

โครงการมหาวิทยาลัยเขียวสะอาด

Green & Clean Campus

ศาสตราจารย์ ดร.ตรึงใจ บุรณสมภพ และคณะ

คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยศิลปากร

บทคัดย่อ

โครงการศึกษาและออกแบบมหาวิทยาลัยประหยัดพลังงาน โดยใช้สถานที่มหาวิทยาลัยศิลปากร วิทยาเขตเพชรบุรี ซึ่งเป็นวิทยาเขตใหม่ โดยมีวัตถุประสงค์หลัก 4 ประการคือ

1. เพื่อให้เป็นมหาวิทยาลัยตัวอย่างในการอนุรักษ์พลังงานและรักษาสภาพแวดล้อม โดยลดการใช้ยานพาหนะที่ต้องใช้น้ำมัน และก๊าซสำหรับการสัญจรภายในมหาวิทยาลัย ด้วยการจัดการใช้ที่ดินและการจัดวางกลุ่มอาคารที่ร่นระยะการสัญจร
2. ทำการศึกษาและออกแบบภูมิทัศน์ ปรับปรุงสภาพพื้นที่ภายในมหาวิทยาลัย สามารถลดอุณหภูมิอากาศภายในมหาวิทยาลัย ให้ต่ำกว่าอุณหภูมิอากาศภายนอก
3. ทำการศึกษาและออกแบบอาคารสาริตการประหยัดพลังงาน ให้เป็นอาคารตัวอย่างที่เหมาะสมสอดคล้องกับสภาพแวดล้อม
4. ศึกษาการใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสมและพลังงานหมุนเวียน เช่น การใช้แสงและลมธรรมชาติ การบำบัดน้ำเสียรวมด้วยบ่อฝังและน้ำที่สะอาดแล้วมาใช้รดต้นไม้ การนำขยะและใบไม้แห้งมาทำปุ๋ย เป็นต้น

จากการศึกษานี้ เมื่อได้คำนวณเปรียบเทียบด้านเศรษฐศาสตร์ระหว่างการใช้รถยนต์กับจักรยานโดยถือจำนวนนักศึกษาที่บุคลากรสูงสุดในอนาคต 10,000 คน ใช้รถยนต์ 2,500 คัน ถ้าใช้จักรยาน 10,000 คัน สามารถประหยัดค่าน้ำมันได้ 10,950,000 บาท/ปี FIRR 16.32% EIRR 37.45 % สามารถคืนทุนได้ภายใน 3.76 ปี และจากการคำนวณการใช้อาคารตลอดทั้งปี สามารถประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้ 50 Kw/ชม./ตร.ม./ปี คิดเป็นเงินค่าไฟฟ้า 1,440,000 บาท สามารถคืนทุนได้ภายใน 20 ปี

Abstract

A study is mounted to find solutions for minimizing energy consumption within a university campus, and to design its master plan and an energy conservation demonstration building.

There are four main purposes to the study. First is to use Silpakorn University's Petchburi Campus as a model for an energy conscious campus and environmental conservation by studying and designing to the master plan and restricting vehicles to those using gasoline and gas on campus. Second is to study and design the landscape to help reduce temperature around the campus. The third is to make a study and design an energy conservation demonstration building. The use of natural lighting and natural ventilation combined with mechanical means are exposed. Finally, the use of appropriate technology on the campus such as waste water treatment by bio - ponds, recycling water and producing fertilizer from leaves and garbage.

โครงการมหาวิทยาลัยเขียวสะอาดเป็นโครงการศึกษาอิทธิพลของสภาพแวดล้อม ในที่ตั้งของมหาวิทยาลัย และสภาพแวดล้อมโดยรอบอาคารเพื่อนำผลการศึกษาวิเคราะห์และออกแบบผังแม่บทที่ประหยัดพลังงาน รวมทั้งออกแบบอาคารอนุรักษ์พลังงาน โครงการนี้ได้รับการสนับสนุนทุนวิจัยจากกองทุน เพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน สำนักงานคณะกรรมการนโยบายพลังงานแห่งชาติ

พื้นที่ศึกษาต่อมหาวิทยาลัยศิลปากร วิทยาเขตเพชรบุรี ซึ่งเป็นวิทยาเขตที่ 3 และเป็นวิทยาเขตใหม่ของมหาวิทยาลัยการออกแบบโดยที่มีการศึกษาค้นคว้าวิจัยนี้จะเป็นแนวทางที่สามารถนำไปปฏิบัติจริงได้ อันอำนวยการประโยชน์ให้กับมหาวิทยาลัยและประเทศชาติ

1. หลักการและเหตุผล

เป็นที่ทราบกันว่าพลังงานเป็นทรัพยากรธรรมชาติของโลก การนำพลังงานฟอสซิลในพิภพที่มีอยู่จำกัดมาใช้ เช่น น้ำมัน ก๊าซ ถ่านหิน เป็นต้น ก่อให้เกิดภาวะเรือนกระจกและมลพิษขึ้นได้ อีกทั้งในอนาคตพลังงานฟอสซิลดังกล่าวมีแนวโน้มจะหมดไปจากโลก จึงถึงเวลาที่มนุษยโลกจะต้องหันมาใช้พลังงานในรูปอื่นที่มีอยู่ในธรรมชาติอย่างไม่จำกัด ซึ่งเป็นพลังงานหมุนเวียน อันได้แก่ พลังงานลม พลังงานแสงอาทิตย์และน้ำ สามารถนำมาเป็นพลังงานใช้สำหรับให้แสงสว่าง การลดอุณหภูมิและความร้อนในอาคาร อันจะทำให้ประหยัดและลดการเผาพลังงานฟอสซิลที่ก่อให้เกิดมลภาวะต่างๆ อิทธิพลของสภาพแวดล้อมทางธรรมชาติมีผลต่ออุณหภูมิและความร้อนในอาคาร และสภาพแวดล้อมของที่ตั้งอาคารก็มีผลต่ออุณหภูมิและความชื้นภายในอาคาร ลักษณะภูมิอากาศบริเวณอาคาร (Micro-Climature) และลักษณะภูมิประเทศที่ตั้งอาคารรวมทั้งพืชพรรณไม้รอบอาคาร ล้วนมีผลกับอุณหภูมิและสภาพความสบายของผู้อยู่อาศัยภายในอาคารทั้งสิ้น ซึ่งภูมิอากาศบริเวณอาคาร (Micro-Climature) นี้สามารถปรับแต่งได้ด้วยฝีมือมนุษย์

องค์ประกอบของสภาพแวดล้อมโดยรอบอาคารที่มีผลต่ออุณหภูมิบริเวณอาคาร (Thermal Environment) และยังผลให้อุณหภูมิบริเวณรอบอาคารลดลง ได้แก่ ต้นไม้และพืชปกคลุมดิน ความลาดเอียงของพื้นดิน (Land Sloping) และน้ำ ส่วนตัวแปรที่มีผลทำให้อุณหภูมิอากาศสูงขึ้น คือผิวคอนกรีตและพื้นผิวแข็ง (Hardscape) อื่นๆ ที่สะท้อนรังสีดวงอาทิตย์และเก็บสะสมความร้อนสูงในขณะเดียวกัน

ภูมิอากาศโดยทั่วไปในเมืองไทย มีลักษณะที่ก่อผลให้สิ่งมีชีวิตสามารถอยู่ร่วมกับธรรมชาติได้ทุกฤดูกาล หน้าหนาวไม่หนาวมาก ไม่มีหิมะ ไม่มีพายุ หน้าร้อนไม่ร้อนมากจนร้าว

กายทนไม่ไหว แต่การออกแบบสถาปัตยกรรมและสิ่งแวดล้อมเรากลับไปตามอย่างประเทศที่มีภูมิอากาศถึงขั้นวิกฤต ตัวอย่างเช่นการวางผังชุมชน หากเราได้ออกแบบวางผังให้มีต้นไม้ใหญ่เขียวร่มเงาบังแดดให้กับถนนและทางเดินเท้าโดยตลอด มีหลังคาคลุมทางเดินกันฝน เราจะสามารถติดต่อถึงกันได้โดยการเดินเท้าหรือขี่จักรยาน โดยไม่ต้องใช้รถยนต์วิ่งบนถนนหรือพื้นแข็งซึ่งเพิ่มความร้อนให้กับอากาศเพิ่มมลภาวะให้กับสิ่งแวดล้อมจากการใช้พลังงานในการขับเคลื่อนและเสียค่าใช้จ่ายสูงขึ้นในการก่อสร้างและบำรุงรักษามหาวิทยาลัยเป็นชุมชนทางการศึกษา ซึ่งประกอบด้วยคนที่ต้องใช้พลังงานเป็นจำนวนมาก หากได้มีการศึกษาถึงวิธีการการใช้พลังงานที่มีอยู่อย่างจำกัดแล้ว จะทำให้สามารถช่วยรักษาสภาพแวดล้อมให้สะอาดปราศจากมลภาวะ ดังนั้นเพื่อเป็นการส่งเสริมการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมโลกทั้งทรัพยากรธรรมชาติและพลังงานและการนำธรรมชาติ และเทคโนโลยีมาใช้ในการออกแบบที่เหมาะสมกับการอนุรักษ์ (Green and Clean Concepts of Planning and Land Uses) ผู้ศึกษาวิจัยจึงกำหนดแผนงานกรณีศึกษาด้านการอนุรักษ์พลังงาน 2 แผนงานประกอบด้วย

1. แผนงานการศึกษาและการออกแบบผังแม่บท (Master Plan Design)

กรณีศึกษา : การออกแบบวางผังแม่บทมหาวิทยาลัยศิลปากร วิทยาเขตเพชรบุรี ตำบลห้วยทรายเหนือ อำเภอชะอำ จังหวัดเพชรบุรี

2. แผนงานการศึกษาและการออกแบบอาคารประหยัดพลังงาน

กรณีศึกษา : อาคารศูนย์วิจัยสาขิตและการอนุรักษ์พลังงาน มหาวิทยาลัยศิลปากร วิทยาเขตเพชรบุรี ตำบลห้วยทรายเหนือ อำเภอชะอำ จังหวัดเพชรบุรี

2.วัตถุประสงค์ของโครงการ

2.1 เพื่อให้มหาวิทยาลัยศิลปากร วิทยาเขตเพชรบุรีเป็นมหาวิทยาลัยตัวอย่างในการประหยัดพลังงานและรักษาสภาพแวดล้อม (Green and Clean Campus) โดยลดการใช้ยานพาหนะประเภทรถยนต์ที่ต้องใช้น้ำมันและก๊าซสำหรับการสัญจรภายในมหาวิทยาลัย โดยการจัดผังการใช้ที่ดินและการจัดวางกลุ่มอาคารที่ร่นระยะทางสัญจร

2.2 เพื่อทำการปรับปรุงสภาพพื้นที่ภายในมหาวิทยาลัยให้มีความร่มเย็นด้วยการจัดภูมิสถาปัตยกรรมที่สามารถสร้างลมฟ้าอากาศในพื้นที่ (Micro-Climature) ให้อุณหภูมิและความร้อนของอากาศภายในบริเวณที่ตั้งมหาวิทยาลัยต่ำกว่าอุณหภูมิและความร้อนของอากาศภายนอกมหาวิทยาลัย



ภาพที่ 1 ภาพจำลองแสดงลักษณะทางเดินเท้าและทางจักรยาน



ภาพที่ 2 ภาพจำลองสภาพแวดล้อมภายในสถานที่โครงการ

2.3 เพื่อศึกษาและทำการออกแบบอาคารประหยัดพลังงาน ให้เป็นตัวอย่างที่เหมาะสมสอดคล้องกับสภาพองค์ประกอบ แวดล้อมทางกายภาพของประเทศไทย

2.4 เพื่อศึกษาประยุกต์ใช้เทคโนโลยีกับพลังงาน ที่มีอยู่ใน ธรรมชาติแทนการใช้พลังงานไฟฟ้า เช่น พลังงานแสงแดด

พลังงานลม การใช้พืชในการบำบัดน้ำเสีย เป็นต้น นอกจากนี้ เพื่อศึกษาประยุกต์ใช้เทคโนโลยีในการนำพลังงานที่ใช้อยู่แล้ว กลับมาใช้ประโยชน์อีกครั้งหนึ่ง เช่น การนำมวลชีวภาพมา ผลิตภัณฑ์ธรรมชาติ เป็นต้น

2.5 เพื่อให้เป็นสถานที่สำหรับศึกษาและดูงานของนักศึกษา สาขาสถาปัตยกรรม ภูมิสถาปัตยกรรม ผังเมืองและวิศวกรรม สถาปนิก วิศวกร นักวิทยาศาสตร์ ประชาชนผู้สนใจนักเรียน ชั้นมัธยมปลาย และนักเรียนอาชีวศึกษา

3. เป้าหมายหลักของโครงการ

3.1 เป้าหมายหลักของโครงการด้านงานการศึกษาการออกแบบผังแม่บท (Master Plan) และภูมิสถาปัตยกรรม (Landscape) เพื่อการอนุรักษ์พลังงาน

- การกำหนดรูปแบบ ย่านการใช้ที่ดินและการจัดกลุ่มอาคาร สิ่งปลูกสร้าง โดยคำนึงถึงการเชื่อมระหว่างอาคารภายใน ย่าน และมาตรการการใช้ยานพาหนะภายในพื้นที่โครงการ กล่าวคือระยะห่างระหว่างอาคารประมาณไม่เกิน 1 กิโลเมตร ระยะเวลากการสัญจรการเดินเท้าประมาณ 5 -10 นาที หรือ ประมาณ 3-5 นาทีโดยจักรยาน ลดการใช้พลังงานและความ สึกหรอในยานพาหนะไม่น้อยกว่า 1.50 บาท / กิโลเมตร
- การใช้วัสดุพื้นผิวถนนและทางเดินเท้าที่ต่างกัน เพื่อกระตุ้น กระแสการหมุนเวียนของอากาศในพื้นที่โครงการ ส่งผลทำให้สามารถลดอุณหภูมิประมาณ 2-3 องศาเซลเซียส โดย เปรียบเทียบกับพื้นที่บริเวณข้างเคียง
- การนำภูมิสถาปัตยกรรมแบบอนุรักษ์ธรรมชาติมาใช้ในการ วางผังแม่บท ส่งผลให้ควบคุมความร้อนส่วนเกิน มลภาวะ อากาศ เสียงและฝุ่นละออง
- การใช้มวลชีวภาพในพื้นที่ให้เกิดประโยชน์สูงสุดเพื่อควบคุม ระดับความสมดุลย์ขององค์ประกอบแวดล้อมทางธรรมชาติ

3.2 เป้าหมายหลักของโครงการด้านงานการศึกษาและออกแบบอาคารเพื่ออนุรักษ์พลังงาน (อาคารศูนย์วิจัย และสาธิต การอนุรักษ์พลังงาน)

การออกแบบอาคารให้เป็นสถาปัตยกรรมเพื่อความยั่งยืน (Sustainable Architecture) ด้วยการนำธรรมชาติและเทคโนโลยี มาใช้ในการออกแบบที่เหมาะสมกับการอนุรักษ์ธรรมชาติแวดล้อม โดยมีเป้าหมายหลักให้ดัชนีการใช้พลังงานต่ำกว่าเมื่อ เปรียบเทียบกับอาคารประเภทเดียวกันแล้วไม่น้อยกว่า 20-30 บาท / กิโลวัตต์-ชม. / ตร.ม. ซึ่งมีวิธีการออกแบบโดย

(1) การนำธรรมชาติมาใช้ประโยชน์ในการออกแบบ (Nature Driven Technologies) เป็นการนำเอาสถานะแวดล้อมทาง ธรรมชาติมาใช้ประโยชน์ให้มากที่สุด ทั้งทางตรงและทาง อ้อม หากจำเป็นต้องใช้เทคโนโลยีเครื่องกลในการออกแบบ ก็ให้ใช้น้อยที่สุด

(2) การออกแบบอาคารด้านวิศวกรรมที่ใช้พลังงานต่ำ

4. ขอบเขตและวิธีการดำเนินงานโครงการ

4.1 ขอบเขตการดำเนินงานประกอบด้วย

- 1.การรวบรวมข้อมูลสภาพภูมิอากาศจากทางเอกสาร
- 2.การวัดค่าภูมิอากาศและการทดสอบค่าต่าง ๆ ด้วยเครื่องมือ
- 3.งานสำรวจสภาพจริงของพื้นที่ตั้งโครงการ
- 4.การวิเคราะห์และสังเคราะห์ข้อมูล
- 5.การออกแบบผังแม่บท ภูมิสถาปัตยกรรม และอาคารสาธิต และอนุรักษ์พลังงาน
- 6.การทดสอบเพื่อสนับสนุนแนวคิดในการออกแบบ
- 7.การสรุปผลและประเมินผลโครงการ

4.2 วิธีการดำเนินงาน

- 1.งานสำรวจสถานที่ด้านกายภาพดูความลาดเอียงของระดับ ดินด้วยการรังวัดด้วยเครื่องวัดที่ไอดีไลท์
- 2.งานสำรวจสภาพแวดล้อมที่ตั้งโครงการด้วยการบันทึกและ ถ่ายภาพ
- 3.งานวิเคราะห์คุณภาพดินและน้ำด้วยการวัดค่าและการทดสอบ
- 4.งานรวบรวมสภาพภูมิอากาศจากรายงานการสำรวจของสถานี อุตุณิยมวิทยาหัวหิน ซึ่งอยู่ใกล้เคียง และจากการวัดและการ ทดสอบด้วยเครื่องมือเช่น ไพราโนมิเตอร์ โฟลมิชวลไลเซอร์ แอพพาราตัส ไฮโดรมิเตอร์ และลักซ์มิเตอร์ เป็นต้น

5. สรุปผลการสำรวจและการวิเคราะห์

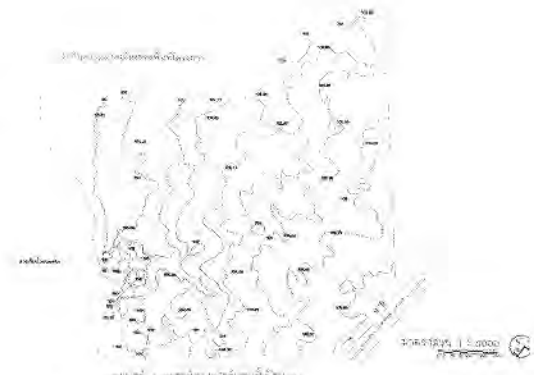
พื้นที่ตั้ง

พื้นที่ตั้งของมหาวิทยาลัยมีความเอียงลาดเล็กน้อยจากด้าน ทิศตะวันออกไปทางทิศตะวันตก โดยมีความสูงของระดับ พื้นดินต่างกันประมาณ 4.50 เมตร ลักษณะดินเป็นดินปน ทราย ไม่มีต้นไม้ใหญ่ในพื้นที่ดิน มีอ่างเก็บน้ำใหญ่ประมาณ สองเท่าของพื้นที่ดินอยู่ริมที่ด้านทิศตะวันตก มีภูเขาเตี้ยๆ โดยรอบไม่ไกลออกไปจากที่ตั้งมากนัก ซึ่งทำให้เกิดผลทาง ด้านอุณหภูมิของอากาศ คือในเวลากลางวันอากาศร้อนจาก บนภูเขาลอยตัวสูงขึ้น อากาศเย็นซึ่งจะเคลื่อนเข้าไปแทนที่ ก็จะพัดผ่านพื้นที่ตั้ง ในเวลากลางคืนอากาศเย็นบนยอดเขา ซึ่งเย็นกว่าบนพื้นที่ราบก็จะไหลผ่านลงมาแทนที่อากาศร้อน บนพื้นที่ตั้งซึ่งลอยสูงขึ้น ทำให้อุณหภูมิอากาศในพื้นที่ตั้ง ของมหาวิทยาลัยต่ำกว่าพื้นที่ในอำเภอชะอำโดยทั่วไป

บริเวณพื้นที่ดินโดยรอบของพื้นที่ตั้งมีความเอียงลาดเล็กน้อย เช่นเดียวกัน พื้นที่ส่วนใหญ่เป็นพื้นที่ว่างอันประกอบด้วยหมู่ สัตว์นานาชนิด เช่น นก ปลา และสัตว์เลื้อยคลาน มีอาคาร และสิ่งก่อสร้างสูงไม่เกิน 3 ชั้น อยู่บ้าง



ภาพที่ 3 แผนที่จังหวัดเพชรบุรี แสดงที่ตั้งมหาวิทยาลัยศิลปากร วิทยาเขตเพชรบุรี ตำบลห้วยทรายเหนือ อำเภอชะอำ



ภาพที่ 4 แผนภาพแสดงระดับความลาดเอียงของพื้นที่ภายใต้โครงการ



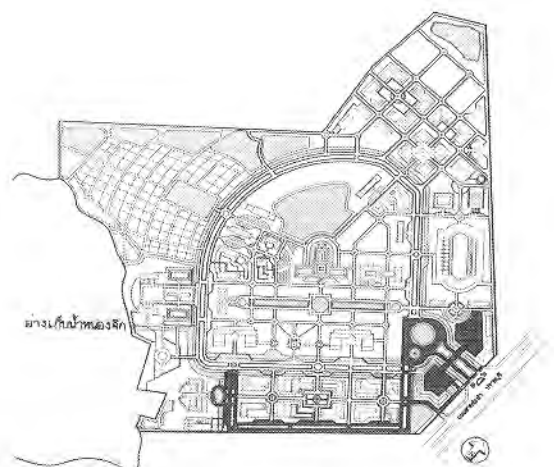
ภาพที่ 5 ถนนสาธารณะเดิมบริเวณโครงการ



ภาพที่ 6 ทศนัยภาพอ่างเก็บน้ำหนองจิกติดพื้นที่ด้านหลังโครงการ



ภาพที่ 7 แนวความคิดการกำหนดระดับศักยภาพพื้นที่ผังแม่บท



ภาพที่ 8 ผังแม่บทบริเวณที่รถยนต์เข้าถึง (บริเวณสี่แยก)

สภาพลมฟ้าอากาศ

จากข้อมูลกรมอุตุนิยมวิทยา ณ สถานีหัวหินในปี พ.ศ. 2533 - 2543 และจากการวัดด้วยเครื่องมือระหว่างเดือนสิงหาคม 2544 ถึงเดือนกรกฎาคม 2545 สรุปผลสภาพลมฟ้าอากาศได้ดังนี้

- อุณหภูมิเฉลี่ยในแต่ละปี 26.2 องศาเซลเซียส - 29.5 องศาเซลเซียส อุณหภูมิเฉลี่ยต่ำสุดอยู่ในเดือนมกราคม และอุณหภูมิสูงสุดอยู่ระหว่างเดือนเมษายนและพฤษภาคม
- ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย 67.42 % ในเวลากลางวัน และ 79.82 % ในเวลากลางคืน
- ทิศทางลมจากทิศตะวันตก ตะวันตกเฉียงใต้ ทิศใต้และตะวันออกเฉียงใต้
- แรงลมระหว่างเวลากลางวัน 1.75 เมตร / วินาที เวลากลางคืน 0.45 เมตร / วินาที
- สภาพระนาบสบาย (Comfort Zone) อยู่ระหว่างเดือนมีนาคม ถึงเดือนตุลาคม ทั้งในช่วงเวลากลางวันและกลางคืน ในเดือนอื่นๆ จะไม่อยู่ในสภาวะน่าสบาย แต่หากมีแรงลมเพิ่มขึ้นถึง 2 เมตร/วินาที ก็จะทำให้อยู่ในสภาวะน่าสบายได้ ซึ่งจากแนวความคิดในการออกแบบโดยคำนึงถึงสภาวะแวดล้อมดังกล่าวและการใช้ภูมิสถาปัตยกรรมมาช่วยเสริม เราสามารถที่จะสร้างสรรค์ “ สภาวะน่าสบาย ” ได้

สรุปผลการทดลองด้านวัสดุเพื่อนำไปใช้ในการออกแบบอาคาร

จากการทดลองให้ความร้อนจากแสงอาทิตย์ผ่านผนังที่มีวัสดุ 3 แบบ คือผนังอิฐมวลเบา ผนังฉนวนปูน 2 ด้าน ผนังคอนกรีตมวลเบาหนา 15 ซม. ฉนวนปูน 2 ด้าน และผนังไฟเบอร์ซีเมนต์ มีฉนวนตรงกลาง ด้านในของผนังทุกชนิดเป็นแผ่นยิปซัมบอร์ดหนา 9 มม. ทดลองในเดือนตุลาคมเป็นเวลา 3 วัน ผลสรุปที่ได้ ผนังคอนกรีตมวลเบาหนา 15 ซม. จะลดความร้อนที่ไหลผ่านผนังในเวลากลางวันได้ดีกว่าผนังที่ประกอบด้วยวัสดุชนิดอื่น แต่ในเวลากลางคืนผนังไฟเบอร์ซีเมนต์มีฉนวนตรงกลางจะมีอุณหภูมิต่ำกว่าวัสดุชนิดอื่น แต่เนื่องจากอาคารนี้จะใช้งานในช่วงเวลากลางวัน จึงเลือกใช้ผนังคอนกรีตมวลเบา สำหรับช่องแสงและหน้าต่างกระจก เมื่อดูจากค่าสัมประสิทธิ์การป้องกันแดดแล้ว ได้เลือกใช้กระจกตัดแสงสีเขียว

6. แนวคิดหลักด้านการออกแบบวางผังแม่บท

1. แบ่งเขตการใช้ที่ดินให้เขตการศึกษาอยู่ในส่วนกลางล้อมรอบด้วยสิ่งอำนวยความสะดวกแก่การศึกษาและกิจกรรมต่างๆ ได้แก่ เขตกีฬา เขตร้านค้าร้านอาหาร เขตสโมสร ที่พักอาจารย์ และนักศึกษา

2. กำหนดให้การสัญจรภายในโครงการเป็นการสัญจรเบา (Light Transportation) ได้แก่ทางเดินเท้า และทางจักรยาน มีถนนเส้นหลักที่ส่วนกลาง และทางสัญจรติดต่อไปยังเขตต่างๆ สามารถเข้าถึงได้ทุกพื้นที่ด้วยระบบทางที่สั้น (Radial Concentric Form) ถนนสำหรับรถยนต์และที่จอดรถจะอยู่รอบนอกของกลุ่มกิจกรรม และเชื่อมต่อกันภายในด้วยทางเท้าและทางจักรยาน เพื่อป้องกันอุบัติเหตุ ถนนสำหรับรถยนต์และจักรยานจะให้รถวิ่งทางเดียว

3. จัดให้มีลานกิจกรรมกลางหรือพื้นที่ส่วนกลางสำหรับทุกๆ กลุ่มกิจกรรม เพื่อเป็นจุดศูนย์กลางทางสังคม การพักผ่อนและการแลกเปลี่ยนข่าวสารความรู้ต่างๆของชุมชนในมหาวิทยาลัย

4. กลุ่มอาคารให้ยึดถือตามประโยชน์ใช้สอยและความสัมพันธ์ระหว่างอาคารเป็นหลัก โดยคำนึงถึงลำดับในการพัฒนาโครงการ (Phase) ตามแผนพัฒนาทางกายภาพ กรณีที่มีความจำเป็นในการจัดเตรียมไว้หอพักนักศึกษาไม่ควรเพิ่มในเขตมหาวิทยาลัย เนื่องจากจะเพิ่มพื้นที่การบุกรุกพื้นที่ป่าธรรมชาติมากขึ้นและทำให้มหาวิทยาลัยแออัดเกินไป อีกทั้งเพิ่มภาระด้านงบประมาณมากขึ้น ควรสนับสนุนให้เอกชนดำเนินการกิจการหอพักนอกเขตมหาวิทยาลัยแทน ด้วยแนวความคิดนี้ทำให้มีการใช้ที่ดินอย่างมีความหนาแน่นเบาบาง (Low Density)

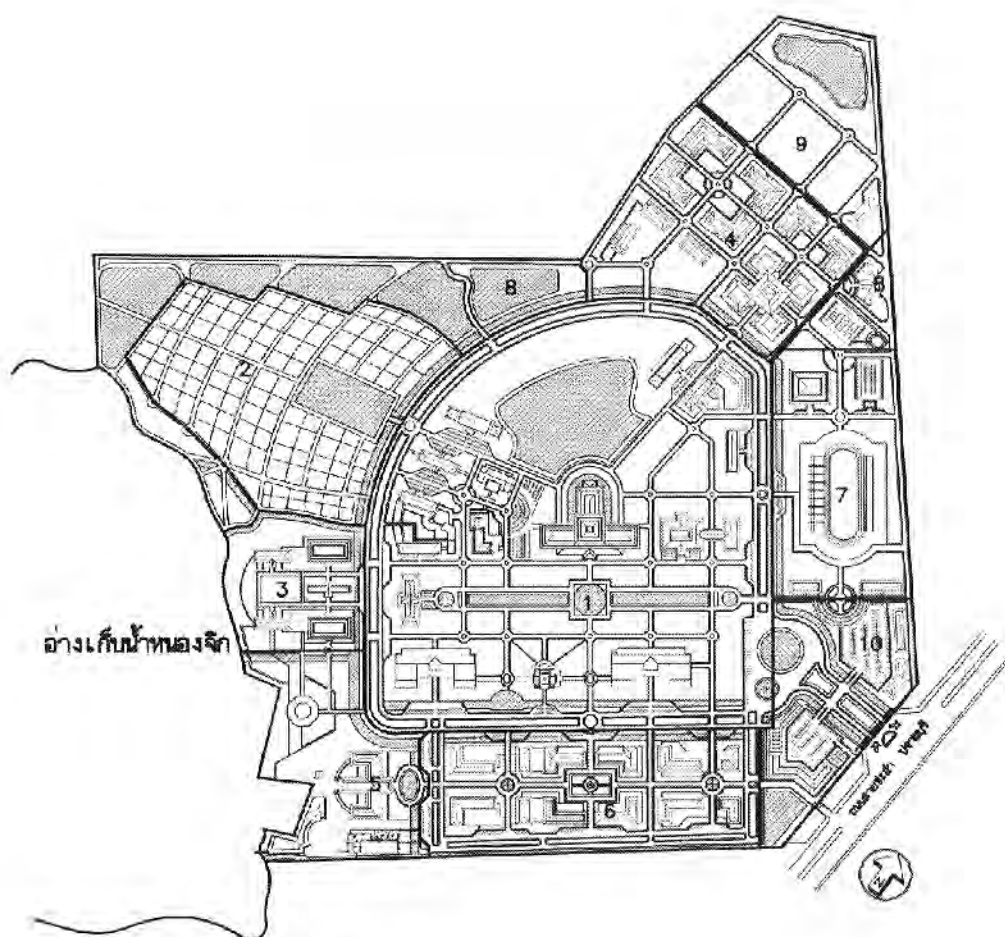
5. เนื่องจากวิทยาเขตเพชรบุรีได้วางแนวความคิดเพื่อให้เป็นมหาวิทยาลัยตัวอย่าง ในการประหยัดพลังงาน การวางผังต้องเตรียมพื้นที่สำหรับการลดการใช้พลังงาน โดยใช้พลังงานธรรมชาติทดแทน (Renewable Energy) และพลังงานหมุนเวียน (Recyclable Energy)

6. จากแนวความคิดเป็นมหาวิทยาลัยสะอาดและเขียวข่ม (Green and Clean Campus) โดยการปลูกต้นไม้ให้ร่มเงาในถนนทุกสายและในวิทยาเขตจะสร้างพื้นที่รองรับสระน้ำเพื่อใช้ประโยชน์ในงานภูมิสถาปัตยกรรม

7. การวางกลุ่มอาคารให้สามารถติดต่อสัญจรภายในแต่ละย่านโดยการเดินเท้าไม่เกิน 10 นาที และความสูงอยู่ระหว่าง 3 - 5 ชั้น เพื่อไม่ให้เกิดการใช้ลิฟท์นอกจากลิฟท์ขนของและสำหรับผู้พิการ

8. การกำหนดที่ตั้งอาคารและทางสัญจรคำนึงถึงความเอียงลาดของพื้นที่ดิน (Contour) ระดับน้ำ ลักษณะดิน ทิศทางลม และการโคจรของดวงอาทิตย์ ด้วยแนวคิดดังกล่าว ในส่วนพื้นที่ลุ่มมีน้ำท่วมถึงจึงออกแบบอาคารบ้านพักให้มีทางสัญจรเป็นสะพานยกลอยในรูปแบบของหมู่บ้านชาวประมง

9. ปลูกต้นไม้ใหญ่ให้ร่มเงากับถนนทุกสายและอาคาร คำนึงถึงบริเวณที่ตั้งของบ่อน้ำบาดาลเสีย การระบายน้ำฝน การติดตั้งระบบไฟฟ้า ประปา และการสื่อสาร



ผังแม่บทการใช้ที่ดิน

- | | |
|-----------------------------------|-----------------------------|
| 1. ส่วนการศึกษาและบริหาร | 6. ส่วนพาณิชยกรรม |
| 2. บ้านพักอาจารย์ (อาคารเดี่ยว) | 7. ส่วนกีฬาและนันทนาการ |
| 3. ส่วนหอพักอาจารย์ (อพาร์ทเมนต์) | 8. ส่วนบริการและสาธารณูปการ |
| 4. ส่วนหอพักนักศึกษา | 9. ส่วนอนุรักษ์และเกษตรกรรม |
| 5. ส่วนอาคารให้บริการ | 10. ส่วนลานจอดรถ |

ภาพที่ 9 ผังแม่บทแสดงการใช้ที่ดิน



ภาพที่ 10 ภาพร่างทัศนียภาพเมื่อการก่อสร้างเต็มโครงการ



ภาพที่ 11 อาคารที่ก่อสร้างแล้วในมหาวิทยาลัยตามแนวความคิด พ.ศ.2544

จากการออกแบบผังแม่บทสามารถแบ่งพื้นที่ของส่วนใช้สอยได้ดังนี้

ประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน	พื้นที่ (ไร่)	สัดส่วน (%)
1. กลุ่มอาคารการศึกษาและบริหาร	158.55	25.53
2. กลุ่มอาคารบ้านพักอาจารย์	50.80	8.13
3. กลุ่มอาคารที่พักอาจารย์ข้าราชการ—พนักงาน	20.71	3.33
4. กลุ่มอาคารที่พักนักศึกษา	90.02	14.82
5. กลุ่มอาคารให้บริการ	39.35	6.34
6. กลุ่มอาคารพาณิชยกรรมและบริการชุมชน	66.32	10.68
7. กลุ่มอาคารนันทนาการ – กีฬา	40.25	6.48
8. กลุ่มอาคารบริการและบำรุงรักษา	9.09	1.46
9. พื้นที่โล่งว่างเปล่า		
9.1 อ่างเก็บน้ำ-สระน้ำ-ป้อมธรรมชาติบ้ำบดน้ำเสีย	90.03	14.50
9.2 พื้นที่โล่งเพื่อเกษตรกรรม	30.91	4.98
10. การคมนาคมขนส่ง และระบบสาธารณูปการ		
10.1 ทางเดินสัญจร	16.02	2.58
10.2 ถนน	34.01	5.48
10.3 ที่จอดรถยนต์และรถจักรยาน	22.03	3.55
รวม	621.00	100.00

พื้นผิววัสดุ	พื้นที่เป็นตร.ม.	พื้นที่เป็นไร่
ดินลูกรังบดอัด	3,836	2.40
ผิวดินเพื่อการเกษตร	38,924	24.14
ทางเดินพักผ่อนหรือทางวิ่ง	7,207	4.50
ทางชนเดินทั่วไป (Foot-Path)	25,632	16.20
ทางรถจักรยานและทางชนเดินในกลุ่มอาชารบ้านพักอาจารย์	9,120	5.70
ที่นั่งชมกีฬา	3,623	2.30
น้ำ	114,045	90.03
บ้านและสวน	81,280	50.80
พื้นผิวเกษตรกรรมพืชคลุมดิน	210,576	131.60
พื้นผิวถนนสำหรับรถยนต์และรถจักรยาน	19,662	34.01
พื้นผิวที่จอดรถยนต์และรถจักรยาน	35,248	22.03
สนามหญ้า	204,859	128.00
อาคาร	175,197	109.47
		621.00

7. แนวความคิดหลักด้านการออกแบบอาคารภาคสถาปัตยกรรมและโครงสร้าง

- การเลือกทำเลที่ตั้งอาคารที่เหมาะสม (Site Selection) เป็นการวิเคราะห์การเลือกทำเลที่ตั้งอาคารที่มีความสัมพันธ์กับอาคาร และพื้นที่ใช้สอยอื่นๆ ประหยัดระยะทางการใช้สาธารณูปโภคและการเดินทาง
- การออกแบบอาคารโดยหันทิศทางอาคารให้ถูกต้องกับทิศทางโคจรของดวงอาทิตย์ และลม (Building Orientation) และการวางตำแหน่งห้องต่าง ๆ ให้เหมาะสม
- การกำหนดรูปแบบอาคารที่ประหยัดการใช้อุปกรณ์ขนส่งภายในอาคาร เช่น ลิฟท์ บันไดเลื่อน อาคารทุกหลังในมหาวิทยาลัยนี้จะสูงไม่เกิน 5 ชั้น ซึ่งอยู่ในวิสัยที่จะเดินขึ้นลงได้สะดวก
- การป้องกันความร้อนจากแสงอาทิตย์และแสงประโยชน์จากลม ด้วยการใช้พืชพันธุ์ไม้ การยื่นชายคา และอุปกรณ์บังแดด (Sun Shading Device) เป็นส่วนประกอบในการออกแบบอาคาร เพื่อบรรเทาความร้อน และควบคุมการใช้ประโยชน์จากกระแสลม
- การนำแสงจากธรรมชาติ (Day Lighting) มาใช้ร่วมกับแสงประดิษฐ์อย่างมีประสิทธิภาพโดยคำนึงถึงการให้ความสว่างภายในด้วยแสงจากธรรมชาติ ทั้งนี้เพื่อลดปริมาณการใช้กระแสไฟฟ้าอันเป็นการช่วยประหยัดการใช้พลังงานจากธรรมชาติ
- การใช้วัสดุและฉนวนป้องกันความร้อน (Thermal Envelope) เป็นการใช้อนุภาคนีที่เหมาะสมกับสภาพภูมิอากาศที่เปลือกอาคาร เพื่อป้องกันหรือลดความร้อนที่ถ่ายเทเข้าสู่ภายในอาคารโดยสร้างอุณหภูมิที่เหมาะสม การเลือกวัสดุพิจารณาถึงการมีความต้านทานความร้อนสูง (R- Value) มีความยืดหยุ่นต่อการขยายตัวและหดตัวเพื่อป้องกันปัญหาการแตกร้าวเป็นวัสดุที่ไม่ดูดหรืออมความชื้น ไม่สะสมความร้อนหรือมีความจุความร้อนต่ำ มีน้ำหนักเบา สามารถป้องกันการสั่นสะเทือนได้ โดยมีสมมุติฐานสำหรับผิวเปลือกอาคารดังนี้
 - วัสดุมวลเบา + ยิปซัม
 - ฝ้าเพดานยิปซัม + ฉนวนใยแก้ว + หลังคา
 - อัตราส่วนพื้นที่กระจกต่อผนังอาคารระดับ 35 : 65
 - การระบายอากาศร้อนใต้หลังคาออกทางหน้าจั่วและชายคา
- การนำพลังงานจากธรรมชาติมาใช้หมุนเวียน (Renewable Energy Sources) ได้แก่ การนำพลังงานจากธรรมชาติที่มีอยู่อย่างไม่จำกัดซึ่งได้แก่ แสงอาทิตย์ ลม และน้ำมาใช้หมุนเวียนเป็นไฟฟ้าปรับสภาพอากาศภายในและภายนอกอาคาร

- การปรับเปลี่ยนคุณภาพอากาศภายในอาคาร (Air Quality Control) เป็นการปรับอากาศภายในอาคารให้มีคุณภาพเหมาะสมกับความต้องการของผู้ใช้ โดยหลีกเลี่ยงมลภาวะที่เกิดจากวัสดุและวิธีการก่อสร้างภายในอาคาร ทั้งนี้โดยต้องใช้วิธีการที่อาศัยธรรมชาติที่มีอยู่อย่างไม่จำกัด เช่น การใช้ลม ต้นไม้ ช่วยถ่ายเทอากาศให้บริสุทธิ์ ป้องกันฝุ่นละออง และดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในเวลากลางวัน เป็นต้น
- การนำเทคโนโลยีมาประยุกต์ใช้เพื่อประหยัดพลังงาน (Technology - Driven Strategies) เป็นความพยายามใช้เทคโนโลยีมาประยุกต์ให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดโดยจัดแปลงให้เหมาะสมสามารถนำมาซึ่งการประหยัดพลังงาน
- การควบคุมการใช้แสงสว่าง (Lighting Control) เป็นวิธีการควบคุม (Sensor) การใช้แสงสว่างจากไฟฟ้าและแสงสว่างจากธรรมชาติให้เหมาะสมกับผู้ใช้อาคาร โดยอุปกรณ์อัตโนมัติเพื่อประหยัดพลังงานจากการใช้ไฟฟ้าที่สัมพันธ์กับความต้องการที่เหมาะสมของการใช้แสงสว่างตามประเภทกิจกรรมของผู้ใช้ อาคารการลดอุณหภูมิภายในอาคารด้วยวิธีการต่าง ๆ นอกเหนือจากการใช้วัสดุและการกันแดด เช่น การระบายถ่ายเทอากาศ การปรับกระแสลมให้หมุนเวียน การนำความเย็นจากพื้นดิน น้ำ และต้นไม้มาช่วย เป็นต้น

สรุปผลการศึกษาและการออกแบบ

ผังแม่บท

จากการออกแบบผังแม่บทด้วยแนวความคิดดังกล่าวสามารถทำการคำนวณได้ว่า เมื่อนักศึกษาและบุคลากรเต็มโครงการประมาณ 10,000 คน ถ้าหากมีการใช้รถยนต์ อาจต้องใช้รถยนต์ถึง 2,500 คัน เปรียบเทียบกับการใช้รถจักรยานและการเดินได้รวมเงาของต้นไม้ จะใช้รถจักรยานเพียง 10,000 คัน ซึ่งสามารถประหยัดค่าน้ำมันได้ปีละ 10,950,000 บาท ความคุ้มค่าทางการเงิน (FIRR) 16.32% และความคุ้มค่าทางเศรษฐกิจ (EIRR) 37.45 % โดยใช้ระยะเวลาในการคืนทุน 3.76 ปี

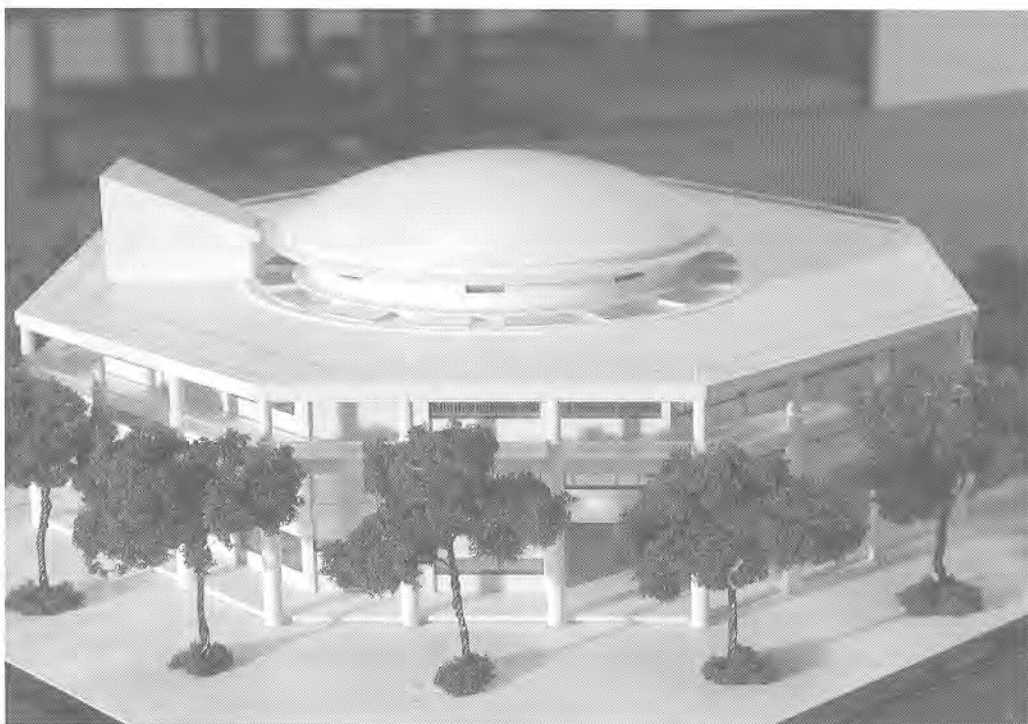
อาคาร

จากการออกแบบอาคารศูนย์วิจัยและอนุรักษ์พลังงานด้วยแนวความคิดดังกล่าว สามารถประหยัดการใช้กระแสไฟฟ้าได้ประมาณ 50 กิโลวัตต์-ชม / ตร.ม. / ปี ซึ่งเท่ากับ 1,440,000 บาท โดยมีระยะเวลาในการคืนทุน 20 ปี

สิ่งที่สำคัญและมีคุณค่าเหนือกว่าด้านเศรษฐกิจ คือการอนุรักษ์พลังงานและการรักษาสุขภาพแวดล้อมให้สะอาดปราศจากมลพิษ มีความร่มรื่นงดงามด้วยธรรมชาติที่ให้ความสดชื่นตลอดทั้งปี



ภาพที่ 12 ภาพถ่ายหุ่นจำลองผังแม่บทของมหาวิทยาลัย



ภาพที่ 13 ภาพถ่ายหุ่นจำลองอาคารศูนย์วิจัยและสาริตการอนุรักษ์พลังงาน

เอกสารอ้างอิงคัดสรร

- กรมอุตุนิยมวิทยา, Climatology data ในช่วง ค.ศ.1990-2000 ของสถานีหัวหิน
- ตริ้งใจ บุรณสมภพ, “การออกแบบอาคารที่มีประสิทธิภาพในการประหยัดพลังงาน”, กองทุนอนุรักษ์พลังงาน สำนักงานคณะกรรมการนโยบายพลังงานแห่งชาติ, พ.ศ. 2540
- ตริ้งใจ บุรณสมภพ และคณะ, ผังแม่บททางกายภาพ มหาวิทยาลัยศิลปากร วิทยาเขตสารสนเทศ, พ.ศ. 2543
- มาลินี ศรีสุวรรณ, การศึกษาความสัมพันธ์ของทิศทางกระแสลมกับการเจาะช่องเปิดสำหรับภูมิอากาศร้อนชื้นในประเทศไทยคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยศิลปากร, พ.ศ. 2543 หน้า 46
- สุนทร บุญญาริการ, “เทคนิคการออกแบบบ้านประหยัดพลังงานเพื่อคุณภาพชีวิตที่ดีกว่า” สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย พ.ศ. 2542
- เอี่ยมพร วิสมหมายและคณะ, “พรรณไม้ในงานภูมิสถาปัตยกรรม”, กรุงเทพมหานคร: เอช เอ็นกรุ๊ป, 2540
- James H. Johnson, Urban Geography: An Introductory analysis, 2nd Edition, (Oxford: Pergamon Press 1975) p;170-172
- Paul Meadows / Ephraim H. Mizruchi, Urbanism, Urbanization and Change, Comparative Perspectives Second Edition (1975) p.2-47