



Shaping Tomorrow's
Built Environment Today

وثيقة الموقف الخاص بـ ASHRAE حول

إزالة الكربون من المباني

تمت الموافقة عليه من قبل مجلس إدارة ASHRAE، 26 يونيو، 2022
تنتهي في 26 يونيو، 2025

جمعية ASHRAE هي جمعية مهنية عالمية تضم أكثر من 55,000 عضوًا، ملتزمة بخدمة البشرية من خلال تطوير آداب وعلوم التدفئة والتهوية وتكييف الهواء والتبريد والمجالات المرتبطة بهم. تتم الموافقة على وثائق مواقف الجمعية من قبل مجلس الإدارة وهي تعبر عن آراء الجمعية بشأن قضايا محددة. تُوفّر هذه الوثائق معلومات أساسية موضوعية وموثوقة للأشخاص المهتمين بالقضايا التي تدخل في نطاق خبرة الجمعية، لا سيما في المجالات التي ستكون فيها هذه المعلومات مفيدة في صياغة سياسات عامة سليمة. تُوضح الوثائق أيضًا موقف الجمعية لأعضائها ومحترفي البناء.

إزالة الكربون من المباني هي قضية تتعلق بالمصلحة العامة

إزالة الكربون من المباني أمر مُلح لتحقيق إستقرار المناخ العالمي، وأمن الطاقة، والرفاهية العامة للمجتمعات. نظرًا لأن قطاع البناء مسؤول عن انبعاثات الغازات الدفيئة عالمياً بشكل بارز، فإن إعطاء الأولوية لإجراءات إزالة الكربون يخدم المصلحة العامة بشكل مباشر. إن معالجة هذه القضية لا تنطوي على القدرة على المساعدة في التخفيف من تغيّر المناخ على المدى القصير فحسب، بل يمكنها أيضًا توفير بيئة مستقرة للأجيال القادمة. تشمل فوائد إزالة الكربون من المباني تحسين جودة الهواء الداخلي، وكفاءة استخدام الطاقة، والصحة المجتمعية، والعدالة الاجتماعية.

ولكي تصبح عملية إزالة الكربون من المباني مثمرة، فإنها تتطلب برامج بحث وتطوير قوية وتوحيد معايير الصناعة وسياسات حكومية فعّالة، وأيضًا تنمية القوى العاملة. يجب أن تركز برامج البحث والتطوير على إستراتيجيات تقليل انبعاثات الغازات الدفيئة دون المساس بسلامة الشاغلين وجودة البيئة الداخلية. يُعد التعاون بين قطاعات الطاقة والنقل والبناء أمرًا ضروريًا لتحسين خفض الغازات الدفيئة بشكل فعّال من حيث التكلفة. علاوة على ذلك، فإن تزويد القوى العاملة المستقبلية بالمهارات اللازمة لدعم عملية إزالة الكربون أمر بالغ الأهمية.

إزالة الكربون من المباني تُعد قضية تتعلق بالمصلحة العامة لأنها تؤثر بشكل مباشر على استقرار المناخ والصحة العامة والرفاهية الاقتصادية والهدف المجتمعي الأوسع المُتمثل في الإستدامة. وتُعتبر معالجة هذه القضية أمرًا حاسمًا بالنسبة للأجيال الحالية والمستقبلية، مما يجعلها مسؤولية جماعية. إن تبنيها ليس مجرد أولوية لقطاع البناء فحسب، بل هو خطوة تصب في مصلحة الجمهور ككل.

لماذا تتخذ ASHRAE مواقف بشأن إزالة الكربون من المباني

تؤكد ASHRAE على الحاجة الملحة لإزالة الكربون من المباني بسبب مساهمتها في انبعاثات الغازات الدفيئة عالمياً. ومع توقّعات بتضاعف مخزون البناء العالمي بحلول عام 2060، تلتزم الجمعية بنهج شامل يشمل البحث والتصميم والتوجيه الفني واللوائح والتعليم.

المباني التي نعيش ونعمل فيها مسؤولة عن حوالي 40% من انبعاثات الغازات الدفيئة المرتبطة بالطاقة. بينما تواجه السلطات في جميع أنحاء كوكب الأرض تغيير المناخ، يتم استخدام مصطلح إزالة الكربون Decarbonization لوصف الممارسات أو السياسات التي تقلل من انبعاثات الغازات الدفيئة. المعيار القياسي المستخدم لتحديد كمية الغازات الدفيئة هو الكربون المكافئ (CO₂e). يساعد استخدام مقياس مشترك في تقييم المصادر المختلفة للغازات الدفيئة من حيث قدرتها على التأثير على الغلاف الجوي والتي يشار إليها أيضًا بإسم إمكانية الإحترار-الإحتباس الحراري العالمي (GWP).

تُقدّم هذه الوثيقة موقف ASHRAE بشأن إزالة الكربون من المباني إلى جانب توصيات للمُضي قُدماً. تتمتع الجمعية بالخبرة والرسالة والرؤية اللازمة لمعالجة إزالة الكربون بشكل مباشر في كل من المباني القائمة والمستقبلية مع الإستمرار في توفير بيئة مبنية صحية ومُستدامة للجميع.

إن السياسات والالتزامات العالمية التي تقود التحوّل في تصميم و اداء المباني مدفوعة على نطاق واسع بقضية تغيير المناخ، و التوقّعات بتضاعف قطاع البناء عالمياً بحلول عام 2060. وإستجابة لهذه الدعوة، حددت الكيانات العامة والشركات في العديد من البلدان أهدافاً لتطبيق الحياد الكربوني قبل عام 2050. والأّن هو الوقت المناسب لتحويل هذه الإلتزامات والأهداف إلى إجراءات حقيقية. بحلول عام 2050، على أقصى تقدير، يجب أن تكون جميع الأصول الجديدة والحالية خالية من انبعاثات الغازات الدفيئة طوال دورة حياتها بأكملها.

تشمل إزالة الكربون من المباني دورة حياة المبنى بأكملها، بما في ذلك تصميم المبنى، التشييد، التشغيل و الإشتغال حتي نهاية العمر الافتراضي. أن من أهم المصادر الرئيسية لانبعاثات الغازات الدفيئة هي تشييد المباني، وإستخدام الطاقة، وغاز الميثان، وغازات التبريد (وسائط التبريد). يتضمن تقييم دورة حياة المبنى النظر في الانبعاثات الناتجة عن التشغيل و الانبعاثات المتجددة؛ تصدر الانبعاثات الناتجة عن التشغيل بشكل عام من إستخدام الطاقة. بينما تشمل الانبعاثات المتجددة انبعاثات الغازات الدفيئة المرتبطة بعمليات تشييد المباني، بما في ذلك إستخراج وتصنيع ونقل وتركيب مواد البناء، بالإضافة إلى الانبعاثات الناتجة عن أنشطة الصيانة والإصلاح والاستبدال والتجديد ونهاية العمر الافتراضي. تشمل الانبعاثات المتجددة أيضًا إطلاقات وسائط التبريد خلال دورة حياة المبنى.

مع تطوّر التقنيات الجديدة وإتساع فهمنا لتأثيرات التكنولوجيا علي البيئة ، تلتزم ASHRAE بمواصلة الجهود فيما يتعلق بإزالة الكربون في المباني من خلال المجالات التالية:

- تطوير الأبحاث و المعايير: إنشاء قاعدة لجهود إزالة الكربون.
- تطبيقات التصميم و المعدّات: تعزيز الابتكارات في البنية التحتية للمباني.
- التوجيه الفني و التدريب: تزويد القوي العاملة بالمعرفة المُحدّثة.
- التوجيهات و التدابير التنظيمية: إنشاء إطار تنظيمي للإمتثال.
- الموارد التعليمية و التوعية: تثقيف أصحاب المصلحة والجمهور حول أهمية إزالة الكربون.

توصي وثيقة الموقف هذه بتبني إستراتيجيات إزالة الكربون من المباني لتقليل انبعاثات الغازات الدفيئة المرتبطة بها. تفيد المباني المجتمع ولكن لها تأثيرًا بيئيًا كبيرًا على مستوى العالم بسبب انبعاثات الغازات الدفيئة منها. يمثل قطاع البناء ما يقرب من 40% من الغازات الدفيئة العالمية، ومن المتوقع أن يتضاعف مخزون البناء العالمي بحلول عام 2060.

بينما يواجه المجتمع التحدي المتمثل في التخفيف من تغيير المناخ، فإن موقف ASHRAE هو أن إزالة الكربون من المباني وأنظمتها يجب أن تُستند إلى تحليل شامل بما في ذلك البيئات الصحية والأمنة والمريحة؛ كفاءة إستخدام الطاقة؛ التأثيرات البيئية؛ الإستدامة؛ الأمن التشغيلي؛ والاقتصاد. بحلول عام 2030، يجب على البيئة المبنية العالمية أن تُخفض انبعاثاتها من الغازات الدفيئة إلى النصف على الأقل من مستواها في العام 2015، حيث

- يجب أن تكون جميع المباني الجديدة خالية من انبعاثات الغازات الدفيئة أثناء التشغيل،
- إجراء عمليات تعديلات تحديثية واسعة النطاق لكفاءة استخدام الطاقة للأصول الحالية،
- يتم تخفيض نسبة الكربون المتجدد في البناء الجديد بنسبة 40% على الأقل.

المواقف و التوصيات

تتخذ ASHRAE المواقف التالية:

- يُعد التخلص من إنبعاثات الغازات الدفيئة من البيئة المبنية أمراً ضرورياً لمعالجة تغيّر المناخ.
- بحلول عام 2030، يجب على البيئة المبنية علي مستوى العالم أن تخفض إنبعاثاتها من الغازات الدفيئة إلى النصف من مستواها في عام 2015، حيث
 - يجب أن تكون جميع المباني الجديدة خالية من إنبعاثات الغازات الدفيئة أثناء التشغيل.
 - إجراء عمليات تعديلات تحديثية واسعة النطاق لكفاءة استخدام الطاقة للأصول الحالية.
 - يتم تخفيض نسبة الكربون المتجسد في البناء الجديد بنسبة 40% على الأقل.
- بحلول عام 2050، علي أبعاد تقدير، يجب أن تكون جميع الأصول الجديدة والحالية قد بلغت صافي إنبعاثات غازات دفيئة صفرية طوال دورة حياتها بأكملها.
- إزالة الكربون من المباني تُتيح فوائد تتجاوز الحد من إنبعاثات الغازات الدفيئة، بما في ذلك تقليل تلوث الهواء في الأماكن المغلقة وفي الهواء الطلق، وتوفير الطاقة، وتحسين صحة ورفاهية المجتمع، وتعزيز المسؤولية الاجتماعية، و ارتفاع تقييم العقارات و الممتلكات.
- يُمكن تقليل إنبعاثات الغازات الدفيئة المرتبطة بالطاقة أثناء التشغيل من خلال تنفيذ تدابير الكفاءة و التحوّل الكهربّي الكفاء للمباني Electrification؛ تحسين عمليات التشغيل والصيانة؛ استخدام وسائط تبريد ذات معامل إنحلال للأوزون منخفض أو منعدم و تقليل حجم وسيط التبريد مع الحفاظ على كفاءة استخدام الطاقة و تحسين إدارة وسائط التبريد؛ وزيادة استخدام موارد الطاقة المتجددة في الموقع و/أو خارج الموقع و استخدام أنظمة التحكم المدمجة في شبكة الكهرباء لتحسين تخزين الطاقة في المباني.
- يجب أن يكون لتصميم المباني و عمليات تشغيلها القدرة على الاستجابة الفورية لإشارات الكربون من شبكات الكهرباء لتقليل إنبعاثات الغازات الدفيئة.
- إنفاذ القوانين و تشديد تطبيق الأكواد المتعلقة بالطاقة أمران حاسمان لعمليات إزالة الكربون.
- تقييم دورة حياة المبنى بالكامل يجب أن يُؤخذ في عين الاعتبار في قوانين و أكواد البناء مستقبلاً لتقليل الإنبعاثات الناتجة عن التشغيل والإنبعاثات المتجسدة بالمباني وأنظمة التدفئة والتهوية وتكييف الهواء والتبريد الخاصة بها.
- ينبغي اعتبار معايير أداء المباني (BPS) بمثابة أداة سياسية لإزالة الكربون من المباني القائمة.
- ينبغي على سياسات إزالة الكربون أن تراعي وتُقلل من التأثيرات على المجتمعات الفقيرة والدول الأقل نمواً.
- يجب أن تأخذ إستراتيجيات وسياسات إزالة الكربون من المباني في إنبعاثاتها توفير بيئات صحية وآمنة ومريحة؛ الآثار البيئية والاجتماعية؛ الاستدامة؛ الصمود أيضاً الجوانب الاقتصادية.

توصي ASHRAE بما يلي:

لدعم إزالة الكربون من المباني على مستوى العالم، تُوصي ASHRAE المؤسسات الحكومية وغير الحكومية بالتركيز على المجالات التالية:

تطوير الأبحاث، المعايير و المبادئ التوجيهية

- دعم برامج البحث والتطوير التي تُدرُس وتُعتمد إستراتيجيات إزالة الكربون من المباني مما يقلل من إنبعاثات الغازات الدفيئة ويعزز من مرونة الشبكة دون المساس بجودة البيئة الداخلية وسلامتها.
- دعم الأبحاث والتطويرات في مجال تكنولوجيا المضخات الحرارية.
- دعم تطوير وتحديث وإعتماد المعايير والمبادئ التوجيهية ذات الصلة التي تُساهم في خفض إنبعاثات الغازات الدفيئة علي مدار دورة الحياة الكاملة للمباني الجديدة والقائمة.
- تشجيع توحيد قياس وعتونة الكربون المتجسد في مواد البناء والأنظمة والمعدات.

تحسين تطبيقات التصميم و المعدات

- تحقيق التوازن بين السلامة وكفاءة الطاقة والتكلفة والتأثيرات البيئية لتحقيق إزالة الكربون من المباني.
- تقدّم في تصميم وتطوير وتطبيق معدات وأنظمة التدفئة والتهوية وتكييف الهواء والتبريد التي تقلّل من انبعاثات الغازات الدفيئة خلال فترة حياة المعدات.
- تشجيع المزيد من التعاون وتطوير المعايير والمبادئ التوجيهية بين قطاعات الطاقة والنقل والمباني لتحسين التكامل الأيمن بين المباني والشبكات، ونقل البيانات، وتحسين أداء الطاقة (التوليد والاستخدام والتخزين).
- تطوير الأدوات والمعدات والمنهجيات والممارسات لتقليل أو منع انبعاثات الغازات الدفيئة أثناء التركيب والتشغيل والصيانة والتعديل التحديثي وإيقاف تشغيل المباني وأنظمتها أو خروجها من الخدمة.
- تطوير البيانات والأساليب اللازمة لحساب إجراءات عملية وقابلة للتكرار و التحقق، والتي تساهم في تقدير الكربون المتجسّد في معدات التدفئة والتهوية وتكييف الهواء والتبريد والأنظمة الميكانيكية.

تطوير القوى العاملة

- العمل بالشراكة مع قطاع البناء لزيادة القدرات والفرص للقوى العاملة الماهرة التي تدعم عملية إزالة الكربون من المباني.
- توفير التمويل للتدريب على إزالة الكربون من المباني وتطوير مناهج العمليات المتعلقة بهذا الهدف.

تلتزم ASHRAE بما يلي:

- تطوير التوجيه الفني والمعايير والتدريب وأدوات الأخرى لدعم أهداف سياسة إزالة الكربون من المباني.
- دعم الأبحاث التي تعمل على تطوير وتعزيز التقنيات والممارسات للحد من انبعاثات الغازات الدفيئة في المباني.
- وضع السياسات والتوصيات بناءً على الأبحاث العلمية العالمية المتعلقة بتأثير قطاع البناء على البيئة.
- القيام بدور قيادي في تحديد وتنسيق مجموعة واحدة من التعريفات والمصطلحات المتوافقة لجميع مصطلحات الكربون المتعلقة بالبناء.
- تعزيز عناصر إزالة الكربون في معايير الجمعية كل ثلاث إلى خمس سنوات، بما يتوافق مع تحقيق بيئة مبنية خالية تمامًا من الكربون بحلول عام 2050.
- توفير الموارد لدعم تطوير معايير أداء المباني، وتنفيذها، وضمان الإمتثال لها.
- تطوير ومراجعة المبادئ التوجيهية والمعايير للحد من انبعاثات الغازات الدفيئة من المباني مع الحفاظ على جودة البيئة الداخلية أو تحسينها، وضمان الإستدامة والصمود.
- تعزيز القيام بتقييم دورة حياة المبنى بالكامل.
- التعاون مع المنظمات الأخرى لتعزيز وتقديم إزالة الكربون من المباني على مستوى العالم.
- التقدم في تقنيات وممارسات تكنولوجيا التدفئة والتهوية وتكييف الهواء والتبريد التي تقلّل من تأثير وسائط التبريد على البيئة مع تعزيز الأداء والفاعلية من حيث التكلفة والسلامة.
- حشد أعضاء الجمعية حول العالم لتشجيع استراتيجيات خفض الكربون السليمة والمتوازنة والمبتكرة مما يتيح لهم القدرة على المشاركة في الكيانات التي تقوم بوضع السياسات في ذلك الصدد.
- دعم تكنولوجيا التحوّل الكهربائي في تطبيقات التدفئة الفعالة من خلال التعليم ونشر المعلومات وتوجيه التدريب بشكل مركز.
- تنقيف وتدريب القوى العاملة الناشئة و المستقبلية في مجال إزالة كربون من المباني.

مُلحق أ – الخلفية

تشمل إزالة الكربون من المباني دورة حياة المبنى بأكملها، بما في ذلك تصميم المبنى، والتشييد، والتشغيل، والإشغال، ونهاية العمر الافتراضي. من أهم المصادر الرئيسية لانبعاثات الغازات الدفيئة هي تشييد المباني، وإستخدام الطاقة، وتسرب غاز الميثان، ووسائط التبريد. و يتضمن تقييم دورة حياة المبنى أخذ الانبعاثات الناتجة عن التشغيل والانبعاثات المتجسدة بعين الإعتبار. تُصدر الانبعاثات الناتجة من التشغيل بشكل عام من إستخدام الطاقة. تشمل الانبعاثات المتجسدة انبعاثات الغازات الدفيئة المرتبطة بتشبيد المباني، بما في ذلك إستخراج وتصنيع ونقل وتركيب مواد البناء، بالإضافة إلى الانبعاثات الناتجة عن

أنشطة الصيانة والإصلاح والاستبدال والتجديد ونهاية العمر الافتراضي. تشمل الانبعاثات المتجددة أيضًا خسائر (مفاقد) وسائط التبريد عبر دورة حياة المبنى

تتمثل الوسائل الأساسية للحد من انبعاثات الغازات الدفيئة من المباني فيما يلي:

- تقليل استخدام الطاقة في المباني من خلال كفاءة استخدام الطاقة.
- تقليل الكربون المتجسد في المباني.
- الحد من انبعاثات وسائط التبريد، تقليل التسربات، استخدام وسائط تبريد ذات معامل إنحلال للأوزون منخفض أو منعدم.
- تحول إلى النمط الكهربائي الكفء لتلبية إحتياجات الطاقة في المباني.
- تصميم المباني للإستخدام الأمثل و الاستفادة القصوي من مرونة الشبكة الكهربائية.
- توفير مصادر الطاقه المتجددة في المباني.
- إزالة الكربون من الشبكة الكهربائية.

بينما لا يعتبر وقود الإحتراق الخالي من الكربون وتقنيات التقاط وتخزين الكربون في الموقع (Carbon Capture Use and Storage CCUS) من حلول البناء السائدة في الوقت الحالي، إلا أنها قد تلعب دورًا أكبر بمرور الوقت مع تحسُّن التقنيات.

تتمثل المفاتيح الرئيسية للحد من الكربون المتجسد و انبعاثات الغازات الدفيئة في تقليل تسرُّب وسائط التبريد وكمية المواد المستخدمة في الموقع، وتقليل إستهلاك الطاقة المستخدمة في النقل عبر استخدام المواد المحليّة ، وإعادة استخدام المباني والمواد الحالية، وإختيار مواد جديدة ذات انبعاثات كربونية مُخفضة ، وتقليل تأثيرات الكربون في نهاية عمر المشروع.

أهمية ASHRAE

لدى ASHRAE تاريخ طويل من تحسين تصميم وتشغيل المباني، وتقديم التكنولوجيا والتطبيقات المتقدمة في مجال التدفئة والتهوية وتكييف الهواء والتبريد. ولها معايير قوية لكفاءة إستهلاك الطاقة في المباني والتي توصل قيادة التحسينات في الكفاءة وتكاليف الطاقة على المدى الطويل (ASHRAE 2019e). كفاءة الطاقة تقلّ بشكل مباشر انبعاثات الغازات الدفيئة المرتبطة بالطاقة. لطالما كان لدى الجمعية دور فعّال في تحقيق تقليل انبعاثات الغازات الدفيئة المرتبطة بوسائط التبريد من المباني عالمياً من خلال التوجيهات في أبحاثها وكتبها ومعاييرها (b2020) وتُسهّم الجمعية أيضًا في إزالة الكربون من خلال فرص التعلم وتطوير مواد الإرشاد مثل الفصل رقم 36 الجديد "Climate Change"، في دليل عام 2021 - ASHRAE Handbook—Fundamentals (2021c) - وكتاب Smart Grid Application Guide: Integrating Facilities with the Electric Grid (2020c) ويتجلى التركيز الإضافي لدى الجمعية على صحة وسلامة الشاغلين في البيئة المبنية في التحديث المستمر لوثائق الدليل التصميمي والكتب والمعايير والمنشورات الأخرى.

علي مدار أكثر من قرنٍ من الزمان، كانت ASHRAE رائدة في تصميم المباني وعملياتها والتكنولوجيا المرتبطة بها. تسعى الجمعية إلى تقديم إستراتيجيات تجاه تقليل انبعاثات الغازات الدفيئة على مراحل الحياة في البيئة المبنية ، بما في ذلك الكربون المتجسد. و تتناول العديد من معاييرها مسألة إزالة الكربون، وهناك أيضا معايير أخرى تتطور بسرعة للتعامل مع هذه القضية. يقوم الجدول 1 بسرّد معايير ASHRAE التي تتناول كفاءة إستهلاك الطاقة، وانبعاثات الغازات الدفيئة، وانبعاثات وسائط التبريد، و/ أو الطاقات المتجددة، أو قد تتضمن إشارات مرجعية من هذا القبيل في التحديثات المستقبلية.

الجدول 1 : معايير ASHRAE التي تتناول كفاءة الطاقة، وانبعاثات الغازات الدفيئة وغازات التبريد، والطاقة المتجددة

المعايير / الأكواد	المواضيع				مصادر الطاقة المتجددة
	كفاءة الطاقة	انبعاثات الغازات الدفيئة التشغيلية	انبعاثات الغازات الدفيئة المتجسدة	انبعاثات وسائط التبريد	
ANSI/ASHRAE Standard 34-2019, Designation and Safety Classification of Refrigerants				✓	
ANSI/ASHRAE/IES Standard 90.1-2019, Energy Standard for Buildings Except Low-Rise Residential Buildings	✓	⊙			✓
ANSI/ASHRAE/IES Standard 90.2-2018, Energy-Efficient Design of Low-Rise Residential Buildings	✓	⊙			✓
ANSI/ASHRAE Standard 90.4-2019, Energy Standard for Data Centers	✓				
ANSI/ASHRAE/IES Standard 100-2018, Energy Efficiency in Existing Buildings	✓				
ANSI/ASHRAE Standard 105-2021, Standard Methods of Determining, Expressing, and Comparing Building Energy Performance and Greenhouse Gas Emissions	✓	⊙			✓
ANSI/ASHRAE Standard 147-2019, Reducing the Release of Halogenated Refrigerants from Refrigerating and Air-Conditioning Equipment and Systems				✓	
International Green Construction Code® and ANSI/ASHRAE/ICC/USGBC/ IES Standard 189.1-2020, Standard for the Design of High-Performance Green Buildings	✓	✓	✓		✓
ANSI/ASHRAE/ASHE Standard 189.3-2021, Design, Construction, and Operation of Sustainable High-Performance Health Care Facilities	✓	✓	✓	⊙	✓
Proposed ASHRAE Standard 227P, Passive Building Design Standard	✓			✓	
Proposed ASHRAE Standard 228P, Standard Method of Evaluating Zero Net Energy and Zero Net Carbon Building Performance		✓		✓	✓
Proposed ASHRAE Standard 240P, Evaluating Greenhouse Gas (GHG) and Carbon Emissions in Building Design, Construction and Operation	✓	✓	✓	✓	✓

تفسير:

- مدرجة في المعيار ✓
- منهجية حساب الكربون مدرجة في المعيار ⊙
- قيد النظر لإدراجها في التحديث القادم للمعيار ⊙
- مدرجة في المعيار المقترح ✓
- منهجية حساب الكربون مدرجة في المعيار المقترح ✓

ملحوظة : تساهم كفاءة استخدام الطاقة بشكل مباشر في خفض انبعاثات الغازات الدفيئة الناتجة عن التشغيل.

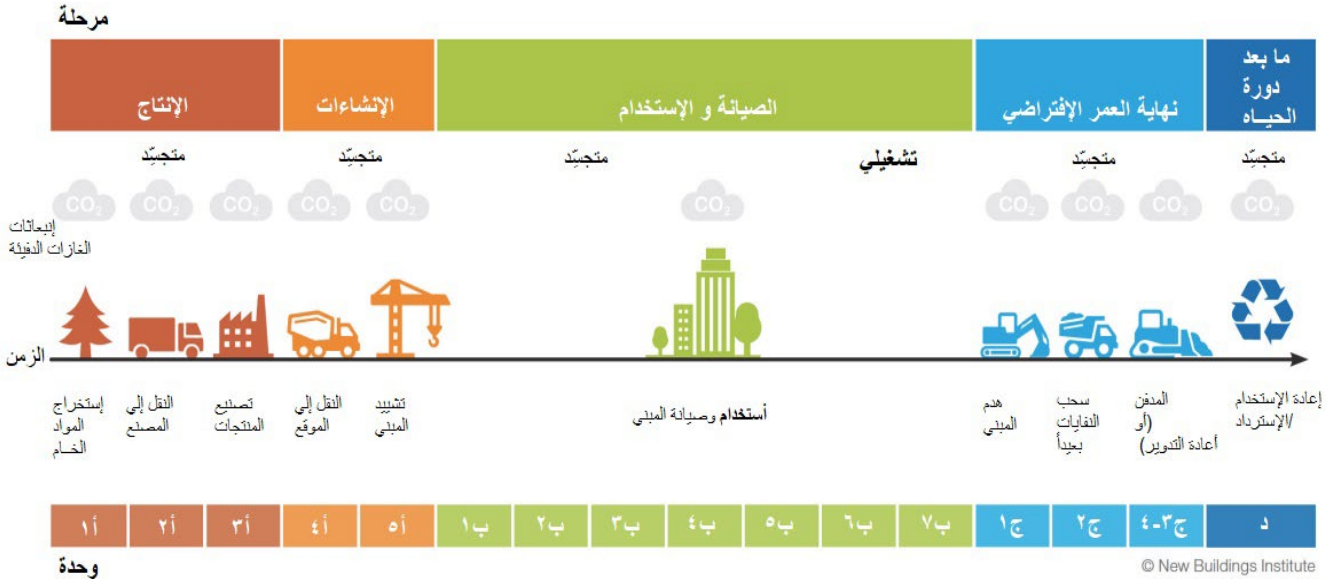
إزالة الكربون من البيئة المبنية

حدد تحالف # BuildingToCOP26 التابع لـ (UNEP 2021) الهدف العالمي التالي:

بحلول عام 2030، يجب أن تقلل البيئة المبنية من انبعاثاتها إلى النصف، حيث يجب أن تكون 100% من المباني الجديدة خالية من الكربون تماماً أثناء التشغيل، مع إجراء تحديث واسع النطاق لكفاءة استخدام الطاقة للأصول الحالية، ويجب خفض الكربون المتجسد بنسبة 40% على الأقل، أما المشاريع الرائدة فيجب أن تُحقّق خفض للكربون المتجسد بنسبة 50% على الأقل. وبحلول عام 2050، على أقصى تقدير، يجب أن تكون جميع الأصول الجديدة والقائمة خالية من الكربون على مدار الحياة بأكملها، بما في ذلك الانبعاثات الناتجة عن التشغيل والانبعاثات المتجسّدة.

وهذا يعني أن انبعاثات قطاع البناء عالمياً لا بد أن تنخفض بنسبة 6% سنوياً تقريباً من عام 2020 إلى عام 2030. و تحقيق هذا الهدف يتطلب تجديد سريماً للمباني القائمة بالإضافة إلى تحسين تصميمات المباني الجديدة. وفي حين أنه ينبغي إعطاء الأولوية القصوى لتنفيذ تدابير كفاءة الطاقة والتحوّل الكهربائي (استخدام الكهرباء بدلاً من الوقود الأحفوري في أنظمة المباني أو السيارات و المواصلات علي سبيل المثال) والطاقة المُتجدّدة، فإنه قد يكون هناك حاجة إلى إزاحة أي انبعاثات متبقية على مدار الحياة من خلال مشاريع خارجية لتقليل الكربون أو تخزينه، مع الحصول على شهادة من خلال التحقق المستقل من قبل جهة تحقق مستقلة - طرف ثالث - (WorldGBC 2021).

يُعد كل من الكربون الناتج عن التشغيل والكربون المتجسد مصدرين مُهمّين لتأثير الكربون على مدار دورة حياة المبنى. تُمثل انبعاثات الغازات الدفيئة المتجسّدة و المرتبطة بالطاقة من المباني ما يقارب من 25% من إجمالي انبعاثات الغازات الدفيئة المرتبطة بالطاقة علي مستوى العالم سنوياً ، وتشغل حيز بمجرد إنشاء المبنى، حتى قبل البدء في تشغيله. ومع توقعات بتضاعف مساحات المباني في البيئة المبنية من عام 2020 إلى عام 2060، فإنه من الضروري أن يضع قطاع البناء إستراتيجيات للحد من الكربون المتجسد بهدف تقليل التأثير البيئي الناتج عن المباني (UNEP 2021). يوضح الشكل 1 (NBI 2022) أهمية الكربون المتجسد عبر دورة حياة المبنى.



الشكل 1 : مراحل دورة حياة الكربون في المبنى
NBI 2022

يمكن أن تُساعد التدابير التصميمية لإزالة الكربون من المباني التالية في توجيه عملية اتخاذ القرار المُبكر:

- إعادة استخدام المباني القائمة، الهياكل الإنشائية و المواد بقدر الإمكان.
- تحسين الغلاف الخارجي للمبنى، اتجاهه وأشكاله الهندسية لتقليل استخدام الطاقة والإستفادة المثلى من الطاقة الشمسية.
- تنفيذ تدابير كفاءة الطاقة السلبية والإيجابية Active and Passive.
- إستغلال تيارات الطاقة المُهدرة.
- تقليل الكربون المتجسد في مواد البناء الجديدة وفي عملية البناء.
- استخدام نمط التحوّل الكهربّي الكفاء في تطبيقات تسخين الفراغات و المياه.
- استخدام وسائط تبريد ذات معامل إنحلال للأوزون منخفض أو منعدم و تقليل حجم وسيط التبريد مع الحفاظ على كفاءة استخدام الطاقة.
- استخدام أنظمة التحكّم المُدمجة في شبكة الكهرباء لتحسين تخزين الطاقة في المباني و زيادة مرونة الطلب و الإستهلاك.
- استخدام موارد الطاقة المتجددة في الموقع و/أو خارج الموقع.
- توفير عمليات تشغيل وصيانة فعّالة على المدى الطويل.

مبادئ الحد من الكربون

يجب أن يمنح التصميم الهندسي للمباني الأولوية لتبني ممارسات عالية الأداء، حيث تُصبح التغييرات في التصميم أموراً صعبة ومكلفة بشكل متزايد كلما تم إجراؤها في مراحل متأخرة من المشروع. عمليات التصميم المتكاملة المبكرة يمكنها تحسين إستراتيجيات الحد من الكربون. وأيضاً يمكن لتقييمات دورة الحياة في مرحلة التصميم أن تُزود المُصممين بالمعلومات الضرورية لتقليل إنبعاثات الغازات الدفيئة علي مدار دورة الحياة كاملةً.

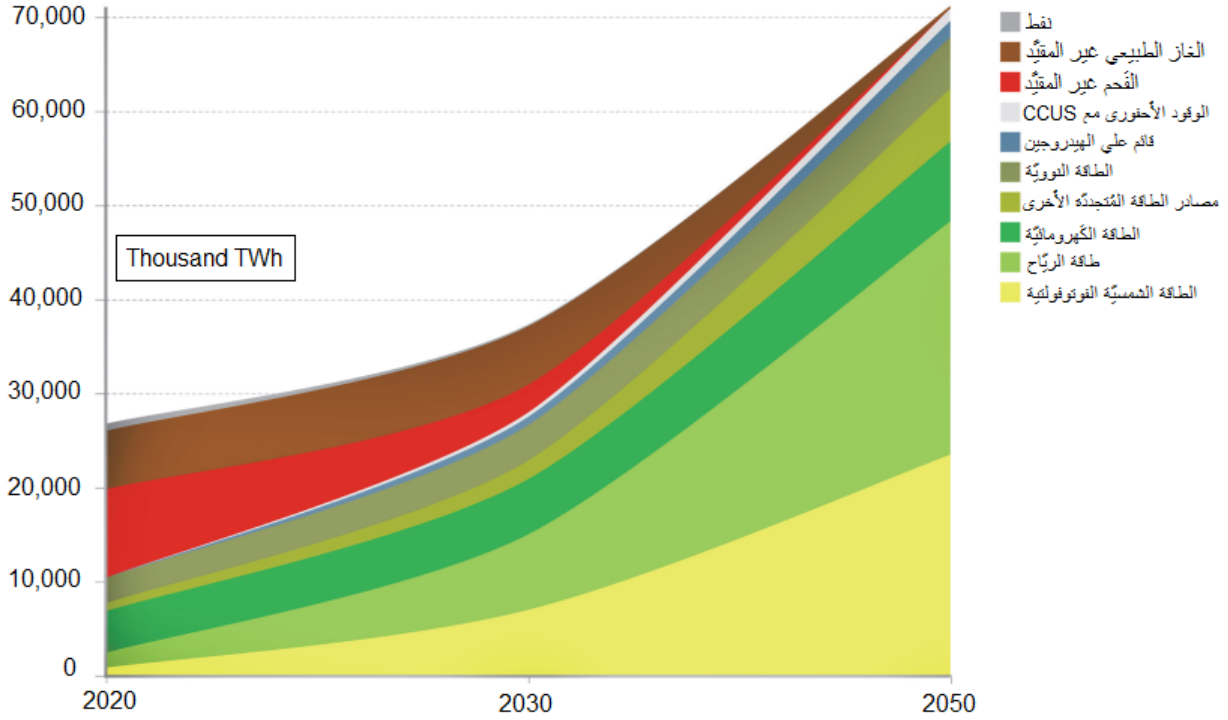
ينبغي أن تأخذ قرارات تصميم المباني وعمليات الشراء في إعتبارها الكربون المتجسد. يمكن أن يكون للمعماريين والمهندسين تأثيراً مباشراً في تقليل الكربون المتجسد من خلال إتخاذ قرارات تصميم مُستندة إلي المعرفة باستخدام تقييم دورة الحياة للمباني الجديدة والتعديلات التحديثية علي المباني القائمة. يمكن تقليل الكربون المتجسد في البناء بنسبة 25% أو أكثر عن طريق إعادة استخدام المواد، تحديد مواد بديلة منخفضة الكربون والحد من المواد كثيفة الكربون. هناك حاجة مُلحة إلى مزيد من الأبحاث لتحديد تأثير الكربون المتجسد لمكونات وأنظمة المباني المختلفة.

تُعد معايير البناء أداة مهمة لتقليل إنبعاثات الغازات الدفيئة. تعتمد قرارات التصميم الفعّالة على تحديد أولويات المعايير المستخدمة لإتخاذ أفضل القرارات لتحقيق أهداف المشروع. وتعني إستراتيجية الحد من إنبعاثات الغازات الدفيئة أنه ينبغي النظر في استخدام الخيارات الكهربائية الموفرة للطاقة، مثل المضخات الحرارية، حتى وإن كانت أسعار الوقود الأحفوري منخفضة. يمكن تنفيذ هذا النهج من خلال مقياس إنبعاثات الغازات الدفيئة لتقييم أداء المبنى، لا سيما فيما يتعلق بالامتثال للقوانين و الشروط الكودية للطاقة.

ستكون هناك حاجة إلى زيادة كفاءة الطاقة ومرونة الطلب و الإستهلاك علي الشبكة Grid Flexibility (و هي تشير إلى قدرة المستهلكين على تعديل أنماط إستهلاكهم للكهرباء إستجابةً للتغيرات في أسعار الكهرباء، وظروف الشبكة، أو إشارات أخرى) وذلك للحد من تأثير التحوّل الكهربّي للمباني. قد يستلزم نمو ذلك التحوّل الكهربّي للمباني ووسائل النقل إستثمارات كبيرة في زيادة قدرة الشبكات الكهربائية. وهذا ما يؤكد الحاجة المُلحة إلى كفاءة و تخزين الطاقة، وتنسيق إستهلاك الطاقة من خلال توليد خالي من الكربون لتقليل تلك الزيادات المطلوبة. على مستوى العالم، إستحوذ قطاع البناء على ما يقرب من 50% من إجمالي إستهلاك الكهرباء السنوي بين عامي 2010 و 2020. وزاد إستهلاك الكهرباء في قطاع البناء بنسبة 24% من عام 2010 إلى عام 2019، أي بمعدل نمو سنوي متوسط قدره 2.7% (IEA 2021c). لذا فإن الحل الأقل تكلفة هو تحسين كفاءة إستهلاك الكهرباء في المباني وتشغيل المبنى بشكل فعّال بإستخدام أدوات تحكّم ذكية ومرونة في التحميل إستناداً إلى التغيرات دقيقة بدقيقة في كثافة الكربون في الشبكة.

لكي يتمكن قطاع البناء من إزالة الكربون، يتوجب علي شبكات الكهرباء عالمياً أيضاً إزالة الكربون. تُعد عمليات توليد الكهرباء و توزيعها حالياً من العمليات الرئيسية المساهمة في إنبعاثات الغازات الدفيئة على مستوى العالم. ويمثل الوقود القابل للاحتراق ما يقرب من 65% من إجمالي إنتاج الكهرباء عالمياً. يُظهر سيناريو "صافي الإنبعاثات الصفري The Net Zero" بحلول عام 2050 (IEA 2021a) مساراً لتحقيق الشبكة الكهربائية لصفري الإنبعاثات وهو: يجب أن يتضاعف إنتاج الطاقة من مصادر

الطاقة المتجددة على مستوى العالم ثلاث مرات بحلول عام 2030 وأن يزيد ثمانية أضعاف بحلول عام 2050، كما هو موضح في الشكل 2.



الشكل 2 : توقعات إنتاج الكهرباء عالمياً حسب المصدر في سيناريو صافي الانبعاثات الصفرية بحلول عام 2050
IEA 2021a

إستراتيجيات إزالة الكربون

يمكن تحقيق عمليات إزالة الكربون في أي مبنى. وغالباً ما تكون هذه العمليات أسهل في المباني الصغيرة، بما في ذلك المباني السكنية والتجارية الصغيرة. وعلى الرغم من أن التأثير الفردي قد يكون ضئيلاً، إلا أن الحلول الشاملة المطبقة على نطاق واسع يمكن أن يكون أن تحقق تأثيراً كبيراً. تتوفر المضخات الحرارية وإستراتيجيات إزالة الكربون الأخرى بسهولة لمجموعة واسعة من التطبيقات. غالباً ما تُوفر مُجمّعات المباني والأنظمة المركزية فرصاً لإزالة الكربون على نطاق أوسع. يمكن تصميم أنظمة الطاقة الحرارية الأرضية لخدمة منطقة بأكملها، في حين يمكن أن تُوفّر عمليات إسترجاع الحرارة من مياه الصرف الصحي ومراكز البيانات وأنظمة التبريد والعمليات الصناعية تلك الحرارة للمباني الأخرى.

يُعد تقييم دورة حياة المبنى بالكامل أداة مهمة لتقليل التأثير البيئي للمباني وأنظمة التدفئة والتهوية وتكييف الهواء والتبريد الخاصة بها. هذا التقييم يتضمن تقييم كل من إنبعاثات الغازات الدفيئة الناتجة عن التشغيل والانبعاثات المتجددة بالإضافة إلى التأثيرات البيئية الأخرى.

تُتيح المباني الجديدة الفرصة لتحديد أهداف إزالة الكربون أثناء مرحلة التصميم. حيث يمكنها الإستفادة من تقنيات الهندسة والهندسة المعمارية التي تُقلل من إستهلاك الطاقة وتقوم بدمج الطاقة المتجددة مع تخزين الطاقة لتحويل الأحمال وتوجيهها لتتناسب مع فترات إنخفاض الكربون في الشبكة. يمكن لأحمال المباني القابلة للتوجيه، التي تُسمح بتقليل أو تحويل الأحمال، استخدام التعلم الآلي لفهم كل مبنى على حدي وتوقع مواعيد ذروة الحمل. تُعتبر قوانين و أكواد المباني وسيلة رئيسية لتعزيز

إعتماد ممارسات إزالة الكربون على نطاق واسع في المباني الجديدة. المباني الحالية تُعد أكثر تعقيدًا، حيث أن كل منها فريد من نوعه، ولكن التحليل المبكر وخيارات التصميم يمكن أن تحمل ثمارًا هائلة في مجال إزالة الكربون على المدى البعيد.

يُعد إجراء التعديلات التحديثية على المباني القائمة لإزالة الكربون أمرًا بالغ الأهمية. يمكن تحقيق ذلك بشكل أكثر فاعلية خلال الأحداث الرئيسية في دورة حياة المبنى مثل عمليات الفحوص و المراجعات الدورية، وتغييرات الحيازة سواءً الملكية أو الإيجار، تجديد التراخيص، تغيير استخدام المبنى، التصاريح بالإضافة والتعديلات وإستبدال المعدات في نهاية عمرها الافتراضي. تتمحور سياسات المباني الحالية مثل قوانين البناء و الأكواد، والتحديثات الإلزامية، ومعايير إنبعاثات الأجهزة، ومعايير أداء المباني BPS حول هذه الدوافع (ASHRAE 2021d). ووجد تقرير صادر عن وكالة حماية البيئة الأمريكية (EPA 2021) أن :

عديد من السلطات القضائية أولت انتباهها لمعايير أداء المباني لتقليل إنبعاثات الغازات الدفينة من المباني التجارية و المباني السكنية متعددة الوحدات القائمة. تتطلب معايير أداء المباني هذه من تلك المباني أن تُحقق هدفًا محددًا من حيث الأداء ، مثل إنبعاثات الغازات الدفينة، أو كثافة استخدام الطاقة في الموقع، أو كثافة استخدام الطاقة المعيارية المعتدلة للطقس WNEUI أو نقاط تقييم ENERGY STAR فوق المتوسط المحلي.

معياري ANSI/ASHRAE/IES 100 هو معيار ANSI الوحيد الذي يحدد أهداف أداء الطاقة للمباني القائمة ويوفر إطارًا فنيًا قويًا لتقييم مستويات أداء الطاقة الحالية (ASHRAE 2018b).

أفضل الممارسات في تشغيل وصيانة المباني يمكن أن تؤثر بشكل كبير على تقليل إنبعاثات الغازات الدفينة ، عن طريق تقليل إستهلاك الطاقة بنسبة 10% أو أكثر مع إطالة عمر أنظمة ومعدات المباني. تعد زيادة كفاءة التشغيل والصيانة أيضًا فعالة من حيث التكلفة، مع فترة إسترداد أقصر بكثير من إجراء التعديلات التحديثية أو مشاريع التحسين الرئيسية الأخرى. تبدأ عمليات التشغيل والصيانة الفعالة للمبنى من خلال تركيب نظام فعال لقياس ومراقبة الطاقة وتنفيذ عملية تشغيل مُنظمة تليها عمليات إعادة ضبط للمبنى بشكل دوري أو مستمر. لاحظ أنه على الرغم من أن إطالة عمر المعدات يمكن أن يقلل من إنبعاثات الغازات الدفينة الناتجة عن الإستبدال المُبكر للمعدات، إلا أنه لا ينبغي إطالة عمر المعدات غير الفعالة، حيث يمكن أن يؤدي ذلك إلى زيادة الإنبعاثات الناتجة عن التشغيل خلال دورة حياة المبنى.

ستكون لسياسات إزالة الكربون بالمباني تأثيرات واسعة النطاق. في الوقت الذي يشهد فيه العالم إنتقالًا اجتماعيًا، تكون ASHRAE ومتخصصو قطاع البناء في وضع ممتاز لتشجيع قادة المجتمع على تحسين البيئة المبنية بشكل دائم في المجتمعات التي لم تُخدم بشكل كافٍ في الماضي. على الرغم من أنه لا يمكن قياس جميع فوائد إزالة الكربون بشكل مباشر، إلا أن النظر في جميع التأثيرات الإقتصادية، والقدرة على تحمّل التكاليف، والمساواة، والعدالة، والصحة، والراحة، والأمن، والسلامة، والبيئة يُعتبر أمرًا ضروريًا لتطوير سياسات وإستثمارات مناسبة لإزالة الكربون. تقوم الإفصاحات المالية للشركات بشكل متزايد بتقييم معايير البيئة والاجتماعية والحوكمة (ESG) لإدارة مخاطر الأصول المالية والسمعة والمسؤولية القانونية. وتكشف هذه المعايير عن الإمتثال للمُتطلبات الحكومية سواءً كانت محلية أو ولائية أو وطنية أو دولية، ومتطلبات الإشراف البيئي، وإستعداد المستقبل للتغيرات المناخية. كما تُفرض الركائز (ESG) على الشركات بشكل متزايد إعتماد البنية التحتية ذات الإنبعاثات الكربونية المنخفضة والتحوّلات التكنولوجية من قبل إستشاريي التصميم و إدارات الأصول و الممتلكات.

تلعب السمعة والمكانة الاجتماعية وتأثير المستثمرين أدوارًا مُتزايدة الأهمية في عملية صنع القرار في الشركات فيما يتعلق بالإستدامة والتخفيف من آثار تغير المناخ. ويمكن لأعضاء ASHRAE أن يلعبوا دورًا حيويًا في إزالة الكربون على مستوى العالم كمستشارين خبراء في البيئة المبنية في حياتهم الشخصية والمهنية.

يجب أن تُحافظ المباني الخالية من الكربون على الأقل - إن لم تُحسّن - على بيئات داخلية صحية و مقاومة، و يجب على مصممي ومشغلي تلك المباني التفكير في التحديات التي يفرضها تغير المناخ المُستمر و المُستقبلي على المباني والصحة والسلامة العامة للجمهور.

تحديات إزالة الكربون

تمثل المناطق ذات المناخ البارد تحدّي لمعدات المباني في سبيل تحقيق أهداف إزالة الكربون. المضخات الحرارية ذات مصدر الهواء ASHP لها قيود في توفير التدفئة في المناطق ذات البرودة الشديدة. هناك حاجة مُلحة إلى مزيد من الأبحاث والتطوير لتطوير تقنيات مضخات الحرارة لتلبية إحتياجات التدفئة في تلك المناطق. قد يلزم النظر في استخدام مراحل (غلايات) وأفران

تعتمد على الوقود الأحفوري كخيار إحتياطيّ حتى يتسنى لتقنيات التدفئة في المناطق الباردة وقدرات الشبكة الكهربائية تلبية الاحتياجات بشكل فعّال من حيث التكلفة. يجب النظر في التكنولوجيات الناشئة عندما تصبح جاهزة.

هناك تحديات خاصة بالبنية التحتية للشبكة الكهربائية تتعلق بتحقيق أهداف إزالة الكربون من المباني. قد يستلزم إنتشار التحوّل الكهربيّ في أنظمة التدفئة وأنظمة توفير المياه الساخنة بالمباني إلى إعادة هيكلة كبيرة للبنية التحتية للشبكة الكهربائية، ما لم يكن هناك تقليل جوهريّ في استخدام الطاقة في المباني من خلال رفع كفاءة استخدام الطاقة، وإستكمال كفاءة الطاقة بإستراتيجيات مرونة الطلب و الإستهلاك وإستراتيجيات التخزين فذلك يمكن أن يُقلل من تأثير الشبكة بهذا التحوّل الكهربيّ.

يواجه تقدّم قطاع البناء في إزالة الكربون تحديات كبيرة في التعامل مع التوقعات غير المؤكدة لعوائد الإستثمار في مجالات تشييد و تجديد وإعادة تصميم المباني، و في التصنيع، و في اختيار أنظمة البناء. يشتمل هذا التحدي التغييرات المحتملة في عناصر التكلفة الرئيسية، مثل المتطلبات المحلية والوطنية المستقبلية، وتوافر مصادر أو أنظمة طاقة غير تقليدية مستقبلاً، والحوافز المُقدّمة من قبل المرافق الحالية و هياكل تسعيرها، بجانب قدرات تلك الأنظمة الحالية وموثوقيتها المستقبلية. كما تُعوّد التغييرات المستمرة في المناخ أيضاً تقديرات عوائد الإستثمار ذات الثقة. إن التغيير المناخي المستمر والتحوّلات في البنية التحتية تجعل من الصعب بشكل متزايد وضع توقعات موثوقة لتكاليف الطاقة، وتحقيق توفير في إنبعاثات الغازات الدفيئة، و كذلك تحديد عوائد الإستثمار بشكل صحيح.

المباني التاريخية تُشكل تحديات فريدة في سياق عمليات إزالة الكربون. ينبغي إدراج هذه المباني ضمن عمليات إزالة الكربون من المباني القائمة، مع الضمانات التي تؤكد أن إجراء عمليات التحديثات سيحافظ عليها ولن يمس بخصائصها التاريخية. ستتزايد التحديات الفنية للمباني التاريخية أيضاً عندما ينتقل الهدف من كفاءة الطاقة إلى إزالة الكربون. وتشمل التحديات الإضافية صغر حجم البنية التحتية الكهربائية؛ أنظمة توزيع الحرارة بالبخار التي يصعب إزالة الكربون منها؛ والمساحات الداخلية وتركيبات الغلاف الخارجي لتلك المباني، فضلاً عن الأسطح الخارجية التي قد لا تكون قادرة على إستيعاب تصميمات الكهرباء والحرارة الجديدة بسهولة.

تقريباً ثلثي الدول لا يوجد لديها أي قواعد أو قوانين إلزامية أو طوعية لتحديد الحد الأدنى من متطلبات أداء الطاقة للمباني الجديدة. لذا فإن تعزيز اعتماد قوانين وسياسات البناء أصبح أمراً ضرورياً لتحريك العالم نحو صافي إنبعاثات تشغيلية صفرية. حالياً، تتركز أنظمة الطاقة على الكفاءة ومؤشرات تكلفة الطاقة دون النظر إلى مؤشرات إنبعاثات الغازات الدفيئة. ورغم أن كفاءة الطاقة تقلل من إنبعاثات الغازات الدفيئة، إلا أن هناك بعض قوانين و أكواد الطاقة قد بدأت بالفعل في معالجة إنبعاثات الغازات الدفيئة بشكل مباشر.

يمكن للمباني التي تستطيع تعديل أحمالها الكهربائية لتتناسب مع توفر الكهرباء ذات إنبعاثات الكربون المنخفضة تحقيق أقصى قدر في سبيل تقليل الإنبعاثات الكربونية. ولتحقيق ذلك، يتطلب الأمر الحصول على معلومات فورية حول محتوى الكربون في الكهرباء التي تُزوّد إلى المبنى من الشبكة. ومع ذلك، لا تتوفر معلومات فورية تصف إنبعاثات الغازات الدفيئة المرتبطة بالكهرباء التي يتم توصيلها إلى المبنى في كثير من الأحيان. حيث أن إنبعاثات الكربون من شبكات الكهرباء هي ديناميكية، وتختلف محلياً وموسمياً و على مدار اليوم.

المراجع

- ASHRAE. 2019a. ANSI/ASHRAE/IES Standard 90.1-2019, *Energy standard for buildings except low-rise residential buildings*. Peachtree Corners, GA: ASHRAE.
- ASHRAE. 2019b. ANSI/ASHRAE Standard 34-2019, *Designation and safety classification of refrigerants*. Peachtree Corners, GA: ASHRAE.
- ASHRAE. 2019c. ANSI/ASHRAE Standard 90.4-2019, *Energy standard for data centers*. Peachtree Corners, GA: ASHRAE.
- ASHRAE. 2019d. ANSI/ASHRAE Standard 147-2019, *Reducing the release of halogenated refrigerants from refrigerating and air-conditioning equipment and systems*. Peachtree Corners, GA: ASHRAE.

- ASHRAE. 2019e. *ASHRAE position document on energy efficiency in buildings*. Peachtree Corners, GA: ASHRAE. www.ashrae.org/file%20library/about/position%20documents/pd_energy%20efficiencyinbuildings_2020.pdf.
- ASHRAE. 2020a. ANSI/ASHRAE/ICC/USGBC/IES Standard 189.1-2020, *Standard for the design of highperformance green buildings*. Peachtree Corners, GA: ASHRAE.
- ASHRAE. 2020b. *ASHRAE position document on refrigerants and their responsible use*. Peachtree Corners, GA: ASHRAE. www.ashrae.org/file%20library/about/position%20documents/pd_refrigerants-and-theirresponsible-use-pd-6.29.2020.pdf.
- ASHRAE. 2020c. *Smart grid application guide: Integrating facilities with the electric grid*. Peachtree Corners, GA: ASHRAE.
- ASHRAE. 2021a. ANSI/ASHRAE/ASHE Standard 189.3-2021, *Design, construction, and operation of sustainable high-performance health care facilities*. Peachtree Corners, GA: ASHRAE.
- ASHRAE. 2021b. ANSI/ASHRAE Standard 105-2021, *Standard methods of determining, expressing, and comparing building energy performance and greenhouse gas emissions*. Peachtree Corners, GA: ASHRAE.
- ASHRAE. 2021c. Chapter 36, Climate change. In *ASHRAE Handbook—Fundamentals*. Peachtree Corners, GA: ASHRAE.
- ASHRAE. 2021d. *Using building performance standards to address carbon emissions*. A product of the ASHRAE Task Force for Building Decarbonization. Peachtree Corners, GA: ASHRAE. www.ashrae.org/file%20library/about/building-performance-standards-overview-2021-9-16---staffreview.pdf.
- CEN. 2011. EN 15978:2011, *Sustainability of construction works. Assessment of environmental performance of buildings. Calculation method*. Brussels: European Committee for Standardization (CEN).
- EPA. 2021. *Understanding and choosing metrics for building performance standards and zero-carbon recognition*. Washington, DC: U.S. Environmental Protection Agency. [www.energystar.gov/sites/default/files/asset/document/BPS-White_paper_v14May 2021.pdf](http://www.energystar.gov/sites/default/files/asset/document/BPS-White_paper_v14May%202021.pdf).
- .ICC. 2021. *International Green Construction Code*®. Washington, DC: International Code Council

قائمة أعضاء لجنة الوثيقة

تم تطوير وثيقة الموقف الخاص بـ ASHRAE حول إزالة الكربون من المباني من قبل لجنة الوثيقة المعنية بموقف الجمعية حول إزالة الكربون من المباني ، والتي تم تشكيلها في 20 يوليو 2021، برئاسة Kent Peterson .

Kent W. Peterson (Chair)

P2S Inc.
Long Beach, California, USA

Roger Hedrick

NORESKO
Boulder, Colorado, USA

Constantinos A. Balaras

National Observatory of Athens (NOA)
Athens, Greece

Clay Nesler

World Resources Institute
Washington, D.C., USA

Drury B. Crawley

Bentley Systems, Inc
Washington, D.C., USA

Elizabeth K. Tomlinson

Stantec
Saint Paul, Minnesota, USA

Jim Edelson

New Building Institute
Portland, Oregon, USA

Paul Torcellini

National Renewable Energy Laboratory
Golden, Colorado, USA

تاريخ الوثيقة

تاريخ النشر والمراجعة

مجلس التكنولوجيا التابع لـ ASHRAE واللجنة المختصة يُوصيان بالمراجعة أو إعادة التأكيد أو السحب كل 30 شهرًا. يتم وصف تاريخ وثيقة الموقف هذه أدناه:

تمت الموافقة علي وثيقه الموقف من قبل مجلس إدارة ASHRAE بعنوان إزالة الكربون من المباني 26/06/2022



This publication was translated with permission in 2024 from the English edition titled *ASHRAE Position Document on Building Decarbonization*, published by ASHRAE © 2022.

Translation by Hosam Salah of the ASHRAE Cairo Chapter. ASHRAE assumes no responsibility for the accuracy of the translation. To download the English edition, visit www.ashrae.org/positiondocuments.

تمت ترجمة هذا المنشور بتصريح في عام 2024 من النسخة الإنجليزية بعنوان *ASHRAE Position Document on Building Decarbonization*، الذي نشرته ASHRAE © 2022. تمت الترجمة من قبل حسام صلاح من فرع ASHRAE Cairo Chapter. لا تتحمل ASHRAE أي مسؤولية عن دقة الترجمة. لتنزيل النسخة الإنجليزية، قم بزيارة www.ashrae.org/positiondocuments.