Well-being architecture

สถาปัตยกรรมสุขภาวะดี

สุมาวลี จินดาพล
คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

ประวัติผู้เขียน

รองศาสตราจารย์ ดร. สุมาวลี จินดาพล

เป็นอาจารย์ประจำ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ตั้งแต่ ปี พ.ศ. 2554 จนถึงปัจจุบัน มีประสบการณ์การทำงานวิจัย ลงพื้นที่ให้คำปรึกษาและปรับปรุงสภาพแวดล้อมเพื่อผู้สูงอายุและคนทั้งมวล ในพื้นที่เขตภาคเหนือ การศึกษาวิจัยสภาพแวดล้อมเพื่อสุขภาวะ การออกแบบเพื่อสุขภาวะในห้องเรียน การออกแบบรองรับโรคระบาด COVID-19 ทั้งนี้จากประสบการณ์การเป็นหัวหน้าโครงการวิจัย "การปรับสุขภาพแวดล้อมผู้สูงอายุท้องถิ่นไทย" ได้มีการปรับสภาพแวดล้อมให้เหมาะกับสุขภาวะผู้สูงอายุในประเทศไทยทั้ง 4 ภาค คือ เหนือ กลาง ตะวันออกเฉียงเหนือ และใต้ ทำให้เห็นความแตกต่างหลากหลายของบริบทเชิงสุขภาวะของคนไทยในแต่ละภาค

ปัจจุบันดำรงตำแหน่งเป็นหัวหน้าศูนย์ให้คำปรึกษาการออกแบบ เพื่อสุขภาวะผู้สูงอายุ ตั้งอยู่ที่ศูนย์ส่งเสริมพฤฒพลังผู้สูงอายุ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ผลิตผลงานเชิงวิชาการเกี่ยวกับการออกแบบเพื่อสุขภาวะมากมาย อาทิ

- การออกแบบศูนย์ส่งเสริมพฤฒพลังผู้สูงอายุ ได้รับรางวัลการออกแบบสถาปัตยกรรมดีเด่นระดับชาติจากสภาคณบดีคณสถาปัตยกรรมศาสตร์ ประจำปี 2565
- ได้รับรางวัลเชิดชูเกียรติผู้สนับสนุนด้านการพัฒนาที่อยู่อาศัย ประเภทบุคคล ในงานวันที่อยู่อาศัยโลกประจำปี 2566 โดยกรมกิจการผู้สูงอายุ กระทรวงการพัฒนาสังคมและความมั่นคงของมนุษย์
- การออกแบบเฟอร์นิเจอร์เพื่อสุขภาวะ ได้รับสิทธิบัตรคุ้มครองการออกแบบ
- หนังสือ สุขภาพแวดล้อม-พฤฒิพลังผู้สูงอายุ

จนนำมาสู่การเขียนหนังสือเรื่อง สถาปัตยกรรมสุขภาวะดีเล่มนี้ ปัจจุบันมีการศึกษาวิจัยต่อเนื่องถึงสภาพแวดล้อมที่ส่งเสริมการฟื้นฟูผู้ป่วยโรคเฉพาะต่าง ๆ เพื่อต่อยอดองค์ความรู้ด้านการออกแบบเพื่อสุขภาวะ ทั้งร่างกายและจิตใจของคนทุกคนต่อไป

WELL-BEING ARCHITECTURE

สถาปัตยกรรมสุขภาวะดี

สุมาวลี จินดาพล
คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

สถาปัตยกรรมสุขภาวะดี
Well-being architecture

บรรณาธิการ: กรกฎ งานวงศ์พาณิชย์
ISBN (E-Book): 978-616-398-891-1
ผู้แต่ง: สุมาวลี จินดาพล
เจ้าของและผู้จัดพิมพ์: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
สำนักงานบริหารงานวิจัย สำนักงานมหาวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ 50200
โทรศัพท์: 0 5394 3603-4
Website: http://cmupress.cmu.ac.th
E-mail: cmupress.th@gmail.com

พิมพ์ครั้งแรก: ตุลาคม 2566
ราคา: 393 บาท

ออกแบบปกและจัดรูปเล่ม: สุมาวลี จินดาพล

หนังสือเล่มนี้ผ่านการประเมินจากผู้ทรงคุณวุฒิในสาขาที่เกี่ยวข้องและต่างสถาบัน เพื่อตรวจสอบและรับรองการเผยแพร่ผลงานทางวิชาการประเภทหนังสือหรือตำรา ซึ่งจัดพิมพ์โดยสำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่เรียบร้อยแล้ว
©สงวนลิขสิทธิ์ พ.ศ. 2537 และที่แก้ไขเพิ่มเติม ห้ามลอกเลียนแบบ ทำซ้ำ ดัดแปลง ส่วนหนึ่งส่วนใดของหนังสือเล่มนี้ รวมทั้งการจัดเก็บถ่ายทอดไม่ว่ารูปแบบใดๆ ด้วยกระบวนการทางอิเล็กทรอนิกส์ การถ่ายภาพ การบันทึกหรือวิธีการอื่นใดโดยไม่ได้รับอนุญาต

คำนิยม

การออกแบบอาคารที่อยู่อาศัย มีความสำคัญเป็นอย่างมากเนื่องจากมีส่วนสำคัญต่อการใช้สอย รวมถึงการสร้างความสุขของผู้ที่อยู่อาศัยอาคารเหล่านี้ ดังนั้นการออกแบบอาคารเพื่อให้ผู้อยู่อาศัยมีความสุขจึงมีความสำคัญไม่น้อยไปกว่าการออกแบบอาคารให้ใช้ประโยชน์อย่างคุ้มค่า

หนังสือ “สถาปัตยกรรมสุขภาวะดี” เล่มนี้ที่เขียนโดย รองศาสตราจารย์ ดร. สุมาวลี จินดาพล คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ นับว่าเป็นหนังสือที่มีความทันสมัย มีการนำเสนอในอีกมุมมองที่สร้างความน่าสนใจให้กับหนังสือเล่มนี้เป็นอย่างมาก ผู้เขียนมอบความรู้ในหลากหลายมิติที่เกี่ยวข้อง ให้ความสำคัญในการออกแบบอาคารเพื่อให้ผู้อยู่อาศัยมีความสุข ในมุมมองต่างๆ ในแต่ละกลุ่มช่วงอายุ รวมทั้งยังมีการยกตัวอย่างที่เป็นกรณีศึกษาเพื่อให้ผู้อ่านได้เข้าใจเพิ่มมากขึ้น

หนังสือเล่มนี้ได้เขียนขึ้นมาจากประสบการณ์การทำงาน การสอน และการทำวิจัยของผู้แต่ง และได้นำเสนอเป็นรูปแบบหนังสือที่อ่านได้ง่าย มีการใช้ภาษาที่ถูกต้อง นอกจากนั้นหนังสือเล่มนี้ยังได้ผ่านการประเมินจากผู้ทรงคุณวุฒิในสาขาวิชาแล้ว อันเป็นการช่วยยืนยันถึงความถูกต้องทางวิชาการของหนังสือ นับว่าเป็นหนังสือวิชาการที่มีคุณค่าอีกเล่มหนึ่งที่สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่รู้สึกยินดีที่ได้มีโอกาสเป็นผู้ดำเนินการพิมพ์และจัดจำหน่าย

ศาสตราจารย์ ดร. นายสัตวแพทย์ กรกฎ งานวงศ์พาณิชย์
บรรณาธิการบริหารสำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

คำนำ

สถานการณ์ของโลกเราทุกวันนี้มีความไม่แน่นอนมากมาย ทั้งสภาวะอากาศที่เปลี่ยนแปลงไปทำให้ฤดูกาลผันแปรไม่แน่นอน ฝนตกมากกว่าปกติ อากาศแห้งแล้งกว่าที่เคย หรืออากาศหนาวในฤดูร้อน ท่ามกลางความแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศ กลับมีสถานการณ์โรคระบาดครั้งใหญ่ไปทั่วโลก กินเวลายาวนานกว่า 2 ปี อย่างโรคระบาดโคโรน่าไวรัส-2019 ด้วยสถานการณ์แบบนี้ผู้คนจึงต้องใช้ความพยายามในการรักษาสุขภาพมากขึ้น แต่เมื่อจำเป็นต้องอยู่ในอาคารมากขึ้นด้วยการใช้ชีวิตแบบวิถีใหม่ (new normal) การทำให้สภาพแวดล้อมในอาคารเกิดสุขภาวะที่ดีได้นั้นจึงเป็นเรื่องที่จำเป็น

หนังสือเล่มนี้เขียนขึ้นมาจากประสบการณ์ในด้านการออกแบบอาคารเพื่อให้คนมีสุขภาวะที่ดีในแง่มุมต่างๆ ของผู้เขียน โดยจะเกริ่นในบทนำ ถึงการพัฒนาด้านความยั่งยืนของวงการสถาปัตยกรรมในประเทศไทย สำหรับเนื้อหาในบทที่ 1 – 7 ได้กล่าวถึงความหมายของสุขภาวะที่ดี สถาปัตยกรรมสุขภาวะดีคืออะไร เครื่องมือประเมินสถาปัตยกรรมสุขภาวะดี สถาปัตยกรรมต้านมลพิษ สถาปัตยกรรมต้านโรคระบาด สภาพแวดล้อมเพื่อการเยียวยา อุปกรณ์อัจฉริยะส่งเสริมวิถีชีวิตสุขภาวะดี และบทสรุปสถาปัตยกรรมสุขภาวะดีในบทสุดท้าย ตามลำดับ เพื่อให้ผู้อ่านสามารถนำเนื้อหาสาระไปประยุกต์ใช้ได้ตามบริบท และความเหมาะสมของสถานการณ์จริง

สุมาวลี จินดาพล

สารบัญ

คำนิยม ..... a

คำนำ ..... b

สารบัญ c

Introduction สถาปัตยกรรมเพื่อความยั่งยืนในประเทศไทย 1

พัฒนาการสถาปัตยกรรมยั่งยืนในประเทศไทย 2

ระลอกการพัฒนาด้านความยั่งยืน - Sustainable wave development 3

การพัฒนาระลอกแรก 4

การพัฒนาระลอกที่ 2 4

การพัฒนาระลอกที่ 3 5

การพัฒนาระลอกที่ 4 6

การพัฒนาระลอกที่ 5 6

การพัฒนาระลอกที่ 6 10

Chapter 1 สุขภาวะดี หมายถึงอะไร 13

อยู่ดี สุขภาวะที่ดี วัดที่ตรงไหน [Wellbeing / 'Well' in Health Condition Term] 14

ความเจ็บป่วยจากอาคาร - Sick Building Syndrome 16

ข้อกำหนดเกี่ยวกับการควบคุมคุณภาพอากาศภายในอาคาร 18

สุขภาวะที่ดีตามช่วงวัย [Wellbeing in Each Age] 20

1. สุขภาวะที่ดีของคุณแม่ตั้งครรภ์ 20

2. สุขภาวะที่ดีของเด็กปฐมวัย 21

3. สุขภาวะที่ดีของเด็กวัยเรียน 24

4. สุขภาวะที่ดีของผู้ใหญ่วัยทำงาน 25

5. สุขภาวะที่ดีของผู้ใหญ่วัยสูงอายุ 30

สูงวัยแบบพฤฒพลัง [Wellderly – Healthy Elderly People]..... 32
การสูงวัยเชิงบวก สุขกาย สบายใจ 32
เอกสารแนบท้ายบท..... 35
Chapter 2 สถาปัตยกรรมสุขภาวะดี คืออะไร 41
สถาปัตยกรรมเพื่อสุขภาวะที่ดีทางกายภาพ [Architecture for Physical Wellbeing]..... 42
สถาปัตยกรรมสำหรับสุขภาวะที่ดีต่อร่างกาย 42
อาคารที่มีสารพิษ..... 42
ความชื้นและเชื้อราในอาคาร 43
อาคารที่ทำให้ผู้ใช้งานรู้สึกหนาวหรือร้อนเกินไป..... 48
อาคารที่สร้างมลพิษต่อผู้อยู่อาศัย 48
อาคารที่ส่งเสริมสุขภาพ 49
สถาปัตยกรรมเพื่อสุขภาวะที่ดีทางจิตวิทยา [Architecture for Psychological Wellbeing].....49
จิตวิทยาสภาพแวดล้อม..... 49
สถาปัตยกรรมที่ส่งผลต่อสมอง..... 53
Chapter 3 เครื่องมือประเมินสถาปัตยกรรมสุขภาวะดี 57
เกณฑ์ประเมินอาคารประหยัดพลังงานและเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม [LEED Standard] 59
เกณฑ์ประเมินอาคารเพื่อสุขภาวะ [WELL standard] 64
เกณฑ์ประเมินอาคารประหยัดพลังงานและเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม [TREEs Standard]..... 80
เกณฑ์ประเมินอาคารเพื่อสุขภาวะ [SOOK Standard]..... 83
เกณฑ์ประเมินมาตรฐานโรงพยาบาล [JCI Standard] 85
ตอนที่ I: มาตรฐานการจัดการสถานพยาบาล (Section I: Accreditation Participation Requirements) 86
ตอนที่ II: มาตรฐานที่มุ่งเน้นผู้ป่วยเป็นศูนย์กลาง (Section II: Patient-Centered Standards)..... 87
ตอนที่ III: มาตรฐานการจัดการสถานพยาบาล (Section III: Health Care Organization Management Standards)..... 88
ตอนที่ IV: มาตรฐานการจัดการสถานพยาบาล (Section IV: Academic Medical Center Hospital Standards)..... 90

บทวิพากษ์เกณฑ์การประเมินสถาปัตยกรรมสุขภาวะดี **93**

Chapter 4 สถาปัตยกรรมต้านมลพิษ **95**

สารระเหยจากสารอินทรีย์ [VOC & Formaldehyde] **96**

ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และคาร์บอนมอนนอกไซด์ [CO_2 & CO] **97**

สารก่อภูมิแพ้ [Allergenic Matters] **100**

ฝุ่นละอองขนาดจิ๋ว และฝุ่นละอองขนาดเล็ก [$PM_{2.5}$ & PM_{10}] **103**

มลภาวะทางแสง [Light Pollution] **107**

กรณีศึกษา: ห้องเรียนสุขภาวะดี [Balance Lighting, Limited Co_2, No Pollution Classroom] **112**

Chapter 5 สถาปัตยกรรมต้านโรคระบาด **115**

ธรรมชาติของโรคไวรัสโคโรนา-2019 และสถานการณ์การระบาด [COVID-19 Nature & Circumstance] **116**

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับสถาปัตยกรรม [Research on Architectural Matters] **126**

บทบาทของสถาปัตยกรรม [Architecture's Role] **128**

การจัดพื้นที่และทางเดิน และแนวทางการบริหารจัดการ 128

ระบบการระบายอากาศ 128

การเลือกใช้วัสดุ 129

การจัดการอื่นๆ เพิ่มเติม 130

กรณีศึกษา: การออกแบบคลินิกทันตกรรมป้องกันโควิด [Case Studies: Anti-Covid Dental Setting] **131**

การจัดพื้นที่และทางเดิน 131

แนวทางการบริหารจัดการ 132

ระบบการระบายอากาศ 132

การจัดการขยะและของเสียทางการแพทย์ 134

Chapter 6 สภาพแวดล้อมสรรค์สร้างเพื่อเยียวยา **137**

สภาพแวดล้อมส่งเสริมการเยียวยาร่างกาย [Physical healing environment] **139**

1. การจัดวางพื้นที่และการเข้าถึง (layout and accessibility) 139

2. การออกแบบเพื่อความปลอดภัย (design for safety) 142

3. คุณภาพอากาศ เพื่อลดการติดเชื้อ และส่งเสริมคุณภาพอากาศที่ดี 143

4. คุณภาพแสงสว่าง 144

5. การออกแบบเพื่อความสบาย....148
กรณีศึกษาสภาพแวดล้อมเพื่อการเยียวยา: อาคารปิยมหาราชการุณย์ 152
กรณีศึกษาสภาพแวดล้อมเพื่อการเยียวยา: The desert rose house.... 153
Chapter 7 การออกแบบสภาพแวดล้อมที่ส่งผลต่อความรู้สึกสุขภาพดี.... 155
ความรู้สึกสุขภาพดี [Healthy Emotion].... 156
การออกแบบสภาพแวดล้อมสำหรับความรู้สึกเชิงบวก [Environmental Design for Positive Emotion].... 158
1. การสร้างสุนทรียภาพ....158
2. การสร้างการสื่อความหมายเชิงสัญญะ....164
3. การตอบสนองความต้องการในการใช้งาน....165
การออกแบบสภาพแวดล้อมเพื่อความรู้สึกสุขภาพดี [Environmental Design for Healthy Emotion] 167
1. การออกแบบเพื่อสุขภาวะที่ดีในการมองเห็น....167
2. การออกแบบเพื่อสุขภาวะที่ดีในการสัมผัส....169
3. การออกแบบเพื่อสุขภาวะที่ดีในการได้ยิน....170
4. การออกแบบเพื่อสุขภาวะที่ดีในการได้กลิ่น....173
บทสรุป.... 175
Conclusion บทสรุปของสถาปัตยกรรมสุขภาวะดี.... 177
รายการอ้างอิง [References].... 181
นิยามศัพท์ [Definitions].... 181
ดัชนี [Index].... 195

INTRODUCTION

SUSTAINABLE ARCHITECTURE IN THAILAND

สถาปัตยกรรมเพื่อความยั่งยืนในประเทศไทย

บทนำ

พัฒนาการสถาปัตยกรรมยั่งยืนในประเทศไทย

ระลอกการพัฒนาด้านความยั่งยืน [Sustainable Wave Development]

การพัฒนาระลอกแรก
การพัฒนาระลอกที่ 2
การพัฒนาระลอกที่ 3
การพัฒนาระลอกที่ 4
การพัฒนาระลอกที่ 5
การพัฒนาระลอกที่ 6

บทนำ

พัฒนาการสถาปัตยกรรมยั่งยืนในประเทศไทย

สถาปัตยกรรมพื้นถิ่นในประเทศไทย ได้รับการออกแบบให้กลมกลืนกับสภาพภูมิอากาศและธรรมชาติ จึงถือเป็นสถาปัตยกรรมยั่งยืนที่ปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อม สถาปัตยกรรมเช่นนี้เกิดขึ้นก่อนจะมีการบัญญัติศัพท์ สถาปัตยกรรมยั่งยืน (sustainable architecture) ขึ้นมาเสียอีก เนื่องจากเป็นการสร้างสรรค์สภาพแวดล้อมให้อยู่กับธรรมชาติได้อย่างเป็นมิตร อย่างไรก็ตามเมื่อพลวัตทางสังคมเศรษฐกิจและวัฒนธรรมเปลี่ยนแปลงไป การอยู่อาศัยอย่างหนาแน่นในสังคมเมืองทำให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและระบบนิเวศน์ จึงมีความจำเป็นในการปรับใช้แนวคิดความยั่งยืนมาใช้ในการออกแบบสถาปัตยกรรม ด้วยนิยามความเปลี่ยนแปลงไปของบริบทโลกเช่นนี้ การประยุกต์ใช้แนวคิดความยั่งยืนจึงต้องผสมผสานแนวคิดที่หลากหลายเข้ามาด้วย ในช่วงแรกของพัฒนาการสถาปัตยกรรมยั่งยืนในประเทศไทยจึงเน้นด้านการประหยัดพลังงาน เนื่องจากสังคมในขณะนั้นกำลังตระหนกกับวิกฤติพลังงาน เมื่อเศรษฐกิจดีขึ้นเกิดการทำลายสิ่งแวดล้อมมากขึ้น สถาปัตยกรรมยั่งยืนจึงเน้นประเด็นความเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมเพิ่มขึ้น จนพัฒนาไปสู่การหวนกลับไปใช้แนวคิดสถาปัตยกรรมพื้นถิ่นเพื่อให้เข้าถึงแก่นความเป็นสถาปัตยกรรมยั่งยืนที่แท้จริง จนกระทั่งเกิดแนวคิดด้านการออกแบบเพื่อสุขภาวะ เพื่อให้อาคารส่งผลกระทบเชิงลบต่อผู้ใช้อาคารให้น้อยที่สุด และส่งเสริมสุขภาวะอันดีแก่ผู้ใช้งานมากที่สุดนั่นเอง

สิ่งที่สังเกตเห็นได้ชัดเจนที่สุดสำหรับสถาปัตยกรรมพื้นถิ่น คือ ลักษณะหลังคา ที่จะมีชายคายื่นยาว และมีความลาดชันมากเพื่อให้ระบายน้ำฝนได้ดีโดยเฉพาะในช่วงฤดูมรสุม ทำให้น้ำไม่ท่วมเข้าไปภายในตัวบ้าน หลังคาลาดชันยังช่วยให้เกิดการระบายอากาศในอาคารได้ดีอีกด้วย การยกพื้นตัวบ้านให้สูงเหนือพื้นดินช่วยลดความชื้นจากดินสู่ตัวอาคาร และลดความเสียหายจากน้ำท่วมได้ นอกจากนั้นพื้นที่ใต้ถุนบ้านยังสามารถใช้เป็นพื้นที่เก็บผลผลิตทางการเกษตรและใช้เลี้ยงสัตว์ได้ [1] การใช้วัสดุพื้นถิ่น เช่น ไม้ชนิดต่างๆ นิยมใช้ในงานสถาปัตยกรรมพื้นถิ่น แม้จะเป็นวัสดุที่มีอายุการใช้งานไม่ยืนยาวมากนักในสภาพอากาศแบบร้อนชื้น ไม้จะมีการผุพังไปตามกาลเวลาโดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อเจอแดดจัดต่อเนื่องกัน แต่ไม้ก็สามารถเปลี่ยนเป็นชิ้นวัสดุใหม่และบำรุงรักษาได้ง่าย เนื่องจากเป็นวัสดุพื้นถิ่น หาไม้ทดแทนได้ง่าย ทั้งในพื้นที่และประเทศเพื่อนบ้าน

ประเทศไทยได้เกิดวิกฤติการณ์ทางเศรษฐกิจในปี พ.ศ. 2540 หรือ “วิกฤติการณ์ต้มยำกุ้ง” ในช่วงปี พ.ศ. 2530-2539 เศรษฐกิจในประเทศไทยเจริญรุ่งเรืองมากและขยายตัวอย่างรวดเร็ว

เหมือนฟองสบู่ โดยเฉพาะธุรกิจด้านสินทรัพย์ เมื่อบริษัทบริหารสินทรัพย์และการเงินต่างๆ ล้มลงจึงส่งผลกระทบเป็นวงกว้างต่อระบบเศรษฐกิจอื่นๆ ทั้งหมด ประเทศไทยจำเป็นต้องรับความช่วยเหลือทางการเงินจาก กองทุนการเงินระหว่างประเทศ (International Monetary Fund, IMF) ธุรกิจเกือบทั้งหมดต้องหยุดชะงัก โดยเฉพาะที่เกี่ยวกับสินทรัพย์ ระบบเศรษฐกิจของประเทศไทยเริ่มฟื้นตัวในปี พ.ศ. 2544 และธุรกิจอสังหาริมทรัพย์เริ่มฟื้นฟูอีกครั้ง โครงการอสังหาริมทรัพย์แรกที่ฟื้นตัวได้แก่ กลุ่มที่อยู่อาศัย โดยเริ่มจากการออกแบบที่เรียบง่าย ความยั่งยืนยังไม่เป็นสิ่งที่ได้รับความสนใจในขณะนั้น

หลังจากนั้น วงการอสังหาริมทรัพย์และการออกแบบสถาปัตยกรรมได้เริ่มพัฒนารูปแบบและเทคโนโลยี ทำให้การออกแบบประหยัดพลังงานและรักษาสิ่งแวดล้อมเริ่มได้รับความนิยมมากขึ้น ตลอดสองทศวรรษที่ผ่านมา การพัฒนาได้มุ่งเข้าสู่การรักษาสิ่งแวดล้อมเพื่อความยั่งยืนมากขึ้น จนในปัจจุบันเริ่มมีความนิยมในการออกแบบสถาปัตยกรรมเพื่อความยั่งยืนทางสุขภาพด้วย ในบทนำจะกล่าวถึงพัฒนาการด้านสถาปัตยกรรมเพื่อความยั่งยืนในประเทศไทย

ระลอกการพัฒนาด้านความยั่งยืน - SUSTAINABLE WAVE DEVELOPMENT

ประเทศไทยมีการพัฒนาด้านการออกแบบสถาปัตยกรรมเพื่อความยั่งยืนหลายระลอก ก่อนเกิดวิกฤติการณ์ต้มยำกุ้ง ในปี พ.ศ. 2540 ถือได้ว่าเป็นยุคเฟื่องฟูของวงการสถาปัตยกรรมและอสังหาริมทรัพย์ ในยุคนั้นสถาปัตยกรรมสีเขียว หรือสถาปัตยกรรมยั่งยืน ยังไม่ได้รับการนิยาม แต่ถึงอย่างนั้นก็ยังมีโครงการในลักษณะรักษ์โลก เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมเกิดขึ้น ได้แก่ วัดมหาเจดีย์แก้ว (วัดล้านขวด) ที่มีการนำขวดแก้วที่ใช้แล้วมาประดับเป็นกำแพงวัด สร้างในปี พ.ศ. 2533 และโรงเรียนรุ่งอรุณ ที่ใช้แนวคิดการจัดการขยะและทรัพยากรแบบเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมเพื่อให้เด็กได้เรียนรู้การจัดการขยะแบบธรรมชาติ และการรักษาสิ่งแวดล้อม โรงเรียนสร้างขึ้นในปี พ.ศ. 2544 ทั้งนี้รวมถึงการประกาศพระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2535 หลังจากวิกฤติการณ์ต้มยำกุ้งในปี พ.ศ. 2540 เศรษฐกิจทั้งหมดในประเทศได้หยุดชะงัก ประมาณ 3 ปี ธุรกิจด้านอสังหาริมทรัพย์ถดถอยยาวนานและ ชะลอตัวเป็นเวลา 5 ปี ในการพัฒนาทางเศรษฐกิจและสถาปัตยกรรมแต่ละครั้งจะเกิดการพัฒนาแนวคิดในการออกแบบใหม่ๆ และเกิดการร่วมงานกันระหว่างหลายภาคส่วน

การพัฒนาระลอกแรกเกิดขึ้น ในปี พ.ศ. 2546 จากกระแสการออกแบบด้วยแนวคิดอาคารประหยัดพลังงาน การพัฒนาละรอกที่สอง เกิดขึ้นจากการประกาศนโยบายด้านพลังงานของชาติ ระลอกที่สาม เป็นการประยุกต์แนวคิดใหม่ด้านเศรษฐกิจพอเพียงกับงานสถาปัตยกรรม ระลอกที่สี่ เป็นการบูรณาการอาคารประสิทธิภาพสูงกับสุขภาวะที่ดีของผู้ใช้อาคาร ระลอกที่

ห้า เป็นการผสานแนวคิดเทคโนโลยีการสื่อสารสมัยใหม่ในการอนุรักษ์พลังงานและการเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม

องค์กร UNESCO ได้ประกาศใช้เป้าหมายการพัฒนาเพื่อความยั่งยืน 17 ข้อ (Sustainable Development Goals, SDGs) เพื่อเป็นแนวทางให้นานาประเทศนำไปปรับใช้ ประเทศไทยนำหลักการดังกล่าวไปปรับใช้อย่างกว้างขวางเช่นเดียวกัน ในที่นี้ผู้เขียนจึงวิเคราะห์หลักการ SDG ในพัฒนาการสถาปัตยกรรมยั่งยืนในระลอกต่างๆ ด้วย เพื่อเป็นข้อสังเกตให้ผู้อ่านนำไปใช้ประโยชน์ต่อไปได้

การพัฒนาระลอกแรก

ผู้นำในการขับเคลื่อนการออกแบบสถาปัตยกรรมแบบยั่งยืนในยุคแรกเริ่มนั้น เป็นไปไม่ได้เลยที่จะไม่พูดถึงบุคคลท่านนี้ ศาสตราจารย์ ดร.สุนทร บุญญาธิการ ถือได้ว่าเป็นผู้บุกเบิกวงการออกแบบประหยัดพลังงานในประเทศไทยก็ว่าได้ “บ้านชีวาทิตย์” เป็นอาคารประหยัดพลังงานอย่างเป็นทางการแห่งแรกของประเทศไทย [2] ออกแบบและก่อสร้างในปี พ.ศ. 2545 โดยใช้เทคนิควิธีเพื่อช่วยประหยัดพลังงานมากมาย ได้แก่ การใช้ฉนวนโฟมหนา 4 นิ้ว การติดตั้งแผงโซลาร์เซลล์บนหลังคาลาดชัน ซึ่งในขณะนั้นถือว่ามีราคาสูงมาก เทคนิคการทำความเย็นมีการปรับใช้วิธีปรับอากาศจากโครงการสาธารณะด้วย เช่น การระบายความร้อนด้วยการถ่ายเทอุณหภูมิผ่านน้ำที่ไหลใต้ดินในบริเวณบ้าน โครงการนี้จึงถือเป็นโครงการกึ่งทดลองในการบูรณาการเทคนิควิธีการประหยัดพลังงานหลากหลายวิธีในอาคารเดียว จากนั้นในปี พ.ศ. 2546 อาคารสาธารณะมหาวิทยาลัยชินวัตร [3] ได้ถูกออกแบบผ่านการบูรณาการศาสตร์ด้านการประหยัดพลังงานแบบองค์รวม ทำให้ได้รับรางวัลทางด้านพลังงานในระดับนานาชาติมากมาย ได้แก่ ASHRAE Regional Technology Award 2002-2003 และ ASEAN Energy Award 2003 ซึ่งในขณะนั้นถือได้ว่าศาสตราจารย์ ดร. สุนทร บุญญาธิการ เป็นผู้ที่บุกเบิกการพัฒนาแนวคิดอาคารยั่งยืนยุคแรก ในช่วงที่บริษัทสถาปนิก และอสังหาริมทรัพย์ต่างๆ ยังไม่ฟื้นตัวเต็มที่จากวิกฤติทางการเงิน

การพัฒนาระลอกที่ 2

ระลอกที่ 2 เกิดการพัฒนาในวงการสถาปัตยกรรมและอสังหาริมทรัพย์ เนื่องจากการประกาศกฎหมายเกี่ยวกับการอนุรักษ์พลังงานอาคารโดยกระทรวงพลังงาน ในปี พ.ศ. 2550 คือ พระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2535 (ฉบับที่ 2) [4] ซึ่งมีผลบังคับใช้กับอาคารขนาดใหญ่ทั้งหมด ความเคลื่อนไหวนี้ได้ช่วยขับเคลื่อนการพัฒนาการอนุรักษ์พลังงงานให้เหล่าสถาปนิกและวิศวกรอย่างแพร่หลาย จนกระทั่ง “สถาบันอาคารเขียวไทย” ได้ก่อตั้งขึ้นอย่างเป็นทางการเพื่อขับเคลื่อนแนวทางการออกแบบเพื่ออนุรักษ์พลังงานในอาคารสร้างใหม่

ซึ่งเป็นเวลาเดียวกันกับที่เกณฑ์ผู้นำการออกแบบด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อม (Leadership in Energy and Environmental Design, LEED) [5] ที่ใช้กันอย่างแพร่หลายในต่างประเทศเริ่มก้าวเข้าสู่ประเทศไทย มีสถาบันอาคารเขียวได้ประยุกต์เกณฑ์ดังกล่าวให้เหมาะสมกับสภาพภูมิอากาศของประเทศไทยจนเกิดเป็นเกณฑ์ประเมินพลังงานและความยั่งยืนทางสิ่งแวดล้อมสำหรับประเทศไทย (Thai's Rating of Energy and Environmental Sustainability, TREES) [6] จนถึงปัจจุบันมีโครงการในประเทศไทยเข้าร่วมประกวดในเกณฑ์ LEED มากถึง 144 โครงการ โดยอาคารของเอกชนหลายแห่งเข้าร่วมการประกวดตามเกณฑ์นี้จนได้รับรางวัล เช่น อาคารสำนักงานใหญ่ธนาคารกสิกรไทย พหลโยธิน ซึ่งถือเป็นอาคารแรกที่ได้รับรางวัลระดับทองคำสำหรับอาคารก่อสร้างเดิม (LEED Gold) และอาคารพาร์คเวนเจอร์ (Park Ventures) ที่เป็นอาคารแรกในประเทศไทยที่ได้รับรางวัลสูงสุดระดับแพลตินัม (LEED Platinum) ในปี พ.ศ. 2554 [7]

การพัฒนาระลอกที่ 3

การพัฒนาระลอกที่ 3 เกิดจากการพัฒนาแนวคิด "เศรษฐกิจพอเพียง" เข้ามาผสมผสานกับการออกแบบโครงการสถาปัตยกรรมและการก่อสร้าง แนวคิดเศรษฐกิจพอเพียงนั้นเป็นแนวคิดเชิงเศรษฐศาสตร์ที่คิดค้นโดย พระบาทสมเด็จพระปรมินทรมหาภูมิพลฯ อดุลยเดชมหาราช (พระนามในขณะนั้น) พระมหากษัตริย์ รัชกาลที่ 9 ของประเทศไทย แนวคิดดังกล่าวได้ถูกเผยแพร่อย่างเป็นทางการในปี พ.ศ. 2551 โดยมีรากฐานมาจากความพอเพียงทางเศรษฐศาสตร์ เกษตรกรรม กสิกรรม แต่ก็ถูกประยุกต์ใช้ไปในทุกสาขาวิชาชีพ รวมถึงการออกแบบสถาปัตยกรรมเพื่อความยั่งยืนด้วย การออกแบบด้วยวิธีธรรมชาติ (Passive design) หรือการออกแบบโครงการที่คำนึงถึงการปรับตัวกับสภาพแวดล้อม สภาพภูมิอากาศ และการใช้วัสดุก่อสร้างในท้องถิ่น ถือเป็นหัวใจในการออกแบบสถาปัตยกรรมยั่งยืน ด้วยแนวคิดสถาปัตยกรรมพอเพียง ท่ามกลางกระแสการใช้เทคโนโลยีระดับสูงและราคาแพงเพื่อประหยัดพลังงานในขณะนั้นทำให้เกิดคำถามว่า ทำไมสถาปัตยกรรมพื้นถิ่นที่แทบไม่ได้ใช้พลังงานในประเทศไทยถึงไม่ได้ชื่อว่า เป็นสถาปัตยกรรมยั่งยืนทั้งๆ ที่มีความกลมกลืนกับสภาพแวดล้อม ลดภาระของธรรมชาติ ใช้วัสดุธรรมชาติ และปรับตัวได้ท่ามกลางความเปลี่ยนแปลง มากกว่าอาคารยั่งยืนที่รับรองความยั่งยืนจากเกณฑ์ของต่างประเทศ และเป็นอาคารที่มีราคาแพงทั้งในแง่การออกแบบ จัดการ และบำรุงรักษา จึงเกิดกระแสการพัฒนาอาคารที่สร้างจากวัสดุธรรมชาติแต่ใช้วิทยาการและเทคนิคการก่อสร้างสมัยใหม่ขึ้น ทำให้อาคารมีความน่าสนใจมากขึ้น วัสดุท้องถิ่นที่นิยมนำมาสร้างสรรค์ในช่วงนั้น ได้แก่ ไม้ อิฐ และไม้ไผ่ (Markus Roselleb, สัมภาษณ์วันที่ 11 ก.พ. 2559) ตัวอย่างโครงการลักษณะนี้ได้แก่ โครงการกันตนาสตูดิโอ ถูกสร้างขึ้นเพื่อโชว์การก่ออิฐเป็นผนังรับน้ำหนักคล้ายกับการก่อสร้างแบบดั้งเดิม แต่ใช้เทคนิคการก่อสร้างด้วยเทคโนโลยีแบบใหม่ทำให้ผนังรับน้ำหนักสามารถสร้างเป็นรูปร่างโค้ง และฐานแคบกว่ายอดได้ด้วย โรงเรียนรุ่งอรุณ ถือเป็นโรงเรียนแรกในประเทศไทยที่สร้างขึ้นด้วยแนวคิด

การผสานการเรียนรู้ด้วยวิธีธรรมชาติแบบองค์รวม สร้างขึ้นในปี พ.ศ. 2540 โดยใช้การจัดการขยะแบบธรรมชาติผลิตเป็นปุ๋ยเป็นหนึ่งในบทเรียน และการเรียนรู้ด้านพลังงานผ่านแสงอาทิตย์ โรงเรียนนานาชาติปัญญาเด่น [8] ได้ประยุกต์ใช้แนวคิดธรรมชาติแบบองค์รวมเช่นกัน แต่ได้ผสานไปกับหลักสูตรการเรียนการสอน และได้ผสานเข้าสู่ระบบการก่อสร้างด้วย โดยมีการใช้วัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรมาเป็นวัสดุก่อสร้างด้วย ซึ่งใช้ร่วมกับดินอัดแน่นทำเป็นก้อนดินอิฐและนำมาก่อเป็นผนัง (Adobe brick) นอกจากนั้นยังใช้ไม้ไผ่เป็นโครงสร้างหลักทั้งโครงการ ทั้งโครงสร้างเสา คาน และหลังคา

การพัฒนาระลอกที่ 4

การพัฒนาระลอกที่ 4 ไม่เพียงคำนึงถึงการออกแบบเพื่อประหยัดพลังงาน แต่ยังคำนึงถึงวิถีชีวิตที่มีสุขภาวะที่ดีในอาคารด้วย อาการป่วยจากอาคาร หรือ Sick building syndrome เป็นอาการที่เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องมาโดยตลอด ซึ่งทำให้ศักยภาพในการทำงานของผู้ใช้งานอาคารลดถอยลง อาคารสุขภาพดีทำให้ผู้ใช้อาคารรู้สึกมีความสุขและมีสุขภาพที่ดีขึ้นได้ โครงการยั่งยืนต่างๆ หากมีการส่งเสริมสุขภาวะที่ดีของผู้ใช้อาคารด้วยจะช่วยสนับสนุนให้การใช้งานอาคารเป็นไปอย่างยั่งยืนได้ด้วย เนื่องจากเกิดความร่วมมือร่วมใจของผู้ใช้อาคาร อาคารที่มีสวนขนาดเล็ก หรือพื้นที่ออกกำลังกาย กลายเป็นมาตรฐานใหม่และกระแสใหม่ของการออกแบบอาคารสำนักงาน เช่น การมีเลนวิ่งออกกำลัง หรือทางจักรยานรอบโครงการ ร่วมกับการออกแบบสวนล้อมโครงการจะช่วยสร้างเอกสิทธิ์ของเจ้าของอาคารและผู้ใช้อาคารด้วย ตัวอย่างเช่น อาคารสำนักงานใหญ่ยูนิลิเวอร์ในจังหวัดกรุงเทพฯ มีการใช้แนวคิดการวางผังโต๊ะพนักงานแบบไม่กั้นห้อง สามารถสลับตำแหน่งโต๊ะทำงานได้ และเสริมบรรยากาศที่โปร่งโล่งไม่เคร่งเครียด ซึ่งทำให้พนักงานรู้สึกตื่นตัว กระตือรือร้น และมีสุขภาพดีขึ้นในการทำงาน อาคาร 100 ปี SCG [9] เป็นอาคารสำนักงานที่มีเลนวิ่งออกกำลังกาย และทางจักรยาน เป็นพื้นที่ออกกำลังกายให้พนักงานในอาคาร (คุณจักรกศิลป์ น้อยไรภูมิ, สัมภาษณ์วันที่ 3 พ.ค. 2559)

การพัฒนาระลอกที่ 5

ระลอกที่ 5 เป็นการพัฒนาที่เกิดจากการพัฒนาการออกแบบโครงการโดยผสมผสานกับเทคโนโลยีทางด้านวิศวกรรมและการสื่อสาร เทคโนโลยีบางอย่างได้ถูกประยุกต์ใช้กับการออกแบบก่อสร้างในประเทศไทยมานานแล้ว เช่น อาคารสำนักงานใหญ่ธนาคารกสิกรไทย สาขาราชบูรณะ สร้างในปี พ.ศ. 2528 มีการใช้ระบบทำความเย็นแบบสะสมน้ำแข็ง (ice-storage cooling system) เป็นการใช้พลังงานเวลากลางคืนในการสร้างน้ำแข็งและใช้ความเย็นจากน้ำแข็งเพื่อทำความเย็นในเวลากลางวันเพื่อช่วยประหยัดพลังงานในช่วงเวลาผลิตพลังงานสูงของประเทศ ซึ่งถือเป็นเทคโนโลยีที่ก้าวหน้ามากในยุคนั้น สาเหตุเกิดมาจากการผลักดันนโยบายประหยัดพลังงานของกระทรวงพลังงาน ในช่วงวิกฤติ

พลังงานของชาติในปี พ.ศ. 2543 กระทรวงพลังงานได้ตั้งเป้าหมายให้ประเทศมีสัดส่วนการใช้พลังงานทดแทนให้ได้ร้อยละ 20 ของการใช้พลังงานทั้งหมด และตั้งเป้าหมายให้เปลี่ยนมาใช้พลังงานทดแทนทั้งหมดร้อยละ 100 ทดแทนการใช้พลังงานจากถ่านหินให้ได้ในปี พ.ศ. 2567 (พรบ. การส่งเสริมและอนุรักษ์พลังงาน (ฉบับที่ 2), 2550) [4] ในช่วงเวลานั้นการผลิตพลังงานจากแสงอาทิตย์มีต้นทุนสูงมาก และเกือบจะไม่คุ้มค่าในการลงทุนเลยแม้แต่ในอาคารขนาดใหญ่ ในช่วงปี พ.ศ. 2543 มีเพียงบางอาคารเท่านั้นที่สามารถติดตั้งแผงผลิตพลังงานไฟฟ้าแสงอาทิตย์ เช่น อาคาร Energy complex อาคารสำนักงาน Central world และอาคารสาธรสแควร์

ในปัจจุบันการผลิตพลังงานจากแสงอาทิตย์มีต้นทุนที่ลดลงเป็นอย่างมาก และมีแนวโน้มจะขยายการใช้งานกันอย่างแพร่หลาย เทคโนโลยีที่ก้าวหน้าสามารถเพิ่มประสิทธิภาพการเก็บพลังงานได้มากขึ้นจากการพัฒนาวิศวกรรมพลังงาน ทำให้การใช้ระบบผลิตพลังงานจากแสงอาทิตย์มีต้นทุนที่คุ้มค่าและเข้าถึงได้ง่ายมากขึ้น ผู้ผลิตในประเทศไทยสามารถสร้างนวัตกรรมที่เกี่ยวกับระบบการผลิตพลังงาน และระบบการประหยัดพลังงานได้เอง เพื่อใช้ขายในประเทศ ทั้งระบบการบำรุงรักษาอาคาร ระบบสนับสนุนอาคารอัจฉริยะต่างๆ เช่น การตรวจจับ การติดตาม หรือแม้กระทั่งระบบอัจฉริยะที่สามารถแจ้งเตือน หรือตัดสินใจแทนมนุษย์ เทคโนโลยีใหม่ที่เรียกได้ว่าเป็นการพัฒนาด้านพลังงานแบบก้าวกระโดดในประเทศไทย คือ การสร้างระบบผลิตพลังงานจากก๊าซไฮโดรเจน โดยบ้านผีเสื้อ (Phi Suea House) เป็นบ้านเรือนหมู่หลายอาคารที่สร้างในบริเวณเดียวกัน และใช้พลังงานร่วมกันจากการผลิตพลังงานไฟฟ้าจากปฏิกิริยาของก๊าซไฮโดรเจน สร้างในปี พ.ศ. 2558 ทั้งโครงการสามารถใช้พลังงานภายในได้เองโดยไม่พึ่งพาพลังงานไฟฟ้าจากภายนอกเลย ผู้ออกแบบก่อสร้างโครงการนี้เรียกได้ว่า เป็นโครงการที่ใช้พลังงานทดแทนจากก๊าซไฮโดรเจนแห่งแรกของโลก [10]

ภาพที่ 1 แผนภาพพัฒนาการการออกแบบอย่างยั่งยืนในประเทศไทย ในช่วงปี พ.ศ. 2515-2561 (ค.ศ. 1972-2018)[1]

[1] S. Chindapol, "Tracking architectural sustainable development in Thailand: A professional architects' perspective.," in *Proceeding of the 18th International Conference on Sustainable Energy Towards the New Revolution*, Kuala Lumpur, Malaysia, 2019, pp. 10–20.

ตารางที่ 1 พัฒนาการการออกแบบในประเทศไทย 5 ระลอก

Green movement	Project [year]	Significant factor	Strategies	Energy efficiency	SDGs
1st wave คลื่นระลอกแรก	มหาวิทยาลัยชินวัตร [2002]	โครงการยั่งยืนแห่งแรกในไทย	การใช้อากาศเย็นเหลือจากห้องเรียนเพื่อทำความเย็นให้ทางเดิน	N/A	4,6,7, 12,13
2nd wave คลื่นระลอกที่ 2	- อาคารพาร์คเวนเจอร์ส [LEED Platinum 2010] - อาคารเอนเนอร์ยี่คอมเพล็กซ์ [LEED Platinum 2014]	-โครงการที่ได้รับ LEED Platinum แห่งแรกในไทย -อาคาร LEED Platinum แห่งที่ 2 ในไทย	ใช้แนวทางตาม LEED Platinum โดยทั้ง 2 โครงการต้องมีการอนุรักษ์พลังงานไม่ต่ำกว่า 25%	- พื้นที่สีเขียว 25% - ลดการใช้น้ำ 63% - อนุรักษ์พลังงาน 25%	6,7,11, 13
3rd wave คลื่นระลอกที่ 3	โรงเรียนปัญญาเด่น	แนวคิดความยั่งยืนแบบองค์รวม และการออกแบบเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมทั้งการออกแบบโครงการและหลักสูตรการสอน	-แนวคิดความเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมแบบองค์รวม เน้นการใช้วัสดุท้องถิ่น -ไม่ใช้ระบบปรับอากาศ	การใช้พลังงานใกล้ศูนย์ ใช้พลังงานเฉพาะแสงสว่างและพัดลมในฤดูร้อน	3,4,11, 12
4th wave คลื่นระลอกที่ 4	อาคารร้อยปีเอสซีจี	แนวคิดความเป็นมิตรต่อระบบนิเวศน์แบบองค์รวม	-80% เน้นการใช้วัสดุท้องถิ่น -วัสดุกว่า 50% ทำจากไม้รับรองป่าปลูกยั่งยืน	- อนุรักษ์พลังงานมากกว่า ASHRAE 32% - ใช้โซลาร์เซลล์ 84 kW ผลิตไฟได้ 99,000 kWh/y [1.83% ของการใช้รวม]	3,6,7, 11,12, 13

Green movement	Project [year]	Significant factor	Strategies	Energy efficiency	SDGs
5th wave คลื่นระลอกที่ 5	โครงการบ้านผีเสื้อ	โครงการกลุ่มบ้านที่ใช้พลังงานไฮโดรเจนหลังแรกของโลก	- แนวคิดการ ใช้พลังงาน และกระทบระบบนิเวศน์ต่ำที่สุด - โครงการพึ่งพาตัวเองโดยสมบูรณ์ไม่ต้องใช้พลังงานจากภายนอก	- ใช้โซลาร์เซลล์ 86 kW ผลิตไฟได้ 326.8 kWh - ใช้แผงหลังคาโซลาร์ 287 แผง (128x315W, 75x330W, 84x250W)	9,12,13

หมายเหตุ: SDGs 1: ขจัดความยากจนทุกรูปแบบในทุกพื้นที่, 2 : ยุติความหิวโหย บรรลุความมั่นคงทางอาหารและยกระดับโภชนาการและส่งเสริมเกษตรกรรมที่ยั่งยืน, 3 : สร้างหลักประกันว่าคนมีชีวิตที่มีสุขภาพดีและส่งเสริมความเป็นอยู่ที่ดีสำหรับทุกคนในทุกวัย, 4 : สร้างหลักประกันว่าทุกคนมีการศึกษาที่มีคุณภาพอย่างครอบคลุมและเท่าเทียมและสนับสนุนโอกาสในการเรียนรู้ตลอดชีวิต, 5 : บรรลุความเท่าเทียมระหว่างเพศ และเสริมอำนาจให้แก่สตรีและเด็กหญิง, 6 : สร้างหลักประกันว่าจะมีการจัดให้มีน้ำและสุขอนามัยสำหรับทุกคนและมีการบริหารจัดการที่ยั่งยืน, 7 : สร้างหลักประกันให้ทุกคนสามารถเข้าถึงพลังงานสมัยใหม่ที่ยั่งยืนในราคาที่ย่อมเยา, 8 : ส่งเสริมการเติบโตทางเศรษฐกิจที่ต่อเนื่อง ครอบคลุม และยั่งยืน การจ้างงานเต็มที่ มีผลิตภาพ และการมีงานที่เหมาะสมสำหรับทุกคน, 9 : สร้างโครงสร้างพื้นฐานที่มีความทนทาน ส่งเสริมการพัฒนาอุตสาหกรรมที่ครอบคลุมและยั่งยืน และส่งเสริมนวัตกรรม, 10 : ลดความไม่เสมอภาคภายในประเทศและระหว่างประเทศ, 11 : ทำให้เมืองและการตั้งถิ่นฐานของมนุษย์มีความครอบคลุม ปลอดภัย มีภูมิต้านทานและยั่งยืน, 12 : สร้างหลักประกันให้มีรูปแบบการผลิตและการบริโภคที่ยั่งยืน, 13 : ปฏิบัติการอย่างเร่งด่วนเพื่อต่อสู้การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและผลกระทบที่เกิดขึ้น, 14 : อนุรักษ์และใช้ประโยชน์จากมหาสมุทร ทะเล และทรัพยากรทางทะเลอย่างยั่งยืนเพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืน, 15 : ปกป้อง ฟื้นฟู และสนับสนุนการใช้ระบบนิเวศบนบกอย่างยั่งยืน จัดการป่าไม้อย่างยั่งยืนต่อสู้การกลายสภาพเป็นทะเลทราย หยุดการเสื่อมโทรมของที่ดินและฟื้นสภาพดิน และหยุดยั้งการสูญเสียความหลากหลายทางชีวภาพ, 16 : ส่งเสริมสังคมที่สงบสุขและครอบคลุมเพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืน ให้ทุกคนเข้าถึงความยุติธรรม และสร้างสถาบันที่มีประสิทธิภาพ รับผิดชอบและครอบคลุมในทุกระดับ, 17 : เสริมความเข้มแข็งให้แก่กลไกการดำเนินงานและฟื้นฟูหุ้นส่วนความร่วมมือระดับโลกเพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืน

การพัฒนาระลอกที่ 6

การพัฒนาในปัจจุบัน ผู้เขียนถือรวมว่าอยู่ในระลอกที่ 6 ซึ่งอยู่ในการพัฒนาเทคโนโลยีอาคารต่างๆ เพื่อสร้างเสริมและป้องกันสุขภาวะของผู้ใช้อาคาร เพื่อให้เผชิญสถานการณ์โรคระบาดได้ ตั้งแต่ก่อนเกิดวิกฤติโรคระบาด COVID-19 ประเทศไทยกำลังเผชิญปัญหาฝุ่นละอองขนาดเล็กเกินค่ามาตรฐาน 50 ไมครอน โดยเฉพาะอย่างยิ่งพื้นที่ภาคเหนือ ที่มีค่าฝุ่นละอองขนาดเล็ก $PM_{2.5}$ เกินค่ามาตรฐานทุกปีในช่วงเดือนพฤศจิกายน ถึงเดือนเมษายน ของทุกปีต่อเนื่องกันไม่ต่ำกว่า 10 ปี และทวีความรุนแรงขึ้นเรื่อยๆ โดยมีค่าฝุ่นละอองขนาดเล็ก $PM_{2.5}$ สูงสุด 266 ไมครอน ในช่วงเดือนมีนาคม ปี พ.ศ. 2558 ซึ่งสูงกว่าค่ามาตรฐานประมาณ 4-5 เท่า [11]