

เปรียบเทียบตัวชี้วัดด้านการจัดการสิ่งแวดล้อมอย่างอัจฉริยะ

Comparing Criterion Indicators for Evaluating the Smart Environment

ธัญญารัตน์ ภูทอง* ศุภวัฒน์กร วงศ์ธนวิสุ*

Thunyarat Phuthong* Supawatanakorn Wongthanavasut*

หลักสูตรรัฐประศาสนศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการปกครองท้องถิ่น มหาวิทยาลัยขอนแก่น*
Master of Public Administration Program in Local Government, Khonkaen University*

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบตัวชี้วัดการจัดการสิ่งแวดล้อมอย่างอัจฉริยะของเมืองต่างๆ ที่พัฒนาโดยองค์กรในระดับนานาชาติ อันได้แก่ ISO, ITU-T, U4SSC, New York และ Dubai

การวิจัยเป็นการวิจัยเชิงคุณภาพโดยการทบทวนเอกสารที่เกี่ยวข้องกับตัวชี้วัดสิ่งแวดล้อมอัจฉริยะ แล้วนำมาวิเคราะห์ความเหมือนและความแตกต่างของตัวชี้วัด

ผลการวิจัยพบว่า

- 1) มีตัวชี้วัดด้านการจัดการสิ่งแวดล้อมอย่างอัจฉริยะที่องค์กรระดับชาติและเมืองจากกรณีศึกษาใช้ร่วมกัน อาทิเช่น คุณภาพน้ำ คุณภาพอากาศ การจัดการน้ำเสีย พลังงานและทรัพยากรธรรมชาติ
- 2) มีตัวชี้วัดที่ต่างกัน อาทิเช่น ธรรมาภิบาลสิ่งแวดล้อม การปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

คำสำคัญ: การเปรียบเทียบ, ตัวชี้วัด, สิ่งแวดล้อมอัจฉริยะ, เมืองอัจฉริยะ, ความยั่งยืน, ทรัพยากร, ธรรมชาติ

Abstract

The purpose of this research is to compare intelligent environmental management indicators of various cities. Developed by international organizations including ISO, ITU-T, U4SSC, New York and Dubai.

The research is a qualitative research by reviewing documents related to intelligent environmental indicators. Then analyze the similarities and differences of indicators

The research results found that

- 1) There are intelligent environmental management indicators used by national and city organizations from the case study, such as water quality, air quality, waste water management. Energy and natural resources
- 2) There are different indicators such as environmental governance Carbon dioxide emissions

Keywords: Comparative, indicators, smart environment, smart city, sustainability, resource, nature

บทนำ

เมืองอัจฉริยะ (Smart City) คือ เมืองที่ใช้ประโยชน์จากเทคโนโลยีดิจิทัลหรือนวัตกรรมที่มีความทันสมัยและชาญฉลาด จุดประสงค์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการพัฒนา การบริหารจัดการเมือง การลดค่าใช้จ่ายและการใช้ทรัพยากรให้เกิดประโยชน์สูงสุด (นรากร นันทไตรภพ, 2561) ซึ่งแนวคิดเรื่องเมืองอัจฉริยะนี้เป็นแนวทางการพัฒนาเมืองที่ได้รับความสนใจอย่างมากทั้งในต่างประเทศรวมถึงประเทศไทยเอง องค์ประกอบของเมืองอัจฉริยะมี 6 องค์ประกอบ ดังต่อไปนี้

1. เศรษฐกิจอัจฉริยะ (Smart Economy)
2. ระบบขนส่งและการสื่อสารอัจฉริยะ (Smart Mobility)
3. สิ่งแวดล้อมอัจฉริยะ (Smart Environment)
4. ระบบบริหารภาครัฐอัจฉริยะ (Smart Governance)
5. พลเมืองอัจฉริยะ (Smart People)
6. การดำรงชีวิตอัจฉริยะ (Smart Living)

องค์ประกอบทั้ง 6 ประการนี้ล้วนมีความสำคัญอย่างเท่าเทียมกัน หากขาดส่วนใดส่วนหนึ่งไปก็อาจกล่าวได้ว่าเมืองนั้นยังไม่มีความเป็นอัจฉริยะอย่างแท้จริง อย่างไรก็ตาม แต่ละองค์ประกอบล้วนมีรายละเอียดที่แตกต่างกัน ในส่วนของเอกสารชิ้นนี้จะกล่าวถึงองค์ประกอบด้านสิ่งแวดล้อมอัจฉริยะ (Smart Environment) เป็นหลัก

สิ่งแวดล้อมอัจฉริยะ คือ การพัฒนาสภาพแวดล้อมในเมืองที่คำนึงถึงสิ่งแวดล้อม หรือเป็นรูปแบบการพัฒนาที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยที่สุด มีการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีที่ทันสมัยและเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมมาช่วยในการพัฒนา การพัฒนาเมืองสิ่งแวดล้อมที่ยั่งยืนคำนึงถึง 2 ประการหลัก ประการแรกคือเรื่องของการใช้พลังงาน โดยให้ความสนใจการใช้พลังงานทดแทน พลังงานสะอาด เน้นไปที่การควบคุมมลภาวะ ฯลฯ อีกประการหนึ่งคือการจัดการทรัพยากร เช่น การจัดการน้ำ เป็นต้น (Concepción Moreno Alonsob, Neus Baucells Aletàa, and Rosa M. Arce Ruiz, 2017) ทั้งนี้ยังต้องติดตามเฝ้าระวังเรื่องมลพิษ ใช้เทคโนโลยีที่ยั่งยืน ใช้พลังงานอย่างยั่งยืนและคำนึงถึงสิ่งแวดล้อม สร้างสังคมคาร์บอนต่ำ ลดการใช้พลังงานโดยนวัตกรรมใหม่ ๆ ขณะเดียวกันก็ส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน และการนำวัสดุกลับมาใช้ซ้ำ การจัดการทรัพยากรอย่างยั่งยืน (ฤทัยชนก เมืองรัตน์, ม.ป.ป.) ทั้งนี้ แนวคิดการพัฒนาสิ่งแวดล้อมอัจฉริยะเกิดขึ้นเนื่องจากปรากฏการณ์ภาวะโลกร้อน (Global Warming) และการเปลี่ยนแปลงทางสภาพภูมิอากาศ (Climate Change) รวมไปถึงปัญหาสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ เช่น ปัญหาขยะ ปัญหาน้ำเสีย มลพิษทางอากาศ เป็นต้น การพัฒนาเมืองในปัจจุบันส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมรวมถึงทรัพยากรธรรมชาติ การปล่อยก๊าซและขยะต่าง ๆ ล้วนก่อให้เกิดผลเชิงลบต่อสภาพแวดล้อมทั้งในระยะสั้นและระยะยาว องค์การสหประชาชาติระบุว่า เมืองต่าง ๆ ทั่วโลกได้ใช้พลังงานไปประมาณ 75% ของพลังงานทั้งโลกและปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (Carbon dioxide : CO2) ประมาณ 70% ของปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ทั้งหมดถูกปล่อยสู่บรรยากาศ (UN-HABITAT, 2012 อ้างใน (Concepción Moreno Alonsob, Neus Baucells Aletàa, and Rosa M. Arce Ruiz, 2017) ซึ่งเหล่านี้ล้วนเกิดจากการขยายขนาดของเมืองและประชากรอย่างรวดเร็วจนไม่สามารถจัดการระบบพัฒนาได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทั้งนี้การเกิดระบบอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ที่เน้นการผลิตที่มากจนเกินไปจนละเลยผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมก็ทำให้เกิดปัญหาดังกล่าวเช่นเดียวกัน ซึ่งส่งผลกระทบต่อประชากรมนุษย์และสิ่งแวดล้อมเป็นวงกว้าง อาจก่อให้เกิดการขาดแคลนทรัพยากรธรรมชาติที่จำเป็นในอนาคต เกิดโรคระบาด ปัญหาสุขภาพย่ำแย่เนื่องมาจากมลพิษทั้งทางบกและทางน้ำ ที่อยู่ของสิ่งมีชีวิตตามธรรมชาติถูกทำลาย ส่งผลกระทบต่อวัฏจักรและ

ห่วงโซ่อาหาร ดังนั้น สิ่งแวดล้อมอัจฉริยะเกิดขึ้นมาเพื่อป้องกันและแก้ไขปัญหาเหล่านี้ โดยยังคงเป้าหมายการพัฒนาเช่นเดิมแต่ปรับเปลี่ยนรูปแบบโดยคำนึงถึงสิ่งแวดล้อมมากขึ้น รวมทั้งนำเทคโนโลยีหรือสิ่งประดิษฐ์อัจฉริยะมาปรับใช้ กล่าวคือ พัฒนามากขึ้นแต่กระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยลง

ในโลกในยุคปัจจุบัน เมืองต่างๆ ได้เผชิญหน้ากับการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว ซึ่งสิ่งเหล่านี้ได้ส่งผลกระทบต่อทั้งด้านเศรษฐกิจ สังคม รูปแบบการใช้ชีวิตของพลเมือง การปกครอง รวมถึงการจัดการสิ่งแวดล้อม มีปัญหาสิ่งแวดล้อมอยู่มากในแต่ละพื้นที่ โดยปัญหาสิ่งแวดล้อมในเมืองและพื้นที่ชนบทก็มีความแตกต่างกัน อย่างเช่น ในตัวเมืองอาจพบปัญหาหมอกควันพิษจากยานพาหนะ การจราจรที่ติดขัด ปัญหาฝุ่นควัน ปัญหาขยะในเมืองที่สะสมเนื่องจากประชากรมีจำนวนมาก ปัญหาการขาดแคลนพื้นที่สีเขียว เป็นต้น ส่วนในพื้นที่ชนบทเองก็อาจพบปัญหาเรื่องไฟฟ้า ปัญหาน้ำปนเปื้อนสารพิษจากโรงงานอุตสาหกรรม การบำบัดน้ำเสียที่ไม่ได้ประสิทธิภาพ เป็นต้น สิ่งเหล่านี้ตอกย้ำให้ทั้งภาครัฐ เอกชน และประชาชนตื่นตัวเพื่อแก้ไขปัญหา ซึ่งปัจจุบันมีหลายหน่วยงานและหลายพื้นที่เริ่มสนใจเรื่องของสิ่งแวดล้อมอัจฉริยะ เช่น โครงการขอนแก่น Smart City ระยะที่ 1 มีจุดเด่นด้านสิ่งแวดล้อม คือ สร้างระบบขนส่งมวลชนระบบรางเบาสายเหนือ-ใต้ซึ่งเป็นต้นแบบของเมืองภูมิภาค ซึ่งลดการปลดปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ (Carbon dioxide) ได้ร้อยละ 83.41 หรือคิดเป็น 73,951.00 ตันต่อปี (โครงการสนับสนุนการออกแบบเมืองอัจฉริยะ, 2560) หรือระดับมหาวิทยาลัย เช่น มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต ที่มีโครงการมหาวิทยาลัยสีเขียว โดยเริ่มจากการลดใช้พลังงาน ลดการใช้น้ำมันและทดแทนด้วยการขนส่งสาธารณะและกระตุ้นการสัญจรที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม เช่น การใช้จักรยาน เป็นต้น ทั้งนี้มีการผลิตแผงโซลาร์เซลล์ (Solar cell) เพื่อผลิตพลังงานจากแสงอาทิตย์มาใช้ในมหาวิทยาลัย มีการอนุรักษ์พื้นที่สีเขียว โดยโครงการดังกล่าวได้ลดการปลดปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ (Carbon dioxide) ได้ร้อยละ 26.86 หรือคิดเป็น 38,501.08 ตันต่อปี (โครงการสนับสนุนการออกแบบเมืองอัจฉริยะ, 2560) ทั้งสองโครงการดังกล่าวเป็นตัวอย่างที่แสดงให้เห็นว่าสิ่งแวดล้อมอัจฉริยะสามารถบรรเทาผลกระทบที่เกิดจากตัวเมืองได้ ดังนั้นจึงจำเป็นอย่างยิ่งที่เมืองอื่น ๆ ต้องให้ความสำคัญต่อการพัฒนาสิ่งแวดล้อมอัจฉริยะดังกล่าว

อย่างไรก็ตาม ถึงแม้ว่าในอนาคตประเทศจะให้ความสนใจกับการพัฒนาสิ่งแวดล้อมอัจฉริยะ แต่การจะวัดและประเมินสิ่งแวดล้อมอัจฉริยะในตัวแบบสากล เป็นสิ่งที่ทำได้ยาก ทำให้การบริหารจัดการสิ่งแวดล้อมตามกรอบแนวคิดของสิ่งแวดล้อมอัจฉริยะต้องเริ่มต้นด้วยการพัฒนาตัวชี้วัดให้เป็นรูปธรรมในบริบทของประเทศไทย ทั้งในเชิงปริมาณและคุณภาพ ประกอบกับการนำเทคโนโลยีมาใช้เป็นเครื่องมือในการพัฒนา จึงจะสามารถกำหนดกลยุทธ์ในการพัฒนาสู่ความเป็น Smart Environment ของประเทศไทยได้ในอนาคต การพัฒนาสิ่งแวดล้อมอัจฉริยะนั้น จำเป็นจะต้องมีตัวชี้วัดเพื่อบ่งบอกว่าการพัฒนานั้นได้เป็นไปตามเป้าหมายหรือโครงการประสบความสำเร็จหรือไม่ การมีตัวชี้วัดที่แม่นยำและถูกต้องจะช่วยให้การพัฒนาเป็นไปอย่างราบรื่นและประสบความสำเร็จมากขึ้น เนื่องจากสิ่งแวดล้อมนั้นมีหลายมิติที่ต้องให้ความสำคัญ เช่น สิ่งแวดล้อมทางธรรมชาติ สิ่งแวดล้อมทางเกษตร สิ่งแวดล้อมภายในตัวเมืองหรือสิ่งแวดล้อมประดิษฐ์ (สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน, 2559) หากพัฒนาโดยขาดตัวชี้วัดแล้ว ผู้พัฒนาจะไม่สามารถทราบถึงปัญหาที่เกิดขึ้นระหว่างการพัฒนาได้ ส่งผลให้พัฒนาได้ไม่ตรงตามเป้าหมายและแก้ไขปัญหาได้ไม่ตรงจุด และจากการที่ประเทศไทยยังไม่มีตัวชี้วัดที่เป็นรูปธรรมและไม่สามารถทำในแบบสากลได้ ผู้ศึกษาจึงสนใจที่จะศึกษาตัวชี้วัดและพัฒนาตัวชี้วัดให้เป็นรูปธรรมในบริบทของประเทศไทย เพื่อจะทำได้กำหนดกลยุทธ์ในการพัฒนาสู่ความเป็นสิ่งแวดล้อมอัจฉริยะของประเทศไทยในอนาคต ดังนั้นในเอกสารชิ้นนี้จึงมุ่งเน้นศึกษาเปรียบเทียบตัวชี้วัดความเป็นสิ่งแวดล้อมอัจฉริยะสำหรับประเทศไทยเพื่อการพัฒนาที่ดียิ่งขึ้น

วัตถุประสงค์ของการศึกษา

1. เพื่อศึกษาเปรียบเทียบและวิเคราะห์ตัวชี้วัดของการเป็นเมืองที่มีการจัดการสิ่งแวดล้อมอัจฉริยะ

กรอบแนวคิดการวิจัย

สิ่งแวดล้อมอัจฉริยะ (Smart Environment) เป็นองค์ประกอบหนึ่งของเมืองอัจฉริยะ (Smart City) ซึ่งรวมถึงสิ่งแวดล้อมทางธรรมชาติ เช่น แม่น้ำ อากาศ ดิน พืชและสัตว์ และสิ่งแวดล้อมประดิษฐ์ เช่น สะพาน ถนน อุโมงค์ อาคารปลูกสร้าง ที่อยู่อาศัยของมนุษย์ เป็นต้น โดยเน้นไปที่การพัฒนาอย่างยั่งยืน (Sustainable Development) หรือการพัฒนาสีเขียว (Green Development) เป็นหลัก ทั้งนี้เพื่อเป็นการตอบสนองต่อประชากรที่เพิ่มมากขึ้น ควบคู่ไปกับการดูแลสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรธรรมชาติให้เพียงพอต่อประชากรรุ่นหลัง ในหลายประเทศได้หันมาสนใจสิ่งแวดล้อมกันมากขึ้น โดยมุ่งเน้นไปที่การป้องกันและบรรเทาปัญหาสิ่งแวดล้อม การพัฒนาสิ่งแวดล้อมอัจฉริยะก็เป็นหนึ่งในวิธีการแก้ปัญหาดังกล่าว การพัฒนาสิ่งแวดล้อมอัจฉริยะจำเป็นจะต้องมีกรอบแนวคิดบางอย่างเพื่อทำให้ง่ายต่อการวางนโยบายพัฒนา ยกตัวอย่างเช่น ในงานวิจัยเรื่องแผนพัฒนาสิ่งแวดล้อมอัจฉริยะสู่ความเป็นเมืองอัจฉริยะ (Smart Environment Program, Smart Way to Smart City) ของ Tutik Rachmawati และ Priska Diah Pertiwi ได้ศึกษาและประเมินการพัฒนาสิ่งแวดล้อมอัจฉริยะของเมือง บันดุง (Bandung) ในประเทศอินโดนีเซีย ซึ่งเป็นเมืองที่มีพัฒนาการด้านสิ่งแวดล้อมอย่างก้าวกระโดดใช้เวลาเพียง 8 เดือนในการก้าวสู่เมืองสิ่งแวดล้อมอัจฉริยะอันดับที่ 3 ของประเทศอินโดนีเซีย (Rachmawati & Pertiwi, 2017) งานศึกษาวิจัยชิ้นนี้เกิดขึ้นเพื่อต่อยอดเป็นแนวทางการพัฒนาสิ่งแวดล้อมอัจฉริยะในเมืองอื่น ๆ ทั่วประเทศ โดยได้วางกรอบการพัฒนาสิ่งแวดล้อมออกเป็น 8 ข้อ ครอบคลุมสิ่งแวดล้อมทั้งหมดทั้งทางธรรมชาติและประชากรมนุษย์ กรอบการพัฒนาดังกล่าวได้แก่

1. การจัดการพื้นที่สาธารณะ โดยวางแผนว่าต้องมีพื้นที่สาธารณะอย่างน้อย 30% ของขนาดเมือง
2. การจัดการของเสียอย่างมีประสิทธิภาพ
3. การจัดการชุมชนแออัด พื้นที่ในชุมชนแออัดเป็นกลุ่มเสี่ยงที่จะได้รับผลกระทบจากสารพิษในแม่น้ำหรือเสี่ยงต่อการได้รับผลกระทบจากปัญหาน้ำท่วม นอกจากนี้ยังเป็นปัจจัยสำคัญที่ระงับการไหลของแม่น้ำ
4. การจัดการแม่น้ำ จัดการให้มีความสะอาด ปราศจากขยะและสารพิษ
5. การวางผังเมือง รวมถึงการพัฒนาสิ่งปลูกสร้าง ให้สอดคล้องกับวิถีชีวิตและง่ายต่อการพัฒนาในอนาคต
6. การใช้พลังงานทางเลือก เน้นใช้พลังงานสะอาดหรือพลังงานที่นำกลับมาใช้ซ้ำได้ หรือผลิตใหม่ได้
7. ลดการผลิตก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์
8. การทำป่าสีเขียวในเมือง โดยควบคุมการทำป่าสีเขียวในเมืองให้ปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์น้อยที่สุด ทั้งนี้เป็นเพราะประชากรในเมืองนั้นมีอยู่มาก

กรอบการพัฒนาดังกล่าวเปรียบเสมือนกรอบการพัฒนาที่ผู้จัดทำนโยบายควรให้ความสำคัญในการพัฒนาสิ่งแวดล้อมอัจฉริยะในประเทศอินโดนีเซีย ทั้งนี้เป็นเพราะเมืองส่วนมากในประเทศอินโดนีเซียยังเป็นเมืองที่อยู่ในขั้นกำลังพัฒนา ดังนั้นปัญหาเรื่องชุมชนแออัด ปัญหาน้ำท่วมหรือน้ำเน่าเสียจากประชากรยังเป็นประเด็นหลักที่ผู้พัฒนาให้ความสนใจ ซึ่งสอดคล้องกับบริบทของประเทศไทยเป็นอย่างมากเนื่องจากมีสภาพทางสังคมคล้ายกัน

อย่างไรก็ตาม ในเมืองที่มีการพัฒนาสิ่งแวดล้อมอัจฉริยะดังกล่าวแล้วแต่มีตัวชี้วัดหนึ่ง ๆ เพื่อกำหนดว่าสิ่งแวดล้อมที่ถูกพัฒนาไปนั้นมีความเป็นอัจฉริยะมากพอหรือไม่ การวัดความเป็นสิ่งแวดล้อมอัจฉริยะ

นั้นมีหลายด้าน ซึ่งในแต่ละประเทศก็มีเกณฑ์การวัดที่แตกต่างกัน โดยอิงจากข้อมูลของแต่ละเมือง ปัญหาที่ควรแก้ไข และเป้าหมาย ในบริบทเมืองของแต่ละประเทศจะประสบปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมแตกต่างกัน ในประเทศที่พัฒนาแล้วและประเทศที่กำลังพัฒนาอาจมีปัญหาค่าใช้จ่ายที่แตกต่างกัน ดังนั้นการใช้จ่ายมาตรวัดหนึ่ง ๆ ที่เป็นสากลอาจทำได้ยาก โดยในประเทศกลุ่มยุโรป ได้มีการพัฒนาตัวชี้วัดความเป็นสิ่งแวดล้อมอัจฉริยะอย่างกว้าง ๆ ออกเป็น 4 ด้าน ซึ่งให้ความสำคัญของแต่ละด้านเป็นอย่างละ 25% รวมทั้งหมดเป็น 100% ได้แก่

1. สภาพแวดล้อมทางธรรมชาติ (Attractivity of natural conditions) แบ่งเป็น ระยะเวลาที่ได้รับแสงอาทิตย์ การจัดการพื้นที่สีเขียว

2. มลภาวะ (Pollution) แบ่งเป็น อนุภาคมวลสารในอากาศ อัตราการเกิดโรคทางเดินหายใจของประชากร ปัญหาหมอกควันในพื้นที่

3. การรักษาสีสิ่งแวดล้อม (Environmental protection) แบ่งเป็น ทัศนคติต่อการรักษาสีสิ่งแวดล้อมและความร่วมมือของคนในพื้นที่เพื่อการรักษาสิ่งแวดล้อม

4. การจัดการทรัพยากรอย่างยั่งยืน (Sustainable resource management) แบ่งเป็น การใช้งานทรัพยากรน้ำและการใช้พลังงาน

ซึ่งตัวชี้วัดดังกล่าวเป็นเพียงมาตรฐานของสหภาพยุโรปเพื่อใช้ในการประเมินความเป็นสิ่งแวดล้อมอัจฉริยะในกลุ่มประเทศสมาชิกเท่านั้น อย่างไรก็ตาม ในกลุ่มประเทศสมาชิกแต่ละประเทศสามารถพัฒนาตัวชี้วัดที่แตกต่างกันไปได้ โดยมีการสร้างตัวชี้วัดให้มีความเฉพาะเจาะจงและเหมาะสมกับบริบทของเมืองมากขึ้น ในงานวิจัยหนึ่งที่ศึกษาเกี่ยวกับการพัฒนาเมืองอัจฉริยะด้านการเคลื่อนย้ายและสิ่งแวดล้อมของเมืองต่าง ๆ ในประเทศสเปน (Smart Mobility and Smart Environment in the Spanish cities) โดย Concepción Moreno Alonsob, Neus Baucells Aletà และ Rosa M. Arce Ruiz งานดังกล่าวตั้งคำถามวิจัยว่าการพัฒนาด้านการสัญจรและสิ่งแวดล้อมในแต่ละเมืองนั้นประสบความสำเร็จมากน้อยอย่างไร โดยเมืองที่เป็นตัวอย่างการวิจัยมีทั้งหมด 62 เมือง จากเมืองในกลุ่มที่ก้าวสู่ความเป็นเมืองอัจฉริยะทั้งหมด โดยมีเกณฑ์ในการวัดด้านสิ่งแวดล้อมอัจฉริยะ 3 ด้าน ดังต่อไปนี้

1. ประสิทธิภาพของพลังงาน (Energy efficiency) เมืองอัจฉริยะต้องมีมาตรการอย่างน้อย 2 มาตรการเพื่อลดการบริโภคพลังงาน

2. ประสิทธิภาพของการบริโภคน้ำ (Efficiency in water consumption) เมืองอัจฉริยะต้องมีมาตรการอย่างน้อย 2 มาตรการเพื่อลดการบริโภคน้ำ

3. การควบคุมและลดการปล่อยก๊าซสู่ชั้นบรรยากาศ (Monitoring and reducing atmosphere emission) เมืองอัจฉริยะต้องมีมาตรการที่ประยุกต์ใช้ ICT (Information and Communication Technology) อย่างน้อย 2 มาตรการเพื่อลดการบริโภคพลังงาน (Concepción Moreno Alonsob, Neus Baucells Aletà, and Rosa M. Arce Ruiz, 2017)

โดยคะแนนทั้งสามด้านนั้นจะต้องมากกว่าหรือเท่ากับ 30 จึงจะเป็นเมืองที่มีสิ่งแวดล้อมอัจฉริยะ ผลการศึกษาจากงานวิจัยดังกล่าวพบว่า การพัฒนาด้านสิ่งแวดล้อมของเมืองในประเทศสเปนนั้นยังอยู่ในเกณฑ์ต่ำกว่ามาตรฐาน ในขณะที่ด้านอื่น ๆ เช่น ด้านประชากร (Smart people) หรือด้านการบริหารจัดการ (Smart Governance) มีความก้าวหน้าสูง ดังนั้น จึงมีความจำเป็นที่จะต้องพัฒนาปรับปรุงการบริหารด้านสิ่งแวดล้อมต่อไป

จะเห็นได้ว่าตัวชี้วัดอาจมีความแตกต่างกันในแต่ละประเทศ ขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมและสภาพสังคม รวมไปถึงเป้าหมายในการพัฒนา หากมุ่งเน้นการพัฒนาที่แตกต่างกันจะทำให้ตัวชี้วัดมีความแตกต่างกันด้วย ซึ่งงานศึกษาชิ้นนี้จึงมุ่งเน้นศึกษาเปรียบเทียบตัวชี้วัดด้านการจัดการสิ่งแวดล้อมอัจฉริยะขององค์กรและเมืองต่างๆ

วิธีการศึกษา

เอกสารศึกษาเรื่องตัวชี้วัดสิ่งแวดล้อมอัจฉริยะใช้วิธีการรวบรวมข้อมูลจากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง (Documentary Research) โดยเน้นศึกษาประเด็น 2 ประเด็นหลัก คือ สิ่งแวดล้อมอัจฉริยะคืออะไร และมีลักษณะอย่างไร ตัวชี้วัดสิ่งแวดล้อมอัจฉริยะมีอะไรบ้าง และศึกษาจากกรณีศึกษา (Case study) จากองค์กรและเมืองต่างๆ ISO, ITU-T, U4SSC, New York และ Dubai ซึ่งจากการศึกษาและการเก็บรวบรวมข้อมูลร่วมกับการวิเคราะห์ข้อมูล ข้อมูลที่ได้จะนำมาเปรียบเทียบ และนำเสนอเป็นตัวชี้วัดด้านการจัดการสิ่งแวดล้อมอย่างอัจฉริยะ (Smart Environment)

สรุปผลการศึกษา

สิ่งแวดล้อมอัจฉริยะ (Smart Environment) เป็นองค์ประกอบหนึ่งของเมืองอัจฉริยะ (Smart City) สิ่งแวดล้อมอัจฉริยะ คือ การพัฒนาสภาพแวดล้อมในเมืองที่คำนึงถึงสิ่งแวดล้อม หรือเป็นรูปแบบการพัฒนาที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยที่สุด มีการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีที่ทันสมัยและเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมมาช่วยในการพัฒนา การพัฒนาสิ่งแวดล้อมอัจฉริยะเกิดจากความพยายามแก้ไขปัญหาภาวะโลกร้อน สภาพภูมิอากาศเปลี่ยนแปลง รวมไปถึงการเติบโตของประชากรอย่างต่อเนื่องแต่ทรัพยากรมีจำกัด การพัฒนาสิ่งแวดล้อมอัจฉริยะจะช่วยบรรเทาปัญหาดังกล่าวได้ ในการศึกษาเรื่องตัวชี้วัดสิ่งแวดล้อมอัจฉริยะ (Smart environment indicators) โดยวิธีการศึกษาค้นคว้าเอกสาร (Documentary research) ซึ่งตัวชี้วัดสิ่งแวดล้อมในเอกสารชิ้นนี้ได้ถูกพัฒนามาจากตัวแบบที่มีอยู่ก่อนหน้านี้ รวบรวมเอกสารที่เกี่ยวข้องจากทั้งในและต่างประเทศ ผลของการศึกษาค้นคว้าได้ผลว่า ลักษณะของตัวชี้วัดจะมีใช้วัดเพียงสิ่งแวดล้อมตามธรรมชาติเท่านั้น หากแต่ต้องวัดสิ่งแวดล้อมที่เกี่ยวข้องกับมนุษย์ในทุกมิติ ไม่ว่าจะเป็นสิ่งก่อสร้าง การจัดการทรัพยากร เป็นต้น เพื่อให้มนุษย์และธรรมชาติอยู่ร่วมกันได้อย่างยั่งยืน โดยสามารถแบ่งตัวชี้วัดออกเป็น 3 ประเภทใหญ่คือ ตัวชี้วัดสิ่งแวดล้อมตามธรรมชาติ อันได้แก่ น้ำ อากาศ ดิน, ตัวชี้วัดสิ่งแวดล้อมเมือง อันได้แก่ การพัฒนาเมือง การจัดการขยะ การสร้างพื้นที่สีเขียว และประการสุดท้ายคือตัวชี้วัดด้านการจัดการทรัพยากร ได้แก่ การจัดการพลังงานและการจัดการน้ำ ซึ่งตัวชี้วัดทั้งสามประเภทมีความครอบคลุมทุกมิติของสิ่งแวดล้อมอัจฉริยะ ดังนั้น หากมีการนำตัวชี้วัดนี้ไปเป็นเครื่องมือในการพัฒนาสิ่งแวดล้อมจะช่วยให้พัฒนาได้อย่างรวดเร็วและมีประสิทธิภาพมากขึ้น

อภิปรายผล

โครงการสนับสนุนการออกแบบเมืองอัจฉริยะ (Smart Cities- Clean Energy) ได้กำหนดหลักเกณฑ์การวัดองค์ประกอบของเมืองอัจฉริยะในด้านต่าง ๆ โดยในด้านสิ่งแวดล้อมนั้นแบ่งย่อยออกเป็น 3 ด้าน อันได้แก่

1. สิ่งแวดล้อมทางธรรมชาติ (Natural Environment) อันได้แก่ การอนุรักษ์และปกป้องสิ่งแวดล้อมทางธรรมชาติ การจัดให้มีเส้นทางธรรมชาติ การใช้ทรัพยากรธรรมชาติอย่างยั่งยืน
2. สิ่งแวดล้อมทางการเกษตร (Agricultural Environment)
3. สิ่งแวดล้อมในเมือง (Urban Environment)

โดยแต่ละด้านก็จะมีหัวข้อแยกย่อยลงไปอีกทำให้มีความละเอียดในการวัดค่อนข้างสูง ในเอกสารศึกษาชิ้นนี้จึงรูปแบบตัวชี้วัดตามโครงการสนับสนุนการออกแบบเมืองอัจฉริยะดังกล่าว แต่มีการปรับเปลี่ยนให้มีความง่ายต่อการทำความเข้าใจมากขึ้น และได้ประยุกต์นำข้อมูลจากการศึกษาวิจัยเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ผู้ศึกษาแบ่งตัวชี้วัดความเป็นสิ่งแวดล้อมอัจฉริยะได้ 3 หัวข้อใหญ่ อันได้แก่ ตัวชี้วัดสิ่งแวดล้อมตามธรรมชาติ

ตัวชี้วัดสิ่งแวดล้อมเมือง ตัวชี้วัดด้านการจัดการทรัพยากร เพื่อให้ครอบคลุมองค์ประกอบของสิ่งแวดล้อมทั้งหมดที่เกี่ยวข้องกับการดำรงชีวิต

1. สิ่งแวดล้อมตามธรรมชาติ (Natural Environment) โดยแบ่งออกเป็น น้ำ อากาศ ดิน สิ่งต่าง ๆ เหล่านี้ล้วนเป็นสิ่งพื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับสิ่งมีชีวิตทุกประเภท โดยเราจำเป็นต้องบริโภคน้ำ สูดอากาศสำหรับหายใจ และใช้ดินสำหรับเพาะปลูก กิจกรรมของมนุษย์ในปัจจุบันไม่ว่าจะเป็น การดำรงชีวิตทั่วไป การทำเกษตร การทำอุตสาหกรรมต่าง ๆ ล้วนส่งผลเสียต่อสิ่งแวดล้อมตามธรรมชาติเหล่านี้ เช่น โรงงานอุตสาหกรรมก่อให้เกิดมลพิษทางน้ำและอากาศ การใช้สารเคมีในการเพาะปลูกพืชทำให้ดินเสีย เป็นต้น เมืองสิ่งแวดล้อมอัจฉริยะจำเป็นต้องควบคุม ป้องกันสิ่งแวดล้อมตามธรรมชาติเหล่านี้ไม่ให้ถูกทำลายจนก่อให้เกิดผลเสีย

น้ำ – ครอบคลุมน้ำเพื่อบริโภคและสาธารณสุข และน้ำในแหล่งน้ำตามธรรมชาติ เพื่อให้มั่นใจว่าน้ำที่เกี่ยวข้องกับการดำรงชีวิตจะไม่มีสารปนเปื้อนหรือส่งผลกระทบต่อสุขภาพ ซึ่งสามารถใช้ดัชนีชี้วัดคุณภาพน้ำ (Water Quality Index : WQI) มาใช้ในการทดสอบ โดยค่า WQI ที่ดีต้องมีค่ามากกว่า 50 ขึ้นไป ดังตารางที่ 1

ค่า WQI	คุณภาพน้ำ
90 – 100	ดีมาก
70 – 90	ดี
50 – 70	ปานกลาง
25 – 50	แย่
0 – 25	แย่มาก

ตารางที่ 1 ตารางแสดงค่า WQI

นอกจากนี้ยังต้องวัดค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำโดยค่า pH ของน้ำควรรออยู่ระหว่าง 6.5-8.5 หากเกินหรือต่ำกว่านี้จะส่งผลกระทบต่อสุขภาพของผู้บริโภค

อากาศ – อากาศเป็นสิ่งที่สิ่งมีชีวิตทุกประเภทต้องนำเข้าสู่ร่างกายรวมถึงมนุษย์ด้วย โดยเฉพาะในปัจจุบันที่มีการใช้รถใช้ถนนกันมากรวมไปถึงการเกิดโรงงานอุตสาหกรรม การเผาป่า เผาขยะต่าง ๆ โดยเฉพาะในปีพ.ศ. 2562 ที่หลายพื้นที่ในประเทศไทยประสบกับปัญหาฝุ่น PM 2.5 ซึ่งเกิดจากโรงงานอุตสาหกรรม การเผาป่า คว้นจากรถยนต์ ซึ่งเหล่านี้ล้วนก่อให้เกิดมลพิษทางอากาศและส่งผลกระทบต่อสุขภาพทั้งสั้น ดั้งนั้น เพื่อรักษาสภาพแวดล้อมให้เป็นมิตรต่อสุขภาพ จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีการวัดคุณภาพของอากาศว่าปลอดภัยหรือไม่โดยใช้ดัชนีคุณภาพอากาศ (Air Quality Index : AQI)

ค่า AQI	คำอธิบาย
0 – 25	คุณภาพอากาศดีมาก
26 – 50	คุณภาพอากาศดี
51 – 100	คุณภาพอากาศปกติ
101 – 200	คุณภาพอากาศแย่ เผ่าระวังสุขภาพ
201 ขึ้นไป	คุณภาพอากาศอันตราย งดกิจกรรมกลางแจ้ง

ตารางที่ 2 ตารางแสดงค่า AQI

ดิน – ดินเป็นสิ่งที่เกี่ยวข้องกับการเพาะปลูกเป็นส่วนใหญ่ หากดินมีสารปนเปื้อนมาก พืชที่ปลูกบนดินนั้นอาจรับการพิษดังกล่าวซึ่งสามารถถ่ายทอดมาสู่คนที่บริโภคเข้าไปได้ ดังนั้นการวัดคุณภาพของดินไม่ให้มีสารปนเปื้อนดังกล่าวจึงเป็นเรื่องสำคัญ

2. สิ่งแวดล้อมเมือง (Urban Environment) โดยแบ่งเป็น พื้นที่สีเขียวในเมือง การจัดการของเสีย การพัฒนาเมืองอย่างยั่งยืนเป็นมิตรต่อคนและสิ่งแวดล้อม สิ่งเหล่านี้ล้วนส่งเสริมคุณภาพชีวิตของประชากร โดยเฉพาะในเมืองที่มีประชากรหนาแน่น

พื้นที่สีเขียวในเมือง – พื้นที่ในเมืองเป็นพื้นที่ที่มีประชากรหนาแน่น ทำให้มีแนวโน้มที่รัฐบาลและประชาชนต้องการใช้สอยพื้นที่ให้เกิดประโยชน์สูงสุดโดยเฉพาะการทำที่อยู่อาศัย แต่พื้นที่สีเขียวก็ยังคงมีความจำเป็นอยู่มากเนื่องจากพื้นที่สีเขียวจะช่วยดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และปล่อยออกซิเจนออกมา ทำให้อากาศมีความบริสุทธิ์มากขึ้น ส่งผลดีต่อสิ่งมีชีวิต เมืองที่ขาดพื้นที่สีเขียวมีแนวโน้มที่จะพบเจอกับปัญหามลพิษทางอากาศมากกว่าเมืองที่มีพื้นที่สีเขียว นอกจากนี้ การมีพื้นที่สีเขียวยังช่วยเป็นพื้นที่สาธารณะให้ประชาชนได้มาทำกิจกรรมกลางแจ้งได้อีกด้วย โดยอาจตั้งเกณฑ์พื้นที่สีเขียวเป็น 20-30% ของขนาดพื้นที่เมืองทั้งหมดและมีการกระจายพื้นที่สีเขียวอยู่ทั่วเมือง มิใช่กระจุกอยู่เพียงส่วนใดส่วนหนึ่ง ทั้งนี้เพื่ออำนวยความสะดวกให้ประชากรทุกคนสามารถเข้าถึงพื้นที่สีเขียวได้โดยไม่ลำบาก และเสริมสร้างการเรียนรู้เกี่ยวกับระบบนิเวศ มีการพัฒนาเส้นทางธรรมชาติเชื่อมต่อเมืองและธรรมชาติเข้าด้วยกัน ยกตัวอย่างเช่นเมืองใหญ่ ๆ ทั่วโลกเช่น นิวยอร์ก ประเทศสหรัฐอเมริกา มีสวนสาธารณะใจกลางเมืองหรือที่ชื่อว่า Central Park ซึ่งมีขนาดใหญ่ มีความหนาแน่นของต้นไม้สูงจนได้ขนานนามว่าเป็น “ปอดของชาวนิวยอร์ก” ซึ่งการก่อตั้ง Central Park เกิดจากการผลักดันโครงการพื้นที่สีเขียว เพราะเล็งเห็นว่าเมืองกำลังเติบโตและต้องการพื้นที่สาธารณะ ลักษณะของ Central Park มิใช่เป็นพื้นที่ป่าอย่างเดี่ยวเท่านั้น หากแต่มีพื้นที่และเส้นทางให้ประชาชนเข้ามาทำกิจกรรมได้อีกด้วย ถือได้ว่าเป็นต้นแบบของการพัฒนาพื้นที่สีเขียวกลางเมืองอย่างแท้จริง

การจัดการของเสีย – ต้องมีการจัดการของเสียอย่างมีประสิทธิภาพและยั่งยืน อย่างเช่น มีการแยกขยะตามประเภทขยะเพื่อให้ง่ายต่อการกำจัด ไม่ใช่วิธีการเผาขยะหรือฝังขยะเพราะก่อให้เกิดผลเสียต่อธรรมชาติและอากาศ การจัดการขยะอาจทำได้โดยการนำขยะบางประเภทมารีไซเคิลใหม่ หรือนำไปใช้ประโยชน์อื่น ๆ ส่วนขยะที่นำมาใช้ใหม่ไม่ได้ก็อาจนำไปกำจัดตามกระบวนการ โดยแยกตามประเภทขยะต่อไป ทั้งนี้เมืองที่มีสิ่งแวดล้อมอัจฉริยะจะต้องมีมาตรการลดขยะอีกด้วย เพื่อเพิ่มความตระหนักให้แก่ประชาชนทั้งยังลดภาระในการกำจัดขยะ อย่างเช่นในกรุงโซล ประเทศเกาหลีใต้ มีมาตรการลดการใช้ขยะโดยเก็บค่าถุงขยะตามขนาดของถุง ซึ่งมาตรการนี้ทำให้ประชาชนตระหนักถึงการรีไซเคิลของมากขึ้นและผลิตขยะน้อยลง ลดการใช้ถุงพุ่มเพียง

นอกจากการจัดการขยะแล้ว การบำบัดน้ำเสียก็เป็นอีกหนึ่งประเด็นที่สำคัญ โดยสิ่งแวดล้อมอัจฉริยะต้องมีการบำบัดน้ำเสียที่ดีเพื่อป้องกันไม่ให้เกิดมลพิษหรือน้ำไม่สะอาด ซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อสุขภาพได้ การบำบัดน้ำเสียอาจจำเป็นต้องใช้เทคโนโลยีเข้ามาช่วยเพื่อให้การบำบัดเป็นไปได้อย่างง่ายดายและมีประสิทธิภาพมากขึ้น

การพัฒนาเมืองอย่างยั่งยืน – โดยต้องมีมาตรการอย่างน้อยหนึ่งหรือสองมาตรการเพื่อปรับโครงสร้างพื้นฐานของเมืองให้มีความยั่งยืนและเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ยกตัวอย่างเช่น อาคารสำหรับที่อยู่อาศัย ต้องมีลักษณะที่เหมาะสมแก่การอยู่อาศัยอย่างแท้จริง มีอากาศถ่ายเทและตั้งอยู่ในพื้นที่สำหรับที่อยู่อาศัยเท่านั้น ทั้งนี้เพื่อสุขอนามัยของผู้อยู่อาศัยเอง ซึ่งในประเทศไทยยังประสบกับปัญหาเหล่านี้อยู่มากโดย เช่น ที่อยู่อาศัยคับแคบเกินไป หรือสถานที่ตั้งไม่เหมาะสมแก่การอยู่อาศัย เช่น ใกล้ตลาดใหญ่ ใกล้โรงงาน เป็นต้น รวมไปถึงการจัดการพื้นที่ชุมชนแออัดให้มีสภาพที่ดีขึ้น เหมาะสมแก่การดำรงชีวิต เพราะปัจจุบันพื้นที่ชุมชนแออัดประสบกับปัญหามากมายเช่น อยู่ใกล้ริมคลอง ที่อยู่อาศัยไม่มั่นคง ฝุ่น ฝุ่น มีความแออัดของประชากร เป็นต้น หรือแม้แต่การสร้างถนนหรือสิ่งปลูกสร้างต่าง ๆ ต้องคำนึงถึงการกักเก็บความร้อนด้วย เนื่องจากประเทศไทยมีอุณหภูมิค่อนข้างสูง การใช้วัสดุที่กักเก็บความร้อนอาจส่งผลกระทบต่อสุขภาพของประชากรโดยเฉพาะในช่วงหน้าร้อน เช่น วัสดุความสูงของตึกกับความกว้างของถนนเพื่อป้องกันการกักเก็บความร้อนและเพื่อให้อากาศถ่ายเทสะดวก

การใช้วัสดุระบายความร้อนในการก่อสร้างอาคารและถนน เป็นต้น หรือมีการควบคุมมลภาวะทางเสียงมิให้เสียงดังเกินไปจนส่งผลต่อสุขภาพของประชาชนทั้งระยะสั้นและระยะยาว โดยเฉพาะในเมืองที่มีประชากรมากกว่าในชนบท เสียงจากการสัญจรรถยนต์ จากการก่อสร้างต่าง ๆ อาจทำให้เกิดมลภาวะทางเสียงได้ ดังนั้นรัฐควรเฝ้าระวังและควบคุม

คำนึงถึงมาตรการลดการปล่อยก๊าซคาร์บอน ซึ่งเป็นก๊าซที่ก่อให้เกิดมลพิษและยังส่งผลเสียต่อชั้นบรรยากาศ เป็นสาเหตุหนึ่งของภาวะโลกร้อน มาตรการดังกล่าว เช่น พัฒนาระบบการขนส่งสาธารณะเพื่อลดการใช้รถยนต์ส่วนตัว มีการทำทางเท้าและทางจักรยานสำหรับประชาชน ซึ่งจะช่วยลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนจากการรถยนต์ได้ หรือการเข้าควบคุมโรงงานอุตสาหกรรม การทำการเกษตรให้มีการผลิตที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมมากขึ้น ปล่อยก๊าซคาร์บอนน้อยลง โดยกระตุ้นหรือให้ความรู้แก่ผู้ประกอบการ มีการนำเอาเทคโนโลยีทางการเกษตรมาใช้ สนับสนุนให้กระบวนการผลิตต่าง ๆ ตั้งแต่การเพาะปลูก การเก็บรักษา และการขนส่ง อยู่ในบริเวณเดียวกัน มีระยะการเดินทางระหว่างกิจกรรมน้อยหรือเป็นศูนย์เพื่อลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนและต้นทุนในการขนส่ง

3. การจัดการทรัพยากร (Resource Management) – ทรัพยากรเป็นสิ่งที่ใช้แล้วหมดไป ทั้งนี้ประชากรมีจำนวนมากหากจัดการทรัพยากรไม่ดีและใช้วิธีการที่ไม่ยั่งยืนอาจทำให้ทรัพยากรธรรมชาติหมดไปอย่างรวดเร็ว รวมทั้งประชากรอาจเข้าถึงทรัพยากรอย่างไม่เท่าเทียม การจัดการทรัพยากรแบ่งออกเป็น 2 หัวข้อดังนี้

การจัดการพลังงาน – ให้มีประสิทธิภาพก็เป็นประเด็นสำคัญในการพัฒนาเมืองอย่างยั่งยืน เนื่องจากประชากรมนุษย์ได้เพิ่มมากขึ้นและแหล่งทรัพยากรธรรมชาติก็ลดน้อยลง อีกทั้งการใช้พลังงานบางอย่างส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและปล่อยก๊าซเรือนกระจก จึงมีความจำเป็นที่จะต้องผลิตพลังงานทางเลือก (Alternative Energy) ซึ่งสามารถผลิตใหม่ได้เรื่อย ๆ ไม่กระทบต่อทรัพยากรธรรมชาติ เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมและตอบสนองต่อความต้องการของผู้คน อย่างเช่น ในกรุงโซล ประเทศเกาหลีได้มีการผลักดันนโยบายให้สิ่งปลูกสร้างทุกอาคารใช้พลังงานทางเลือกอย่างน้อย 18% ของพลังงานที่ใช้ทั้งหมดภายในอาคาร และมีแผนจะกระจายพลังงานทางเลือกเข้าไปสู่ครัวเรือน โดยตั้งเป้าไว้ว่าภายในปี 2563 จะมี 420,000 ครัวเรือนได้รับพลังงานสะอาด นโยบายดังกล่าวเกิดขึ้นเพื่อลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ดังนั้น การใช้พลังงานทางเลือกจึงเป็นองค์ประกอบสำคัญประการหนึ่งของการพัฒนาสิ่งแวดล้อมอัจฉริยะ หรือแม้แต่ในประเทศไทยเองอย่าง มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต มีการติดตั้งแผงโซลาร์เซลล์บนอาคารซึ่งเป็นพลังงานจากแสงอาทิตย์ เป้าหมายเพื่อให้เป็นมหาวิทยาลัยสีเขียวที่ใช้พลังงานทดแทน โดยปัจจุบันได้นำพลังงานนั้นมาใช้ภายในอาคารบางส่วนและร้านค้าบางแห่ง

การจัดการน้ำ – นอกจากพลังงานแล้ว การจัดการน้ำก็มีความสำคัญเช่นกัน ทั้งนี้เป็นเพราะน้ำก็เป็นหนึ่งในทรัพยากรธรรมชาติที่มนุษย์จำเป็นต้องใช้ในชีวิตประจำวัน การจัดการน้ำที่ไม่ดีนอกจากจะเป็นการสิ้นเปลืองทรัพยากรแล้ว ยังส่งผลต่อคุณภาพชีวิตของประชากรอีกด้วย โดยเฉพาะในพื้นที่เมืองและพื้นที่ชนบท อาจมีความเหลื่อมล้ำในการเข้าถึงทรัพยากรน้ำ โดยในชนบทมีแนวโน้มที่จะได้รับน้ำที่ไม่สะอาดเนื่องจากแหล่งน้ำขาดการดูแลรักษา กระบวนการกรองน้ำไม่ดี หรือและมีโอกาสที่จะประสบกับปัญหาน้ำไม่ไหลมากกว่าในตัวเมือง ทั้งนี้ประเทศไทยเองก็ประสบกับปัญหาน้ำท่วมบ่อยครั้งโดยเฉพาะในพื้นที่กรุงเทพมหานคร ซึ่งปัญหาเกิดจากการจัดการระบายน้ำที่ไม่มีประสิทธิภาพ ดังนั้น ในเมืองที่มีการพัฒนาสิ่งแวดล้อมจะต้องตระหนักถึงปัญหาดังกล่าว มีการพัฒนาการจัดการน้ำให้ทั่วถึงและมีประสิทธิภาพมากขึ้น เช่น มีระบบกักเก็บน้ำฝน มีการระบายน้ำที่ดี การสร้างมาตรการดังกล่าวจะช่วยพัฒนาให้เมืองมีความเป็นสิ่งแวดล้อมอัจฉริยะมากขึ้น

วารสารวิชาการ สถาบันวิทยาการจัดการแห่งแปซิฟิก

กลุ่มตัวชี้วัด	ISO	ITU-T	U4SSC	Dubai	New York
<u>คุณภาพอากาศ</u>					
ปริมาณไนโตรเจนไดออกไซด์	✓				
ปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์	✓				
ความเข้มข้นของมลพิษทางอากาศ	✓	✓	✓	✓	✓
นโยบายควบคุมมลพิษทางอากาศ	✓	✓			
การประยุกต์ใช้ระบบการติดตามแบบใช้ ICT สำหรับ ฝุ่นและสารพิษ		✓		✓	
ความรุนแรงของก๊าซ CO ₂	✓				
การปล่อยก๊าซ CO ₂	✓		✓	✓	✓
กลยุทธ์การลดก๊าซ CO ₂	✓				
การจัดอันดับคุณภาพอากาศ					✓
<u>การจัดการน้ำและสุขาภิบาล</u>					
คุณภาพของน้ำ			✓	✓	✓
ปริมาณการใช้น้ำ	✓	✓	✓		
การบริโภคน้ำดื่ม			✓		
การบำบัดน้ำเสีย	✓		✓		
การละเมิดพระราชบัญญัติน้ำดื่ม					✓
การตรวจสอบแหล่งน้ำ	✓	✓		✓	
การบริการน้ำประปา	✓				

การเข้าถึงแหล่งน้ำของพลเมือง	✓				
นโยบายการจัดการน้ำอย่างมีประสิทธิภาพ	✓				
ระบบการจัดการการรั่วซึมของน้ำ	✓	✓			
การควบคุมมลพิษทางน้ำ		✓			
<u>การจัดการของเสีย</u>					
ประชากรในเมืองที่มีการเก็บขยะอย่างสม่ำเสมอ	✓				
ขยะรีไซเคิล	✓			✓	
การจัดเก็บขยะของเทศบาล	✓		✓		✓
นโยบายการลดของเสีย	✓				
ปริมาณขยะมูลฝอย		✓			✓
การแยกขยะ					✓
ขยะจากการรีไซเคิลสิ่งปลูกสร้าง					✓
<u>การจัดการที่ดิน</u>					
นโยบายพื้นที่สีเขียว	✓		✓	✓	
การเข้าถึงพื้นที่สีเขียว			✓		
พื้นที่คุ้มครองทางธรรมชาติ			✓		
สถานที่พักผ่อนหย่อนใจ			✓		
<u>พลังงาน</u>					
การใช้พลังงาน	✓				
ความเข้มข้นของพลังงาน	✓				

การใช้พลังงานหมุนเวียน	✓		✓		
นโยบายพลังงานสะอาดและมีประสิทธิภาพ	✓				
ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้า	✓		✓	✓	
การใช้พลังงานความร้อน			✓		
การใช้พลังงานในการก่อสร้าง			✓		
การปรับปรุงการใช้ไฟฟ้าโดยใช้ ICT		✓			
ความยั่งยืนในการจัดหาพลังงานไฟฟ้า		✓			
การปรับปรุงการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิล		✓			
การปรับปรุงการใช้โลหะหายาก		✓			
การประหยัดพลังงานในครัวเรือน				✓	
<u>การจัดการสิ่งแวดล้อม</u>					
ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในเมือง	✓				
การปฏิบัติที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม	✓		✓		
ระบบการจัดการสิ่งแวดล้อมของเมือง	✓				
การมีส่วนร่วมของประชาชนในนโยบายสิ่งแวดล้อม	✓				
เสียงรบกวน		✓	✓	✓	
รวม	28	13	17	10	9
รวมทั้งหมด	77				

ตารางที่ 3 กรอบแนวคิดและตัวชี้วัดระบบการจัดการสิ่งแวดล้อมอัจฉริยะ (Smart Environment) ทั้ง 77 ตัวชี้วัด

ข้อเสนอแนะ

หากประเทศใดต้องการที่จะพัฒนาเมืองไปสู่การเป็นเมืองสิ่งแวดล้อมอัจฉริยะ ก็สามารถนำมาตรฐานตัวชี้วัดขององค์การระดับชาติและเมืองต่าง ๆ ที่มีการสร้างตัวชี้วัดแล้ว เพื่อใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาเมืองไปสู่การเป็นเมืองสิ่งแวดล้อมอัจฉริยะต่อไป

บรรณานุกรม

- Bee Smart City. (2018, August 29). **Smart City Portrait: Seoul (Part II)**. Retrieved from <https://hub.beesmart.city/city-portraits/smart-city-seoul-part-2>
- Centre of Regional Science (SRF), Vienna University of Technology. (2017). **Smart cities: Ranking of European medium-sized cities**. Vienna: Centre of Regional Science (SRF), Vienna University of Technology.
- Concepción Moreno Alonsob, Neus Baucells Aletaa, and Rosa M. Arce Ruiz. (2017). **Smart Mobility and Smart Environment in the Spanish cities**. Transportation Research Procedia 24, 163-170.
- Rachmawati, T., & Pertiwi, P. D. (2017). **Smart Environment Program, Smart Way to Smart City**. Policy & Governance Review, Volume 1, Issue 1, 26-36.
- โครงการสนับสนุนการออกแบบเมืองอัจฉริยะ. (พฤศจิกายน 2560). **แนวคิดการพัฒนาเมืองอัจฉริยะ**. เข้าถึงได้จาก <http://thailandsmartcities.blogspot.com/2017/11/>
- กรมควบคุมมลพิษ. (ม.ป.ป.). **ดัชนีคุณภาพอากาศ**. เข้าถึงได้จาก http://air4thai.pcd.go.th/webV2/aqi_info.php
- นรากร นันทไตรภพ. (กันยายน 2561). **เมืองสิ่งแวดล้อมอัจฉริยะ**. เข้าถึงได้จาก <https://library2.parliament.go.th/ebook/content-issue/2561/hi2561-063.pdf>
- บุษยมาศ พิมพ์พรรณชาติ. (มกราคม-มิถุนายน 2554). **ดัชนีคุณภาพน้ำ**. วารสารวิทยาศาสตร์ลาดกระบังปีที่ 20 ฉบับที่ 1, 70-82.
- ฤทัยชนก เมืองรัตน์. (ม.ป.ป.). **เมืองอัจฉริยะ : การพัฒนาเมืองยุค ๔.๐**. เข้าถึงได้จาก https://www.parliament.go.th/ewtadmin/ewt/parliament_parcy/ewt_dl_link.php?nid=48566&filename=article_translate
- สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน. (30 กันยายน 2559). **หลักเกณฑ์การประเมินการออกแบบเมืองอัจฉริยะ**. เข้าถึงได้จาก <http://www.tgbi.or.th/uploads/trees/00-1-1-%E0%B8%AB%E0%B8%A5%E0%B8%B1%E0%B8%81%E0%B9%80%E0%B8%81%E0%B8%93%E0%B8%91%E0%B9%8C%E0%B8%81%E0%B8%B2%E0%B8%A3%E0%B8%9B%E0%B8%A3%E0%B8%B0%E0%B9%80%E0%B8%A1%E0%B8%B4%E0%B8%99%E0%B8%81%E0%B8%B2%E0%B8%A3%E0%B8%AD%E0%B>

สุรียานนท์ พลสิม. (2561). **นิยาม องค์ประกอบ ดัชนีชี้วัด และผลลัพธ์**แห่งการเป็นเมืองอัจฉริยะ. เข้าถึงได้จาก https://www.researchgate.net/publication/331008437_niyam_xngkhprakxb_tawchiwad_laephllaphthkhxngmeuxngxacchriya_Understanding_Smart_City