ระบบสัญจรในโครงการเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน
: กรณีศึกษา วัดพระศรีรัตนมหาธาตุวรมหาวิหาร จังหวัดพิษณุโลก

นายธรรมธร ไกรก่อกิจ

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาสถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาสถาปัตยกรรม ภาควิชาสถาปัตยกรรมศาสตร์
คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2549

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

CIRCULATION SYSTEM OF BUILDING COMPOUND FOR ENERGY CONSERVATION

: CASE STUDY OF WAT PHRA SRI RATTANA MAHATHAT PHITSANULOK.

Mr.Thammatorn Kraikokit

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Architecture Program in Architecture

Department of Architecture

Faculty of Architecture

Chulalongkorn University

Academic year 2006

Copyright of Chulalongkorn University

491632

หัวข้อวิทยานิพนธ์	ระบบสัญจรในโครงการเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน : กรณีศึกษา วัดพระศรีรัตนมหาธาตุวรมหาวิหาร จังหวัดพิษณุโลก
โดย	นายธรรมธร ไกรก่อกิจ
สาขาวิชา	สาขาวิชาสถาปัตยกรรม
อาจารย์ที่ปรึกษา	รองศาสตราจารย์ ดร.วรสัณฑ์ บูรณากาญจน์
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	ศาสตราจารย์ ดร.สุนทร บุญญาธิการ

คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

.... คณบดีคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์

(รองศาสตราจารย์ เลอสม สถาปิตานนท์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.... ประธานกรรมการ

(รองศาสตราจารย์ เลอสม สถาปิตานนท์)

.... อาจารย์ที่ปรึกษา

(รองศาสตราจารย์ ดร.วรสัณฑ์ บูรณากาญจน์)

.... อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

(ศาสตราจารย์ ดร.สุนทร บุญญาธิการ)

.... กรรมการ

(อาจารย์ ดร.วรภัทร์ อิงคโรจน์ฤทธิ์)

.... กรรมการ

(คุณเกชา ธีระโกเมน)

ธรรมธร ไกรก่อกิจ : ระบบสัญจรในโครงการเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน : กรณีศึกษาวัดพระศรีรัตนมหาธาตุวรมหาวิหาร จังหวัดพิษณุโลก. (CIRCULATION SYSTEM OF BUILDING COMPOUND FOR ENERGY CONSERVATION : CASE STUDY OF WAT PHRA SRI RATTANA MAHATHAT PHITSANULOK) อ. ที่ปรึกษา: รศ.ดร.วรสัณฑ์ บูรณากาญจน์, อ. ที่ปรึกษาร่วม: ศ.ดร.สุนทร บุญญาธิการ, 117 หน้า.

การออกแบบ และวางผังบริเวณอาคารปัจจุบันคำนึงถึงประโยชน์ใช้สอยเป็นปัจจัยหลัก โดยไม่คำนึงถึงประสิทธิภาพการใช้พลังงานของระบบคมนาคมขนส่ง ความร้อนที่เกิดขึ้นจากการแผ่รังสีความร้อนของลานคอนกรีต และรถยนต์ ไม่มีการประยุกต์ใช้ปัจจัยทางธรรมชาติเพื่อเสริมสร้างสภาวะน่าสบายให้กับผู้ใช้งาน การวิจัยนำเสนอแนวทางการวางผังอาคารในรูปแบบใหม่ที่ได้จากการวิเคราะห์ความหนาแน่นของพลังงานจากกิจกรรม และการใช้พลังงานในระบบคมนาคมขนส่ง เพื่อนำมาใช้ในปรับปรุงผังบริเวณใหม่

ขั้นตอนการวิจัยประกอบด้วย ขั้นตอนแรก คือ การศึกษาข้อมูลของการใช้พลังงานด้านคมนาคมขนส่งของยานพาหนะชนิดต่างๆ และอัตราการเผาผลาญพลังงานของร่างกายจากกิจกรรมต่างๆ เพื่อใช้เป็นเกณฑ์เบื้องต้นในการออกแบบ ขั้นตอนที่ 2 การสำรวจพื้นที่จริงโดยเก็บข้อมูลจำนวนรถยนต์ และจำนวนคนรายชั่วโมง สำรวจลักษณะทางกายภาพรวมถึงกิจกรรมต่างๆที่เกิดขึ้น และขั้นตอนสุดท้าย การออกแบบปรับปรุง และประเมินผล โดยการคำนวณเปรียบเทียบความหนาแน่นของพลังงานจากกิจกรรม และการใช้พลังงาน ความรู้สึกร้อนหนาวของมนุษย์ ของผังบริเวณเดิม และหลังการปรับปรุง

ผลการวิจัยพบว่า ความหนาแน่นของพลังงานของผังบริเวณเดิม 20 บีทียูต่อชั่วโมงต่อตารางฟุต ผังบริเวณภายหลังการปรับปรุง 5.60 บีทียูต่อชั่วโมงต่อตารางฟุต (ลดลงร้อยละ 72) ระยะทางที่คนเดินของผังบริเวณเดิม 684 เมตร ผังบริเวณภายหลังการปรับปรุง 1,031 เมตร (เพิ่มขึ้นร้อยละ 33) ซึ่งเป็นระยะทางที่ยอมรับได้ในการเดิน และได้เนื้อหาครบถ้วนในการท่องเที่ยว พลังงานที่ใช้ของรถยนต์ของผังบริเวณเดิม 4.12 ลิตรต่อคัน ผังบริเวณหลังการปรับปรุง 0.90 ลิตรต่อคัน (ลดลงร้อยละ 78) ซึ่งแนวทางการวางผังอาคารตามหลักการนี้ สามารถช่วยลดพลังงานจากการวางผังอาคาร ลดความร้อนจากแหล่งความร้อนต่างๆ และเสริมสร้างสภาวะน่าสบายให้กับสภาพแวดล้อม

ภาควิชาสถาปัตยกรรมศาสตร์......................ลายมือชื่อนิสิต..
สาขาวิชาสถาปัตยกรรม................................ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.............................
ปีการศึกษา 2549..ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม.......................

487 41294 25 : MAJOR ARCHITECTURE

KEY WORD: PERSONAL RAPID TRANSIT / POWER DENSITY / MET

THAMMATORN KRAIKOKIT : CIRCULATION SYSTEM OF BUILDING COMPOUND FOR ENERGY CONSERVATION : CASE STUDY OF WAT PHRA SRI RATTANA MAHATHAT PHITSANULOK. THESIS ADVISOR: ASSOC. PROF. VORASUN BURANAKARN, Ph.D.,THESIS CO-ADVISOR: PROF.DR.SOONTORN BOONYATIKARN, 117 pp.

At present, the design and the planning of a building compound concentrate on its functional use rather than the effective use of energy for the transport system, the radiation of heat by concrete surfaces and cars, no application of natural factors to improve the environment to the comfort zone. The study presents new planning guidelines base on analysis of power density from human activity and energy consumption in transportation.

The research methodology comprised three stages. The first one was the review of the energy consumption of transportation from the different vehicles and the metabolism rate from the different activity. These types of energy were used as primary criteria for designing the compound. The second was the field survey to collect data – the number of cars and the number of visitors per hour, the physical characteristics of the compound and the human activities. The last one was the design and the evaluation by comparing the power density from human and transportation, the thermal comfort of the compound. The comparison was also made between the effective use of energy before and after the modification of the compound.

It was found that the power density from transportation of the original compound was 20 Btu per hour per square foot while the modified compound was 5.60 Btu per hour per square foot (decrease by 72 %). The walking distance of the original compound was 684 meters while the modified compound was 1,031 meters (increase by 33%). This longer walking distance was acceptable for visitors and it enabled them to complete their tour. The energy used by each vehicle in the original compound was 4.12 liters while that of the modified compound was 0.90 liters (decrease by 78%). These guidelines can be used for reducing the heat from different sources and creating comfort condition to the environment of the compound.

Department : ....Architecture.................Student's signature..

Field of study : Architecture................ Advisor's signature..

Academic year....2006..........................Co-advisor's signature.......................................

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยความอนุเคราะห์ และความช่วยเหลือจากบุคคล และสถาบันต่างๆเหล่านี้

1. ขอขอบพระคุณ รศ.ดร.วรสัณฑ์ บูรณากาญจน์ อาจารย์ที่ปรึกษา และศาสตราจารย์ ดร.สุนทร บุญญาธิการ อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม สำหรับคำปรึกษาแนวคิดต่างๆที่เป็นแนวทางที่ถูกต้องให้กับเนื้อหาวิทยานิพนธ์ฉบับนี้

2. ขอขอบพระคุณอย่างยิ่งสำหรับ รองศาสตราจารย์ เลอสม สถาปิตานนท์ ที่ให้โอกาส และคำแนะนำต่างๆให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

3. ขอขอบพระคุณ อาจารย์ ดร.วรภัทร์ อิงคโรจน์ฤทธิ์ คุณเกชา ธีระโกเมน สำหรับคำถาม และข้อคิดต่างๆที่ทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ดีขึ้น

4. ขอขอบพระคุณเพื่อนๆ กลุ่มวิชาเทคโนโลยีสถาปัตยกรรมและสิ่งแวดล้อมทุกคน โดยเฉพาะ คุณวีรเลิศ อมิตรพ่าย คุณสริธร อมรจารุชิต คุณอัจฉรียา ชัยยะสมุทร และคุณสุธีวัน โล่ห์สุวรรณ

5. ขอขอบพระคุณเพื่อนๆ พี่ๆ ทุกคน จากสมาคมโอเทลโล่แห่งประเทศไทย

6. และสุดท้ายขอขอบพระคุณ บิดา คุณกิตติชัย ไกรก่อกิจ สำหรับความช่วยเหลือในทุกๆด้าน

ประโยชน์ของวิทยานิพนธ์เล่มนี้ ขอมอบให้กับบิดา มารดา ครูบาอาจารย์ และนิสิตทุกท่านที่อ่านวิทยานิพนธ์ฉบับนี้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.. ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.. จ

กิตติกรรมประกาศ.. ฉ

สารบัญ.. ช

สารบัญตาราง.. ญ

สารบัญรูปภาพ.. ฎ

สารบัญแผนภูมิ.. ณ

บทที่ 1 บทนำ.. 1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.. 1

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.. 3

1.3 ขอบเขตของการวิจัย.. 3

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.. 4

1.5 วิธีดำเนินการวิจัย.. 4

1.6 ลำดับขั้นตอนในการนำเสนอ.. 5

บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.. 6

2.1 ประวัติวัดพระศรีรัตนมหาธาตุวรมหาวิหาร.. 6

2.2 ตำนาน และการสร้างพระพุทธชินราช.. 10

2.3 แนวความคิดเกี่ยวกับระบบคมนาคมขนส่งส่วนบุคคล.. 14

2.3.1 ประวัติ และความเป็นมาของระบบคมนาคมขนส่งส่วนบุคคล.. 14

2.3.2 ความหมายของระบบคมนาคมขนส่งส่วนบุคคล.. 16

2.4 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับสภาวะน่าสบาย และการคำนวณอัตราการเผาผลาญพลังงานของร่างกายที่ใช้ในการประกอบกิจกรรมต่างๆ.. 19

2.5 การคำนวณพลังงานที่ใช้ในการคมนาคม.. 28

		หน้า
บทที่ 3	วิธีดำเนินการวิจัย	31
	3.1 ประชากร..	31
	3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย..	33
	3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล..	34
	3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล..	39
บทที่ 4	ผลการวิเคราะห์ข้อมูล..	41
	4.1 ขั้นตอนการคำนวณเพื่อหาเกณฑ์ในการออกแบบ...	41
	4.2 ขั้นตอนการวิเคราะห์ผังวัดพระศรีรัตนมหาธาตุวรมหาวิหารเดิม..........................	46
	4.2.1 วิเคราะห์ผังเดิมทางด้านการใช้สอย และปัญหาทางกายภาพ..........................	46
	4.2.2 วิเคราะห์ผังเดิมทางด้านการสัญจร...	53
	4.2.3 วิเคราะห์ผังเดิมทางด้านความหนาแน่นของพลังงาน...................................	54
	4.2.4 สรุปปัญหาที่เกิดขึ้นของผังบริเวณเดิม..	69
	4.3 ขั้นตอนการปรับปรุงผังวัดพระศรีรัตนมหาธาตุวรมหาวิหารใหม่........................	69
	4.3.1 แนวความคิดในการปรับปรุงผังบริเวณเดิมใหม่ที่ได้จากการแก้ปัญหาของผังบริเวณเดิม........	69
	4.4 ขั้นตอนการเปรียบเทียบผังบริเวณเดิม และผังบริเวณใหม่ภายหลังการปรับปรุง......	72
	4.4.1 เปรียบเทียบพื้นที่ลานคอนกรีตของผังบริเวณเดิม และผังบริเวณใหม่ภายหลังการปรับปรุง........	72
	4.4.2 วิเคราะห์ผังบริเวณใหม่ทางด้านการสัญจร...	73
	4.4.3 วิเคราะห์ผังบริเวณใหม่ทางด้านความรู้สึกร้อน-หนาว................................	75
	4.5 ขั้นตอนวิเคราะห์ผังบริเวณใหม่ภายหลังการปรับปรุงทางด้านความหนาแน่นของพลังงาน........	86
บทที่ 5	สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ..	100
	5.1 สรุปผลการวิจัย..	100
	5.2 ข้อเสนอแนะ..	100
	5.3 อุปสรรคในการวิจัย..	102

หน้า

รายการอ้างอิง.. 106
ภาคผนวก.. 109
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์... 117

สารบัญตาราง

		หน้า
ตารางที่ 2.1	แสดงนิยามของกระบวนทัศน์ใหม่แห่งระบบคมนาคมในระดับเมือง เปรียบเทียบกับแนวทางการออกแบบที่ค่อนข้างตอบรับกับกระบวนทัศน์ดังกล่าวของระบบคมนาคมขนส่งส่วนบุคคล..	19
ตารางที่ 2.2	แสดงอัตราการเผาผลาญพลังงานของร่างกายจากกิจกรรมต่างๆ........................	25
ตารางที่ 2.3	แสดงความสัมพันธ์ของระดับความเข้มข้นของกิจกรรมกับระยะเวลาที่สามารถทำกิจกรรมนั้นได้อย่างต่อเนื่อง..	27
ตารางที่ 2.4	แสดงอัตราการเผาผลาญพลังงานของร่างกายโดยประมาณ ในหน่วยMET จากการเดินบนพื้นราบ และบนทางลาดที่มีความชันระดับต่างๆกัน..........................	27
ตารางที่ 2.5	แสดงค่าความจุพลังงานต่อ 1 ลิตรของพลังงานจากเชื้อเพลิงประเภทต่างๆ..........	28
ตารางที่ 2.6	แสดงประสิทธิภาพของระบบคมนาคมประเภทต่างๆ......................................	29
ตารางที่ 5.1	การเปรียบเทียบผังบริเวณก่อน และหลังการปรุบปรุง ในประเด็นต่างๆ..................	101

สารบัญรูปภาพ

หน้า

รูปที่ 1.1 แสดงแผนผังแสดงขั้นตอนการดำเนินงานวิจัยทั้งหมด.. 5
รูปที่ 2.1 แสดงภาพรวมของวัดพระศรีรัตนมหาธาตุวรมหาวิหารมุมมองจากแม่น้ำน่าน............ 6
รูปที่ 2.2 พระพุทธชินราชที่ประดิษฐานในพระวิหารวัดพระศรีรัตนมหาธาตุวรมหาวิหาร........... 7
รูปที่ 2.3 บานประตูประดับมุกทางเข้าพระวิหารวัดพระศรีรัตนมหาธาตุวรมหาวิหาร............... 8
รูปที่ 2.4 แสดงวิหารพระเหลือซึ่งตั้งอยู่บริเวณด้านหน้าพระวิหารพระพุทธชินราช.................. 9
รูปที่ 2.5 พระอัฏฐารสตั้งอยู่บริเวณด้านหลังพระวิหารพระพุทธชินราช.............................. 9
รูปที่ 2.6 พระพุทธชินสีห์ และพระศรีศาสดา องค์จำลองที่ประดิษฐาน ณ วัดพระศรีรัตนมหาธาตุวรมหาวิหาร ในปัจจุบัน.. 12
รูปที่ 2.7 แสดงรูปแบบระบบคมนาคมขนส่งส่วนบุคคล มหาวิทยาลัยเวอร์จิเนียตะวันตก......... 14
รูปที่ 2.8 แสดงรางทดลองระบบคมนาคมขนส่งส่วนบุคคล โดยบริษัทอัลตรา......................... 16
รูปที่ 2.9 แสดงรูปแบบสมมติฐานของภายในยานพาหนะของระบบคมนาคมขนส่งส่วนบุคคล... 17
รูปที่ 3.1 แสดงภาพรวมของบริเวณวัดจากมุมสูง.. 31
รูปที่ 3.2 แสดงบริเวณด้านหน้าพระวิหารพระพุทธชินราช.. 32
รูปที่ 3.3 แสดงบริเวณด้านหลังพระวิหารพระพุทธชินราชที่ตั้งของพระอัฏฐารสในปัจจุบัน......... 32
รูปที่ 3.4 แสดงลักษณะของกิจกรรมภายในบริเวณวัดที่มีรูปแบบของระบบคมนาคมขนส่ง และกิจกรรมหลากหลาย.. 33
รูปที่ 3.5 แสดงการเปรียบเทียบรูปภาพก่อน และหลังจากแต่งรูปเพิ่มเติมบรรยากาศ ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ Adobe Photoshop CS2.. 34
รูปที่ 3.6 แสดงภาพถ่ายทางอากาศผังบริเวณวัดพระศรีรัตนมหาธาตุวรมหาวิหาร.................. 34
รูปที่ 3.7 แสดงการแบ่งโซนเพื่อทำการเก็บข้อมูล... 35
รูปที่ 3.8 แสดงบริเวณโซนที่ 1 ริมฝั่งแม่น้ำน่าน.. 35
รูปที่ 3.9 แสดงบริเวณโซนที่ 2 บริเวณหน้าพระวิหาร รวมถึงบริเวณโดยรอบที่มีร้านค้าขายของและวัตถุมงคล.. 36
รูปที่ 3.10 แสดงบริเวณโซนที่ 3 บริเวณร้านค้าที่มีนักท่องเที่ยวแวะมาจับจ่าย-ซื้อของเป็นจำนวนมาก.. 36
รูปที่ 3.11 แสดงบริเวณโซนที่ 4 บริเวณศาลา และกุฏิสงฆ์.. 37

หน้า

รูปที่ 3.12 แสดงบริเวณโซนที่ 5 บริเวณร.ร.วิทยาลัยสงฆ์ รูปแสดงอาคารเรียน ซึ่งมีนโยบายจะย้ายออกเนื่องจากพื้นที่ไม่เพียงต่อต่อจำนวนนิสิตที่เพิ่มขึ้น.................................. 37
รูปที่ 3.13 แสดงรูปถ่ายบริเวณโซนที่ 3 ในเวลาที่แตกต่างกัน... 38
รูปที่ 3.14 แสดงรูปแบบของแผนภาพความหนาแน่นของพลังงานรายชั่วโมง.......................... 39
รูปที่ 4.1 แสดงการใช้สอยของผังบริเวณวัดพระศรีรัตนมหาธาตุวรมหาวิหารในปัจจุบัน......... 46
รูปที่ 4.2 ภายในพระวิหารพระพุทธชินราช.. 47
รูปที่ 4.3 ภายในคอร์ทพระวิหารพระพุทธชินราช.. 47
รูปที่ 4.4 บริเวณที่จอดรถมอเตอร์ไซค์.. 48
รูปที่ 4.5 หลวงพ่อคง และพระอัฏฐารส.. 48
รูปที่ 4.6 หลวงพ่อคง และพระอัฏฐารส มองจากอีกมุมมอง... 49
รูปที่ 4.7 พระอุโบสถที่ปัจจุบันกำลังบูรณะโดยกรมศิลป์ฯ... 49
รูปที่ 4.8 วิหารแม่กวนอิม.. 50
รูปที่ 4.9 บริเวณลานจอดรถ... 51
รูปที่ 4.10 บริเวณศาลหลักเมืองพิษณุโลก... 51
รูปที่ 4.11 บริเวณริมฝั่งแม่น้ำน่านด้านหน้าวัด... 52
รูปที่ 4.12 บริเวณร้านค้าด้านข้างพระอุโบสถ... 53
รูปที่ 4.13 ผังแสดงการสัญจรของผังบริเวณเดิม... 53
รูปที่ 4.14 แสดงความหนาแน่นของพลังงานจากคนของผังบริเวณเดิมเวลา 8.00 น.................. 56
รูปที่ 4.15 แสดงความหนาแน่นของพลังงานจากคนของผังบริเวณเดิมเวลา 9.00 น.................. 56
รูปที่ 4.16 แสดงความหนาแน่นของพลังงานจากคนของผังบริเวณเดิมเวลา 10.00 น................. 57
รูปที่ 4.17 แสดงความหนาแน่นของพลังงานจากคนของผังบริเวณเดิมเวลา 11.00 น................. 57
รูปที่ 4.18 แสดงความหนาแน่นของพลังงานจากคนของผังบริเวณเดิมเวลา 12.00 น................. 58
รูปที่ 4.19 แสดงความหนาแน่นของพลังงานจากคนของผังบริเวณเดิมเวลา 13.00 น................. 58
รูปที่ 4.20 แสดงความหนาแน่นของพลังงานจากคนของผังบริเวณเดิมเวลา 14.00 น................. 59
รูปที่ 4.21 แสดงความหนาแน่นของพลังงานจากคนของผังบริเวณเดิมเวลา 15.00 น................. 59
รูปที่ 4.22 แสดงความหนาแน่นของพลังงานจากคนของผังบริเวณเดิมเวลา 16.00 น................. 60
รูปที่ 4.23 แสดงความหนาแน่นของพลังงานจากคนของผังบริเวณเดิมเวลา 17.00 น................. 60
รูปที่ 4.24 แสดงความหนาแน่นของพลังงานจากคนของผังบริเวณเดิมเวลา 18.00 น................. 61
รูปที่ 4.25 แสดงความหนาแน่นของพลังงานจากคนของผังบริเวณเดิมเวลา 19.00 น................. 61

หน้า

รูปที่ 4.26 แสดงความหนาแน่นของพลังงานจากรถยนต์ของผังบริเวณเดิมเวลา 8.00 น............. 62
รูปที่ 4.27 แสดงความหนาแน่นของพลังงานจากรถยนต์ของผังบริเวณเดิมเวลา 9.00 น............. 63
รูปที่ 4.28 แสดงความหนาแน่นของพลังงานจากรถยนต์ของผังบริเวณเดิมเวลา 10.00 น........... 63
รูปที่ 4.29 แสดงความหนาแน่นของพลังงานจากรถยนต์ของผังบริเวณเดิมเวลา 11.00 น........... 64
รูปที่ 4.30 แสดงความหนาแน่นของพลังงานจากรถยนต์ของผังบริเวณเดิมเวลา 12.00 น........... 64
รูปที่ 4.31 แสดงความหนาแน่นของพลังงานจากรถยนต์ของผังบริเวณเดิมเวลา 13.00 น........... 65
รูปที่ 4.32 แสดงความหนาแน่นของพลังงานจากรถยนต์ของผังบริเวณเดิมเวลา 14.00 น............ 65
รูปที่ 4.33 แสดงความหนาแน่นของพลังงานจากรถยนต์ของผังบริเวณเดิมเวลา 15.00 น............ 66
รูปที่ 4.34 แสดงความหนาแน่นของพลังงานจากรถยนต์ของผังบริเวณเดิมเวลา 16.00 น............ 66
รูปที่ 4.35 แสดงความหนาแน่นของพลังงานจากรถยนต์ของผังบริเวณเดิมเวลา 17.00 น............ 67
รูปที่ 4.36 แสดงความหนาแน่นของพลังงานจากรถยนต์ของผังบริเวณเดิมเวลา 18.00 น............ 67
รูปที่ 4.37 แสดงความหนาแน่นของพลังงานจากรถยนต์ของผังบริเวณเดิมเวลา 19.00 น............ 68
รูปที่ 4.38 แสดงการแบ่งโซนนิ่งของผังใหม่ภายหลังการปรับปรุง.. 70
รูปที่ 4.39 แสดงรูปแบบของผังใหม่หลังการปรับปรุง... 71
รูปที่ 4.40 แสดงพื้นที่ลานคอนกรีตของผังบริเวณเดิม.. 72
รูปที่ 4.41 แสดงพื้นที่ลานคอนกรีตของผังบริเวณใหม่.. 72
รูปที่ 4.42 แสดงการสัญจรของผังบริเวณใหม่หลังการปรับปรุง.. 73
รูปที่ 4.43 แสดงตำแหน่งสะพาน.. 73
รูปที่ 4.44 แสดงรูปแบบสะพานเดิม.. 74
รูปที่ 4.45 แสดงรูปตัดสะพานเดิม.. 74
รูปที่ 4.46 แสดงรูปตัดสะพานหลังการปรับปรุง.. 75
รูปที่ 4.47 แสดงตำแหน่งบริเวณริมฝั่งแม่น้ำน่าน... 75
รูปที่ 4.48 แบบขยายทางเดินริมฝั่งแม่น้ำน่านหลังหารปรับปรุง.. 76
รูปที่ 4.49 รูปตัดขยายทางเดินริมฝั่งแม่น้ำน่านเดิม... 76
รูปที่ 4.50 รูปตัดขยายทางเดินริมฝั่งแม่น้ำน่านหลังการปรับปรุง.. 76
รูปที่ 4.51 แสดงตำแหน่งคอร์ทภายในพระวิหารพระพุทธชินราช... 77
รูปที่ 4.52 แบบขยายคอร์ทภายในพระวิหารพระพุทธชินราชหลังการปรับปรุง........................... 78
รูปที่ 4.53 รูปตัดขยายคอร์ทภายในพระวิหารพระพุทธชินราชหลังการปรับปรุง......................... 78

หน้า

รูปที่ 4.54 แสดงตำแหน่งบริเวณโซนออกกำลังกาย พร้อมๆกับกิจกรรมการเดินปกติ 79

รูปที่ 4.55 แสดงตำแหน่งรูปที่ 4.54 เมื่อมองจากภายนอกโครงการ............ 79

รูปที่ 4.56 แสดงบรรยากาศบริเวณโซนออกกำลังกายหลังการปรับปรุงใหม่............ 79

รูปที่ 4.57 แสดงรูปตัดบริเวณโซนออกกำลังกายหลังการปรับปรุงใหม่............ 80

รูปที่ 4.58 แสดงตำแหน่งบริเวณทางเดิน............ 81

รูปที่ 4.59 รูปตัดแสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิอากาศบริเวณทางเดินของผังใหม่หลังการปรับปรุง............ 81

รูปที่ 4.60 รูปตัดแสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิอากาศบริเวณทางเดินของผังเดิมก่อนการปรับปรุง............ 81

รูปที่ 4.61 รูปตัดแสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิอากาศบริเวณทางเดินของผังเดิมก่อนการปรับปรุงเมื่อมีอิทธิพลของรถยนต์เข้ามาเกี่ยวข้อง............ 82

รูปที่ 4.62 แสดงตำแหน่งสถานี และเส้นทางระบบคมนาคมส่วนบุคคล............ 83

รูปที่ 4.63 แสดงรูปแบบรถที่ใช้ในระบบคมนาคมขนส่งส่วนบุคคล............ 83

รูปที่ 4.64 แสดงการคำนวณความรู้สึกเย็นลงขณะนั่งรถ............ 84

รูปที่ 4.65 แสดงตำแหน่งอาคารจอดรถใต้ดินใหม่............ 85

รูปที่ 4.66 แสดงรูปตัดอาคารจอดรถใต้ดินใหม่............ 85

รูปที่ 4.67 แสดงความหนาแน่นของพลังงานจากคนของผังบริเวณใหม่เวลา 8.00 น............ 86

รูปที่ 4.68 แสดงความหนาแน่นของพลังงานจากคนของผังบริเวณใหม่เวลา 9.00 น............ 87

รูปที่ 4.69 แสดงความหนาแน่นของพลังงานจากคนของผังบริเวณใหม่เวลา 10.00 น............ 87

รูปที่ 4.70 แสดงความหนาแน่นของพลังงานจากคนของผังบริเวณใหม่เวลา 11.00 น............ 88

รูปที่ 4.71 แสดงความหนาแน่นของพลังงานจากคนของผังบริเวณใหม่เวลา 12.00 น............ 88

รูปที่ 4.72 แสดงความหนาแน่นของพลังงานจากคนของผังบริเวณใหม่เวลา 13.00 น............ 89

รูปที่ 4.73 แสดงความหนาแน่นของพลังงานจากคนของผังบริเวณใหม่เวลา 14.00 น............ 89

รูปที่ 4.74 แสดงความหนาแน่นของพลังงานจากคนของผังบริเวณใหม่เวลา 15.00 น............ 90

รูปที่ 4.75 แสดงความหนาแน่นของพลังงานจากคนของผังบริเวณใหม่เวลา 16.00 น............ 90

รูปที่ 4.76 แสดงความหนาแน่นของพลังงานจากคนของผังบริเวณใหม่เวลา 17.00 น............ 91

รูปที่ 4.77 แสดงความหนาแน่นของพลังงานจากคนของผังบริเวณใหม่เวลา 18.00 น............ 91

รูปที่ 4.78 แสดงความหนาแน่นของพลังงานจากคนของผังบริเวณใหม่เวลา 19.00 น............ 92

หน้า

รูปที่ 4.79 แสดงความหนาแน่นของพลังงานจากรถยนต์ของผังบริเวณใหม่เวลา 8.00 น. 93

รูปที่ 4.80 แสดงความหนาแน่นของพลังงานจากรถยนต์ของผังบริเวณใหม่เวลา 9.00 น. 93

รูปที่ 4.81 แสดงความหนาแน่นของพลังงานจากรถยนต์ของผังบริเวณใหม่เวลา 10.00 น. 94

รูปที่ 4.82 แสดงความหนาแน่นของพลังงานจากรถยนต์ของผังบริเวณใหม่เวลา 11.00 น. 94

รูปที่ 4.83 แสดงความหนาแน่นของพลังงานจากรถยนต์ของผังบริเวณใหม่เวลา 12.00 น. 95

รูปที่ 4.84 แสดงความหนาแน่นของพลังงานจากรถยนต์ของผังบริเวณใหม่เวลา 13.00 น. 95

รูปที่ 4.85 แสดงความหนาแน่นของพลังงานจากรถยนต์ของผังบริเวณใหม่เวลา 14.00 น. 96

รูปที่ 4.86 แสดงความหนาแน่นของพลังงานจากรถยนต์ของผังบริเวณใหม่เวลา 15.00 น. 96

รูปที่ 4.87 แสดงความหนาแน่นของพลังงานจากรถยนต์ของผังบริเวณใหม่เวลา 16.00 น. 97

รูปที่ 4.88 แสดงความหนาแน่นของพลังงานจากรถยนต์ของผังบริเวณใหม่เวลา 17.00 น. 97

รูปที่ 4.89 แสดงความหนาแน่นของพลังงานจากรถยนต์ของผังบริเวณใหม่เวลา 18.00 น. 98

รูปที่ 4.90 แสดงความหนาแน่นของพลังงานจากรถยนต์ของผังบริเวณใหม่เวลา 19.00 น. 98

รูปที่ 5.1 แสดงความหนาแน่นของพลังงานในช่วงสูงสุดของผังบริเวณเดิม 100

รูปที่ 5.2 แสดงความหนาแน่นของพลังงานในช่วงสูงสุดของผังบริเวณหลังการปรับปรุง 100

รูปที่ 5.3 แสดงเส้นทางสัญจรของผังบริเวณเดิม 102

รูปที่ 5.4 แสดงเส้นทางสัญจรของผังบริเวณใหม่ 102

สารบัญแผนภูมิ

หน้า

แผนภูมิที่ 1.1 แสดงสัดส่วนการใช้พลังงานขั้นสุดท้ายจำแนกตามสาขาเศรษฐกิจ.................... 2
แผนภูมิที่ 2.1 แผนภูมิไบโอไคลเมตริกแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิอากาศ และความชื้นสัมพัทธ์.. 21
แผนภูมิที่ 2.2 แผนภูมิไบโอไคลเมตริกที่แบ่งเขตสบายออกเป็น 4 กลุ่ม จากการวิเคราะห์อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ประกอบกัน.. 23
แผนภูมิที่ 4.1 แสดงอัตราการเผาผลาญพลังงานของร่างกายจำแนกตามประเภทกิจกรรมต่างๆ ซึ่งเป็นกิจกรรมระดับบางเบา (MET ต่ำกว่า 3.5).. 41
แผนภูมิที่ 4.2 แสดงอัตราการเผาผลาญพลังงานของร่างกายจำแนกตามประเภทกิจกรรมต่างๆ ซึ่งเป็นกิจกรรมระดับปานกลาง (MET ระหว่าง 3.5-7).................................... 42
แผนภูมิที่ 4.3 แสดงอัตราการเผาผลาญพลังงานของร่างกายจำแนกตามประเภทกิจกรรมต่างๆ ซึ่งเป็นกิจกรรมระดับหนัก (MET สูงกว่า 7).. 43
แผนภูมิที่ 4.4 แสดงอัตราการเผาผลาญพลังงานของร่างกายจากการเดินบนทางลาดเอียงที่ระดับความชันต่างๆ ด้วยความเร็วปานกลาง (ประมาณ 4.8 กิโลเมตรต่อชั่วโมง)........... 44
แผนภูมิที่ 4.5 แสดงการเปรียบเทียบพลังงานในการคมนาคมในระยะทาง 1 กิโลเมตรต่อคนด้วยยานพาหนะชนิดต่างๆ.. 45
แผนภูมิที่ 4.6 แสดงจำนวนคนที่ได้จากการเก็บข้อมูลรายชั่วโมง.. 54
แผนภูมิที่ 4.7 แสดงจำนวนรถยนต์ที่ได้จากการเก็บข้อมูลรายชั่วโมง...................................... 55