

การศึกษาแนวทางการปรับปรุงรูปแบบทางกายภาพของมหาวิทยาลัยเพื่อความเหมาะสม
ต่อการจัดการศึกษายุคพลวัต กรณีศึกษามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก
A Studying Guidelines for Improving the Physical Design of the University for Suitability
Education Management in the Dynamic Era
Evidence from Rajamangala University of Technology Tawan-Ok

กฤษฎา อนันตกาลต์ ฆณการ ภันณิพงษ์ และอุโฆษ แปลงประสพโชค

Kritsada Anantakarn¹, Kanakarn Phanniphong² and U-koj Plangprasopchok²

¹คณะวิศวกรรมศาสตร์และสถาปัตยกรรมศาสตร์ ²คณะบริหารธุรกิจและเทคโนโลยีสารสนเทศ
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก

¹Faculty of Engineering and Architecture

²Faculty of Business Administration and Information Technology
Rajamangala University of Technology Tawan-Ok

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อศึกษารูปแบบทางกายภาพให้เหมาะสมต่อการเรียนการสอน มีความคล่องตัวขึ้น เพิ่มบรรยากาศการเรียนการสอนที่ดี 2) เพื่อศึกษารูปแบบการสร้างบรรยากาศของมหาวิทยาลัยให้เหมาะสมต่อการศึกษาเพื่อสร้างแนวโน้มการเพิ่มนักศึกษา 3) เพื่อศึกษาแนวทางการสร้างคุณภาพชีวิตเพื่อสร้างแรงจูงใจของบุคลากรและนักศึกษา และ 4) เพื่อศึกษาแนวทางการเพิ่มประสิทธิภาพการบริหาร การลดค่าใช้จ่าย การลดค่าพลังงาน โดยมีองค์ประกอบที่ใช้ในการออกแบบประกอบด้วย ผลกระทบจากสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลง การวิเคราะห์สภาพภูมิอากาศของประเทศไทย การปรุงแต่งสภาพแวดล้อม การจัดแบ่งพื้นที่ภายในมหาวิทยาลัยและการควบคุมคุณภาพชีวิต การออกแบบประสาทรระบบในอาคาร การกำหนดรูปทรงอาคาร ระบบทางเดินสัญจรลอยฟ้า และการเลือกใช้วัสดุที่เหมาะสม ในงานวิจัยนี้ใช้องค์ประกอบเหล่านี้เป็นเกณฑ์ในการออกแบบ คือ 1) ผลกระทบจากสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลง 2) การวิเคราะห์สภาพภูมิอากาศของประเทศไทย 3) การปรุงแต่งสภาพแวดล้อม 4) การจัดแบ่งพื้นที่ภายในโครงการ และการควบคุมคุณภาพชีวิตในมหาวิทยาลัย 5) การออกแบบประสาทรระบบในอาคาร 6) การกำหนดรูปทรงอาคาร 7) ระบบทางเดินสัญจรลอยฟ้า และ 8) การเลือกใช้วัสดุในการก่อสร้าง

ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าแนวทางการปรับปรุงทางกายภาพที่เหมาะสมของมหาวิทยาลัย ได้แก่ การแบ่งโซนออกเป็น 2 โซนหลัก คือ 1) โซนการศึกษาและสิ่งสนับสนุนการศึกษา เน้นการรวมศูนย์ของห้องเรียนและใช้ทางเดินลอยฟ้าเป็นองค์ประกอบสำคัญในการบูรณาการประสาทรระบบภายในมหาวิทยาลัย และ 2) โซนธุรกิจและพาณิชย์กรรมที่เกี่ยวข้องและสิ่งสนับสนุนการศึกษา ที่เปิดโอกาสให้แหล่งทุนภายนอกสามารถร่วมลงทุนกับมหาวิทยาลัยได้ และเป็นการแก้ปัญหาภัยคุกคาม แก้ปัญหาคุณภาพการศึกษาในระดับอุดมศึกษา ตอบโจทย์และนโยบายยุทธศาสตร์ประเทศไทย พัฒนาคุณภาพการศึกษา การวิจัย ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออกตามแผนแม่บทที่กำหนดไว้ และตอบสนองนโยบายรูปแบบ

การศึกษาแบบใหม่ของกระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม เป็นโครงการที่เน้นการปรับปรุงแต่งสภาพแวดล้อมที่เหมาะสม ลดการใช้พลังงาน ออกแบบประสานระบบ ลดค่าใช้จ่ายในการบริหารส่วนกลาง เพิ่มโอกาสในการหาแหล่งทุนภายนอก สร้างรายได้เลี้ยงตัวมหาวิทยาลัย นับเป็นโครงการต้นแบบของการพัฒนามหาวิทยาลัยที่ยั่งยืนอย่างแท้จริงในทุกมิติ

คำสำคัญ : แนวทางการปรับปรุงรูปแบบทางกายภาพ, ความเหมาะสมต่อการจัดการศึกษายุคพลวัต

Abstract

The objective of this research is 1) to study the physical form suitable for teaching and learning. More flexible 2) to study the pattern of creating an atmosphere of the university suitable for education to create a trend of increasing students 3) to study guidelines for building quality of life to create inspiration for staff and students and 4) to study ways to increase management efficiency such as cost reduction, reduction of energy bills. This research was elements used in the design consisting of Impact of changing environment Thailand climate analysis. Adding to the environment Allocation of campus spaces and quality of life control design of interlocking systems in buildings; building contours sky walkway system and selection of suitable materials. In this research, these elements were used as design criteria; 1) impact from environment change 2) climate analysis of Thailand 3) environmental manipulation 4) space allocation within the project. And quality control of life in the university 5) design of interlocking systems in the building 6) defining the building shape 7) the aerial walking system, and 8) selection of materials for construction.

The results of the study showed that the university's appropriate physical improvement approach was divided into two main zones; 1) the education zone and educational support. It emphasizes the centralization of the classroom and the use of the sky corridor as a key component in the integration of the university system and 2) the business and commercial zones that are relevant and supportive of education. That allows external sources of funds to jointly invest with the university. And is the solution to the threat problem Solve educational quality problems in higher education. Responding to Thailand's strategic questions and policies develop the quality of education and research of Rajamangala University of Technology Tawan-Ok in accordance with the specified master plan. And respond to the new educational model policy of the Ministry of Higher Education, Science, Research and Innovation. It is a project that focuses on enriching the right environment. Reduce energy consumption, system design, reduce the cost of centralized administration. Increase opportunities for finding external funding Create income for the university It is a model project of truly sustainable university development in all dimensions.

Keywords: Improving the Physical Design, Suitability Education Management

บทนำ

มหาวิทยาลัยจำเป็นต้องเตรียมความพร้อมด้านต่าง ๆ ทั้งองค์ความรู้ เทคโนโลยี บุคลากร สิ่งอำนวยความสะดวกมากมาย เพื่อการพัฒนามหาวิทยาลัยในอนาคต ประกอบกับภัยคุกคามทางเทคโนโลยี (Technology Disruption) การเปลี่ยนแปลงด้านโครงสร้างประชากรของโลกและประเทศไทย เกิดภัยคุกคามที่เกิดจากวิกฤต COVID-19 ที่อุบัติอย่างรวดเร็วและรุนแรง รวมถึงยังคงมีปัญหาสิ่งแวดล้อมและพลังงานที่มีความรุนแรงมากขึ้นเรื่อย ๆ ปัจจัยต่าง ๆ นี้ส่งผลอย่างกระทบอย่างรุนแรงต่อมหาวิทยาลัยทั้งทางตรงและทางอ้อม

มหาวิทยาลัยจำเป็นต้องพลิกวิกฤตนี้ให้เป็นโอกาสและเป็นทางรอดของมหาวิทยาลัย จำเป็นต้องมีการวางแผนแม่บทเพื่อแก้ปัญหาและเตรียมความพร้อมรับมือกับความเปลี่ยนแปลง เพื่อความยั่งยืนของมหาวิทยาลัย ในปัจจุบันภารกิจหลักของมหาวิทยาลัย คือ การผลิตบัณฑิต การวิจัยและสร้างนวัตกรรม การให้บริการทางวิชาการ ทำนุบำรุงศิลปะและวัฒนธรรม และการบริหารอย่างมีธรรมาภิบาล พบว่าในการผลิตบัณฑิตมหาวิทยาลัยไม่สามารถนำความรู้เก่ามาสอนได้ จำเป็นต้องสร้างองค์ความรู้ใหม่จากการทำวิจัย และสร้างระบบการเรียนรู้แบบลงมือทำทั้งด้วยรูปแบบ CWIE และผ่านการให้บริการทางวิชาการ ดังนั้นมหาวิทยาลัยจำเป็นต้องปรับรูปแบบการทำการภารกิจโดยการบูรณาการภารกิจ ต้องสร้างสภาพแวดล้อม สิ่งอำนวยความสะดวก ระบบนิเวศสภาพแวดล้อม (Ecosystem) ที่สนับสนุนส่งเสริมคุณภาพการเรียนการสอน การวิจัยสร้างนวัตกรรม การฝึกงานรูปแบบใหม่ การให้บริการวิชาการแบบบูรณาการ จึงเป็นที่มาของ “โครงการวิจัยและพัฒนาแม่บทมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออกอย่างยั่งยืน” ซึ่งเป็นการศึกษาแนวทางการปรับปรุงรูปแบบทางกายภาพของมหาวิทยาลัยเพื่อความเหมาะสมต่อการจัดการศึกษายุคพลวัต อันจะสร้างภาพลักษณ์ที่ดีและมีเอกลักษณ์แก่มหาวิทยาลัย และส่งเสริมสร้างสรรค์กิจกรรมการเรียนรู้ในยุคใหม่ของมหาวิทยาลัย สนองภารกิจของมหาวิทยาลัยอย่างบูรณาการ

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อศึกษารูปแบบทางกายภาพให้เหมาะสมต่อการเรียนการสอน มีความคล่องตัวขึ้น เพิ่มบรรยากาศการเรียนการสอนที่ดี
2. เพื่อศึกษารูปแบบการสร้างบรรยากาศของมหาวิทยาลัยให้เหมาะสมต่อการศึกษาเพื่อสร้างแนวโน้มการเพิ่มนักศึกษา
3. เพื่อศึกษาแนวทางการสร้างคุณภาพชีวิตเพื่อสร้างแรงจูงใจของบุคลากรและนักศึกษา
4. เพื่อศึกษาแนวทางการเพิ่มประสิทธิภาพการบริหาร การลดค่าใช้จ่าย การลดค่าพลังงาน

แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

1. ปรัชญาในการเรียนรู้และปรัชญาของมหาวิทยาลัย

ปรัชญาของมหาวิทยาลัยคือการเป็นสถาบันที่จัดการศึกษาในระดับอุดมศึกษาให้ได้ผลผลิตของการศึกษาในทุกมิติ ซึ่งเป็นบทบาทและหน้าที่ที่สำคัญจำเป็นในการพัฒนาคนให้เป็นพลเมืองที่มีศักยภาพและคุณภาพของประเทศและของโลก ปัจจุบันโลกมีความเปลี่ยนแปลงอย่างมากที่มีผลกระทบต่อมหาวิทยาลัย การวางแผนแม่บทของมหาวิทยาลัยยังต้องใช้ปรัชญาและชุดความคิดที่ทันต่อการเปลี่ยนแปลงและสร้างความยั่งยืนให้กับมหาวิทยาลัยได้ ปรัชญาของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ตะวันออกเป็นมหาวิทยาลัยที่เน้นทางด้านเทคโนโลยี และมีเอกลักษณ์ทางด้านการปฏิบัติเป็นพื้นฐาน โดยมีปรัชญาของมหาวิทยาลัยที่เกี่ยวข้องกับผังแม่บท ประกอบด้วย 3 ด้าน คือ 1) ปรัชญาด้านการเรียนรู้ มุ่งสร้างความพร้อมในการเรียนรู้ โดยการสร้าง

คุณภาพชีวิตที่ดี มีห้องเรียนหลากหลายรูปแบบ และไม่มีข้อจำกัดด้านเวลา กิจกรรมการเรียนรู้จึงเกิดขึ้นได้ตลอดเวลาอย่างต่อเนื่อง 2) ปรัชญาด้านงานวิจัย มุ่งสร้างสรรค์นักวิจัยที่มีความสามารถในการค้นคว้าสิ่งใหม่ๆ ให้กับประเทศไทยปลูกฝังจริยธรรม การคิดอย่างมีเหตุผล และมีสำนึกในการวิจัย และ3) ปรัชญาด้านการบริหารจัดการ มุ่งสร้างบุคลากรที่มีระเบียบวินัย และมีความสามารถในการบริหารจัดการสิ่งต่างๆรอบตัวให้เกิดประโยชน์สูงสุด จากปรัชญาทั้ง 3 ด้านของมหาวิทยาลัยสามารถแปลงเป็นความต้องการพื้นฐานของผังแม่บทมหาวิทยาลัยยุคใหม่ที่ยั่งยืนได้ เช่น ใช้ประโยชน์จากสภาพภูมิอากาศแบบร้อนชื้นให้มากที่สุด สร้างความโดดเด่นของสภาพที่ตั้ง มีรูปแบบการบริหารจัดการที่มีประสิทธิภาพ สร้างการเรียนการสอนที่ไม่มีการแบ่งแยกคณะ มีสภาพแวดล้อมที่เอื้ออำนวยต่อการทำกิจกรรม มีความปลอดภัยต่อชีวิตและทรัพย์สิน สร้างคุณภาพชีวิตที่ดีในมหาวิทยาลัย เป็นมหาวิทยาลัยที่ประหยัดพลังงาน และสร้างการผสมผสานชีวิตแบบ University Academy ภายในมหาวิทยาลัย

2. ปรัชญาการออกแบบ

ปรัชญาการออกแบบเพื่อตอบสนองความต้องการพื้นฐานของมหาวิทยาลัยข้างต้น โดยเริ่มจากความรู้ความเข้าใจสภาพภูมิอากาศและภูมิประเทศของที่ตั้งอย่างแท้จริงและสามารถแสวงหาประโยชน์จากธรรมชาติมาใช้ได้อย่างเหมาะสม และสร้างคุณภาพชีวิตที่ดีให้กับผู้ใช้อาคาร ซึ่งประกอบไปด้วย 1) การศึกษาสภาพภูมิอากาศและสภาพภูมิประเทศ 2) การรับรู้ทางสายตาที่ส่งเสริมปฏิสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์กับธรรมชาติ Visual Comfort และ3) ความมุ่งหวังทางการศึกษา

3. แนวคิดการพัฒนาที่ยั่งยืน

การวางผังแม่บทของมหาวิทยาลัยนอกจากจะต้องคำนึงถึงความต้องการสภาพแวดล้อมในการเรียนรู้การทำวิจัย ที่มีคุณภาพสูงแล้วเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพให้มหาวิทยาลัยแล้ว การวางผังแม่บทต้องใช้หลักการการพัฒนาที่ยั่งยืนเป็นแกนหลักด้วย การพัฒนาที่ยั่งยืนนี้เป็นแนวคิดที่มีการพัฒนาโดยสหประชาชาติได้ประกาศไว้เป็น เป้าหมายการพัฒนาแห่งสหประชาชาติ Sustainable Development Goals (SDGs) การพัฒนาในด้านอุตสาหกรรม วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในช่วง 4 ทศวรรษที่ผ่านมา เป็นการ พัฒนาที่ก่อให้เกิดผลกระทบและความเสียหายต่อทรัพยากรโลกเป็นอย่างมาก เมื่อปี 2543 ประเทศไทยและ ประเทศต่างๆทั่วโลก รวม 189 ประเทศจึงรวมตัวกันในการประชุมองค์การสหประชาชาติที่มหานครนิวยอร์ก สหรัฐอเมริกา และเห็นพ้องต้องกันในการตั้งเป้าหมายการพัฒนาทั้งในระดับชาติและระดับสากลที่ทุกประเทศ จะดำเนินการร่วมกันให้ได้ภายในปี 2558 โดยเป้าหมายดังกล่าวเรียกว่า เป้าหมายการพัฒนาแห่งสหประชาชาติ หรือ Millennium Development Goals (MDGs) อันประกอบด้วย 8 เป้าหมายหลัก คือ 1) ขจัดความ ยากจนและความหิวโหย 2) ให้เด็กทุกคนได้รับการศึกษาระดับประถมศึกษา 3) ส่งเสริมความเท่าเทียมกันทาง เพศและบทบาทสตรี 4) ลดอัตราการตายของเด็ก 5) พัฒนาสุขภาพของสตรีมีครรภ์ 6) ต่อสู้กับโรคเอดส์ มาลาเรีย และโรคสำคัญอื่นๆ 7) รักษาและจัดการสิ่งแวดล้อมอย่างยั่งยืน และ8) ส่งเสริมการเป็นหุ้นส่วนเพื่อ การพัฒนาในประชาคมโลก

4. การเรียนรู้แบบ CWIE

ประเทศไทยได้กำหนดยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี (พ.ศ. 2561 – 2580) ในยุทธศาสตร์ที่ 3 กำหนดให้การ พัฒนาและเสริมสร้างศักยภาพทรัพยากรมนุษย์เป็นหัวใจของการพัฒนาประเทศ โดยมีเป้าหมายสำคัญเพื่อพัฒนาคนในทุกมิติและในทุกช่วงวัยให้เป็นคนดี เก่ง และมีคุณภาพ มีความพร้อมทั้งกาย ใจ สติปัญญา มีพัฒนาการที่รอบด้าน และมีสุขภาวะที่ดีในทุกช่วงวัย มีจิตสาธารณะ มีทักษะที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21 มีการพัฒนาตนเองอย่างต่อเนื่องตลอดชีวิต สู่การเป็นคนไทยที่มีทักษะสูง เป็นนวัตกรรม นักคิด ผู้ประกอบการ เกษตรกรยุคใหม่และอื่นๆ โดยมีสัมมาชีพตามความถนัดของตนเอง การจัดการศึกษาระดับอุดมศึกษาจึงจำเป็นต้องมีการเปลี่ยนแปลงจากการสร้างนักศึกษาให้มีความรู้ (Knowledge) แต่เพียงอย่างเดียว เป็นการสร้าง

นักศึกษาที่มีความรู้ (Knowledge) และ ทักษะ (Skills) ให้มีสมรรถนะที่พร้อมในการทำงานในโลกยุคใหม่ด้วย ดังนั้นการจัดการศึกษาในระดับอุดมศึกษาจึงมีแนวคิดในการบูรณาการการจัดการศึกษากับการทำงาน ให้เกิดขึ้นเพื่อตอบสนองผู้เรียนและสังคมได้อย่างเหมาะสมและสอดคล้องกับทุกมิติของการเปลี่ยนแปลง ซึ่งมีลักษณะ ที่เป็นพลวัต (Dynamics) สำนักงานปลัดกระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (สำนักงาน คณะกรรมการการอุดมศึกษาเดิม) จึงได้สนับสนุนให้มีการจัดสหกิจศึกษา (Cooperative Education) มาตั้งแต่ปี 2545 และต่อมาในปี 2555 สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา ได้เปิดกว้างในการนำแนวคิดการศึกษาเชิงบูรณาการกับการทำงาน (Work Integrated Learning: WIL) รูปแบบอื่นๆ มาส่งเสริมให้สถาบันอุดมศึกษาได้เลือกใช้ตามศาสตร์และบริบทของสถาบัน เนื่องจากรูปแบบการจัดการสหกิจศึกษา รูปแบบเดียว อาจไม่สอดคล้องกับ หลักสูตร ทุกสาขาวิชา แม้ว่าสำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา เดิม จะสนับสนุนให้มีการจัดสหกิจศึกษาและการศึกษาเชิงบูรณาการกับการทำงานมาโดยตลอด แต่จำนวน หลักสูตรและบัณฑิตที่ผลิตได้ยังคงไม่เพียงพอกับความต้องการของตลาดแรงงาน ดังนั้น เพื่อให้สอดคล้องกับ นโยบายพัฒนากำลังคนของรัฐบาลดังกล่าว คณะอนุกรรมการส่งเสริมและ พัฒนาการจัดการศึกษาเชิงบูรณาการกับการทำงาน จึงเสนอแนวทางการส่งเสริมการจัดการเรียนการสอนในรูปแบบการจัดการเรียนการสอน ด้านสหกิจศึกษาและการจัดการศึกษาเชิงบูรณาการกับการทำงาน (Cooperative and Work Integrated Education : CWIE) เพื่อผลักดันให้สถาบันอุดมศึกษาได้จัดหลักสูตรการเรียนการสอนที่มุ่งเน้นการสร้าง สมรรถนะเพื่อสร้างบัณฑิตให้พร้อมสู่โลกแห่งการทำงาน และคณะกรรมการการอุดมศึกษา (กกอ.) ในการ ประชุม ครั้งที่ 11/2562 เมื่อวันที่ 9 ตุลาคม 2562 เห็นชอบให้มีการขับเคลื่อนแนวทางการส่งเสริมการจัดสห กิจศึกษา และการศึกษาเชิงบูรณาการกับการทำงาน (Cooperative and Work Integrated Education: CWIE) โดยให้ สถาบันอุดมศึกษานิกกำลังร่วมกับสถานประกอบการทั้งภาครัฐ เอกชน และชุมชน ในการเพิ่ม ปริมาณหลักสูตร CWIE เพื่อผลิตบัณฑิตที่มีสมรรถนะสูง รวมทั้งให้มีการยกระดับมาตรฐานการดำเนินงาน CWIE

5. นโยบายการลดการใช้พลังงาน

การประเมินศักยภาพการอนุรักษ์พลังงานในภาคอาคารธุรกิจและบ้านอยู่อาศัยได้แยกออกเป็น 2 กลุ่ม คือ 1) อาคารธุรกิจขนาดใหญ่ และ 2) อาคารธุรกิจขนาดเล็กและบ้านอยู่อาศัย เนื่องจากมีลักษณะการใช้ พลังงานที่แตกต่างกัน กลุ่มอาคารธุรกิจขนาดใหญ่ การประเมินศักยภาพการอนุรักษ์พลังงานในกลุ่มอาคาร ธุรกิจขนาดใหญ่แบ่งเป็นพลังงาน ประเภท ไฟฟ้าและเชื้อเพลิง ซึ่งการใช้ไฟฟ้า ในอาคาร 8 ประเภทหลัก ในปี 2550 การประเมินศักยภาพการอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้าอาศัยหลักการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของอัตรา การใช้ พลังงานต่อหน่วยพื้นที่ต่อปีของอาคารประเภทต่างๆ ในปัจจุบัน ที่เรียกว่ากรณีอ้างอิง (Reference) กับค่า ดังกล่าวในกรณีที่มีการบังคับใช้เกณฑ์มาตรฐานประสิทธิภาพการใช้พลังงานขั้นต่ำในอาคาร (Building Energy Code, BEC) และเกณฑ์ที่สูงกว่านี้ในอนาคต โดยที่ค่าเฉลี่ยในกรณีอ้างอิงนั้น ได้มาจาก แบบจำลอง การใช้พลังงานที่เป็นตัวแทนของแต่ละกลุ่มอาคารที่อาศัยข้อมูลการตรวจการใช้พลังงานของ ทางราชการ ส่วน เกณฑ์การใช้พลังงานในระดับที่สูงกว่า BEC มี 3 ระดับ คือ 1) HEPS (High Energy Performance Standard) คือ ระดับเกณฑ์มาตรฐานขั้นสูงของ ระบบต่างๆ ซึ่งเป็นเป้าหมายที่บรรลุด้วยเทคโนโลยีในปัจจุบัน 2) Econ (Economic Building) คือ เป้าหมายในอนาคตอันใกล้เมื่อมีการพัฒนาเทคโนโลยี ของอุปกรณ์และ ระบบต่างๆ ให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้นไปอีกแต่ยังมีความคุ้มค่าในการลงทุน และ 3) ZEB (Zero Energy Building) คือ เป้าหมายในระยะยาวที่อาคารใช้พลังงานที่จ่ายเข้า จากภายนอกในระดับใกล้ศูนย์ เนื่องจาก ความต้องการพลังงานของอาคารที่ต่ำมากและ ยังมีการผลิตพลังงานที่ใช้ในอาคารจากพลังงานหมุนเวียนด้วย

ทั้งนี้พารามิเตอร์ที่ปรับเปลี่ยนเพื่อให้เกิดการอนุรักษ์พลังงาน ได้แก่ ความร้อนผ่านกรอบ อาคาร (Envelope) ประสิทธิภาพการปรับอากาศ ประสิทธิภาพส่องสว่างและอุปกรณ์/เครื่องใช้ไฟฟ้า และการระบายอากาศ ผลการปรับเปลี่ยนพารามิเตอร์ดังกล่าวภายใต้แต่ละระดับความสามารถในการอนุรักษ์ พลังงานตามแบบจำลอง จะทำให้การใช้พลังงานสุทธิสำหรับอาคารแต่ละประเภท จะเห็นได้ว่าระดับการใช้พลังงานในกรณีที่มีประสิทธิภาพมาก (ZEB) มีค่าเพียง 1/4 ถึง 1/3 ของการใช้ พลังงานในกรณีอ้างอิงในปัจจุบัน ซึ่งชี้ให้เห็นถึงโอกาสการอนุรักษ์พลังงานในกลุ่มอาคารแต่ละประเภท ผลที่มีต่อการวางผังแม่บทมหาวิทยาลัยผังแม่บทของมหาวิทยาลัยต้องตอบสนองนโยบายการลดการใช้พลังงานในอาคาร โดยผังแม่บทต้องกำหนดให้การสร้างอาคารใหม่ต้องเป็นอาคารประหยัดพลังงานระดับ ZEB ของกระทรวงพลังงาน ส่วนอาคารเก่าที่มีอยู่หากปรับปรุงได้ต้องปรับปรุงให้มีการประหยัดพลังงานได้ในระดับเทียบเท่าระดับ ZEB หากอาคารใดมีอายุมากและไม่สามารถปรับปรุงได้อาจจำเป็นต้องจำหน่ายออกไป ในด้านการสัญจรภายในมหาวิทยาลัยผังต้องมีการจัดกลุ่มการใช้งานของอาคารแบบรวมกลุ่มการใช้งานแบ่งโซน ลดการเดินทางด้วยรถยนต์ที่ใช้พลังงานฟอสซิล เพิ่มการเดินทางด้วยการเดินหรือพาหนะขนส่งขนาดเล็กขับเคลื่อนด้วยพลังงานไฟฟ้าสะอาดทั้งแบบมีคนขับและไร้คนขับบนทางสัญจรที่สะดวกสบายและไม่ต้องใช้พลังงานฟอสซิลในการเดินทาง

วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษาแนวทางการปรับปรุงรูปแบบทางกายภาพของมหาวิทยาลัยเพื่อความเหมาะสมต่อการจัดการศึกษาคุณภาพดี จะเป็นการออกแบบและพัฒนาผังแม่บทในงานวิจัยนี้เป็นการศึกษาแนวทางการปรับปรุงรูปแบบทางกายภาพเพื่อแสวงหาผังแม่บทของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออกที่ยั่งยืน ตอบสนองวัตถุประสงค์ของงานวิจัย มีองค์ประกอบที่ใช้ในการออกแบบประกอบด้วย ผลกระทบจากสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลง การวิเคราะห์สภาพภูมิอากาศของประเทศไทย การปรุงแต่งสภาพแวดล้อม การจัดแบ่งพื้นที่ภายในมหาวิทยาลัยและการควบคุมคุณภาพชีวิต การออกแบบประสานระบบในอาคาร การกำหนดรูปทรงอาคาร ระบบทางเดินสัญจรลอยฟ้า และการเลือกวัสดุที่เหมาะสม ในงานวิจัยนี้ใช้องค์ประกอบเหล่านี้เป็นเกณฑ์ในการออกแบบ คือ 1) ผลกระทบจากสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลง 2) การวิเคราะห์สภาพภูมิอากาศของประเทศไทย 3) การปรุงแต่งสภาพแวดล้อม 4) การจัดแบ่งพื้นที่ภายในโครงการ และการควบคุมคุณภาพชีวิตในมหาวิทยาลัย 5) การออกแบบประสานระบบในอาคาร 6) การกำหนดรูปทรงอาคาร 7) ระบบทางเดินสัญจรลอยฟ้า และ 8) การเลือกวัสดุในการก่อสร้าง

สรุปผลการวิจัย

1. ผลการวิเคราะห์ความต้องการของโครงการ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออกจำเป็นต้องแบ่งพื้นที่การใช้งานเป็น 2 โซนหลัก คือ 1) โซนที่เน้นความเข้มข้นทางวิชาการ เป็นโซนที่มหาวิทยาลัยใช้ในการจัดการศึกษา (Academic Zone) และ 2) โซนที่มีการร่วมลงทุนจากภายนอกเพื่อสนับสนุนการศึกษาและธุรกิจอย่างครบวงจร (Business Academic Zone)

2. ผลการวิเคราะห์สภาพภูมิอากาศ

จังหวัดชลบุรี เป็นจังหวัดในภาคตะวันออกของประเทศไทย หรือริมฝั่งทะเลตะวันออกของอ่าวไทย ประมาณละติจูดที่ 13° 22' เหนือ ลองจิจูด 100° 59' ตะวันออก อยู่ห่างจากกรุงเทพมหานครเป็นระยะทางประมาณ 81 กิโลเมตร มีเนื้อที่ประมาณ 4,363 ตารางกิโลเมตร ลักษณะอากาศทั่วไปอยู่ภายใต้อิทธิพลของมรสุมที่พัดเวียนประจำฤดูกาล 2 ชนิด คือ มรสุมตะวันออกเฉียงเหนือที่พัดปกคลุมในช่วงฤดูหนาวตั้งแต่

ประมาณกลางเดือนตุลาคมถึงกลางเดือนกุมภาพันธ์ ซึ่งจะนำความความเย็นมาสู่จังหวัด และคลื่นลมปานกลาง กับมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ที่พัดปกคลุมในช่วงฤดูฝนประมาณกลางเดือนพฤษภาคมถึงกลางเดือนตุลาคมทำให้มีฝนตกชุกและคลื่นลมแรง อุณหภูมิจังหวัดชลบุรีเป็นจังหวัดที่อยู่ติดชายฝั่งทะเลและอยู่ในภาคตะวันออกของประเทศ อุณหภูมิของจังหวัดชลบุรีตลอดทั้งปีไม่เปลี่ยนแปลงมากนักกล่าวคือฤดูร้อนอากาศไม่ร้อนจัดและฤดูหนาวอากาศก็ไม่หนาวจัด อุณหภูมิเฉลี่ยตลอดทั้งปี 28.5 องศาเซลเซียส อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย 33.3 องศาเซลเซียส ส่วนอุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ย คือ 24.8 องศาเซลเซียส อุณหภูมิสูงที่สุดที่เคยตรวจวัดได้ 40.5 องศาเซลเซียส ที่สถานีอุตุนิยมวิทยาสัตหีบ เมื่อวันที่ 10 เมษายน 2495 และวันที่ 2 พฤษภาคม 2495 และอุณหภูมิต่ำที่สุดที่เคยตรวจวัดได้ 9.9 องศาเซลเซียส ที่สถานีอุตุนิยมวิทยาชลบุรี เมื่อวันที่ 12 มกราคม 2498

จังหวัดจันทบุรี เป็นจังหวัดในภาคตะวันออก ตั้งอยู่ชายฝั่งทะเลด้านทิศตะวันออกของอ่าวไทย ประมาณละติจูดที่ 12° 37' เหนือ ลองจิจูด 102° 07' ตะวันออก อยู่ห่างจากกรุงเทพมหานครเป็นระยะทางประมาณ 239 กิโลเมตร มีเนื้อที่ประมาณ 6,338 ตารางกิโลเมตร ลักษณะอากาศทั่วไปจังหวัดจันทบุรีอยู่ภายใต้อิทธิพลของมรสุมที่พัดเวียนประจำฤดูกาล 2 ชนิด คือ มรสุมตะวันออกเฉียงเหนือที่พัดปกคลุมในช่วงฤดูหนาวตั้งแต่ประมาณกลางเดือนตุลาคมถึงกลางเดือนกุมภาพันธ์ ซึ่งจะนำความความเย็นมาสู่จังหวัด และมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ที่พัดปกคลุมในช่วงฤดูฝนประมาณกลางเดือนพฤษภาคมถึงกลางเดือนตุลาคม จากลักษณะภูมิประเทศที่มีชายฝั่งทะเลและมีเทือกเขาอยู่ใกล้ทะเลด้านที่เปิดรับมรสุมตะวันตกเฉียงใต้จากอ่าวไทยอย่างเต็มที่จึงทำให้ฝนตกมากตามแนวภูเขาและชายฝั่งทะเล โดยจังหวัดจันทบุรีมีฝนตกชุกตั้งแต่เดือนมิถุนายนเป็นต้นไปจนถึงเดือนกันยายน อุณหภูมิจังหวัดจันทบุรีเป็นจังหวัดที่อยู่ใกล้เขตชายฝั่งทะเลจึงได้รับอิทธิพลจากลมทะเล ทำให้อากาศไม่ร้อนจัดนักในฤดูร้อนและฤดูหนาวอากาศก็ไม่หนาวจัด อุณหภูมิเฉลี่ยตลอดทั้งปีไม่ค่อยเปลี่ยนแปลงมากนัก โดยมีอุณหภูมิเฉลี่ยตลอดปี 27.4 องศาเซลเซียส อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย 32.2 องศาเซลเซียส อุณหภูมิสูงที่สุดที่เคยตรวจวัดได้ 38.8 องศาเซลเซียส เมื่อวันที่ 9 เมษายน 2542 ส่วนอุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ย 23.8 องศาเซลเซียส อุณหภูมิต่ำที่สุดที่เคยตรวจวัดได้ 8.9 องศาเซลเซียส เมื่อวันที่ 16 ธันวาคม 2497

3. ผลการวิเคราะห์สภาพที่ตั้ง ท่าเลที่ตั้ง และการเดินทางเข้าถึงมหาวิทยาลัย

เขตพื้นที่บางพระ จังหวัดชลบุรี สามารถเดินทางได้ด้วย 1) ทางรถยนต์ใช้ถนนหมายเลข 3144 เชื่อมระหว่างถนนสุขุมวิทช่วงตลาดหนองมน กับอ่างเก็บน้ำบางพระและเชื่อมกับทางหลวงมอเตอร์เวย์ กรุงเทพ-ชลบุรี ได้ ถนนหมายเลข 3144 นี้ผ่านด้านหน้ามหาวิทยาลัยเป็นถนนขนาด 4 เลน ถึงแม้ว่าจะสะดวกสบายในการเดินทางแต่การที่ถนนตัดผ่านกลางที่ของมหาวิทยาลัยทำให้เป็นจุดอ่อนด้านความปลอดภัยและการเชื่อมต่อในการบริหารการใช้พื้นที่และสาธารณูปโภคของมหาวิทยาลัย 2) ทางรถไฟ มีทางรถไฟผ่านด้านหลังมหาวิทยาลัยมีสถานีบางพระ ทางสายนี้ในอนาคตจะได้รับการพัฒนาเป็นรถไฟความเร็วสูงและมีระบบ feeder ผ่านที่บางพระ ข้อดีของระบบรางเป็นระบบขนส่งที่มีประสิทธิภาพสูง ดังนั้นมหาวิทยาลัยต้องเตรียมแผนแม่บทเพื่อรองรับการเชื่อมต่อตรงจุดนี้ในอนาคตทั้งการลงทุน การพัฒนาสิ่งอำนวยความสะดวก การดูแลผลประโยชน์ของมหาวิทยาลัยในอนาคต

วิทยาเขตจันทบุรี จังหวัดจันทบุรี สามารถเดินทางได้ด้วยทางรถยนต์โดยใช้ถนนหมายเลข 3249 เป็นถนนขนาด 4 เลน ที่การเดินทางที่สะดวกแต่มีอันตรายต่อการเข้าออก และการเดินทางเชื่อมโยงพื้นที่ทั้ง 2 ฝั่งของมหาวิทยาลัย

อภิปรายผล

การวิจัยนี้เป็นการศึกษาแนวทางการปรับปรุงรูปแบบทางกายภาพของมหาวิทยาลัยเพื่อความเหมาะสมต่อการจัดการศึกษายุคพลวัต เพื่อพัฒนาผังแม่บทมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออกอย่างยั่งยืนเป็นโครงการวิจัยเพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืนของมหาวิทยาลัย แก้ปัญหาการเกิดภัยคุกคาม (disruption) และคุณภาพด้านการศึกษาของสถาบันอุดมศึกษา เป็นการดัดศักยภาพ ทรัพยากร จุดแข็งด้านที่ตั้งของมหาวิทยาลัยที่อยู่ในพื้นที่โครงการเขตพัฒนาพิเศษภาคตะวันออก (อีอีซี) ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของรัฐธรรมนูญแห่งราชอาณาจักรไทย กำหนดให้มี "ยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี" เป็นยุทธศาสตร์ในการพัฒนาประเทศในระยะยาว โดยมีวัตถุประสงค์ เพื่อยกระดับคุณภาพของประเทศในทุกภาคส่วน และพัฒนาประเทศไทย ไปสู่การเป็นประเทศที่มีรายได้สูง อยู่ในกลุ่มประเทศพัฒนาแล้ว และนโยบาย Thailand 4.0 จะช่วยยกระดับขีดความสามารถในการแข่งขัน ของภาคการผลิตและภาคบริการ บนฐานของเทคโนโลยีสมัยใหม่และนวัตกรรม โดยเน้นการพัฒนาใน 12 อุตสาหกรรมเป้าหมาย นับเป็นโอกาสที่ดีในการปรับภาพลักษณ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออกให้ทันสมัย

การวิจัยและพัฒนาในโครงการนี้เป็นการออกแบบสร้างผังแม่บทเพื่อเป็นแนวทางให้ผู้บริหารมหาวิทยาลัยนำผังแม่บทไปประยุกต์ใช้งาน (implement) เพื่อแก้ปัญหาต่างๆ สร้างความเข้มแข็งทางวิชาการ และสร้างรายได้ มหาวิทยาลัยสามารถเลี้ยงตัวเองได้ลดสัดส่วนในการพึ่งพางบประมาณจากภาครัฐ ในขณะเดียวกันการเพิ่มความเข้มแข็งทางวิชาการ การวิจัย และการบริการทางวิชาการ ควบคู่กับการพัฒนาทางกายภาพของมหาวิทยาลัยตามโครงการนี้ สามารถพัฒนาให้มหาวิทยาลัยมีความเชี่ยวชาญเพื่อรับงานวิจัยที่เป็นโจทย์ของประเทศได้ตามนโยบายการพัฒนาการจัดการศึกษาระดับอุดมศึกษาของกระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม นอกจากนี้ปัจจัยต่างๆ ข้างต้นแล้ว งานวิจัยนี้ได้พิจารณาปัจจัยทางด้านภูมิประเทศและภูมิอากาศของมหาวิทยาลัย เพื่อสร้างคุณภาพชีวิตที่ดีขึ้นให้กับนักศึกษา คณาจารย์ บุคลากร และผู้คนที่เข้ามาใช้งานในมหาวิทยาลัย

ภูมิอากาศเป็นองค์ประกอบที่สำคัญที่กำหนดทิศทางการออกแบบทั้งเขตพื้นที่บางพระ และเขตพื้นที่จันทบุรี ซึ่งทั้ง 2 เขตพื้นที่ที่มีภูมิอากาศแบบร้อนชื้นมีฝนตกชุก ในการออกแบบผังแม่บทนี้ปัจจัยที่สำคัญกับคุณภาพชีวิต ในกรณีไม่ปรับอากาศผู้ใช้งานในมหาวิทยาลัย จะต้องปรุงแต่งสภาพแวดล้อมที่สร้างความร่มรื่น ร่มเย็น ส่วนทางเดินเชื่อมอาคารต้องสามารถกันแดดกันฝนใช้งานได้อย่างปลอดภัยและสะดวกสบาย ไม่ร้อน ส่วนกรณีพื้นที่ที่ต้องการการควบคุมสภาพแวดล้อมสูงด้วยระบบปรับอากาศจะต้องเป็นอาคารที่ประหยัดพลังงานในระดับ ZEB ของกระทรวงพลังงาน

สรุปผลการวิจัยและพัฒนาผังแม่บทของโครงการนี้ คือ การแบ่งโซนออกเป็น 2 โซนหลัก คือ 1) โซนการศึกษาและสิ่งสนับสนุนการศึกษา เน้นการรวมศูนย์ของห้องเรียนและใช้ทางเดินลอยฟ้าเป็นองค์ประกอบสำคัญในการบูรณาการประสานระบบภายในมหาวิทยาลัย และ2) โซนธุรกิจและพาณิชยกรรมที่เกี่ยวข้องและสนับสนุนการศึกษา ที่เปิดโอกาสให้แหล่งทุนภายนอกสามารถร่วมลงทุนกับมหาวิทยาลัยได้ ผลที่ได้รับจากการพัฒนาผังแม่บทนี้ ประกอบด้วย

1. ทำให้การเรียนการสอน มีความคล่องตัวขึ้น โดยการรวมศูนย์การศึกษาและสิ่งสนับสนุนการศึกษาแบบบูรณาการ สามารถเดินติดต่อได้ในเวลาไม่เกิน 15 นาที โดยไม่ต้องโดนแดดโดนฝน
2. งานวิจัยมีประสิทธิภาพสูงขึ้น จัดพื้นที่โดยรอบพื้นที่ห้องเรียนหลัก ให้เป็นพื้นที่งานวิจัยและห้องปฏิบัติการ สำหรับงานวิจัยที่สามารถสร้างรายได้ให้กับมหาวิทยาลัยและเลี้ยงตัวเองได้
3. มีโซนหารายได้ โดยจัดโซนธุรกิจและพาณิชยกรรมที่เกี่ยวข้องและสนับสนุนการศึกษา ที่เปิดโอกาสให้แหล่งทุนภายนอกสามารถร่วมลงทุนกับมหาวิทยาลัยได้

4. มีบรรยากาศน่าเรียน มีนักศึกษาเพิ่ม ด้วยการสร้างบรรยากาศทางกายภาพที่สนับสนุนไปพร้อมกับแผนพัฒนามหาวิทยาลัย ที่มุ่งให้เกิด RMUTTO Excellence เป็นมหาวิทยาลัยที่พัฒนาแล้ว ด้วยการพัฒนาตามหลักธรรมาภิบาลที่นำมาใช้ในการบริหารมหาวิทยาลัยให้ครบทุกมิติ เพื่อสร้างความสุขให้กับบุคลากรของมหาวิทยาลัยทุกคน

5. ผู้เรียน อาจารย์ บุคลากร มีคุณภาพชีวิตที่ดีขึ้น โดยมีค่าครองชีพลดลง ด้วยกรออกแบบผังแม่บทที่ปรับปรุงสภาพแวดล้อมและอาคารที่ใช้ปัจจัยธรรมชาติสภาพภูมิประเทศภูมิอากาศ เพิ่มคุณภาพชีวิตที่ดีของมหาวิทยาลัย

6. การบริหารงานมีประสิทธิภาพ ลดค่าใช้จ่าย ลดการใช้พลังงาน ด้วยการออกแบบวางผังระบบสาธารณูปโภคแบบยั่งยืนสรับโลกยุคใหม่

ข้อเสนอแนะจากงานวิจัย

ผลที่ได้จากการวิจัยนี้เป็นการแก้ปัญหาภัยคุกคาม แก่ปัญหาคุณภาพการศึกษาในระดับอุดมศึกษา ตอบโจทย์และนโยบายยุทธศาสตร์ประเทศไทย พัฒนาคุณภาพการศึกษา การวิจัย ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออกตามแผนแม่บทที่กำหนดไว้ และตอบสนองนโยบายรูปแบบการศึกษาแบบใหม่ของกระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม เป็นโครงการที่เน้นการปรุงแต่งสภาพแวดล้อมที่เหมาะสม ลดการใช้พลังงาน ออกแบบประสานระบบ ลดค่าใช้จ่ายในการบริหารส่วนกลาง เพิ่มโอกาสในการหาแหล่งทุนภายนอก สร้างรายได้เลี้ยงตัวมหาวิทยาลัย นับเป็นโครงการต้นแบบของการพัฒนามหาวิทยาลัยที่ยั่งยืนอย่างแท้จริงในทุกมิติ

บรรณานุกรม

สุธีวัน โล่ห์สุวรรณ. การพัฒนาดัชนีสำหรับการประเมินประสิทธิภาพด้านพลังงานของกรอบอาคาร.

วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ, ภาควิชาสถาปัตยกรรมศาสตร์ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2544.

สุนทร บุญญาธิการ. นวัตกรรมการใช้กระจกสำหรับเมืองร้อนชื้น. กรุงเทพฯ: คูลพรีนท์, 2551.

สุนทร บุญญาธิการ. การประยุกต์ใช้แสงธรรมชาติในอาคาร, อาษา ฉบับเดือนมิถุนายน. กรุงเทพฯ: สมาคมสถาปนิกสยาม ในพระบรมราชูปถัมภ์, 2541.

สุนทร บุญญาธิการ. การปฏิบัติกระบวนการออกแบบสู่โลกสถาปัตยกรรมยุคใหม่. ใน สันติ ฉันทวิลาสวงศ์ (บรรณาธิการ), สารศาสตร์: การประชุมวิชาการประจำปีสถาปัตยกรรมและศาสตร์เกี่ยวเนื่อง ครั้งที่ 9, หน้า 1-20. กรุงเทพฯ: คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2549.

สุนทร บุญญาธิการ. ศาสตราจารย์ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, ผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบ. สัมภาษณ์, กันยายน 2549.

สุนทร บุญญาธิการ. บ้านชีวาทิตย์ บ้านพลังงานแสงอาทิตย์ เพื่อคุณภาพชีวิตผลิตพลังงาน. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2547.

สุนทร บุญญาธิการ. การออกแบบประสานระบบ มหาวิทยาลัยชินวัตร. กรุงเทพฯ: จีเอ็ม แม็ก มีเดีย, 2545.

สุนทร บุญญาธิการ. **เทคนิคการออกแบบบ้านประหยัดพลังงานเพื่อคุณภาพชีวิตที่ดีกว่า**. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2542.

America Society of Heating, Refrigeration and Air Condition Engineering. **2001 ASHRAE Fundamentals Handbook IP Edition**. Atlanta Georgia: (n.p.), 2001.

America Society of Heating, Refrigeration and Air Condition Engineering. **1993 ASHRAE Fundamentals Handbook SI Edition**. Atlanta Georgia: ASHRAE, 1993.

Barron, M. **Auditorium Acoustics and Architectural Design**. London: E&FN spon, and imprint of Chapman & Hall, 1993.

Boonyatikarn, S. **A method for developing energy budgets and energy design guidelines for institutional buildings**. Doctoral Dissertation, Architecture, University of Michigan, 1982.

Egan, M. D. and Olgyay, V. W. **Architectural lighting**. Boston: McGraw-Hill, 2002.

Egan, M. D. **Concepts in architectural acoustic**. New York: McGraw-Hill, 1972.

Egan, M. D. **Concepts in architectural lighting**. New York: McGraw-Hill, 1983.

Fanger, P. O. **Thermal comfort: analysis and applications in environmental engineering**. New York: McGraw-Hill, 1970.

Flynn, J. E., Segil, A. W. and Steffy, G. R. **Architectural Interior Systems Lighting Acoustics Air Conditioning**. 2nded. New York: Van Nostrand Reinhold, 1988.

Illuminating Engineering Society of North America. **IESNA Lighting Handbook**. 9thed. New York: Publication Department IESNA, 2000.

Olgyay, V. **Design with Climate Bioclimatic Approach to Architectural Regionalism**. 4thed. New Jersey: Princeton University Press, 1973.

Robinette, G. O. **Landscape Planning for Energy Conservation**. Virginia: Environmental Design Press, 1977.

Stein, B., Reynolds, J. S. and McGuiness, W. J. **Mechanical and Electrical Equipment for Buildings**. 7thed. New York: John Wiley & Sons, 1986.

Stein, B. and Reynolds, J. S. **Mechanical and electrical equipment for Buildings**. 9thed. New York: John Wiley & Sons, 2000.