

การศึกษาวิวัฒนาการของสถาปัตยกรรมต่อสิ่งแวดล้อม : แนวคิด ทฤษฎีและผลการปฏิบัติ
STUDY OF ARCHITECTURE EVALUATION TO THE ENVIRONMENT
: CONCEPTS, THEORIES AND IMPLEMENTATION

ชาติชาย จันทรประทีป
Chartchay Junprateep
ck_architect@hotmail.com

ภาควิชาออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม จ.พิษณุโลก 65150
Industrial Product Design, Faculty of Industrial Technology, Pibulsongkram Rajabhat University
Phitsanulok 65000 Thailand

*Corresponding author E-mail: ck_architect@hotmail.com

(Received: September 22, 2018; Revised: October 11, 2018; Accepted: December 22, 2018)

ABSTRACT

Concept for a study design mission of humans and environment are related as one cycle which cannot be differentiated of what influences more on the other. Environment influences on humans' behaviors and living to be learning. On the other hand, activities created by humans are one of the important causes in changing our environment. Whenever the environment is changed, it results in the change in humans as well. Environment that surrounds humans including natural environment, or artificial one, they both deeply influence on humans' living and survival. This influence relates to all living things and all humans living in this world in term of design for creativity, including many ways for activity management i.e. architectural design, landscape design, interior design, product design, etc. [1] These also create an effect on humans' ways of living in concept this study ways which importantly relate to knowledge and understanding as well as awareness of creators due to environment occurred would change the components of what are around us Until it was developed as an education. We can see it clearly from the revolution of living in each era. It really depends on environment features that keep being changed.

Keywords: Concept for a study design; Humans; Environment; Effect

บทคัดย่อ

การศึกษาแนวคิดทางมนุษย์กับสิ่งแวดล้อมนั้นมีความสัมพันธ์กันเป็นวงจร ไม่สามารถที่จะบอกได้ชัดเจนว่าสิ่งใดมีอิทธิพลต่อสิ่งใดมากกว่ากัน สิ่งแวดล้อมมีอิทธิพลต่อพฤติกรรมและความเป็นอยู่ของมนุษย์ให้เกิดการเรียนรู้ และกิจกรรมของมนุษย์ก็เป็นตัวการสำคัญในการเปลี่ยนแปลงสิ่งแวดล้อม เมื่อสิ่งแวดล้อมเปลี่ยนแปลง ย่อมส่งผลกระทบต่อของมนุษย์ให้เปลี่ยนแปลงอีก สิ่งแวดล้อมรอบๆ ตัวมนุษย์ ไม่ว่าจะเป็นสิ่งแวดล้อมธรรมชาติ หรือสิ่งแวดล้อมที่มนุษย์สร้างขึ้น ล้วนมีอิทธิพลอย่างลึกซึ้งต่อการเรียนรู้ความเป็นอยู่ ซึ่งมีความสัมพันธ์กับสิ่งมีชีวิตและมนุษย์ทั้งมวล ในการออกแบบเพื่อสร้างสรรค์ผลงาน รวมถึงวิถีจัดการกิจกรรมต่างๆ ไม่ว่าจะเป็ผลงานออกแบบทางด้านสถาปัตยกรรม งานออกแบบภูมิทัศน์ งานออกแบบตกแต่งภายใน งานออกแบบผลิตภัณฑ์ ฯลฯ [1] ทั้งนี้ล้วนย่อมส่งผลกระทบต่อวิถีการดำเนินชีวิตของมนุษย์ทั้งสิ้น การศึกษาค้นคว้าวิจัยนี้มีความสำคัญเกี่ยวกับความรู้ความเข้าใจ และจิตสำนึกของผู้สร้างสรรค์ผลงานต่างๆ เพราะสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นจะทำให้มีการเปลี่ยนแปลงในองค์ประกอบรอบตัวเราจนเกิดการพัฒนาเป็นการศึกษาหลายๆด้าน โดยจะเห็นได้ค่อนข้างชัดเจนจากวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตในแต่ละยุค แต่ละสมัย ซึ่งจะขึ้นอยู่กับลักษณะสิ่งแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงไป

คำสำคัญ: การศึกษาแนวคิดในการออกแบบ มนุษย์ สิ่งแวดล้อม ผลกระทบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โลกของเราได้เผชิญกับปัญหาในด้านต่างๆ มากมาย แต่ปัญหาหนึ่งที่ถูกสนใจและเริ่มมีการพูดถึงกันในช่วงศตวรรษที่ผ่านมาคือ "ปัญหาด้านสิ่งแวดล้อม" ปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมเป็นปัญหาหนึ่งซึ่งโลกของเราได้เผชิญมาอย่างยาวนาน และเป็นปัญหาใหญ่อันหนึ่งที่เกิดขึ้นมาจากมนุษย์ โดยปัจจุบันนี้มนุษย์เริ่มเห็นความสำคัญของผลกระทบจากสิ่งปลูกสร้างอาคารที่เริ่มหนาแน่นจนยากเกินความควบคุม จนถึงผลิตภัณฑ์ต่างๆ ที่เกิดจากการผลิตในระบบอุตสาหกรรม ซึ่งส่งผลต่อสิ่งแวดล้อมรอบตัวเรา จึงได้มีการตั้งระเบียบในการทำงานเพื่อสร้างมาตรฐานที่ดี และนำไปสู่กฎเกณฑ์มากมายมาบังคับใช้กับผู้ประกอบการ ผู้ผลิตผลิตภัณฑ์ หรือแม้กระทั่งบทบาทของนักออกแบบในสาขาวิชาชีพต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นสถาปนิก วิศวกร นักออกแบบศิลปะอุตสาหกรรม ภูมิสถาปนิก มัณฑนากร ผู้ประกอบการ นักวางผัง นักวิชาการ นักการศึกษา หรือผู้รับเหมาก่อสร้างก็ตาม ซึ่งในฐานะมนุษย์ หรือประชากรส่วนหนึ่งในสังคมแล้ว ทั้งยังมีหน้าที่และบทบาททางวิชาชีพซึ่งจะต้องสามารถนำความรู้และกระบวนการที่ค้นพบของการออกแบบและการพัฒนาที่ยั่งยืนเข้ามาใช้ในการทำงานเพื่อช่วยเหลือสังคม สภาพแวดล้อม รวมถึงมีส่วนช่วยแก้ไข บรรเทาปัญหาต่างๆ ที่มนุษย์และโลกของเรากำลังเผชิญตั้งแต่วันนี้ไปข้างหน้าได้

เมื่อทำการศึกษาเชิงลึกจะทราบได้ว่า "มนุษย์" เป็นสิ่งมีชีวิตชนิดหนึ่งที่มีความต้องการอย่างไม่มีที่สิ้นสุด มีความต้องการบริโภคทรัพยากรธรรมชาติที่มีอยู่อย่างจำกัด โดยไม่ระมัดระวัง ขาดสติ ขาดจิตสำนึก อันเป็นสาเหตุหลักที่ทำให้เกิดปัญหาสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นอย่างทุกวันนี้ ทั้งการตัดไม้ทำลายป่า การเผาผลาญทรัพยากรธรรมชาติ อีกทั้งยังสร้างของเสียออกสู่ธรรมชาติ ทั้งการปล่อยอากาศเสีย หรือน้ำเสีย เป็นต้น [1]



รูปที่ 1 ภาพสะท้อนผลจากมนุษย์บุกรุกทำลายตัดไม้ทำลายป่า

ที่มา : Ecologistas. 2558.

วิธีสืบค้นวัสดุสารสนเทศ. [ออนไลน์].

เข้าถึงได้จาก:

<http://trepidia.blogspot.com/2015/08/ecofascismo-como-un-escenario-colapsista.html>

(วันที่ค้นข้อมูล: 14 กันยายน 2561).



รูปที่ 2 ภาพการปล่อยน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม

ที่มา : มลพิษทางน้ำ. 2555.

วิธีสืบค้นวัสดุสารสนเทศ. [ออนไลน์].

เข้าถึงได้จาก:

<http://dpm.nida.ac.th/main/index.php/articles/chemical-hazards/item/129-ภัยจากสารเคมี-น้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม>

(วันที่ค้นข้อมูล: 12 สิงหาคม 2561).

ในระยะหลัง เริ่มมีผู้คนเข้ามาสนใจในปัญหาเรื่องนี้มากขึ้น ได้จัดตั้งกลุ่มและองค์กรในการณรงค์และแก้ไขปัญหาดังกล่าวนี้ โดยหลังจากการประชุมสุดยอดโลก (Earth Summit) ปี ค.ศ. 1992 เกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมและการพัฒนาในหัวข้อ Towards a Sustainable Urban Environment ที่กรุง Rio de Janeiro ประเทศบราซิล จึงได้เกิดการรวมตัวขององค์กรหนึ่ง คือ Non-Governmental Organizations NGOs เป็นการรวมตัวของบุคคลในหลายๆ อาชีพ เช่น วิศวกร ช่างเทคนิค และสถาปนิก ในเดือนมิถุนายน ค.ศ. 1993 ที่เมือง Chicago ซึ่งได้มีการประชุมกล่าวถึงปัญหาการใช้ทรัพยากรธรรมชาติมาพัฒนาให้เกิดความเจริญจนเกิดผลกระทบต่อสภาวะแวดล้อม ดังนั้นในที่ประชุมจึงพยายามหาแนวทางแก้ไขปัญหาโดยมุ่งเน้นไปที่การพัฒนาตนเองให้มากที่สุดที่ไม่ทำลายสภาวะแวดล้อม ในหัวข้อ The Architecture of a Sustainable World จากการประชุมครั้งนั้นทำให้มีผลแพร่ขยายความรู้ไปสู่วงกว้าง ซึ่งผลพวงที่ตามมา คือ Sustainable Design หรือ Sustainable Development จนกลายเป็นเรื่องของ Sustainable Architecture [2] ซึ่งเป็นหลักนโยบายในการทำงานสถาปัตยกรรมอย่างยั่งยืนเพื่อสิ่งแวดล้อมที่สำคัญตามมาปัจจุบัน โดยการออกแบบเพื่อสิ่งแวดล้อมเป็นการเชื่อมโยงช่องว่างระหว่างการพัฒนาผลิตภัณฑ์กับการจัดการด้านสิ่งแวดล้อม โดยพิจารณาผลกระทบที่มีต่อสิ่งแวดล้อมของผลิตภัณฑ์ ตลอดวงจรชีวิตของมันตั้งแต่การสกัดแยกวัตถุดิบจากทรัพยากรธรรมชาติเพื่อนำไปใช้ในการผลิตจนถึงการทิ้งซากผลิตภัณฑ์ ซึ่งผลกระทบเหล่านี้รวมถึงการปลดปล่อยสารเคมีที่เป็นพิษ การใช้ทรัพยากรที่ไม่สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้และการใช้พลังงานที่เกินความจำเป็นตามมา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์กับสิ่งแวดล้อม

ในอดีตคนเราสร้างผลงานทางสถาปัตยกรรมเกิดขึ้นมาเพื่อสร้างที่คุ้มกำบังกายตามความจำเป็น เป็นพัฒนาการที่เกิดขึ้นเพราะผลกระทบจากสิ่งแวดล้อมฤดูกาล โดยมนุษย์ต้องการความอบอุ่นในหน้าหนาว ต้องการความเย็นสบายในหน้าร้อน และต้องการสิ่งปกป้องคุ้มกันน้ำในหน้าฝน และอื่นๆ เป็นการสร้างที่ไม่ได้มีเรื่องผลกำไรหรือธุรกิจเข้ามาเกี่ยวข้อง จะเห็นได้ตามภาพในชนบทที่มีการปลูกสร้างบ้านเรือนบนเขา ตามชายทุ่ง มีธรรมชาติรายล้อม แต่ในปัจจุบันงานสถาปัตยกรรมอาคาร มีความซับซ้อนเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ตามความต้องการทางประโยชน์ที่มากขึ้น ทำให้มีการสร้างอาคาร บ้านเรือนต่างๆ โดยไม่ได้สนใจถึงธรรมชาติ มีการถูกลามพื้นที่เพื่อเพิ่มปริมาณในการก่อสร้างอาคารให้มีมากยิ่งขึ้นตามความต้องการ [2] ดังที่เห็นในแถบเมืองใหญ่ๆ ที่มีตึกสูงระฟ้าได้มีการก่อสร้างเบียดเสียดกันจนแทบไม่มีพื้นที่ให้เหลือไว้ซึ่งธรรมชาติอีกเลย

ความสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์และสภาพแวดล้อม คือ ความพยายามของมนุษย์ในการเรียนรู้ปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อม ความต้องการความสะดวกสบายของมนุษย์จึงมีน้อยมาก และไม่อาจเปรียบเทียบกับในปัจจุบัน และด้วยจำนวนประชากรที่มีอยู่น้อย นอกจากจะบริโภคน้อยแล้วยังปล่อยของเสียออกสู่สิ่งแวดล้อมน้อยกว่าด้วย ซึ่งของเสียก็ล้วนเป็นของเสียที่สลายได้เองตามธรรมชาติ ทางด้านอาคารก็มีการออกแบบให้สอดคล้องกับสภาพภูมิประเทศ ภูมิอากาศ ตัวอย่างการออกแบบอาคารเพื่อแก้ปัญหาสภาพแวดล้อม จะเห็นชัดในเขตภูมิอากาศที่รุนแรง เช่น เขตหนาวและเขตทะเลทราย เกิดเป็นสถาปัตยกรรมพื้นถิ่นที่เรียกว่า Vernacular หรือ Bioclimatic Architecture [3] ซึ่งหากทำการศึกษาวิเคราะห์เกี่ยวกับสถาปัตยกรรมพื้นถิ่นทั่วโลกอย่างลึกซึ้ง จะเห็นว่าเป็นนวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์ที่สำคัญของมนุษยชาติทั้งนั้น ทุกองค์ประกอบของการออกแบบสามารถอธิบายด้วยหลักทางฟิสิกส์ได้อย่างถูกต้องสมบูรณ์



รูปที่ 3 ภาพลักษณะสถาปัตยกรรมแบบ Indian Vernacular

ที่มา : อรรถจัน เศรษฐบุตร. 2551.

วิธีสืบค้นวัสดุสารสนเทศ. [ออนไลน์].

เข้าถึงได้จาก: <http://www.2e-building.com>

/article.php?cat=knowledge&id=206

(วันที่ค้นข้อมูล: 14 กันยายน 2561).



รูปที่ 4 ภาพลักษณะสถาปัตยกรรมแบบ Bioclimatic Architecture

ที่มา : อรรถจัน เศรษฐบุตร. 2551.

วิธีสืบค้นวัสดุสารสนเทศ. [ออนไลน์].

เข้าถึงได้จาก: <http://www.2e-building.com>

/article.php?cat=knowledge&id=206

(วันที่ค้นข้อมูล: 12 สิงหาคม 2561).

นับเป็นเวลาหลายพันปีมาแล้วที่มนุษย์ทุกคนดิ้นรนต่อสู้ที่จะคงไว้ซึ่งพรมแดนระหว่างมนุษย์กับพลังธรรมชาติ และดูเหมือนทีผ่านมามนุษย์จำเป็นต้องทำเช่นนี้เพื่อความอยู่รอด โดยเฉพาะอย่างยิ่งอารยธรรมตะวันตกถูกหล่อหลอมมาด้วยความเชื่อที่ว่า คนมีสิทธิและหน้าที่ของคนที่จะบั่นให้ธรรมชาติตอบสนองเป้าหมายที่ดีขึ้น เช่น ฟรานซิส เบคอน (Francis Bacon) ศิลปินชาวอังกฤษในยุคสมัยสงครามโลกครั้งที่ 2 เขียนไว้ว่า “ธรรมชาติที่มีอยู่ในปัจจุบัน มนุษย์สามารถเป็นผู้ดูแลและจัดการ เพื่อให้มันถูกนำมาใช้ประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิตของเรา” เฉกเช่นทุกวันนี้เราก็คงคงเหนียวแน่นกับวิถีคิดของอารยธรรมที่ตั้งอยู่บนพื้นฐานแนวปฏิบัติของบรรพบุรุษเรา ผู้ที่หักล้างถางพงและแผ้วถางพื้นที่รกตามป่า การเอาชนะและควบคุมธรรมชาติไม่ใช่เป็นเพียงแนวโน้มยอดนิยมเท่านั้นแต่ได้กลายเป็นทางเลือกด้านสุนทรียศาสตร์ที่เป็นที่นิยมมากกว่าด้วย แนวร่วมหรือขอบเขตของสนามหญ้าสมัยใหม่แยกความแตกต่างระหว่างสิ่งที่เป็น “ธรรมชาติ” กับสิ่งที่ “เจริญแล้ว” อย่างชัดเจน ในภูมิภาคที่คนเขตเมืองที่เต็มไปด้วยความมั่งคั่ง คอนกรีต เหล็ก และกระจก ความเป็นธรรมชาติอาจถูกมองว่ารุงรัง หรือไร้ประโยชน์ เป็นสิ่งที่เราพึงจำกัดให้เหลือเพียงพื้นที่สวนและต้นไม้ที่ปรับแต่งแล้วอย่างสวยงามแล้วเท่านั้น [3]

ช่วงหลังเกิดการปฏิวัติอุตสาหกรรมในยุโรป รูปแบบสังคมเมืองเริ่มเปลี่ยนไป เกิดชุมชนทำงานที่หนาแน่นในเมือง และการใช้พื้นที่ดินในเมืองให้เกิดประโยชน์สูงสุดก่อให้เกิดรูปแบบสถาปัตยกรรมสาธารณะขนาดใหญ่ที่ปิดตัวเองออกจากสภาพแวดล้อมอย่างสิ้นเชิง เริ่มเกิดการคิดค้นงานระบบอาคารขึ้นมา โดยเฉพาะการปรับและการระบายอากาศด้วยเครื่องจักรกล อาคารที่สร้างต้องอาศัยพลังงานจากแหล่งพลังงาน ซึ่งมักจะมาจากถ่านหินและน้ำมันดิบนั่นเอง รูปแบบอาคารและเทคโนโลยีอาคารที่ถูกใช้เพื่อความความสะดวกสบายของมนุษย์ได้พัฒนาอย่างต่อเนื่อง แต่ยังคงใช้พลังงานจากแหล่งเดิม ๆ เหมือนภาคอุตสาหกรรมและภาคขนส่ง เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนุญตเห็นาไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนทางด้านรูปแบบสถาปัตยกรรมในที่สุดก็เกิดปรากฏการณ์ของ “สถาปัตยกรรมสมัยใหม่” หรือ Modern Architecture เกิดขึ้น (ซึ่งพัฒนากลายเป็นรูปแบบสถาปัตยกรรมนานาชาติ International Style ในเวลาต่อมา) นับเป็นการหันหลังให้แก่การออกแบบที่สอดคล้องกับสภาพภูมิอากาศพื้นถิ่นหรือการออกแบบ Bioclimatic Design อย่างสิ้นเชิง เพราะอาคารต่างเลือกใช้ระบบเครื่องกลในการปรับสภาวะแวดล้อมภายในให้อยู่สบาย โดยไม่สนใจต่อลักษณะอากาศภายนอกกว่าจะเป็นเช่นใด รูปแบบและองค์ประกอบอาคารไม่สามารถชี้ชัดได้เลยว่ามาจากสภาพภูมิอากาศแบบใด ซึ่งแตกต่างจากสถาปัตยกรรมพื้นถิ่นที่เคยมีมานาน แต่ถูกทอดทิ้งจากสถาปนิกพื้นถิ่นที่ได้รับการศึกษาจากต่างแดน [3][4]



รูปที่ 5 ภาพลักษณะสถาปัตยกรรมแบบ Modern Architecture

ที่มา : อรรถจรุญ เศรษฐบุตร. 2551.

วิธีสืบค้นวัสดุสารสนเทศ. [ออนไลน์].

เข้าถึงได้จาก: <http://www.2e-building.com/article.php?cat=knowledge&id=206>

(วันที่ค้นข้อมูล: 14 กันยายน 2561).



รูปที่ 6 ภาพลักษณะสถาปัตยกรรมแบบ Modern Architecture

ที่มา : Ludwig Wittgenstein, House her sister. 1938.

วิธีสืบค้นวัสดุสารสนเทศ. [ออนไลน์].

เข้าถึงได้จาก: <https://www.domusweb.it/en/speciali/novantanni/2018/ludwig-wittgenstein-philosopher-architect.html>

(วันที่ค้นข้อมูล: 14 กันยายน 2561).

ช่วงปลายคริสต์ศตวรรษที่ 19 นักออกแบบและนักเขียนชื่อ วิลเลียม มอร์ริส (William Morris) เป็นศิลปิน นักเขียน และนักสังคมนิยมชาวอังกฤษ เป็นหนึ่งในผู้วางรากฐานของ British Arts and Crafts movement และเป็นผู้นำการเปลี่ยนแปลงทางสังคมในสหราชอาณาจักร เขาเป็นที่รู้จักในฐานะผู้ออกแบบลวดลายบนผนัง และเป็นผู้ปฏิเธรการใช้วัสดุและกระบวนการผลิตจากอุตสาหกรรม เช่น วอลล์เปเปอร์ สิ่งทอ และอื่นๆ เช่น จอห์น รัสกิน (John Ruskin) มีความรู้สึกว่าการปฏิบัติเข้าสู่ระบบอุตสาหกรรมจะนำไปสู่หายนะต่อธรรมชาติและปัญหาแรงงานในอนาคตตามมา [5]

ช่วงกลางคริสต์ศตวรรษที่ 20 เป็นต้นมา นักคิด เช่น บัคมินสเตอร์ ฟูลเลอร์ (Buckminster Fuller) สถาปนิก นักออกแบบ นักประดิษฐ์ และนักเขียนชาวอเมริกัน ได้เป็นผู้กระตุ้นให้เกิดนักออกแบบสิ่งแวดล้อมมากมาย เช่น การสร้างกระบวนการเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพทางพลังงาน Energy efficiency เทคโนโลยีที่เหมาะสม Appropriate technology พิษสวนอินทรีย์ Organic horticulture หรือเกษตรอินทรีย์ Organic agriculture การฟื้นฟูผืนดิน Land restoration การออกแบบชุมชน community design และระบบพลังงานและการบำบัดของเสียอย่างยั่งยืน Sustainable ตามระบบนิเวศ [5] ซึ่งเป็นที่ยอมรับกว้างขวาง จนเป็นวิถีทางเลือกในการทำงานและสามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการออกแบบด้านต่างๆ จนถึงปัจจุบัน

กระทั่งวิกฤตการณ์พลังงานครั้งแรกในปี ค.ศ. 1973 ที่ทำให้เกิดกระแสการประหยัดพลังงานในอาคารมากขึ้น เกิดรูปแบบการออกแบบอาคารที่เรียกว่า Passive Design ซึ่งจะเน้นทางด้านการปรับอากาศ และการระบายอากาศโดยไม่ใช้เครื่องจักรกลที่ใช้พลังงาน อาคารเหล่านี้จะเน้นการออกแบบช่องเปิดให้เกิดการระบายอากาศภายในอาคารได้อย่างดี โดยก่อนหน้านี้นี้มีผลงานของ ลุดวิก วิตต์เกนสไตน์ (Ludwig Wittgenstein) ช่วงปี ค.ศ. 1889-1951 เป็นสถาปนิกและนักปรัชญาชาวออสเตรีย ซึ่งการออกแบบของเขาได้ให้ความสำคัญกับ space ขนาดของบานประตูและหน้าต่างได้เป็นอย่างดี ดังรูปที่ 6 แนวคิดของเขาได้สร้างความแตกต่างและโดดเด่นจนเป็นที่รู้จักเป็นอย่างดี อีกทั้งผลงานของเขายังได้มีการออกแบบพื้นที่โถงภายในอาคารเพื่อสร้าง space นำไปใช้เป็นส่วนป้องกันความร้อน และสร้างระบบหมุนเวียนภายในอาคาร (Climate buffer zone) [5] รวมทั้งปรับปรุงการใช้ฉนวนกันความร้อนเข้ากับอาคารได้อย่างมีประสิทธิภาพ จากนั้นต่อมาเริ่มมีการใช้แผงโซลาร์เซลล์ (Solar Cell) เพื่อสะสมพลังงานไว้ใช้ทดแทน ถึงอย่างไรก็ตาม มนุษย์ก็มีได้แก้ปัญหาด้วยการลดการใช้พลังงานได้อย่างแท้จริง แต่ยังไม่สามารถต่อสู้แย่งชิงทางการเมืองระหว่างประเทศเพื่อให้พลังงานมีราคาถูกจนกว่าเทคโนโลยีจะก้าวทันเพื่อหาแหล่งพลังงานใหม่ๆ ราคาถูก มาให้ใช้ต่อไป ดังนั้น ประมาณปี ค.ศ. 1980 Passive Design จึงได้สูญหายไปพร้อมกับอุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้องกับแผงโซลาร์เซลล์ (Solar Cell) ตั้งแต่นั้นเป็นต้นมาอาคารทุกหลังล้วนติดตั้งระบบปรับอากาศ โดยไม่ต้องคำนึงถึงการออกแบบให้สอดคล้องกับสภาพอากาศเท่าใดนัก เพราะคิดว่าอย่างไรแล้ว ระบบปรับอากาศก็จะทำหน้าที่ตรงนี้เอง ถึงแม้มนุษย์จะรู้ว่าน้ำมันดิบจะหมดจากโลก เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภายในระยะเวลาไม่เกิน 50 ปี แต่ยังมีแร่ยูเรเนียมให้มนุษย์ใช้ผลิตพลังงานนิวเคลียร์อีกจำนวนมหาศาล ปัญหาการขาดแคลนพลังงานจึงไม่มีอีกต่อไปอย่างน้อยก็ในช่วงชีวิตนี้ของเรา

อย่างไรก็ดี ในปี ค.ศ. 1987 นักวิทยาศาสตร์พบว่าสาร CFC (Chlorofluorocarbon) เป็นสารประกอบที่มนุษย์สร้างขึ้นมิได้เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ มีแหล่งกำเนิดจากโรงงานอุตสาหกรรม และอุปกรณ์เครื่องใช้ในชีวิตประจำวัน เช่น ตู้เย็น เครื่องปรับอากาศ แอร์ในรถยนต์ และจากสเปรย์ฉีดพ่น ซึ่งเป็นตัวทำลายชั้นโอโซนในบรรยากาศโลก และต่อมาก็พบอีกว่าก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ปล่อยมาจากโรงงานผลิตกระแสไฟฟ้าเป็นตัวทำให้โลกร้อนขึ้น และทำให้น้ำแข็งขั้วโลกละลาย จึงได้เกิดกระแสเรียกร้องให้มีการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติกันอย่างจริงจัง ถึงแม้มนุษย์จะยังเดินทางไปไม่ถึงปัญหาพลังงาน แต่ปัจจุบันมนุษย์ได้อยู่ท่ามกลางปัญหาสิ่งแวดล้อมเสียแล้ว และผลกระทบที่ตามมาจะเกิดขึ้นในวันนี้หรือพรุ่งนี้ โดยไม่ต้องรอถึงคนรุ่นลูกอีกต่อไป นับแต่นั้นมาก็เกิดคำว่า “การพัฒนาที่ยั่งยืน” (Sustainable Development) ตามมา [5] [6]

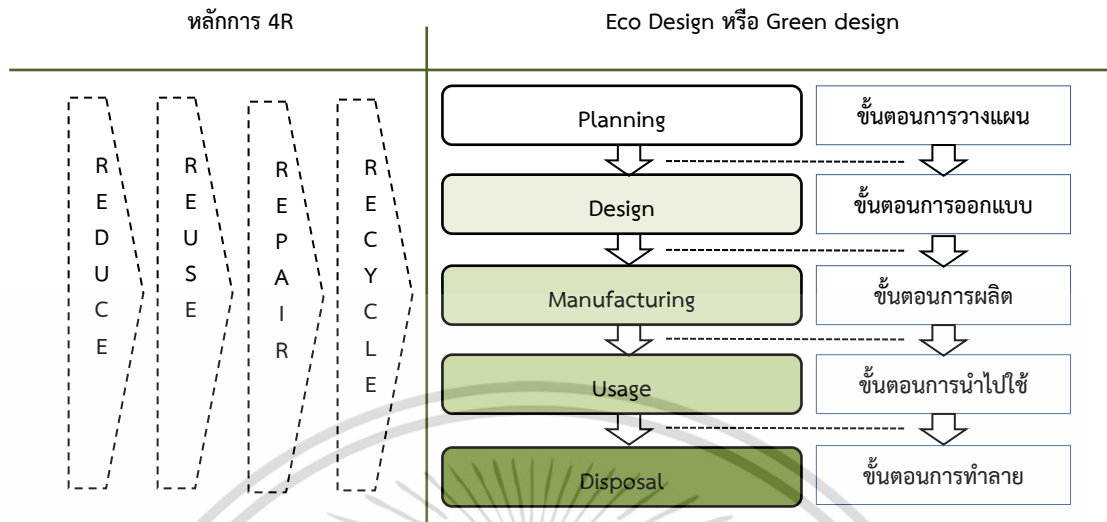
ทางด้านอาคารสิ่งปลูกสร้าง ได้เกิดกระแสของสถาปัตยกรรมยั่งยืน (Sustainable Architecture) ขึ้นมาพร้อมกับคำว่า “Embodied Energy” ที่มีการคำนึงถึงการใช้วัสดุก่อสร้างอาคารที่ใช้พลังงานน้อยทั้งในแง่การผลิต (Production) การก่อสร้าง (Construction) และการย่อยสลาย (Disposition) แต่อย่างไรก็ดี Embodied energy มีสัดส่วนน้อยนิดเมื่อเทียบกับพลังงานที่อาคารใช้ตลอดช่วงอายุการใช้งาน และนอกจากนี้คำว่า “สถาปัตยกรรมยั่งยืน” ก็มีความหมายคลุมเครือ ไม่ชัดเจน และมีความขัดแย้งในตัวเองว่า สถาปัตยกรรมหรือสิ่งก่อสร้างที่เกิดขึ้นต่างก็ไม่มีที่ยั่งยืนทั้งนั้น แต่หรือถ้ามีก็ควรจะมีที่ยั่งยืนเพียงใด ดังนั้นจึงเกิดคำว่า อาคารสีเขียวขึ้นโดยได้นำเอาเรื่อง “เทคโนโลยีที่เหมาะสม” (Appropriate Technology) และแนวคิดการออกแบบ Passive Design (ทั้ง Passive Cooling และ Passive Solar Heating) ในสมัยปี ค.ศ. 1970 เข้ามาประกอบกันอย่างชัดเจน โดยความหมายของ อาคารสีเขียวนี้ ก็คือ การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสมเพื่อช่วยให้อาคารสามารถใช้ประโยชน์จากสภาวะแวดล้อมตามธรรมชาติ (แสงแดด ลม ดิน น้ำ พืชพันธุ์ สัตว์) ด้วยวิธี Passive อย่างเต็มที่และใช้วิธี Active เท่าที่จำเป็น [7]

การศึกษาทฤษฎีการออกแบบเพื่อสิ่งแวดล้อม

การออกแบบเพื่อสิ่งแวดล้อม (Design for environment) คือ การออกแบบโดยคำนึงถึงผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมเป็นหลัก มีการตรวจสอบ และทำการประเมินการออกแบบทางด้านสิ่งแวดล้อมในรูปแบบหรือเพื่อปรับปรุงให้มีความครอบคลุมต่อผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมที่อาจเกิดขึ้น เพื่อให้ได้การออกแบบที่เหมาะสมและครอบคลุมทุกด้าน ช่วยลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในระยะยาว โดยในปัจจุบันนี้หลักการทางทฤษฎีเกิดขึ้นมากมายเพื่อช่วยสร้างมาตรฐานในการทำงานออกแบบเพื่อสิ่งแวดล้อมได้ดังนี้

1. Eco Design หรือ Green design หมายถึง วิธีการออกแบบอย่างครบวงจรเพื่อการอนุรักษ์ธรรมชาติและหลีกเลี่ยงผลกระทบที่จะทำลายสิ่งแวดล้อม อาจกล่าวได้ว่าเป็นกระบวนการออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมแบบบูรณาการ ซึ่งมีความหมายรวมถึง การวิเคราะห์สมรรถนะทางด้านสิ่งแวดล้อมของผลิตภัณฑ์ การจัดการซากที่หมดอายุ การลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในทุกช่วงของวงจรชีวิตของผลิตภัณฑ์ ควบคู่กับการวิเคราะห์ปัจจัยด้านอื่นๆ เช่น ต้นทุน การควบคุมกระบวนการผลิต การควบคุมคุณภาพ และการตลาด เป็นต้น หลักการพื้นฐานของการทำ Eco Design คือการประยุกต์หลักการของ 4R ในทุกช่วงของวงจรชีวิตผลิตภัณฑ์ ตั้งแต่ขั้นตอนการออกแบบ ช่วงของวงจรชีวิตของผลิตภัณฑ์ที่ว่านี้ ได้แก่ ช่วงการวางแผนผลิตภัณฑ์ (Planning Phase) ช่วงการออกแบบ (Design phase) ช่วงการผลิต (Manufacturing phase) ช่วงการนำไปใช้ (Usage phase) และช่วงการทำลายหลังการใช้เสร็จ (Disposal phase) [8] สำหรับหลักการของ 4R ได้แก่ การลด (Reduce) การใช้ซ้ำ (Reuse) การนำกลับมาใช้ใหม่ (Recycle) และ การซ่อมบำรุง (Repair) ซึ่งทั้ง 4R จะมีความสัมพันธ์กับแต่ละช่วงของวงจรชีวิตผลิตภัณฑ์ ดังรูปที่ 7 ที่ผู้เขียนได้ทำการวิเคราะห์และสรุปได้ ดังต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 7 ภาพแสดงความสัมพันธ์ระหว่างกระบวนการออกแบบเพื่อการอนุรักษ์ธรรมชาติ และหลักการของ 4R (Green procedure)

2. Sustainable Design หมายถึง การออกแบบอย่างยั่งยืน ที่มีความเกี่ยวข้องตั้งแต่การออกแบบวัตถุนขนาดเล็กไปจนถึงการออกแบบสิ่งก่อสร้างขนาดใหญ่ หรือแม้แต่การสร้างเมือง สร้างสิ่งแวดล้อมที่เหมาะสมและการบริการที่สอดคล้องกับกฎหมาย เศรษฐกิจ สังคม ตลอดจนการดำรงชีวิตอย่างยั่งยืน หลักการการออกแบบอย่างยั่งยืน ได้ให้ความสำคัญกับการเลือกใช้ทรัพยากรที่ไม่สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ให้น้อยที่สุด ทั้งนี้เพื่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมให้น้อยที่สุดเท่าที่จะทำได้ ทั้งยังพยายามเชื่อมโยงผู้คนเข้ากับสิ่งแวดล้อมตามธรรมชาติให้มากที่สุด โดยมุ่งสร้างวิถีการดำรงชีวิตที่ยั่งยืนและช่วยแก้ไขปัญหาวิกฤตการณ์สิ่งแวดล้อมของโลกด้านต่างๆ อาทิ การเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วของจำนวนประชากรที่เป็นผลให้ทรัพยากรธรรมชาติลดลงอย่างมหาศาล การเสียภาวะสมดุลทางสิ่งแวดล้อมและการขาดความหลากหลายทางชีวภาพ [9] ดังนั้นการออกแบบที่ยั่งยืนจึงนับเป็นวิธีการในการคงคุณภาพชีวิตอันสมบูรณ์ด้วยวิธีการออกแบบอันชาญฉลาด เพื่อทดแทนการใช้ผลิตภัณฑ์ที่เป็นอันตรายต่อสิ่งแวดล้อม ดังเช่นในอดีต อาจพูดได้ว่าการออกแบบอย่างยั่งยืนนี้ไม่ได้เป็นเพียงส่วนเสริมของการออกแบบสถาปัตยกรรมด้านเดียว แต่กลายเป็นกระบวนการสำคัญของศาสตร์และศิลป์แห่งการออกแบบเกือบทุกแขนง ดังรูปที่ 8 ที่ผู้เขียนได้ทำการวิเคราะห์และสรุปได้ดังต่อไปนี้



รูปที่ 8 ภาพแสดงกระบวนการออกแบบด้วยความอย่างยั่งยืน (Three spheres of sustainability)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

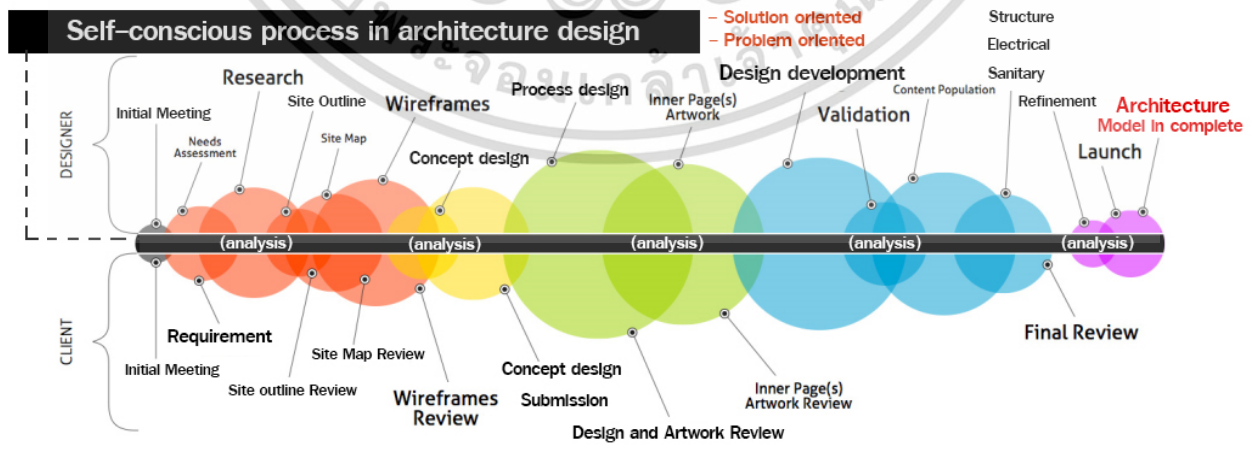
3. Sustainable Architecture หมายถึง งานสถาปัตยกรรมที่คำนึงถึงระบบนิเวศน์ สิ่งแวดล้อมและเป็นสถาปัตยกรรมที่มี ออกแบบโดยคำนึงถึงความยั่งยืนของธรรมชาติ งานสถาปัตยกรรมในแนวความคิดนี้มีเป้าหมายในการออกแบบที่จะส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยที่สุด และสร้างสภาพแวดล้อมที่น่าอยู่ มีผลดีต่อสุขภาพของผู้อยู่อาศัย ความหมายเชิงลึกของคำเหล่านี้เกี่ยวพัน ไปถึงเรื่องทีสถาปนิกจะทำได้เพื่อการรักษาเยียวยา รวมไปถึงการขยาย สืบต่อ หรือทำให้โลกสามารถรองรับความเปลี่ยนแปลง และคงอยู่เพื่อมนุษยชาติในรุ่นต่อไป ในทางสถาปัตยกรรมแล้วมีหลายทางที่จะออกแบบ “สถาปัตยกรรมอย่างยั่งยืน” (Sustainable Architecture) [10] และรับผิดชอบต่อการเพิ่มขึ้นปัญหาสิ่งแวดล้อมบนพื้นโลก การออกแบบนี้อาจจะสามารถทำได้โดยที่ยังคงประสิทธิภาพในการใช้งานของอาคาร ยังมีความสวยงามทางสถาปัตยกรรม และมีค่าใช้จ่ายของการก่อสร้างไม่มาก ทั้งนี้จะสรุปการออกแบบเพื่อสิ่งแวดล้อมได้เป็น 5 หัวข้อหลักๆ คือ [11][12]

- 3.1 ระบบนิเวศน์ของอาคาร (Building Ecology)
- 3.2 ประสิทธิภาพในการใช้พลังงาน (Energy Efficiency)
- 3.3 วัสดุ (Materials)
- 3.4 รูปทรงอาคาร (Building Form)
- 3.5 การออกแบบอาคารโดยรวมที่ดี (Good Design)

กระบวนการเรียนรู้ทางสถาปัตยกรรมที่คำนึงถึงระบบนิเวศน์ สิ่งแวดล้อม และเป็นสถาปัตยกรรมที่ออกแบบโดยคำนึงถึงความ ยั่งยืนของธรรมชาติ ความหมายเชิงลึกของคำเหล่านี้เกี่ยวพันไปถึงเรื่องทีสถาปนิกจะทำได้เพื่อการรักษาเยียวยา รวมไปถึงการ ขยาย สืบต่อ หรือทำให้โลกสามารถรองรับความเปลี่ยนแปลงและคงอยู่เพื่อมนุษยชาติในรุ่นต่อไป

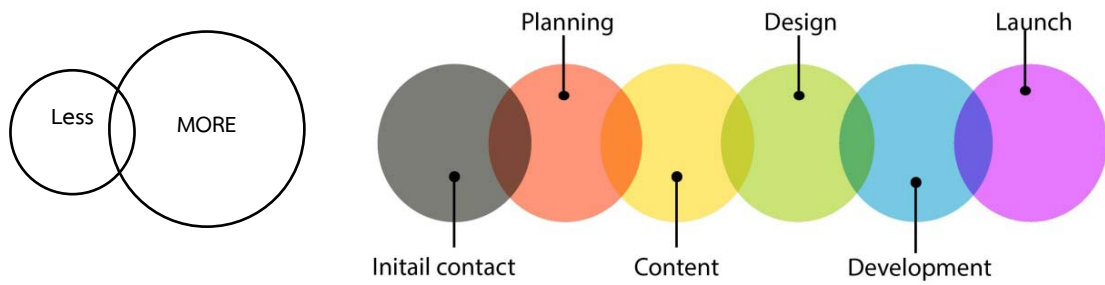
การศึกษาการประยุกต์ความสัมพันธ์เชิงทฤษฎี

การออกแบบเป็นการกระทำเพื่อสรุปความคิด ข้อเสนอแนะ และข้อเสนอแนะ ในรูปแบบแปลนและรายละเอียด หรือ แบบจำลองเป็นการล่วงหน้า ก่อนที่จะมีการดำเนินการต่อไปให้ปรากฏเป็นผลงานที่แล้วเสร็จ คือ อาคารทางสถาปัตยกรรมหรือ งานศิลปะอื่นๆ กระบวนการออกแบบเริ่มต้นโดยการเสนอข้อกำหนด ที่แสดงความต้องการต่างๆ และผลที่จะตอบสนองความ ต้องการเหล่านั้นในรูปแบบผลิตภัณฑ์ที่ปรากฏเป็นรูปธรรมชัดเจน ในอดีตความต้องการ หรือปัญหาการออกแบบ ง่ายไม่ยุ่งยากและ ซับซ้อนมากนัก การนำรูปแบบเดิมที่เคยแก้ปัญหา หรือตอบสนองความต้องการที่คล้ายคลึงกัน ก็สามารถกระทำโดยการลอกเลียน หรือดัดแปลงเล็กน้อยได้ กระบวนการออกแบบนี้เรียกว่า “Unself-conscious” หรือ การออกแบบไร้สำนึก [13] แต่สถานการณ์ ในปัจจุบันเปลี่ยนไป ปัญหาที่มีความยุ่งยากมากขึ้น และมีระยะเวลาของการแก้ปัญหาจำกัดมากกว่าเดิม ดังเรื่องผลกระทบในการ ออกแบบที่มีต่อทรัพยากรธรรมชาติในลักษณะต่างๆ ทั้งทางตรงและทางอ้อม ซึ่งในการออกแบบปัจจุบันจึงจำเป็นต้องเป็น กระบวนการที่เรียกว่า “Self-conscious” หรือการออกแบบมีสำนึก ดังรูปที่ 9 และ 10 ที่ผู้เขียนได้ทำการวิเคราะห์และสรุปได้ ดังต่อไปนี้



รูปที่ 9 ภาพแสดงกระบวนการออกแบบที่มีจิตสำนึกเพื่อสิ่งแวดล้อม (Environmentally Conscious Architecture)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 10 ภาพอธิบายความหมายกระบวนการออกแบบที่มีจิตสำนึกเพื่อสิ่งแวดล้อม
(Detail to environmentally conscious architecture)

ดังรูปที่ 9 และ 10 จะเห็นได้ว่าการออกแบบที่มีสำนึกจะเน้นขั้นตอนการสังเคราะห์ในการออกแบบเป็นสำคัญ เน้นขั้นตอนการวิเคราะห์มากขึ้น หรือแยกแยะออกจากกระบวนการสังเคราะห์อย่างชัดเจน โดยอ้างว่าหากมีการวิเคราะห์ปัญหาได้ถี่ถ้วน ให้ความสำคัญของ “system” ระบบ ที่แสดงขั้นตอนของความคิดให้เป็นระเบียบง่ายต่อการตรวจสอบขั้นตอนต่างๆ ของความคิดในการแก้ปัญหาที่หลากหลายทางสถาปัตยกรรม และการจัดลำดับความสำคัญของปัญหาต่างๆ ได้ถูกต้องยิ่งขึ้น

บทสรุป

จากการศึกษาครั้งนี้ จะเห็นได้ชัดเจนว่าคงไม่ใช่เป็นเพียงกระแสในสังคมอีกต่อไป เพราะปัญหาสิ่งแวดล้อมได้ส่งผลกระทบต่อชีวิตความเป็นอยู่ของทุกชีวิตบนโลกใบนี้อย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ จะเห็นได้ว่าตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบันมนุษย์ได้พยายามคิดค้นเทคโนโลยีต่างๆ ขึ้นมาเพื่อช่วยอำนวยความสะดวกในการดำเนินชีวิตมากมาย วิทยาการทางศึกษาและการเรียนรู้ด้านการออกแบบในสาขาวิชาชีพต่างๆ รวมถึงผลงานทางสถาปัตยกรรมอาคารและที่อยู่อาศัย ก็ถูกคิดค้นและนำเสนอใหม่อย่างไม่หยุดนิ่ง จนก่อให้เกิดผลสืบเนื่องและมีความเกี่ยวพันนำเข้าสู่วงการทำลายทรัพยากรของโลกตั้งเป็นปรากฏการณ์ที่ก่อให้เกิดความเสียหายต่าง ๆ อย่างต่อเนื่องเรื่อยมา ทุกวันนี้ความเสื่อมโทรมของสภาพแวดล้อมจากการถูกทำลายทั้งทางตรงและทางอ้อม มีผลกระทบต่อความเป็นอยู่ของมวลมนุษยชาติและสิ่งมีชีวิตบนโลกใบนี้ ทั้งยังเชื่อมโยงถึงสภาพโครงสร้างทางเศรษฐกิจและสังคมทั้งระบบอย่างรุนแรง

ด้วยปัญหาสิ่งแวดล้อมเป็นปัญหาสำคัญอย่างยิ่งที่มักเกิดขึ้นไปพร้อมๆ กับการพัฒนาด้านระบบอุตสาหกรรม และการเจริญเติบโตทางด้านเศรษฐกิจและสังคม ดังนั้นการสร้างจิตสำนึกของผู้ผลิตและนักออกแบบในสาขาวิชาชีพต่างๆ เป็นส่วนสำคัญในการพัฒนาโครงสร้างการขยายตัวและการเปลี่ยนแปลงของสังคมซึ่งจะพบได้ในทุกประเทศทั่วโลก ซึ่งการออกแบบสร้างสรรค์ผลงานต่างๆ ย่อมมีความสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมในปัจจุบันทั้งทางตรงและทางอ้อม มีความสลับซับซ้อนในความหมายทางวัฒนธรรม การสื่อสารผลงานในแง่มุมทางสุนทรียศาสตร์รวมถึงคุณประโยชน์ในการนำไปใช้งาน การพัฒนาเทคโนโลยี การเลือกใช้วัสดุ รวมถึงวิธีการคิด กระบวนการคิด จิตสำนึกทางด้านการศึกษางานออกแบบ ถือเป็นศาสตร์หนึ่งที่มีอยู่รอบตัวเรา โดยมุ่งเน้นในการบันทึกลงผลงานสร้างสรรค์ให้เกิดความเกี่ยวพันทางกายภาพและสังคมที่ดึงมาจากพฤติกรรมมนุษย์และกระบวนการทางธรรมชาติ ความตระหนักใคร่รู้ถึงผลเกี่ยวพันจากความคิด จึงเป็นสิ่งที่ควรทำความเข้าใจและให้ความสำคัญเพื่อสิ่งแวดล้อมที่ดีและเพื่อชีวิตที่ยั่งยืนบนโลกใบนี้

เอกสารอ้างอิง

- [1] Burin Tharavijitkul. 2013. **The Touch of Nature in the Eastern and Western Architecture.** Built Environment Research Associates Associates Conference, BERAC (4), p. (587-595).
- [2] Chartchay Junprateep. 2017. Human in architecture art and design. **Journal of industrial education**, 16(1), p. 218-226.
- [3] Kanyaporn kunthonsap, Kriangsak Khiaomang, Sung hee kim. 2017. Creative environmental friendly coloration system for design. **Journal of industrial education**, 16(1), p. 113-121.
- [4] Poonnarat Pichayapaiboon. 2004. **Art education, Theory of creation.** Bangkok: Chulalongkorn University Press.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- [5] Wiroon Tungcharoen. 2002. **History of art and design**. Bangkok: E and IQ publishing.
- [6] Sasina phara. 2007. **Natural resources and the environment**. Bangkok: S. ASIA Press.
- [7] Silpa Bhirasri. 1959. **A bare outline of history and style of art**. Bangkok: Silpakorn university publishing.
- [8] Siriporn peter. 2007. **Human and design**. Bangkok: Odeon Store publishing.
- [9] Suebsiri saelee. 2011. **Basic in design**. Maha Sarakham: Maha Sarakham publishing.
- [10] Sant Suwacharapinan, Taweesak Kaittiweerasak. 2013. **Theoretical Confusion of Using Semiology as a Design Guideline**. Built Environment Research Associates Associates Conference, BERAC (4), p. (596-606).
- [11] E. C. Fernie. 1995. **Art history and its methods**. Hong kong: Phaidon press Ltd.
- [12] Robert Mugerauer. 1996. **Interpreting Environments: Tradition, Deconstruction, Hermeneutics**. English: University of Texas Press.
- [13] William McDonough, Michael Braungart. 2002. **Cradle to cradle**. New York: North Point Press.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้