วารสารรัฐศาสตร์และรัฐประศาสนศาสตร์ ปีที่ 16 ฉบับที่ 1 (มกราคม-มิถุนายน 2568): 191-212

# เมืองอัจฉริยะกับการสร้างความยั่งยืนด้านสิ่งแวดล้อม: กรณีศึกษาประเทศสิงคโปร์[1]

**เบญจม์ภัทร ชูช่วย[2] และกุลนันทน์ คันธิก[3]**

**วันที่รับบทความ: 31 มกราคม 2568**
**วันที่แก้ไขครั้งล่าสุด: 10 พฤษภาคม 2568**
**วันที่ตอบรับตีพิมพ์: 14 พฤษภาคม 2568**

**บทคัดย่อ**

บทความฉบับนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการปรับใช้เป้าหมายการพัฒนาอย่างยั่งยืน (Sustainable Development Goals: SDGs) เพื่อสร้างความยั่งยืนด้านสิ่งแวดล้อมของเมืองอัจฉริยะผ่านกรณีศึกษาสิงคโปร์ โดยวิเคราะห์ผ่าน SDGs โดยเน้นไปที่ SDG 9 โครงสร้างพื้นฐาน นวัตกรรม และอุตสาหกรรม SDG 11 เมืองและชุมชนที่ยั่งยืน และ SDG 13 การรับมือกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ผลการศึกษาพบว่า เมืองอัจฉริยะของสิงคโปร์ให้ความสำคัญกับประเด็นด้านสิ่งแวดล้อมและการพัฒนาอย่างยั่งยืนผ่านการใช้เทคโนโลยีในการบริหารจัดการทรัพยากรและพลังงานอย่างมีประสิทธิภาพนำไปสู่การลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกและเพิ่มประสิทธิภาพในการใช้พลังงาน รวมถึงพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม เช่น ระบบรถไฟฟ้าขนส่งมวลชน การจัดการขยะ และการใช้พลังงานหมุนเวียน เป็นต้น ซึ่งเป็นหนึ่งในกลไกที่ขับเคลื่อน SDGs และสร้างความสมดุลระหว่างการเติบโตทางเศรษฐกิจและสังคมควบคู่กับการสร้างความยั่งยืนด้านสิ่งแวดล้อม อันเป็นแนวแนวทางสำคัญที่สามารถประยุกต์ใช้กับบริบทประเทศไทย

**คำสำคัญ** เมืองอัจฉริยะ, ความยั่งยืนด้านสิ่งแวดล้อม, เป้าหมายการพัฒนาอย่างยั่งยืน, สิงคโปร์

[1] บทความนี้เป็นส่วนหนึ่งของปริญญานิพนธ์ เรื่อง “เมืองอัจฉริยะกับการสร้างความยั่งยืนด้านสิ่งแวดล้อม: ศึกษากรณีญี่ปุ่นและสิงคโปร์”

[2] คณะสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ กรุงเทพฯ 10110 อีเมล: bchoochauy@gmail.com

[3] คณะสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ กรุงเทพฯ 10110 อีเมล: kullanan@g.swu.ac.th

*doi: 10.14456/pspajcmu.2025.18*

# Smart Cities and the Creation of Environmental Security: Case Studies of Singapore

**Benjapat Choochauy[4] and Kullanan Kunthic[5]**

**Received: 31 January 2025**
**Revised: 10 May 2025**
**Accepted: 14 May 2025**

## Abstract

This article examines the application of Sustainable Development Goals (SDGs) to enhance environmental sustainability in smart cities through a case study of Singapore. The analysis is conducted using the framework of sustainable development and the SDGs, with a particular focus on Goal 9 Industry, Innovation, and Infrastructure, Goal 11 Sustainable Cities and Communities, and Goal 13 Climate Action. The findings indicate that Singapore places significant emphasis on concrete environmental and sustainable development policies, implemented through various smart city management initiatives. These initiatives leverage technology for efficient resource and energy management, leading to a reduction in greenhouse gas emissions and improved energy efficiency. Additionally, Singapore has developed environmentally friendly infrastructure, including a mass rapid transit system, waste management strategies, and the utilization of renewable energy. These efforts serve as key mechanisms driving continuous progress toward the SDGs while balancing economic and social growth with environmental sustainability. The insights gained from Singapore's approach offer valuable lessons that can be adapted to the Thai context.

**Keywords** Smart Cities, Environmental Sustainability, Sustainable Development Goals, Singapore

[4] Faculty of Social Science, Srinakharinwirot University, Bangkok 10110. E-mail: bchoochauy@gmail.com
[5] Faculty of Social Science, Srinakharinwirot University, Bangkok 10110. E-mail: kullanan@g.swu.ac.th

## 1. บทนำ

ในช่วงทศวรรษ 1990 เมืองต่างๆ ยังคงอยู่ในลักษณะแบบดั้งเดิมที่ยังไม่มีการนำเทคโนโลยีมาประยุกต์ใช้เช่นปัจจุบัน เนื่องจากในช่วงเวลานั้นแนวคิดเกี่ยวกับเทคโนโลยียังอยู่ในระยะเริ่มต้นของการพัฒนาและยังไม่ได้รับความแพร่หลายเท่าที่ควร (Kumar & Rattan, 2020, p. 1) ภายหลังจากความก้าวหน้าของเทคโนโลยี การขยายตัวของเมือง การเติบโตของประชากรในเขตเมือง ตลอดจนวิกฤติเศรษฐกิจต่างๆ ล้วนเป็นสาเหตุที่ส่งผลให้เมืองต่างๆ เริ่มตระหนักถึงความจำเป็นในการปรับตัวและพัฒนาเพื่อรับมือกับความท้าทายที่เพิ่มขึ้นประกอบกับความก้าวหน้าทางเทคโนโลยี จึงกลายเป็นแรงสนับสนุนในการขับเคลื่อนการพัฒนาเมืองภายใต้แนวคิดเมืองอัจฉริยะ (Smart City) ซึ่งถือเป็นจุดเริ่มต้นของกระบวนการเปลี่ยนผ่านจากเมืองแบบดั้งเดิมสู่เมืองอัจฉริยะ ส่งผลให้เมืองมีความสามารถในการตอบสนองต่อการแข่งขันและความท้าทายที่เกิดขึ้นในประชาคมโลก โดยองค์การสหประชาชาติ (United Nation: UN) คาดการณ์ว่า ประชากรประมาณร้อยละ 50 จะอาศัยอยู่ในเขตเมือง (Urban Area) ซึ่งภายในปี ค.ศ. 2050 สัดส่วนของประชากรโลกที่อาศัยในเขตเมืองมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นสูงถึงร้อยละ 70 (United Nations, n.d.) โดยมีแนวโน้มการเคลื่อนย้ายประชากรจากพื้นที่ชนบทสู่เขตเมืองเพื่อแสวงหาโอกาสทางเศรษฐกิจ (โครงการเครือข่ายเมืองในเอเชียเพื่อรับมือกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ และโครงการเสริมสร้างการรับมือของเมืองกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ, 2559, น. 45) ขณะที่พื้นที่เมืองทั่วโลกรวมกันมีเพียงร้อยละ 3 ของพื้นที่เหนือน้ำบนโลกทั้งหมด (อรรถพร จงรักศักดิ์ และกฤษดากร คเชนทร์ชัย, 2564, น. 272) ประกอบกับแนวโน้มจำนวนประชากรโลกที่จะเพิ่มสูงขึ้นถึง 1 หมื่นล้านคน (บีบีซี นิวส์, 2567) ทำให้การขยายตัวของเมืองมีความจำเป็นและท้าทายอย่างมาก โดยธรรมชาติของมนุษย์ทุกคนต่างต้องการมีสุขภาพแข็งแรง มีความปลอดภัย และคุณภาพชีวิตที่ดี แต่เนื่องด้วยการใช้ชีวิตของสังคมเมืองในปัจจุบันประกอบกับทรัพยากรที่มีอย่างจำกัด ทำให้เมืองไม่อาจจะตอบสนองความต้องการได้อีกต่อไป (อรรถพร จงรักศักดิ์ และกฤษดากร คเชนทร์ชัย, 2564, น. 273)

การคาดการณ์ดังกล่าวสะท้อนให้เห็นว่า เมืองต่างๆ มีแนวโน้มในการขยายตัวของเมืองอย่างไร้ทิศทาง (Urban Sprawl) และมีโอกาสที่จะประสบกับปัญหาความหนาแน่นของประชากรสูง ขณะที่พื้นที่ในเขตเมืองมีสัดส่วนการใช้พลังงานประมาณร้อยละ 60-80 ของปริมาณการใช้พลังงานทั่วโลก เพื่อรองรับกับกิจกรรมทางเศรษฐกิจและสังคม ด้วยเหตุนี้การเติบโตของประชากรและการขยายตัวของเมืองอย่างต่อเนื่อง ส่งผลให้ความต้องการใช้ทรัพยากรสำหรับกิจกรรมทางเศรษฐกิจและสังคม ตลอดจนปริมาณการปล่อยของเสียและมลพิษที่เป็นผลจากกิจกรรมดังกล่าวเพิ่มสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ (สุธี อนันต์สุขสศรี, 2563) ดังนั้น การจัดการความท้าทายดังกล่าวจึงเป็นเรื่องที่ต้องได้รับการดำเนินการแก้ไขอย่างเร่งด่วน หากรัฐบาลไม่สามารถวางนโยบายและแผนการพัฒนาเมืองเพื่อตอบสนองต่อความท้าทายดังกล่าวได้อย่างเหมาะสม ความท้าทายดังกล่าวจะทวีความรุนแรงมากยิ่งขึ้น และส่งผลกระทบเชิงลบต่อเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อม ซึ่งอาจจะกลายเป็นอุปสรรคต่อการพัฒนา

อย่างยั่งยืนในระยะยาว ด้วยเหตุนี้ การพัฒนาเมืองภายใต้แนวคิดเมืองอัจฉริยะ (Smart Cities) จึงเป็นหนึ่งในทางออกสำคัญเพื่อออกแบบเมืองที่สามารถรองรับกับความท้าทายดังกล่าว เนื่องจากการพัฒนาเมืองภายใต้แนวคิดเมืองอัจฉริยะมีบทบาทสำคัญในการตัดสินใจเชิงนโยบายที่แม่นยำจากการวิเคราะห์ข้อมูลส่งผลให้มีการบริหารทรัพยากรอย่างเหมาะสม นำไปสู่การลดต้นทุน ลดผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อม และยกระดับคุณภาพชีวิต (Kaiser, 2024)

บทความฉบับนี้จึงมุ่งศึกษาเกี่ยวกับการนำเป้าหมายการพัฒนาอย่างยั่งยืน (Sustainable Development Goals: SDGs) มาปรับใช้เพื่อสร้างความยั่งยืนด้านสิ่งแวดล้อมของเมืองอัจฉริยะผ่านกรณีศึกษาสิงคโปร์ เนื่องจาก สิงคโปร์เป็นหนึ่งในตัวอย่างของเมืองอัจฉริยะที่ประสบความสำเร็จในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ (International Institute for Management Development, 2024b, p. 153) ซึ่งจะสะท้อนให้เห็นถึงการปรับใช้ SDGs เพื่อสร้างความยั่งยืนด้านสิ่งแวดล้อมของเมืองอัจฉริยะอย่างเป็นรูปธรรม โดยโครงสร้างของบทความฉบับนี้แบ่งออกเป็นสามส่วนหลัก ส่วนแรกเป็นการทบทวนวรรณกรรมเกี่ยวกับแนวคิดการพัฒนาอย่างยั่งยืน เป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน และเมืองอัจฉริยะ ในขณะที่ส่วนที่สองเป็นการวิเคราะห์การนำ SDGs มาปรับใช้เพื่อสร้างความยั่งยืนด้านสิ่งแวดล้อม ซึ่งเน้นไปที่ SDG 9 โครงสร้างพื้นฐาน นวัตกรรม และอุตสาหกรรม

SDG 11 เมืองและชุมชนที่ยั่งยืน และ SDG 13 การรับมือกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ตลอดจนถอดบทเรียนเพื่อนำไปประยุกต์ใช้ในบริบทของประเทศไทย และส่วนสุดท้ายเป็นบทสรุปและข้อเสนอแนะเชิงนโยบาย

## 2. แนวคิดเมืองอัจฉริยะและเป้าหมายการพัฒนาอย่างยั่งยืน (Sustainable Development Goals: SDGs)

เมืองอัจฉริยะเป็นแนวคิดในการพัฒนาเมืองที่ถูกกล่าวถึงอย่างแพร่หลายในแวดวงวิชาการด้านการผังเมืองและถูกนำมาปรับใช้เป็นวิสัยทัศน์ในการพัฒนาเมืองในหลายประเทศทั่วโลก (อุมาภรณ์ บุพไชย, 2561, น. 3113) ซึ่งมีฐานคิดมาจากการพัฒนาอย่างยั่งยืน คณะกรรมาธิการโลกว่าด้วยสิ่งแวดล้อมและการพัฒนา (World Commission on Environment and Development: WCED) ระบุว่า การพัฒนาอย่างยั่งยืน คือ การพัฒนาที่ตอบสนองต่อความต้องการของคนในปัจจุบัน โดยไม่ทำลายความสามารถของคนรุ่นหลังในการตอบสนองต่อความต้องการในอนาคต (UN Secretary-General and World Commission on Environment and Development, 1987) โดยการพัฒนาอย่างยั่งยืนมีเป้าหมายเพื่อสร้างความสมดุลระหว่างการเติบโตทางเศรษฐกิจ การพัฒนาสังคม และการรักษาสิ่งแวดล้อม ซึ่งแนวคิดเมืองอัจฉริยะได้เข้ามามีบทบาทในฐานะกลไกที่สำคัญในการขับเคลื่อนเป้าหมายดังกล่าว เนื่องจากแนวคิดเมืองอัจฉริยะมุ่งเน้นไปที่บทบาทของเมืองในฐานะศูนย์กลางที่ส่งเสริมการเติบโตทางเศรษฐกิจและการพัฒนาโครงสร้างพื้นที่โดยรอบ (King, 2020) ตลอดจนการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีและนวัตกรรมเพื่อยกระดับประสิทธิภาพในการบริหารจัดการเมืองควบคู่ไปกับการสร้างความสมดุลระหว่างเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อมนำไปสู่การพัฒนาเมือง

ที่สามารถตอบสนองต่อความต้องการของประชากรในปัจจุบันได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยไม่ส่งผลกระทบต่อศักยภาพในการดำรงชีวิตของคนรุ่นหลัง (Caragliu, Chiara Del Bo, & Nijkamp, 2011) และสามารถรองรับกับความท้าทายที่เป็นผลมาจากความมั่นคงรูปแบบใหม่ เช่น การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ การขยายตัวของเมืองอย่างต่อเนื่อง และการเติบโตของประชากรที่รวดเร็ว ซึ่งส่งผลให้เมืองต้องเผชิญกับความเสี่ยงที่หลากหลายและซับซ้อนมากยิ่งขึ้น

อย่างไรก็ตาม แนวคิดเมืองอัจฉริยะถูกตีความแตกต่างกันตามบริบทของแต่ละพื้นที่และแนวทางการพัฒนาเมือง ซึ่งอาจถูกกำหนดโดยปัจจัยทางเทคโนโลยี โครงสร้างพื้นฐาน สังคม วัฒนธรรม และนโยบายของภาครัฐ โดยการพัฒนาเมืองอัจฉริยะมุ่งเน้นไปที่การใช้เทคโนโลยีดิจิทัลและนวัตกรรม เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการบริหารจัดการเมือง ยกระดับคุณภาพชีวิตของประชาชน และส่งเสริมการพัฒนาอย่างยั่งยืน แต่จุดร่วมหลักของแนวคิดเมืองอัจฉริยะ คือ การใช้เทคโนโลยีและนวัตกรรมในการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานที่ยั่งยืนเพื่อยกระดับคุณภาพชีวิตของประชาชนและรองรับกับความต้องการของประชาชนอย่างมีประสิทธิภาพ ด้วยเหตุนี้ ประเทศต่างๆ จึงนำแนวคิดเมืองอัจฉริยะมาปรับใช้เป็นแนวทางในการรับมือกับความมั่นคงรูปแบบใหม่ โดยเฉพาะการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ การเติบโตของจำนวนประชากรที่รวดเร็ว และการขยายตัวของเมือง เพื่อสร้างโครงสร้างที่สามารถรองรับต่อความต้องการและจำนวนประชากรได้อย่างมีประสิทธิภาพทั้งในด้านการจัดสรรทรัพยากร การบริหารจัดการพลังงาน และการจัดการสิ่งแวดล้อม ภายใต้เงื่อนไขการคำนึงถึงผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงทางสภาพภูมิอากาศ ดังนั้น แนวคิดเมืองอัจฉริยะจึงกลายเป็นหนึ่งในกลไกสำคัญที่ขับเคลื่อนเป้าหมายการพัฒนาอย่างยั่งยืนให้เกิดผลสัมฤทธิ์อย่างเป็นรูปธรรมในระยะยาว

เป้าหมายการพัฒนาแห่งสหัสวรรษ (Millennium Development Goals: MDGs) ถือเป็นจุดเริ่มต้นของการผลักดันแนวทางการพัฒนาอย่างยั่งยืนในระดับสากลนำมาสู่ SDGs ในปัจจุบันซึ่งเป็นกรอบที่กำหนดโดยองค์การสหประชาชาติ เพื่อสร้างความสมดุลระหว่างการพัฒนาเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อม ซึ่งมีทั้งหมด 17 เป้าหมายหลัก ครอบคลุมประเด็นสำคัญในมิติต่างๆ เช่น การขจัดความยากจนและความหิวโหย การส่งเสริมสุขภาพที่ดี การศึกษาที่มีคุณภาพ ความเท่าเทียมทางเพศ การเข้าถึงทรัพยากรที่จำเป็น นอกเหนือจากนี้ยังให้ความสำคัญกับการพัฒนาเมืองและชุมชนอย่างยั่งยืน การลดความเหลื่อมล้ำ การดำเนินการเพื่อรับมือกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ การอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติทั้งทางบกและทางน้ำ รวมถึงการสร้างสังคมที่สงบสุขและมีความยุติธรรม (United Nations Development Programme, n.d.)

การทบทวนวรรณกรรม พบว่า งานส่วนใหญ่เน้นศึกษาความสำเร็จในการพัฒนาเมืองอัจฉริยะต่างๆ โดยมุ่งเน้นความยั่งยืนด้านสังคมและเศรษฐกิจ นอกจากนี้ ยังมีงานที่ศึกษาเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างเมืองอัจฉริยะกับ SDGs โดยเน้นไปที่ SDG 6 โครงสร้างพื้นฐาน นวัตกรรมและอุตสาหกรรม SDG 7 พลังงานสะอาดที่เข้าถึงได้ SDG 11 เมืองและชุมชนอย่างยั่งยืน SDG 12 การผลิตและการบริโภคอย่างยั่งยืน และ SDG 13 การรับมือกับ

การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ดังนั้น บทความฉบับนี้จึงศึกษาการนำ SDGs มาปรับใช้ในการสร้างความยั่งยืนด้านสิ่งแวดล้อม โดยมุ่งเน้นไปที่ 3 เป้าหมายหลัก ได้แก่ SDG 9 โครงสร้างพื้นฐาน นวัตกรรม และอุตสาหกรรม SDG 11 เมืองและชุมชนอย่างยั่งยืน และ SDG 13 การรับมือกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ เนื่องจากเป้าหมายดังกล่าวมีความเชื่อมโยงกันอย่างมีนัยสำคัญในเชิงโครงสร้างและการบูรณาการ โดยโครงสร้างพื้นฐานและนวัตกรรมเป็นโครงสร้างพื้นฐานในการสร้างเมืองและชุมชนอย่างยั่งยืนและกำหนดทิศทางของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ดังนั้น การศึกษาเป้าหมายดังกล่าวจะช่วยให้เห็นภาพรวมของการพัฒนาที่ครอบคลุมเกือบทุกมิติ (United Nations Development Programme, n.d.) โดยมีรายละเอียด ดังนี้

SDG 9 โครงสร้างพื้นฐาน นวัตกรรม และอุตสาหกรรม (Industry, Innovation and Infrastructure) การพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานที่ยืดหยุ่นและการคิดค้นนวัตกรรมใหม่ๆ นำไปสู่การยกระดับคุณภาพชีวิตของประชาชนในสังคมมากขึ้น โดยเป้าหมายย่อยในการวิจัยครั้งนี้ คือ 9.4.1 ส่งเสริมการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานและอุตสาหกรรมให้มีความยั่งยืน ด้วยการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ทรัพยากรและการนำเทคโนโลยีที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมมาประยุกต์ใช้ ซึ่งวัดจากอัตราการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ต่อมูลค่าทางเศรษฐกิจลดลง (Government of Singapore, n.d.; United Nations Development Programme, n.d.)

SDG 11 เมืองและชุมชนอย่างยั่งยืน (Sustainable Cities and Communities) การทำให้เมืองที่อยู่อาศัยมีคุณภาพ มีสภาพแวดล้อมที่ดี มีความปลอดภัย และอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม โดยเป้าหมายย่อยในการวิจัยครั้งนี้ประกอบด้วย 2 เป้าหมาย ดังนี้ (Government of Singapore, n.d.)

(1) 11.2 การเข้าถึงระบบคมนาคมขนส่งที่ปลอดภัย ในราคาที่ย่อมเยาสำหรับทุกคน และพัฒนาความปลอดภัยทางถนน โดยการขยายการขนส่งสาธารณะ ซึ่งตัวบ่งชี้ความสำเร็จ คือ สัดส่วนของประชากรที่เข้าถึงขนส่งสาธารณะได้อย่างสะดวก จำแนกตามกลุ่มอายุ เพศ และบุคคลที่มีความบกพร่องทางร่างกาย

(2) 11.7 การเข้าถึงพื้นที่สาธารณะสีเขียวที่ปลอดภัยครอบคลุมและเข้าถึงได้โดยถ้วนหน้า โดยตัวบ่งชี้ความสำเร็จที่เกี่ยวข้อง คือ ส่วนแบ่งเฉลี่ยของพื้นที่เมืองที่ถูกสร้างขึ้นให้เป็นสถานที่ที่ใช้ประโยชน์สาธารณะสำหรับทุกคนจำแนกตามอายุ เพศ และบุคคลที่มีความบกพร่องทางร่างกาย

SDG 13 การรับมือกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Climate Action) โดยเป้าหมายย่อยในการวิจัยครั้งนี้มี 13.1 เสริมภูมิต้านทานและขีดความสามารถในการปรับตัวต่ออันตรายและภัยพิบัติทางธรรมชาติที่เกี่ยวข้องกับภูมิอากาศในประเทศ ซึ่งตัวบ่งชี้ความสำเร็จที่ คือ สัดส่วนของจำนวนผู้เสียชีวิต ผู้เสียหาย และผู้ที่ได้รับผิดกระทบโดยตรงต่อภัยพิบัติลดลง และ 13.2 บูรณาการมาตรการด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในนโยบาย และการวางแผนระดับชาติ โดยตัวบ่งชี้ความสำเร็จ คือ การมีส่วนร่วมในการกำหนดยุทธศาสตร์ระยะยาวและแผนการปรับตัวต่อผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศแห่งชาติ

รวมไปถึงการลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกรวมต่อปี (Government of Singapore, n.d.)

เป้าหมายและตัวบ่งชี้ที่กล่าวในข้างต้น ถือเป็นกลไกสำคัญในการประเมินความสำเร็จในการสร้างความยั่งยืนด้านสิ่งแวดล้อมในเมืองอัจฉริยะ เนื่องจากเป้าหมายและตัวบ่งชี้ดังกล่าวเป็นรากฐานในการสร้างระบบการบริหารจัดการด้านสิ่งแวดล้อมที่มีประสิทธิภาพและยั่งยืนในเมืองอัจฉริยะ เพื่อบรรลุเป้าหมายความยั่งยืนด้านสิ่งแวดล้อมในระยะยาว

## 3. นโยบายและโครงการที่เกี่ยวข้องกับเมืองอัจฉริยะสิงคโปร์

สิงคโปร์เป็นประเทศที่มีขนาดเล็กที่สุดในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ประกอบด้วยเกาะหลักหนึ่งเกาะและรายล้อมด้วยเกาะเล็กกว่า 60 เกาะ ซึ่งมีพื้นที่รวมทั้งสิ้น 728.6 ตารางกิโลเมตร (United Nations Framework Convention on Climate Change, 2018, p. 14) พื้นที่ส่วนใหญ่เป็นพื้นที่ราบทำให้สิงคโปร์ต้องเผชิญกับการจัดการพื้นที่มีข้อจำกัด การขาดแคลนทรัพยากรธรรมชาติ และการมีพลังงานทางเลือกอย่างจำกัด (ถิรพร สิงห์ลอ, 2564) โดย Worldometers ระบุว่า ค.ศ. 2023 สิงคโปร์มีประชากร 5.78 ล้านคน เมื่อเทียบจำนวนประชากรกับพื้นที่ พบว่า สิงคโปร์มีความหนาแน่นของประชากรประมาณ 8,270 คนต่อตารางกิโลเมตรและมีแนวโน้มที่เพิ่มขึ้น ขณะที่อัตราการปล่อยคาร์บอนของสิงคโปร์สูงถึง 9,000 กิโลกรัมต่อปี (Tham, 2020) คิดเป็น 50 เท่าของขนาดประเทศ ด้วยเหตุนี้รัฐบาลจึงให้ความสำคัญกับการสร้างภูมิคุ้มกันความยืดหยุ่นทนทาน (Resilience) (ถิรพร สิงห์ลอ, 2564) เพื่อปรับตัวต่อความท้าทายดังกล่าวได้อย่างประสิทธิภาพ

สถาบันเพื่อพัฒนาการจัดการนานาชาติ (International Institute for Management: IMB) จัดทำรายงานดัชนีเมืองอัจฉริยะ ซึ่งเป็นการจัดอันดับเมืองอัจฉริยะในประเทศต่างๆ จากทั่วโลก โดยประเมินจากการบริหารจัดการเทคโนโลยี ความสามารถในการปรับตัว การตอบสนองต่อ SDGs และการมีส่วนร่วมของพลเมือง โดยรายงานดัชนีเมืองอัจฉริยะประจำปี 2024 (Smart City Index 2024) ระบุว่า สิงคโปร์ได้รับการจัดอันดับให้เป็นเมืองอัจฉริยะอันดับที่ 5 จาก 141 แห่งเช่นกัน ซึ่งเลื่อนขึ้นมา 2 อันดับเมื่อเทียบกับปีที่ผ่านมา (International Institute for Management Development, 2024a, pp. 10, 22) ผลการจัดอันดับสะท้อนให้เห็นถึงความสำเร็จในการพัฒนาเมืองผ่านการใช้เทคโนโลยีเพื่อตอบสนองต่อความท้าทายทางเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อมได้อย่างมีประสิทธิภาพ รวมไปถึงตอบสนองต่อความต้องการและความเป็นอยู่ของประชากรในระยะยาว โดยความสำเร็จดังกล่าวมีจุดเริ่มต้นมาจากบทบาทเชิงรุกของภาครัฐในการกำหนดนโยบายระยะยาวผ่านแผนแม่บท Intelligent Nation 2015 (iN2015) ซึ่งเป็นแผนยุทธศาสตร์ระยะเวลา 10 ปี ที่ดำเนินการตั้งแต่ปี ค.ศ. 2006 ถึง 2015 โดยมีวิสัยทัศน์ในการพัฒนาสิงคโปร์ให้เป็นประเทศอัจฉริยะและเมืองชั้นนำระดับโลกผ่านการขับเคลื่อนเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร (The iN2015 Steering Committee, 2006) แผนดังกล่าวได้วางรากฐานสำคัญนำไปสู่การกำหนดนโยบาย Smart Nation ในระยะต่อมา

นโยบาย Smart Nation ของสิงคโปร์เป็นยุทธศาสตร์ระดับชาติ ที่ได้รับการประกาศใช้ตั้งแต่ปี ค.ศ. 2014 โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อยกระดับคุณภาพชีวิตของประชาชน ส่งเสริมโอกาสทางเศรษฐกิจ และเสริมสร้างความเข้มแข็งของสังคมโดยรวม ในช่วงระยะเวลาตั้งแต่ ค.ศ. 2014 ถึง ค.ศ. 2024 ซึ่งถือเป็น Smart Nation 1.0 รัฐบาลได้ดำเนินการโครงการและแผนงานต่างๆ ที่มุ่งเน้นการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานทางดิจิทัลให้มีความทันสมัยและครอบคลุม การส่งเสริมการนำเทคโนโลยีมาใช้ในการดำเนินงานของภาครัฐและภาคส่วนต่างๆ ในระบบเศรษฐกิจ รวมถึงการพัฒนาระบบดิจิทัลที่สำคัญระดับชาติ เช่น Singpass เพื่ออำนวยความสะดวกในการเข้าถึงบริการต่างๆ ของรัฐ โดยผลจากการดำเนินงานในระยะ Smart Nation 1.0 ทำให้สิงคโปร์ได้รับการยอมรับและจัดอันดับในระดับสูงในด้านการเชื่อมต่อทางดิจิทัล (Digital Connectivity) ประสิทธิภาพของการบริการภาครัฐออนไลน์ (Online Government Services) และการบูรณาการเทคโนโลยีเข้ากับการดำเนินชีวิตประจำวันของประชาชน ในปีถัดไปได้มีการประกาศวิสัยทัศน์ Smart Nation 2.0 ซึ่งเป็นการต่อยอดและปรับปรุงจากความสำเร็จและบทเรียนในระยะแรก โดยมีเป้าหมายหลักสามประการ ได้แก่ ความน่าเชื่อถือ (Trust) การเติบโต (Growth) และชุมชน (Community) วิสัยทัศน์นี้มุ่งเน้นที่จะสร้างสภาพแวดล้อมที่ทุกคนสามารถเติบโตและใช้ชีวิตได้อย่างมีความหมายในยุคดิจิทัลที่ขับเคลื่อนด้วยเทคโนโลยี ทิศทางการดำเนินงานในอนาคตภายใต้ Smart Nation 2.0 จะให้ความสำคัญกับการสร้างความเชื่อมั่นและความปลอดภัยในการใช้งานเทคโนโลยีดิจิทัล การส่งเสริมการเติบโตทางเศรษฐกิจผ่านการสนับสนุนนวัตกรรมดิจิทัล และการสร้างสังคมที่เปิดกว้างและเชื่อมโยงกันด้วยเทคโนโลยีอย่างทั่วถึง นอกจากนี้ การให้ความสำคัญกับเทคโนโลยีเกิดใหม่ (Emerging Technologies) เช่น ปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence: AI) จะเป็นปัจจัยสำคัญในการขับเคลื่อน Smart Nation ในระยะต่อไป (Smart Nation Singapore, n.d.)

การดำเนินการข้างต้นอยู่ภายใต้เงื่อนไขข้อจำกัดทางภูมิประเทศและทรัพยากรที่มีอยู่อย่างจำกัด ซึ่งส่งผลให้สิงคโปร์จำเป็นต้องมุ่งเน้นการรักษาทรัพยากรอย่างยั่งยืนนำไปสู่การกำหนดนโยบาย Singapore Green Plan 2030 ซึ่งเป็นวาระแห่งชาติ (National Agenda) ที่มุ่งเน้นการพัฒนาประเทศอย่างยั่งยืน โดยมีกรอบแนวคิดอิงตามวาระการพัฒนาที่ยั่งยืน ค.ศ. 2030 ของสหประชาชาติ (UN's 2030 Sustainable Development Agenda) และความตกลงปารีส (Paris Agreement) รวมถึงการวางรากฐานเพื่อบรรลุเป้าหมายระยะยาวในการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสุทธิเป็นศูนย์ (Net-Zero Emissions) ภายในปี ค.ศ. 2050 ประกอบด้วย 5 เสาหลัก ดังนี้ (ศูนย์ข้อมูลข่าวสารอาเซียน, 2564; Singapore Green Plan 2030, n.d.)

*เสาที่ 1 เมืองท่ามกลางธรรมชาติ (City in Nature):* มุ่งเน้นการเปลี่ยนสิงคโปร์ให้เป็นเมืองในธรรมชาติอย่างแท้จริง โดยมีเป้าหมายในการเพิ่มพื้นที่สีเขียวและอุทยานธรรมชาติทั่วประเทศกว่าร้อยละ 50 ภายในปี ค.ศ. 2030 การพัฒนาพื้นที่สีเขียวในเมืองจะช่วยปรับปรุงคุณภาพอากาศ ลดความร้อนในเมือง และสร้างพื้นที่พักผ่อนหย่อนใจสำหรับประชาชน

*เสาที่ 2 การปฏิรูปพลังงาน (Energy Reset):* มุ่งเน้นการเปลี่ยนผ่านไปสู่พลังงานสะอาดและลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในภาคพลังงาน ซึ่งรวมถึงการเพิ่มการใช้พลังงานแสงอาทิตย์ การสำรวจแหล่งพลังงานทางเลือก และการปรับปรุงประสิทธิภาพการใช้พลังงาน

*เสาที่ 3 การใช้ชีวิตแบบยั่งยืน (Sustainable Living):* ส่งเสริมวิถีชีวิตที่ยั่งยืนในหมู่ประชาชนและภาคธุรกิจ โดยเน้นการลดปริมาณของเสีย การใช้ทรัพยากรอย่างมีประสิทธิภาพ การส่งเสริมการบริโภคอย่างยั่งยืน และการสนับสนุนการเดินทางที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม เช่น การใช้ระบบขนส่งสาธารณะ การเดิน และการปั่นจักรยาน

*เสาที่ 4 เศรษฐกิจสีเขียว (Green Economy):* มุ่งสร้างเศรษฐกิจสีเขียวและส่งเสริมโอกาสทางธุรกิจใหม่ๆ ที่เกี่ยวข้องกับความยั่งยืน ซึ่งรวมถึงการสนับสนุนนวัตกรรมสีเขียว เทคโนโลยีสะอาด และการพัฒนาทักษะสีเขียวเพื่อสร้างงานและขับเคลื่อนการเติบโตทางเศรษฐกิจอย่างยั่งยืน

*เสาที่ 5 อนาคตที่ยั่งยืน (Resilient Future):* มุ่งเตรียมความพร้อมให้สิงคโปร์สามารถรับมือกับผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ เช่น ระดับน้ำทะเลที่สูงขึ้น และภัยพิบัติทางธรรมชาติอื่นๆ โดยเน้นการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานที่ยืดหยุ่น การจัดการน้ำอย่างยั่งยืน และการปกป้องความหลากหลายทางชีวภาพ

ตลอดระยะเวลาที่ผ่านมา สิงคโปร์ได้ดำเนินงานพัฒนาเมืองอัจฉริยะอย่างต่อเนื่อง โดยอาศัยการบูรณาการเทคโนโลยีเข้ากับโครงสร้างพื้นฐานของเมือง เพื่อยกระดับประสิทธิภาพการจัดการทรัพยากรและส่งเสริมความยั่งยืนด้านสิ่งแวดล้อม ซึ่งสามารถจำแนกออกเป็น 3 กลุ่มหลัก ดังนี้

(1) การบริหารจัดการทรัพยากรธรรมชาติ คือ การใช้เทคโนโลยีและนวัตกรรมต่างๆ เพื่อการอนุรักษ์ ฟื้นฟู และใช้ประโยชน์จากทรัพยากรธรรมอย่างยั่งยืนซึ่งครอบคลุมถึงการจัดการดิน น้ำ อากาศ และความหลากหลายทางชีวภาพ โดยมีเป้าหมายเพื่อรักษาสมดุลระหว่างการพัฒนาเศรษฐกิจ สังคม และการดูแลสิ่งแวดล้อม เช่น กระบวนการบำบัดน้ำ (NEwater) เป็นการนำเทคโนโลยีมาช่วยในการบำบัดน้ำให้กลายเป็นน้ำที่มีคุณภาพส่งผลให้สิงคโปร์สามารถรับมือกับภัยแห้งได้อย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น (Singapore’s National Water Agency, 2024) ขณะเดียวกันรัฐบาลได้ดำเนินการติดตั้งระบบพลังงานแสงอาทิตย์บนหลังคาของสำนักงานคณะกรรมการที่อยู่อาศัยและการพัฒนา (Housing and Development Board: HDB) และอาคารภาครัฐต่างๆ (GetSolar, 2023) ภายใต้โครงการ SolarNova โดยโครงการดังกล่าวสร้างพลังงานแสงอาทิตย์ประมาณ 420 GWh ต่อปี ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 5 ของการใช้พลังงานทั้งหมดในประเทศสิงคโปร์ (Housing & Development Board, n.d.-a) นอกเหนือจากนี้ยังมีโครงการ Gardens by the Bay ซึ่งเป็นหนึ่งในโครงการที่ส่งเสริมการพัฒนาและอนุรักษ์พื้นที่สีเขียว โดยโครงการนี้ไม่เพียงเป็นจุดสำคัญของสิงคโปร์เท่านั้นแต่ยังมีบทบาทในการสร้างความตระหนักรู้ด้านสิ่งแวดล้อมและสนับสนุนวิถีชีวิตที่ยั่งยืนในเขตเมืองอีกด้วย

(2) การพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานด้านคมนาคมขนส่ง โดยให้ความสำคัญกับการสัญจรอัจฉริยะ (Smart Mobility) เป็นการนำเทคโนโลยีมาบูรณาการกับโครงสร้างการคมนาคม

ในประเทศและการบริหารจัดการระบบขนส่งมวลชน โดยใช้ข้อมูลสาธารณะ (Open Data) เช่น ข้อมูลการจราจร ข้อมูลจากเซนเซอร์ในยานพาหนะ เป็นต้น มาวิเคราะห์และวางแผนระบบขนส่ง เพื่อการอำนวยความสะดวกในการใช้งานระบบขนส่ง อีกทั้งยังมีการใช้นวัตกรรมในการควบคุมสัญญาณไฟจราจรอัตโนมัติและระบบส่งสัญญาณอัจฉริยะสำหรับการแสดงข้อมูลรถโดยสารแบบเรียลไทม์ ซึ่งช่วยให้ผู้ใช้บริการสามารถวางแผนการเดินทางได้อย่างมีประสิทธิภาพและลดความแออัดของระบบขนส่ง ไม่เพียงเท่านั้น การให้ข้อมูลจราจรแบบเรียลไทม์ยังถือเป็นแนวทางที่ช่วยแก้ปัญหาการจราจรติดขัด (เบดร็อค อนาไลติกส์, 2566) นอกเหนือจากนี้ สิงคโปร์ยังได้นำระบบเก็บค่าผ่านทางอิเล็กทรอนิกส์ (Electronic Road Pricing: ERP) มาใช้บนถนนในเขตเมืองและทางด่วน โดยระบบดังกล่าวช่วยให้ยานพาหนะสามารถผ่านจุดเก็บค่าผ่านทางได้โดยไม่จำเป็นต้องหยุดหรือชะลอความเร็ว เพื่อลดปัญหาความแออัดของการจราจรในท้องถนน (Land Transport Authority, n.d.)

(3) การส่งเสริมการมีส่วนร่วมและพัฒนาทักษะของพลเมือง โดยเน้นไปที่การศึกษาอัจฉริยะ (Smart Education) ซึ่งเป็นองค์ประกอบสำคัญในการกำหนดทิศทางของนโยบายต่างๆ เนื่องจากความสำเร็จของนโยบายดังกล่าวต้องอาศัยความร่วมมือและการมีส่วนร่วมของประชาชนในพื้นที่ ด้วยเหตุนี้ รัฐบาลจึงมุ่งเน้นให้พลเมืองมีความสามารถในการใช้เทคโนโลยีอย่างมีประสิทธิภาพ โดยส่งเสริมการเรียนรู้และการบูรณาการเทคโนโลยีเข้าสู่กระบวนการศึกษาตั้งแต่เด็ก ขณะเดียวกันพลเมืองสิงคโปร์สามารถเชื่อมต่อกับรัฐบาลและเข้าถึงบริการที่สำคัญได้ เช่น ช่องทางในการแสดงความคิดเห็นและรายงานปัญหาต่าง ๆ ศูนย์แจ้งข่าวสาร เหตุการณ์ และภัยพิบัติแบบเรียลไทม์ในพื้นที่

นอกเหนือจากนี้ สิงคโปร์ได้ดำเนินโครงการมากมาย เช่น HDB Smart Towns การนำเทคโนโลยีอัจฉริยะมาใช้ในโครงการที่อยู่อาศัยของรัฐบาล เช่น ระบบไฟอัจฉริยะ เครื่องใช้ไฟฟ้าประหยัดพลังงาน และแผงควบคุมดิจิทัลสำหรับตรวจสอบการใช้ทรัพยากร Integrated Environmental Modeller เครื่องมือจำลองผลกระทบของปัจจัยแวดล้อมต่อการออกแบบพื้นที่เปิดโล่งและอาคาร myENV App แอปพลิเคชันแจ้งเตือนข่าวสารด้านสิ่งแวดล้อม เช่น ค่า PSI และการระบาดของโรคไข้เลือดออก ฯลฯ แต่หนึ่งในโครงการที่โดดเด่น คือ โครงการเมืองเทนกาห์ (Tengah Eco-Town) โดยมีเป้าหมายเพื่อพัฒนาให้เป็นเมืองที่ผู้พักอาศัยสามารถดำรงอยู่ร่วมกับธรรมชาติได้อย่างกลมกลืน (At Home with Nature) ด้วยเหตุนี้ เมืองแห่งนี้จึงถูกออกแบบภายใต้แนวคิดเมืองอัจฉริยะเชิงนิเวศ (Eco Smart City) ซึ่งเป็นการผสมผสานระหว่างแนวคิดเมืองสีเขียวและเมืองอัจฉริยะ ส่งผลให้โครงการดังกล่าวกลายเป็นเมืองต้นแบบสีเขียวแห่งแรกของสิงคโปร์และเป็นต้นแบบสำหรับการพัฒนาเมืองที่ยั่งยืนในอนาคต (Housing & Development Board, n.d.-b; Smart Nation Singapore, n.d.-b) ขณะเดียวกัน สิงคโปร์ได้นำแบบจำลองดิจิทัลของเมือง (Digital Twin) มาใช้ในการวางแผนและการจัดการภัยพิบัติ โดยเทคโนโลยีดังกล่าวสร้างแบบจำลองสภาพแวดล้อมจริงและวิเคราะห์ข้อมูลแบบเรียลไทม์ที่ติดตั้งในพื้นที่ เช่น เซนเซอร์ตรวจจับระดับน้ำ สภาพอากาศ และการจราจร ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อการตัดสินใจในสถานการณ์ฉุกเฉิน ตลอดจนช่วยประเมินความเสียหายของโครงสร้างพื้นฐานหลังเกิดภัยพิบัติ (ธราธร รัตนนฤมิตศร, 2567; Walker,

2023) โดยเทคโนโลยีดังกล่าวสอดรับกับเป้าหมาย Smart Nation ในการพัฒนาเป็นเมืองอัจฉริยะที่มีความสามารถในการปรับตัวและตอบสนองต่อความท้าทายด้านภัยพิบัติได้อย่างยั่งยืน อีกทั้งยังส่งเสริมความยั่งยืนด้านสิ่งแวดล้อม เนื่องจากแบบจำลองดังกล่าวลดการใช้ทรัพยากรจริงในการวางแผนและทดสอบแนวทางต่างๆ พร้อมทั้งสนับสนุนการจัดการทรัพยากรธรรมชาติได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Walker, 2023)

## 4. นโยบายและโครงการที่เกี่ยวข้องกับเมืองอัจฉริยะสิงคโปร์กับความยั่งยืนด้านสิ่งแวดล้อมตามกรอบเป้าหมายการพัฒนาอย่างยั่งยืน

สิงคโปร์ได้รับการยอมรับในระดับนานาชาติว่าเป็นผู้นำในการขับเคลื่อนวาระเมืองอัจฉริยะ (Smart City Agenda) โดยได้บูรณาการมิติความยั่งยืนด้านสิ่งแวดล้อมเข้าสู่กระบวนทัศน์และแผนปฏิบัติการอย่างรอบด้าน (Thales Headquarters, 2023) เมื่อพิจารณานโยบายและโครงการที่เกี่ยวข้องกับเมืองอัจฉริยะสิงคโปร์ตามตัวชี้วัดของ SDGs ที่ได้กล่าวไปข้างต้นนั้น สะท้อนให้เห็นว่า เมืองอัจฉริยะของสิงคโปร์เป็นการพัฒนาที่ให้ความสำคัญกับประเด็นสิ่งแวดล้อมและความยั่งยืนผ่านการนำเทคโนโลยีเข้ามาประยุกต์ใช้ในโครงสร้างพื้นฐานเพื่อสนับสนุนการจัดการพลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ ไม่ว่าจะเป็นพลังงานแสงอาทิตย์และพลังงานลม การพัฒนาระบบขนส่งสาธารณะที่ปล่อยมลพิษต่ำ การใช้ยานพาหนะไฟฟ้า การสร้างระบบเศรษฐกิจหมุนเวียนที่ช่วยลดของเสียและเพิ่มการนำกลับมาใช้ใหม่ การเพิ่มพื้นที่เขียวในเขตเมืองเพื่อปรับปรุงคุณภาพอากาศและลดอุณหภูมิ รวมถึงการพัฒนาเทคโนโลยีสำหรับบ้านอัจฉริยะและโครงข่ายไฟฟ้าอัจฉริยะเพื่อลดการสิ้นเปลืองพลังงาน แนวทางดังกล่าวไม่เพียงแต่จะช่วยลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม แต่ยังเพิ่มคุณภาพชีวิตของประชาชน และส่งเสริมให้สิงคโปร์เป็นต้นแบบในการสร้างความยั่งยืนด้านสิ่งแวดล้อมของเมืองอัจฉริยะ โดยมีรายละเอียด ดังนี้

เป้าหมายย่อยที่ 9.4.1 ส่งเสริมการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานและอุตสาหกรรมให้เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม พบว่า รัฐบาลสิงคโปร์ได้ดำเนินนโยบายและโครงการต่างๆ อย่างเป็นระบบ เช่น การลงทุนพัฒนาแพลตฟอร์มเซนเซอร์อัจฉริยะ ซึ่งทำหน้าที่เป็นโครงสร้างพื้นฐานสำคัญสำหรับการเก็บรวบรวมข้อมูลแบบตามเวลาจริง (Real-time Data Acquisition) ที่เกี่ยวข้องกับการใช้พลังงาน การบริหารจัดการทรัพยากรน้ำ การจัดการของเสีย และคุณภาพอากาศเพื่อติดตาม วิเคราะห์ และตัดสินใจเชิงนโยบายบนพื้นฐานของข้อมูล ตลอดจนการเพิ่มขีดความสามารถในการเฝ้าระวังและจัดการความเสี่ยงในสถานการณ์ฉุกเฉิน ตัวอย่างโครงการที่สำคัญในบริบทนี้ ได้แก่ SolarNova, NEWater และ Tengah Eco-Town ขณะเดียวกันมีการนำแบบจำลองดิจิทัลของเมืองมาใช้เป็นเครื่องมือสำคัญในการจำลองสถานการณ์ต่างๆ เพื่อประเมินผลกระทบของการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานและกิจกรรมทางอุตสาหกรรมต่อระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อมในระยะยาว ขณะเดียวกัน สิงคโปร์ได้ริเริ่มโครงการสำคัญหลากหลายประการ อาทิ โครงการ SolarNova ซึ่งมีเป้าหมายในการติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์บนอาคารทั่วประเทศ เพื่อลดการพึ่งพาเชื้อเพลิงฟอสซิลและบรรเทาผลกระทบจากการปล่อย

ก๊าซเรือนกระจก นอกเหนือจากนี้สิงคโปร์ยังให้ความสำคัญของการลงทุนในโครงสร้างพื้นฐานสีเขียวปรากฏชัดเจนในโครงการต่างๆ เช่น เครือข่ายทางเดินและจักรยาน (Park Connector Network) ซึ่งเชื่อมโยงพื้นที่สีเขียวทั่วเกาะส่งเสริมรูปแบบการเดินทางที่ไม่ปล่อยมลพิษ และเพิ่มพื้นที่สีเขียวในเขตเมือง ควบคู่ไปกับการขยายและยกระดับระบบขนส่งสาธารณะ เพื่อเป็นทางเลือกหลักในการเดินทางแทนการใช้ยานยนต์ส่วนบุคคล (National Parks Board, n.d.-b) นอกจากนี้ รัฐบาลได้ดำเนินการขับเคลื่อนเศรษฐกิจหมุนเวียน ในส่วนของการจัดการทรัพยากรน้ำ ระบบการจัดการน้ำแบบบูรณาการ (Integrated Water Management) ซึ่งครอบคลุมการเก็บกักน้ำฝน การบำบัดน้ำเสีย และการผลิตน้ำดื่มคุณภาพสูง (NEWater) เป็นตัวอย่างของการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำอย่างมีประสิทธิภาพและยั่งยืน อีกทั้งรัฐบาลมีการนำหลักการเศรษฐกิจหมุนเวียนมาประยุกต์ใช้ในภาคอุตสาหกรรม เช่น การออกแบบผลิตภัณฑ์ที่คำนึงถึงการนำกลับมาใช้ใหม่หรือการรีไซเคิล และการสร้างตลาดสำหรับวัสดุรีไซเคิล เป็นต้น

เมื่อพิจารณาตามตัวบ่งชี้ พบว่า สิงคโปร์ยังไม่ประสบความสำเร็จในการขับเคลื่อนเป้าหมายดังกล่าวตามที่คาดหวัง เนื่องจากปี ค.ศ. 2021 ความเข้มข้นของการปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่อหน่วย GDP (Carbon Intensity) เพิ่มสูงถึง 0.370 kg/Intl$ จากเดิม 0.358 kg/Intl$ (CEIC, n.d.) อาจเป็นเพราะการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างพลังงาน อย่างไรก็ตาม สิงคโปร์มีความพยายามอย่างมากในการขับเคลื่อนเป้าหมายดังกล่าว สะท้อนให้เห็นจากการกำหนดเป้าหมายระดับชาติที่ชัดเจน การลดความเข้มข้นของการปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่อหน่วย GDP ลงร้อยละ 36 ภายในปี ค.ศ. 2030 เมื่อเทียบกับระดับของปี ค.ศ. 2005 นอกจากนี้ ยังมีเป้าหมายที่ท้าทายยิ่งขึ้นในการจำกัดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกโดยรวมให้สูงสุดภายในช่วงเวลาเดียวกัน และลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกให้เหลือระหว่าง 45 ถึง 50 ล้านตันภายในปี ค.ศ. 2035 ซึ่งเป็นก้าวสำคัญสู่เป้าหมายระยะยาวในการบรรลุการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสุทธิเป็นศูนย์ภายในปี ค.ศ. 2050

เป้าหมายย่อยที่ 11.2 การเข้าถึงระบบคมนาคมขนส่งที่ปลอดภัย พบว่า รัฐบาลสิงคโปร์ได้วางรากฐานการพัฒนาระบบคมนาคมขนส่งที่ยั่งยืนผ่านแผนแม่บทการขนส่งทางบก (Land Transport Master Plan: LTMP) ซึ่งเป็นกรอบยุทธศาสตร์ระยะยาวมุ่งเน้นการสร้างระบบขนส่งสาธารณะแบบบูรณาการที่มีประสิทธิภาพและครอบคลุม การลงทุนอย่างต่อเนื่องในโครงสร้างพื้นฐานระบบขนส่งมวลชน เช่น การขยายเครือข่ายรถไฟฟ้า MRT และรถโดยสารประจำทาง สะท้อนให้เห็นถึงความพยายามในการเพิ่มขีดความสามารถเพื่อการรองรับผู้โดยสารและการเชื่อมต่อพื้นที่ต่างๆ ทั่วเกาะ (Land Transport Authority, n.d.) ยิ่งไปกว่านั้น สิงคโปร์ได้ให้ความสำคัญกับการส่งเสริมรูปแบบการขนส่งที่ยั่งยืน อาทิ การเดินและการปั่นจักรยาน ผ่านการพัฒนาเครือข่ายทางเดินเท้าและทางจักรยานที่เชื่อมโยงพื้นที่ต่างๆ อย่างเป็นระบบ โครงการ Car-Lite เป็นอีกหนึ่งนโยบายสำคัญที่มุ่งลดการพึ่งพายานยนต์ส่วนบุคคลโดยส่งเสริมการใช้ระบบขนส่งสาธารณะและการขนส่งที่ไม่ปล่อยมลพิษ การพิจารณาถึงความเสมอภาคในการเข้าถึงระบบขนส่งเป็นอีกหนึ่งประเด็นสำคัญ ซึ่งสะท้อนให้เห็นในการออกแบบโครงสร้างพื้นฐานและสิ่งอำนวยความสะดวกที่เอื้อต่อผู้ที่มีความต้องการพิเศษ อาทิ ทางลาด ลิฟต์ และพื้นที่สำหรับผู้ใช้รถเข็น นอกจากนี้ ยังมีมาตรการให้ความช่วยเหลือ

ด้านค่าเดินทางสำหรับกลุ่มผู้มีรายได้น้อย เพื่อลดภาระค่าใช้จ่ายในการเดินทาง (Car Lite, 2024)

เมื่อพิจารณาตามตัวบ่งชี้ พบว่า ประชากรสิงคโปร์ส่วนใหญ่อาศัยอยู่ในรัศมี 500 เมตร จากป้ายขนส่งสาธารณะ (Government of Singapore, n.d.) สะท้อนให้เห็นความสำเร็จในการขับเคลื่อนเป้าหมายดังกล่าว เนื่องจากสัดส่วนของประชากรจำนวนมากสามารถเข้าถึงขนส่งสาธารณะได้อย่างสะดวก

เป้าหมายย่อยที่ 11.7 การเข้าถึงพื้นที่สาธารณะสีเขียวที่ปลอดภัยครอบคลุมและเข้าถึงได้โดยถ้วนหน้า พบว่า City in Nature เป็นหัวใจสำคัญในการพัฒนาเมืองของสิงคโปร์ โดยมุ่งเน้นการบูรณาการพื้นที่สีเขียวเข้ากับบริบทเมืองอย่างกลมกลืน เช่น โครงการ Park Connector Network ซึ่งเป็นโครงการที่โดดเด่นในการสร้างเส้นทางที่ปลอดภัยและต่อเนื่องสำหรับการเดิน การปั่นจักรยาน และการออกกำลังกายในพื้นที่สีเขียวทั่วเกาะ การลงทุนอย่างต่อเนื่องในการสร้างและปรับปรุงสวนสาธารณะและพื้นที่สีเขียวต่างๆ มีจุดมุ่งหมายเพื่อตอบสนองความต้องการที่หลากหลายของประชาชนทุกกลุ่ม ไม่ว่าจะเป็นสตรี เด็ก ผู้สูงอายุ หรือผู้พิการ โดยมีการจัดสรรสิ่งอำนวยความสะดวกที่เหมาะสมและครอบคลุม ทำให้มั่นใจได้ว่าทุกคนสามารถใช้งานพื้นที่เหล่านี้ได้อย่างสะดวกและปลอดภัย การกระจายตัวของพื้นที่สีเขียวอย่างทั่วถึงยังช่วยให้ประชาชนสามารถเข้าถึงพื้นที่เหล่านี้ได้ง่ายในระยะทางที่เหมาะสม นอกจากนี้ รัฐบาลยังให้ความสำคัญกับความปลอดภัยในพื้นที่สาธารณะผ่านการติดตั้งระบบไฟส่องสว่าง การดูแลรักษาความปลอดภัย และการออกแบบสภาพแวดล้อมที่ส่งเสริมความรู้สึกปลอดภัย อย่างโครงการ Community in Bloom (National Parks Board, n.d.-a) สะท้อนให้เห็นถึงการมีส่วนร่วมของชุมชนในการสร้างและดูแลรักษาพื้นที่สีเขียวใกล้เคียง ซึ่งไม่เพียงแต่เพิ่มปริมาณพื้นที่สีเขียว แต่ยังสร้างความรู้สึกเป็นเจ้าของและความรับผิดชอบร่วมกัน

ถึงแม้สิงคโปร์ไม่ได้ติดตามตัวบ่งชี้ดังกล่าวอย่างเป็นทางการ แต่เมื่อพิจารณาจากสัดส่วนครัวเรือนที่อาศัยในรัศมี 400 เมตรจากสวนสาธารณะ อีกทั้งวิสัยทัศน์ City in Nature ที่มีเป้าหมายที่จะบรรลุร้อยละ 100 ภายในปี ค.ศ. 2030 สะท้อนให้เห็นถึงความมุ่งมั่นในการสร้างเมืองเพื่อเป็นสถานที่ที่ใช้ประโยชน์สาธารณะสำหรับทุกคนผ่านการเพิ่มพื้นที่สีเขียวอย่างครอบคลุม

เป้าหมายย่อยที่ 13.1 เสริมภูมิต้านทานและขีดความสามารถในการปรับตัวต่อภัยพิบัติทางธรรมชาติที่เกี่ยวข้องกับภูมิอากาศในทุกประเทศ พบว่า สิงคโปร์ได้ประยุกต์ใช้เทคโนโลยีเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการจัดการความเสี่ยงและลดผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศที่ทวีความรุนแรงขึ้น ตัวอย่างที่สำคัญ คือ การพัฒนาระบบการจัดการน้ำและป้องกันน้ำท่วมอัจฉริยะ ซึ่งประกอบด้วยเครือข่ายเซนเซอร์ตรวจวัดระดับน้ำแบบเรียลไทม์ที่ครอบคลุมทั่วประเทศ ข้อมูลที่ได้จากการตรวจวัดนี้ถูกนำมาวิเคราะห์เพื่อคาดการณ์สถานการณ์น้ำท่วมและแจ้งเตือนประชาชนผ่านช่องทางดิจิทัล ทำให้สามารถเตรียมพร้อมและลดความเสียหายได้ทันท่วงที นอกจากนี้ การนำระบบควบคุมประตูน้ำและสถานีสูบน้ำอัตโนมัติมาใช้ยังช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการระบายน้ำในพื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดอุทกภัย (Puttkamar, n.d.) ขณะเดียวกันรัฐบาลได้ลงทุนในการศึกษาและติดตามระดับน้ำทะเลอย่างต่อเนื่องโดยใช้

เทคโนโลยีขั้นสูง เพื่อประเมินความเสี่ยงจากการกัดเซาะชายฝั่งและการรุกล้ำของน้ำทะเล (Transgression) อันเนื่องมาจากระดับน้ำทะเลที่สูงขึ้น ข้อมูลเหล่านี้เป็นพื้นฐานสำคัญในการวางแผนและพัฒนาแนวป้องกันชายฝั่ง

เป้าหมายย่อยที่ 13.2 บูรณาการมาตรการด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศเข้ากับนโยบายและการวางแผนระดับชาติ พบว่า สิงคโปร์มีการดำเนินการปรับประเด็นด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศเข้ากับยุทธศาสตร์และแผนพัฒนาต่างๆ เช่น Singapore Green Plan 2030 ซึ่งเป็นแผนระดับชาติระยะยาวที่กำหนดเป้าหมายและมาตรการด้านความยั่งยืนที่ครอบคลุม โดยมีเสาหลักที่เกี่ยวข้องกับการรับมือกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศอย่างชัดเจน ได้แก่ Resilient Future ที่มุ่งเน้นการเสริมสร้างความสามารถในการปรับตัว และ Energy Reset ที่ส่งเสริมการเปลี่ยนผ่านไปสู่พลังงานสะอาดและการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงาน แผนนี้เป็นกรอบการทำงานสำคัญที่เชื่อมโยงนโยบายและโครงการต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ นอกเหนือจากนี้ สิงคโปร์ได้กำหนดเป้าหมายการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในระดับชาติ (Nationally Determined Contribution: NDC) ภายใต้ความตกลงปารีส แสดงให้เห็นถึงความมุ่งมั่นในระดับนานาชาติของสิงคโปร์ในการแก้ไขปัญหาสภาพภูมิอากาศ เป้าหมาย NDC ที่ชัดเจนและมีความทะเยอทะยาน รวมถึงเป้าหมายระยะยาวในการมุ่งสู่การปล่อยก๊าซเรือนกระจกสุทธิเป็นศูนย์ (Net Zero Emissions) เป็นแรงขับเคลื่อนสำคัญให้เกิดการดำเนินมาตรการต่างๆ ในระดับประเทศ

เมื่อพิจารณาจากตัวบ่งชี้ พบว่า สิงคโปร์ประสบความสำเร็จในการขับเคลื่อนเป้าหมายดังกล่าว เนื่องจากค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการผลิตพลังงานไฟฟ้า (Grid Emission Factor: GEF) ลดลงมาอยู่มาอยู่ที่ 0.412 kg $CO_2$/kWh อันเป็นผลมาจากสัดส่วนการใช้พลังงานแสงอาทิตย์ที่เพิ่มขึ้นและการลดการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิล (Energy Market Authority of Singapore, 2024) ขณะเดียวกันในปี ค.ศ. 2022 สิงคโปร์มีอัตราการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ต่อหัวอยู่ที่ 9.64 ตันต่อคน ซึ่งลดลงประมาณร้อยละ 4.7 เมื่อเทียบกับปริมาณการปล่อยก๊าซในปีที่ผ่านมา (worldometer, 2022)

สิงคโปร์นำ SDGs มาบูรณาการในนโยบายและโครงการเมืองอัจฉริยะอย่างเป็นระบบ ตั้งแต่การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีดิจิทัล การส่งเสริมพลังงานสะอาด การพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานสีเขียว การบริหารจัดการทรัพยากรอย่างยั่งยืน ไปจนถึงการสนับสนุนนวัตกรรมและเทคโนโลยีสีเขียว มีรายละเอียดสรุปดังนี้

**ตารางที่ 1 การเปรียบเทียบวิธีการนำเป้าหมายการพัฒนาอย่างยั่งยืนมาปรับใช้ในการสร้างความยั่งยืนด้านสิ่งแวดล้อมของเมืองสิงคโปร์**

| เป้าหมายการพัฒนาอย่างยั่งยืน | สิงคโปร์ |
|---|---|
| SDG 9 โครงสร้างพื้นฐาน นวัตกรรม และอุตสาหกรรม | |
| เป้าหมายย่อยที่ 9.4. ส่งเสริมการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานและอุตสาหกรรมให้มีความยั่งยืน | 1) พัฒนาอาคารประหยัดพลังงาน เช่น Tengah Eco-Town<br>2) ส่งเสริมการใช้พลังงานหมุนเวียน<br>3) ลงทุนในโครงสร้างพื้นฐานสีเขียว เช่น เครือข่ายทางเดินและจักรยาน |
| SDG 11 เมืองและชุมชนอย่างยั่งยืน | |
| เป้าหมายย่อยที่ 11.2 การเข้าถึงระบบคมนาคมขนส่งที่ปลอดภัย | 1) ระบบขนส่งมวลชน MRT ครอบคลุมกว่าร้อยละ 90 ของประชากร<br>2) ส่งเสริมการใช้ระบบขนส่งสาธารณะและการขนส่งที่ไม่ปล่อยมลพิษ |
| เป้าหมายย่อยที่ 11.7 การเข้าถึงพื้นที่สาธารณะสีเขียวที่ปลอดภัยครอบคลุมและเข้าถึงได้โดยถ้วนหน้า | 1) พัฒนา Park Connector Network ที่เชื่อมสวนสาธารณะเข้าด้วยกันทั่วเมือง<br>2) ดำเนินนโยบาย City in Nature โดยวางเป้าหมายเพิ่มต้นไม้ 1 ล้านต้นภายในปี 2030 |
| SDG 13 การรับมือกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ | |
| เป้าหมายย่อยที่ 13.1 เสริมภูมิต้านทานและขีดความสามารถในการปรับตัวต่ออันตรายและภัยพิบัติทางธรรมชาติ | 1) พัฒนาเทคโนโลยีเพื่อจัดการความเสี่ยงและลดผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศ<br>2) ผลักดัน Energy Reset ให้ใช้พลังงานสะอาดและเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงาน<br>3) ติดตามระดับน้ำทะเลเพื่อประเมินความเสี่ยงจากการกัดเซาะชายฝั่งและการรุกล้ำของน้ำทะเล |
| เป้าหมายย่อยที่ 13.2 บูรณาการมาตรการด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในนโยบายและการวางแผนระดับชาติ | 1) แผน Singapore Green Plan 2030 มีบทบาทหลักในการวางยุทธศาสตร์การพัฒนาชาติในมิติสิ่งแวดล้อม<br>2) กำหนดเป้าหมายการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในระดับชาติ (Nationally Determined Contribution: NDC) |

สิงคโปร์นำ SDGs มาใช้ในการกำหนดนโยบายและยุทธศาสตร์ชาติ โดยแผน Singapore Green Plan 2030 เป็นนโยบายที่ครอบคลุมด้านสิ่งแวดล้อม พลังงานทางเลือก การขนส่งคาร์บอนต่ำ การจัดการทรัพยากรอย่างมีประสิทธิภาพ และการมีส่วนร่วมของภาคประชาชนอย่างครอบคลุม เพื่อผลักดันให้ประเทศบรรลุ SDGs ในด้านนวัตกรรมและเทคโนโลยีดิจิทัล สิงคโปร์ได้พัฒนาโครงการ Smart Nation ซึ่งมีเป้าหมายในการเปลี่ยนผ่าน

ประเทศสู่สังคมดิจิทัลอย่างเต็มรูปแบบ โดยมุ่งเน้นการนำเทคโนโลยีมาใช้เพื่อยกระดับคุณภาพชีวิตของประชาชน เพิ่มประสิทธิภาพในการบริหารจัดการเมือง และส่งเสริมเศรษฐกิจดิจิทัล หนึ่งในตัวอย่างที่สำคัญคือการพัฒนาระบบการบริหารจัดการเมืองผ่าน Digital Twin หรือแบบจำลองเมืองเสมือนจริง ที่สามารถวิเคราะห์และคาดการณ์สถานการณ์ต่างๆ เช่น การจราจร การใช้พลังงาน และผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อม เพื่อใช้ในการตัดสินใจเชิงนโยบายอย่างแม่นยำและมีประสิทธิภาพนำไปสู่การขับเคลื่อน SDGs ในระยะยาว ทำให้สิงคโปร์เป็นกรณีศึกษาที่น่าสนใจในการพัฒนาเมืองอย่างยั่งยืนและรับมือกับความท้าทายจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในบริบทของรัฐขนาดเล็กที่มีข้อจำกัดด้านทรัพยากรผ่านการสร้างความยั่งยืนด้านสิ่งแวดล้อม เนื่องจากการส่งเสริมการใช้ระบบขนส่งสาธารณะและการขนส่งที่ไม่ใช้เครื่องยนต์โดยตรงนำไปสู่การลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกและมลพิษทางอากาศ ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญในการบรรเทาผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและปรับปรุงคุณภาพอากาศในเขตเมือง การวางแผนระบบขนส่งที่มีประสิทธิภาพยังช่วยลดปัญหาการจราจรติดขัด ซึ่งส่งผลให้มีการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้นและการปล่อยมลพิษลดลง การลงทุนในระบบขนส่งสาธารณะที่ทันสมัยและสะดวกสบายยังเป็นการจูงใจให้ประชาชนหันมาใช้บริการขนส่งสาธารณะมากขึ้น ซึ่งเป็นการลดการพึ่งพายานยนต์ส่วนบุคคลที่เป็นแหล่งกำเนิดมลพิษหลักในเมือง

จากผลสำรวจเกี่ยวกับคุณภาพชีวิตของประชาชนในเมืองต่างๆ (Quality of Living) ระบุว่า สิงคโปร์ได้รับการจัดอันดับให้เป็นเมืองที่มีคุณภาพชีวิตที่ดีที่สุดในเอเชีย (กรมส่งเสริมการค้าระหว่างประเทศ, ม.ป.ป., น. 2) อีกทั้งยังได้รับการยกย่องให้เป็นประเทศที่มีความสุขที่สุดในเอเชียเช่นกัน (Siu, 2024) ดังนั้น แนวทางดังกล่าวจึงมีส่วนสำคัญต่อการขับเคลื่อน SDGs จนเป็นต้นแบบของการสร้างความยั่งยืนด้านสิ่งแวดล้อมผ่านการพัฒนาเมืองอัจฉริยะ ซึ่งให้ความสำคัญกับการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานอย่างยั่งยืน การบริหารจัดการเมืองอย่างมีประสิทธิภาพ และการรับมือกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศอย่างเป็นระบบ ด้วยเหตุนี้ สิงคโปร์จึงได้รับการยอมรับในฐานะประเทศที่สามารถสร้างความสมดุลระหว่างการเติบโตทางเศรษฐกิจและการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมได้อย่างยั่งยืนในระดับสากล

## 5. บทสรุปและข้อเสนอแนะเชิงนโยบาย

เมืองอัจฉริยะเป็นกลไกสำคัญในการขับเคลื่อนเป้าหมายการพัฒนายั่งยืน เนื่องจากแนวคิดดังกล่าวมีศักยภาพในการรับมือกับความท้าทายจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ การขยายตัวของเมือง การเติบโตของจำนวนประชากรซึ่งส่งผลกระทบโดยตรงต่อความยั่งยืนด้านสิ่งแวดล้อม โดยแนวทางการสร้างความยั่งยืนด้านสิ่งแวดล้อมของเมืองอัจฉริยะในสิงคโปร์เป็นผลมาจากข้อจำกัดทางภูมิศาสตร์ส่งผลให้รัฐบาลต้องให้ความสำคัญกับการพัฒนาเทคโนโลยีเพื่อสนับสนุนการใช้ทรัพยากรให้เกิดประสิทธิผลสูงสุด โดยอาศัยเทคโนโลยีที่ทันสมัยในการบริหารจัดการทรัพยากรและพลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ นำไปสู่การลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกและเพิ่มประสิทธิภาพในการใช้พลังงาน รวมถึงการพัฒนา

โครงสร้างพื้นฐานที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม ไม่ว่าจะเป็นการจัดการพลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ การใช้พลังงานหมุนเวียน การพัฒนาระบบขนส่งสาธารณะที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม และการเพิ่มพื้นที่สีเขียวในเขตเมือง เป็นต้น

การดำเนินการเหล่านี้ไม่เพียงช่วยลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมเท่านั้น แต่ยังยกระดับคุณภาพชีวิตที่ดีให้กับประชาชนในเมือง อีกทั้งเป็นต้นแบบสำคัญที่สะท้อนให้เห็นถึงศักยภาพของเทคโนโลยีในการสนับสนุน SDGs อันนำไปสู่การสร้างความยั่งยืนด้านสิ่งแวดล้อม ในท้ายที่สุด เมื่อพิจารณาการดำเนินนโยบายที่เกี่ยวข้องกับเมืองอัจฉริยะของสิงคโปร์มุ่งเน้นการนำเทคโนโลยีไปพัฒนาโครงสร้างที่มีอยู่เดิมอย่างเป็นระบบ ซึ่งมีความเชื่อมโยงกับแนวคิดเรื่องทุน (Capitals Approach Framework) โดยแนวคิดดังกล่าวมองว่าทุนไม่ได้จำกัดอยู่เพียงแค่ทรัพยากรที่จับได้ เช่น เงินทุนหรือทรัพย์สินทางการเงินเพียงเท่านั้น แต่ยังให้ความสำคัญกับทุนที่ไม่สามารถจับต้องได้ ซึ่งมีหลายประเภทไม่ว่าจะเป็นทุนทางวัฒนธรรม (Cultural Capital) ทุนทางกายภาพ (Physical Capital) ทุนทางธรรมชาติ (Natural Capital) ทุนมนุษย์ (Human Capital) ทุนสังคม (Social Capital) ทุนทางการเมือง (Political Capital) (Celliers, Rosendo, Costa, Ojwang, Carmona, & Obura, 2020) เป็นต้น โดยทุนเหล่านี้ล้วนเป็นปัจจัยสำคัญในการส่งเสริมการเติบโตทางเศรษฐกิจและการสร้างความเป็นอยู่ที่ดีอย่างยั่งยืนในอนาคต ทั้งนี้ แนวคิดดังกล่าวเชื่อว่าการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมให้ยั่งยืนนั้นขึ้นอยู่กับการผสมผสานทุนในรูปแบบต่างๆ (Goodwin, 2013) ให้สอดคล้องกับบริบทและความต้องการสังคม โดยบทบาทของทุนดังกล่าวมีผลกระทบโดยตรงต่อเมืองอัจฉริยะ เนื่องจากเมืองอัจฉริยะเป็นการพัฒนาเมืองโดยอาศัยทุนมนุษย์ ทุนทางสังคม และเทคโนโลยีในการขับเคลื่อนสู่เมืองอัจฉริยะ (Bane, 2022)

สิงคโปร์มีการกำหนดนโยบายที่ชัดเจนโดยเฉพาะนโยบาย Smart Nation และ Singapore Green Plan 2030 ซึ่งเป็นเป้าหมายที่เป็นรูปธรรมสามารถวัดผลได้และยังแสดงให้เห็นถึงการบูรณาการทุนหลากหลายประเภทอย่างมีประสิทธิภาพ โดยเฉพาะทุนทางธรรมชาติ ทุนมนุษย์ และทุนทางการเมือง เพื่อขับเคลื่อนการพัฒนาเมืองอัจฉริยะให้สอดคล้องกับเป้าหมายด้านสิ่งแวดล้อม นอกเหนือจากนโยบายมีความชัดเจนแล้ว หนึ่งในหัวใจสำคัญที่ส่งผลต่อความสำเร็จของสิงคโปร์ในการสร้างความยั่งยืนด้านสิ่งแวดล้อมของเมืองอัจฉริยะ คือ การลงทุนในเทคโนโลยีที่ชัดทันสมัยและมีประสิทธิภาพ โดยสิงคโปร์ได้ดำเนินการลงทุนอย่างต่อเนื่องในโครงสร้างพื้นฐานดิจิทัล เช่น ระบบอินเทอร์เน็ตในทุกสิ่ง (Internet of Things: IoT) สำหรับการพัฒนาพลังงานหมุนเวียนที่เชื่อมโยงกับระบบอัจฉริยะและระบบ การจัดการขยะที่ใช้เทคโนโลยี เป็นต้น

การนำบทเรียนจากสิงคโปร์มาใช้ควรเน้นการบูรณาการแนวคิดเรื่องทุนในกระบวนการกำหนดนโยบาย ตัวอย่างเช่น การส่งเสริมการพัฒนาทักษะของประชาชนด้านเทคโนโลยีและการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม (ทุนมนุษย์) การสร้างกลไกการมีส่วนร่วมของชุมชนผ่านแพลตฟอร์มดิจิทัล (ทุนทางสังคม) และการจัดทำแผนฟื้นฟูทรัพยากรธรรมชาติ (ทุนทางธรรมชาติ) ทั้งนี้ การผสมผสานทุนดังกล่าวควรดำเนินการภายใต้เป้าหมายที่ชัดเจน เช่น การกำหนดแผนแม่บท Green Thailand ซึ่งเน้นการสร้างสมดุลระหว่างการพัฒนาเศรษฐกิจและการรักษาสิ่งแวดล้อม

อีกทั้งควรมีการลงทุนในเทคโนโลยีจึงเป็นสิ่งจำเป็นในการพัฒนาเมืองอัจฉริยะให้สอดคล้องกับเป้าหมายด้านสิ่งแวดล้อม รัฐบาลควรสร้างกลไกการสนับสนุนทางการเงินสำหรับโครงการเทคโนโลยีที่เน้นความยั่งยืน เช่น การสนับสนุนโครงสร้างพื้นฐานด้านพลังงานสะอาด การพัฒนาระบบขนส่งมวลชนที่ใช้พลังงานไฟฟ้า และการพัฒนาระบบข้อมูลเพื่อการจัดการทรัพยากรที่มีประสิทธิภาพ นอกจากนี้ ควรมีการส่งเสริมการวิจัยและพัฒนาเพื่อสร้างนวัตกรรมด้านเทคโนโลยีที่ตอบโจทย์ความท้าทายของสังคมไทย กล่าวคือ ปัจจัยที่ส่งผลให้การพัฒนาเมืองอัจฉริยะประสบความสำเร็จ คือ นโยบายของรัฐที่มีความชัดเจนและเป็นรูปธรรม ขณะที่แนวทางที่ทำให้เมืองอัจฉริยะในสิงคโปร์สามารถสร้างความยั่งยืนด้านสิ่งแวดล้อมได้ คือ การนำเทคโนโลยีมาประยุกต์ใช้ในโครงสร้างพื้นฐานอย่างมีประสิทธิภาพ ดังนั้น ประเทศไทยควรนำแนวทางดังกล่าวมาเป็นแบบอย่างในการกำหนดนโยบายและกรอบในการพัฒนาเมืองอัจฉริยะให้เกิดผลสัมฤทธิ์อย่างยั่งยืน

## เอกสารอ้างอิง

### ภาษาไทย

กรมส่งเสริมการค้าระหว่างประเทศ. (ม.ป.ป.). *สิงคโปร์กับชื่อเสียงที่ได้รับการจัดอันดับ.* สืบค้นเมื่อ 1 มกราคม 2568, จาก https://www.ditp.go.th/contents_attach/166807/166807.pdf

โครงการเครือข่ายเมืองในเอเชียเพื่อรับมือกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ และโครงการเสริมสร้างการรับมือของเมืองกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ. (2559). *เมืองรับมือต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ: เมืองในประเทศไทย.* นนทบุรี: สถาบันสิ่งแวดล้อมไทย.

ถิรพร สิงห์ลอ. (2564). *สิงคโปร์เตรียมออก "Green Plan 2030" พร้อมรับมือกับการเปลี่ยนแปลงทางสภาพภูมิอากาศอย่างยั่งยืน.* สืบค้นเมื่อ 12 ธันวาคม 2567, จาก https://www.sdgmove.com/2021/02/04/sg-green-plan-2030/

ธราธร รัตนนฤมิตศร. (2567). *Digital Twin: พลิกโฉมจัดการภัยพิบัติยุคใหม่.* สืบค้นเมื่อ 12 ธันวาคม 2567, จาก https://www.bangkokbiznews.com/tech/innovation/1149273

บีบีซี นิวส์. (2567). *วันประชากรโลก: ปัจจุบันมีประชากรโลก 8,000 ล้านคน เป็นข้อมูลที่ถูกต้องแล้วหรือ ?* สืบค้นเมื่อ 12 ธันวาคม 2567, จาก https://www.bbc.com/thai/articles/cmj2y0edg1ko

เบดร็อค อนาไลติกส์. (2566). *สิงคโปร์เมืองจิ๋ว แต่ Smart Nation ระดับโลก.* สืบค้นเมื่อ 12 ธันวาคม 2567, จาก https://bedrockanalytics.ai/blog/location-intelligence/singapore-smart-city

ศูนย์ข้อมูลข่าวสารอาเซียน. (2564). *สิงคโปร์เปิดตัวแผนสร้างประเทศสีเขียว 2030 เพื่ออนาคตที่ยั่งยืน.* สืบค้นเมื่อ 12 ธันวาคม 2567, จาก http://www.aseanthai.net/ewt_news.php?nid=11318&filename=index

สุธี อนันต์สุขสศรี. (2563). *เมืองอัจฉริยะคืออะไรกันแน่?* . สืบค้นเมื่อ 1 ธันวาคม 2567, จาก https://thaipublica.org/2020/03/smart-city/

อรรถพร จงรักศักดิ์, และกฤษดากร คเชนทร์ชัย. (2564). *Smart City นวัตกรรมอัจฉริยะ.* กรุงเทพฯ: บ้านพระอาทิตย์.

อุมาภรณ์ บุพไชย. (2561). การพัฒนาสู่เมืองอัจฉริยะ: บทบาทของสื่อออนไลน์ในการประสานการมีส่วนร่วมในงานผังเมือง. *Veridian E-Journal, Silpakorn University ฉบับภาษาไทย สาขามนุษยศาสตร์ สังคมศาสตร์ และศิลปะ, 11*(2), 3113-3130.

**ภาษาอังกฤษ**

Bane, P. (2022). *2022 - Defining Smart Cities Again*. Retrieved December 1, 2024, from https://www.smartcitiescouncil.com/article/2022-defining-smart-cities-again

Car Lite. (2024). *Terms and Conditions*. Retrieved December 1, 2024, from https://carlite.sg/terms

Caragliu, A., Chiara Del Bo, C., & Nijkamp, P. (2011). Smart Cities in Europe. *Journal of Urban Technology, 18*(2), 65-82.

CEIC. (n.d.). *Singapore Consumption Based Emissions of CO2 per Unit of GDP.* Retrieved December 11, 2024, from https://www.ceicdata.com/en/singapore/environmental-co2-and-greenhouse-gas-emissions-annual/consumption-based-emissions-of-co2-per-unit-of-gdp

Celliers, L., Rosendo, S., Costa, M. M., Ojwang, L., Carmona, M., & Obura, D. (2020). A Capital Approach for Assessing Local Coastal Governance. *Ocean & Coastal Management, 183*(1). https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2019.104996

Energy Market Authority of Singapore. (2024). *Energy Transformation.* Retrieved December 3, 2024, from https://www.ema.gov.sg/resources/singapore-energy-statistics/chapter2

GetSolar. (2023). *Harnessing Solar Power: Exploring Solar Energy Opportunities in Singapore.* Retrieved December 3, 2024, from https://getsolar.ai/blog/solar-financial-incentives-singapore-2/

Goodwin, N. R. (2013). *Five Kinds of Capital: Useful Concepts for Sustainable Development. (03-07).* Retrieved December 12, 2024, from https://core.ac.uk/download/pdf/7051857.pdf

Government of Singapore. (n.d.). *Sustainable Development Goals*. Retrieved December 17, 2024, from https://www.singstat.gov.sg/find-data/sdg

Housing & Development Board. (n.d.-a). *SolarNova*. Retrieved December 4, 2024, from https://www.hdb.gov.sg/about-us/our-role/smart-and-sustainable-living/solarnova-page

Housing & Development Board. (n.d.-b). Tengah. Retrieved December 4, 2024, from https://www.hdb.gov.sg/about-us/history/hdb-towns-your-home/tengah

International Institute for Management Development. (2024a). *Smart City Index 2024.* Retrieved December 3, 2024, from https://issuu.com/docs/e7a60c053affbf9e98fcba93afe857af?fr=xKAE9_zU1NQ

International Institute for Management Development. (2024b). *Smart City Index 2024.* Retrieved December 3, 2024, from https://issuu.com/docs/e7a60c053affbf9e98fcba93afe857af?fr=xKAE9_zU1NQ

Kaiser, Z. A. (2024). Smart Governance for Smart Cities and Nations. *Journal of Economy and Technology, 2,* 216-234.

King, L. J. (2020). *Central Place Theory.* Retrieved December 5, 2024, from https://core.ac.uk/download/pdf/322557112.pdf?fbclid=IwZXh0bgNhZW0CMTAAAR14Ib_prt3it-PcOFRNr9EJxNdKQkLDEsKliukgaBZDL_Ufql6Oz3GSyfM_aem_T7R2LNUObdYtOS08de3ZkQ

Kumar, A., & Rattan, J. S. (2020). A Journey from Conventional Cities to Smart Cities. In Shirowzhan, S., & Zhang, K. (Eds.). *Smart Cities and Construction Technologies* (pp. 1-14). London: IntechOpen. https://www.intechopen.com/chapters/71661

Land Transport Authority. (n.d.). *Electronic Road Pricing (ERP*). Retrieved December 1, 2024, from https://onemotoring.lta.gov.sg/content/onemotoring/home/driving/ERP/ERP.html

Land Transport Authority. (n.d.). *Who We Are.* Retrieved December 12, 2024, from https://www.lta.gov.sg/content/ltagov/en/who_we_are.html/#our_work

National Parks Board. (n.d.-a*). Community Gardens*. Retrieved December 17, 2024, from https://gardeningsg.nparks.gov.sg/get-involved/community-gardens/

National Parks Board. (n.d.-b). *Park Connector Network.* Retrieved December 1, 2024, from https://pcn.nparks.gov.sg

Puttkamar, L. (n.d.). *A Water Smart City: Learning from Singapore*. Retrieved December 12, 2024, from https://www.beesmart.city/en/smart-city-blog/a-water-smart-city-learning-from-singapore

Singapore Green Plan 2030. (n.d.). *A City of Green Possibilities*. Retrieved December 8, 2024, from https://www.greenplan.gov.sg

Singapore's National Water Agency. (2024). *NEWater.* Retrieved December 10, 2024, from https://www.pub.gov.sg/Public/WaterLoop/OurWaterStory/NEWater

Siu, E. (2024). *This is the Happiest Country in Asia, According to the World Happiness Report*. Retrieved December 10, 2024, from https://www.cnbc.com/2024/03/20/singapore-is-the-happiest-country-in-asia-world-happiness-report-2024.html

Smart Nation Singapore. (n.d.-a). *Our Smart Nation Vision.* Retrieved from https://www.smartnation.gov.sg/vision/

Smart Nation Singapore. (n.d.-b). *Smart City Projects.* Retrieved December 9, 2024, from https://www.smartnation.gov.sg/initiatives/urban-living/

Thales Headquarters. (2023). *Singapore: The World's Smartest City*. Retrieved December 2, 2024, from https://www.thalesgroup.com/en/worldwide-digital-identity-and-security/iot/magazine/singapore-worlds-smartest-city

Tham, N. (2020). *Where do Singaporeans stand in terms of carbon dioxide emission per capita as compares to the rest of the world?* Retrieved December 12, 2024, from https://www.edpr.com/apac/en/where-do-singaporeans-stand-terms-carbon-dioxide-emissions-capita-compared-rest-world

The iN2015 Steering Committee. (2006). *Innovation. Integration. Internationalisation Report by the iN2015 Steering Committee.* Retrieved December 1, 2024, from https://www.tech.gov.sg/files/media/corporate-publications/2015/01/01_iN2015_Main_Report.pdf

UN Secretary-General and World Commission on Environment and Development. (1987). *Report of the World Commission on Environment and Development.* Retrieved December 3, 2024, from https://digitallibrary.un.org/record/139811?v=pdf

United Nations Development Programme. (n.d.). *Sustainable Development Goals.* Retrieved December 17, 2024, from https://www.undp.org/sustainable-development-goals

United Nations Framework Convention on Climate Change. (2018). *Singapore's Fourth National Communication and Third Biennial Update Report under The United Nations Framework Convention on Climate Change.* Retrieved December 17, 2024, from https://unfccc.int/sites/default/files/resource/

067382541_Singapore-NC4-BUR3-1-Singapore%20Fourth%20National%20Communication%20and%20Third%20Biennia.pdf

United Nations. (n.d.). *68% of the World Population Projected to Live in Urban Areas by 2050, says UN*. Retrieved December 13, 2024, from https://www.un.org/uk/desa/68-world-population-projected-live-urban-areas-2050-says-un

Walker, A. (2023). *Singapore's Digital Twin – From Science Fiction to Hi-Tech Reality.* Retrieved December 4, 2024, from https://infra.global/singapores-digital-twin-from-science-fiction-to-hi-tech-reality/

worldometer. (2022). *Singapore CO2 Emissions*. Retrieved December 17, 2024, from https://www.worldometers.info/co2-emissions/singapore-co2-emissions/