البناء المراعي للبيئة في سنغافورة

المبدأ التوجيهي 5: أوجه كفاءة استخدام الموارد والنهج الدائري

ينبغي التخطيط للنهج الدائري واستخدام التكنولوجيات المستدامة ومواد البناء وتصميمها في نظم الهياكل الأساسية لتقليل آثارها إلى أدنى حد والحد من الانبعاثات، والنفايات والملوثات الأخرى.

معلومات أساسية

سنغافورة هي واحدة من أكثر البلدان كثافة سكانية في العالم (إدارة الشؤون الاقتصادية والاجتماعية التابعة للأمم المتحدة– عـام 2019). وتـواجـه سنغافورة، بوصفها دولـة –مدينة تشغل ما يزيد قليلاً عن 720 كيلومتراً مربعاً من الأراضي، أيضاً قيوداً كبيرة على الموارد الطبيعية (Chew 2010, p. 196). ومع ذلك، فإن اقتصاد سنغافورة من الأكثر كفاءة في استخدام الكربون في العالم. وتسعى إلى جعل ما لا يقل عن 80 في المائة من مبانيها مـراعية للبـيـئـة بـحـلـول عـام 2030 (هـيـئـة البـنـاء والتـشـيـيـد في سنغافورة – عام 2010، الصفحة 3). ولإنشاء مدينة نظيفة وفعالة وصالحة للعيش، وتقليل الاعتماد على واردات الموارد الطبيعية للبناء، أدخلت سنغافورة سلسلة من الابتكارات منذ عام 2005 لدمج الاستدامة البيئية في هياكلها الأساسية المبنية. وقد اعتمدت «المباني المراعية للبيئة» في سنغافورة (بما في ذلك المكاتب والمباني الجامعية ومباني النقل العام وغيرها من المرافق) مبادئ النهج الدائري، باستخدام المواد المعاد تدويرها والتكنولوجيات المراعية للبيئة لتصميم المباني. والأهـم مـن ذلـك أن هذه الابتكارات أصبحت ممكنة على نطاق واسع من خلال بيئة تمكينية تسعى جاهدة إلى تعزيز اعتماد مواد وممارسات البناء المستدامة. materials and practices.

دمج النهج الدائري في البناء

يتمثل أول تدبير تقني رئيسي يميز المباني المراعية للبيئة في سنغافورة في استخدام مواد البناء المراعية للبيئة والمعاد تدويرها. على سبيل المثال، تم استخدام مواد البناء التي تتكون من منتجات خشبية هندسية لبناء مجمع أكاديمي مكون من 12 طابقاً في كلية يونيا جونيور (هيئة البناء والتشييد في سنغافورة، عام 2010 أ). وتُستخلص مواد البناء التي تتكون من منتجات خشبية هندسية من الغابات المدارة بشكل مستدام (برنامج إقرار خطط إصدار الشهادات الحرجية، عام 2019) وللمباني التي بُنيت باستخدام مواد البناء التي تتكون من منتجات خشبية هندسية بصمة كربونية أقل وانبعاثات كربونية صافية مقارنة بالمباني الفولاذية أو الخرسانية (هيئة البناء والتشييد في سنغافورة، عام 2010 ب). مثال آخر هو الطابق السفلي الأول لمبنى تامبينز، وهو مبنى مكاتب مكون من ثلاثة طوابق بني بالخرسانة المراعية للبيئة. وتستخدم الخرسانة المراعية للبيئة رمل أقل[5] عن طريق استبداله جزئياً بخبث النحاس، وركام الخرسانة المعاد تدويرها، وحبيبات خبث الفرن العالي المطحونة (Chew 2010).

تتضمن مباني سنغافورة نهجاً دائرياً طوال دورة الحياة، بما في ذلك مرحلة وقف التشغيل أو الهدم. وقد وضعت هيئة البناء والتشييد بروتوكول معني بالهدم أُدرج فيما بعد في معيار سنغافورة – وهو مجموعة من الإجراءات التي تزيد، من بين سياسات أخرى، من استرداد مواد النفايات إلى أقصى حد لإعادة استخدامها أو إعادة تدويرها بشكل مفيد (هيئة البناء والتشييد في سنغافورة، عام 2010 ج). ويمكن استخدام هذه المواد في مشاريع أخرى، مثل مبنى ساموه إيكو غرين، المصنوع من الخرسانة مع ركام الخرسانة المعاد تدويرها المستمدة من نفايات البناء والهدم.

التصميم المراعي للبيئة والتقنيات

استكمالاً لاستخدام مواد البناء المراعية للبيئة، تشجع حكومة سنغافورة أيضاً على استخدام تصاميم المباني المستدامة والتكنولوجيات المراعية للبيئة لتقليل الآثار البيئية إلى أدنى حد ممكن وتحقيق أقصى قدر من الأداء الإجمالي للبناء. ويتم الترويج لهذه الخطوات من خلال نظام إصدار شهادات العلامة الخضراء التابع لهيئة البناء والتشييد، وهو إطار لتقييم الأداء البيئي العام لأي مبنى، بما في ذلك الطاقة وكفاءة استعمال المياه ونوعية البيئة الداخلية، والآثار البيئية على مدار دورة الحياة بأكملها.

فيما يتعلق بالمناخ الاستوائي، كثيراً ما تعتمد استراتيجيات التصميم المتوافقة مع المناخ المحلي للمباني والمساحات، من أجل الحد من استخدام الطاقة وانبعاثات الكربون. على سبيل المثال، تتمتع فرادى المباني بتصاميم محلية مع التوجه الدقيق لتحقيق أقصى قدر من الاستفادة من ضوء النهار أو تجنب زيادة الحرارة المباشرة من الشمس. ومن أجل تحويل الطبيعة إلى بيئة حضرية كثيفة، هناك عدد متزايد من المباني التي تتضمن أيضاً مساحات خضراء وأشجار وافرة، والتي توفر الظل وتقلل من تأثيرات الجزر الحرارية الحضرية. ويحتوي العديد منها على مظلات خارجية للحماية من الشمس مثل وسائل التظليل الأفقية لمنع التعرض للطاقة الشمسية (Eco-Business 2011). والسقوف الخضراء، مع طبقات من النباتات المزروعة، التي تزيد من التخفيف من التعرض لحرارة الشمسية. وهي توفر بديلاً قائماً على الطبيعة للحلول «الرمادية» وتقلل من الحاجة إليها.

فيما يتعلق بكفاءة استخدام الطاقة، فإن المباني ذات مستوى الصفر في تبديد الطاقة في حرم براديل التابع لهيئة البناء والتشييد ومبنى كلية التصميم والبيئة التابع لجامعة سنغافورة الوطنية الذي تم الانتهاء منه مؤخراً يقدم أمثلة بارزة على ذلك. وكانت المباني ذات مستوى الصفر في تبديد الطاقة في أكاديمية هيئة البناء والتشييد هي أولى المباني ذات مستوى الصفر في تبديد الطاقة في جنوب شرق آسيا، حيث حققت ما يقرب من عشر سنوات متتالية من الاستهلاك الصفري في تبديد الطاقة منذ عام 2009. وهي تعمل كمنصة اختبار لدمج تقنيات المباني المراعية للبيئة في المباني القائمة (هيئة البناء والتشييد في سنغافورة – عام 2010 د). وللتعامل مع الظروف الاستوائية مع الاهتمام الدقيق بالواجهة والتوجيه والكتلة، تميزت كلية التصميم والبيئة 4 التابعة لجامعة سنغافورة الوطنية باستخدام نظام تبريد «هجين» مزود بمراوح بدلاً من نظام تكييف الهواء القياسي، مما يؤدي إلى نقطة ضبط أعلى واستهلاك أقل للطاقة، مع تحقيق نفس القدر من الراحة الحرارية. ومنذ افتتاحها في عام 2019، أدت الإدارة الدقيقة للطاقة المقترنة بمجموعة كبيرة من الطاقة الشمسية الكهروضوئية على السطح إلى أداء إيجابي صافي للطاقة. وتقلل هذه الحلول المختلفة من استهلاك الطاقة والموارد الطبيعية، في حين تجعل المباني أكثر راحة وقابلية للاستخدام من منظور الساكن.

تجسد الإنشاءات الأخرى مثل مرفق «تواس نيكزس» نهج الدائرية من خلال دمج قطاعات مختلفة. وسيمثل مرفق «تواس نيكزس» أول مرفق متكامل لمعالجة النفايات والمياه في العالم، حيث سيضم محطة تواس لاستصلاح المياه من قِبل مجلس المرافق العامة في سنغافورة والوكالة الوطنية للمياه، ومرفق متكامل لإدارة النفايات من قِبل الوكالة الوطنية للبيئة. وسيسخر البناء أوجه التآزر عبر العلاقة بين المياه والطاقة والنفايات لتحسين استعادة الطاقة والموارد مع التقليل إلى أدنى حد من الاستيلاء على الأراضي. فعلى سبيل المثال، ستستخدم الكهرباء المولدة من عملية تحويل النفايات إلى طاقة لتشغيل المرفق بأسره، وسيتم تصدير الكهرباء الزائدة إلى الشبكة الكهربائية. وسيكون مرفق «تواس نيكزس» مكتفياً ذاتياً من الطاقة نتيجة لاتباع النهج المتكامل. ومن المتوقع أن يؤدي ذلك إلى توفير أكثر من 200,000 طن من ثاني أكسيد الكربون سنوياً، أي ما يعادل سحب 42,500 سيارة من السيارات التي تسير في الطرق السنغافورية (الوكالة الوطنية للبيئة في سنغافورة، عام 2020).

[5] الرمال مورد نادر بشكل متزايد يرتبط بارتفاع مستويات انبعاثات غازات الدفيئة والآثار البيئية السلبية، مثل التآكل الساحلي من خلال استخراجه.

توفير بيئة تمكينية

قامت حكومة سنغافورة، بشكل حاسم، من أجل دعم نظم المباني المراعية للبيئة، بتوفير بيئة تمكينية تتمتع بسياسات وحوافز استراتيجية، من أجل تحقيق هدف جعل 80 في المائة من المباني مراعية للبيئة (حسب المساحة الإجمالية) في سنغافورة بحلول عام 2030.

يهدف مخطط حوافز العلامة المراعية للبيئة إلى «تسريع اعتماد تكنولوجيات البناء المراعية للبيئة وممارسات تصميم المباني من خلال حوافز نقدية أو إجمالية لمساحة الأرض» (هيئة البناء والتشييد في سنغافورة، عام 2010 هـ). واستكمل المخطط بتشريع يلزم جميع المباني الجديدة والمباني القائمة التي تخضع لتحديث كبير لتلبية الحد الأدنى من معايير الاستدامة البيئية. ويعد برنامج «الطاقة المنخفضة الفائقة» بمثابة الموجة التالية من حركة البناء المراعية للبيئة في سنغافورة. وتم إطلاق البرنامج في عام 2018، ويشمل مجموعة من المبادرات التي وضعتها الحكومة بالشراكة مع الصناعة والأوساط الأكاديمية لتشجيع تصميم واعتماد مباني تتسم بفعالية التكلفة ومنخفضة للغاية في استهلاك الطاقة (تحسن بنسبة 60 بالمائة في كفاءة استخدام الطاقة مقارنة بقوانين البناء لعام 2005) (هيئة البناء والتشييد في سنغافورة، عام 2018، الصفحة 10).

بالإضافة إلى فوائد الاستدامة البيئية، تجني المباني المصممة بمعايير «العلامة المراعية للبيئة» وفورات إيجابية صافية طوال دورة الحياة[6] وقامت بعض المباني بخفض 11,6 في المائة من نفقات التشغيل (جامعة ييل 2013). وتشمل المخططات الأخرى «خطة تمويل كفاءة استخدام الطاقة في مجال إعادة تجهيز المباني»، و«مخطط حوافز سكاي رايز غرينري»، و«صندوق الابتكار في مجال البناء الأكثر هدوءاً» (Green Future 2020)، ومعالجة مجموعة من الاعتبارات الاقتصادية والبيئية والاجتماعية المتعلقة بالمباني. وإلى جانب هذه التدابير، تم تحديد وتعزيز البحث والتطوير بشكل مشترك من قبل المؤسسات الحكومية كعوامل تمكين رئيسية لتحسين كفاءة استخدام الموارد في مباني سنغافورة (Eco-Business 2011)، مما أدى إلى إنشاء مجموعة متكاملة للابتكار في المباني المراعية للبيئة لتعزيز الحلول والممارسات الفعالة في استخدام الطاقة

© happycreator / Shutterstock.com

[6] تم التكليف بإجراء دراسة استشارية مستقلة حول خطة حوافز العلامة المراعية للبيئة التابعة لهيئة البناء والتشييد في سنغافورة في عام 2019 (هيئة البناء والتشييد في سنغافورة، عام 2019) . وتشمل الدراسة استعراضاً مفصلاً وتحليلاً لتكلفة دورة الحياة لنحو 40 مشروعاً من مشاريع العلامة المراعية للبيئة.

قابلية التكرار

مع توقع أن يعيش 2,5 مليار شخص إضافي في مدن العالم بحلول عام 2050 (إدارة الشؤون الاقتصادية والاجتماعية في الأمم المتحدة، عام 2018، الصفحة 1)، لا يزال الابتكار المستمر لتوفير المنازل وفرص العمل والمرافق العامة والبيئة النظيفة لسكان المناطق الحضرية المتزايدين يشكل تحدياً حاسماً. وغالبا ما تنظر المدن الأخرى إلى نجاح المباني المراعية للبيئة في سنغافورة والهياكل الأساسية الحضرية الأوسع نطاقاً كنموذج يُحتذى به. وكثيراً ما يشير المراقبون إلى سنغافورة على أنها «مدينة في حديقة» (برنامج الأمم المتحدة للبيئة، عام 2018).

تعد سنغافورة بمثابة شهادة على الكيفية التي يمكن بها للمدينة والبلد أن تبني اقتصاد قوي، مع الحفاظ على بيئة نظيفة ومراعية للبيئة. وعلى الرغم من القيود المفروضة على الموارد الطبيعية والأراضي، مكنت سلسلة من التدابير التقنية وتدابير السياسات العامة من تصميم وتنفيذ نظم مستدامة للهياكل الأساسية التي تخدم الاحتياجات البشرية، مع احترام الضرورات البيئية. وبالنظر إلى ما هو أبعد من منظور «مدينة في حديقة»، تتصور سنغافورة الآن «مدينة في الطبيعة»، والتي تتطلب تخطيطاً وتنفيذاً كليين لزيادة إدماج النظم الإيكولوجية مع الهياكل الأساسيةالمستدامة في المناطق الحضرية (شعبة الخدمة العامة في سنغافورة، عام 2020).

قد تبدو حالة سنغافورة فريدة من نوعها، كدولة مدينة ذات دخل مرتفع، ولكن نجاحها لا يعتمد بصورة حصرية على التكنولوجيات المتقدمة. وقد أعطى التخطيط السليم الأولوية للحساسية تجاه البيئة منذ البداية. ويوضح كيف يمكن لمدينة مكتظة بالسكان، من خلال اتباع سياسات مناسبة والالتزام بالمبادئ، أن تحقق نوعية حياة عالية، وأن تعزز اقتصاداً تنافسياً، وأن تحافظ على بيئة مستدامة للأجيال الحاضرة والمقبلة

الرؤى الرئيسية

- أدت الكثافة السكانية والقيود المفروضة على الموارد الطبيعية في سنغافورة إلى تسريع تبني الحكومة لتدابير مبتكرة لكفاءة استخدام الموارد والطاقة. والنتيجة هي بيئة مبنية مستدامة وإيجابية للطبيعة تقلل من استخدام الموارد.
- مواد البناء والتصاميم والتكنولوجيا المراعية للبيئة تدمج نهج الدائرية في دورة حياة الهياكل الأساسية. ووُضعت معايير سنغافورة لتوجيه البناة لتحقيق أقصى قدر من استعادة مواد النفايات لإعادة استخدامها أو إعادة تدويرها، وإغلاق دورة استخدام المواد.
- أقام البلد بيئة تمكينية فعالة مع مزيج من الحوافز والشهادات والمعايير والأهداف ومبادرات البحث والتطوير.

المراجع

Chew, K. C. (2010). Singapore's strategies towards sustainable construction. *The IES Journal Part A: Civil & Structural Engineering* 3 (3), 196-202. https://doi.org/10.1080/19373260.2010.491641.

Eco-Business (2011). Green buildings in Singapore: adding the green touch with technology, 26 April. https://www.eco-business.com/news/green-buildings-in-singapore-adding-the-green-touch-with-technology/. Accessed 28 August 2020.

Green Future (2020). 2020 Guide to Singapore Government Funding and Incentives for the Environment, 16 February. http://www.greenfuture.sg/2020/02/16/2020-guide-to-singapore-government-funding-and-incentives-for-the-environment/. Accessed 28 August 2020.

Programme for the Endorsement of Forest Certification (2019). Singapore set to expand chain of custody certification and responsible sourcing of forest products, 23 September. https://pefc.org/news/singapore-set-to-expand-chain-of-custody-certification-and-responsible-sourcing-of-forest-products. Accessed 10 October 2020.

Singapore, Building and Construction Authority (2010). *Building, planning and massing.* https://www.bca.gov.sg/GreenMark/others/bldgplanningmassing.pdf.

Singapore, Building and Construction Authority (2018). *BCA drives the next generation of green buildings – the super low energy buildings*, 5 September. www1.bca.gov.sg/docs/default-source/docs-corp-buildsg/sustainability/pr_sgbw2018.pdf?sfvrsn=d818280e_2.

Singapore, Building and Construction Authority (2019). Green Mark for Independent Consultancy Study on BCA Green Mark Schemes. https://www1.bca.gov.sg/buildsg/sustainability/green-mark-for-independent-consultancy-study-on-bca-green-mark-schemes. Accessed 9 February 2021.

Singapore, Building and Construction Authority (2020a). Case Study – Eunoia Junior College. https://www1.bca.gov.sg/buildsg/productivity/design-for-manufacturing-and-assembly-dfma/mass-engineered-timber/mass-engineered-timber-case-study-eunoia-junior-college. Accessed 2 November 2020.

Singapore, Building and Construction Authority (2020b). Mass Engineered Timber. https://www1.bca.gov.sg/buildsg/productivity/design-for-manufacturing-and-assembly-dfma/mass-engineered-timber. Accessed 2 November 2020.

Singapore, Building and Construction Authority (2020c). Demolition Protocol. https://www1.bca.gov.sg/buildsg/sustainability/sustainable-construction/demolition-protocol. Accessed 2 November 2020.

Singapore, Building and Construction Authority (2020d). Super-low energy building. Advancing net zero. https://www1.bca.gov.sg/buildsg/sustainability/super-low-energy-programme/super-low-energy-building-advancing-net-zero. Accessed 1 November 2020.

Singapore, Building and Construction Authority (2020e). Green Mark Incentive Schemes. https://www1.bca.gov.sg/buildsg/sustainability/green-mark-incentive-schemes. Accessed 3 November 2020.

Singapore, Housing and Development Board (2014). *Smart HDB Homes of the Future*, 11 September. https://www20.hdb.gov.sg/fi10/fi10296p.nsf/PressReleases/F93B15F80588397748257D500009CE6C. Accessed 8 January 2021.

Singapore, National Environment Agency (2020). *Tuas Nexus – Singapore's First Integrated Water and Solid Waste Treatment Facility Begins Construction*, 8 September. https://www.nea.gov.sg/media/news/news/index/tuas-nexus-singapore-s-first-integrated-water-and-solid-waste-treatment-facility-begins-construction. Accessed 9 February 2021.

Singapore, Public Service Division (2020). Singapore agenda in focus: transforming Singapore into a city in nature, 16 July. https://www.psd.gov.sg/challenge/ideas/deep-dive/public-sector-transformation-edible-garden-city-in-nature. Accessed 25 August 2020.

United Nations Environment Programme (2014). *Sand, rarer than one thinks*. https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/8665/GEAS_Mar2014_Sand_Mining.pdf?sequence=3&isAllowed=y.

United Nations Environment Programme (2018). A city in a garden: Singapore's journey to becoming a biodiversity model, 30 July. https://www.unenvironment.org/news-and-stories/story/city-garden-singapores-journey-becoming-biodiversity-model. Accessed 16 October 2020.

United Nations Department of Economic and Social Affairs (2018). *World urbanization prospects. The 2018 revision*. New York. https://population.un.org/wup/Publications/Files/WUP2018-Report.pdf. Accessed 19 October 2020.

United Nations Department of Economic and Social Affairs (2019). World urbanization prospects. Maps. Percentage urban and urban agglomerations by size class. https://population.un.org/wup/. Accessed 28 August 2020.

Yale University (2013). Singapore taking the lead in green building in Asia, 16 September. https://e360.yale.edu/features/singapore_takes_the_lead_in_green_building_in_asia. Accessed 20 October 2020.