards laboratories. This certificate May not be reproduced other than in full by photographic process. This certificate refers only to the particular item submitted for testing.

Ministry of Higher Education
& Scientific Research
National Institute of Standards

وزارة التعليم العالى والبحث العلمى
المعهد القومى للمعايرة

El- Sadat (Tersa) St., El Haram, Giza, Egypt - P.O.Box 136 Giza - Code 12211 - Tel./ Fax: +202 - 33867462 - NIS Tel +202 - 37401113

CERTIFICATE OF CALIBRATION
شهادة معايرة

Certificate No.	882/23C012/74/326/2024	Serial Number	19673105
• Conformity Statement			
Conformity Criterion	Not applicable		
Decision	-----		

• Calibration Results

3. AC Active Power Calibration, 220 V, 50 Hz:-

3.1. Phase (1), with Ampflex, S.N.:208200120-230965 :

Nominal Value		Measured Value (kW) UUC	Actual Value (kW) Ref	Error %	Expanded Uncertainty ±(W)
I (A)	P.F				
1	1	0.2	0.220	-9.091	0.06
5	1	1.1	1.097	0.273	0.09
5	0.5L*	0.6	0.551	8.893	0.07
5	0.5C**	0.5	0.546	-8.425	0.06
10	1.0	2.2	2.194	0.273	0.10
10	0.5L	1.1	1.102	-0.181	0.09
10	0.5C	1.1	1.092	0.733	0.09
20	1.0	4.4	4.389	0.251	0.12
20	0.5L	2.2	2.204	-0.181	0.12
20	0.5C	2.2	2.185	0.686	0.12
50	1	11.0	10.973	0.246	0.62
80	1	17.6	17.558	0.239	0.77

L*: Inductive
C**: Capacitive

The data in the above table applies only to those items specifically listed on this calibration certificate

Calibrated by Eman M. Hosny

Reviewed by Sanah A. Mohamed

This certificate is issued in accordance with the laboratory accreditation requirements. It provides traceability of measurement to recognized National standards, and to the units of measurement realized at the NIS or other recognized national standards laboratories. This certificate May not be reproduced other than in full by photographic process. This certificate refers only to the particular item submitted for testing.

Ministry of Higher Education
& Scientific Research
National Institute of Standards

وزارة التعليم العالى والبحث العلمى
المعهد القومى للمعايرة

El- Sadat (Tersa) St., El Haram, Giza, Egypt - P.O.Box 136 Giza - Code 12211 - Tel./ Fax: +202 - 33867462 - NIS Tel +202 - 37401113

CERTIFICATE OF CALIBRATION
شهادة معايرة

Certificate No.	882/23C012/74/326/2024	Serial Number	19673107
• Conformity Statement			
Conformity Criterion	Not applicable		
Decision	-----		

• Calibration Results

3.2. Phase (2), with Ampflex, S.N.:208200149-230965 :

Nominal Value		Measured Value (kW) UUC	Actual Value (kW) Ref	Error %	Expanded Uncertainty ±(W)
I (A)	P.F				
1	1	0.2	0.220	-9.091	0.06
5	1	1.1	1.097	0.273	0.09
5	0.5L	0.6	0.551	8.893	0.07
5	0.5C	0.5	0.546	-8.425	0.06
10	1	2.2	2.194	0.273	0.10
10	0.5L	1.1	1.102	-0.181	0.09
10	0.5C	1.1	1.092	0.733	0.09
20	1	4.4	4.389	0.251	0.12
20	0.5L	2.2	2.204	-0.181	0.12
20	0.5C	2.2	2.185	0.686	0.12
50	1	11.1	10.973	1.157	0.62
80	1	17.8	17.558	1.378	0.77

3.3. Phase (3), with Ampflex, S.N.:208200140-230965 :

Nominal Value		Measured Value (kW) UUC	Actual Value (kW) Ref	Error %	Expanded Uncertainty ±(W)
I (A)	P.F				
1	1	0.2	0.220	-9.091	0.06
5	1	1.1	1.097	0.273	0.09
5	0.5L	0.6	0.551	8.893	0.07
5	0.5C	0.5	0.546	-8.425	0.02
10	1	2.2	2.194	0.273	0.08
10	0.5L	1.1	1.102	-0.181	0.07
10	0.5C	1.1	1.092	0.733	0.07
20	1	4.4	4.389	0.251	0.11
20	0.5L	2.2	2.204	-0.181	0.11
20	0.5C	2.1	2.185	-3.890	0.10
50	1	10.9	10.973	-0.665	0.62
80	1	17.5	17.558	-0.330	0.77

The data in the above table applies only to those items specifically listed on this calibration certificate

Calibrated by: Eman M. Hosny

Reviewed by: Sawsan A-mohamed

This certificate is issued in accordance with the laboratory accreditation requirements. It provides traceability of measurement to recognized National standards, and to the units of measurement realized at the NIS or other recognized national standards laboratories. This certificate May not be reproduced other than in full by photographic process. This certificate refers only to the particular item submitted for testing.

Annex 3: Testing Equipment Used:

Used Apparatus	Measured Property	Model	Serial Number	Item Photo
Air Flow Meter	Air flow	KIMO CP300	06072114	
Weather Station,	Inlet dry bulb temperature forboth Units	HOBO U30 ONSET	10221018	
	Inlet Relative humidity for bothUnits			
Thermo-Hygrometer	Outlet dry bulb temperature for IEC Hybrid Unit	KIMO TH300	MEH1000821	
	Outlet Relative humidity for IECHybrid Unit			
Air Quality Meter	Outlet dry bulb temperature for IEC Hybrid Unit	Lutron	085019	
			085018	
			085017	
	Outlet Relative humidity for IECHybrid Unit		085016	
			085015	
			085014	
Compressor power meter - IEC hybrid unit	Power consumptionof the Compressor of the IEC hybrid Unit	ENTES	---	
Pump power meter - IEC hybrid unit	Power consumptionof the Pump of the IEC hybrid Unit	ENTES	---	

Used Apparatus	Measured Property	Model	Serial Number	Item Photo
Evaporative Fan power meter - IEC hybrid unit	Power consumptionof the Evaporator Fan of the IEC hybrid Unit	ENTES	---	
Supply fan power meter - IEC hybrid unit	Power consumptionof the Supply Fan ofthe IEC hybrid Unit	ENTES	---	
Power Analyzer of total power consumption of IEC hybrid Unit	Total Input power of IEC Hybrid Unit	FLUKE	9340002	
Power Analyzer of total power consumption of IEC hybrid Unit	Total Input power of DX Unit	FLUKE	19673107	

Annex 4: Outreach Campaign

Invitation to Outreach Campaign

DIRECT/INDIRECT EVAPORATIVE COOLING

TOGETHER, WE CAN SECURE PHASE OUT OF HCFC IN THE COMMERCIAL AIR CONDITIONING MANUFACTURING SECTOR.
GET INVOLVED TODAY AND MAKE A DIFFERENCE!

3 November 2024
HBRC - Cairo, Egypt

Info@hbrc.edu.eg
www.hbrc.edu.eg
87 Tahrir st, Dokki, Giza

Program Outlines

(9:30 – 10:00 am)
Registration

(10:00 – 10:30 am)
Opening Session:

- Welcome & Open Remarks
  Prof. Mohamed Masoud - HBRC Chairman
  Prof. Ezzat Lewis - NOU
  Prof. Sayed Shebl

(10:30 –11:00 am)
Coffee Break

(11:00 am – 1:00 pm)

- Preview The Project Findings
  Prof. Alaa Olama
  Prof. Sayed Shebl
- Public Hearing Session

GUARANTEE YOUR LEAD.

Join us and contribute to an enlightened and collaborative spirit of sustainable ideas come to life.

Find Us!

+(20) 1065251505
87 Tahrir St., Dokki, Giza

Transformation of Commercial Air Conditioning Companies
HCFC Phase-out Management Plan (HPMP) EGYPT (Stage II), UNIDO ID:140400

Outreach Campaign

DIRECT/INDIRECT EVAPORATIVE COOLING

Presented by:

Prof. Alaa Olama;
The Project general Manager and Technical Consultant

Prof. Sayed Shebl;
Director of Electro-Mechanical Research Institute EMI, HBRC

وزارة الاسكان والمرافق المجتمعات العمرانية
Ministry of Housing Utilities & Urban Communities

المركز القومي لبحوث الإسكان والبناء
Housing and Building National Research Center

UNIDO

UN environment programme

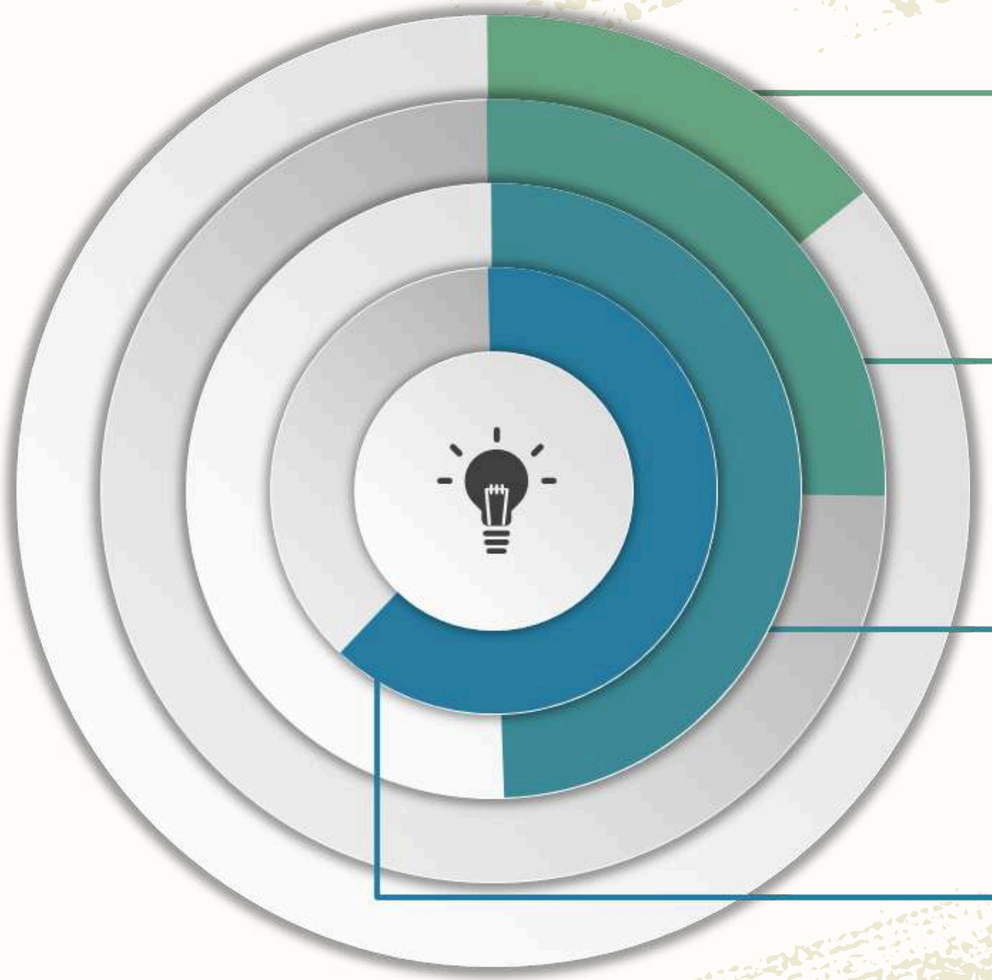
NOU National Ozone Unit وحدة الأوزون - جهاز شئون البيئة

OUR TEAM

Approval committee	
UNIDO & NOU	Steering Committee
UNEP	Advisor
EUROVENT	Provide a reference testing methodology for the IEC hybrid units suitable for Egypt's working conditions

OEMs	
Delta Construction & Manufacturing (DCM)	**TIBA Engineering Industries Co.**
SS Air Technology	**VOLTA EGYPT**

MILESTONES



- Phase-out of HCFC in the commercial air conditioning manufacturing sector.
- Incorporate IEC technology in existing systems
- Technical Assistance for product design
- Provide technical parameters obtained from field testing

PREVIOUS WORK

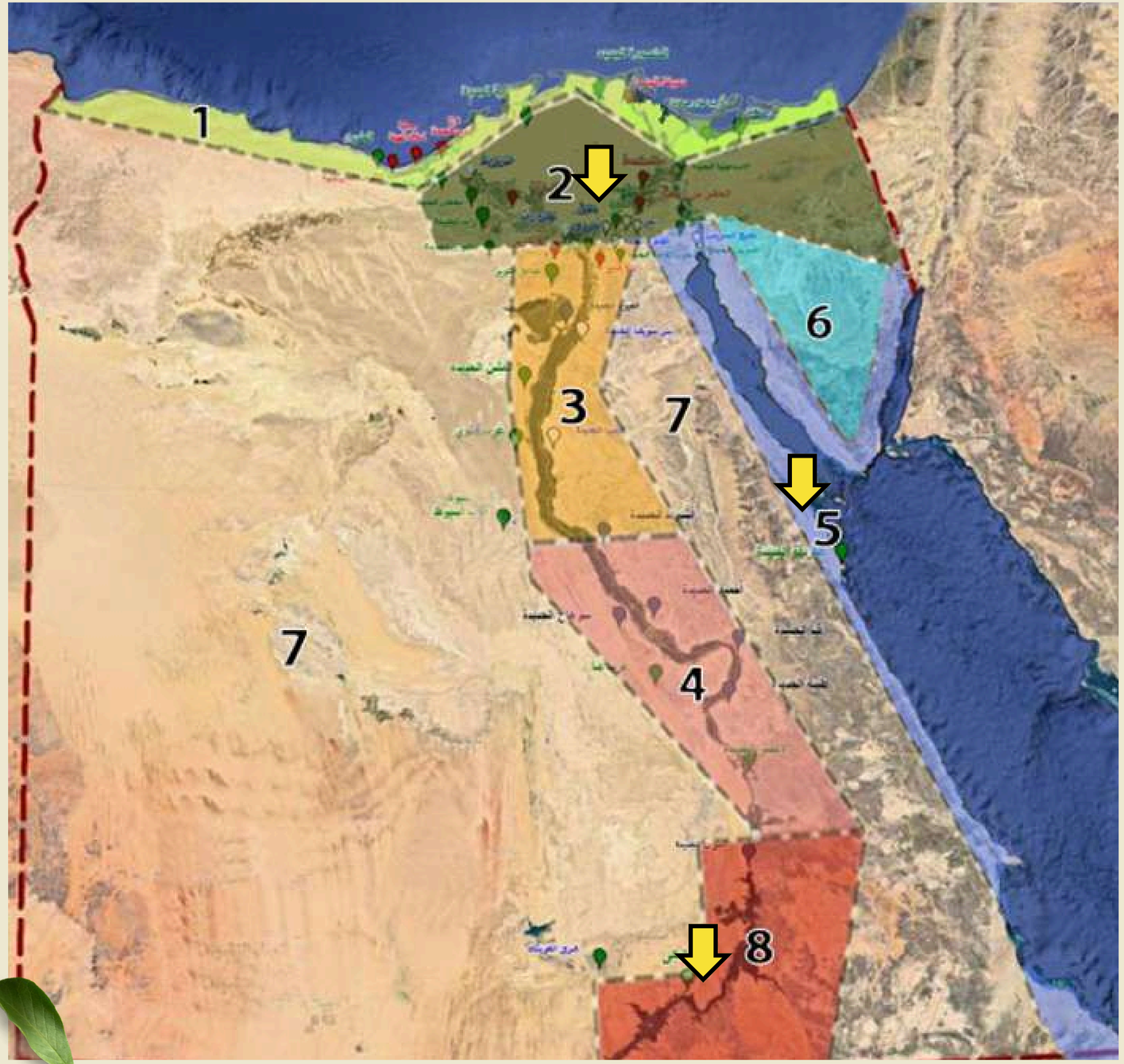
FOR ADOPTING THE NEW TECHNOLOGY

Which Climatic Zone?

Two climatic zones out of Eight representing Egypt

- **Climatic Zone 2**
- **Climatic Zone 5**

What about Climatic Zones 8?



TESTING LOCATION - CZ8 (ASWAN - TOSHKY)

Location

22°49' 02" N
31°28' 16" E

Altitude

196.07 m
(above sea level)

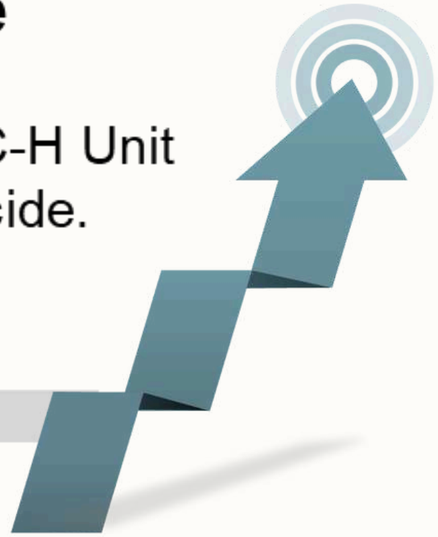
TESTING CONDITIONS

Full Fresh Air

Both units to be **full fresh air** with air discharge of one unit regulated so that it matches the other.

Compressor Size

Compressor size of IEC-H Unit left to each OEM to decide.



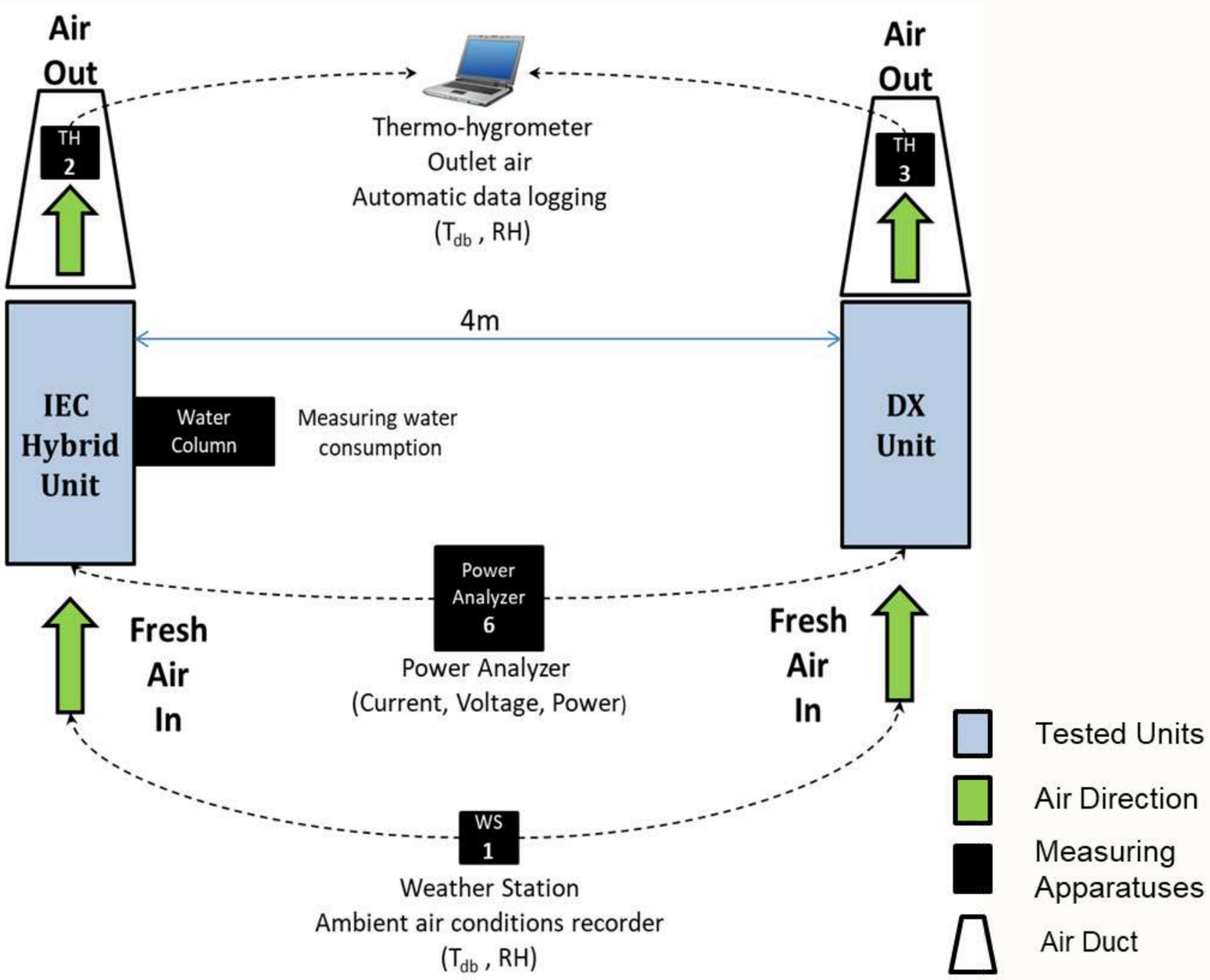
Primary Air Outlet

The primary air outlet dry bulb temperature maintained at 15°C

Low GWP refrigerant

Both units should use low GWP refrigerant, based on Montreal Protocol and Kigali Amendment

SCEMATIC DIAGRAM



THE PROJECT REQUIRED EACH OEM TO INDIVIDUALLY MANUFACTURE A CUSTOM-BUILT DIRECT/INDIRECT EVAPORATIVE COOLING HYBRID AIR CONDITIONER (IEC-H) PROTOTYPE AND A CENTRAL DX UNIT TO TEST AND COMPARE THEIR PERFORMANCES UNDER ACTUAL OPERATING CONDITIONS IN CLIMATIC ZONE 8 (CZ8) (ASWAN - TOSHKY).

USED EQUIPMENT

CALIBRATED HIGH ACCUARCY DEVICES ARE USED FOR MEASURMENTS

Ministry of Higher Education & Scientific Research
National Institute of Standards

وزارة التعليم العالى والبحث العلمى
المعهد القومى للمعايرة

El- Sadat (Tersa) St., El Haram, Giza, Egypt - P.O.Box 136 Giza - Code 12211 - Tel./ Fax: +202 - 33867462 - NIS Tel +202 - 37401113

CERTIFICATE OF CALIBRATION
شهادة معايرة

Certificate No: 882/23C012/74/326/2024

- NIS Lab: High Voltage Metrology Lab.
- Issued For: معهد بحوث الاعمال الكهروميكانيكية في المباني (مركز بحوث الاسكان والبناء)
- Contact Information of the Customer: العنوان : 87 شارع التحرير
- Location of Calibration: High Voltage Metrology Lab., NIS
- Device Description: POWER QUALITY AND ENERGY ANALYZER
- Manufacturer: FLUKE
- Model/Type: 435
- Serial Number: 19673107
- Code: ----
- Date of Receipt: 9/5/2024
- Date of Calibration: 19/5/2024
- Issue Date: 22/5/2024
- Due Date: .....

Approved by

Head of Laboratory — Dr. Eng. Ahmed S. Haiba

NIS President — Prof. Dr. M. G. Ahmed

NIS-F-7.5.2

This certificate is issued in accordance with the laboratory accreditation requirements. It provides traceability of measurement to recognized National standards, and to the units of measurement realized at the NIS or other recognized national standards laboratories. This certificate May not be reproduced other than in full by photographic process. This certificate refers only to the particular item submitted for testing.

FIELD TEST

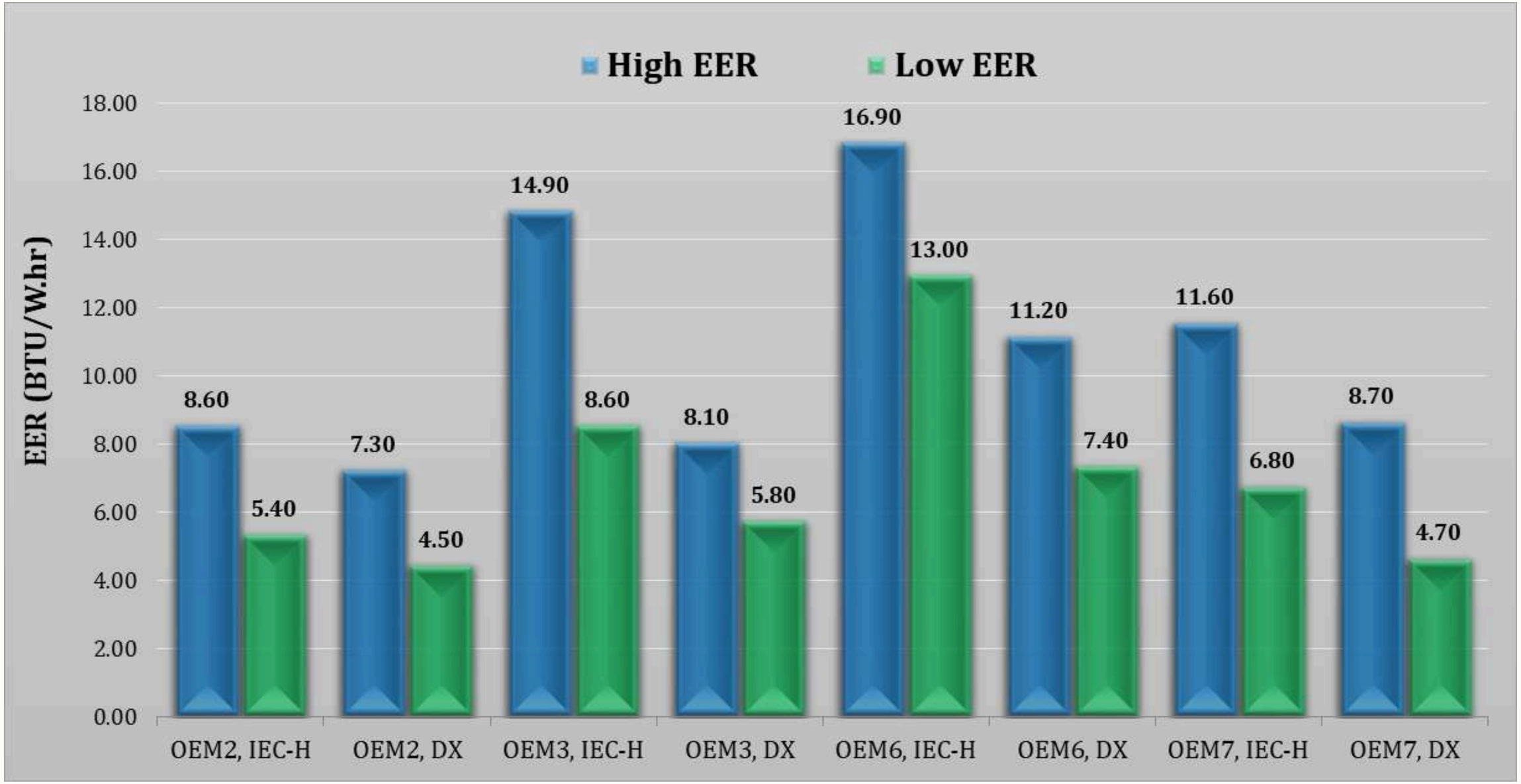
PROVIDE TECHNICAL PARAMETERS

Evaluate the performance

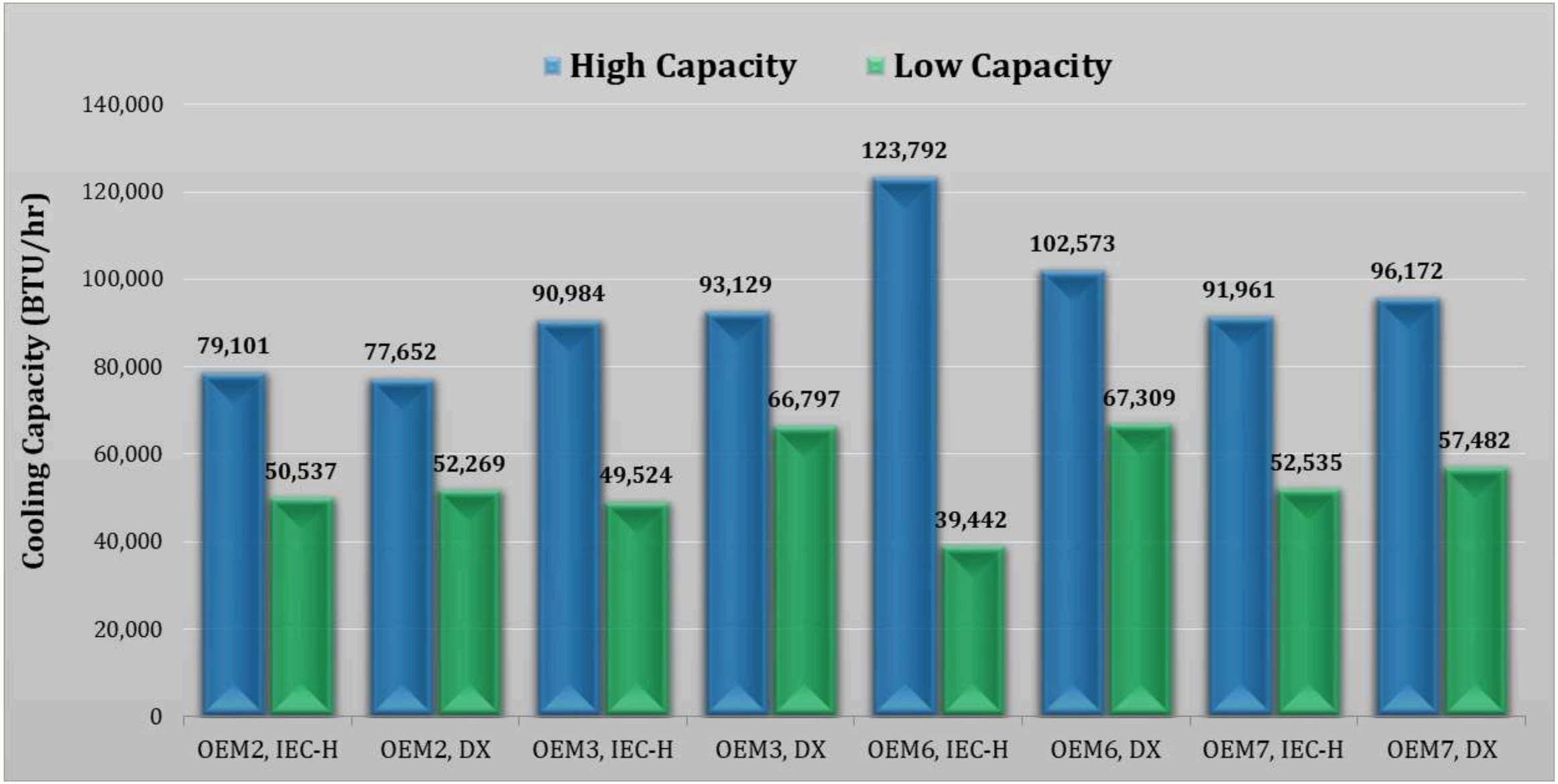
Compare DX Unit With IEC-H Unit at the Same operating conditions and record the measurements for 24 hours

- **Energy Efficiency**
- **Total Cooling Capacity**
- **Operating Cost**

TESTING RESULTS - EER



TESTING RESULTS - TOTAL COOLING CAPACITY



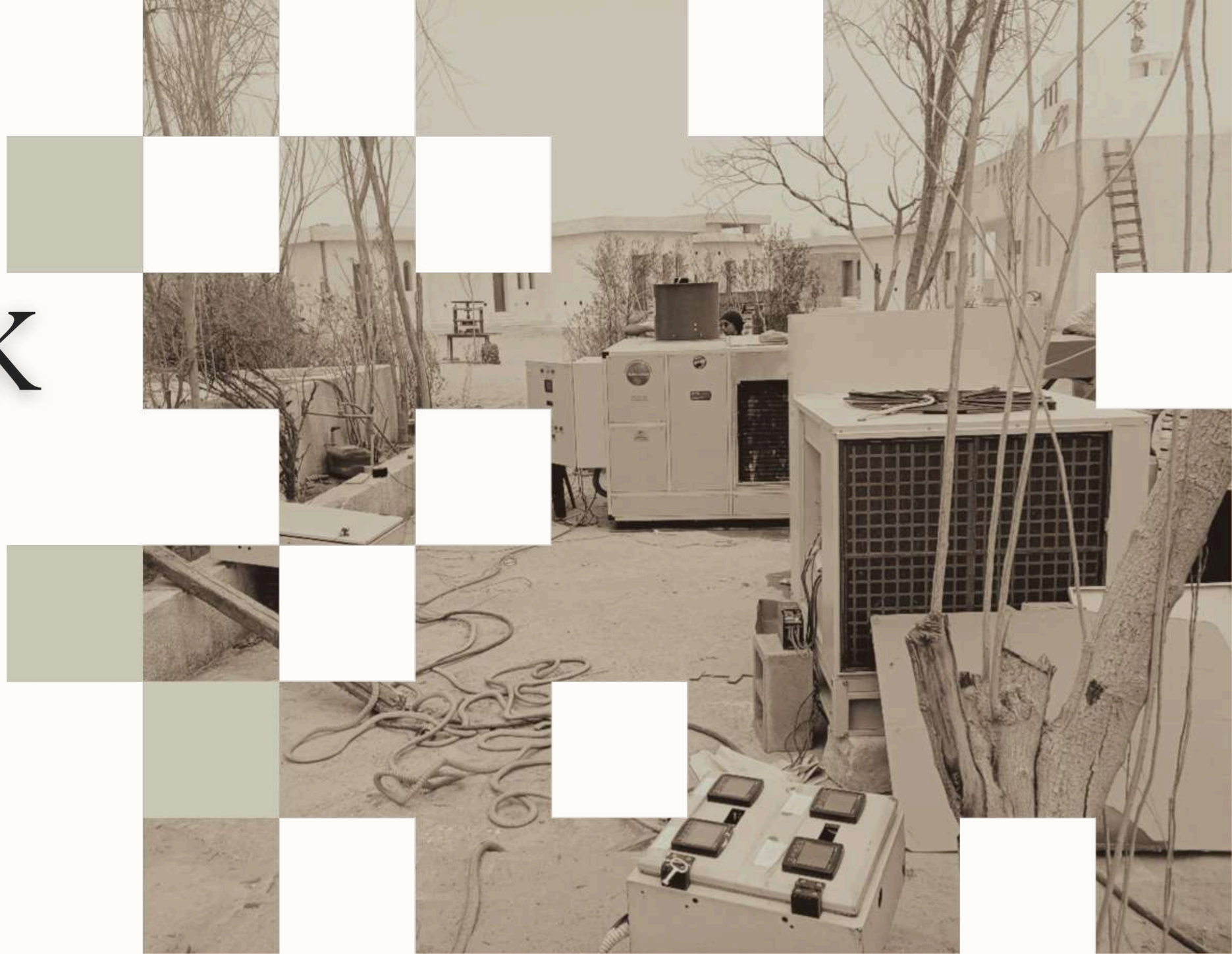
CONCLUSION

All OEMs show EERs of the IEC-H units that are superior to corresponding DX units.

IEC-H system is economically advantageous compared to a DX system

Superior total cooling capacity of the IEC-H units despite the smaller capacity compressors used. The capacities of the IEC-H units.

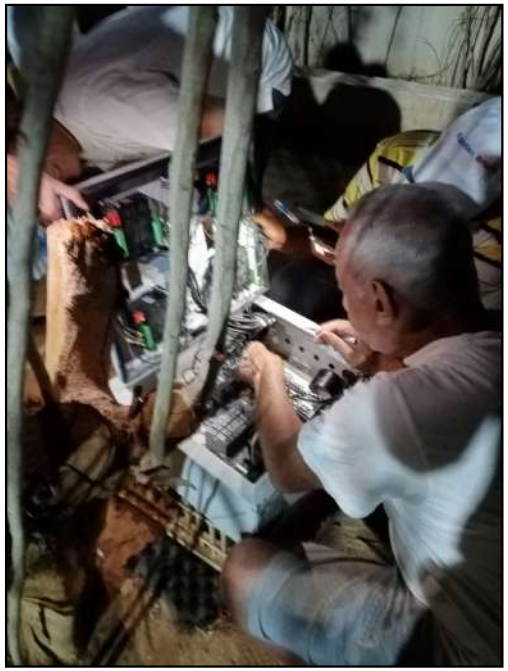
THANK YOU



Annex 5: Testing Photos

CLIMA GREEN

POWER ON



Fan

Fan

Fan
Smart Fan technology

Fan
Smart Fan technology

TOYOTA

Technical Report for the Group Project for Transformation of Commercial Air Conditioning Companies (HCFC Phase-out Management Plan (HPMP) EGYPT (Stage II)), UNIDO ID:140400

2024

Climatic Zone 8

Report

Project supported by
MULTILATERAL FUND FOR THE IMPLEMENTATION OF THE MONTREAL PROTOCOL

UNITED NATIONS INDUSTRIAL DEVELOPMENT ORGANIZATION

UNITED NATIONS ENVIRONMENT

European Industry Association

By: Dr Alaa Olama

Disclaimer

This report may be reproduced in whole or in part and in any form for educational or non-profit purposes without special permission from United Nations Industrial Development Organization (UNIDO) and United Nations Environment (UNEP), provided acknowledgement of the source is made. UNIDO and UNEP would appreciate receiving a copy of any publication that uses this publication as a source. No use of this publication may be made for resale or for any other commercial purpose whatsoever without prior written permission from UNIDO and UNEP.

While the information contained herein is believed to be accurate, it is of necessity presented in a summary and general fashion. The decision to implement one of the options presented in this document requires careful consideration of a wide range of situation-specific parameters, many of which may not be addressed by this document. Responsibility for this decision and all its resulting impacts rests exclusively with the individual or entity choosing to implement the option. UNIDO, UNEP, their consultants and the reviewers and their employees do not make any warranty or representation, either expressed or implied, with respect to the accuracy, completeness or utility of this document; nor do they assume any liability for events resulting from the use of, or reliance upon, any information, material or procedure described herein, including but not limited to any claims regarding health, safety, environmental effects, efficacy, performance, or cost made by the source of information.

Acknowledgement

We would like to acknowledge the assistance given by the governmental sectors and the National Ozone Unit Officers of Egypt and the National Housing & Building National Research Center (HBRC) for their support in the implementation of the project and their assistance in facilitating communication with different stakeholders.

We also acknowledge the International Technical Review Team "EUROPEAN INDUSTRY ASSOCIATION Eurovent" that assist the project team in reviewing the process, results and report of the project.

Acknowledgement also goes particularly to HBRC for providing the testing yard, facilities (Electrical feeding, water supply … etc.) and other logistic facilities at their installation in Toshka.

The project team also acknowledges the OEM manufacturers who built the IEC-H prototypes and DX systems to be tested at the location.

- Delta Construction & Manufacturing DCM
- TIBA Engineering Industries Co.
- VOLTA EGYPT
- SS Air

Acknowledgement also goes to the team's technicians, technical assistance staff and drivers that assisted in the project successful completion in this remote location.

This Project is contracted between the UNITED NATIONS INDUSTRIAL DEVELOPMENT ORGANIZATION "UNIDO" and Housing & Building National Research Center “HBRC”. WHEREAS, UNIDO has been designated by the MULTILATERAL FUND FOR THE IMPLEMENTATION OF THE MONTREAL PROTOCOL as
IMPLEMENTING AGENCY; and has agreed to provide assistance to the Egyptian Government in carrying out the project entitled “HCFC PHASE-OUT MANAGEMENT PLAN (HPMP) EGYPT (STAGE II)”

The National Ozone Unit – Ministry of Environment, Egypt: The ministry team provided guidance and direction and participated at project meetings and discussions. The project is funded by the HCFC Phase-out Management Plan (HPMP) of Egypt.

The Project Management: UNIDO and UN Environment provided overall management and coordination of the project, established the link with the technology providers, and oversaw the development of the report of the project. The Project was managed by **Mr. Ole Nielsen, Dr. Iino Fukuya**, Program Officer- UNIDO, **Dr. Yunrui Zhou** also program officer-UNIDO and **Eng. Ayman El-Talouny**, International Partnership Coordinator, Ozone Action Program – UN Environment

EUROVENT (European Industry Association): Due to the absence of local testing standard or guidelines for IEC applications, the service of an International Advisory Partner was needed to offer recommendations, testing reference and quality review of the testing process.

“Eurovent AISBL / IVZW / INPA. (2023). Eurovent 15/1 - 2023 — Hybrid Indirect Evaporative Cooling Equipment - Classification Requirements and Test Conditions. Brussels: Eurovent.”

Ms. Viktorria Kotlubei and the Coordination Consultant **Eng. Ahmed El-Korashy** from UNIDO provided logistical support and coordination for the project.

The Project general Manager and Technical Consultant and writer of the report, Dr. Alaa Olama advisedOEMs during prototype design and construction. Devised testing methodology and testing TOR, consultedwith OEMs to provide technical solutions for problems as they arose wrote the report and provided analysis of data.

HBRC organized testing including testing results in both climatic zones, tabulated and created the excel sheets including figures, drawings and review and edit their report.

Table of Contents

List of Figures 6
List of Tables 7
Acronyms....8
Executive Summary....9
1. Testing and measurements for the prototypes for all OEMs in Climatic Zone....,....13
    1.1. Selection of Climatic Zones 8
    1.2. How the tests were performed
    1.3. The testing methodology
2. Tabulation formats for compiling and presenting the results of the project (CZ 8)....17
3. Analysis of testing and measurements for the prototypes and DX units....18
    3.1 OEM3, Climatic Zone 8
    3.2 OEM2, Climatic zone 8
    3.3 OEM6, Climatic Zone 8
    3.4 OEM7, Climatic Zone 8
4. The Final Results Analysis with Conclusion and Recommendation for Future Work....34
    4.1. The Final results analysis
        4.1.1. EER high and low, CZ2
        4.1.2. Capacity high and low, CZ2
    4.2. Conclusions
    4.3. Recommendation for Future Work
5. Reporting on the Advocacy and Outreach Campaign....38

List of Figures

Figure 0: The eight Climatic Zones of Egypt……13
Figure 00: Schematic diagram of the Test Arrangement with instrumentation……16
Figure 1: Inlet ambient temperature versus outlet temperature of IEC Hybrid and DX units for OEM3 at CZ8……19
Figure 2: EER for IEC Hybrid unit & DX unit versus ambient relative humidity for OEM3 at CZ8 19
Figure 3: Cooling capacity for IEC Hybrid unit & DX unit versus ambient conditions for OEM3 at CZ8 20
Figure 4: Power consumption of DX unit and IEC Hybrid unit components for OEM3 at CZ8..... 20
Figure 5: Inlet ambient temperature versus outlet temperature of IEC Hybrid unit & DX unit for OEM2 at CZ8..... 23
Figure 6: EER for IEC Hybrid unit & DX unit versus ambient relative humidity for OEM2 at CZ8 23
Figure 7: Cooling capacity for IEC Hybrid unit & DX unit versus ambient conditions for OEM2 at CZ8 24
Figure 8: Power consumption of DX unit and IEC Hybrid unit components for OEM2 at CZ8..... 24
Figure 9: Inlet ambient temperature versus outlet temperature of IEC Hybrid unit & DX unit for OEM6 at CZ8..... 27
Figure 10: EER for IEC Hybrid unit & DX unit versus ambient relative humidity for OEM6 at CZ8 27
Figure 11: Cooling capacity for IEC Hybrid unit & DX unit versus ambient conditions for OEM6 at CZ8 28
Figure 12: Power consumption of DX unit and IEC Hybrid unit components for OEM6 at CZ8..... 28
Figure 13: Inlet ambient temperature versus outlet temperature of IEC Hybrid unit & DX unit for OEM7 at CZ8..... 31
Figure 14: EER for IEC Hybrid unit & DX unit versus ambient relative humidity for OEM7 at CZ8 31
Figure 15: Cooling capacity for IEC Hybrid unit & DX unit versus ambient conditions for OEM7 at CZ8 32
Figure 16: Power consumption of DX unit and IEC Hybrid unit components for OEM7 at CZ8..... 32
Figure 17: EER for IEC Hybrid unit & DX unit versus ambient relative humidity for OEM7at CZ8 34
Figure 18: Cooling capacity for IEC Hybrid unit & DX unit versus ambient conditions for OEM6 at CZ5 35

List of Tables

Table 1 The Climatic Zones of Egypt 13
Table 2 Basic Information for OEM3 at Climatic Zone 8 18
Table 3 High and Low readings for OEM3 at Climatic Zone 8..... 21
Table 4 Basic Information for OEM2 at Climatic Zone 8 22
Table 5 High and Low readings for OEM2 at Climatic Zone 8..... 25
Table 6 Basic Information for OEM6 at Climatic Zone 8 26
Table 7 High and Low readings for OEM6 at Climatic Zone 8..... 29
Table 8 Basic Information for OEM7 at Climatic Zone 8 30
Table 9 High and Low readings for OEM7 at Climatic Zone 8..... 33
Table 10 High and Low EERs and Refrigeration Capacity all OEMs at CZ 8 35
Table 11 Number of compressors, all OEMs at CZ 8 36

Acronyms

HPMP	HCFC Phase-out Management Plan
IEC-H	Indirect Evaporative Cooling - Hybrid
DX	Direct Expansion
CZ	Climatic Zone
GWP	Global Warming Potential
NPV	Net Present Value
EFLH	Equivalent Full Load Hours Per Year
EER	Energy Efficiency Ratio
COP	Coefficient of Performance
IRR	The internal rate of return
EGP	Egyptian Pound
$T_{db\ amb}$	Ambient dry bulb temperature for both Units
$T_{wb\ amb}$	Ambient wet bulb temperature for both Units
RH_{amb}	Ambient Relative Humidity for both Units
$T_{db\ out}$ IEC-H	Outlet dry bulb temperature for IEC Hybrid Unit
$T_{wb\ out}$ IEC-H	Outlet wet bulb temperature for IEC Hybrid Unit
RH_{out} IEC-H	Outlet Relative Humidity for IEC Hybrid Unit
W_{Lvl} IEC-H	Water level change for IEC Hybrid Unit per hour
W_{Vol} IEC-H	Evaporated Water Consumed for IEC Hybrid Unit per hour (Volumetric Flow Rate)
Comp. IEC-H	Compressor power consumption for IEC Hybrid Unit
Pump IEC-H	Pump consumption for IEC Hybrid Unit
Evap. Fan IEC-H	Evaporative Fan consumption for IEC Hybrid Unit
Sup. Fan IEC-H	Supply Fan consumption for IEC Hybrid Unit
Pw_{Tot} IEC-H	Total Power consumption for IEC Hybrid Unit
$T_{db\ out}$ DX	Outlet dry bulb temperature for DX Unit
$T_{wb\ out}$ DX	Outlet wet bulb temperature for DX Unit
RH_{out} DX	Outlet relative humidity for DX Unit
Pw_{Tot} DX	Total Power consumption for DX Unit
h_{amb}	Enthalpy of Ambient inlet Air
h_{out} DX	Enthalpy of outlet Air for DX Unit
h_{out} IEC-H	Enthalpy of outlet Air for IEC Hybrid Unit
ρ_{amb}	Density of Ambient Air

Executive Summary:

This Project is contracted to provide assistance to the Egyptian Government in carrying out the project entitled “HCFC PHASE-OUT MANAGEMENT PLAN (HPMP) EGYPT (STAGE II)”

The project required each OEMs to individually manufacture a custom-built Indirect Evaporative Cooling Hybrid Air Conditioner (IEC-H) prototypes and a central DX unit to test and compare their performances under actual operating conditions in three of the eight climatic zones (CZ) of Egypt.

The final report of 2022 showed the results of the tests in CZ 2 and 5. This report shows the results of the test in CZ 8, the hottest of all climatic zones in Egypt.

The four figures below show the results of OEM 3 only in the CZ 8. The figures belowshow the comparisons of the performance between the IEC-H unit and the DX unit over a 24 hours period.The tests results compared the values of the dry bulb temperatures out of the IEC-H and the DX unit, the wet bulb temperatures, the EERs and the unit’s refrigeration capacity. The tests were conducted for each OEM’s IEC-H and DX units simultaneously for a 24 hours period.

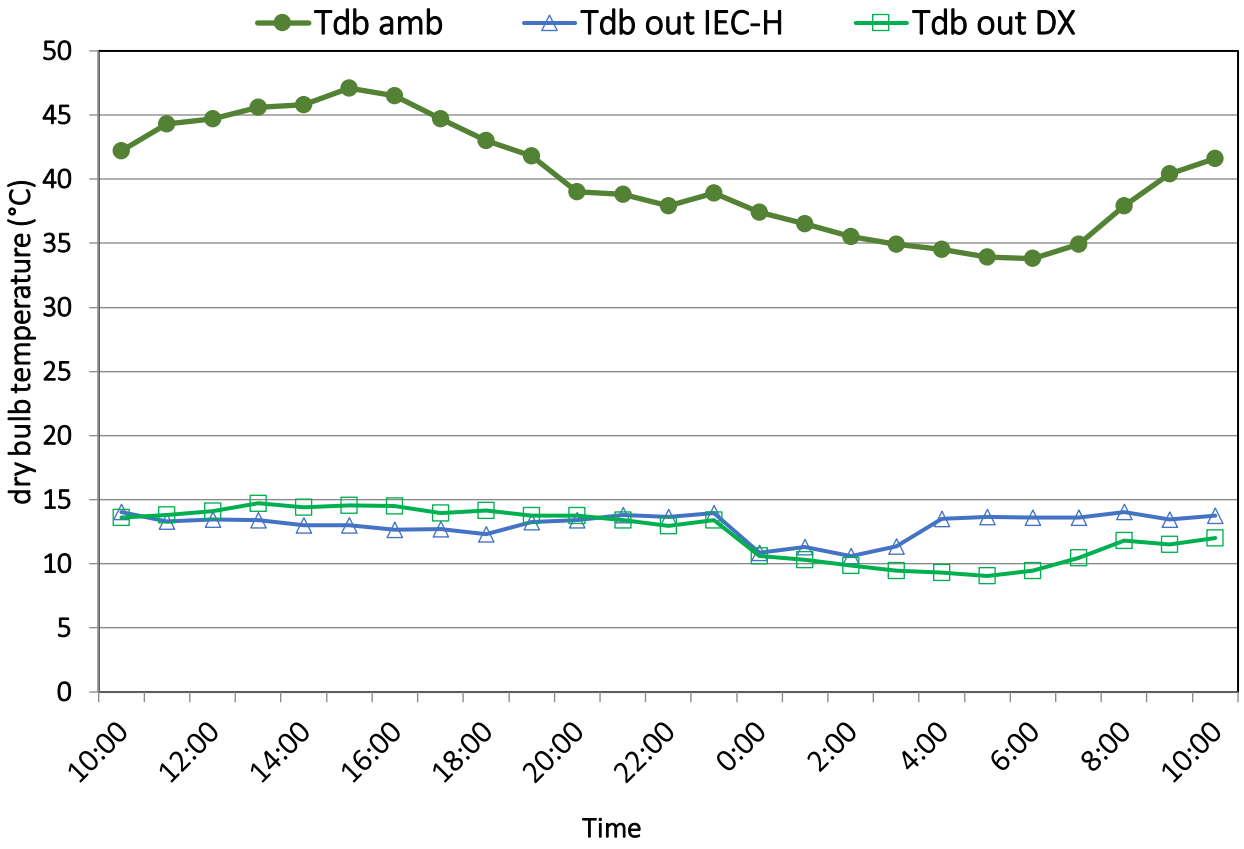


Fig. 1. Inlet Ambient Temperature Versus Outlet Temperature of IEC Hybrid and DX units, OEM 3- CZ 8

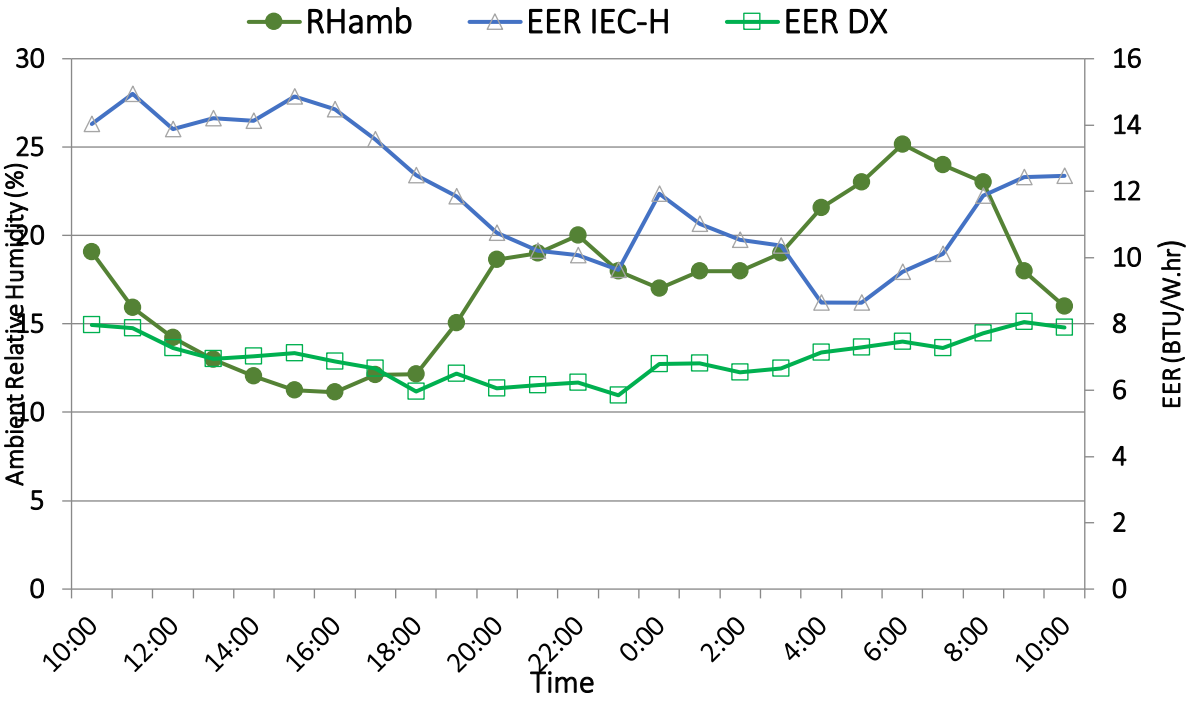


Fig. 2. EER for IEC Hybrid Unit & DX Unit Versus Ambient Relative Humidity - OEM 3- CZ 8

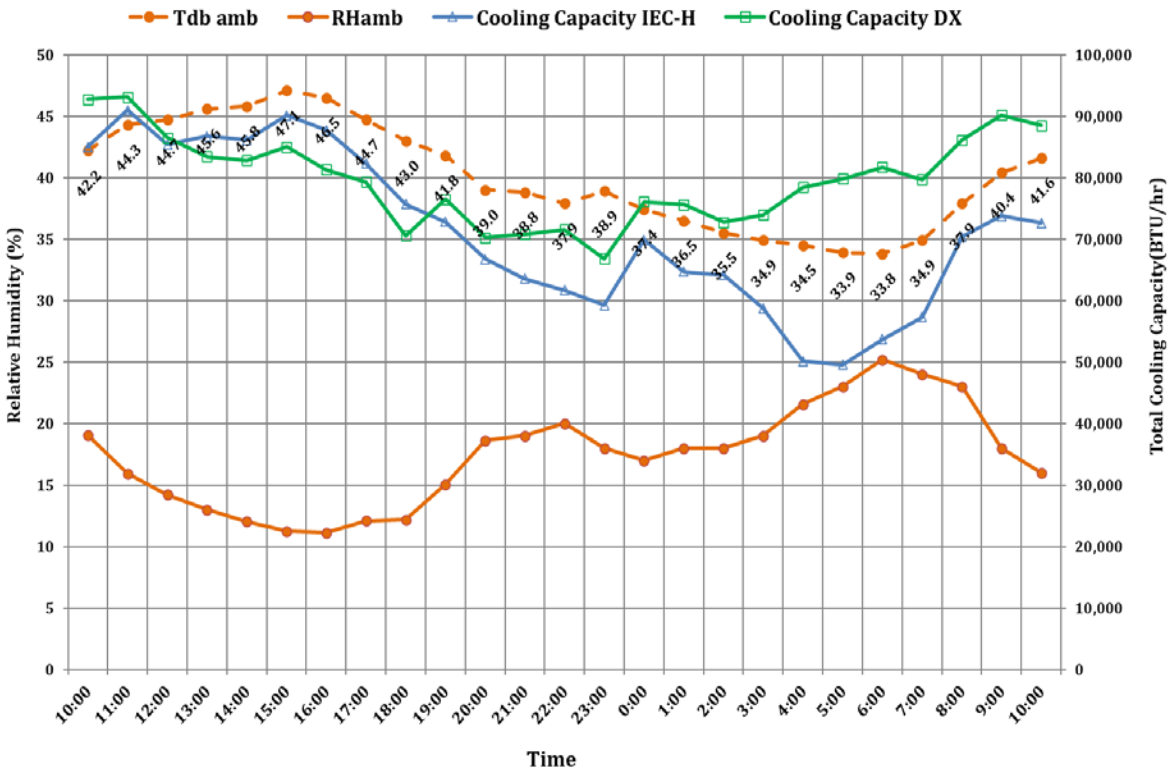


Fig. 3. Cooling Capacity for IEC Hybrid Unit & DX Unit Versus Ambient Conditions OEM 3- CZ 8

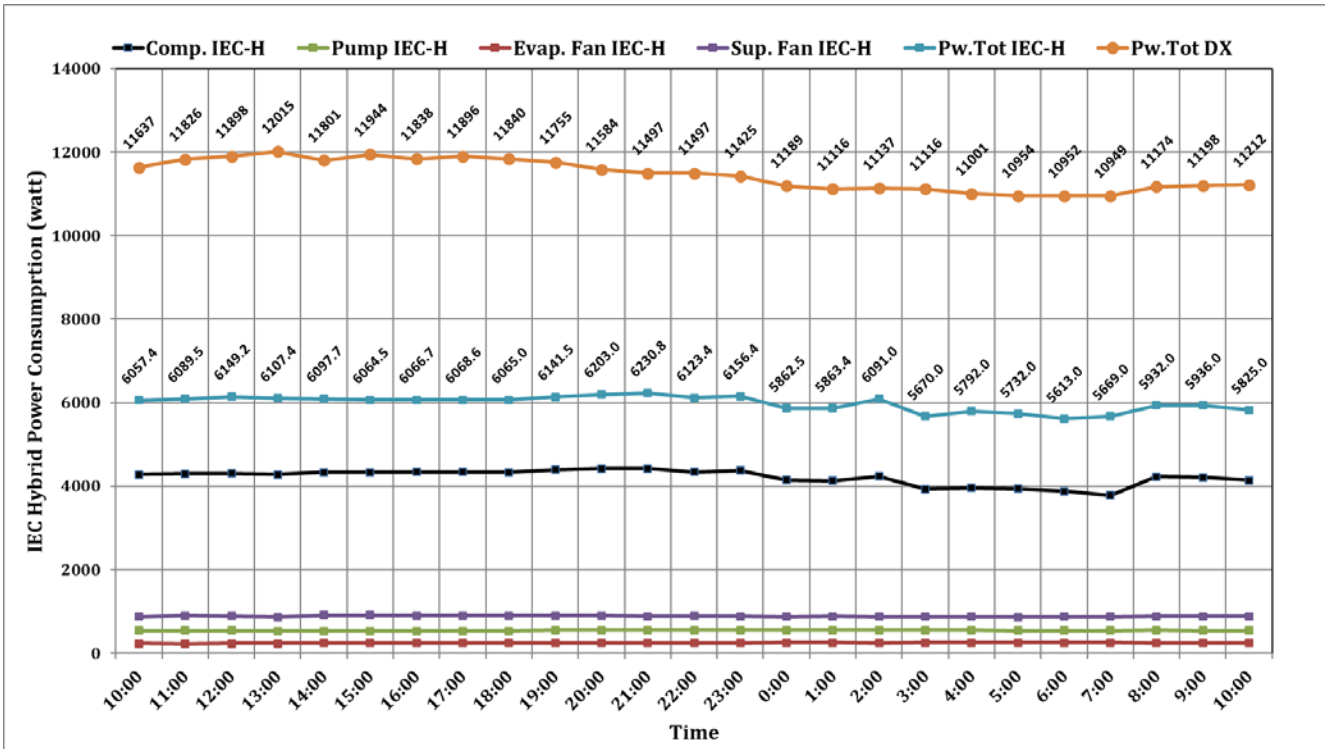


Fig. 4. Power Consumption of DX Unit and IEC Hybrid Unit Components OEM 3- CZ 8

All OEMs results showed better EER for their IEC-H units compared to their respective DX unit in the CZ 8 where the tests were conducted. The highest and lowest EERs of all OEMs are shown below.

In that sense, this report for CZ 8 showed that an IEC-H system is superior thermodynamically to a DX system because it achieves higher EERs.

Fig 17: High and Low EER (in BTU/W.hr) for Climatic Zone 8

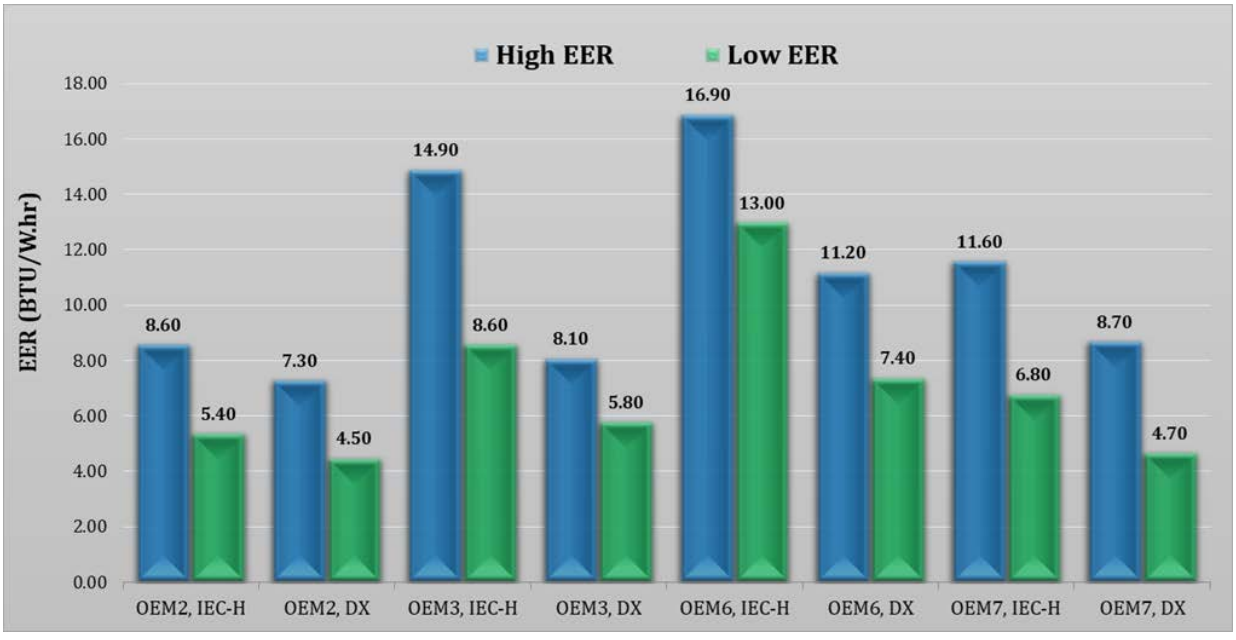
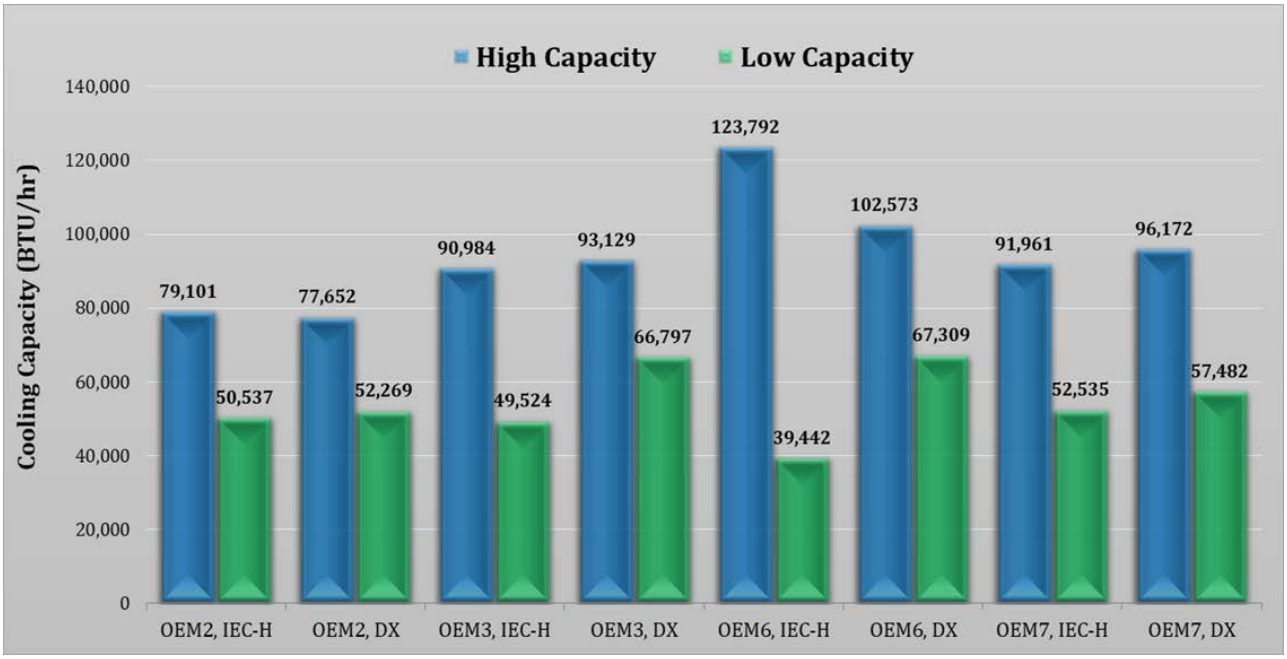


Fig 18: High and Low Capacity (in W) for Climatic Zone 8



The primary air discharge of both the IEC-H prototype and DX units for each OEM were the same and all fresh air. All compressors' capacities of all OEMs were also the same for IEC-H prototypes and DX units, except OEM 2 which used two compressors for its IEC-H prototype instead of one for all other OEMs.

The tests showed that the capacity of the IEC-H prototypes when compared to the refrigeration capacity of their respective DX unit also varied considerably, depending on the prototype design and the ambient relative humidity.

When the ambient relative humidity increased, the DX units tended to provide a better refrigeration capacity then corresponding IEC-H prototype, except OEM 2 which showed superior refrigeration capacity compared to the DX unit regardless of the relative humidity conditions.

Nevertheless, overall IEC-H refrigeration capacities at lower humidity periods, where higher than those of corresponding DX units.

The report breaks new ground for NIK air conditioning technologies and provides an alternative full fresh air system for air conditioning application that exceeds the efficiency of existing DX systems.

Although, both final reports for CZ 2 & 5 (2022) and this report for CZ 8 (2024) are sufficient to write guidelines for a code for direct/indirect evaporative cooling for Egypt, the report recommends further work to provide a mathematical formula and site testing to predict the EERs and refrigeration capacities for IEC-H prototypes for the remaining five climatic zones of Egypt, and substantiate the formula readings in other Climatic Zones of Egypt through site tests.

Chapter 1

1. Testing and Measurements of the Prototypes and DX units of all OEMs in Location CZ 8

1.1. Selection of CZ 8

Table 1: The Climatic Zones of Egypt

1	North Coast Region	5	Eastern Coast Region
2	Delta and Cairo region	6	High Heights Region
3	North Upper Egypt Region	7	Desert Region
4	Southern Upper Egypt Region	8	South of Egypt Region

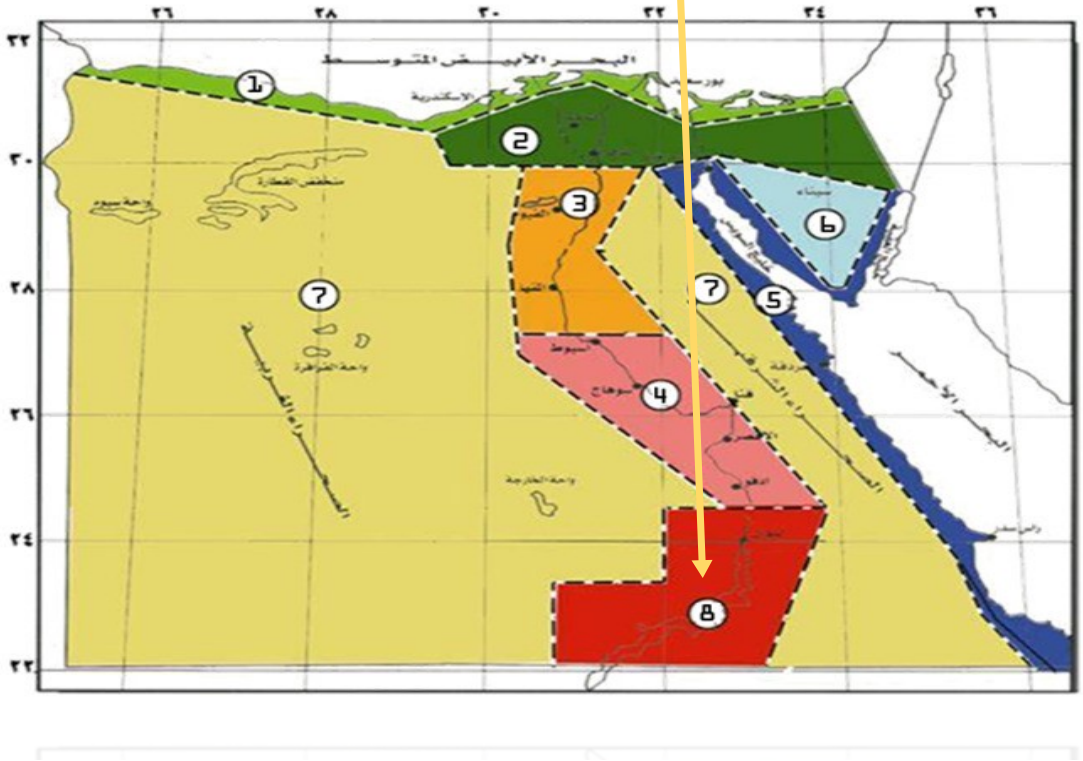


Fig 0: The eight Climatic Zones of Egypt

Ambient temperatures in Egypt's are at their highest during June, July and August. This is why these months were targeted for the tests.

The tests were performed in CZ 8 to show the effect of dry bulb temperature increaseversus relative humidity decrease on the efficiency and capacity of the prototypes at the hottest climatic zone in Egypt to complement tests made at CZ2 and CZ 5 in 2022. He results in these tests in CZ 8 would complement those done in CZ 2 and 5. With the tests in CZ 8 the viability of an IEC-H system in lower humidity/higher ambient climates when compared to a DX system.

Figure 0 shows the different climatic zones of Egypt. CZ 2 encompass the capital Cairoand its suburban cities across its latitude in the span west in the lower delta south of Alexandria's longitude and east across the Sinai Peninsula. CZ 2 would be generally characterized by its

relatively higher humidity because it is in the lower delta with its extensive population clusters and its large agriculture fields. Tests in CZ 2 were performed at Badr city.

CZ 5 is the eco-climatic zone around the shores of the red sea from Suez in the north to Halayeb and Shalatein in the south and across south Sinai on the banks of the gulfs of Suez and Aqaba. Its dry bulb temperatures are moderate compared to further south in Egypt.

CZ 5 is characterized by its higher dry bulb temperatures compared to CZ 2 and its lower humidity. Tests were performed in Hurghada city in CZ 5.

Comparison between the results in these two climatic zones would indicate the feasibility of the IEC-H system compared to a DX system as the dry bulb increases and the humidity decreases.

CZ 8, is the hottest in Egypt with relatively lower humidity ratios compared to other climatic zones.

This is why testing in CZ 8 would complement the tests in CZ 2 & 5 done in 2022.

1.2. How the Tests were Performed?

Each OEM tested two of his units in the same 24 hours, one IEC-H prototype next to one DX unit.
Both units tested were full fresh air and had the same air flow rate.
All OEMs used R-32 for both their IEC-H prototype and their corresponding DX unit.

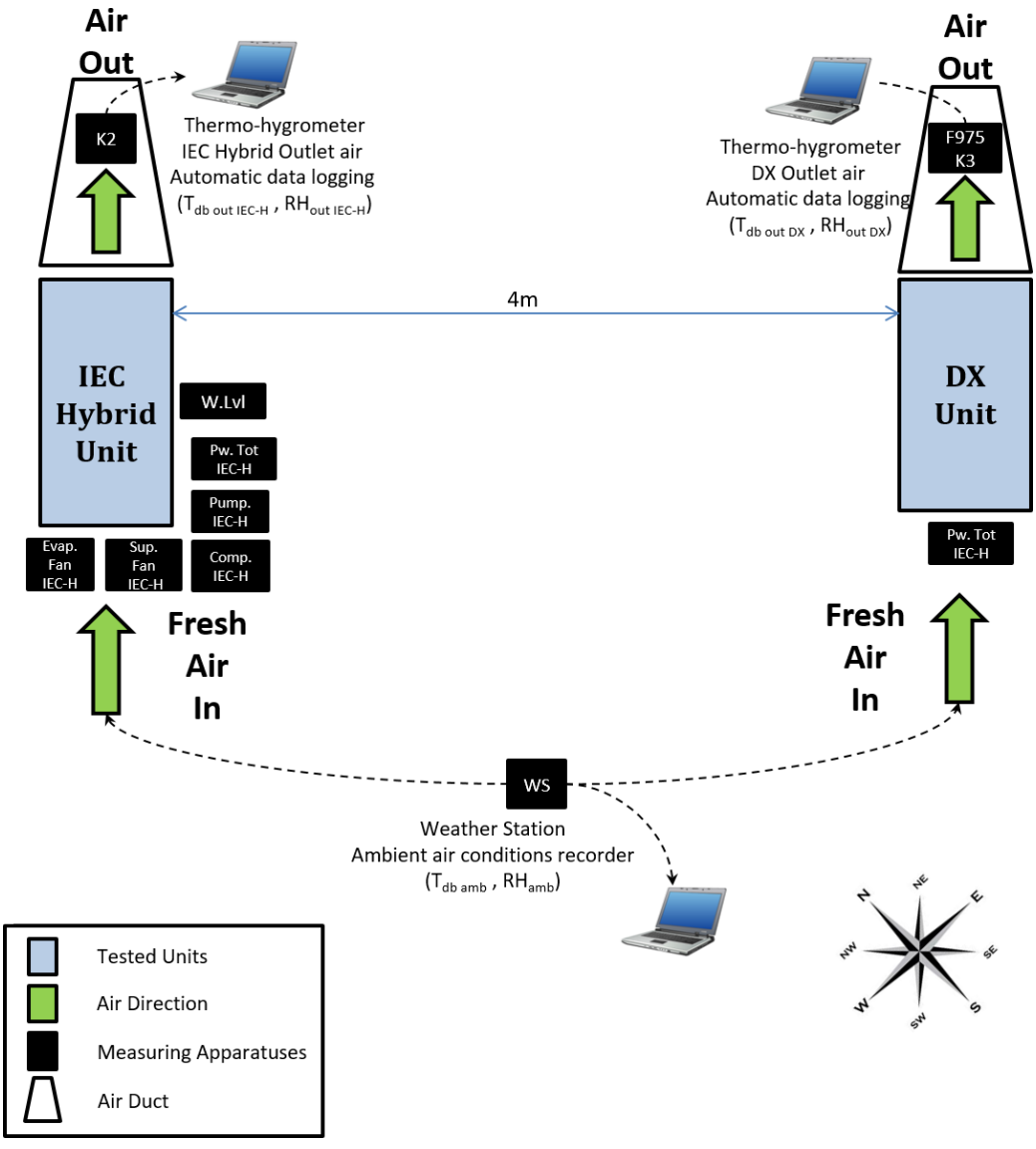
1.3. The Testing Methodology

This is a brief description of the testing methodology. The complete testing methodology is shown in **annex 3** of the final report of 2022. the testing methodology follows EUROVENT recommendations*

- There were no intentions to compare the performance of OEMs units, one against the other. This is why OEMs are labelled by a confidential number and not by their original name.
- The purpose of the tests is to find out if there are energy efficiency advantages obtained by adopting a hybrid IEC system, IEC-H, when compared to a DX or chilled water system for climatic CZ 8.
- Both IEC-H prototype and DX unit are tested simultaneously. Both units are full fresh air with rate of air discharge of one unit regulated so that it matches the other.
- To maintain 15 °C primary air outlet dry bulb temperature.
- For each OEM, testing was performed over a 24hr period for both units simultaneously.
- The tests performed for all OEMs, one after the other.
- The tests were considered completed once a 24 hours' cycle is recorded for both IEC hybrid and DX units. If any of the units stopped working during the test or suffered a performance anomaly such as freezing of the cooling coil the test result at this specific point were discarded.
- The tests meteorological readings were recorded.
- The tests were performed to obtain the total refrigeration capacities (Watts) and the energy efficiency ratio (BTU/W.hr) of both IEC-H and the DX unit for each OEM simultaneously and compare theresults over a 24 hours' period; see the Egyptian standard EOS 3795:2013.
- In this report, the test values are plotted and analyzed to help obtaining a definite understanding of the advantages of the system at various climatic zones.
- An economic comparison is made by an economic expert to compare the Net Present Value (NPV) of the IEC-H to a DX unit over its lifetime to check its economic feasibility for CZ 2 and 5 only.
- Figure 00 shows the Schematic Diagram of the Test Arrangement with Instrumentation.

*** "Eurovent AISBL / IVZW / INPA. (2023). Eurovent 15/1 - 2023 — Hybrid Indirect Evaporative Cooling Equipment - Classification Requirements and Test Conditions. Brussels: Eurovent."**

Fig 00: Schematic Diagram of the Test Arrangement with Instrumentation



Chapter 2

Tabulation Formats for Compiling and Presenting the Results of the Project (CZ 8)

The results obtained were tabulated in excel sheets tabs as follows:

- Basic information
- Graphs of capacities and EERs for IEC-H
- Graphs of capacities and EERs for DX

The tabs of the calculations of capacities and EERs for IEC-H units were used to plot the essential graphs.
The graphs show the following:

- The ambient dry bulb temperature and the outlet dry bulb temperatures of the IEC-H and the DX units across a whole day
- The EERs of both the IEC-H and the DX units and ambient RH across a whole day.
- The cooling capacities of the IEC-H and DX unit and the ambient dry bulb temperature and RH across a whole day
- The power consumptions of the DX unit and the IEC-H unit and its components.This was repeated for each OEM in CZ 8.

These graphs were used in calculating the highs and lows of each parameter that follows each OEM.
The final analysis, conclusions and recommendations for future work, in chapter 4 and 5 are derived from the results obtained and drawn from the graphs of chapter 3.
All tabulated excel sheets are made by HBRC and included HBRC final report.
HBRC were instrumental in setting-up the test site and testing rigs. They also collected the readings of the tests, tabulated the results and helped tremendously on the drawing process to obtain the best indicative graphs.

Chapter 3

Analysis of Testing Results and Measurements for the Prototypes and DX Units.

The testing results and measurements for the prototypes and DX units provide us with figures that show us if an IEC-H system is technically advantageous compared to a DX system. The testing results and measurements for all OEMs are listed in details in Annex.

3.1 OEM 3, Climatic Zone 8

Table 2: Basic Information for OEM3 at Climatic Zone 8

Basic Information

Tested Units Name	DX (Direct Expansion Unit)		
	IEC Hybrid (Indirect Evaporative Cooling Hybrid Unit)		
OEM No.	3		
Refrigerant	R-32		
Air Flow Rate	1320 C.F.M for DX and IEC hybrid Units		
Capacity	DX	2	Two compressors
	IEC hybrid	1	One compressor
Water Bath Area	1728.5*623		mm2
Climatic Zone	8 (South Egypt)		
Altitude	196.07 meter (From Sea Level)		
Location	22°49' 02" N 31°28' 16" E		
Test Date	28-Aug-24		

The figures below show the following

For OEM 3 in CZ 8, across a whole day:

- Figure 1: The ambient dry bulb temperature and the outlet dry bulb temperatures of the IEC-H and the DX units.
- Figure 2: The EERs of both the IEC-H and the DX units and ambient RH.
- Figure 3: The refrigeration capacity of the IEC-H and DX unit and the ambient dry bulb temperatureand RH.
- Figure 4: The power consumptions of the DX unit and the IEC-H unit and its components.

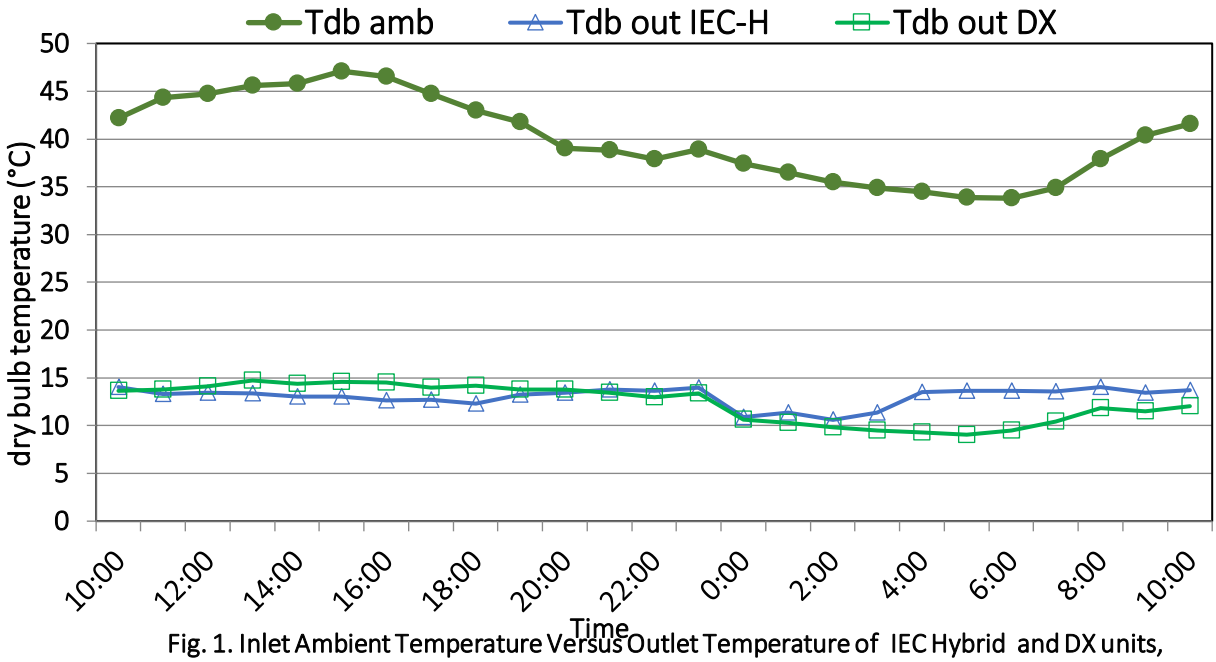


Fig. 1. Inlet Ambient Temperature Versus Outlet Temperature of IEC Hybrid and DX units, OEM 3- CZ 8

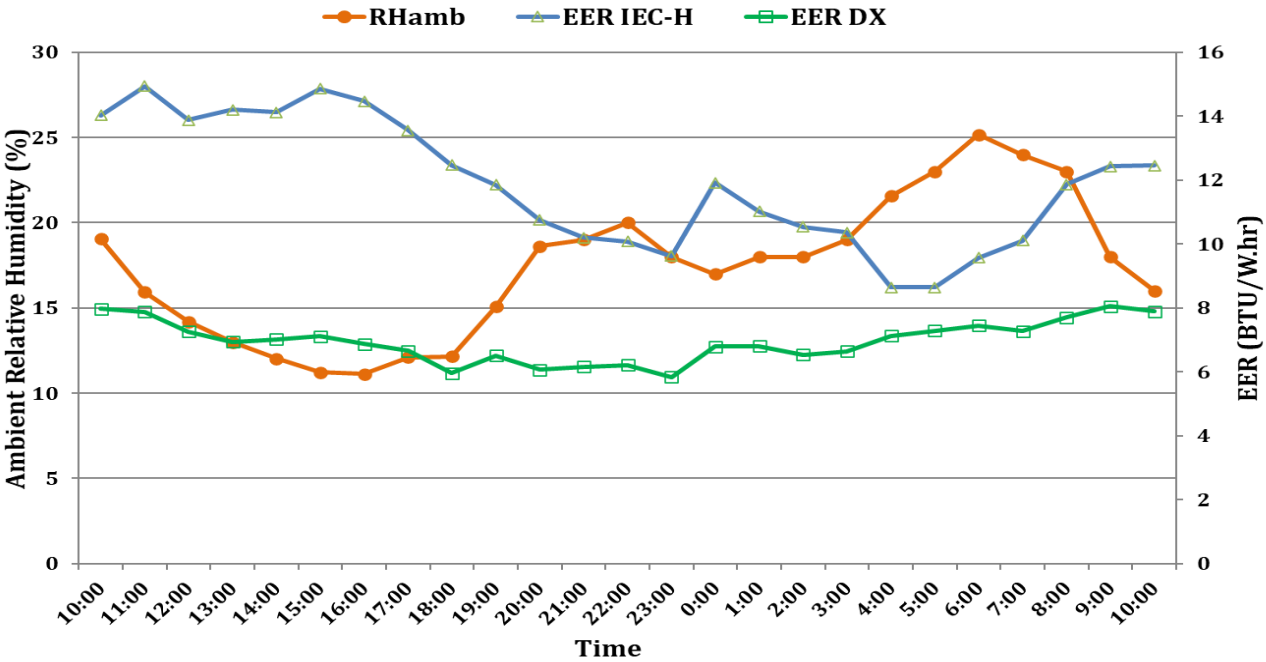


Fig. 2. EER for IEC Hybrid Unit & DX Unit Versus Ambient Relative Humidity OEM 3- CZ 8

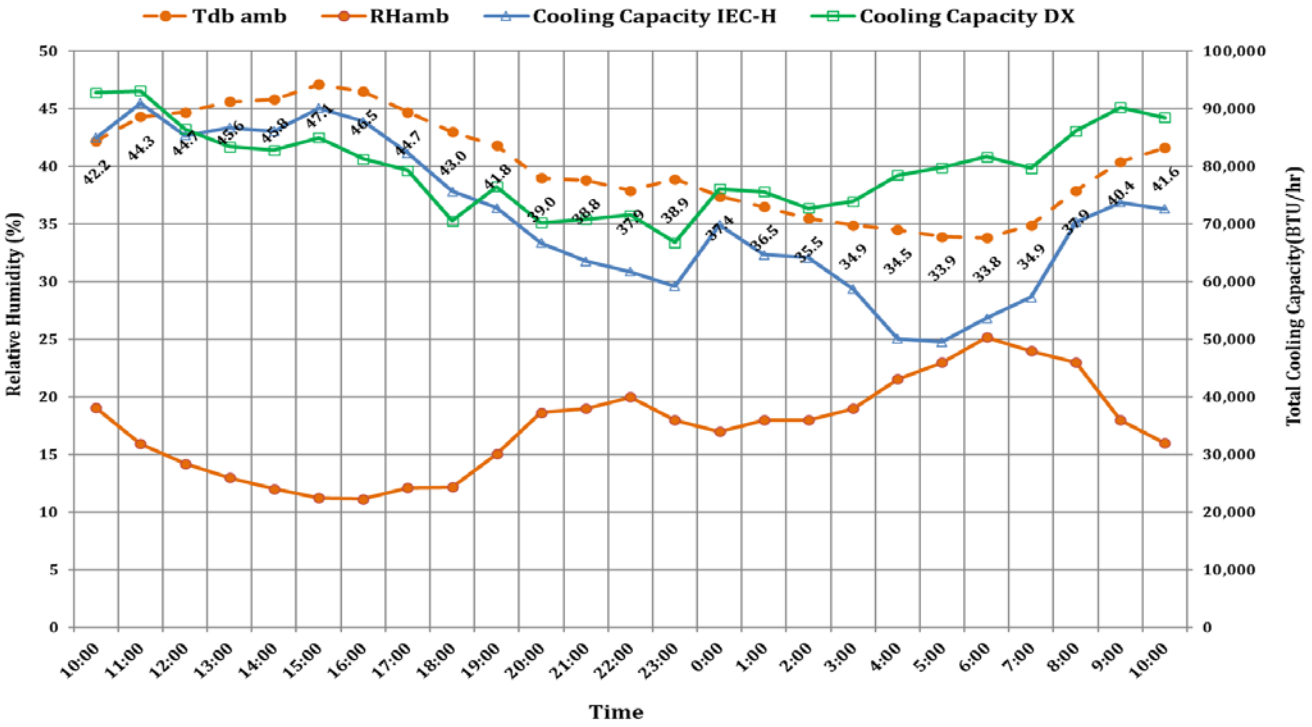


Fig. 3. Cooling Capacity for IEC Hybrid Unit & DX Unit Versus Ambient Conditions
OEM 3- CZ 8

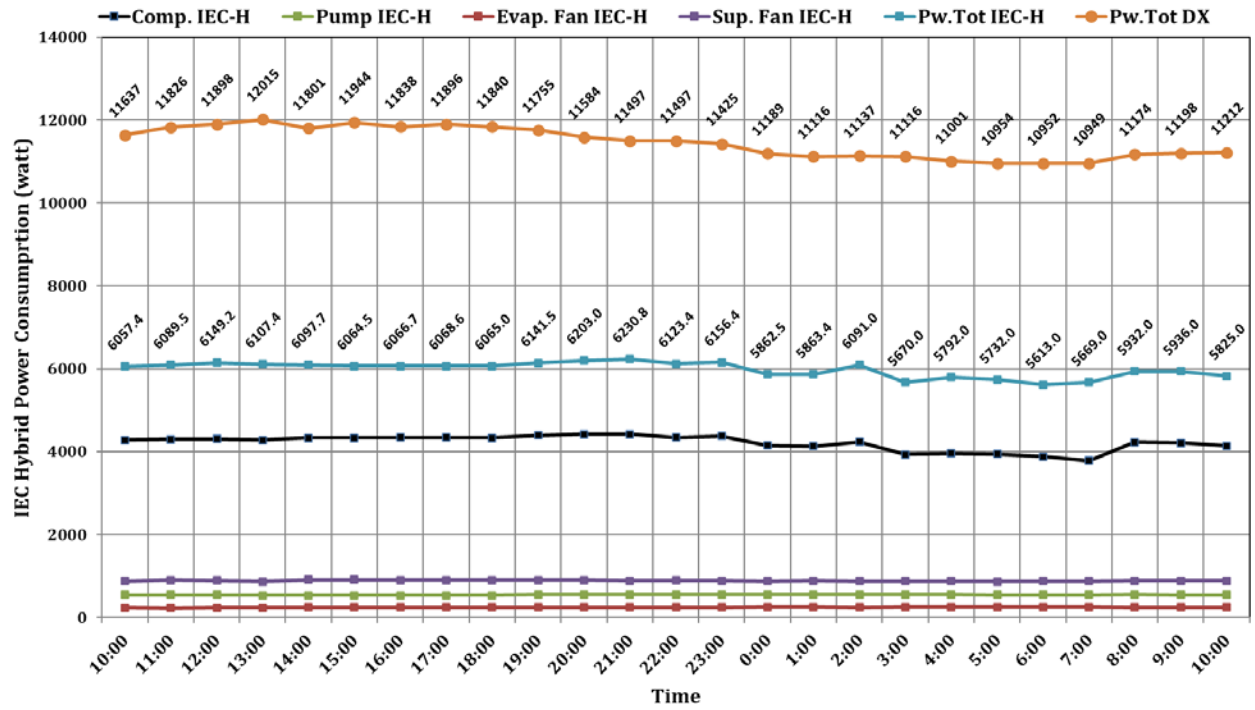


Fig. 4. Power Consumption of DX Unit and IEC Hybrid Unit Components
OEM 3- CZ 8

Analysis of the results of OEM 3 at CZ 8:

Table 3: High and Low readings for OEM3 at Climatic Zone 8

OEM 3, CZ 8				
High and Low Dry Bulb Temp. ℃, Relative humidity				
H and l	$T_{db\ out}$ IEC-H	$T_{db\ out}$ DX	RH_{amb}	$T_{db\ amb}$
High	14.0	14.7	24.0	47.1
Low	10.6	9.1	11.1	33.8

3.2 OEM 2, Climatic Zone 8

Basic Information

Table 4: Basic Information for OEM2 at Climatic Zone 8

Tested Units Name	DX (Direct Expansion Unit)		
	IEC Hybrid (Indirect Evaporative Cooling Hybrid Unit)		
OEM No.	2		
Refrigerant	R-32		
Air Flow Rate	1320 C.F.M for DX and IEC hybrid Units		
Capacity	DX	2	compressors
	IEC hybrid	2	compressors
Water Bath Area	1000*900		mm2
Climatic Zone	8 (South Egypt)		
Altitude	196.07 meter (From Sea Level)		
Location	22°49' 02" N 31°28' 16" E		
Test Date	26-Aug-24		

The figures below show the following

For OEM 2 in CZ 8, across a whole day:

- Figure 5: The ambient dry bulb temperature and the outlet dry bulb temperatures of the IEC-H and the DX units.
- Figure 6: The EERs of both the IEC-H and the DX units and ambient RH.
- Figure 7: The cooling capacity of the IEC-H and DX unit and the ambient dry bulb temperature and RH.
- Figure 8: The power consumptions of the DX unit and the IEC-H unit and its components.

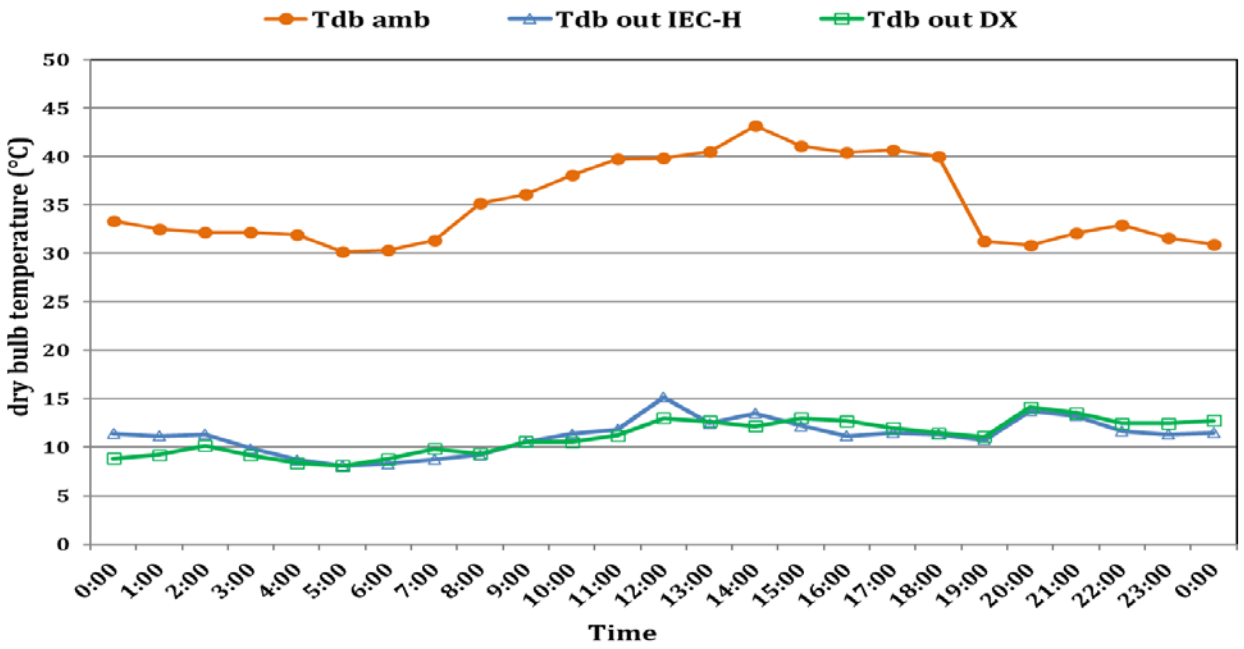


Fig. 5. Inlet Ambient Temperature Versus Outlet Temperature of IEC Hybrid and DX units OEM 2

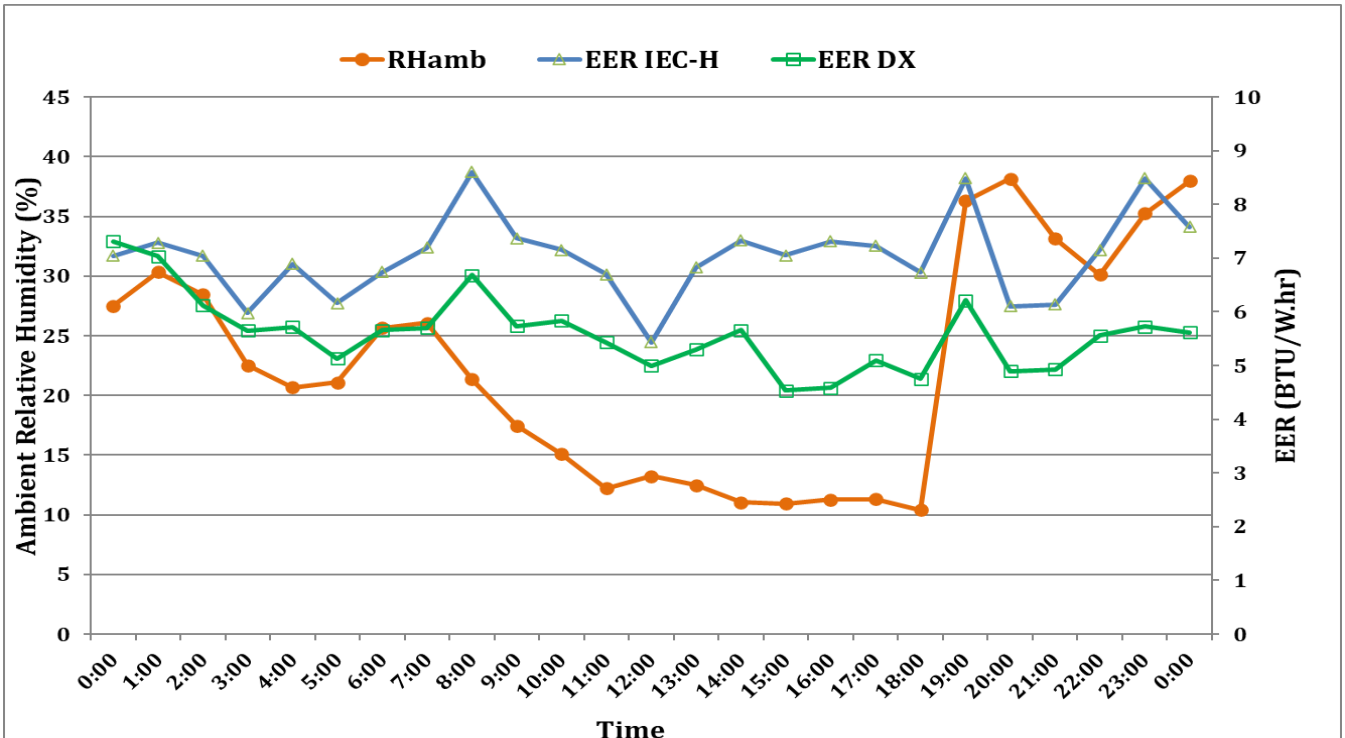


Fig. 6. EER for IEC Hybrid Unit & DX Unit Versus Ambient Relative Humidity- OEM2

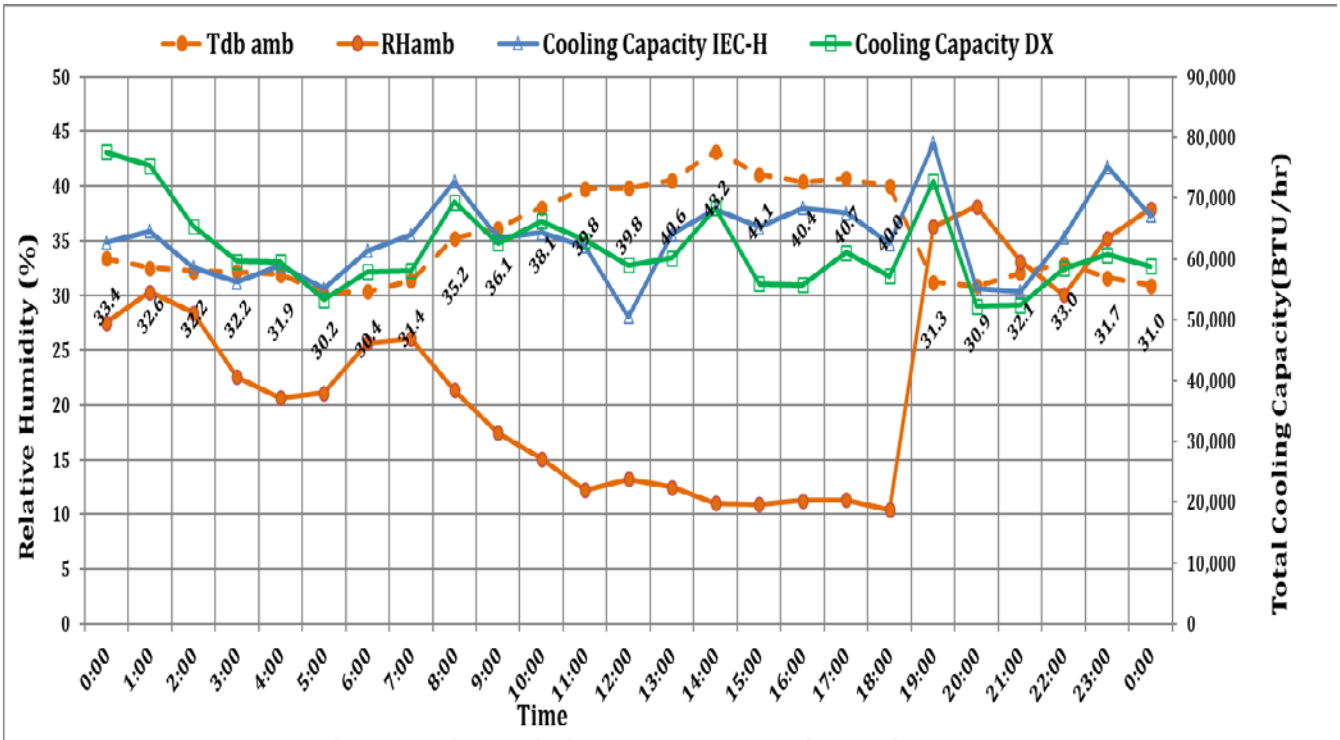


Fig. 7. Cooling Capacity for IEC Hybrid Unit & DX Unit Versus Ambient Conditions
OEM 2

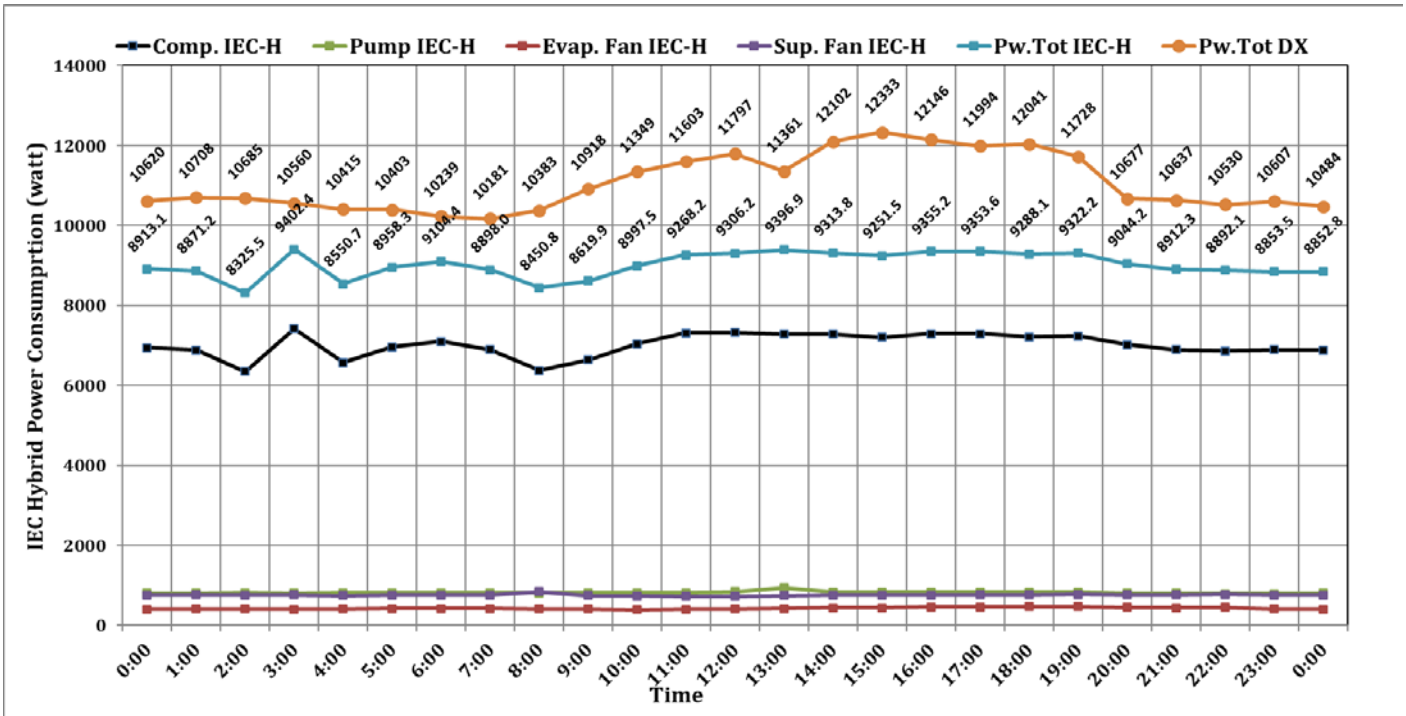


Fig. 8. Power Consumption of DX Unit and IEC Hybrid Unit Components
OEM 2

Table 5: High and Low readings for OEM2 at Climatic Zone 8

OEM 2, CZ 8				
High and Low Dry Bulb Temp. ℃ and Relative humidity				
H and l	$T_{db\ out}$ IEC-H	$T_{db\ out}$ DX	RH_{amb}	$T_{db\ amb}$
High	15.2	14.1	38.2	43.2
Low	8.3	8.1	10.4	30.2

3.3 OEM 6, Climatic Zone 8

Basic Information

Table 6: Basic Information for OEM 6 at Climatic Zone 8

Tested Units Name	DX (Direct Expansion Unit)		
	IEC Hybrid (Indirect Evaporative Cooling Hybrid Unit)		
OEM No.	6		
Refrigerant	R-32		
Air Flow Rate	1800 C.F.M for DX and IEC hybrid Units		
Capacity	DX	2	compressor
	IEC hybrid	1	compressors
Water Bath Area	(1308.3^2-900.3^2)		mm2
Climatic Zone	8 (South Egypt)		
Altitude	196.07 meter (From Sea Level)		
Location	22°49' 02" N 31°28' 16" E		
Test Date	31-Aug-24		

The figures below show the following

For OEM 6 in CZ 8, across a whole day:

- Figure 9: The ambient dry bulb temperature and the outlet dry bulb temperatures of the IEC-H and the DX units.
- Figure 10: The EERs of both the IEC-H and the DX units and ambient RH.
- Figure 11: The cooling capacity of the IEC-H and DX unit and the ambient dry bulb temperatureand RH.
- Figure 12: The power consumptions of the DX unit and the IEC-H unit and its components

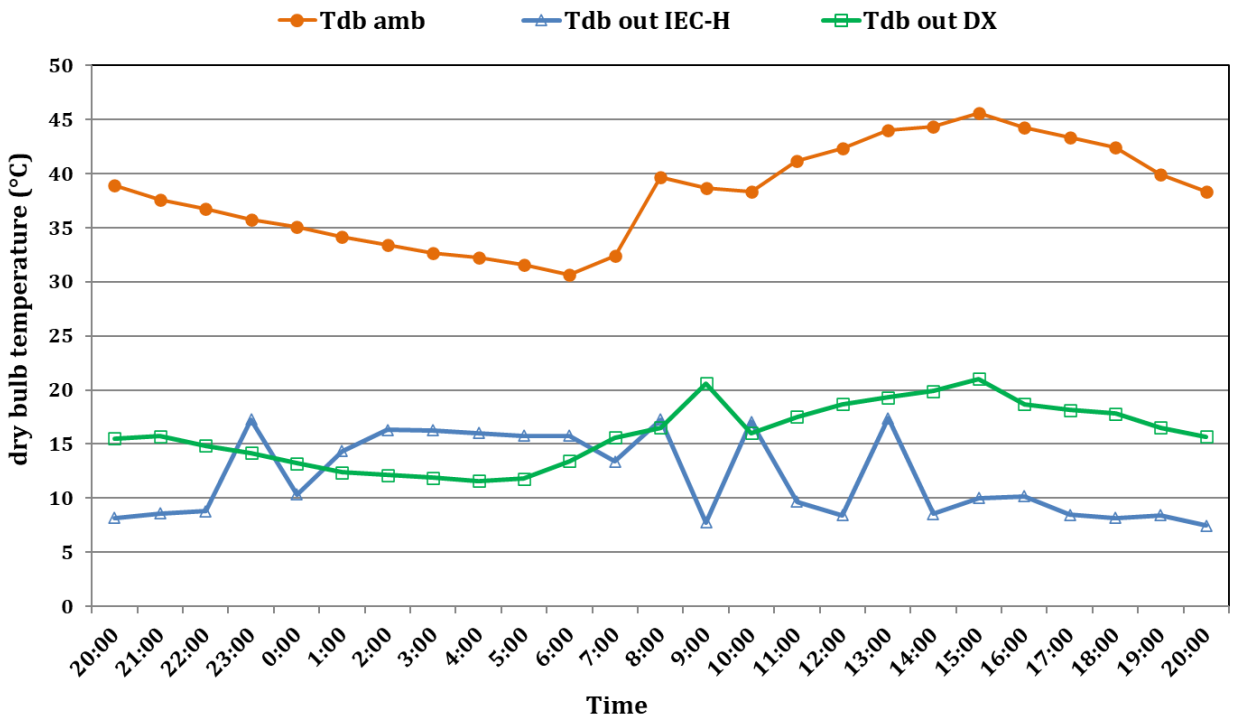


Fig. 9. Inlet Ambient Temperature Versus Outlet Temperature of IEC Hybrid and DX units- OEM 6 CZ 8

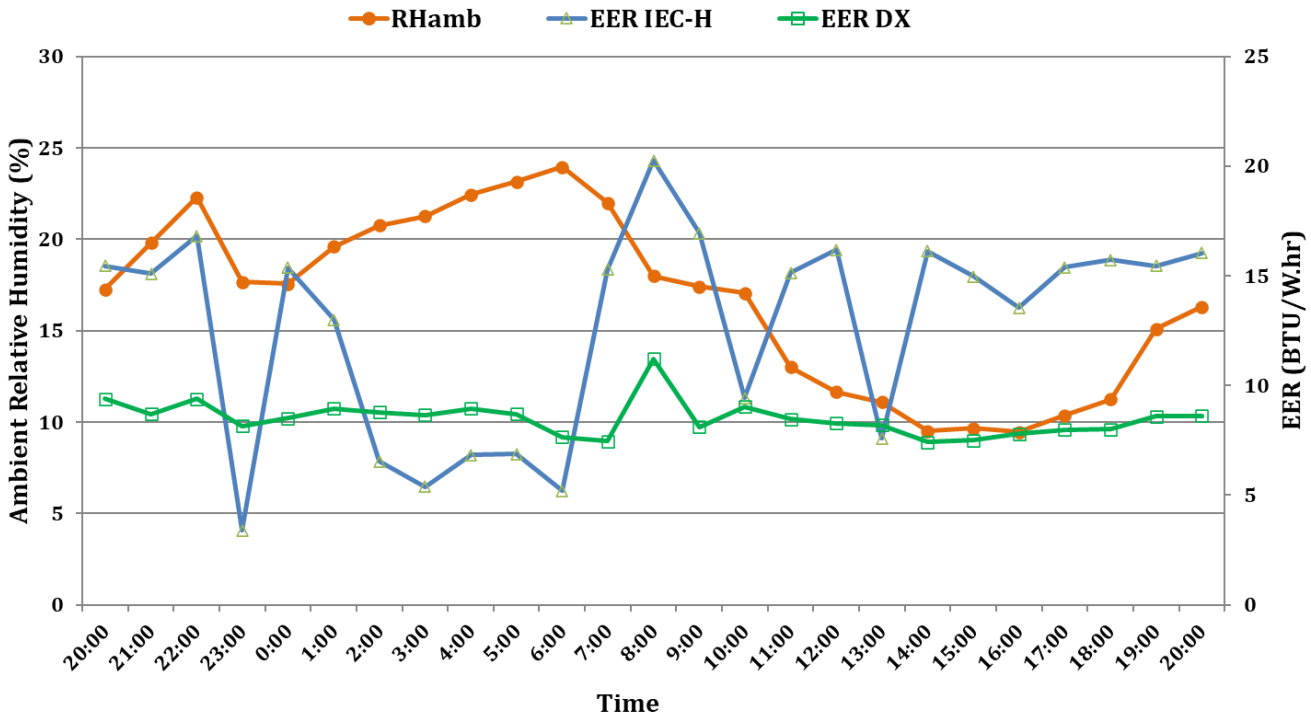


Fig. 10. EER for IEC Hybrid Unit & DX Unit Versus Ambient Relative Humidity OEM 6 CZ 8

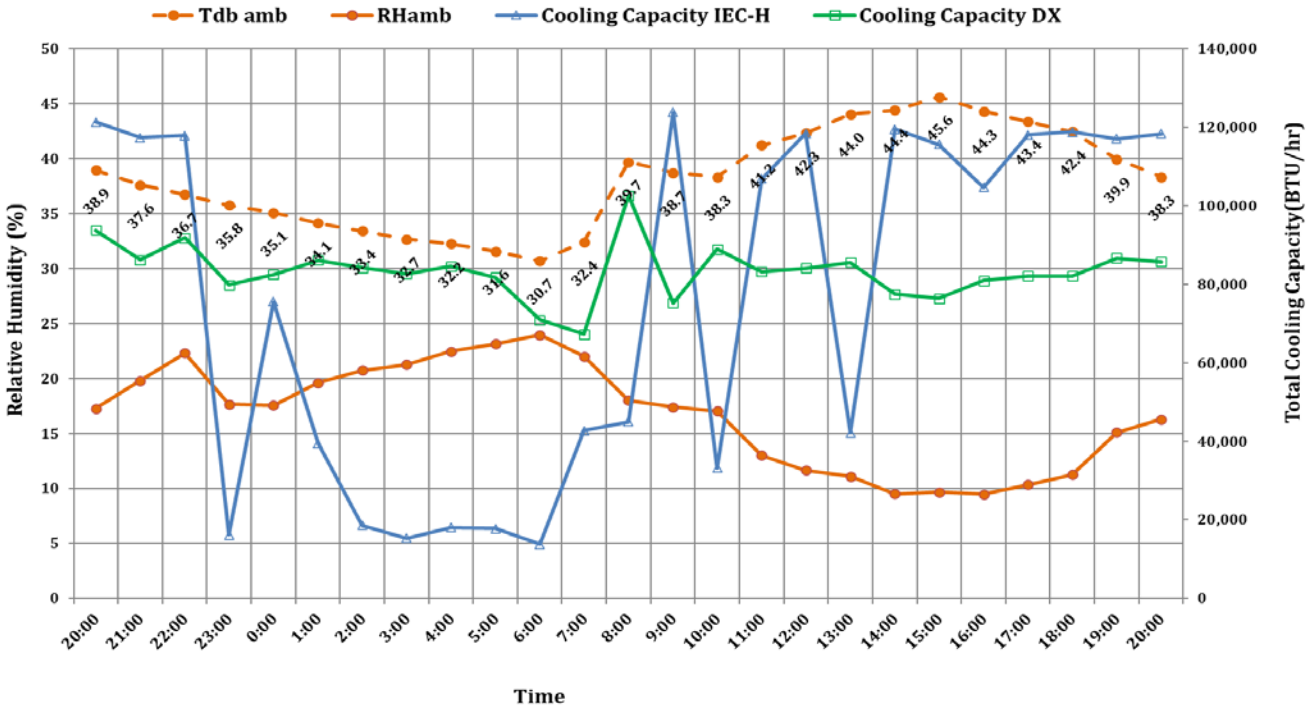


Fig. 11. Cooling Capacity for IEC Hybrid Unit & DX Unit Versus Ambient Conditions
OEM 6 CZ 8

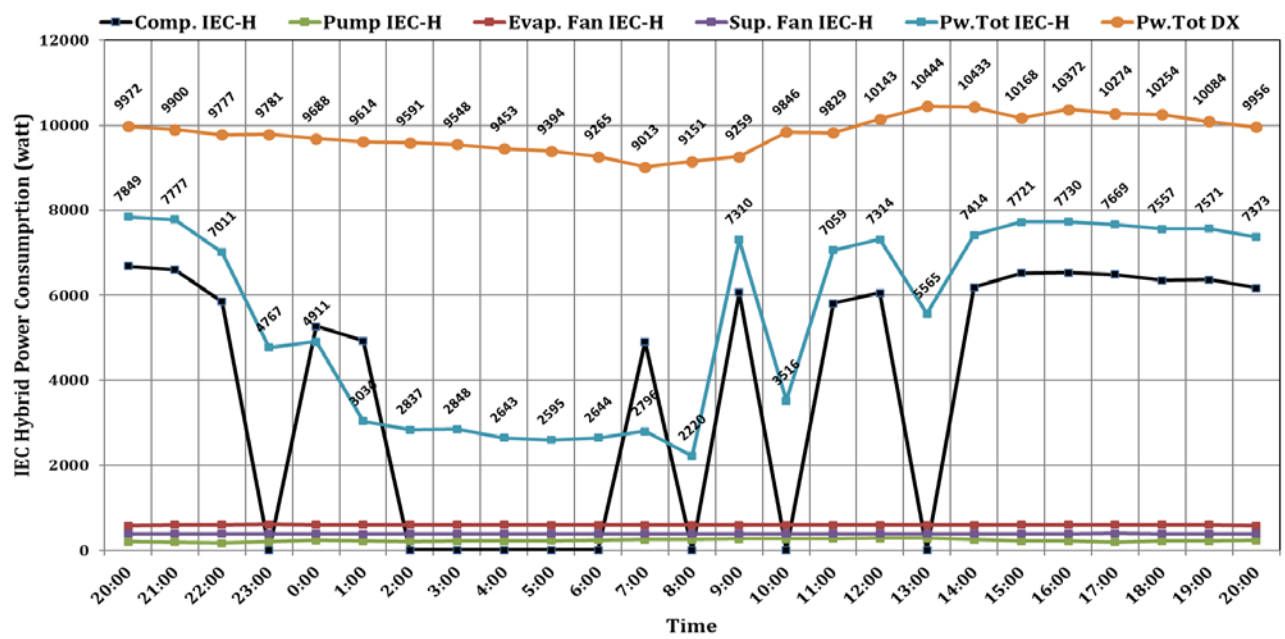


Fig. 12. Power Consumption of DX Unit and IEC Hybrid Unit Components
OEM 6 CZ 8

Table 7: High and Low readings for OEM 6 at Climatic Zone 8

OEM 6, CZ 8				
High and Low Dry Bulb Temp. °C and Relative humidity				
H and l	$T_{db\ out}$ IEC-H	$T_{db\ out}$ DX	RH_{amb}	$T_{db\ amb}$
High	17.4	17.8	24.0	45.6
Low	7.5	11.6	9.5	30.7

3.4 OEM 7, Climatic Zone 8

Basic Information

Table 8: Basic Information for OEM 7 at Climatic Zone 8

Tested Units Name	DX (Direct Expansion Unit)		
	IEC Hybrid (Indirect Evaborative Cooling Hybrid Unit)		
OEM No.	3		
Refrigerant	R-32		
Air Flow Rate	1320 C.F.M for DX and IEC hybrid Units		
Capacity	DX	1	compressor
	IEC hybrid	2	compressors
Water Bath Area	560X1020		mm2
Climatic Zone	8 (South Egypt)		
Altitude	196.07 meter (From Sea Level)		
Location	22°49' 02" N 31°28' 16" E		
Test Date	30-Aug-24		

The figures below show the following

For OEM 7 in CZ 8, across a whole day:

- Figure 13: The ambient dry bulb temperature and the outlet dry bulb temperatures of the IEC-Hand the DX units.
- Figure 14: The EERs of both the IEC-H and the DX units and ambient RH.
- Figure 15: The cooling capacity of the IEC-H and DX unit and the ambient dry bulb temperatureand RH.
- Figure 16: The power consumptions of the DX unit and the IEC-H unit and its components

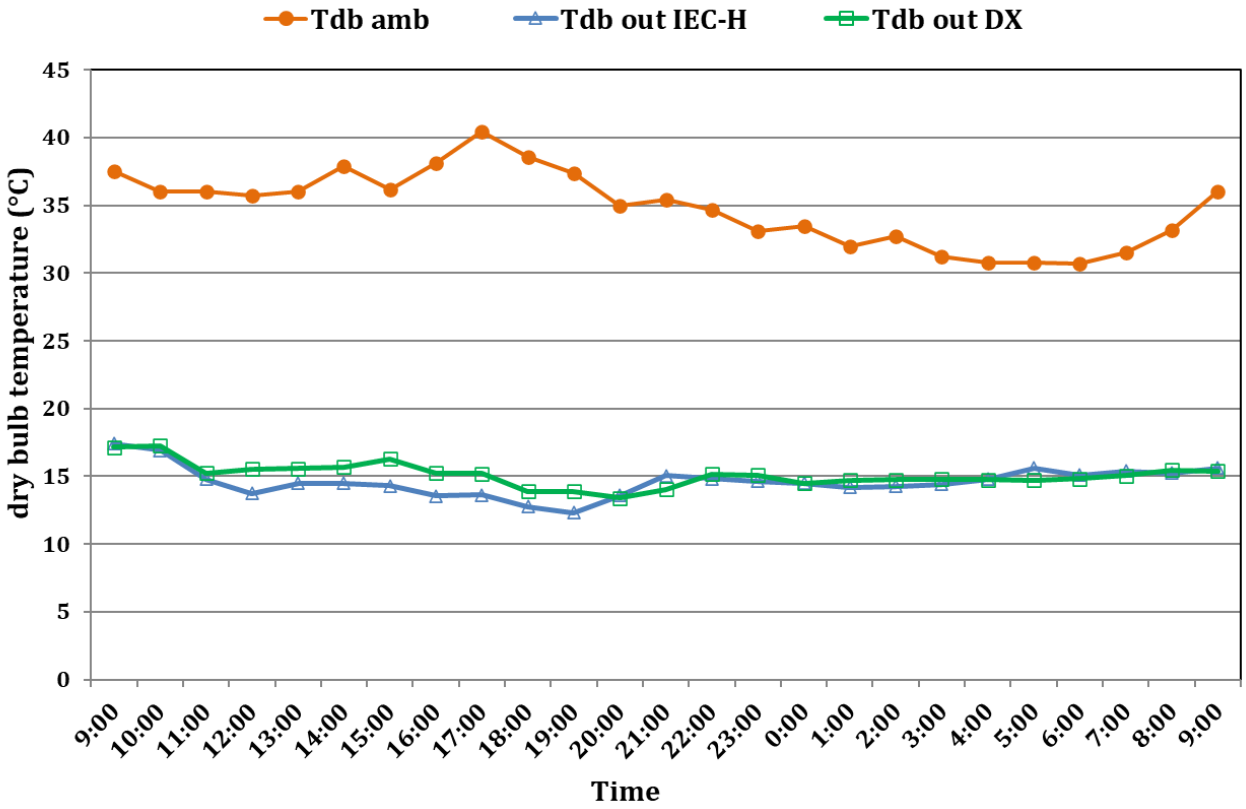


Fig. 13. Inlet Ambient Temperature Versus Outlet Temperature of IEC Hybrid and DX units, OEM 7 CZ 8

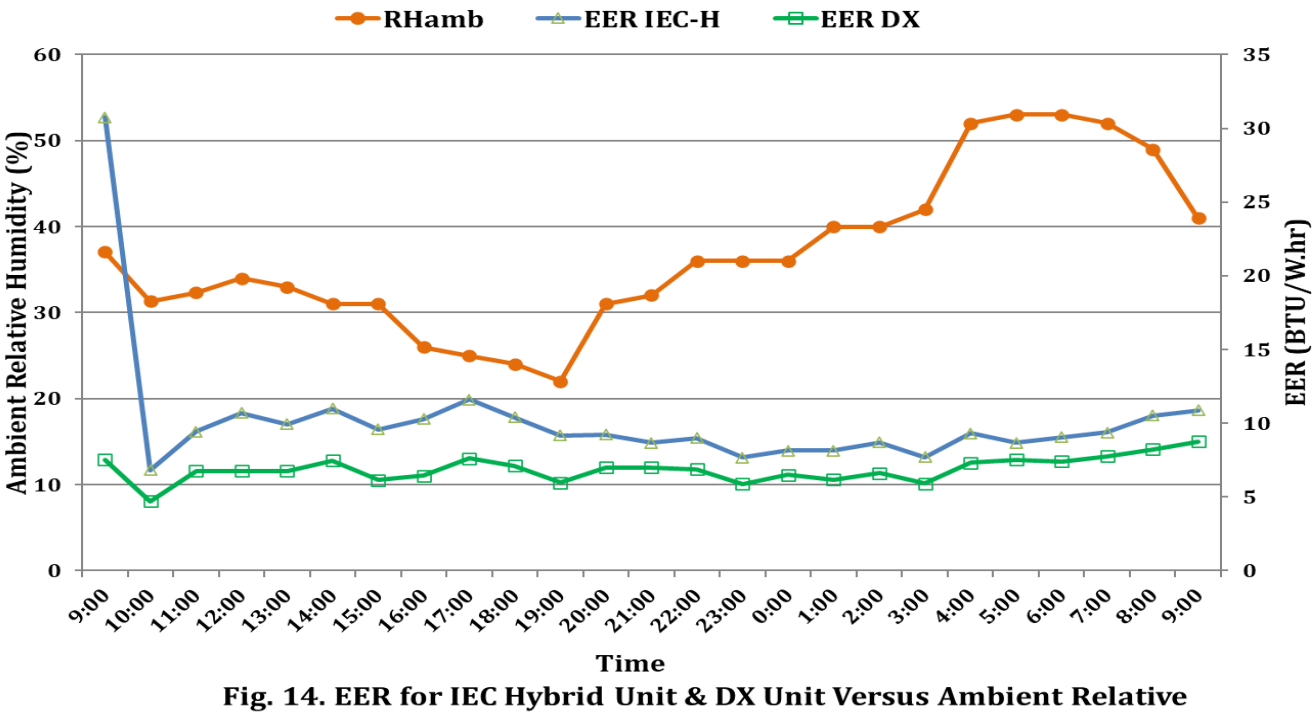


Fig. 14. EER for IEC Hybrid Unit & DX Unit Versus Ambient Relative Humidity, OEM 7 CZ 8

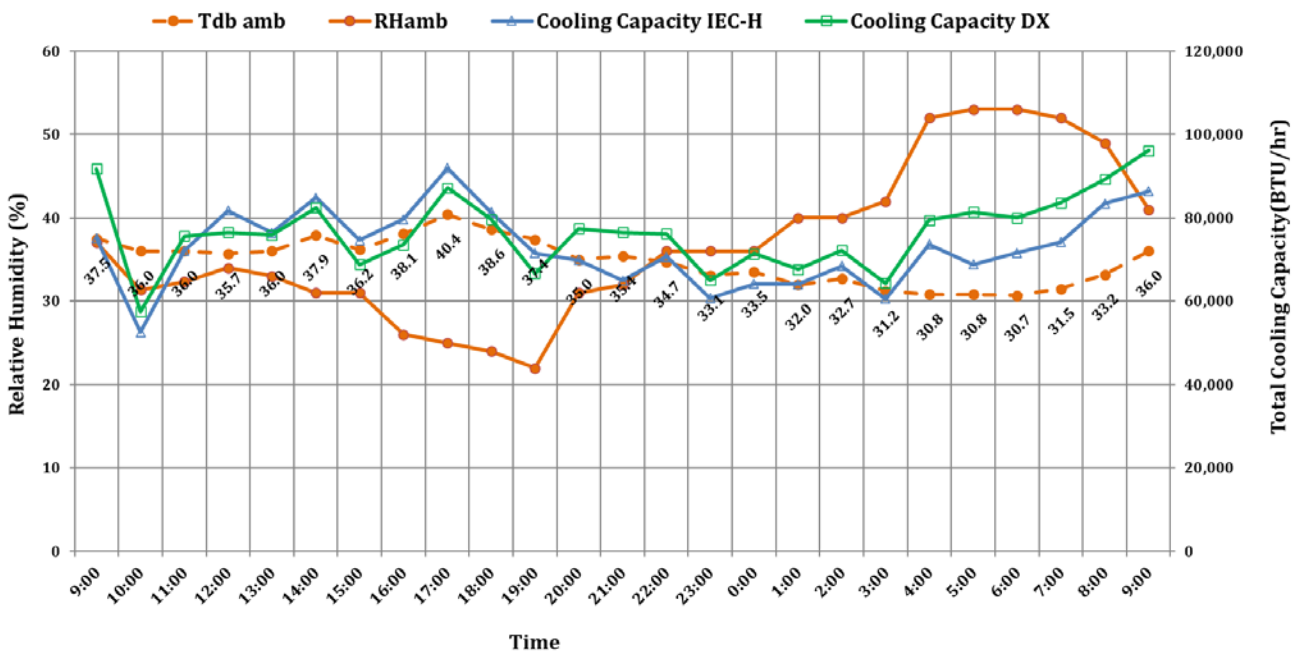


Fig. 15. Cooling Capacity for IEC Hybrid Unit & DX Unit Versus Ambient Conditions
OEM 7 CZ 8

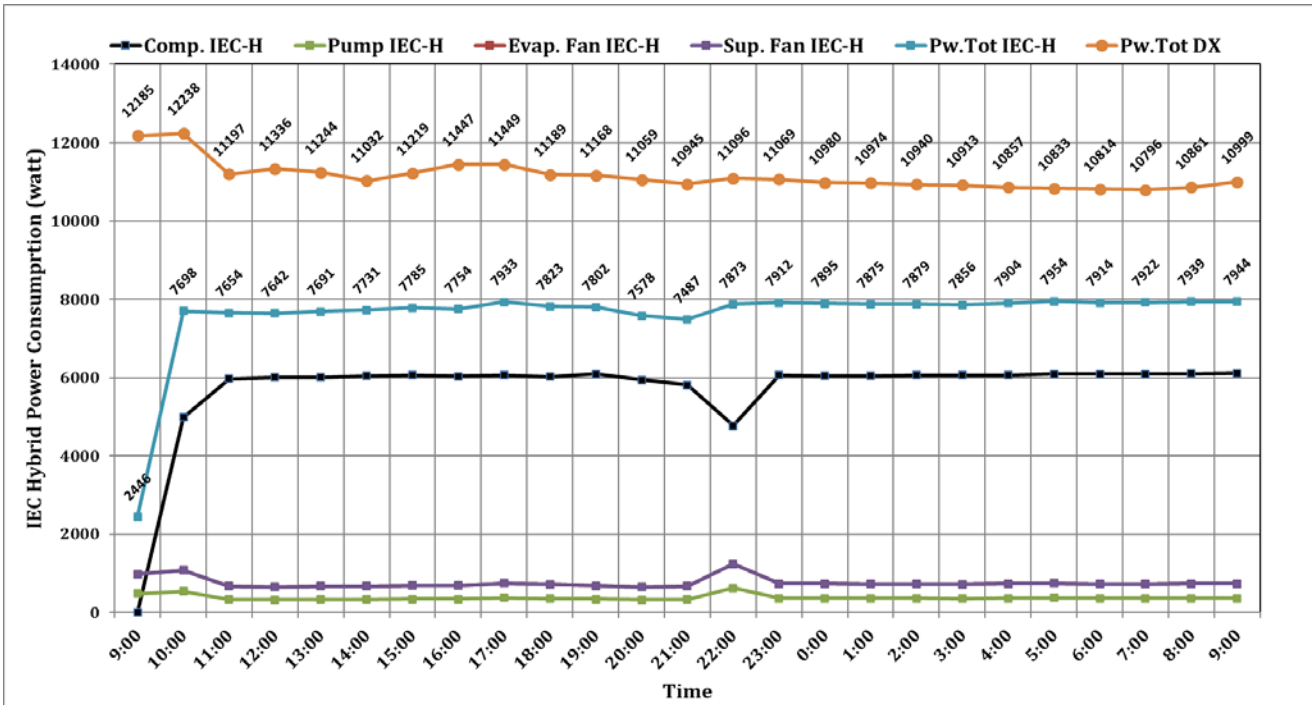


Fig. 16. Power Consumption of DX Unit and IEC Hybrid Unit Components
OEM 7 CZ 8

Table 9: High and Low readings for OEM 7 at Climatic Zone 8

OEM 7, CZ 8				
High and Low Dry Bulb Temp. °C and Relative humidity				
H and l	$T_{db\ out}$ IEC-H	$T_{db\ out}$ DX	RH_{amb}	$T_{db\ amb}$
High	17.4	17.3	49.0	40.4
Low	12.3	13.4	22.0	30.7

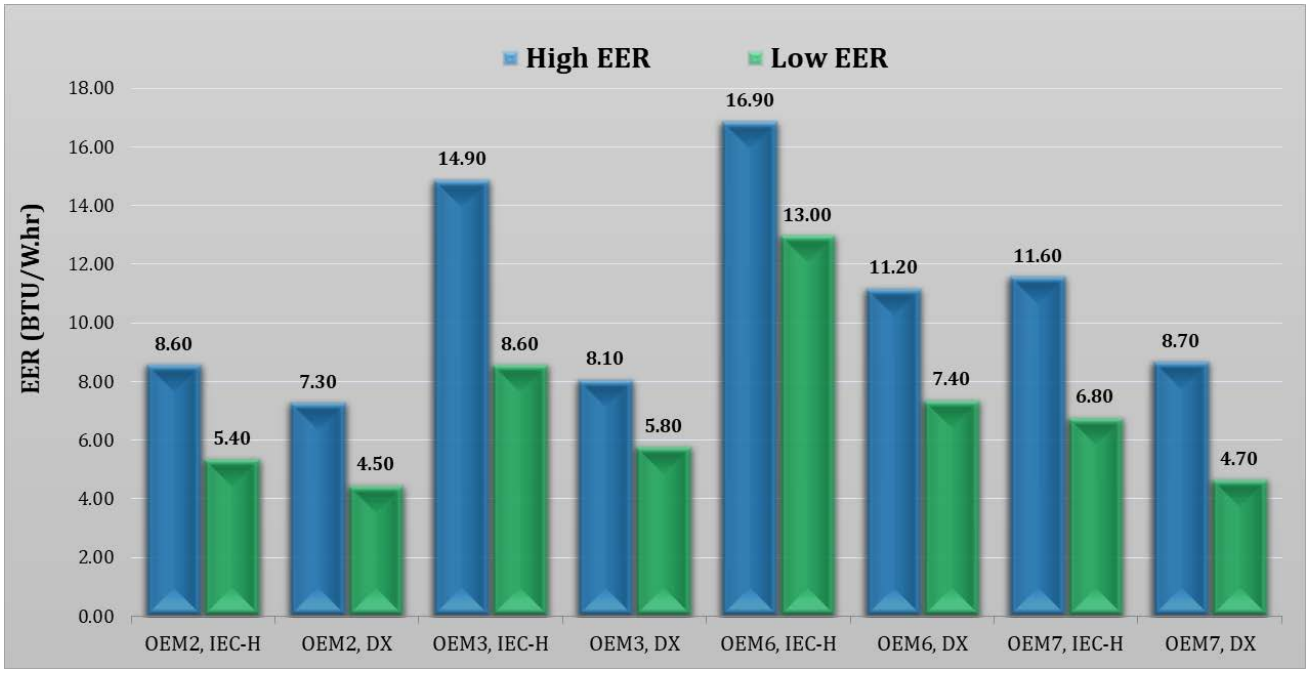
Chapter 4

The Final Results Analysis with Conclusion and Recommendation for Future Work

4.1 The Final Results Analysis

4.1.1 EER HIGH and LOW – CZ 8

Fig 17: High and Low EER (in BTU/W.hr) for Climatic Zone 8



4.1.2 CAPACITY HIGH and LOW – CZ 8

Fig 18: High and Low Cooling Capacity (in W) for Climatic Zone 8

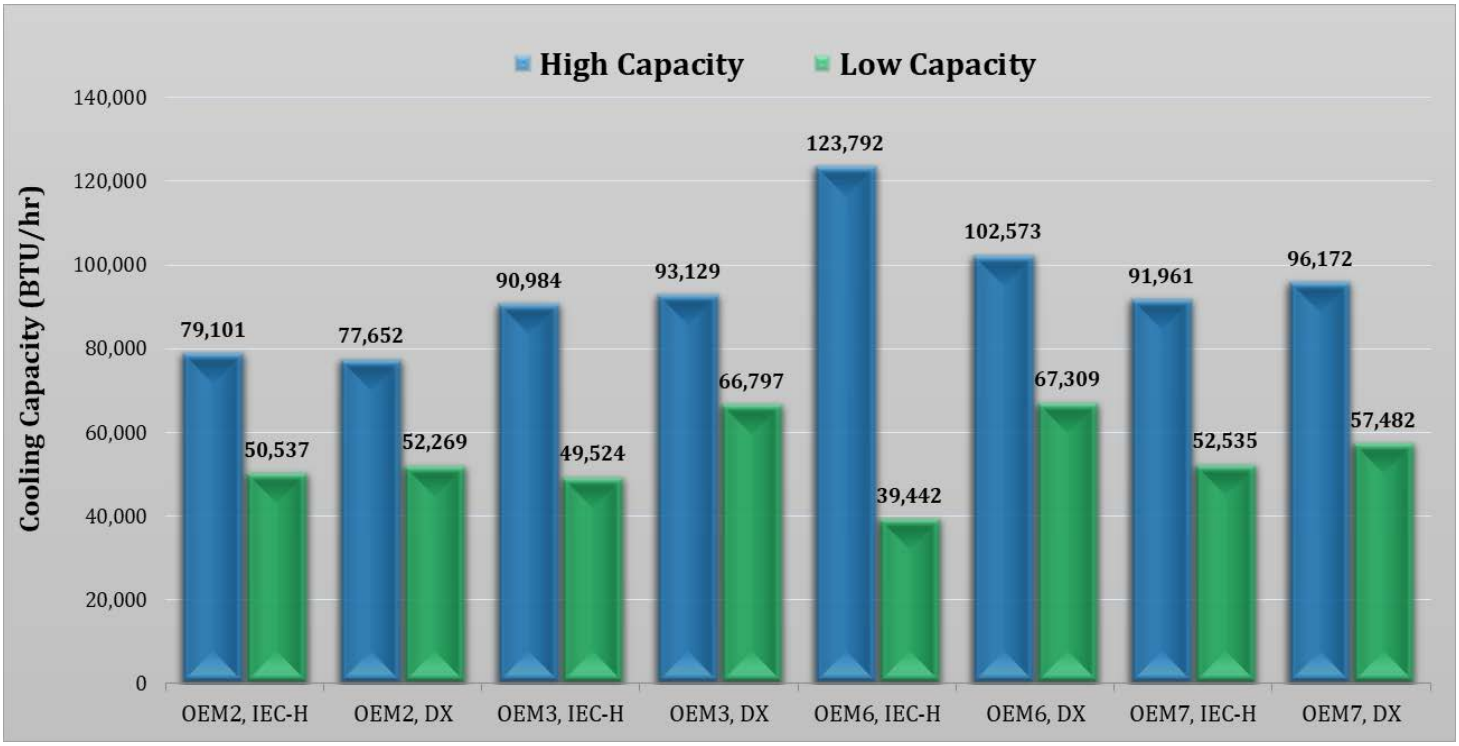


Table 10: High and Low EERs and Refrigeration capacity, all OEMs at Climatic Zone 8

EER				Capacities, W		
OEM #	High EER	Low EER		OEM #	High Capacity	Low Capacity
OEM2, IEC-H	8.60	5.40		OEM2, IEC-H	79,101	50,537
OEM2, DX	7.30	4.50		OEM2, DX	77,652	52,269
OEM3, IEC-H	14.90	8.60		OEM3, IEC-H	90,984	49,524
OEM3, DX	8.10	5.80		OEM3, DX	93,129	66,797
OEM6, IEC-H	16.90	13.00		OEM6, IEC-H	123,792	39,442
OEM6, DX	11.20	7.40		OEM6, DX	102,573	67,309
OEM7, IEC-H	11.60	6.80		OEM7, IEC-H	91,961	52,535
OEM7, DX	8.70	4.70		OEM7, DX	96,172	57,482

4.2 Conclusions

Due to the absence of local testing standard or guidelines for IEC applications, Eurovent Recommendation “Eurovent AISBL / IVZW / INPA. (2023). Eurovent 15/1 - 2023 — Hybrid Indirect Evaporative Cooling Equipment - Classification Requirements and Test Conditions. Brussels: Eurovent.” provided testing reference and quality review of the testing process.
Eurovent recommendations are followed except for the points that contradicts with confidentiality agreement related to stating the name of the manufacturers or trade name.
The analysis of the final results of all OEMs shows the following:

- All OEMs show EERs of the IEC-H prototypes that are superior to corresponding DX units.
- The IEC-H prototype and DX units compressor’s capacities are the same, 6 H.P at nominal conditions.
- Only one OEM used two compressors for its IEC-H prototype.

Table 11: Number of compressors, all OEMs at Climatic Zone 8

OEM	IEC-H	DX
3	One	Two
6	One	Two
7	One	Two
2	Two	Two

- The air discharge of both the IEC-H prototype and DX units for each OEM were the same.
- All OEMs used two compressors in their DX units.
- All OEMs used one compressor for their IEC-H prototypes, except OEM 2 whom used two compressors.
- The tests showed that the capacity of the IEC-H prototypes when compared to the capacity of their respective DX unit also varied considerably, depending on the prototype design and the ambient relative humidity.
- When the ambient relative humidity increased, the DX units tended to provide a better refrigeration capacity then corresponding IEC-H prototype.
- Except OEM 2, which used two compressors in its IEC-H prototype, higher refrigeration capacity was maintained even at high relative humidity ratios.

- Nevertheless, overall IEC-H refrigeration capacities at lower humidity periods, where higher than those of corresponding DX units.
- The report breaks new ground for NIK air conditioning technologies and provides an alternative full fresh air system for air conditioning application that exceeds the efficiency of existing DX systems.

4.3 Recommendation for Future Work

- Although, both final reports for CZ 2 & 5 (2022) and this report for CZ 8 (2024) are sufficient to write guidelines for a code for direct/indirect evaporative cooling for Egypt, the report recommends further work to provide a comprehensive formula to design IEC-H units in all Climatic Zones.
- There is a need for the industry to have a mathematical formula to predict the EERs and refrigeration capacities for IEC-H prototypes for the remaining five climatic zones of Egypt where tests were not performed in these locations.
- This formula once made, needs substantiation and proofing in the other Climatic Zones of Egypt where tests were not performed, through site tests.
- Therefore, future work would need to be made by OEMs to test IEC-H prototypes in these Climatic Zones and compare results with those obtained by the mathematical formula made in order to refine prediction on the design needed for IEC-H units in any of Egypt's climatic Zones.
- Only then can a definitive Direct/Indirect Evaporative Cooling Code be written which will help greatly in achieving energy efficiency for the industry and promote using lower GWP refrigerants.

Chapter 5

Reporting on the Advocacy and Outreach Campaign
3 November 2024

INTRODUCTION

Outreach marketing campaign helped in the enforcement of **Transformation of Commercial Air Conditioning Companies in EGYPT** by promoting and publishing the results of the technical study to stakeholders. The report of this outreach campaign are to be made available to all stakeholders. The outreach campaign was held on 3rd November 2024, at the auditorium of HBRC.

OUTREACH PLAN GOAL

The outreach marketing campaign had been targeting the following:

- ✓ Build awareness of the Phase-out Management Plan (HPMP).
- ✓ Promote and enhance transformation of commercial HVAC manufacturers in Egypt.
- ✓ Generate leads for the alternative refrigerants code and the forthcoming guidelines of direct/indirect evaporative cooling code.
- ✓ Effect collaborations between OEMs.

The objective of the outreach campaign is to disseminate the experience gained during testing the IEC-H prototypes and DX units in the additional Climatic Zones 8. The main discussions were on the results of the testing of IEC-H and DX units of all OEMs.

TARGET STAKEHOLDERS ATTENDING THE OUTREACH CAMPAIGN

The list of individuals/other entities having a role in the development and implementation of the Plan. The following are the stakeholder groups that were targeted in the outreach campaign:

1- The Ministry of Electricity

2- Organization of Specifications and Standards
3- Municipalities
4- All OEMs that were included in the program
5- Local Government Agency Officials and Department Heads
6- Public Sector HVAC Project Planners
7- Local Chapters of Regional/National Associations
8- Local Environmental Organizations
9- Local HVAC Organizations and Interest Groups
10- HVAC Companies
11- Developers
12- The General Public
13- Others interested parties

Question raised after the presentation

About 30 to 35 persons attended the 4 hours Outreach campaign. The following are the most important questions and answers made during the campaign:

I. Question by Eng Mohamed Mansour on humidity ratios and relative humidity of the ambient air:
   a. Dr Olama answered on the measurement of humidities made and their relations with the two storms encountered during testing that increased dramatically humidity in the area.

II. Question posed by Eng. Abdel Sallam Mahrous, consulting engineer on which of the OEMs exhibited the best EERs.
   a. Dr Olama replied that one of the cornerstones of the program is not to provide data for the purpose of determining which is the best performing prototypes or DX units. This is why the OEMs are listed by a numbering code and not by their names.

III. Question posed by Eng. Maarouf, consultant engineer, asking if the IEC-H units, when produced on a regular basis, would their maintenance will be higher or lower than that of DX units?
   a. Dr Olama answered that because of the higher costs of maintaining evaporation pads, IEC-H maintenance are higher than that of DX units.

IV. Comment posed by Dr. Ezzat Lewis (the head of the Egyptian NOU)
    a. Dr. Ezzat, explained clearly the different roles of the UN agencies and bodies. He talked about the future funding for programs for Egypt and the mechanisms of replenishment for individual nations.

V. Question asked by Eng. Hassan el Mogi, chairman of the consulting firm El-AMAAR, when will the IEC-H specification code be ready to be used by consulting engineers?

    a. Reply: first guidelines on IEC evaporative cooling will first be written as a guidance for a forthcoming code, then a complete code will be written when the third testing program is made and all Climatic Zines in Egypt are covered.

VI. An engineer (he has not given his name) inquired if there a plan to produce a code and then legislate the usage of IEC-H for the different eight climatic zones of Egypt?

    a. Reply: Dr Olama replied that we hope there will be a future phase in the program that will allow OEMs and all practitioners in HVAC to use a formula to predict the size of the compressors and the basic design parameters of IEC-H units for all eight Climatic Zones of Egypt. Binding legislation can then be enacted given the assured ability to predict the performance of IEC-H units in all Climatic Zones and thus provide a proven energy efficient system of cooling for the country utilizing lower GWR refrigerants and HC refrigerants.

Dr Alaa Olama.