11 มิ.ย. 2546

แนวทางการพัฒนาสภาพแวดล้อมทางกายภาพโดยการจัดการระบบโครงสร้างพื้นฐาน บริเวณรอบองค์พระปฐมเจดีย์ จังหวัดนครปฐม

สรัลชยา ถาวรสันต์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาการวางแผนสิ่งแวดล้อมเพื่อพัฒนาชุมชนและชนบท
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล
พ.ศ. 2546

วพ
ส349น
2546
ฉ.2

ISBN 974-04-2891-6

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยมหิดล

Copyright by Mahidol University

อักษรนิยมการ
จาก
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

แนวทางการพัฒนาสภาพแวดล้อมทางกายภาพโดยการจัดการระบบโครงสร้างพื้นฐาน บริเวณรอบองค์พระปฐมเจดีย์ จังหวัดนครปฐม

.....

นางสาวสรัลชยา ถาวรสันต์

ผู้วิจัย

.....

ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุชาติ นวกวงษ์ วท.ม.

ประธานกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์

.....

อาจารย์สุทธินันท์ นันทจิต M.Sc.

กรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์

.....

อาจารย์พิจักษณ์ หิญชีระนันทน์ วท.ม.

กรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์

.....

รองศาสตราจารย์รัศมีดารา หุ่นสวัสดิ์ Ph.D.

คณบดี

บัณฑิตวิทยาลัย

.....

อาจารย์สัญชัย สูติพันธ์วิหาร วท.ม.

ประธานกรรมการบริหารประจำหลักสูตร

วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการวางแผน

สิ่งแวดล้อมเพื่อพัฒนาชุมชนและชนบท

คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์

Copyright by Mahidol University

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

แนวทางการพัฒนาสภาพแวดล้อมทางกายภาพโดยการจัดการระบบโครงสร้างพื้นฐาน บริเวณรอบองค์พระปฐมเจดีย์ จังหวัดนครปฐม

ได้รับการพิจารณาให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญา วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการวางแผนสิ่งแวดล้อมเพื่อพัฒนาชุมชนและชนบท วันที่ 24 มีนาคม พ.ศ. 2546

.....

นางสาวสรัลชยา ถาวรสันต์

ผู้วิจัย

.....

ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุชาติ นวกวงษ์ วท.ม.

ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....

อาจารย์สุทธินันท์ นันทจิต M.Sc.

กรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....

ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุวัฒนา ธาดานิติ Ph.D.

กรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....

อาจารย์พิจักษณ์ หิญชีระนันทน์ วท.ม.

กรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....

รองศาสตราจารย์รัศมีดารา ทุ่นสวัสดิ์ Ph.D.

คณบดี

บัณฑิตวิทยาลัย

มหาวิทยาลัยมหิดล

.....

รองศาสตราจารย์อนุชาติ พวงสำลี Ph.D.

คณบดี

คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์

มหาวิทยาลัยมหิดล

Copyright by Mahidol University

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ สำเร็จลงได้ด้วยความช่วยเหลืออย่างดียิ่งของ ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุชาติ นวกวงษ์ อาจารย์พิจักษณ์ หิญชีระนันทน์ และอาจารย์สุทธินันท์ นันทจิต อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ทั้ง 3 ท่านและผู้ช่วยศาสตราจารย์ด็อกเตอร์สุวัฒนา ธาดานิติ กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่ได้ให้คำแนะนำและข้อคิดเห็นต่างๆของการวิจัย โดยเฉพาะรายละเอียดการใช้โปรแกรมเชิงเส้นทั้งหมดแก่ผู้วิจัย

ขอกราบขอบพระคุณ คุณกำธร มนูญปีจจุ คุณวินัย เชาวนเมธากุล คุณพิมพ์สุรางค์ โลหิตคุปต์ คุณวันชัย สุขพิทักษ์ และคุณสุพจน์ พุกสุริยวงศ์ ตลอดเจ้าหน้าที่เทศบาลเมืองนครปฐมทุกๆท่านที่ให้ความอนุเคราะห์และรายละเอียดข้อมูลของเทศบาลเมืองนครปฐม

ขอกราบขอบพระคุณ คุณดิเรก สุขศรีทอง เจ้าหน้าที่จากการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค คลองเตย คุณทรงพล จากบริษัทศรีอู่ทอง และคุณนัชชา สมนาวรรณ จากบริษัทสเตรกา ที่ให้ความอนุเคราะห์ข้อมูล รายละเอียดในด้านระบบไฟฟ้า

ขอขอบคุณ คุณกนกวรรณ คุณนภินทร คุณธนพรรณ จากคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยรังสิต สำหรับข้อมูลด้านค่าใช้จ่ายและการประสานงานในทุกๆเรื่อง

ขอขอบคุณ เอ ใหม่ น้องปุ๋ม และเพื่อนๆ RD 5 ทุกคนที่ให้ความช่วยเหลือและคำแนะนำต่างๆที่เป็นประโยชน์แก่ผู้วิจัย

ขอขอบคุณ คุณเป้ สำหรับความช่วยเหลือในทุกๆ ด้าน ซึ่งไม่สามารถกล่าวได้หมด ณ ที่นี้

ขอขอบคุณ คุณศราวุธ ที่ให้กำลังใจดีๆมาโดยตลอด

และท้ายที่สุดนี้ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ บิดามารดา ทุกคนในครอบครัวซึ่งสนับสนุนในด้านการเงินและเป็นกำลังใจที่สำคัญแก่ผู้วิจัยเสมอมาจนสำเร็จการศึกษา

สรัลชยา ถาวรสันต์

Copyright by Mahidol University

แนวทางการพัฒนาสภาพแวดล้อมทางกายภาพ โดยการจัดการระบบโครงสร้างพื้นฐาน บริเวณรอบองค์พระปฐมเจดีย์ จังหวัดนครปฐม (DEVELOPMENT GUIDELINES FOR PHYSICAL ENVIRONMENT BY INFRASTRUCTURE PLANNING IN THE AREA SURROUNDING PRAPATHOM CHEDI, NAKHON PATHOM PROVINCE)

สรัลชยา ถาวรสันต์ 4236530 ENRD/M

วท.ม. (การวางแผนสิ่งแวดล้อมเพื่อพัฒนาชุมชนและชนบท)

คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ : สุชาติ นวกวงษ์,วท.ม., สุทธินันท์ นันทจิต, M.Sc., พิจักษณ์ หิญชีระนันทน์, วท.ม.

บทคัดย่อ

การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ เสนอแนวทางการพัฒนาสภาพแวดล้อมทางกายภาพโดยการจัดการระบบโครงสร้างพื้นฐาน บริเวณรอบองค์พระปฐมเจดีย์ จังหวัดนครปฐม เพื่อแก้ไขปัญหามลทัศน์ที่เกิดขึ้นจากระบบโครงสร้างพื้นฐานที่ไม่เป็นระเบียบในปัจจุบัน รวมถึงวางแผนป้องกันปัญหาที่จะเกิดขึ้นต่อไปในอนาคต ซึ่งแบ่งปัญหามลทัศน์ที่เกิดขึ้นจากโครงสร้างพื้นฐานที่ควรมีการจัดการและปรับปรุง ได้แก่ เปลี่ยนรูปแบบการวางสายไฟฟ้า สายโทรศัพท์จากการเดินสายอากาศเป็นแบบเดินสายใต้ดิน ปรับปรุงคุณภาพท่อประปาและท่อระบายน้ำ ปรับปรุงทางเดินเท้าให้มีความเป็นระเบียบ โดยใช้ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับค่าใช้จ่ายต่างๆ ในการจัดการ ข้อจำกัดในการพัฒนาด้านสาธารณูปโภค เทศบัญญัติ ระยะเวลาทำงาน มาทำการประมวลผล เพื่อสร้างรูปแบบสมการเชิงเส้นและใช้โปรแกรมเชิงเส้น (Linear Programming) ในการหาค่าใช้จ่ายและระยะเวลาที่สั้นที่สุดในการจัดการ

ผลการศึกษา พบว่า ค่าใช้จ่ายที่น้อยที่สุดและระยะเวลาในการทำงานที่สั้นที่สุด ในแต่ละงาน มีดังนี้

1) งานวางสายไฟฟ้าและสายโทรศัพท์ใต้ดิน มีค่าใช้จ่าย 71,254,551 บาท ระยะเวลาในการทำงานรวมทั้งสิ้น 136 วัน

2) งานจัดการระบบประปา มีค่าใช้จ่าย 6,625,451 บาท ระยะเวลาในการทำงานรวมทั้งสิ้น 118 วัน

3) งานจัดการระบบระบายน้ำ มีค่าใช้จ่าย 7,075,446 บาท ระยะเวลาในการทำงานรวมทั้งสิ้น 163 วัน

4) งานปรับปรุงทางเดินเท้า มีค่าใช้จ่าย 14,767,520 บาท ระยะเวลาในการทำงานรวมทั้งสิ้น 132 วัน

และเมื่อพิจารณาระยะเวลาการทำงานรวมทั้งโครงการ พบว่า การทำงานบางขั้นตอนสามารถทำพร้อมกันได้ ทำให้ระยะเวลาในการทำงานลดลงได้อีก รวมเวลาทั้งหมดจนเสร็จสิ้นโครงการเท่ากับ 292 วัน ค่าใช้จ่ายในศึกษาครั้งนี้ ทั้งค่าจ้างแรงงาน ค่าวัสดุก่อสร้าง และอื่นๆ เป็น ราคาอ้างอิง ณ เดือนเมษายน 2545 เพื่อให้เป็นแนวทางในการตัดสินใจ และจัดทำเป็นงบประมาณแก่หน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ซึ่งเปลี่ยนแปลงได้ตามช่วงเวลา

คำสำคัญ : โครงสร้างพื้นฐาน / สภาพแวดล้อมทางกายภาพ / พระปฐมเจดีย์ / โปรแกรมเชิงเส้น

163 หน้า . ISBN 974-04-2891-6

Copyright by Mahidol University

DEVELOPMENT GUIDELINES FOR PHYSICAL ENVIRONMENT INFRASTRUCTURE PLANNING IN THE AREA SURROUNDING PRAPATHOM CHEDI, NAKHON PATHOM PROVINCE.

SARANCHAYA THAWORNSANT 4236530 ENRD/M

M.Sc.(ENVIRONMENT PLANNING FOR COMMUNITY AND RURAL DEVELOPMENT)

THESIS ADVISORS : SUCHART NAWAGAWONG, M.Sc. , SUTHINAN NANTHAJIT, M.Sc. , PIJAK HINJIRANAN, M.Sc.

ABSTRACT

The objectives of this study are to develop guidelines for physical environment infrastructure planning in the area surrounding Prapathom Chedi, Nakhonpathom Province, to solve problems of visual pollution caused by local infrastructure, to develop a city plan which guards against visual pollution caused by the city's growth, and to maintain the physical environment in the future. This study identifies the areas in which infrastructure should be improved: substituting overhead electricity and telephone cables for underground cables; changing water supply and drainage pipes to improve quality; improving pavements including street furnitures.

This study considered data on cost management, constraints in facility development, municipal law and working times to compile variable coefficients in order to construct an objective function model, and to analyze cost and time to obtain the optimum results. Linear Programming analysis was performed with Lindo Program. The lowest costs and least time for the necessary works are listed as follows:

1) Underground electricity and telephone system:136 days and 71,254,511 baht.
2) Water supply system: 118 days and 6,625,451 baht.
3) Drainage system: 163 days and 7,075,446 baht.
4) Pavement improvements: 132 days and 14,767,520 baht.

Some of the work on these projects can run concurrently. This means that the total working time would be reduced to 292 days.

Costs in this study refer to guidelines issued in April 2001 and are subject to change at any time. Throughout the operation of the project the municipality must adjust costs accordingly.

KEY WORDS : INFRASTRUCTURE / LINEAR PROGRAMMING / PRAPATHOM CHEDI / PHYSICAL ENVIRONMENT

163 P. ISBN 974-04-2891-6

Copyright by Mahidol University

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ค
บทคัดย่อ	ง
สารบัญภาพ	ญ
สารบัญตาราง	ฎ
บทที่	
1 บทนำ	**1**
1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ในการวิจัย	3
1.3 กรอบแนวคิดในการวิจัย	3
1.4 สมมติฐานในการวิจัย	5
1.5 ขอบเขตในการวิจัย	5
1.6 นิยามศัพท์ที่ใช้ในการวิจัย	6
1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	6
2 ทบทวนวรรณกรรม	**10**
2.1 ข้อมูลพื้นฐานของพื้นที่ศึกษา	10
2.2 แนวความคิดเกี่ยวกับสภาพแวดล้อมทางกายภาพของเมือง	14
2.2.1 ความหมายของสภาพแวดล้อมทางกายภาพ	14
2.2.2 ความสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์และสภาพแวดล้อมทางกายภาพ	14
2.2.3 แนวทางในการพัฒนาสภาพแวดล้อม ของโบราณสถาน ปูชนียสถานและบริเวณโดยรอบ	15
2.2.4 การพัฒนาสภาพแวดล้อมทางกายภาพของเมืองเพื่อตอบสนองความต้องการของนักท่องเที่ยว	16
2.3 แนวความคิดเกี่ยวกับมลทัศน์	17
2.3.1 ความหมายของมลทัศน์	17
2.3.2 แนวความคิดเกี่ยวกับปัญหามลทัศน์	18
2.3.2.1 องค์ประกอบของเมืองที่สร้างปัญหามลทัศน์	19

Copyright by Mahidol University

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.3.2.2 ข้อพิจารณาปัญหามลทัศน์จากองค์ประกอบของเมือง	20
2.3.3 สาเหตุที่ก่อให้เกิดปัญหามลทัศน์	23
2.3.4 ปัญหามลทัศน์บริเวณรอบองค์พระปฐมเจดีย์	24
2.4 แนวความคิดเกี่ยวกับโครงสร้างพื้นฐานในส่วนสาธารณูปโภค	26
2.4.1 ความหมายของสาธารณูปโภค	26
2.4.2 สาธารณูปโภคกับปัญหามลทัศน์	26
2.4.2.1 ระบบการติดตั้งเสา และสายไฟฟ้า	26
2.4.2.2 ระบบการติดตั้งสายเคเบิลโทรศัพท์	27
2.4.2.3 ระบบท่อน้ำประปา	28
2.4.2.4 ระบบท่อระบายน้ำฝนและน้ำโสโครก	28
2.4.3 ระบบการวางสายใต้ดิน	29
2.4.4 ข้อมูลด้านโครงสร้างพื้นฐานส่วนสาธารณูปโภคของเทศบาลเมืองนครปฐมในปัจจุบัน	32
2.4.4.1 ระบบถนนในเขตเทศบาลเมืองนครปฐม	32
2.4.4.2 ระบบไฟฟ้า	33
2.4.4.3 ระบบประปา	34
2.4.4.4 ระบบโทรศัพท์	35
2.4.4.5 ระบบท่อระบายน้ำ	36
2.4.5 เกณฑ์ในการวางแผนระบบสาธารณูปโภคในเมือง	36
2.4.5.1 ค่ามาตรฐานความหนาแน่นของประชากร	37
2.4.5.2 การวางแผนระบบประปา	38
2.4.5.3 การวางแผนระบบโทรศัพท์	39
2.4.5.4 การวางแผนระบบไฟฟ้า	39
2.4.5.5 การวางแผนระบบระบายน้ำ	39
2.5 การประยุกต์ใช้โปรแกรมเชิงเส้น	40
2.5.1 รูปแบบของโปรแกรมเชิงเส้น	40

Copyright by Mahidol University

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.5.2 การประยุกต์ใช้โปรแกรมเชิงเส้นในการหาค่าใช้จ่ายต่ำสุดของโครงการ 45

2.5.3 วิธีการแก้ปัญหาโปรแกรมเชิงเส้น 47

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 50

2.6.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับปัญหาสภาพแวดล้อมทางกายภาพของเมือง 50

2.6.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับจังหวัดนครปฐม 51

2.6.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการประยุกต์ใช้โปรแกรมเชิงเส้น 52

3 วิธีการดำเนินการศึกษา **56**

3.1 วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล 57

3.2 ตัวแปรที่ใช้ในการศึกษา 58

3.3 การสร้างสมการเป้าหมาย 58

3.3.1 สมการเป้าหมายในงานจัดการระบบไฟฟ้าและระบบโทรศัพท์ ใต้ดิน 60

3.3.2 สมการเป้าหมายในการจัดการงานระบบประปา 63

3.3.3 สมการเป้าหมายในงานจัดการระบบระบายน้ำ 65

3.3.4 สมการเป้าหมายในงานจัดการทางเดินเท้า 67

3.4 วิธีการวิเคราะห์ข้อมูล 69

4.ผลการศึกษา **70**

4.1 ค่าใช้จ่ายต่ำสุดในการจัดการระบบโครงสร้างพื้นฐาน 70

4.2 ระยะเวลาการทำงานที่น้อยที่สุดในแต่ละขั้นตอนของการจัดการระบบโครงสร้างพื้นฐาน 71

4.2.1ระยะเวลาการทำงานที่น้อยที่สุดในการจัดการงานระบบไฟฟ้าและงานวางสายโทรศัพท์ใต้ดิน 71

4.2.2ระยะเวลาการทำงานที่น้อยที่สุดในการจัดการงานระบบประปา 73

4.2.3ระยะเวลาการทำงานที่น้อยที่สุดในการจัดการงานระบบระบายน้ำ 76

Copyright by Mahidol University

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
4.2.4ระยะเวลาการทำงานที่น้อยที่สุดในงานการจัดการงานทางเดินเท้า	78
5. อภิปรายและสรุปผล	**82**
5.1 อภิปรายผล	82
5.1.1 ค่าใช้จ่ายต่ำสุดในการจัดการระบบโครงสร้างพื้นฐาน	82
5.1.2 ระยะเวลาที่น้อยที่สุดในการจัดการระบบโครงสร้างพื้นฐาน	82
5.1.2.1 งานวางสายไฟฟ้าและสายโทรศัพท์ใต้ดิน	82
5.1.2.2 งานระบบประปา	83
5.1.2.3 งานระบบระบายน้ำ	83
5.1.2.4 งานปรับปรุงทางเดินเท้า	83
5.2 สรุปผล	84
5.3 ข้อเสนอแนะในการวิจัย	87
รายการอ้างอิง	88
ภาคผนวก ก รายละเอียดการวางแผนระบบโครงสร้างพื้นฐาน	93
ภาคผนวก ข ค่าใช้จ่ายในการจัดการระบบโครงสร้างพื้นฐาน	97
ภาคผนวก ค การวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมเชิงเส้น	105
ภาคผนวก ง แนวทางการปรับปรุงรูปแบบสภาพแวดล้อมทางกายภาพ	122
ประวัติผู้วิจัย	157
EXECUTIVE SUMMARY	158

Copyright by Mahidol University

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่ 1-1 กรอบแนวคิดในการวิจัย 4
ภาพที่ 1-2 ตำแหน่งพื้นที่ศึกษา 7
ภาพที่ 1-3 เทศบาลเมืองนครปฐม 8
ภาพที่ 1-4 ขอบเขตพื้นที่ศึกษาและเส้นทางศึกษา 9
ภาพที่ 2-1 ปัญหามลทัศน์บริเวณรอบองค์พระปฐมเจดีย์ 25
ภาพที่ 2-2 การวางสายโทรศัพท์ใต้ดิน 31
ภาพที่ 2-3 ขั้นตอนการหาผลลัพธ์โดยใช้โปรแกรมเชิงเส้น 49
ภาพที่ 3-1 เส้นทางศึกษางานจัดการระบบไฟฟ้าและระบบโทรศัพท์ใต้ดิน 60
ภาพที่ 3-2 เส้นทางศึกษางานจัดการระบบประปา 63
ภาพที่ 3-3 เส้นทางศึกษางานจัดการระบบระบายน้ำ 65
ภาพที่ 3-4 เส้นทางศึกษางานจัดการทางเดินเท้า 67
ภาพที่ 5-1 ผังการทำงานรวมในการจัดการระบบโครงสร้างพื้นฐานทั้งหมด 86

Copyright by Mahidol University

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 2-1 จำนวนประชากรในพื้นที่ตำบลพระปฐมเจดีย์ ช่วงปี พ.ศ.2539-2544. 32

ตารางที่ 2-2 ปริมาณการผลิตน้ำประปาและหน่วยจำหน่ายน้ำประปาของเทศบาลเมืองนครปฐม 34

ตารางที่ 2-3 ปริมาณน้ำที่สูญเสียจากสาเหตุท่อประปาชำรุด 35

ตารางที่ 2-4 สถานภาพเลขหมายคู่สาย ของสำนักงานบริการโทรศัพท์นครปฐม 36

ตารางที่ 2-5 เกณฑ์มาตรฐานความหนาแน่นของประชากรสำหรับพักอาศัย 38

ตารางที่ 2-6 ระยะเวลาในการออกแบบระบบระบายน้ำเสีย 40

ตารางที่ 4-1 ค่าใช้จ่ายในการจัดการระบบโครงสร้างพื้นฐาน 70

ตารางที่ 4-2 ผลการวิเคราะห์ระยะเวลาการทำงานที่น้อยที่สุดในการจัดการงานระบบไฟฟ้าและงานวางสายโทรศัพท์ใต้ดิน 71

ตารางที่ 4-3 ผลการวิเคราะห์ความไวของการเปลี่ยนแปลงค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรในสมการเป้าหมายในงานระบบไฟฟ้าและงานวางสายโทรศัพท์ใต้ดิน 72

ตารางที่ 4-4 ผลการวิเคราะห์ความไวของการเปลี่ยนแปลงค่าคงที่ด้านขวามือของสมการ (RHS) ในงานระบบไฟฟ้าและงานวางสายโทรศัพท์ใต้ดิน 72

ตารางที่4-5 ผลการวิเคราะห์ระยะเวลาการทำงานที่น้อยที่สุดในการจัดการงานระบบประปา 74

ตารางที่ 4-6 ผลการวิเคราะห์ความไวของการเปลี่ยนแปลงค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรในสมการเป้าหมายในงานระบบประปา 74

ตารางที่ 4-7 ผลการวิเคราะห์ความไวของการเปลี่ยนแปลงค่าคงที่ด้านขวามือของสมการ (RHS) ในงานระบบประปา 75

ตารางที่ 4-8 ผลการวิเคราะห์ระยะเวลาการทำงานที่น้อยที่สุดในการจัดการงานระบบระบายน้ำ 76

ตารางที่ 4-9 ผลการวิเคราะห์ความไวของการเปลี่ยนแปลงค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรในสมการ เป้าหมายในงานระบบระบายน้ำ 77

ตารางที่ 4-10 ผลการวิเคราะห์ความไวของการเปลี่ยนแปลงค่าคงที่ด้านขวามือของสมการ (RHS) ในงานระบบระบายน้ำ 77

ตารางที่ 4-11 ผลการวิเคราะห์ระยะเวลาการทำงานที่น้อยที่สุดในการจัดการงานปรับปรุงทางเดินเท้า 79

Copyright by Mahidol University

สารบัญตาราง (ต่อ)

หน้า

ตารางที่ 4-12 ผลการวิเคราะห์ความไวของการเปลี่ยนแปลงค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรในสมการเป้าหมายในงานปรับปรุงทางเดินเท้า 79

ตารางที่ 4-13 ผลการวิเคราะห์ความไวของการเปลี่ยนแปลงค่าคงที่ด้านขวามือของสมการ (RHS) ในงานปรับปรุงทางเดินเท้า 80

ตารางที่ 5-1 รายละเอียดระยะเวลาในการจัดการระบบโครงสร้างพื้นฐานทั้งหมด 86

Copyright by Mahidol University

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

นครปฐม เป็นหนึ่งในห้าจังหวัดปริมณฑลของกรุงเทพมหานคร ตั้งแต่ในแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 5 (พ.ศ.2529-2533) โดยได้ส่งเสริมให้นครปฐมเป็นชุมชนหลักที่มีความสมบูรณ์ในตัวเอง รวมถึงเป็นที่รองรับแหล่งงาน และการกระจายตัวของประชากรในกรุงเทพมหานคร เพื่อเป็นเขตพื้นที่ก้าวหน้า มีหน้าที่หลักในด้านพาณิชยกรรมและการบริการ เนื่องจากมีเส้นทางคมนาคมขนส่งที่เชื่อมต่อระหว่างภาคกลางตอนล่างและภาคใต้ นอกจากนั้นยังมีตลาดกลาง ซึ่งเป็นศูนย์รวมผลิตภัณฑ์ทางการเกษตร ส่งจำหน่ายให้แก่กรุงเทพมหานคร และภาคต่างๆทั่วประเทศด้วย

ในแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 8 (พ.ศ.2540-2544) นครปฐมยังได้รับการกำหนดให้เป็นศูนย์กลางชุมชนของฝั่งทะเลตะวันตก ประกอบด้วย ราชบุรี เพชรบุรี กาญจนบุรี สมุทรสงคราม และสุพรรณบุรี โดยเป็นพื้นที่ที่สามารถพัฒนาเป็นศูนย์กลางทางอุตสาหกรรมและการท่องเที่ยวที่สำคัญของประเทศได้ ซึ่งนครปฐมเป็นเมืองปริมณฑลที่มีศักยภาพเป็นศูนย์กลางการบริหารราชการ และการบริการ รวมถึงการเป็นประตูสู่ชายฝั่งทะเลตะวันตกด้วย (1)

นอกจากบทบาททางด้านพาณิชยกรรมและการบริการแล้ว นครปฐมยังเป็นจังหวัดหนึ่งที่มีความสำคัญทางด้านศิลปวัฒนธรรม พุทธศาสนา และประวัติศาสตร์ของชาติเป็นอย่างมาก โดยในเขตเทศบาลเมืองนครปฐม บริเวณใจกลางเมือง เป็นที่ตั้งขององค์พระปฐมเจดีย์แห่งวัดพระปฐมเจดีย์ราชวรมหาวิหาร ซึ่งเป็นปูชนียสถานที่เก่าแก่ที่สุดในประเทศไทย เป็นแหล่งศิลปกรรมที่มีคุณค่า มีความสำคัญแห่งหนึ่ง เนื่องเป็นเจดีย์ที่มีขนาดใหญ่และสูงที่สุดในประเทศ ภายในบรรจุพระบรมสารีริกธาตุของพระพุทธเจ้า โดยกรมศิลปากรได้ขึ้นทะเบียนเป็นโบราณสถานมรดกชาติ และในราว 3-4 ปีข้างหน้า กำลังจะมีการพัฒนาให้ขึ้นเป็นมรดกโลกต่อไป (2) ในแต่ละวันจะมีประชาชนทั้งชาวไทย ชาวต่างประเทศ เดินทางมาชมและนมัสการองค์พระปฐมเจดีย์เป็นจำนวนมาก อีกทั้งภายในบริเวณวัดที่มีความร่มรื่นยังเป็นสถานที่พักผ่อนหย่อนใจของชาวนครปฐมด้วย ถือได้ว่า องค์พระปฐมเจดีย์ เป็นพระเจดีย์คู่บ้านคู่เมือง เป็นศูนย์รวมจิตใจและเป็นสัญลักษณ์ของนครปฐมอย่างแท้จริง

Copyright by Mahidol University

อย่างไรก็ตาม การพัฒนาเมืองที่ทำให้นครปฐมเป็นศูนย์กลางชุมชน มีความเจริญ ความพร้อมในเรื่องโครงสร้างพื้นฐานและบริการต่างๆ เพื่อรองรับการขยายตัวทางด้านเศรษฐกิจ สังคม ได้ก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมขึ้น โดยเฉพาะในปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมเมือง ซึ่งการเจริญเติบโตของเมืองนอกจากจะก่อให้เกิดมลภาวะต่างๆมากมาย เช่น อากาศเป็นพิษ น้ำเสีย เป็นต้น แล้ว ยังมีเรื่องของมลภาวะทางทัศนียภาพหรือมลทัศน์ (Vision Pollution) ซึ่งเป็นปัญหาที่เกิดจากชาวเมืองไม่ได้ให้ความสนใจต่อการดำเนินชีวิตอย่างมีคุณภาพ ทำให้สภาพแวดล้อมทางกายภาพของเมืองเสื่อมโทรมลงอย่างต่อเนื่อง ไม่ว่าจะเป็นการขาดแคลนพื้นที่โล่ง ปัญหาความเสื่อมโทรมของพื้นที่ ปัญหาการขาดการจัดการระบบโครงสร้างพื้นฐาน การจัดระบบการจราจร การขาดการบำรุงดูแลบริเวณรอบอาคารสถานที่ซึ่งเป็นเอกลักษณ์ของเมือง จะเห็นได้จากสภาพปัจจุบันของเทศบาลเมืองนครปฐม ในส่วนตำบลพระปฐมเจดีย์ บริเวณองค์พระปฐมเจดีย์ที่อยู่ใจกลางเมือง เป็นแหล่งที่รวมการค้า ที่อยู่อาศัยของประชาชน ได้ก่อให้เกิดปัญหามลทัศน์จากอาคาร ร้านค้า ป้ายโฆษณา ที่เพิ่มจำนวนมากขึ้น ทำให้เมืองมีสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงไป โดยเฉพาะด้านทัศนียภาพของเมือง โดยเกิดสภาพที่ไม่สอดคล้องกับคุณค่าขององค์พระปฐมเจดีย์ เนื่องจากขาดการจัดแต่งให้มีความเหมาะสมกับพื้นที่และสิ่งแวดล้อมของเมือง รวมถึงระบบสาธารณูปโภค ไม่ว่าจะเป็น สายไฟฟ้า สายโทรศัพท์ เส้นท่อต่างๆ ที่จัดวางไว้อย่างไม่มีระเบียบ ปัญหาการขาดแคลนที่จอดรถที่เป็นสัดส่วน ทำให้เกิดปัญหาการจอดกีดขวางการสัญจรไปมาของประชาชนที่มานมัสการองค์พระปฐมเจดีย์ ส่งผลให้ความสง่างามของปูชนียสถานแห่งนี้ลดลงอย่างมาก และจากการที่องค์พระปฐมเจดีย์ล้อมรอบด้วยถนนที่เป็นเส้นทางสัญจรหลักของประชาชน โดยถนนดังกล่าว สามารถเชื่อมต่อไปยังถนนเพชรเกษมได้ อีกทั้งนครปฐมเป็นศูนย์กลางของภาคตะวันตก เป็นจังหวัดแรก และจังหวัดสุดท้ายที่เข้าออกจากกรุงเทพมหานครสู่ภาคใต้และภาคตะวันตก ทำให้นครปฐมเป็นแหล่งรวมและกระจายรถเป็นปริมาณมาก

จะเห็นได้ว่า ปัจจุบัน สภาพแวดล้อมทางกายภาพรอบองค์พระปฐมเจดีย์ ปูชนียสถานคู่บ้านคู่เมืองนครปฐม ได้ถูกรบกวนจากโครงสร้างพื้นฐาน ซึ่งเป็นผลมาจากการพัฒนาเมืองที่ขาดการคำนึงถึงทัศนียภาพและส่งเสริมเอกลักษณ์ของเมือง อาจกล่าวได้ว่า สภาพแวดล้อมบริเวณรอบองค์พระปฐมเจดีย์ยังมีคุณภาพไม่เหมาะสม ไม่ส่งเสริมความสง่างามให้กับองค์พระปฐมเจดีย์เท่าที่ควร (3)

ดังนั้น เพื่อเป็นการปรับปรุง แก้ไขปัญหามลทัศน์ และควบคุมทัศนียภาพบริเวณรอบองค์พระปฐมเจดีย์ จึงควรมีการจัดการพื้นที่ โดยเฉพาะในส่วนของระบบโครงสร้างพื้นฐานที่อยู่ในความรับผิดชอบของทางราชการ ให้มีความเป็นระเบียบ และเหมาะสมที่สุด รวมทั้งวางแผนรองรับการขยายตัวของเมืองในอนาคตเพื่อป้องกันปัญหามลทัศน์ที่จะเกิดขึ้นอีก จากการขุดเจาะพื้นที่ เดิน

Copyright by Mahidol University

สายระบบสาธารณูปโภคเพิ่มเติม การคอนสายไฟฟ้า สายโทรศัพท์ นอกจากนั้น ยังต้องคำนึงถึงความเหมาะสมทางด้านเศรษฐกิจ โดย ให้เสียค่าใช้จ่ายในการดำเนินการต่ำที่สุด ใช้เวลาน้อยที่สุด เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดในการทำงาน และสามารถเป็นแนวทางในการนำไปปฏิบัติงานได้จริง โดยจะทำให้ทัศนียภาพบริเวณโดยรอบองค์พระปฐมเจดีย์ ซึ่งเป็นปูชนียสถานที่สำคัญเป็นไปอย่างเรียบร้อย คงความเป็นเอกลักษณ์ที่สำคัญของจังหวัดนครปฐม ทำให้ผู้มาเยือนเกิดความประทับใจ เพิ่มศักยภาพทางการท่องเที่ยว ในขณะเดียวกันก็เป็นประโยชน์ต่อประชาชนที่อาศัยในพื้นที่ เป็นการสนับสนุนความเป็นอยู่ของชาวเมืองให้มีคุณภาพชีวิตที่ดียิ่งขึ้น

1.2 วัตถุประสงค์ในการวิจัย

1.2.1 ศึกษาปัญหาสภาพแวดล้อมทางกายภาพที่เกิดขึ้นจากการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานบริเวณรอบองค์พระปฐมเจดีย์ในปัจจุบัน

1.2.2 ศึกษาวิธีการดำเนินงานที่เหมาะสมทางด้านงบประมาณและเวลา เพื่อเป็นแนวทางในการจัดการระบบโครงสร้างพื้นฐานเพื่อลดปัญหาสภาพแวดล้อมทางกายภาพที่เกิดขึ้นในปัจจุบัน รวมถึงป้องกันปัญหาที่จะเกิดขึ้นต่อไปในอนาคต

1.3 กรอบแนวคิดในการวิจัย

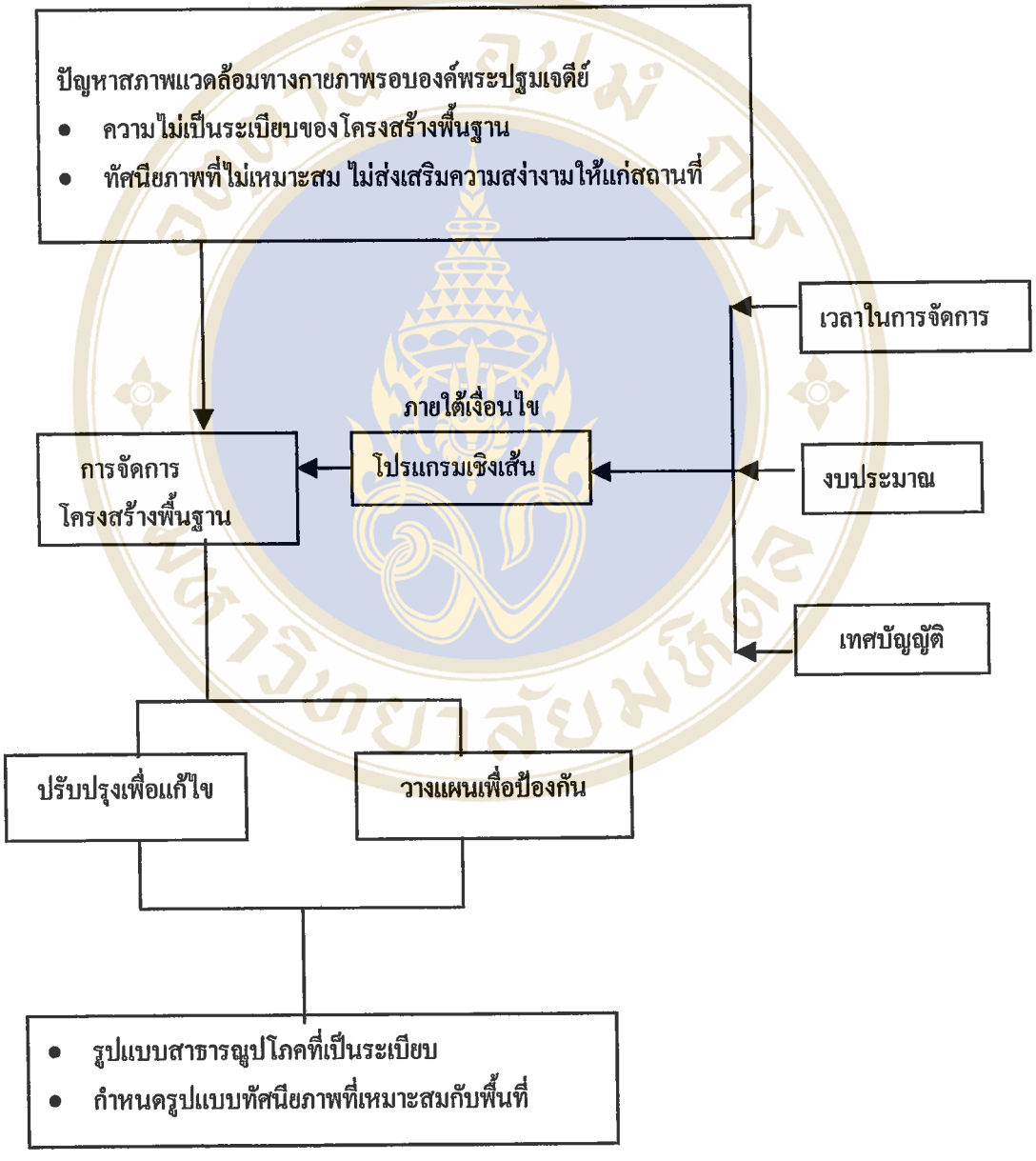
การจัดการระบบโครงสร้างพื้นฐานในส่วนสาธารณูปโภค โดยทำการปรับปรุงสภาพปัจจุบันให้เกิดความเป็นระเบียบเรียบร้อย จะสามารถแก้ปัญหามลทัศน์ที่เกิดขึ้นบริเวณรอบองค์พระปฐมเจดีย์ และส่งเสริมสภาพแวดล้อมโดยรวมให้มีความสะอาดตามากขึ้น และการวางแผนระบบเพื่อรองรับการขยายตัวของเมืองจะช่วยป้องกันปัญหามลทัศน์ที่จะเกิดขึ้น เป็นการช่วยรักษาสภาพแวดล้อมทางกายภาพที่ดีให้คงอยู่ได้ในอนาคต

อย่างไรก็ตาม ในการจัดการระบบโครงสร้างพื้นฐานนี้ มีข้อจำกัดหลายประการ ไม่ว่าจะเป็นงบประมาณ ค่าใช้จ่ายที่เพิ่มขึ้นจากการจัดการโครงสร้างพื้นฐานรูปแบบเดิมเป็นแบบใหม่ ช่วงระยะเวลาในการดำเนินงาน นอกจากนั้นบริเวณรอบองค์พระปฐมเจดีย์ เป็นจุดศูนย์กลางของเมืองและเส้นทางคมนาคมที่สำคัญ รวมถึงเป็นแหล่งชุมชนขนาดใหญ่ ทำให้การปฏิบัติงานของเจ้าหน้าที่เป็นไปอย่างลำบาก และยังทำให้ประชาชนในบริเวณพื้นที่ไม่ได้รับความสะดวกขณะทำการปรับปรุงระบบโครงสร้างพื้นฐานด้วย

การศึกษาถึงการจัดการระบบโครงสร้างพื้นฐานครั้งนี้ จะทำให้ทราบถึงการดำเนินงานในการปรับปรุงภายใต้ข้อจำกัด เงื่อนไขต่างๆ เช่น การวางแผนระบบโครงสร้างพื้นฐาน ระยะเวลาใน

Copyright by Mahidol University

การดำเนินงาน งบประมาณ กฎหมาย รวมถึงข้อบังคับ เทศบัญญัติ ที่เกี่ยวข้องกับระบบโครงสร้างพื้นฐาน ซึ่งจะต้องปฏิบัติตาม เพื่อให้เกิดความเหมาะสมกับพื้นที่ และส่งผลกระทบให้เกิดความเดือดร้อนต่อประชาชนในพื้นที่ให้น้อยที่สุด



ภาพที่ 1-1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

Copyright by Mahidol University

1.4 สมมติฐานในการวิจัย

การประยุกต์ใช้โปรแกรมเชิงเส้น ในการจัดการระบบโครงสร้างพื้นฐานเพื่อพัฒนาสภาพแวดล้อมทางกายภาพ บริเวณรอบองค์พระปฐมเจดีย์ ภายใต้เงื่อนไขต่างๆที่ผู้วิจัยได้นำเสนอ จะทำให้หน่วยงานที่เกี่ยวข้อง สามารถลดค่าใช้จ่ายและระยะเวลาในการดำเนินงานได้ไม่น้อยกว่า 15 % ของการคิดค่าใช้จ่ายและระยะเวลาในการดำเนินงานแบบไม่ใช้โปรแกรมเชิงเส้น

1.5 ขอบเขตในการวิจัย

1.5.1 พื้นที่ศึกษา

เพื่อให้สอดคล้องกับหลักการและเหตุผล ได้กำหนดขอบเขตพื้นที่ศึกษา ดังนี้

1) ศึกษาการจัดการระบบโครงสร้างพื้นฐานของพื้นที่ตามแนว 2 ฝั่งถนนโดยรอบองค์พระปฐมเจดีย์ทั้งหมด ซึ่งอยู่ในพื้นที่ของตำบลพระปฐมเจดีย์ ในเขตเทศบาลเมืองนครปฐม ประกอบด้วย

- ถนนหน้าพระ ระยะทางประมาณ 440 เมตร
- ถนนขวาพระ ระยะทางประมาณ 400 เมตร
- ถนนหลังพระ ระยะทางประมาณ 500 เมตร
- ถนนซ้ายพระ ระยะทางประมาณ 540 เมตร

2) กำหนดให้พื้นที่ศึกษาห่างจากแนวกำแพงรั้วองค์พระปฐมเจดีย์ออกไปประมาณ 100 เมตรทั้ง 4 ด้าน เป็นพื้นที่เป้าหมายในการศึกษาครั้งนี้ ดังนั้นจึงไม่รวมบางส่วนของอาคารตามแนวถนนพญากง (ดูภาพ 1- 3 ประกอบ)

1.5.2 เนื้อหาศึกษา

1) ค่าใช้จ่ายในการลงทุน ปรับปรุง วางแผน และการดำเนินการ ในระบบโครงสร้างพื้นฐานที่สร้างปัญหามลทัศน์ให้เกิดความเหมาะสม ใช้งบประมาณน้อยที่สุด โดยประกอบด้วยส่วนของงานระบบไฟฟ้าและงานวางสายโทรศัพท์ใต้ดิน งานระบบประปา งานระบบระบายน้ำ งานปรับปรุงทางเท้า ซึ่งงานทั้งหมด อยู่ในขอบเขตหน้าที่การจัดการของเทศบาลเมืองนครปฐมโดยตรง

2) ระยะเวลาในการดำเนินการที่สั้นที่สุด

3) รูปแบบของสถาปัตยกรรมที่เหมาะสมและสิ่งปลูกสร้างบางส่วนที่สามารถสนับสนุนและส่งเสริมองค์พระปฐมเจดีย์ให้มีความสวยงามมากขึ้น

Copyright by Mahidol University

1.6 นิยามศัพท์ที่ใช้ในการวิจัย

1.6.1 **การจัดการ** หมายถึง การปฏิบัติงานเพื่อทำการปรับปรุง แก้ไข เปลี่ยนแปลง จากสภาพเดิมที่เป็นอยู่ ให้เกิดความเหมาะสม ลดหรือแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้น รวมถึงการวางแผนและเตรียมการรองรับเพื่อป้องกันปัญหาที่อาจจะเกิดขึ้น โดยจะเป็นประโยชน์แก่การดำเนินงานต่อไปในอนาคต

1.6.2 **โครงสร้างพื้นฐาน** หมายถึง สาธารณูปโภคและสาธารณูปการที่เป็นรากฐานสำคัญและเป็นตัวนำในการพัฒนาที่จะสามารถเอื้ออำนวยความสะดวกให้กับการประกอบกิจกรรมประเภทอื่นๆ ทั้งทางเศรษฐกิจและสังคมให้เป็นไปอย่างรวดเร็ว และสามารถใช้ทรัพยากรได้อย่างมีประสิทธิภาพ ตลอดจนเป็นกิจกรรมที่มีผลกระทบต่อการดำรงชีวิตความเป็นอยู่ของประชาชนโดยตรง

1.6.3 **สาธารณูปโภค** หมายถึง พื้นที่ เส้นท่อ ที่เป็นสิ่งจำเป็นต่อชุมชน เช่นระบบคมนาคมขนส่ง ระบบการประปา การไฟฟ้า การสื่อสาร การระบายน้ำ เป็นต้น

1.6.4 **สภาพแวดล้อมทางกายภาพ** หมายถึง สิ่งที่มีตัวตน ปรากฏอยู่แน่ชัด ซึ่งมนุษย์สามารถรับรู้ได้ด้วยประสาทสัมผัส คือ มองเห็นได้ด้วยตา จับต้องได้ด้วยการสัมผัสโดยตรง เช่น อาคารบ้านเรือน ต้นไม้ ทางเท้า ถนน เป็นต้น

1.6.5 **ปัญหาสิ่งแวดล้อมเมือง** หมายถึง ปัญหาที่เกิดขึ้นอย่างขาดการวางแผนจากการพัฒนาเมือง การเพิ่มขึ้นของประชากร และรูปแบบของกิจกรรมต่างๆ ในการดำเนินชีวิตของประชาชนในเขตเมือง เช่น ปัญหาการจราจร ปัญหามลพิษ ปัญหาด้านสาธารณูปโภค ปัญหามลทัศน์ เป็นต้น

1.6.6 **มลทัศน์** หมายถึง ภาพที่มนุษย์มองเห็นได้ และรับรู้ว่าไม่สวยงาม ไม่น่ายินดีแก่สายตา เป็นมลภาวะทางสายตา

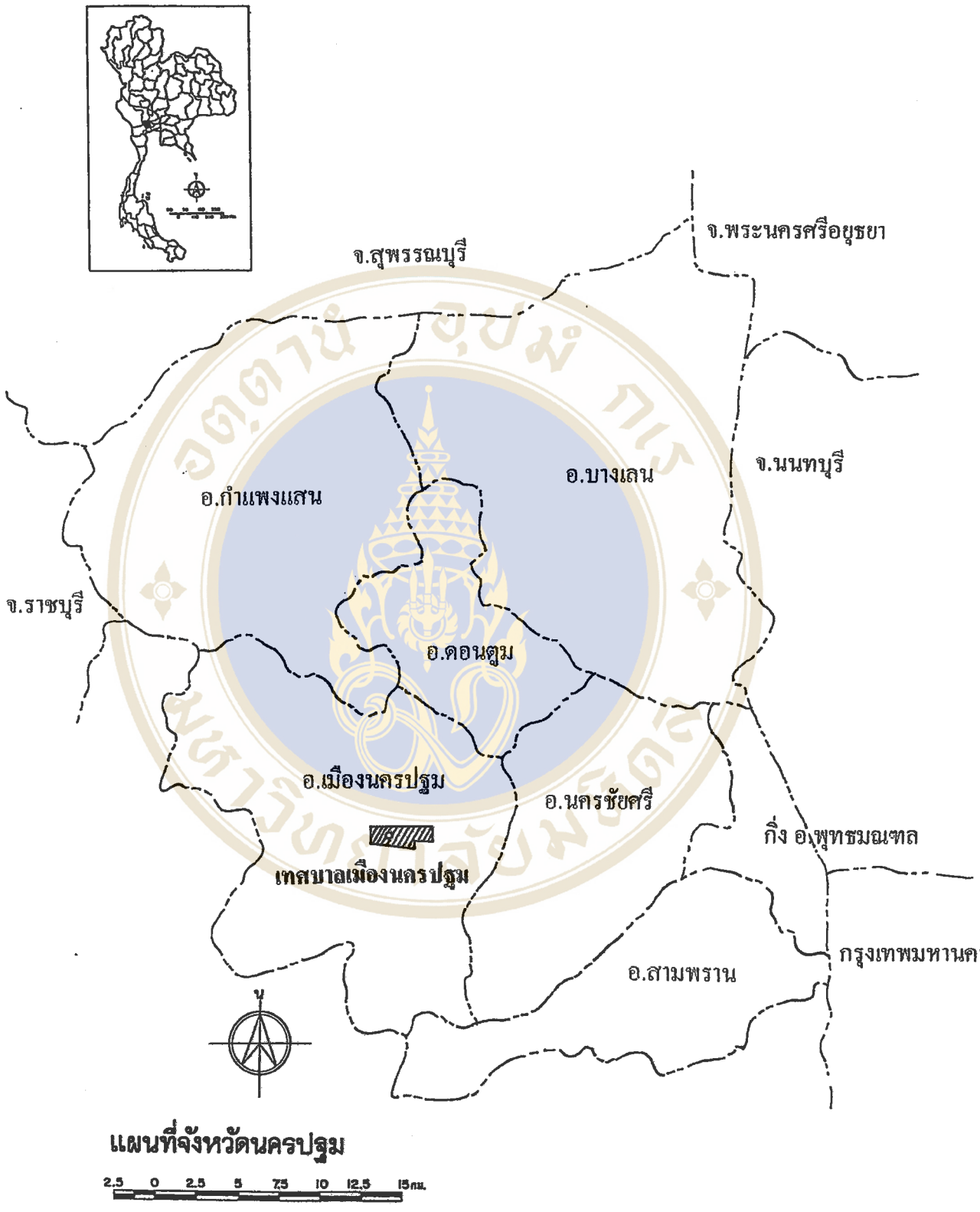
1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.7.1 ทราบถึงสภาพปัญหาสภาพแวดล้อมทางกายภาพที่เกิดขึ้นในบริเวณรอบองค์พระปฐมเจดีย์

1.7.2 ทราบถึงแนวทางในการปรับปรุงและป้องกันพื้นที่จากปัญหามลทัศน์ที่เกิดขึ้นจากระบบโครงสร้างพื้นฐาน ให้มีทัศนียภาพเหมาะสม ส่งเสริมความสง่างามให้กับองค์พระปฐมเจดีย์

1.7.3 สามารถเป็นแนวทางให้หน่วยงานที่เกี่ยวข้อง นำไปประกอบการพิจารณาในการปรับปรุงพื้นที่บริเวณรอบองค์พระปฐมเจดีย์ได้ต่อไป

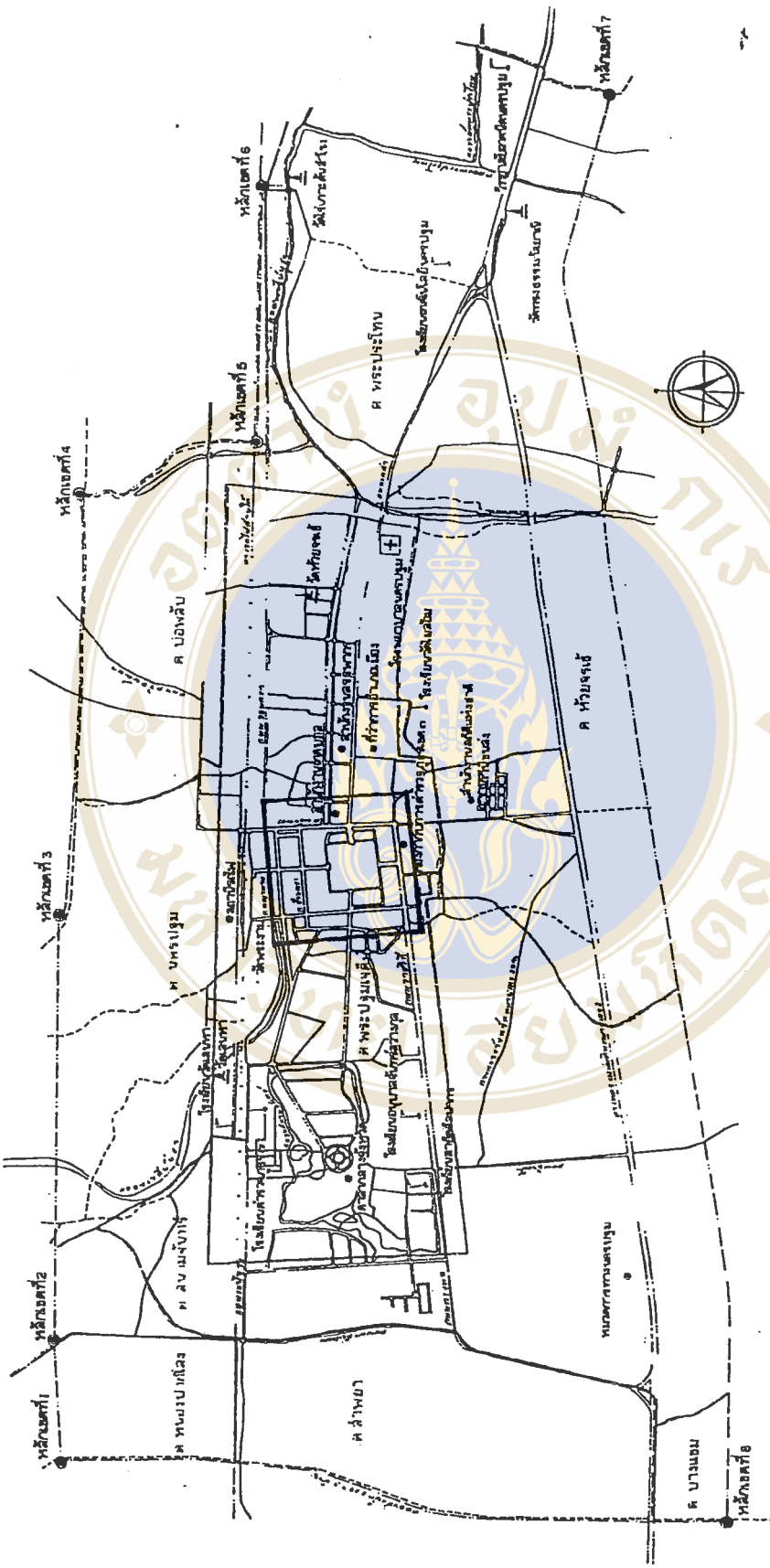
Copyright by Mahidol University



ภาพที่ 1-2 ตำแหน่งพื้นที่ศึกษา (จังหวัดนครปฐม)

ที่มา : การท่องเที่ยวแห่งประเทศไทย,2540

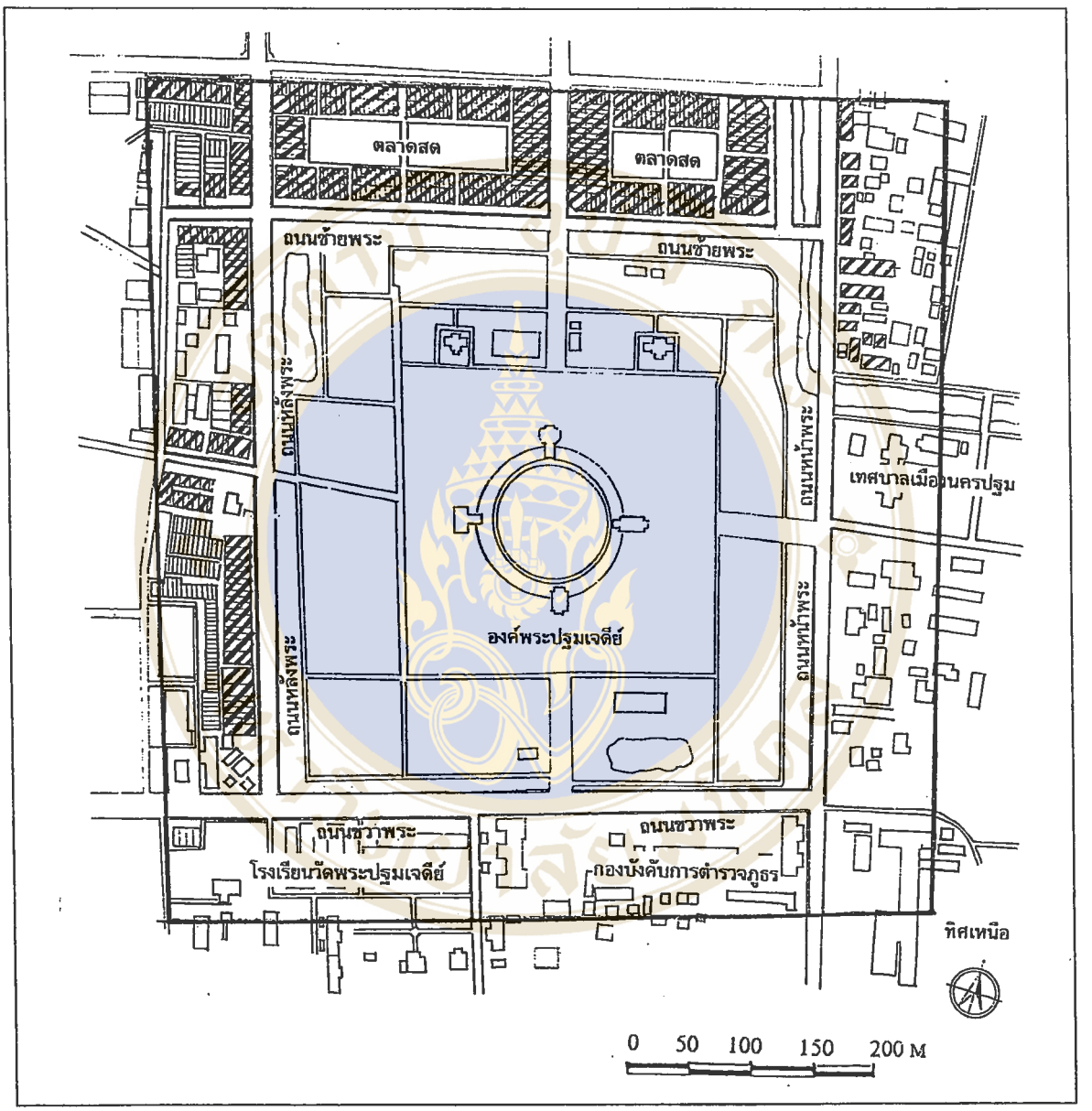
Copyright by Mahidol University



ภาพที่ 1-3 เทศบาลเมืองนครปฐม

ที่มา : สำนักงานผังเมืองนครปฐม (5)

Copyright by Mahidol University



ภาพที่ 1-4 ขอบเขตพื้นที่ศึกษาและเส้นทางศึกษา

ที่มา : สำนักงานผังเมืองเมืองนครปฐม (5)

Copyright by Mahidol University

บทที่ 2
ทบทวนวรรณกรรม

แนวทางในการพัฒนาสภาพแวดล้อมทางกายภาพของเมือง ให้เกิดทัศนียภาพที่เหมาะสม เพื่อแก้ไขปัญหามลทัศน์ของเมือง นอกเหนือจากความสวยงามของเมืองที่สามารถรับรู้ได้ด้วยการมองเห็นแล้ว ยังต้องคำนึงถึงความสัมพันธ์กับส่วนประกอบในด้านอื่นๆ เพื่อให้ได้แนวทางที่เหมาะสมที่สุด ดังนั้นจึงจำเป็นต้องอาศัยทฤษฎี แนวความคิดพื้นฐาน และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องมาประยุกต์ใช้ โดยแยกเป็นหัวข้อ ดังนี้

1. ข้อมูลพื้นฐานของพื้นที่ศึกษา
2. แนวความคิดเกี่ยวกับสภาพแวดล้อมทางกายภาพของเมือง
3. แนวความคิดเกี่ยวกับมลทัศน์
4. แนวความคิดเกี่ยวกับสาธารณูปโภค
5. การประยุกต์ใช้โปรแกรมเชิงเส้น (Linear Programming)
6. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ข้อมูลพื้นฐานของพื้นที่ศึกษา

สภาพทั่วไป

นครปฐมเป็นจังหวัดหนึ่ง ที่ตั้งอยู่บนที่ราบลุ่มภาคกลางของประเทศไทย อยู่ห่างจากกรุงเทพมหานครไปทางทิศตะวันตกตามเส้นทางถนนเพชรเกษม ระยะทางประมาณ 56 กิโลเมตร หรือตามเส้นทางถนนพระบรมราชชนนี (ถนนปิ่นเกล้า-นครชัยศรี) ประมาณ 51 กิโลเมตร มีอาณาเขตติดต่อกับจังหวัดต่างๆคือ

ทิศเหนือ	ติดจังหวัดสุพรรณบุรี
ทิศตะวันออก	ติดจังหวัดนนทบุรี จังหวัดพระนครศรีอยุธยา และกรุงเทพมหานคร
ทิศใต้	ติดจังหวัดสมุทรสาครและจังหวัดราชบุรี
ทิศตะวันตก	ติดจังหวัดราชบุรีและจังหวัดกาญจนบุรี

ภูมิประเทศของนครปฐมส่วนใหญ่เป็นที่ราบลุ่ม ไม่มีภูเขา พื้นที่ทางทิศเหนือและทิศตะวันตกเฉียงเหนือเป็นที่ดอน และมีที่ราบลาดต่อเนื่องมาจากจังหวัดราชบุรี กาญจนบุรีและสุพรรณบุรี

Copyright by Mahidol University

พื้นที่ตอนกลางของจังหวัดเป็นที่ราบลุ่ม และมีที่ดอนต่อเนื่องกับที่ราบทางทิศตะวันตกและทิศตะวันตกเฉียงเหนือ ไปทางทิศตะวันออกเฉียงใต้ จนถึงบริเวณที่ราบลุ่มแม่น้ำท่าจีน ซึ่งไหลผ่านจังหวัด จากทางทิศเหนือไปทิศใต้ และมีลำคลองไหลผ่านหลายสาย จึงทำให้บริเวณตอนกลางมีแหล่งน้ำกระจายอยู่ทั่วไป เหมาะกับการประกอบอาชีพเกษตรกรรม

ความสำคัญทางประวัติศาสตร์

เมืองนครปฐม เดิมตั้งอยู่ริมทะเล เป็นเมืองเก่าแก่ที่สุดแห่งหนึ่งของประเทศไทย และมีความเจริญมากในสมัยทวาราวดี เพราะเป็นเมืองราชธานีที่สำคัญในสมัยนั้น รวมถึงการเป็นแหล่งรับอารยธรรมที่เผยแพร่มาจากประเทศอินเดีย ซึ่งผ่านเข้ามาที่นครปฐมเป็นแห่งแรก รวมทั้งพุทธศาสนาด้วย นครปฐมจึงเป็นศูนย์กลางของความเจริญ มีชนชาติต่างๆ อพยพเข้ามาตั้งถิ่นฐานอยู่เป็นจำนวนมาก ต่อมาภายหลัง เกิดความแห้งแล้งขึ้นในเมือง เพราะกระแสน้ำเปลี่ยนเส้นทาง ประชาชนจึงอพยพไปตั้งหลักแหล่งอยู่ริมน้ำและสร้างเมืองใหม่ขึ้น ชื่อ "นครชัยศรี"หรือ "ศิริชัย" นครปฐมจึงกลายเป็นเมืองร้างมาหลายร้อยปี จนกระทั่งในสมัยพระบาทสมเด็จพระจอมเกล้าเจ้าอยู่หัว (รัชกาลที่ 4) ได้โปรดให้ขุดคลองเจดีย์บูชา เพื่อให้การคมนาคมสะดวกขึ้น ปฏิสังขรณ์องค์พระปฐมเจดีย์ให้มีสภาพดี ต่อมาถึงสมัยพระบาทสมเด็จพระจุลจอมเกล้าเจ้าอยู่หัว (รัชกาลที่ 5) ได้เริ่มทำทางรถไฟสายใต้ แต่ตอนนั้นเมืองนครปฐมยังคงเป็นป่ารกอยู่ รัชกาลที่ 5 จึงทรงโปรดเกล้า ให้ย้ายเมืองจากตำบลท่านา อำเภอนครชัยศรี มาตั้งที่บริเวณพระปฐมเจดีย์เหมือนในสมัยก่อน เมืองนครปฐมจึงก่อตั้งอยู่ต่อมาจนตราบเท่าทุกวันนี้ (4)

ประวัติความเป็นมาและความสำคัญขององค์พระปฐมเจดีย์

พระปฐมเจดีย์ เดิมเรียกว่า พระประธมเจดีย์ เนื่องจากเชื่อว่าในครั้งพุทธกาล สมเด็จพระสัมมาสัมพุทธเจ้าได้เคยเสด็จมาบรรทม ณ สถานที่บริเวณนี้ ก่อนเป็นที่ตั้งองค์เจดีย์ในปัจจุบัน ตามหลักฐานได้จารึกไว้ว่า องค์เจดีย์ดั้งเดิมสร้างขึ้นในสมัยสุวรรณภูมิ ตรงกับสมัยพระเจ้าอโศกมหาราชแห่งอินเดีย ซึ่งได้ส่งพระโสณเถระเป็นสมณะฑูตเข้ามาเผยแพร่พระพุทธศาสนายังแคว้นสุวรรณภูมิ กษัตริย์ที่ปกครองดินแดนในขณะนั้นยอมรับพระพุทธศาสนา จึงได้สร้างวัดขึ้นเป็นแห่งแรกที่เมืองถมทอง คือบริเวณเมืองนครปฐมในปัจจุบัน ต่อมาจึงได้สร้างพระเจดีย์ เพื่อประดิษฐานพระบรมสารีริกธาตุ ในปี พ.ศ.265 ลักษณะพระเจดีย์เป็นสถูปทรงกลมคล้ายบาตรคว่ำ แบบเดียวกับสถูปสาญจีในอินเดีย สูงประมาณ 19 วา 2 ศอก (39 เมตร)มีฉัตรปักไว้เป็นยอดเจดีย์ ฐานเจดีย์เป็น

Copyright by Mahidol University

เหลี่ยม รอบฐานเป็นทางเดินประทักษิณ มีรั้วรอบก่อด้วยอิฐดินเผา บริเวณรอบๆเจดีย์มีธรรมจักรหิน และแผ่นหินจารึกพระธรรมเป็นภาษามคธเรียกว่า พระธรรมคาถาเยธัมมา นอกจากนั้นยังมีแท่นพุทธอาสน์ และรอยพระพุทธบาทซึ่งเป็นหลักฐานครั้งโบราณที่ได้ขุดพบ

ต่อมา เจดีย์ดังกล่าวได้ชำรุดทรุดโทรม และรกร้างไปตามสภาพบ้านเมือง มีการบูรณะปฏิสังขรณ์หลายครั้ง ตั้งแต่ประมาณ พ.ศ. 1600 มาจนสิ้นสมัยกรุงศรีอยุธยา เมืองนครปฐมได้กลายเป็นเมืองร้าง ถึงแม้ในสมัยแผ่นดินพระมหาจักรพรรดิ ราวปี พ.ศ. 201 มีการตั้งเมืองนครชัยศรีขึ้นมาใหม่ แต่พระเจดีย์อยู่ห่างไกลตัวเมืองจึงไม่ได้รับการดูแลรักษา จนกระทั่งในสมัยพระบาทสมเด็จพระนั่งเกล้าเจ้าอยู่หัว (รัชกาลที่ 3) แห่งกรุงรัตนโกสินทร์ ประมาณ พ.ศ. 2374 พระจอมเกล้าเจ้าอยู่หัวซึ่งทรงผนวชอยู่ ได้เสด็จธุดงค์ไปพบพระปฐมเจดีย์ และทรงเห็นว่าเป็นเจดีย์องค์ใหญ่ ไม่มีที่ไหนจะเทียบเท่า จึงได้ขอให้ รัชกาลที่ 3 ทรงปฏิสังขรณ์ไว้เป็นเครื่องเชิดชูพระเกียรติ แต่รัชกาลที่ 3 ไม่ทรงโปรดและมีพระราชดำรัสว่า เป็นของอยู่ในป่ารก จะปฏิสังขรณ์ขึ้นก็ดูจะไม่ได้ประโยชน์นัก ต่อมา พระบาทสมเด็จพระจอมเกล้าเจ้าอยู่หัวได้ขึ้นครองราชย์ จึงโปรดให้มีการบูรณะปฏิสังขรณ์เจดีย์เป็นการใหญ่ ทรงให้ก่อสร้างเจดีย์ทรงลังกาครอบพระเจดีย์องค์เดิม มีพุทธบัลลังก์สี่เหลี่ยมทับซ้อนระฆังคว่ำ มียอดนพศูลและมหามงกุฎสวมไว้ครอบบนยอดเจดีย์ ความสูงทั้งหมด 120.45 เมตร ฐานโดยรอบยาว 235.50 เมตร ประดับกระเบื้องเคลือบสีทอง นอกจากนี้ยังทรงเปลี่ยนชื่อเรียกดั้งเดิมจาก “พระประธมเจดีย์” เป็น “พระปฐมเจดีย์” เนื่องจากเห็นว่าเป็นพระเจดีย์เก่าแก่ที่สร้างมานานกว่าเจดีย์ทั้งปวง (6) และยังได้สร้างวิหารเพิ่มเป็นที่ประดิษฐานพระพุทธรูปอิริยาบทต่างๆทั้ง 4 ทิศ ในสมัยรัชกาลที่ 5 ได้สร้างระเบียงคตเชื่อมวิหารทั้ง 4 ให้ติดกันและในสมัยรัชกาลที่ 6 ได้อัญเชิญพระร่วงโรจนฤทธิ์มาประดิษฐานในซุ้มพระวิหารด้านทิศเหนือ มีการขยายบันไดนาคทางทิศเหนือ รวมถึงการสร้างถนน 4 สาย นอกบริเวณพระปฐมเจดีย์คือ ถนนหน้าพระ ถนนขวาพระ ถนนซ้ายพระ ถนนหลังพระ และถนนเทศาจากพระปฐมผ่านหน้าวัดพระประโทน

องค์พระปฐมเจดีย์เป็นพุทธเจดีย์ที่มีขนาดใหญ่และสูงที่สุดในโลก(7) ภายในบรรจุพระบรมสารีริกธาตุของพระพุทธเจ้า ซึ่งได้มีปาฏิหาริย์เกิดขึ้นเป็นดวงแสงสว่างลอยวนไปรอบองค์เจดีย์ ให้เห็นหลายครั้ง ในสมัยรัชกาลที่ 6 จึงได้สร้างอาคารที่ชื่อว่า “ปาฏิหาริย์ทัศนัย” ไว้ทอดพระเนตร ในบริเวณพระราชวังสนามจันทร์ ห่างจากองค์พระเจดีย์ทางด้านทิศตะวันตกออกไป 2 กิโลเมตร พระมหากษัตริย์ทุกพระองค์ทรงมีพระราชศรัทธาอุปถัมภ์พระปฐมเจดีย์ตลอดมา และยังเป็นที่เคารพศรัทธาของชาวไทยและชาวต่างประเทศทั่วไป เป็นสถานที่ที่นักท่องเที่ยวทั่วโลกแวะมาชม เป็นประจักษ์พยานที่แสดงถึงภูมิปัญญาไทยที่สามารถสร้างสิ่งก่อสร้างใหญ่สูงเท่าอาคาร 40 ชั้น โดยไม่ใช้เครื่องจักรเลย กรมศิลปากรได้ขึ้นทะเบียนไว้เป็นโบราณสถานและกำหนดเขตที่ดิน

Copyright by Mahidol University

โบราณสถานองค์พระปฐมเจดีย์ เมื่อ 30 มิถุนายน 2520 ปัจจุบันเป็นอารามหลวงชั้นเอกพิเศษ มีพื้นที่โดยรอบประมาณ 118 ไร่ 1 งาน

องค์พระปฐมเจดีย์ องค์ปัจจุบัน ได้มีการก่อสร้างครอบเจดีย์เก่าแก่อยู่ 3 องค์ คือ

1) องค์ที่ 1 เป็นเจดีย์ทรงบาตรคว่ำ สูง 18 วา 2 ศอก มีอายุ 2,233 ปี สร้างในสมัยพระโสณเถระ และพระอุตตรเถระ
2) องค์ที่ 2 เป็นเจดีย์ทรงปรางค์ สูง 42 วา 2 ศอก มีอายุ 1,970 ปี สร้างในสมัยพญากงพญาพาน
3) องค์ที่ 3 (องค์ปัจจุบัน) เป็นเจดีย์ทรงระฆังคว่ำ สูง 120.45 เมตร มีอายุ 143 ปี สร้างในสมัยพระบาทสมเด็จพระจอมเกล้าอยู่หัว (รัชกาลที่ 4)

ซุ้มด้านหน้า ประดิษฐานพระพุทธรูปปางยืนห้ามญาติ มีพระนามว่า "พระร่วงโรจนฤทธิ์ศรีอินทราทิตย์ธรรมโมภาส มหาวชิราวุธราชปูชนียบพิตร" ซึ่งสร้างในสมัยพระบาทสมเด็จพระมงกุฎเกล้าเจ้าอยู่หัว (รัชกาลที่ 6) เป็นพระคู่บ้านคู่เมืองจังหวัดนครปฐม บริเวณใต้ฐานมีการบรรจุพระอังคารของรัชกาลที่ 6 ส่วนหนึ่งไว้ ชาวจังหวัดนครปฐมทุกคนต่างยอมรับว่าเป็นลูกหลานของพระร่วง ฯ และมีการเชื่อถือกันว่า องค์พระร่วงฯ สามารถอำนวยความสุข ป้องกันภัยอันตรายทั้งปวงได้

นอกเหนือจากเขตเทศบาลเป็นที่ตั้งขององค์พระปฐมเจดีย์ ปูชนียสถานสำคัญทางพุทธศาสนาแล้ว ยังเป็นที่ตั้งของพระราชวังสนามจันทร์ ซึ่งเป็นแหล่งท่องเที่ยวที่สำคัญ ดึงดูดความสนใจของนักท่องเที่ยวชาวไทย ชาวต่างประเทศโดยทั่วไป นอกจากนี้ ยังมีโบราณสถานที่สำคัญๆ ได้แก่ วัดพระประโทนเจดีย์ วัดพระงาม วัดธรรมศาลา เป็นต้น เทศบาลนครปฐมจึงเป็นเมืองหนึ่งที่มีนักท่องเที่ยวและผู้สัญจรผ่านไปมา ให้หยุดแวะชมสถานที่ท่องเที่ยวที่สำคัญและมีชื่อเสียงเป็นจำนวนมาก เนื่องจากระยะทางไม่ไกลจากกรุงเทพมหานคร การคมนาคมสะดวก สามารถเดินทางไป-กลับได้ในระยะเวลา 1 วัน หรือเป็นจุดแวะท่องเที่ยว ก่อนที่จะเดินทางไปยังแหล่งท่องเที่ยวอื่นๆ ต่อไป

นอกจากสถานที่ท่องเที่ยวที่น่าสนใจแล้ว ยังมีสินค้าประเภทอาหาร และผลไม้พื้นเมืองที่มีชื่อของจังหวัด เช่น หมูแดง ข้าวหลาม ส้มโอ ส้มเขียวหวาน เป็นต้น ส่วนใหญ่จะมีจำหน่ายตลอดวันตามบริเวณริมถนนและตลาด โดยเฉพาะตลาดทรัพย์สินที่อยู่บริเวณหน้าองค์พระปฐมเจดีย์

Copyright by Mahidol University

2.2 แนวความคิดเกี่ยวกับสภาพแวดล้อมทางกายภาพของเมือง

2.2.1 ความหมายของสภาพแวดล้อมทางกายภาพ

กองสาธารณูปโภค กรมการผังเมือง (8) กล่าวว่า สภาพแวดล้อมทางกายภาพ เป็นองค์ประกอบสำคัญที่ช่วยในการกำหนดรูปหรือลักษณะเฉพาะของชุมชนให้มีความชัดเจนยิ่งขึ้น และช่วยสนับสนุนให้เกิดความเป็นรูปธรรม ก่อให้เกิดความเจริญ การเปลี่ยนแปลงในทางกายภาพ

ปัญหาที่เกิดขึ้น จากการขยายตัวของการท่องเที่ยวและการขยายตัวของชุมชนเมือง การลงทุนจากภาครัฐบาล เอกชน ที่คิดถึงผลกำไรจากการลงทุนเป็นหลัก โดยขาดความยั้งคิด ผลเสียจึงเกิดขึ้นในลักษณะของผลกระทบต่อสภาพแวดล้อมของชุมชนเมือง ที่สูญเสียเอกลักษณ์ของชุมชนไป และก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางสังคม ขาดเอกลักษณ์ที่แท้จริงของเมืองไป

สภาพแวดล้อมทางกายภาพ (Physical Environment) หมายถึง สิ่งที่มีตัวตน ปรากฏอยู่แน่ชัด ซึ่งมนุษย์สามารถรับรู้ได้ด้วยประสาทสัมผัส คือ มองเห็นได้ด้วยตา จับต้องได้ด้วยการสัมผัสโดยตรง โดยสภาพแวดล้อมทางกายภาพนี้มีอิทธิพลหรือผลกระทบต่อมนุษย์ทั้งทางตรงและทางอ้อม นั่นคือมนุษย์ เป็นส่วนหนึ่งของสภาพแวดล้อมทางกายภาพ ตัวอย่างของสภาพแวดล้อมทางกายภาพ ได้แก่ อาคารบ้านเรือน ต้นไม้ ทางเท้า ถนน องค์ประกอบบนทางเท้าต่างๆ ประเภท ที่พักผู้โดยสาร ตู้โทรศัพท์ ถังขยะ เสาไฟฟ้า เป็นต้น (9)

2.2.2 ความสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์และสภาพแวดล้อมทางกายภาพ

ในกระบวนการของความสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์และสภาพแวดล้อมกายภาพ มีขั้นตอนหลักๆ คล้ายกันกับขั้นตอนในกระบวนการตัดสินใจหรือการวางแผน เริ่มด้วยการกำหนดจุดมุ่งหมายของการกระทำ แล้วค้นหาข่าวสารหรือโอกาสความพร้อมของสภาพแวดล้อม มีการวางแผนและกระทำตามแผน และมีการประเมินผลการกระทำที่ได้เกิดขึ้นเพื่อชี้แนะการกระทำขั้นต่อไป

สภาพแวดล้อมทางกายภาพ มีคุณสมบัติต่างๆที่ก่อให้เกิดความสัมพันธ์กับมนุษย์ได้ 7 ประการ คือ ความสัมพันธ์ทางสภาวะแวดล้อม ทางความรู้สึก มิติ ทิศทาง สัญลักษณ์ การกระทำระหว่างกันทางสังคม และทางการผสมผสานรวมกันทางวัฒนธรรม โดยในการวางแผนสภาพแวดล้อมทางกายภาพจะต้องคำนึงถึงความสัมพันธ์ที่เหมาะสมของคุณสมบัติต่างๆดังกล่าวด้วย

เป้าหมายหลักในการวางแผนมี 3 ประการ ได้แก่ การก่อให้เกิดสุนทรียภาพของรูปทรง การก่อให้เกิดการสื่อความหมายทางสัญลักษณ์ และการก่อให้เกิดการตอบสนองความต้องการทาง

Copyright by Mahidol University

หน้าที่ใช้สอย สอดคล้องกับกระบวนการหลักทางพฤติกรรมทั้ง 3 ได้แก่ กระบวนการรับรู้ กระบวนการทางอารมณ์ และกระบวนการเกิดพฤติกรรมทางสภาพแวดล้อม ตามลำดับ (9)

2.2.3 แนวทางในการพัฒนาสภาพแวดล้อมของโบราณสถาน ปูชนียสถาน และบริเวณโดยรอบ

แนวทางในการส่งเสริมสภาพแวดล้อมของอนุสรณ์และสถานหลายมีประการ (10) ดังนี้ คือ

1) การควบคุมความสูงของอาคาร การก่อสร้างอาคารที่สูงมากๆเป็นสิ่งไม่พึงสนับสนุน เพราะนอกจากจะก่อปัญหาทางสังคม ความหนาแน่นของประชากร ความคับคั่งติดขัดของการจราจรแล้ว ยังเกิดผลเสียต่อรูปโฉมและความสวยงามของบ้านเมืองโดยส่วนรวมอีกด้วย กล่าวคือ จำกัดและบดบังทัศนวิสัย ข่มความงามของวัดวาอาราม ทั้งนี้ ควรจะถือหลักว่า การก่อสร้างอาคารที่สูงมากๆ จะกระทำได้ในบางบริเวณที่ได้กำหนดเขตไว้ในผังเมืองเท่านั้น ส่วนในบริเวณอื่นๆ จะต้องมีบทบัญญัติมิให้สร้างอาคารสูงเกินกำหนด โดยเฉพาะในบริเวณรอบข้างของอาคารและบริเวณที่มีความงามหรือเป็นอนุสรณ์ที่และสถานซึ่งมีความสำคัญระดับชาติ ทั้งนี้อาจกระทำโดยกำหนดบริเวณกว้างที่ควบคุมความสูงของอาคารที่จะสร้างขึ้น เช่น กรณีกรุงรัตนโกสินทร์ชั้นในชั้นนอก เป็นต้น สำหรับเสาสูงเพื่อการสื่อสารโทรคมนาคมหรือโครงสร้างของหอพาดสายไฟฟ้าแรงสูงก็เช่นเดียวกัน ควรจะมีบทบัญญัติให้สร้างได้ในเฉพาะบางย่านเท่านั้น ดังที่จะเห็นได้ในประเทศที่พัฒนาแล้ว

2) การควบคุมสิ่งโฆษณา ในบริเวณใกล้เคียงอนุสรณ์และสถานเป็นเรื่องสำคัญ ควรห้ามการติดตั้งเพื่อการประกาศหรือโฆษณาเชิงการค้าในย่านอยู่อาศัยและย่านเกษตรกรรม แต่จะกระทำได้ในย่านพาณิชยกรรมและย่านอุตสาหกรรมเท่านั้น และต้องไม่ทำให้มองเห็นได้จากย่านอยู่อาศัยและย่านเกษตรกรรม เพื่อผลในทางความสวยงามของบริเวณใกล้เคียงอนุสรณ์และสถาน ท้องถิ่นอาจวางเกณฑ์เพื่อการประกาศหรือโฆษณาเชิงการค้าในบริเวณดังกล่าว จะต้องได้รับการพิจารณาอนุญาตเป็นรายไป

3) ควบคุมการวางเสาและสายสาธารณูปโภค สายไฟฟ้า สายโทรเลข สายโทรศัพท์ ฯลฯ ในถนนสายที่อยู่ในบริเวณใกล้เคียงอนุสรณ์และสถาน ควรพิจารณาเดินสายในท่อที่ฝังลงดิน เพราะนอกจากจะขจัดความรุงรังของสายเหล่านั้นบนอากาศแล้ว ยังขจัดเสาอันเกะกะได้อีกด้วย

4) ความสงบ ความเงียบสงบในบริเวณใกล้เคียงและสถานที่นับว่าเป็นเรื่องที่มีความสำคัญเรื่องหนึ่ง ควรมีการควบคุมระดับของเสียงซึ่งเกิดจากยานพาหนะ จากการขยายเสียงและจากกิจ

Copyright by Mahidol University

กรรมต่างๆทั้งจากที่สาธารณะและจากอาคารบ้านเรือน ทั้งนี้ โดยกำหนดเกณฑ์มาตรฐานระดับสูงสุดของเสียงที่ยินยอมในบริเวณดังกล่าว ทั้งจะเป็นการบรรเทาความเดือดร้อนรำคาญให้แก่ผู้อยู่ใกล้เคียงด้วย

5) สนามหญ้าและต้นไม้ เพื่อเสริมความสง่างามของอนุสรณ์และสถาน ควรจัดให้มีที่โล่งว่าง สนาม หรือสวนสาธารณะ แม้จะเป็นขนาดเล็ก ประกอบเป็นส่วนหนึ่งของอนุสรณ์และสถาน นอกจากนี้ควรรักษาหรือปลูกต้นไม้ใหญ่ซึ่งให้ร่มเงาและให้ดอกตามฤดูกาลด้วย

2.2.4 การพัฒนาสภาพแวดล้อมทางกายภาพของเมืองเพื่อตอบสนองความต้องการของประชากรและนักท่องเที่ยว

ธรรมนูญ ประจวบเหมาะ (11) ได้เสนอแนวทางพัฒนาเมืองตามความต้องการไว้ดังนี้ คือ

1) การเข้าถึงตัวเมืองการท่องเที่ยว

สามารถแบ่งได้เป็น 3 ทาง คือ ทางรถยนต์ ทางรถไฟ และทางเครื่องบิน จะเห็นได้ว่าสถานีและสนามบิน เป็นจุดแรกที่นักท่องเที่ยวจะพบเมื่อเดินทางมาถึง เป็นจุดสำคัญทั้งในด้านการให้บริการและการก่อให้เกิดความรู้สึกประทับใจต่อนักท่องเที่ยว บางเมืองจะให้ความรู้สึก เชิญชวนต้อนรับ มีผลทำให้นักท่องเที่ยวที่มาถึงบริเวณดังกล่าว มีความต้องการที่จะแวะหรือชมเมือง ทั้งๆที่อาจจะไม่ได้มีการกำหนดมาก่อน บริเวณทางเข้าออกของเมืองควรมีการตกแต่งทุกจุดเพื่อเป็นการต้อนรับนักท่องเที่ยว ถนนสายสำคัญๆในตัวเมืองก็ควรตกแต่งให้สวยงาม โดยใช้องค์ประกอบของถนนประเภทเฟอร์นิเจอร์ถนน (Street Furniture) เช่น เสาไฟ ถังขยะ ศาลานั่งเล่น ที่พักผ่อน บริเวณจุดรวมกิจกรรม หรือจุดหมายตา อาจสร้างจุดเด่นทางกายภาพเข้ามาเสริม เช่น วงเวียน น้ำพุ สวนหย่อม เป็นต้น

2) ทางเดินเท้า

ทางเดินเท้าหรือฟุตบาท มีความสัมพันธ์กับถนนอย่างมาก โดยหน้าที่แล้ว ทางเดินเท้ามีความประโยชน์หลายประการ นับตั้งแต่เป็นทางเดินเพื่อความปลอดภัยในการใช้ถนนของคนทั่วไป บางแห่งยังใช้เป็นทางร่วมของสาธารณูปโภคบางอย่างด้วย เช่น ทางเดินสายไฟฟ้า สายโทรศัพท์ ท่อประปา ท่อระบายน้ำ สิ่งเหล่านี้ไม่ใช่สิ่งเพิ่มความสวยงามทางเดินเท้า แต่เนื่องจากทางเดินเท้ามีประโยชน์หลายประการดังที่ได้กล่าวมาแล้ว ดังนั้นจึงควรมีขนาดที่กว้างพอเหมาะ ไม่ควรต่ำกว่า 5 เมตร เพื่อให้เพียงพอต่อการปลูกต้นไม้ให้เจริญเติบโตเป็นร่มเงา หรือใช้ประโยชน์อื่นๆ ตามที่กฎหมายกำหนด อีกวิธีหนึ่งที่สามารถเพิ่มความงามให้แก่ทางเดินเท้าคือ การปูพื้นผิวด้วยวัสดุที่มีสีสันแปลกตา หรือมีสีสันที่ช่วยลดความแข็งกระด้างของพื้นผิวซีเมนต์ให้ดูสบายตาขึ้น

Copyright by Mahidol University

นอกจากนี้ การพัฒนาเส้นทางการเดินเท้าเพื่อการพักผ่อนในยามค่ำคืนก็เป็นสิ่งที่น่าสนใจเช่นกัน ซึ่งแนวทางการพัฒนาจะมีรูปแบบเดียวกันกับการพัฒนาเส้นทางการเดินเท้าในเวลากลางวัน แต่จะต้องมีสิ่งสนับสนุนมาก เช่น การใช้แสงไฟเพื่อให้แสงสว่างและความปลอดภัย การจัดการจราจรที่เหมาะสม ให้บริการแก่ประชาชนที่มาเดินเล่น เป็นต้น

3) เส้นทางทัศนาจร

ในเมืองที่มีประชากรอยู่หนาแน่นมากๆ ความเครียดที่เกิดจากสภาพแวดล้อมและการแก่งแย่งที่ทำมาหากิน ควรมีการช่วยผ่อนคลายโดยการพักผ่อนด้วยวิธีง่ายๆ เช่น การเดินเล่น ซึ่งควรมีการพัฒนาเส้นทางการเดินเท้าเพื่อการพักผ่อนของคนเมือง โดยเลือกเส้นทางที่ทางเดินเท้ามีความกว้างพอสมควร มีความร่มรื่นจากต้นไม้ มีเฟอร์นิเจอร์ประกอบถนนที่อำนวยความสะดวก

ปิยนุช คงวิทยากุล (12) ได้กล่าวถึงแนวความคิดในการออกแบบสถานที่ท่องเที่ยว เพื่อตอบสนองความต้องการของนักท่องเที่ยว ในด้านการเสริมสร้าง และกระตุ้นความคิดในการท่องเที่ยว ดังนี้

- พิถีพิถันกับส่วนเด่น หรือความน่าสนใจพิเศษของแหล่งท่องเที่ยวนั้นๆ
- ปรับปรุง พัฒนาผังบริเวณ ตลอดจนอาคาร ในแง่ต่างๆ ซึ่งจะสะท้อนให้เห็นถึงลักษณะของสิ่งแวดล้อมและบรรยากาศต่างๆ
- เน้นให้เห็นถึงการให้บริการที่น่าสนใจโดยแสดงออกทางสถานที่และบรรยากาศ
- พยายามเน้นและแสดงออกในส่วนของบรรยากาศที่ดีของสถานที่ท่องเที่ยวนั้นๆ

2.3 แนวความคิดเกี่ยวกับมลทัศน์

2.3.1 ความหมายของมลทัศน์

มลทัศน์ หรือ มลภาวะทางสายตา หรือ ทัศนอุจาด หมายถึง ภาพที่ไม่น่ายินดีแก่สายตาโดยเป็นเรื่องของสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นในเมือง ซึ่งมีส่วนสร้างปัญหาเช่นเดียวกับมลภาวะอื่น คือ น้ำเน่า อากาศเสีย เสียงดัง มลทัศน์อาจเกิดจากการก่อสร้างของมนุษย์ที่ไม่สอดคล้องทางด้านสถาปัตยกรรม ศิลปกรรม หรือการติดป้าย การสร้างอาคารและร้านค้า ที่ไปบดบังความงาม ทำลายคุณค่าทางศิลปกรรมและความงามตามธรรมชาติ นอกจากนั้น มลทัศน์อาจเกิดจากการกระทำของมนุษย์ เช่น การขีดเขียนรูปหรือวาจาที่ไม่สุภาพในที่สาธารณะ การทุบทำลายหรือขีดเขียนบนงานศิลปกรรม การสุมหรือทิ้งขยะไว้เกลื่อนกลาดไม่เป็นที่เป็นทาง การขุดเจาะทำลายพื้นผิวโลกเพื่อการอุตสาหกรรม การปล่อยก๊าซ เขม่า ควันดำ ความรกรุงรังของระบบสาธารณูปโภค

Copyright by Mahidol University

ของรัฐ เช่น สายไฟฟ้า สายโทรศัพท์ หรือแม้แต่พฤติกรรมอันล่อแหลมต่อศีลธรรมในที่สาธารณะก็อาจนับเป็นมลทัศน์ได้ (13)

ปัจจุบัน ยังไม่สามารถกำหนดมาตรฐานของมลทัศน์ได้ เหมือนปัญหามลภาวะทางน้ำ อากาศ เสียง ซึ่งรับรู้ได้ทางการดมกลิ่น (Olfaction) การได้ยินเสียง (Audition) ในขณะที่การรับรู้ปัญหามลทัศน์นั้นรับรู้โดยการมอง (Visual Perception) ซึ่งเป็นเรื่องที่ซับซ้อน รวมทั้งเกณฑ์ที่จะนำมาใช้วัดเชิงปริมาณกระทำได้ยาก เพราะปัญหามลทัศน์มีลักษณะเป็นนามธรรม (Intangible) เช่น สี กลิ่น ระดับของ BOD หรือ COD ในมลภาวะทางน้ำ เป็นต้น นอกจากนั้น ในการรับรู้ ซึ่งอาศัยปัจจัย 3 อย่าง คือ ประสบการณ์ การใส่ใจและการให้คุณค่าในเรื่องนั้นๆ และลักษณะรูปแบบของเรื่องนั้นๆ ทำให้มลทัศน์เป็นเรื่องของแต่ละบุคคล (Individual) ภาพที่คนหนึ่งเห็นเป็นมลทัศน์อาจไม่ใช่มลทัศน์ของอีกคนหนึ่งก็ได้ เพราะการรับรู้ทางการมองนั้น อาศัยปัจจัยของประสบการณ์ ระดับของการศึกษา และความสนใจในเรื่องดังกล่าวของบุคคลนั้นเป็นสำคัญ (14)

2.3.2 แนวความคิดเกี่ยวกับปัญหามลทัศน์

พรสถิตย์ ศรีเมือง (15) กล่าวถึงประเด็นสำคัญในปัญหามลทัศน์ ดังนี้

1) ความทรุดโทรม อันเนื่องจากอายุและคุณภาพของสิ่งต่างๆในสภาวะแวดล้อมแต่ละสิ่งมีอายุและคุณภาพความคงทนไม่เท่ากัน ทำให้สภาพแวดล้อมของเมืองที่ประกอบไปด้วยสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ และสิ่งที่มนุษย์สร้างขึ้นนั้น มีความทรุดโทรม ในกรณีนี้ จะมีข้อยกเว้นสำหรับโบราณสถานต่างๆ เนื่องจากสิ่งก่อสร้างนั้น แม้จะมีสภาพเก่าแก่ทรุดโทรมและผุพัง แต่ก็เป็นความเก่าแก่ที่ควรแก่การคงสภาพไว้

2) ความขัดแย้ง ขององค์ประกอบต่างๆภายในเมือง ตั้งแต่พฤติกรรมของมนุษย์ ได้แก่การดำเนินชีวิตที่ไร้ระเบียบ เอาแต่ได้ ทำอะไรอย่างง่ายๆ ไม่พิจารณาถึงส่วนรวม กิจกรรมการใช้พื้นที่ว่างและอาคาร ได้แก่ ความขัดแย้งของกิจกรรมต่างๆในบริเวณเนื้อที่ทั้งภายในและภายนอกอาคาร กิจกรรมที่ก่อให้เกิดปัญหา มีความน่าเกลียด สกปรก โดยปราศจากการควบคุมหรือป้องกัน รูปแบบทางศิลปสถาปัตยกรรม เช่น ความขัดแย้งในเรื่องของรูปทรง (Form), รูปร่าง (Shape), เส้น (Line) ,ผิวสัมผัส(Texture) ,สัดส่วน (Proportion) ,วัสดุ (Material),รูปด้าน หน้า(Facade),เส้นขอบฟ้า(Skyline) เป็นต้น ซึ่งครอบคลุมไปถึงอาคาร สิ่งก่อสร้าง ป้ายโฆษณา ต้นไม้ เฟอร์นิเจอร์ถนน รวมทั้งความขัดแย้งในเรื่องของรูปแบบศิลปะพื้นถิ่นกับศิลปะต่างถิ่น แบบแผน (Style)สมัยเก่ากับสมัยใหม่ เป็นต้น และสุดท้ายคือ โครงสร้างของเมือง ความขัดแย้งของระบบโครงสร้างพื้นฐาน เช่น ถนน ทางเท้า สะพาน สายไฟฟ้า สายโทรศัพท์ เป็นต้น

Copyright by Mahidol University

2.3.2.1 องค์ประกอบของเมืองที่สร้างปัญหามลทัศน์

ในการศึกษาปัญหามลทัศน์ของเมือง โดยทั่วไปพบว่า องค์ประกอบของเมือง (Urban Element) ต่างๆนั่นเองที่สร้างปัญหา ทั้งในเรื่องของความทรุดโทรมขององค์ประกอบนั้นและความขัดแย้งระหว่างองค์ประกอบชนิดเดียวกันหรือระหว่างองค์ประกอบอื่นๆ ส่วนองค์ประกอบของเมืองที่พบว่ามีส่วนทำลายภูมิทัศน์ของเมือง ได้แก่

1) อาคารและสิ่งก่อสร้าง เนื่องจากกิจกรรมในเมืองต้องการพื้นที่ใช้สอยทั้งภายในและภายนอกอาคาร ดังนั้นจึงมีการก่อสร้างอาคารในรูปแบบและประเภทต่างๆ ความหนาแน่นของประชากรทำให้เกิดการกระจุกตัวของกิจกรรม ซึ่งรวมไปถึงความแออัดของอาคารและสิ่งก่อสร้างต่างๆ โดยเฉพาะในเขตเมืองเก่าของชุมชนที่มีประวัติศาสตร์การพัฒนามาแต่ดั้งเดิม ย่อมมีปัญหาความทรุดโทรมของอาคารสิ่งก่อสร้างรุ่นเก่า และปัญหาความขัดแย้งในเรื่องรูปแบบอาคารเก่าและอาคารรุ่นใหม่ อิทธิพลทางด้านเศรษฐกิจทำให้เกิดความมุ่งหมายเพื่อให้ได้พื้นที่หรือใช้ประโยชน์พื้นที่ให้มากที่สุด การหวังผลทางด้านการค้าที่ประสงค์จะสร้างความสะดุดตา โดดเด่นและแปลกประหลาด ให้แตกต่างไปจากอาคารสิ่งก่อสร้างอื่นๆในบริเวณเดียวกัน ล้วนทำให้เกิดความขัดแย้งอย่างรุนแรงในกลุ่มของอาคารและชุมชน อิทธิพลของสถาปัตยกรรมต่างถิ่นที่นำมาเป็นค่านิยม ส่งผลให้เกิดความหลากหลายในเรื่องรูปแบบสถาปัตยกรรมที่ขาดความกลมกลืนกันโดยภาพรวม ทั้งการตกแต่งอาคารด้วยส่วนประกอบอาคาร รูปทรง สีสัน และอื่นๆ จนภูมิทัศน์ชุมชนมีความสับสนวุ่นวาย การต่อเติมอาคารโดยพลการเพื่อใช้ประโยชน์พื้นที่ให้มากที่สุด การต่อเติมอาคารชั้นดาดฟ้า การต่อเติมบริเวณโดยรอบอาคาร ซึ่งทั่วไปมักกระทำง่ายๆโดยใช้วัสดุที่ไม่เหมือนกัน ทำให้เกิดการทรุดโทรมไม่เท่ากันและมีความขัดแย้งกับของเดิม การเห็นประโยชน์ส่วนตนของผู้ใช้อาคาร ที่แก้ปัญหาการขาดแคลนพื้นที่ โดยการขยายรุกล้ำออกมานอกเขตที่ดินของตน รวมทั้งสร้างปัญหาให้แก่บริเวณข้างเคียง เช่น การต่อท่อระบายน้ำ การติดตั้งเครื่องปรับอากาศ เป็นต้น

2) ระบบสาธารณูปโภค ส่วนประกอบต่างๆในระบบสาธารณูปโภค ที่เป็นประโยชน์ในการดำเนินชีวิตแบบเมือง ได้แก่ ระบบไฟฟ้า ซึ่งประกอบด้วย เสาไฟฟ้า สายไฟฟ้า หม้อแปลง มาตรวัด ดวงโคมไฟฟ้าให้แสงสว่างบนถนน สายและเสาไฟฟ้าแรงสูง ระบบประปาที่ประกอบด้วย ท่อส่งน้ำ ก๊อกน้ำดื่มสาธารณะ หัวจ่ายน้ำดับเพลิง ระบบจราจรประกอบด้วย ป้ายจราจร ป้ายสัญญาณ ระบบสื่อสารประกอบด้วย สายโทรศัพท์ สายเคเบิลต่างๆ โทรศัพท์สาธารณะ ระบบกระจายเสียง เป็นต้น สิ่งเหล่านี้หากได้รับการออกแบบที่ดีและดูแลรักษาอย่างสม่ำเสมอ จะช่วยลดปัญหามลทัศน์ได้ แต่หากปล่อยปละละเลยจนเกิดสภาพทรุดโทรม สกปรก การออกแบบวางแผน

Copyright by Mahidol University

ดำเนินการโดยถือเอาความง่าย และความสะดวกเฉพาะระบบ ล้วนสร้างปัญหาความสับสน รกรุงรัง ให้แก่ทัศนียภาพของเมืองเป็นอย่างยิ่ง

3) สิ่งบริการและอำนวยความสะดวกชุมชน องค์ประกอบของเมืองประเภทนี้มีความหลากหลาย มากมายตามสถานที่ต่างๆในเมือง ซึ่งรวมถึงเฟอร์นิเจอร์บนถนน (Street Furniture)เขื่อนริมน้ำ สะพาน คู คลอง สิ่งเหล่านี้หากไม่ได้รับการดูแลเอาใจใส่ บำรุงดูแลรักษา โดยปล่อยให้ทรุดโทรม ก็สามารถสร้างปัญหามลทัศน์ได้เช่นกัน นอกจากนี้ยังมีสิ่งก่อสร้างประเภทชั่วคราว เช่น ศาลาเพิงที่พักคนงาน แผงลอย รวมทั้งหาบเร่ รถเข็นขายอาหารและสินค้า ที่จัดอยู่ในประเภทของล้อเลื่อนเคลื่อนที่ได้ หากไม่ได้ใส่ใจในเรื่องรูปแบบ รูปทรง สีสัน จะทำให้เกิดความหลากหลายที่แตกต่าง อีกทั้งยังเป็นองค์ประกอบขนาดเล็ก จึงเพิ่มความรกรุงรังไม่น่าดูให้แก่สภาพแวดล้อมเมือง

4) ป้ายโฆษณาและประชาสัมพันธ์ ในโลกปัจจุบันที่การสื่อสาร การโฆษณาประชาสัมพันธ์ กลายเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับชุมชนที่มีประชากรอาศัยอยู่เป็นจำนวนมาก นอกเหนือจากองค์ประกอบของเมืองชนิดอื่นๆแล้ว ป้ายโฆษณาและประชาสัมพันธ์กลายเป็นองค์ประกอบของเมืองที่สำคัญ อีกทั้งความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีสามารถพัฒนารูปแบบของป้ายชนิดต่างๆได้มากมาย นอกจากผ้า ไม้และกระดาษที่มีมาแต่ดั้งเดิม มีการสร้างป้ายโฆษณาสามมิติ ป้ายไฟฟ้า ป้ายโลหะ หรือวัสดุอื่นๆ รวมทั้งการสร้างภาพ แสง สี ตามต้องการ ในส่วนของป้ายประชาสัมพันธ์ของทางราชการ เช่น ประกาศข่าวสาร ข้อห้าม ข้อควรปฏิบัติ เป็นต้น ปัญหาที่เกิดขึ้นจะน้อยกว่าป้ายโฆษณาของเอกชน ที่มุ่งหวังประโยชน์ทางการค้าของตนเพียงอย่างเดียว ทำให้ป้ายโฆษณามีปัญหาในด้านของความหลากหลายในเรื่องของวัสดุ ขนาดและเทคนิค รวมทั้งปัญหาในด้านภาษาและใช้ภาพบางภาพที่ไม่เหมาะสมหรือขัดต่อศีลธรรม

2.3.2.2 ข้อพิจารณาปัญหามลทัศน์จากองค์ประกอบของเมือง

นอกจากรายละเอียดขององค์ประกอบของเมืองที่มีส่วนในการสร้างปัญหามลทัศน์ดังที่กล่าวมาแล้วนั้น ยังมีข้อที่ต้องพิจารณาองค์ประกอบของเมืองเหล่านั้นในด้านต่างๆ ดังนี้

1) คุณภาพ ประเด็นสำคัญของปัญหามลทัศน์นั้น เกิดจากการด้อยคุณภาพขององค์ประกอบของเมือง ทั้งในด้านกายภาพและสุนทรียภาพ คุณภาพทางด้านกายภาพ ได้แก่

- วัสดุ การเลือกใช้วัสดุที่ไม่คงทน ทำให้เกิดการทรุดโทรมอย่างรวดเร็ว ทั้งในแง่ของอายุวัสดุ ความเสื่อมโทรมของวัสดุหรือการชำรุดหักพัง เนื่องจากอุบัติภัยต่างๆ เช่น ใน กรณีของป้ายสัญญาณจราจร ป้ายประกาศต่างๆ รวมทั้งการปล่อยให้สิ่งก่อสร้างและ ป้าย ที่ทำด้วยวัสดุไม่ถาวรสำหรับใช้ในงานชั่วคราวคงอยู่ต่อไป ไม่มีการรื้อถอน หลังจากหมดความจำเป็น นอกจากนี้ยังมี

Copyright by Mahidol University

ปัญหาในแง่ของความหลากหลายในเรื่อง ของวัสดุ เช่น ในกรณีของอาคารสิ่งก่อสร้างที่เกิดความขัดแย้งระหว่างวัสดุก่อสร้าง ประเภทต่างๆ

- ขนาดและรูปทรง ปัญหามลทัศน์ส่วนหนึ่งมาจากคุณสมบัติของสิ่งต่างๆที่มีความแตกต่างกัน ในแง่ของขนาดและรูปทรง เช่น กรณีของอาคารที่มีความแตกต่างในเรื่องของ ขนาดความใหญ่โต หรือรูปทรงที่ไม่กลมกลืน

- สี ความแตกต่างในเรื่องสีธรรมชาติของวัสดุที่ใช้ หรือสีสันต่างๆที่วาดระบายลงบนองค์ประกอบของเมือง แม้ว่าจะช่วยให้ภูมิทัศน์ของเมืองมีความสวยงาม แต่ถ้าหากจำนวนสี นั้นปะปนกันมากมายในองค์ประกอบอย่างใดอย่างหนึ่ง หรือในภาพรวมขององค์ประกอบเมืองทั้งหมด อาจทำลายความงดงามของเมืองลงได้ นอกจากนี้ยังต้องคำนึงถึงอิทธิพลของสีที่มีต่อผู้มองเห็น ซึ่งสามารถเร่งเร้าเปลี่ยนแปลงอารมณ์ได้อย่างมาก

ในเรื่องของคุณภาพทางด้านสุนทรียภาพ นอกจากเรื่องรูปทรงและสีแล้ว ยังต้อง พิจารณาถึงเรื่อง รูปร่าง มาตราส่วน จังหวะ ที่เป็นสิ่งสำคัญในทางศิลปะ ที่จะต้องอาศัย ความเอาใจใส่ การให้ความสำคัญ และความสามารถของสถาปนิก ภูมิสถาปนิกนักออกแบบ วิศวกรในการสร้างสรรค์องค์ประกอบต่างๆของเมือง

องค์ประกอบทางกายภาพของเมืองที่เป็นตัวก่อให้เกิดทัศนียภาพในสถานที่ต่างๆของเมือง โดยจะเป็นตัวบ่งชี้ในรายละเอียด รูปลักษณ์ และสภาพแวดล้อมของเมือง ว่ามีสุนทรียภาพ อย่างไรบ้าง (16) ดังนี้

1.1 ที่โล่งว่าง (Open Space) เป็นที่โล่งว่างปราศจากอาคารปกคลุม ล้อมรอบด้วยอาคารหนาแน่น ใช้ในการสัญจร การรับอากาศและแสงแดด ป้องกันเพลิงไหม้และเพื่อการพักผ่อนหย่อนใจเป็นตัวแสดงสุนทรียภาพที่สำคัญของเมือง ดังคำกล่าวที่ว่า "เนื้อหาที่แท้จริงของเมืองก็คือที่ว่าง"การเกิดของที่ว่างอาจเป็นลักษณะของการปิดล้อม (Enclosure) จากอาคารที่มีที่ว่างอยู่ภายในเพื่อประกอบกิจกรรมต่างๆหรือลักษณะของการกำหนดให้เป็นที่โล่งว่าง สาธารณะ ฯลฯ

การพิจารณาคุณค่าทางทัศนียภาพของที่โล่งว่าง ขึ้นอยู่กับ

- ระนาบทางนอน (Base Plan) ได้แก่ พื้นผิวประดิษฐ์ (Paved) เช่น ถนน ทางเดิน ลาน และพื้นผิวธรรมชาติ(Green) เช่น สนามหญ้า ทุ่งโล่งฯลฯ

- ระนาบทางดิ่ง(Vertical Plan) ได้แก่ รูปร่าง หน้าตา(Facade) ของอาคาร หอนาฬิกา ต้นไม้ ฯลฯ

- ระนาบเหนือระดับศีรษะ (Overhead Plan) ได้แก่ ท้องฟ้า หลังคา ช่องโค้ง ฯลฯ

- ตัวประกอบของที่ว่าง (Furnitures) อาจให้ทั้งสุนทรียภาพและประโยชน์ใช้สอย ได้แก่ โคมไฟ ม้านั่ง รูปปั้นต่างๆที่อยู่ในที่โล่งว่างนั้นๆ

Copyright by Mahidol University

1.2 พื้นผิวของเมือง (Floor of the city) สามารถสัมผัสและรับรู้สุนทรียภาพได้เป็นอย่างดีโดยพิจารณาได้จากรูปแบบ(Pattern) ผิวสัมผัส(Texture) สี (Color) ซึ่งจะประกอบด้วย

- วัสดุปูพื้น (Floor Material) ซึ่งเป็นพื้นที่สำหรับการประกอบกิจกรรมและเพื่อการสัญจรต่างๆ เช่น หินอ่อน กระเบื้อง คอนกรีต กรวด ฯลฯ

- ทางลาดชันและบันได (Ramp ,Steps and Stairs)เป็นตัวเชื่อมต่อของระดับต่างๆ ของพื้นผิวซึ่งจะเกี่ยวเนื่องกับการใช้วัสดุปูพื้นด้วย

-ช่องและทางระบายน้ำ (Drain) โดยอาจเป็นช่องเปิด หรือมีฝาปิดเป็นลวดลายหรือ ปิดทึบ

1.3 เฟอร์นิเจอร์ของเมืองหรือเครื่องประกอบถนน (Urban Furnitures or Street Furnitures) ได้แก่ องค์ประกอบต่างๆในชุมชนเมืองที่เป็นการให้ประโยชน์และ สุนทรียภาพ ซึ่งเป็นตัวแสดงทัศนียภาพของเมืองได้พอสมควร เช่น ซุ้ม น้ำพุ ตู้โทรศัพท์ ตู้ไปรษณีย์ ถังขยะ ม้านั่ง โคมไฟฯลฯ

1.4 รูปลักษณ์ธรรมชาติ (Natural Features) ในชุมชนเมืองรูปลักษณ์ของธรรมชาติจะให้คุณค่าด้านสุนทรียภาพ ในขณะเดียวกันก็ให้ประโยชน์ใช้สอยตามมาด้วย ได้แก่

- น้ำ อาจเป็นแหล่งน้ำตามธรรมชาติหรือที่ประดิษฐ์ขึ้น เช่น ลำธาร แอ่งน้ำ สระน้ำ

- ต้นไม้ ให้ร่มเงาและตกแต่งประดับประดา เป็นสิ่งที่สร้างสุนทรียภาพได้เป็นอย่างดีและง่ายที่สุด

- พื้นผิวโลก ได้แก่ พื้นดิน พื้นหิน ระดับภูมิประเทศ

1.5 โครงสร้าง (Structure) เป็นลักษณะรูปทรงที่มนุษย์ได้ประดิษฐ์ขึ้นเพื่อประโยชน์ใช้สอยเป็นหลัก ซึ่งจะมีความงามหรือไม่นั้นขึ้นอยู่กับการสร้างสรรค์ และกำลังทางเศรษฐกิจ ได้แก่ อาคาร บ้านเรือน อนุสรณ์สถาน สาธารณูปโภคต่างๆ ฯลฯ

2) ความหนาแน่น ประเด็นสำคัญประการหนึ่งคือ ความหนาแน่นขององค์ประกอบเมืองชนิดนั้นในอาณาบริเวณ ตัวอย่างที่เห็นได้ชัดเจน คือ ป้ายโฆษณาที่สร้างปัญหาอย่างมาก ภายในบริเวณย่านสำคัญใจกลางเมือง เมื่อเจ้าของป้ายต้องการให้ป้ายของตนมีผู้พบเห็นมากที่สุด ในบริเวณที่มีประชากรหนาแน่น หรือประชาชนสัญจรผ่านไปมาจำนวนมาก จำนวนป้ายก็จะมีมากตามไปด้วย และลักษณะ รูปแบบ ขนาด สีสัน ก็จะแตกต่างกันมากยิ่งขึ้น ทำให้ระดับความขัดแย้งมีมาก เช่นเดียวกับปัญหาความหนาแน่นของอาคาร ในศูนย์กลางเมือง รวมทั้งความแออัดยัดเยียดของอาคารทำให้เกิดความสับสนในภูมิทัศน์

3) ตำแหน่งที่ตั้ง ประเด็นเรื่องบริเวณตำแหน่งที่ตั้งนับเป็นประเด็นที่สำคัญ เนื่องจากปัญหาของมลทัศน์ในชุมชนที่เกิดการขัดแย้งกันขึ้นนั้นมักเป็นเพราะอยู่ในตำแหน่งที่ผิด กรณีป้ายโฆษณาที่อยู่ในตำแหน่งไม่เหมาะสมกับกิจกรรมในบริเวณนั้น ป้ายโฆษณาในเขตโบราณสถานหรือวัดวา

Copyright by Mahidol University

อาราม ป้ายโฆษณาอยู่เหนืออาคาร ทำให้เกิดปัญหาเส้นขอบฟ้า ป้ายโฆษณาที่ยื่นออกจากอาคารมากจะปิดบังภูมิทัศน์ ทำให้รกรุงรัง หรือในกรณีของเสา และสายไฟฟ้า ที่ปักอยู่บนโบราณสถาน แนวสายไฟฟ้าที่พาดผ่านต้นไม้ ทำให้ต้องมีการตัดกิ่ง ก้าน ส่งผลให้ความสวยงามของต้นไม้ลดลง เช่นเดียวกับหาบเร่ แผงลอย รถเข็น ที่สร้างความสกปรก เกะกะ ในการสัญจร และภาพรวมของชุมชนเมื่ออยู่ในบริเวณที่ไม่เหมาะสม (แต่ถ้าอยู่ในบริเวณที่เหมาะสมก็จะไม่เกิดปัญหา)

2.3.3 สาเหตุที่ก่อให้เกิดปัญหามลทัศน์

เดชา บุญค้ำ (17) กล่าวถึงสาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหามลทัศน์ ได้แก่

1) พื้นฐานทางด้านสุนทรียภาพ ในการรับรู้ถึงปัญหามลทัศน์นั้นจะขึ้นอยู่กับประสบการณ์ของผู้รับรู้ ดังนั้นปัญหามลทัศน์ส่วนหนึ่งนั้นจึงมาจากพื้นฐานทางด้านสุนทรียภาพของคนในชุมชน สำหรับชุมชนเมืองในประเทศไทยนั้นมีวิวัฒนาการมาจากสังคมชนบท ซึ่งในความเป็นจริงแล้ว อาจกล่าวได้ว่า ยังไม่คุ้นเคยกับรูปแบบการอยู่อาศัยแบบเมือง และสุนทรียภาพของเมือง ซึ่งแตกต่างจากสุนทรียภาพในชนบทที่มีสภาพแวดล้อมแบบธรรมชาติ (Natural Environment) เป็นหลัก และมีจำนวนประชากรค่อนข้างต่ำ กิจกรรมไม่หลากหลาย ในขณะที่ในเมืองนั้นเต็มไปด้วยสภาพแวดล้อมที่มนุษย์สร้างขึ้น (Man-made Environment) มีประชากรอยู่หนาแน่น รวมทั้งกิจกรรมต่างๆมากมาย มีแบบแผนการอยู่อาศัยที่เป็นระบบ ดังนั้นประชาชนจึงต้องอยู่อาศัย ดำเนินชีวิตภายใต้กฎเกณฑ์ต่างๆ ซึ่งจะต้องรวมเอาเกณฑ์ทางสุนทรียภาพแบบเมืองไว้ด้วย

2) การไม่เอาใจใส่ เกิดจากการขาดพื้นฐานทางด้านสุนทรียภาพและความเข้าใจในการอยู่อาศัยแบบเมือง ทำให้ประชากรในชุมชนไม่เอาใจใส่ในเรื่องของภูมิทัศน์เมือง อีกทั้งปัญหามลทัศน์ไม่ก่อให้เกิดความเสียหายหรือเป็นอันตรายแก่ผู้พบเห็น จึงทำให้ประชากรส่วนใหญ่ขาดการเอาใจใส่และปล่อยให้เกิดปัญหาขึ้น โดยที่ไม่พยายามป้องกันและแก้ไข

ในขณะเดียวกัน ผู้บริหาร หรือผู้ที่มีหน้าที่รับผิดชอบ มักขาดพื้นฐานทางด้านสุนทรียภาพและไม่ใส่ใจในปัญหาเช่นเดียวกัน จึงปล่อยให้มีผู้ทำลายภูมิทัศน์เมืองโดยไม่ควบคุม เช่น สร้างอาคารในที่ไม่เหมาะสม ต่อเติมอาคารได้ตามอิสระ เช่นเดียวกับการติดตั้งป้ายโฆษณา การจัดเตรียมระบบสาธารณูปโภค และสิ่งอำนวยความสะดวกนั้นจะพิจารณาเฉพาะเรื่องความสะดวกและง่ายในการใช้งาน โดยไม่คำนึงถึงความสวยงาม ตัวอย่างที่เห็นได้ชัด คือ การเดินสายไฟฟ้า สายโทรศัพท์

3) การไม่กำหนดรูปแบบเมือง เมื่อทั้งเจ้าหน้าที่และประชาชนไม่ได้ให้ความสำคัญกับสภาพภูมิทัศน์ของเมือง ทำให้ไม่มีแผนการหรือแบบแผนในการพัฒนาเมือง ทั้งในด้านการขยายตัว

Copyright by Mahidol University

และการปรับปรุงเขตเมืองเดิม ไม่มีการกำหนดแผนการใช้ที่ดิน ไม่มีการกำหนดเขตการอนุรักษ์บริเวณประวัติศาสตร์ เขตศาสนสถาน และเขตสถานที่สำคัญอื่นๆ สิ่งเหล่านี้ล้วนทำให้ปัญหามลทัศน์เกิดขึ้นไปทั่วเมือง

4) การเห็นแก่ตัว ในสังคมทุนนิยมที่มุ่งประโยชน์หรือกำไรสูงสุดโดยปราศจากกฎเกณฑ์ที่เหมาะสม ทำให้กลุ่มคนที่เห็นแก่ตัวฉวยโอกาสทำลายทัศนียภาพของเมืองได้ตามใจชอบและไม่ถูกลงโทษ เช่น การต่อเติมอาคารเพื่อใช้งานมาขึ้น การติดตั้งระบบปรับอากาศยื่นออกจาอาคาร การระบายอากาศจากครัวทำให้เกิดคราบน้ำมันสกปรก การไม่ดูแลรักษาอาคารโดยปล่อยให้ทรุดโทรม การก่อสร้างอาคารสูงใหญ่ใกล้บริเวณศาสนสถาน หรือในเขตประวัติศาสตร์ เป็นต้น

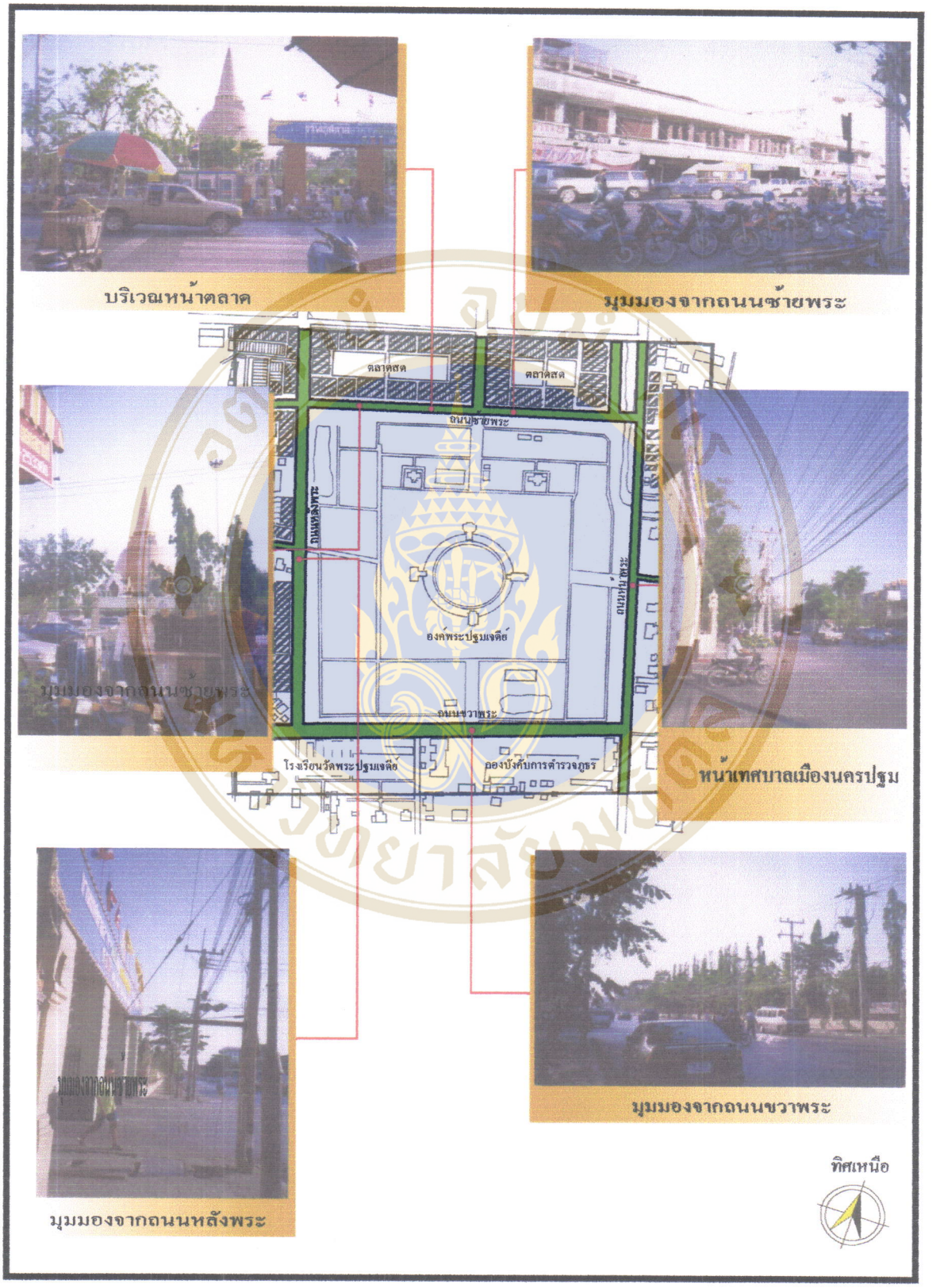
การควบคุมปัญหามลทัศน์นั้น เป็นเรื่องระยะยาวที่ต้องมีการดำเนินการอย่างต่อเนื่อง ต้องมีการปรับปรุงกฎหมายที่เกี่ยวข้อง ไม่ว่าจะเป็นกฎหมายผังเมือง กฎหมายที่ดิน กฎหมายที่เกี่ยวกับการควบคุมอาคาร กฎหมายที่เกี่ยวกับโบราณสถาน เป็นต้น ให้มีอำนาจในการตรวจสอบระงับยับยั้ง และลงโทษการกระทำใดๆ ที่ก่อให้เกิดผลกระทบต่อภูมิทัศน์ในบริเวณนั้นๆอย่างมีประสิทธิภาพ และส่งเสริมประชาชนให้มีระเบียบวินัย มีความรับผิดชอบและเอาใจใส่ต่อสังคมและสิ่งแวดล้อมทั้งทางธรรมชาติ ทางศิลปกรรมไปพร้อมๆกัน

2.3.4 ปัญหามลทัศน์ในบริเวณรอบองค์พระปฐมเจดีย์

ปัญหามลทัศน์ ที่ทำให้สภาพแวดล้อมโดยรวมของทัศนียภาพ บริเวณรอบองค์พระปฐมเจดีย์สูญเสียไป มีหลายประการ คือ สายไฟ สายโทรศัพท์ที่เดินลอยอยู่ ทำให้บดบังสายตา ไม่ส่งเสริมความสง่างามของสถานที่ ป้ายโฆษณา ที่มีขนาดใหญ่ การต่อเติมอาคารร้านค้า ซึ่งรูปแบบและลักษณะแปลกออกไป ทำให้ขาดความกลมกลืน ชุมชนบริเวณตลาด (ติดถนนซ้ายพระ) ไม่มีการจัดระเบียบร้านค้า การจัดหาที่จอดรถ ทำให้เกิดความวุ่นวายในด้านการใช้บริการ

นอกจากนั้น สิ่งอำนวยความสะดวกต่างๆยังมีรูปแบบและการจัดวางที่ไม่เหมาะสมกับสถานที่เท่าที่ควร เช่น ไฟส่องสว่าง ป้ายหรือที่พักรอรถประจำทาง ตู้โทรศัพท์ ตู้ไปรษณีย์ กระบะต้นไม้ ป้ายชื่อถนนและซอย ที่จอดรถจักรยานยนต์ ถังขยะ ที่รวบรวมมูลฝอย และแผงลอยร้านค้า เป็นต้น (ดูภาพ 2-1 ประกอบ)

Copyright by Mahidol University



ภาพที่ 2-1 ปัญหามลทัศน์บริเวณรอบองค์พระปฐมเจดีย์

Copyright by Mahidol University

2.4 แนวความคิดเกี่ยวกับโครงสร้างพื้นฐานในส่วนสาธารณูปโภค

2.4.1 ความหมายของสาธารณูปโภค

สาธารณูปโภค หมายถึง พื้นที่ เส้นท่อ อาคาร หรือส่วนใดส่วนหนึ่งของอาคารที่มีความจำเป็นต่อชุมชน เช่น ระบบคมนาคมขนส่ง การพลังงาน ระบบการประปา ระบบระบายน้ำ เป็นต้น ซึ่งระบบสาธารณูปโภคที่ดี ควรมีขนาด จำนวน หรือปริมาณให้เพียงพอกับประชาชนในปัจจุบันและอนาคตตามผังเมืองรวม โดยต้องมีคุณภาพ สะอาด ถูกสุขลักษณะ มีความสะดวกและปลอดภัยต่อประชาชน กล่าวคือ ระบบท่อ ระบบเส้นสาย อุปกรณ์บางอย่างควรอยู่อย่างเป็นระเบียบ ไม่เกะกะรุงรัง เช่นวางรวมอยู่ในท่อใต้ดิน หรืออุโมงค์รวมสาธารณูปโภคใต้ดิน (Common Duct) (18)

2.4.2 สาธารณูปโภคกับปัญหามลทัศน์

2.4.2.1 ระบบการติดตั้งเสาและสายไฟฟ้า

การบริการไฟฟ้าในนครปฐมเป็นหน้าที่รับผิดชอบของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค หน้าที่ใช้สอยหลักของการติดตั้งเสาไฟฟ้าริมถนนมี 2 ประการคือ เพื่อให้ความปลอดภัยแก่ผู้ใช้ถนนและทางเดิน และเพื่อใช้ติดตั้งสายไฟในการกระจายการบริการไปสู่ส่วนต่างๆของชุมชนเมือง

ในบริเวณถนนสายหลักตามเมืองใหญ่ จะเป็นเสาไฟฟ้าที่มีความสูง 3 ขนาด (19) คือ เสาสูง 8.50 ,12.00 และ 20.00 เมตร ส่วนสายไฟฟ้าที่ติดตั้ง มีทั้งสายไฟฟ้าแรงดันต่ำ คือ 220 V. และแรงดันสูง ตั้งแต่ 12 KV. จนถึง 69 KV. สายไฟฟ้าแรงสูงตั้งแต่ 12 KV. ขึ้นไปจะไม่มีฉนวนหุ้ม ลักษณะเป็นสาย 3 Phase (3 เส้น) โดยมีลำดับความสูงของการติดตั้งตามขนาดของแรงดันสายไฟฟ้า สายไฟฟ้าแรงดันสูงจะติดตั้งไว้ด้านบน และจะลดระดับลงมาจนถึงระดับสายไฟฟ้าแรงดันต่ำ 220 V. ที่จะแยกเข้าสู่อาคาร โดยมีระดับความสูงจากพื้นต่ำสุด 6.00 เมตร เสาไฟฟ้า นอกจากจะใช้ติดตั้งสายไฟฟ้าและดวงโคมให้แสงสว่างแก่ถนนและทางเท้าแล้ว ยังใช้ติดตั้งสายโทรศัพท์ด้วย โดยการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคอนุญาตให้ติดตั้งได้ สูงจากพื้นดินประมาณ 4.60-5.70 เมตร ระยะระหว่างเสาไฟฟ้า กำหนดมาตรฐานไว้ตามความสูงของเสาไฟฟ้า ดังนี้ เสาสูง 8.50 เมตร ระยะห่างประมาณ 20.00 เมตร ส่วนเสาสูง 12.00 เมตร และ 20.00 เมตร จะมีระยะห่างประมาณ 40.00 เมตร ในทางปฏิบัติจะพยายามหลีกเลี่ยงการติดตั้งเสา ตรงหน้าบ้านตึกแถว โดยให้อยู่ ตรงกับเสาระหว่างห้อง

Copyright by Mahidol University

ลักษณะการคอนสายไฟฟ้า ขึ้นอยู่กับการออกแบบ ให้หลีกเลี่ยงการกระทบจากสิ่งก่อสร้างและอาคารในบริเวณข้างเคียง ส่วนหม้อแปลงไฟฟ้าลดแรงดันที่ติดตั้งตามเสาไฟฟ้าก็เช่นกันตัวถังถูกห่อหุ้มด้วยโลหะ ซึ่งป้องกันการถูกกระทบได้อย่างดีมาก แต่มีจุดอ่อนที่ขั้วต่อของสายไฟฟ้าแรงดันสูง หากถูกกระทบก็จะเกิดการลัดวงจรทำให้ไฟฟ้าดับได้ นอกจากนั้นสาเหตุที่ทำให้ไฟฟ้าดับอีกประการหนึ่งก็คือ ป้ายโฆษณา วัสดุ หรือต้นไม้พาดถูกสายไฟฟ้า รถชนเสาไฟฟ้า ฯลฯซึ่งกรณีดังกล่าว พบว่าเป็นสาเหตุที่ทำให้ไฟฟ้าดับสูงมาก โดยเฉพาะอุบัติเหตุรถยนต์ชนเสาไฟฟ้า ปี 2542 ซึ่งมีจำนวนถึง 1,027 ราย (20)

สาธารณูปโภคประเภท เสาและสายไฟฟ้านี้ ทำให้สภาพกายภาพของชุมชนเมืองบริเวณถนนไม่น่าดู ขาดระเบียบและเกะกะไปด้วยสายไฟฟ้าที่ระโยงระยาง แต่เป็นสิ่งจำเป็นที่จะต้องมีเนื่องจากความต้องการทางด้านประโยชน์ใช้สอย นอกจากนี้ ปัญหาที่เกิดจากการเติบโตของต้นไม้ไปชนสายไฟฟ้าแรงสูง ทำให้เกิดการตัดไฟฟ้าโดยอัตโนมัติ และไฟฟ้าไหลลงสู่พื้นดินโดยมีต้นไม้เป็นสื่อ หากมีคนเดินผ่านต้นไม้นั้น อาจเสียชีวิตโดยทันที และการแกว่งไกวของลำต้น กิ่งไม้เวลาถูกลมพัด จะไปเสียดสี กับผิวของสายไฟฟ้าแรงดันต่ำ และสายเคเบิลโทรศัพท์ เมื่อเวลาผ่านไปนานๆ จะทำให้ฉนวนหุ้มชำรุด กระแสไฟฟ้ารั่วไหล รวมทั้งกิ่งไม้ หรือลำต้นที่เปราะหรือมีรากยึดลำต้นน้อย เมื่อมีพายุฝน อาจหักโค่นลง ทำความเสียหายแก่สายไฟฟ้าและหม้อแปลงไฟฟ้า นอกจากนั้น หน่วยบำรุงรักษาของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค ตัดกิ่งไม้ที่ยื่นเข้าไปในเขตปลอดภัยของเสาไฟฟ้า โดยขาดการปฏิบัติตัดแต่งต้นไม้ ให้ถูกต้องตามหลักการตกแต่ง ทำให้ต้นไม้เสียรูปทรงและเกิดโรคเชื้อรา เนื้อไม้ผุบริเวณแผล เนื่องมาจากการตัดแต่งที่ผิดวิธี ขาดความสวยงามไป

สำหรับการฝังท่อร้อยสายไฟฟ้าใต้ดิน เริ่มมีการใช้บ้างในถนนบางสาย เช่น ถนนสีลม ซึ่งให้ทั้งความสวยงามและความปลอดภัยแก่สายไฟฟ้าแรงดันสูงได้มาก นอกจากนี้ยังช่วยลดงบประมาณในการดูแลรักษาได้บางส่วน แต่การลงทุนในขั้นต้นต้องใช้ค่าใช้จ่ายสูงกว่าใช้สายอากาศ (เสาไฟฟ้า) หลายเท่า (15)

2.4.2.2 ระบบการติดตั้งสายเคเบิลโทรศัพท์

ระบบการเดินสายเคเบิลขององค์การโทรศัพท์ มีอยู่ 2 ประเภท คือ

1) ประเภทสาย Primary เป็นสายส่งหลักที่ต่อออกจากชุมสายโทรศัพท์ เป็นสายส่งที่มีความละเอียดอ่อนมีขั้วสายจำนวนมาก จึงต้องการความปลอดภัยจากการถูกกระทบ หรือได้รับอันตรายจากสิ่งแวดล้อมต่างๆค่อนข้างสูง การเดินสายส่งประเภทนี้ใช้วิธีฝังใต้ดินลึก 1.80 เมตรซึ่งถือว่ามีความปลอดภัยดีมาก แม้แต่รากต้นไม้ก็ไม่สามารถหยั่งลงไปรบกวนได้ โดยร้อยเสาเคเบิลไว้

Copyright by Mahidol University

ในท่อ PVC ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 4 นิ้ว เพื่อป้องกันน้ำและการถูกกระทบสายเคเบิลอีกชั้นหนึ่ง ส่วนใหญ่ฝังไว้ใต้ทางเท้าริมถนนโดยมีตำแหน่งไม่แน่นอน ขึ้นอยู่กับการหลีกเลี่ยงแนวท่อสาธารณูปโภคที่ฝังอยู่เดิม นอกจากนี้ อาจจะฝังไว้ใต้ถนน ในกรณีที่ทางเท้ามีขนาดเล็ก

2) ประเภทสาย Secondary หรือ Airial Cable เป็นสายส่งย่อยที่แยกออกจากสายส่งหลักเข้าสู่อาคารต่างๆ โดยใช้เดินสายลอยในอากาศ แขวนฝากไว้กับการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค โดยเป็นสายที่มีฉนวนหุ้มแน่นหนา ติดตั้งสูงจากพื้นทางเท้าประมาณ 4.60-6.00 เมตร แต่ส่วนใหญ่แล้วจะติดตั้งสูงจากพื้น 5.00 เมตร สภาพกายภาพของการติดตั้งทั่วไปไม่ค่อยสวยงามนัก เนื่องจากสายเคเบิลมีหลายสาย ติดตั้งไม่พร้อมกัน ไม่มีการรวบและรัดให้เป็นระเบียบเรียบร้อย โดยเฉพาะอย่างยิ่งในถนนบางสายมีการเดินสายมากจนดูยุ่งเหยิงและห้อยระโยงระยางไปตามแนวถนน หากมีต้นไม้ปลูกอยู่ชิดสายเคเบิล เมื่อลมพัด กิ่งก้านของต้นไม้จะไปชนและรั้งสายเคเบิลให้แกว่งหรือเสียดสีกัน ทำให้ฉนวนเกิดการชำรุด รั่ว และสายโทรศัพท์บางหมายเลขขัดข้องได้

2.4.2.3 ระบบท่อน้ำประปา

ท่อประปาเป็นสาธารณูปโภคที่บริการน้ำใช้ น้ำดื่มแก่ประชาชนในเขตชุมชนเมือง การให้บริการอยู่ในความรับผิดชอบของการประปาส่วนภูมิภาค นครปฐม มีการเดินท่อกระจายไปทั่วเมือง โดยเฉพาะตามทางเท้าริมถนน ซึ่งเป็นพื้นที่สาธารณะที่เหมาะสมที่สุดในการเดินท่อประปา การเดินท่อประปาเป็นระบบท่อที่มีความซับซ้อนน้อยที่สุด ตำแหน่งของท่อไม่แน่นอนเวลาวางจะต้องวางหลบหลีกกัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับการประสานงานก่อนการก่อสร้าง ซึ่งควรจะมีการวางแผนการวางท่อสาธารณูปโภคล่วงหน้า และคาดการณ์การขยายตัวในอนาคตสำหรับถนนที่สร้างใหม่ด้วย

ท่อประปาไม่ได้ส่งผลโดยตรงต่อปัญหามลทัศน์ เนื่องจากท่อประปาฝังอยู่ใต้ดิน อาจมีเพียงปัญหาการกีดขวางทางสัญจรในช่วงการขุด เจาะพื้น เพื่อวางหรือซ่อมแซมท่อประปาเท่านั้น

2.4.2.4 ระบบท่อระบายน้ำฝนและน้ำโสโครก

โดยทั่วไป ตามเมืองใหญ่ๆ มีการใช้ท่อระบายน้ำขนาดตั้งแต่ 0.20 เมตร ถึง 1.50 เมตร ซึ่งเป็นท่อระบายน้ำหลักที่มีหน้าที่รับน้ำฝนและน้ำโสโครกจากถนนและอาคารบ้านเรือน เพื่อระบายลงสู่คลองหรือแม่น้ำตามที่กำหนดไว้ ท่อระบายน้ำนี้มักฝังอยู่ริมถนน ใต้ทางเท้าเพื่อสะดวกในการติดตั้งและดูแลรักษา ลักษณะของท่อระบายน้ำตามถนนสายหลักเป็นท่อวงกลมทำด้วยคอนกรีตเสริมเหล็กฝังไว้ใต้ดินบริเวณทางเท้า ถ้าไม่มีอุปสรรคใดๆ แต่ถ้ามีสิ่งกีดขวางจะฝังไว้ใต้ถนน โดย

Copyright by Mahidol University

ชิดขอบคันหินทางเท้ามากที่สุด เพื่อให้น้ำจากถนนสามารถระบายลงท่อได้โดยตรงและรวดเร็วที่สุด

ในการดูแลรักษาท่อ จะมีบ่อพัก (Manhold) ตามแนวท่อเป็นระยะ โดยมีขนาดกว้างพอที่จะให้คนสามารถลงขุดลอกท่อเวลาอุดตันได้ คือ ประมาณ 1.00 ตารางเมตร มีระยะห่างกันประมาณ 20.00-30.00 เมตร ขึ้นอยู่กับความยาวของไม้ไผ่ซึ่งเป็นอุปกรณ์ลอกท่อที่สำคัญ

ปัญหาสำคัญของท่อระบายน้ำคือ การอุดตันของเศษขยะ ใบไม้ ส่วนปัญหามลทัศน์จะคล้ายกับปัญหาของท่อประปา นอกจากนั้นยังมีเรื่องของการชำรุดของฝาบ่อพักทำให้ขาดความสวยงามบนทางเท้า และอาจก่อให้เกิดอันตรายแก่ผู้สัญจรไปมาได้

จะเห็นได้ว่า ระบบสาธารณูปโภคบางประเภท โดยเฉพาะอย่างยิ่งระบบไฟฟ้าและระบบการติดตั้งสายเคเบิลโทรศัพท์ เป็นส่วนสำคัญที่ก่อให้เกิดปัญหามลทัศน์หรือปัญหาสภาพแวดล้อมทางกายภาพให้กับเมือง นอกจากนั้นยังก่อให้เกิดปัญหาเรื่องอุบัติเหตุและอันตรายแก่บุคคลทั่วไปได้ ดังนั้นระบบสาธารณูปโภคที่ก่อให้เกิดปัญหาดังกล่าว จึงควรมีการปรับปรุงและแก้ไขให้เหมาะสมกับสภาพของเมืองในปัจจุบัน มีการจัดการทำให้มีความเป็นระเบียบเรียบร้อยขึ้น โดยเปลี่ยนแปลงระบบจากการเดินสายลอยอากาศมาเป็นแบบใต้ดิน ซึ่งอาจจะเสียค่าใช้จ่ายมากขึ้นกว่าเดิมแต่ทั้งนี้เพื่อความสวยงาม ความเป็นระเบียบของเมือง ความปลอดภัยต่อประชาชนผู้อยู่อาศัย รวมถึงความสะดวกในการดูแลรักษาระบบต่อไปด้วย

2.4.3 ระบบการวางสายใต้ดิน

เข็มทอง นิ่มศิริ (21) อธิบายถึงระบบการจ่ายสายใต้ดิน (UB-System) ของระบบโทรศัพท์ว่า การใช้สายแบบ Pb-cable และสายแบบ ccp –cable ค่าก่อสร้างในการวางสายในระยะแรกนั้นมีราคาแพง 5-10 เท่า เมื่อเทียบกับการวางสายเคเบิลอากาศ ปัญหาต่างๆจะมีประมาณ 3 เท่า โดยประมาณ ดังนั้นการจ่ายสายในระบบใต้ดินจึงจะจัดทำเมื่อมีความจำเป็นเท่านั้น

อย่างไรก็ตาม การวางสายใต้ดินเพื่อจ่ายไปให้เครื่องรับโทรศัพท์ กลายเป็นความจำเป็นขึ้นมาซึ่งจะต้องจัดทำ เนื่องจากผังเมืองและความเจริญก้าวหน้าได้ขยายตัวมากขึ้น มีตึกรามบ้านช่องเกิดขึ้นมามากมาย และในบางโอกาส ก็ไม่สามารถรื้อ ติดตั้ง วางสายแบบเคเบิลอากาศได้ เพราะเจ้าของสถานที่ต้องการความสวยงามของพื้นที่ นอกจากนั้น เครื่องจักรที่ใช้ติดตั้งสายเคเบิลอากาศนี้ทำให้เกิดเสียงรบกวน เครื่องจักรมีขนาดใหญ่และมีน้ำหนักมาก ซึ่งบางทีอาจทำความเสียหายให้กับสิ่งแวดล้อมและผู้อยู่อาศัยในสถานที่ดังกล่าว ที่ไม่เต็มใจหรือยินยอมให้ทำการก่อสร้าง

Copyright by Mahidol University

การวางสายเคเบิลใต้ดินมีข้อดีดังนี้ คือ

1) อุปกรณ์ต่างๆ และเคเบิลจะไม่ค่อยได้รับความเสียหายที่เกิดขึ้นจากภัยธรรมชาติ เช่น ไต้ฝุ่น ฟ้าผ่า เป็นต้น

2) จะไม่เกิดความเสียหายจากอุบัติเหตุทางจราจร ไฟไหม้

3) ช่วยให้คนงานที่ทำการก่อสร้างและการบำรุงรักษาได้รับความปลอดภัย

4) อุปกรณ์ที่ใช้ในระบบวางสายใต้ดิน ไม่ก่อให้เกิดความเกะกะและเป็นอุปสรรคต่อพื้นที่ ทำให้เกิดความเป็นระเบียบ สวยงามต่อพื้นที่

ข้อดีดังกล่าว ทำให้ระบบการจ่ายสายแบบใต้ดินมีแนวโน้มที่จะเพิ่มขึ้น เมื่อคำนึงถึงความเจริญของบ้านเมือง โดยเฉพาะอย่างยิ่งในเมืองหลวง ที่มีตึกรามบ้านช่องสวยงาม

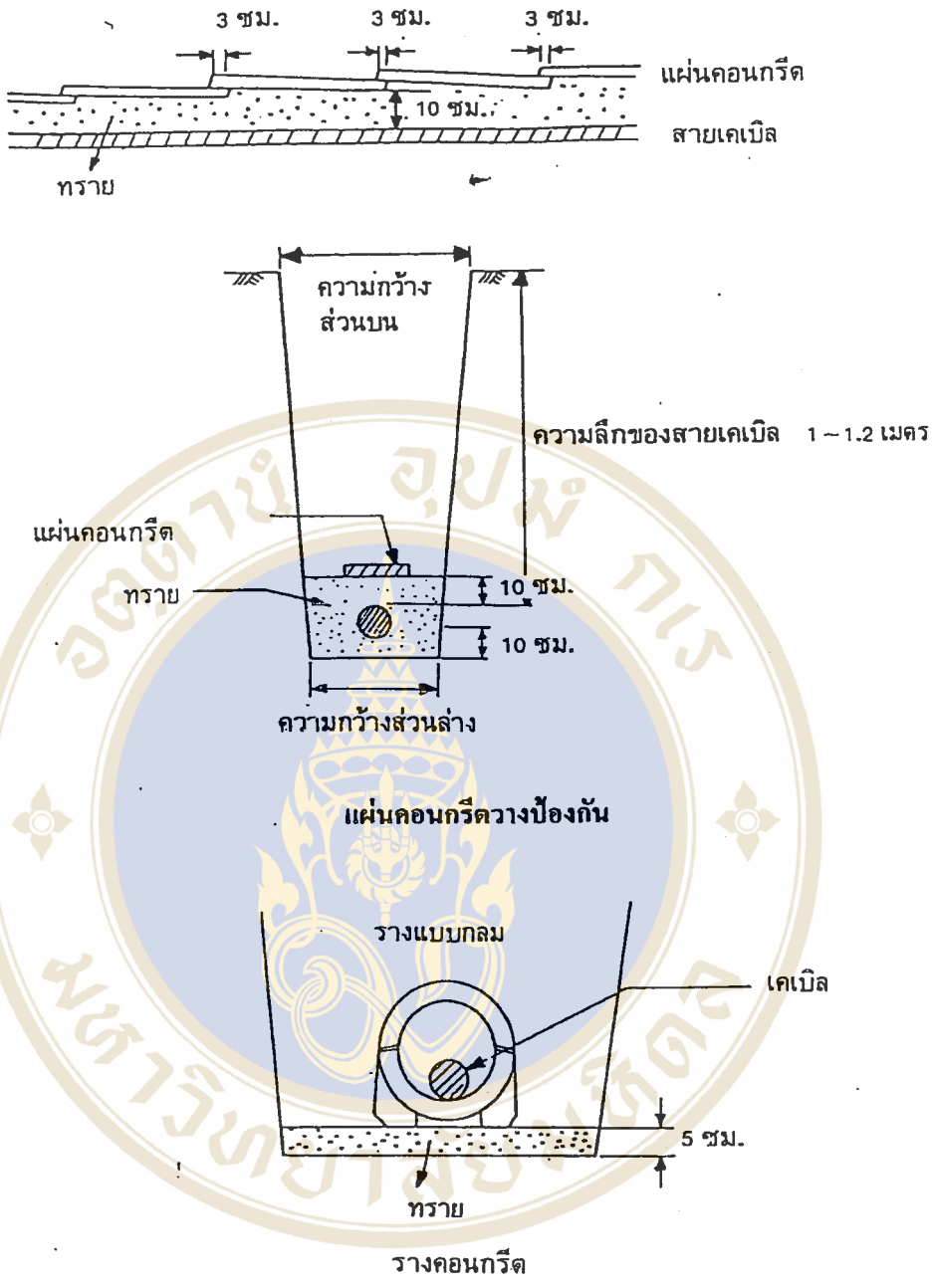
ระบบการจ่ายสายใต้ดินจะแบ่งออกเป็น 3 แบบ คือ

1) แบบ UG-P (Under Ground-Pipe System) ใช้จัดทำในพื้นที่มีบาทวิถี

2) แบบ UG-H (Under Ground-Handhole System) ใช้จัดทำในพื้นที่ไม่มีบาทวิถี

3) แบบ UG-B (Under Ground-Buried System)จัดทำในบริเวณพื้นที่ที่เป็นอาคารชุด

Copyright by Mahidol University



ภาพที่ 2-2 การวางสายโทรศัพท์ใต้ดิน

ที่มา : เข็มทอง นิ่มศิริ (21)

Copyright by Mahidol University

2.4.4 ข้อมูลด้านโครงสร้างพื้นฐานส่วนสาธารณูปโภค ของเทศบาลเมืองนครปฐมในส่วนตำบลพระปฐมเจดีย์ ในปัจจุบัน

โครงสร้างพื้นฐานส่วนใหญ่ ของเทศบาลเมืองนครปฐม ได้ถูกวางแผนเพื่อรองรับการขยายตัวของเมืองมาก่อนแล้ว ซึ่งการวางแผนพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานของนครปฐมในระยะหลังจะมุ่งเน้นในบริเวณพื้นที่รอบนอกเขตเทศบาล ไปทางด้านทิศตะวันตกและทิศตะวันออกเฉียงใต้ของเมือง ส่วนภายในเขตเทศบาลจะเป็นแผนเพื่อพัฒนาศักยภาพของเมืองและปรับปรุงระบบโครงสร้างพื้นฐานให้ส่งเสริมความสะดวกในการอยู่อาศัยของประชาชนอย่างมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น นอกจากนั้น อัตราการเพิ่มของประชากร ในเขตเทศบาลเมืองนครปฐมก็อยู่ในเกณฑ์ไม่สูงนัก (ดูตาราง 2-1) โดยศูนย์กลางเมืองมีการตั้งถิ่นฐานของประชากรน้อยลง (22)

ตารางที่ 2-1 จำนวนประชากรในพื้นที่ตำบลพระปฐมเจดีย์ ช่วง ปี พ.ศ. 2539-2543

ปี	จำนวนประชากร (คน)
2539	48,703
2540	48,482
2541	47,578
2542	47,856
2543	47,492

ที่มา: งานทะเบียนราษฎร์ เทศบาลเมืองนครปฐม, เมษายน 2544

2.4.4.1 ระบบถนนในเขตเทศบาลเมืองนครปฐม

ถนนในเขตเทศบาลเมืองนครปฐมมีจำนวน 220 สาย รวมความยาวทั้งสิ้น 120 กิโลเมตร โดยแยกเป็นถนนคอนกรีตเสริมเหล็ก ความยาวรวม 21 กิโลเมตร ถนนลาดยางมะตอย ความยาวรวม 92.5 กิโลเมตร และถนนอื่นๆ (หินคลุก ปูตัวหนอน) ความยาวรวม 6.5 กิโลเมตร ถนนมีเขตทางประมาณ 10.00-40.00 เมตร ส่วนผิวจราจรมีขนาดตั้งแต่ ประมาณ 6.00-20.00 เมตร ถนนส่วนใหญ่อยู่ในสภาพดี เนื่องจากมีงบประมาณส่วนท้องถิ่นสนับสนุนในการดูแลรักษา

Copyright by Mahidol University

ถนนสายหลักของเมือง ได้แก่ ถนนเทศา ถนนราชดำริห์ ถนนทรงพล ถนนราชวิถี ถนนหน้าพระ ถนนหลังพระ ถนนขวาพระ ถนนซ้ายพระ ถนนทหารบก ถนนราชดำเนิน ถนนยิงเป้า ถนนราชมรรคาและถนนเพชรเกษม ซึ่งพิจารณาจากความกว้างของถนน ปริมาณการจราจรที่ติดขัดบนถนนสายนั้นๆ และการเป็นที่ตั้งของอาคารพาณิชย์ที่มีอยู่เป็นจำนวนมาก

การเดินรถในถนนแต่ละสายในเขตเทศบาล จัดให้มีการเดินรถ 2 ทิศทางบนถนนทุกสาย ยกเว้นถนนบางสายที่กำหนดให้มีการเดินรถทางเดียว ส่วนการอนุญาตจอดรถนั้นอนุญาตให้จอดบนถนนทุกสาย ยกเว้นถนนซ้ายพระ อนุญาตให้จอดรถยนต์ฝั่งตัวอาคารตามช่องที่กำหนด (จอดทแยง) และอนุญาตให้จอดรถจักรยานยนต์และรถยนต์ตามแนวขนานฝั่งองค์พระปฐมเจดีย์ และเนื่องจากเทศบาลเมืองนครปฐมเป็นศูนย์รวมของพืชผลทางการเกษตร จึงทำให้มีรถบรรทุกวิ่งผ่านเข้ามารับส่งของเป็นจำนวนมาก ก่อนที่จะกระจายออกไปสู่จังหวัดอื่นๆ ดังนั้น เพื่อเป็นการลดปริมาณการจราจรในเมืองและเป็นการลดความเสียหายที่จะเกิดขึ้นต่อปูชนียสถานที่สำคัญ ซึ่งตั้งอยู่ในตัวเมืองอันเนื่องมาจากความสั่นสะเทือน เมื่อรถขนาดใหญ่วิ่งผ่าน จึงกำหนดให้มีการห้ามรถบรรทุกขนาด 10 ล้อขึ้นไป วิ่งบนถนนรอบองค์พระทั้ง 4 ด้าน นอกจากนั้น ยังห้ามรถบรรทุกเข้าเป็นเวลาบนถนนซ้ายพระและถนนพระยากง เพื่อเป็นการลดปริมาณการจราจรในชั่วโมงเร่งด่วน เวลา 07.00-10.00 น. และ 15.00-17.00 น. (23)

ปัจจุบันสภาพการจราจรโดยทั่วไปยังไม่เป็นปัญหารุนแรงมาก แต่จะติดขัดในช่วงเวลาเร่งด่วน ส่วนช่วงกลางวันและช่วงบ่ายการจราจรเบาบาง โดยบริเวณที่มีปัญหาจะเป็นถนนในย่านชุมชนและย่านพาณิชยกรรมซึ่งมีกิจกรรมหนาแน่น มีการจอดรถรับ-ส่งสินค้ามากครั้ง ได้แก่ บริเวณถนนรอบองค์พระปฐมเจดีย์ ถนนพญากง พญาพาน และบริเวณริมคลองที่มีตลาดบ่าย ถนนเทศา ซึ่งมีสถานที่ราชการและโรงเรียนตั้งอยู่เป็นจำนวนมาก

สาเหตุของปัญหาการจราจร ได้แก่ จำนวนรถที่เพิ่มปริมาณมากขึ้น ประกอบกับถนนในเขตเทศบาลส่วนใหญ่เป็นถนนที่สร้างขึ้นในสมัยรัชกาลที่ 6 มีผิวการจราจรแคบ เขตทางจำกัด ทำการขยายได้ยาก จึงไม่สามารถรองรับปริมาณรถที่เพิ่มขึ้นได้ทัน และยังมีปัญหาที่จอดรถไม่เพียงพอ ทำให้ต้องจอดในที่ห้ามจอดโดยเฉพาะในเขตชุมชน ส่งผลให้กีดขวางการจราจรบนถนน

2.4.4.2 ระบบไฟฟ้า

เทศบาลเมืองนครปฐมมีสำนักงานการไฟฟ้าขึ้นอยู่กับการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค นครปฐม และสำนักงานการไฟฟ้าเขต 3 นครปฐม โดยรับจ่ายกระแสไฟฟ้าจากการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย นอกจากนั้นในพื้นที่บางส่วนของจังหวัด ยังได้รับจ่ายกระแสไฟฟ้าจากจังหวัด

Copyright by Mahidol University

I 15650655

ราชบุรีด้วย การให้บริการด้านกระแสไฟฟ้ามีการให้บริการทั่วถึงครอบคลุมทั้งเทศบาลและทุกหมู่บ้าน โดยให้บริการเป็นระบบสายอากาศ สำหรับการพยากรณ์การใช้ไฟฟ้าและหน่วยจำหน่ายไฟฟ้าของเขตเทศบาลเมืองนครปฐม คาดว่าจะมีอัตราการเพิ่มลดลง เนื่องจากการขยายตัวของเมืองจะมุ่งเน้นไปในบริเวณพื้นที่รอบนอกเขตเทศบาล และการขยายตัวของกิจการต่างๆโดยทั่วไปของเขตเมืองนครปฐมก็อยู่ในเกณฑ์ต่ำ เนื่องจากสภาพปัญหาทางเศรษฐกิจ (24)

2.4.4.3 ระบบประปา

สำหรับระบบประปาในเขตเทศบาลเมืองนครปฐมนั้น ได้ถูกวางแผนเพื่อรองรับการขยายตัวของเมืองแล้ว และได้ทำการวางระบบท่อส่งจ่ายน้ำตามขีดความสามารถในการส่งจ่ายน้ำในบริเวณเขตเทศบาล ซึ่งไม่พบพื้นที่ใดในเขตเทศบาลที่ไม่ได้รับการบริการด้านน้ำประปา ดังนั้นกองประปาจึงไม่ได้ศึกษาในเรื่องการขยายตัวของผู้ใช้น้ำในเขตเทศบาล แต่จะเน้นในการศึกษาเพื่อวางแผนการขยายตัวของผู้ใช้น้ำในบริเวณรอบนอกเขตเทศบาลมากกว่า นอกจากนั้นในช่วงระยะเวลาที่ผ่านมา ปริมาณการใช้น้ำของประชาชนในเขตเทศบาลก็ไม่ได้มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเป็นปริมาณมากนัก ตามตารางที่ 2-2 (25)

ตารางที่ 2-2 ปริมาณการผลิตน้ำประปาและหน่วยจำหน่ายน้ำประปาของเทศบาลเมืองนครปฐม

ช่วงเวลา	ผลิตน้ำประปา (ลบ.ม)	จำหน่ายน้ำประปา (ลบ.ม)
ตุลาคม 39 - กันยายน 40	22,967,500	9,272,737
ตุลาคม 40 - กันยายน 41	20,082,654	9,455,117
ตุลาคม 41- กันยายน 42	19,620,213	8,770,557
ตุลาคม 42 - กันยายน 43	19,005,058	9,234,073

ที่มา : กองการประปา เทศบาลเมืองนครปฐม,2544

อย่างไรก็ตาม ถึงแม้ว่ากองการประปา เทศบาลเมืองนครปฐม ไม่ได้วางแผนระบบประปาเพื่อรองรับการขยายตัวของเมืองในอนาคต แต่ก็ควรมีการปรับปรุงเรื่องท่อประปาสายหลักเดิมที่เสื่อมสภาพให้มีคุณภาพที่ดี เพื่อลดปัญหาการสูญเสียน้ำที่เกิดขึ้นเป็นปริมาณมาก ดังตารางที่ 2-3

Copyright by Mahidol University

ตารางที่ 2-3 ปริมาณน้ำที่สูญเสียจากสาเหตุท่อประปาชำรุด

เดือน	ปริมาณน้ำสูญเสีย (ลบ.ม.)
ตุลาคม 2542	28.40 %
พฤศจิกายน 2542	55.44 %
ธันวาคม 2542	51.38 %
มกราคม 2543	58.30 %
กุมภาพันธ์ 2543	50.61 %
มีนาคม 2543	52.87 %
เมษายน 2543	47.57 %
พฤษภาคม 2543	52.18 %
มิถุนายน 2543	49.80 %
กรกฎาคม 2543	58.41 %
สิงหาคม 2543	46.96 %
กันยายน 2543	54.94 %

ที่มา : กองการประปา เทศบาลเมืองนครปฐม,2544

2.4.4.4 ระบบโทรศัพท์

ระบบโทรศัพท์ของเขตเทศบาลมีการวางสายเป็นแบบเคเบิลอากาศ โดยแขวนเช่ากับเสาไฟฟ้าของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค และเสียค่าเช่าเป็นรายปี

สำนักงานโทรศัพท์นครปฐมได้ทำการสำรวจพื้นที่และข่ายสายเคเบิลต้นทาง (Feeder Cable Block หรือ F.C.B) ซึ่งจะพิจารณาถึงสภาพของสิ่งแวดล้อมเข้ามาประกอบการสำรวจ เช่น ถนนที่มีอยู่เดิม การจ่ายคู่สายที่จะมีในอนาคต ผังเมือง เป็นต้น โดยกำหนดพื้นที่สำหรับจ่ายสาย (Unit Distribution Block หรือ U.D.B) และเพื่อให้เกิดความสะดวกในการวางสาย การจ่ายสายเคเบิล จำนวนคู่สายของเคเบิลอากาศและคู่สายที่จ่ายไปยังที่ต่างๆจะถูกกำหนดให้เพียงพอที่จะรองรับจำนวนผู้ใช้ในระยะเวลา 15 ปีที่จะมีขึ้นในแต่ละ U.D.B ต่อไป สำหรับในเขตเทศบาลเมืองนครปฐม พบว่ายังมีคู่สายเหลือเพียงพอที่จะให้บริการกับประชาชนได้เป็นจำนวนมาก (26)

Copyright by Mahidol University

ตาราง 2-4 สถานภาพเลขหมายคู่สาย สำนักงานบริการโทรศัพท์เทศบาลเมืองนครปฐม

หน่วย : จำนวนเลขหมาย

เลขหมายเต็ม	สถานภาพเลขหมาย					สถานภาพคู่สาย		ยอดขอจอง
	เลขหมายเปิดใช้			สำรอง	ว่าง	คู่สายเต็ม	คู่สายว่าง	
	ธรรมดา +ตู้สาขา	สาธารณะ	รวม					
19,588	18,376	912	19,228	32	972	27,900	5,243	737

ที่มา : สำนักงานโทรศัพท์นครปฐม ,มีนาคม 2544

2.4.4.5 ระบบท่อระบายน้ำ

ในเขตเทศบาลเมืองนครปฐม บริเวณพื้นที่ศึกษา มีการวางท่อระบายน้ำที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางท่อ 0.60 เมตร ซึ่งจะวางไปตามแนว 2 ฝั่งถนน ปัญหาโดยทั่วไปของระบบนี้คือ ปัญหาฝาท่อระบายน้ำแตก ชำรุดเสียหาย และการระบายน้ำของท่อ ซึ่งในบริเวณใจกลางเทศบาล ระบบระบายน้ำยังไม่ได้มาตรฐานทำให้เกิดน้ำท่วมขังในบางช่วง โดยเฉพาะในฤดูฝน ไม่สามารถระบายน้ำลงได้ทัน ถึงแม้จะมีโรงสูบน้ำแล้วก็ตาม เนื่องจากท่อชำรุดในบางจุดและมีขยะอุดตัน ซึ่งควรมีการปรับปรุง เพิ่มจำนวนรถดูดเลน เพิ่มช่วงเวลาในการทำความสะอาดให้มากขึ้น (27)

2.4.4.6 ทางเดินเท้า

สภาพทางเดินเท้าของเขตเทศบาลเมืองนครปฐมในปัจจุบัน มีความไม่เรียบร้อยในบางเส้นทาง พื้นทางเดินไม่เรียบเสมอกัน ทั้งนี้ มีสาเหตุมาจาก การขุดเจาะพื้นที่ เพื่อซ่อมแซมระบบท่อต่างๆ แล้ว ทำการกลบฝังไม่เรียบร้อย นอกจากนั้น บนทางเดินเท้ายังมีการวางหาบเร่ แผงลอย สิ่งของต่างๆ รวมถึงการจอดยานพาหนะ ซึ่งทำให้ผู้สัญจรไปมาไม่ได้รับความสะดวกเท่าที่ควร

2.4.5 เกณฑ์ในการวางแผนระบบสาธารณูปโภคในเมือง

ในการวางผังเมือง เพื่อให้เมืองเกิดความน่าอยู่ รวมถึงมีคุณภาพที่เหมาะสมต่อการอยู่อาศัยนั้น ควรมีเกณฑ์มาตรฐานหรือข้อกำหนดต่างๆ ให้ยึดถือเป็นแนวทางในการปฏิบัติ เพื่อที่จะได้ชุมชนเมืองที่มีความสมบูรณ์ และประชาชนภายในเมืองได้อาศัยอยู่ภายในเมืองที่มีสภาพแวดล้อมที่ดี

Copyright by Mahidol University

ทั้งในด้านสาธารณูปโภค สาธารณูปการที่จำเป็น โดยมีการกำหนดมาตรฐานในการวางแผนและออกแบบ ให้มีความเพียงพอได้อย่างน้อยที่สุดของชุมชนแต่ละแห่ง ว่าจะต้องมีสิ่งใด ในขนาดเท่าใด จึงจะสามารถตอบสนองต่อความต้องการของชุมชนนั้นๆได้อย่างเพียงพอ รวมถึงรองรับการขยายตัวในอนาคตด้วย

สำหรับการวางแผนระบบสาธารณูปโภคในเมือง นอกจากจะเป็นการเตรียมการเพื่อรองรับการขยายตัวของเมืองในอนาคตแล้ว ยังสามารถเป็นวิธีการที่ป้องกันปัญหามลทัศน์ที่จะเกิดขึ้นต่อไปได้ ดังจะเห็นได้ในสภาพปัจจุบัน ที่ในเมืองใหญ่ๆ ไม่ได้มีการวางแผนในระบบนี้ล่วงหน้า ต่อมา เมื่อเมืองมีการขยายตัวขึ้น จึงจะทำการเพิ่มระบบสาธารณูปโภคมาตอบสนอง เช่น มีการเดินสายไฟฟ้า โทรศัพท์ เพิ่มความไม่เป็นระเบียบให้กับเมือง หรือ ขุดเจาะพื้นที่เพื่อวางระบบท่อต่างๆโดยใช้เครื่องจักรขนาดใหญ่ที่สร้างปัญหาการกีดขวางทางสัญจร เกิดความไม่น่ามองในพื้นที่ซึ่งสิ่งเหล่านี้นับเป็นปัญหามลทัศน์ที่ก่อให้เกิดความเดือดร้อนกับประชาชนในพื้นที่ นอกจากนั้น ในการวางระบบท่อยังก่อให้เกิดปัญหามลภาวะทางเสียง ฝุ่น ควัน อีกด้วย

ดังนั้น การวางแผนระบบสาธารณูปโภค โดยมีการเตรียมการวางแผนอย่างเพียงพอที่จะรองรับประชากรที่จะเพิ่มขึ้น ตามขีดความสามารถในการรองรับของพื้นที่นั้นๆ ซึ่งอาจเป็นไปตามมาตรฐานของกรมการผังเมือง หรือหน่วยงานอื่นๆที่เกี่ยวข้อง จะสามารถช่วยอำนวยความสะดวกให้กับผู้อยู่อาศัยในเมือง และเป็นการป้องกัน ไม่ให้เกิดปัญหามลทัศน์ขึ้นในพื้นที่ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ในส่วนของการก่อสร้างระบบสาธารณูปโภคเพิ่มเติม (28)

เกณฑ์มาตรฐานในการวางแผนระบบสาธารณูปโภคที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาในครั้งนี้ได้แก่

2.4.5.1 ค่ามาตรฐานความหนาแน่นของประชากร

การพัฒนาเมืองหรือชุมชน ความหนาแน่นของประชากรในแต่ละชุมชนนับว่า มีความสำคัญเป็นอย่างมาก เพราะขนาดของประชากรที่เหมาะสมกับขนาดของเมือง เป็นผลดีในด้านการสาธารณูปโภคให้แก่ประชากร และมีความคุ้มต่อการลงทุน รวมถึงเป็นการใช้ที่ดินที่มีอยู่ให้เกิดประโยชน์สูงสุดในทางเศรษฐกิจ หลักการกำหนดความหนาแน่นของประชากรจะเป็นในรูปของคน/ไร่, คน/เอเคอร์, ครอบครัว/ไร่ แล้วแต่ความเหมาะสมของแต่ละประเทศ (ดูตาราง 2-5)

Copyright by Mahidol University

ตารางที่ 2-5 เกณฑ์มาตรฐานความหนาแน่นของประชากรสำหรับพักอาศัย

ประเภท	ค่ามาตรฐาน					
	อเมริกา (คน/ไร่)	อังกฤษ (คน/ไร่)	การเคหะฯ (ครอบ-ครัว /ไร่)	ผังนครหลวง (คน/ไร่)	World Bank (คน/ไร่)	หมายเหตุ
-ที่อยู่อาศัยหนาแน่นน้อย	6	-	3 ถึง 10	12	30	การเคหะฯ กำหนดให้ 1ครอบครัว มีประชากร 5 คน
-ที่อยู่อาศัยหนาแน่นปานกลาง	22	28	8 ถึง 20	24	54	
-ที่อยู่อาศัยหนาแน่นสูงและพาณิชยกรรม	64	40	10 ถึง 30	42	134	

ที่มา : สำนักผังเมือง,2540

2.4.5.2 การวางแผนระบบประปา

การคำนวณปริมาณน้ำอุปโภค บริโภคของประชากรจะกำหนดปริมาณเป็นลิตร/คน/วัน ปริมาณของการใช้น้ำจะสูงหรือต่ำ จะขึ้นอยู่กับประเภทและกิจกรรมของการใช้น้ำ (29) ซึ่งปริมาณน้ำประปาที่ชุมชนต้องการ คำนวณได้จาก

$$D = P \times W$$

โดยที่ D คือ ปริมาณน้ำประปาที่ชุมชนต้องการในหนึ่งวัน

P คือ จำนวนประชากรในชุมชน

W คือ ปริมาณน้ำประปาที่ใช้เฉลี่ย ต่อคนต่อวัน

ในปัจจุบัน หลักเกณฑ์การคิดการคำนวณปริมาณน้ำอุปโภค บริโภคของการประปานครหลวงและการประปาส่วนภูมิภาค กำหนดไว้ดังนี้

- การประปานครหลวง อัตราการใช้น้ำ 300 ลิตร/คน/วัน
- การประปาส่วนภูมิภาค อัตราการใช้น้ำ 150-200 ลิตร/คน/วัน

<u>หมายเหตุ</u> สำหรับในบริเวณที่อยู่อาศัยที่มีมาตรฐานการครองชีพสูง จะมีอัตราการใช้น้ำ 400 ลิตร/คน/วัน

Copyright by Mahidol University

2.4.5.3 การวางแผนระบบโทรศัพท์

องค์การโทรศัพท์ ได้กำหนดค่าเฉลี่ยของการติดตั้งหมายเลขโทรศัพท์ ในปี พ.ศ. 2537 สำหรับชุมชนเมือง โดยกำหนดจำนวนเลขหมายต่อจำนวนประชากร 100 คน และได้แบ่งออกเป็น 2 ระดับ คือ

- ในเขตกรุงเทพมหานคร อัตราเฉลี่ย 26.6 เลขหมาย / ประชากร 100 คน
- ในเขตภูมิภาค อัตราเฉลี่ย 2.1 เลขหมาย / ประชากร 100 คน

และกำหนดเกณฑ์การให้บริการโทรศัพท์สาธารณะแก่ชุมชนเมือง โดยใช้อัตราเฉลี่ย 1.5 ตู้/ประชากร 1,000 เป็นตัวกำหนด

2.4.5.4 การวางแผนระบบไฟฟ้า

การผลิตกระแสไฟฟ้าในปัจจุบัน ดำเนินการโดย การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค และการไฟฟ้านครหลวง

การคาดการณ์ความต้องการใช้ไฟฟ้าในอนาคตเพื่อให้มีระบบพลังงานไฟฟ้าที่เพียงพอและมีประสิทธิภาพ โดยมีเกณฑ์มาตรฐานที่ใช้คำนวณ คือ

พื้นที่การไฟฟ้านครหลวง (MEA area)	พื้นที่การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค (PEA area)
0.40 – 0.44 kw./ capita	0.09 – 0.10 kw./ capita
6.20 – 7.00 kw./ capita/day	1.20 – 1.40 kw./ capita/day

2.4.5.5 การวางแผนระบบระบายน้ำ

ธงชัย พรรณสวัสดิ์ (30) กล่าวว่า ในการวางแผนเพื่อออกแบบ ระบบท่อระบายน้ำรวม (น้ำเสียและน้ำฝน) ที่เป็นท่อขนาดปานกลาง เช่น ท่อแขนง (laterals) และท่อรอง (submain) ควรได้รับการออกแบบให้มีระยะเวลานานพอสมควร เพราะขนาดท่อที่รับน้ำเสียได้ในเวลา 5 ปีข้างหน้าจะไม่ต่างกับขนาดท่อสำหรับ 20 ปีข้างหน้ามากนัก ราคาที่เพิ่มขึ้นจึงไม่มีนัยสำคัญ นอกจากนี้ ราคาการวางท่อส่วนใหญ่ จะเป็นค่าใช้จ่ายในงานขุดดินและค่าก่อสร้างอื่นๆมากกว่าค่าวัสดุท่อด้วย

Fair, Geyer and Okun ได้เสนอเกณฑ์แนะนำระยะเวลาออกแบบเพื่อเป็นแนวทางในการออกแบบระบบท่อในงานน้ำเสีย ดังนี้

Copyright by Mahidol University

ตารางที่ 2-6 ระยะเวลาในการออกแบบระบบระบายน้ำเสีย

งานระบบท่อ	ลักษณะพิเศษ	ระยะเวลาออกแบบ(ปี)
- ท่อแขนงและท่อรองขนาดเล็กกว่า 400 มม. - ท่อเมน ,โครงสร้างส่วนระบายน้ำลงทางน้ำ (outfalls) และท่อดัก (intercepters)	-อาจมีน้ำเสียในชุมชนเพิ่ม สามารถเปลี่ยนแปลงได้มาก	- ออกแบบให้พัฒนาจนเต็มที่ - 40 ถึง 50

2.5 การประยุกต์ใช้โปรแกรมเชิงเส้น (Linear Programming)

โปรแกรมเชิงเส้น เป็นวิธีการทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการหาคำตอบ หรือผลลัพธ์ที่เหมาะสม (Optimal Solution) ซึ่งมีฟังก์ชันเป้าหมายเชิงเส้น (Linear Objective Function) ที่มีค่ามากที่สุด (Maximum) หรือน้อยที่สุด (Minimum) ตามความต้องการภายใต้ชุดของเงื่อนไขเชิงเส้นต่างๆ ที่กำหนด (A Set of Linear Constraints)

ศุภโชค สมบูรณ์กุล (31) สรุปว่า ลักษณะของปัญหาที่จะนำมาวิเคราะห์ด้วยการใช้โปรแกรมเชิงเส้น จะต้องประกอบด้วยองค์ประกอบต่อไปนี้

1) เป็นวิธีการที่ใช้ในการวางแผนการผลิต และการจัดการของหน่วยธุรกิจ หรือหน่วยงานการผลิตอื่นๆ ไม่ว่าจะเป็นด้านเกษตรกรรมหรืออุตสาหกรรม ได้แก่ ปัญหาที่เกี่ยวกับการผลิต การตลาด และการจัดการ หากเป็นปัญหาในลักษณะอื่นๆ ที่ไม่เกี่ยวข้องกับการวางแผนการผลิตและการจัดการแล้ว การใช้โปรแกรมเชิงเส้นจะไม่เหมาะสมหรือไม่สามารถนำมาใช้ได้ เช่น การวิเคราะห์เพื่อค้นหาความจริงในด้านต่างๆ หรือหาความสัมพันธ์ ระหว่างตัวแปรต่างๆที่ไม่เป็นอัตราส่วนแน่นอน

2) ต้องมีวัตถุประสงค์ในการวางแผนการผลิต และการจัดการที่แน่นอน และวัดค่าออกมาเป็นตัวเลขได้โดยปกติ ซึ่งวัตถุประสงค์โดยทั่วไป มี 2 ลักษณะคือ เพื่อต้องการกำไรสูงสุด หรือต้องการเสียต้นทุนต่ำสุด หากวัตถุประสงค์เป็นสิ่งที่ไม่สามารถวัดค่าได้แน่นอน การใช้โปรแกรมเชิงเส้นก็ไม่สามารถใช้ได้

3) ต้องประกอบด้วยข้อจำกัดหรือข้อกำหนดที่แน่ชัด และสามารถวัดค่าออกมาเป็นตัวเลขได้ โดยที่ข้อจำกัดจะแบ่งออกเป็น 3 ลักษณะ คือ

Copyright by Mahidol University

- ข้อกำหนดหรือข้อจำกัดต่ำสุด หมายถึง ข้อกำหนดจำนวนหรือคุณภาพขั้นต่ำสุดของปัจจัยและผลผลิตของปัจจัย
- ข้อกำหนดหรือข้อจำกัดสูงสุด หมายถึง ข้อกำหนดจำนวนหรือคุณภาพขั้นสูงสุดของปัจจัยและผลผลิตของปัจจัย
- ข้อกำหนดหรือข้อจำกัดเท่า หมายถึง ข้อกำหนดจำนวนหรือคุณภาพเท่ากับจำนวนคงที่ค่าหนึ่ง

4) มีทางเลือกปฏิบัติในการผลิต และใช้ทรัพยากรได้หลายทาง

5) ฟังก์ชันเป้าหมาย หรือฟังก์ชันวัตถุประสงค์ (Objective Function) และข้อจำกัดต่างๆ (Constraint Function) ต้องสามารถแสดงออกมาในรูปสมการทางคณิตศาสตร์ ไม่ว่าจะเป็นรูปสมการเส้นตรง (Linear Equation) หรือรูปอสมการ (Inequalities) ก็ได้

6) ปัจจัยการผลิตหรือทรัพยากร กับผลผลิต ต้องมีความสัมพันธ์แบบเส้นตรงและเป็นไปในลักษณะที่แน่นอน

ฉัตร ช่ำชอง (32) กล่าวถึงข้อสมมติของโปรแกรมเชิงเส้น มีดังนี้

1) ความสัมพันธ์ระหว่างทรัพยากรชนิดต่างๆกับผลผลิต หรือกิจกรรมการผลิตจะต้องเป็นแบบเส้นตรง (Linear Relationship) ในอัตราส่วนที่คงที่แน่นอน ซึ่งหมายถึง การเปลี่ยนแปลงในจำนวนของทรัพยากรชนิดต่างๆจะมีผลทำให้กิจกรรมการผลิตเปลี่ยนแปลงไปด้วยในอัตราส่วนเดียวกัน

2) ไม่มีความสัมพันธ์ต่อเนื่องซึ่งกันและกัน (non-interactive) ในระหว่างทรัพยากรหรือปัจจัยการผลิตที่มีจำกัด และกิจกรรมการผลิตชนิดต่างๆหรือทั้ง 2 ต่างก็เป็นอิสระต่อกัน ซึ่งหมายความว่า ระหว่างปัจจัยการผลิตต่างๆ ที่มีอยู่อย่างจำกัดในการผลิตแต่ละชนิดต้องไม่มีผลสนับสนุนกัน หรือมีผลในทางขัดแย้งกัน สำหรับกิจกรรมการผลิตและการจัดการต่างๆที่สามารถทำได้นั้น ในแต่ละกิจกรรมต้องไม่มีผลกระทบใดๆต่อกัน

3) ค่าสัมประสิทธิ์ที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างข้อจำกัดต่างๆ หรือปัจจัยการผลิตกับกิจกรรมการผลิต ตลอดจนราคาปัจจัยการผลิตจะต้องคงที่ มีเพียงค่าเดียวและเป็นค่าที่ทราบมาก่อนล่วงหน้าแน่นอน ตลอดช่วงระยะเวลาที่ทำการศึกษา หมายความว่าในการวิเคราะห์โดยใช้โปรแกรมเชิงเส้นนั้น แบบจำลองที่ใช้จะต้องเป็นแบบจำลองเชิงสถิติ ศึกษาภาวะหยุดนิ่ง และกำหนดให้ตัวแปรต่างๆคงที่ในช่วงเวลาที่ทำการศึกษา

Copyright by Mahidol University

4) จะต้องทราบจำนวนที่แน่นอนของกิจกรรมการผลิต หมายความว่า กิจกรรมการผลิตเหล่านั้นต้องมีจำนวนจำกัด ถ้ามีไม่จำกัด หรือไม่สิ้นสุด ก็ไม่สามารถวิเคราะห์โดยใช้โปรแกรมเชิงเส้นได้

สมคิด แก้วสนธิ (33) กล่าวว่า โดยทั่วไป ลักษณะของปัญหาที่ใช้โปรแกรมเชิงเส้นเข้ามาแก้ไข ก็คือปัญหาสลับซับซ้อนที่เกี่ยวกับการจัดสรรทรัพยากร ปัจจัยการผลิตที่มีอยู่จำกัดให้เหมาะสมที่สุด ภายใต้เงื่อนไขที่กำหนด และให้บรรลุเป้าหมายที่กำหนดไว้ และปัญหาที่มีคำตอบที่เป็นไปได้หลายคำตอบโดยต้องจำลองปัญหาออกมาในรูปของแผนหรือระบบดำเนินงานเพื่อให้เกิดการตัดสินใจให้ได้คำตอบที่เหมาะสมที่สุด โดยอาจเป็น ทางเลือกที่ทำให้ได้มูลค่าตามเป้าหมายสูงสุดหรือต่ำสุด หรืออีกนัยหนึ่งเพื่อทำให้ตัวเลขจำนวนใดจำนวนหนึ่ง เช่น กำไรหรือต้นทุนมีค่าสูงสุดหรือต่ำสุด เป็นต้น ซึ่งเป็นวิธีการที่ใช้ได้ดีมากในด้านทฤษฎีเศรษฐศาสตร์ และในทางปฏิบัติเกี่ยวกับปัญหาของรัฐบาล ตลอดจนปัญหาเกี่ยวกับการดำเนินงานของธุรกิจอุตสาหกรรม ตัวอย่างปัญหาที่สามารถประยุกต์ใช้โปรแกรมเชิงเส้นในการแก้ปัญหา เช่น ปัญหาการผลิต ปัญหาการขนส่ง ปัญหาสุขภาพและบริการสังคม ปัญหาการแข่งขัน เป็นต้น

ความสัมพันธ์ของตัวแปรทั้งหมดในโปรแกรมเชิงเส้นมีลักษณะที่เป็นเส้นตรง คือ เป็นสมการกำลังหนึ่งทั้งในสมการส่วนที่เป็นสมการเป้าหมายและสมการจำกัดขอบเขต ซึ่งอาจอธิบายถึงโปรแกรมเชิงเส้น ได้ว่า “ กำหนดให้มีสมการหรืออสมการ (Inequalities) ที่มีความสัมพันธ์ในรูปเส้นตรง เป็นจำนวน m สมการ ซึ่งมีตัวแปรเป็นจำนวน n ตัว เราต้องการที่จะหาค่าบวก ของตัวแปรเหล่านี้เพื่อทำให้ค่าของสมการเป้าหมายสูงสุด หรือการทำให้ค่าของสมการเป้าหมายต่ำสุดภายใต้ข้อจำกัด ซึ่งสมการเป้าหมายก็เป็นสมการเส้นตรงของตัวแปรเหล่านั้นด้วย”

2.5.1 รายละเอียดของโปรแกรมเชิงเส้น

เสาวลักษณ์ สุรพลชัย (34) ได้สรุปรายละเอียดของ รูปแบบของโปรแกรมเชิงเส้น (Linear Programming Formulation) ว่า จะต้องประกอบด้วยองค์ประกอบต่างๆดังนี้

2.5.1.1 ตัวแปรตัดสินใจ (Decision Variables) คือ ตัวแปรต่างๆ ที่ต้องการทราบค่า และถูกกำหนดขึ้นภายใต้เงื่อนไขต่างๆ โดยวิธีการดังต่อไปนี้

1) แทนตัวแปรใดๆด้วยสัญลักษณ์ x เช่น $x_1, x_2, x_3, \ldots\ldots, x_n$

2) ตัวแปรใดๆจะมีจำนวนตั้งแต่ 1 ถึง n ค่า

Copyright by Mahidol University

3) x จะมีค่าเป็นลบไม่ได้ อาจมีค่าเป็นศูนย์ (0) หรือบวกเสมอ (Nonnegative Variables)

4) ค่าของ x จะเป็นค่าจริงเสมอ (Real Number)

5) ตัวแปรตัดสินใจเหล่านี้แทนค่าของความหมายที่ไม่ซ้ำกัน

2.5.1.2 เงื่อนไขต่างๆ (Constraints) ที่ตั้งขึ้นในลักษณะสมการ หรือ อสมการเชิงเส้นประกอบด้วย

1) ตัวแปรต่างๆ (Variables) คือ $x_1, x_2, x_3, \ldots\ldots, x_n$

2) ค่าคงที่ (Constants) ที่ประกอบร่วมกับตัวแปร

3) เครื่องหมาย มีบวก (+), ลบ (-), น้อยกว่าหรือเท่ากับ ($\leq$), มากกว่าหรือเท่ากับ ($\geq$), เท่ากับ (=)

4) จำนวนเงื่อนไข เท่ากับ m จำนวน

5) m = n ได้

2.5.1.3 ฟังก์ชันเป้าหมาย (Objective Function) คือ เป้าหมายหลักของโปรแกรม ซึ่งจะเขียนอยู่ในรูปของ ฟังก์ชันเชิงเส้น (Linear Function) โดยตั้งเป้าหมายไว้เฉพาะค่า มากที่สุด (Maximum) หรือ น้อยที่สุด (Minimum) เท่านั้น ซึ่งฟังก์ชันเป้าหมายนี้จะ ถูกจำกัดด้วยชุดของเงื่อนไขหรือ สมการจำกัดขอบเขต

รูปแบบมาตรฐานของโปรแกรมเชิงเส้นในลักษณะของการหาค่าสูงสุด หรือค่ามากที่สุด (Maximizing Problem) เขียนรูปแบบของสมการได้ดังนี้

$$\text{Maximize } (Z) = \sum_{j=1}^{n} C_j X_j$$

หรือ

$$\text{Maximize } (Z) = C_1X_1 + C_2X_2 + C_3X_3 + \ldots\ldots + C_nX_n$$

โดยมีเงื่อนไข หรือสมการจำกัดขอบเขต คือ

$$\sum_{j=1}^{n} a_{ij}x_j \leq b_i \quad \text{และ} \quad i = 1,2,3\ldots,m$$

Copyright by Mahidol University

$$a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \ldots\ldots + a_{1n}x_n \leq b_1$$
$$a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + \ldots\ldots + a_{2n}x_n \leq b_2$$
$$a_{31}x_1 + a_{32}x_2 + \ldots\ldots + a_{3n}x_n \leq b_3$$
$$\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots$$
$$a_{m1}x_1 + a_{m2}x_2 + \ldots\ldots + a_{mn}x_n \leq b_m$$

โดยที่ $X_j \geq 0$ และ $j = 1,2,3,\ldots\ldots,n$

โดยมี Z เป็นสมการเป้าหมายหรือสมการวัตถุประสงค์

C_j เป็นค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรที่มีค่าคงที่ ซึ่งเกิดจากการผลิตกิจกรรมชนิดที่ j

X_j เป็นค่าตัวแปรที่แทนค่าของปัจจัย หรือจำนวนหน่วยของ การผลิตกิจกรรมชนิดที่ j

a_{ij} เป็นจำนวนทรัพยากรการผลิตชนิดที่ i ซึ่งใช้ในการผลิตกิจกรรมการผลิตชนิดที่ j เพื่อให้ได้ผลผลิตชนิดนั้นๆ 1หน่วย

b_i เป็นปริมาณทรัพยากรชนิดที่ i ที่จะนำมาใช้ในแต่ละกิจกรรม ซึ่งมีค่าคงที่

รูปแบบมาตรฐานของโปรแกรมเชิงเส้นในลักษณะของการหาค่าต่ำสุด หรือค่าน้อยที่สุด (Minimizing Problem) เขียนรูปแบบของสมการได้ดังนี้

$$\text{Minimize (C)} = \sum_{j=1}^{n} C_j X_j$$

หรือ

$$\text{Minimize (C)} = C_1X_1 + C_2X_2 + C_3X_3 + \ldots\ldots + C_nX_n$$

โดยมีเงื่อนไข หรือสมการจำกัดขอบเขต คือ

$$\sum_{j=1}^{n} a_{ij}x_j \geq b_i \quad \text{และ } i = 1,2,3\ldots,m$$

$$a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \ldots\ldots + a_{1n}x_n \geq b_1$$

Copyright by Mahidol University

$$a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + \ldots\ldots + a_{2n}x_n \geq b_2$$

$$a_{31}x_1 + a_{32}x_2 + \ldots\ldots + a_{3n}x_n \geq b_3$$

.....

$$a_{m1}x_1 + a_{m2}x_2 + \ldots\ldots + a_{mn}x_n \geq b_m$$

โดยที่ $X_j \geq 0$ และ $j = 1,2,3,\ldots\ldots,n$

2.5.2 การประยุกต์ใช้โปรแกรมเชิงเส้นในการหาค่าใช้จ่ายต่ำสุดของโครงการ

เนื่องจากโปรแกรมเชิงเส้นสามารถนำมาเป็นวิธีการเพื่อแก้ไขปัญหาในการดำเนินงานเพื่อจัดการในเรื่องทรัพยากรที่มีจำกัด ซึ่งในการจัดการระบบโครงสร้างพื้นฐานครั้งนี้ มีข้อจำกัดทางด้านงบประมาณ และเวลา ซึ่งเป็นทรัพยากรที่มีจำกัด ดังนั้นผู้วิจัยจึงนำโปรแกรมเชิงเส้นมาประยุกต์ใช้เพื่อช่วยในการแก้ไขปัญหาดังกล่าว

พิภพ เล้าประจง (35) ได้กล่าวถึงการใช้เทคนิคโปรแกรมเชิงเส้นในการแก้ไขปัญหาที่ทำให้เสียค่าใช้จ่ายรวมของโครงการต่ำสุดว่า ความสัมพันธ์ระหว่างเวลากับค่าใช้จ่ายจะต้องเป็นเส้นตรง และเมื่อมีการเร่งงานให้เสร็จเร็วขึ้น ค่าใช้จ่ายทางตรงของงานจะเพิ่มสูงขึ้นด้วยอัตราคงที่ นอกจากนั้นยังต้องทราบช่วงเวลาที่ใช้ในการทำงานสูงสุด หรือปกติ และช่วงเวลาที่สามารถเร่งงานให้เสร็จได้เร็วที่สุด โดยกำหนดสัญลักษณ์เพื่อใช้ในการสร้างสมการเป้าหมาย ดังนี้

i หมายถึง จุดเริ่มต้นของงาน เรียกว่า เหตุการณ์ i

j หมายถึง จุดแล้วเสร็จของงาน เรียกว่า เหตุการณ์ j

$m_{i,j}$ หมายถึง ระยะเวลาเร็วสุดที่เป็นไปได้ที่งาน (i,j) จะแล้วเสร็จเมื่อมีการเร่งงาน

$M_{i,j}$ หมายถึง ระยะเวลาแล้วเสร็จโดยปกติของงาน (i,j)

$c_{i,j}$ หมายถึง ค่าใช้จ่ายของงาน (i,j) ถ้าให้ระยะเวลาของงานแล้วเสร็จในเวลา $m_{i,j}$

$C_{i,j}$ หมายถึง ค่าใช้จ่ายของงาน (i,j) ถ้าให้ระยะเวลาของงานแล้วเสร็จในเวลา $M_{i,j}$

$a_{i,j}$ หมายถึง ส่วนของค่าใช้จ่ายในการทำงาน (i,j) เมื่อเวลาของงานสามารถเร่งให้แล้วเสร็จในเวลา 0

$b_{i,j}$ หมายถึง อัตราค่าใช้จ่ายในการเร่งงาน (i,j) ให้เสร็จเร็วขึ้นต่อหนึ่งหน่วยเวลา

$t_{i,j}$ หมายถึง ตัวแปรที่ต้องการหาค่าเพื่อตัดสินใจ (Decision Variable) มีค่าเป็นระยะเวลาแล้วเสร็จที่กำหนดให้แก่งาน (i,j) โดยมีระยะเวลาอยู่ในช่วงระหว่าง $m_{i,j}$ และ $M_{i,j}$

Copyright by Mahidol University

K_{ij} หมายถึง ค่าใช้จ่าย (ทางตรง) ของงาน (i,j) เมื่อใช้ระยะเวลา t_{ij}

ดังนั้น ที่เวลา t_{ij} ใดๆ จะหาค่าใช้จ่ายได้จาก

$$K_{ij} = a_{ij} - b_{ij} t_{ij}$$

$$b_{ij} = \frac{c_{ij} - C_{ij}}{M_{ij} - m_{ij}}$$

$$a_{ij} = C_{ij} + b_{ij} M_{ij}$$

นอกจากค่าใช้จ่ายทางตรง K_{ij} ของทุกๆงานในโครงการแล้ว ยังต้องคำนึงถึงค่าใช้จ่ายทางอ้อมของโครงการด้วย โดยให้มีอัตราคงที่ h บาท ต่อหนึ่งหน่วยเวลา ดังนั้นถ้าเวลาแล้วเสร็จของโครงการใช้เวลา T หน่วย ต้องเสียค่าใช้จ่ายทางอ้อมทั้งสิ้น hT บาท ซึ่งค่าใช้จ่ายทางอ้อมของโครงการจะหมายถึงค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นเนื่องจากการเร่งงาน เช่น การจ่ายค่าล่วงเวลาให้แก่ค่าจ้างแรงงาน ค่าเชื้อเพลิงที่ใช้กับเครื่องจักรที่ต้องทำงานมากขึ้น เป็นต้น โดยจะหาได้จาก การประมาณค่าใช้จ่ายที่มากที่สุดจากการเร่งงานใน 1 วัน (b)

ดังนั้น รูปแบบสมการเป้าหมายเพื่อหาค่าใช้จ่ายต่ำสุดของโครงการ คือ

$$\text{Minimize } (C) = hT + \sum_{i,j}^{n} (a_{ij} - b_{ij} t_{ij}) \quad \text{และ } i,j = 1,2,3\ldots,n$$

ภายใต้ข้อจำกัดดังต่อไปนี้

$$t_{ij} \leq M_{ij} \qquad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(1)$$

$$t_{ij} \geq m_{ij} \qquad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(2)$$

$$X_i - X_j + t_{ij} \leq 0 \qquad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(3)$$

โดยที่ $X_i, X_j, t_{ij} \geq 0$

และ X_i เป็นตัวแปรที่บอกตำแหน่ง เวลาที่เหตุการณ์ i จะเกิดขึ้นได้อย่างเร็วที่สุด เมื่อ $X_0 = 0$ เป็นเวลาเริ่มต้นของโครงการ ดังนั้นระยะเวลาของโครงการที่จะแล้วเสร็จ คือ $X_n - X_0$ โดย n คือเหตุการณ์สุดท้ายของโครงการ

Copyright by Mahidol University

ข้อจำกัดสมการ (1) และ(2) หมายถึง ระยะเวลาที่ใช้ทำงาน $t_{i,j}$ ของงานแต่ละงาน จะต้องอยู่ระหว่างเวลา $m_{i,j}$ และ $M_{i,j}$

ข้อจำกัดสมการ (3) หมายถึง ระยะเวลาตั้งแต่เริ่มต้นงานจนกระทั่งงานเสร็จเรียบร้อย จะต้องใช้เวลาไม่น้อยกว่า $t_{i,j}$

นอกข้อจำกัดข้างต้นแล้ว ยังมีข้อจำกัดในเรื่องระยะเวลาแล้วเสร็จของโครงการด้วย กล่าวคือ เมื่อกำหนดให้โครงการต้องแล้วเสร็จในระยะเวลา T หน่วยเวลา ซึ่ง $T_m \leq T \leq T_M$

เมื่อ T_m หมายถึง ระยะเวลาที่โครงการแล้วเสร็จเมื่อมีการเร่งงานให้เสร็จในเวลาเร่งรัด

$(t_{i,j} = m_{i,j})$

T_M หมายถึง ระยะเวลาที่โครงการแล้วเสร็จเมื่อทุกงานใช้เวลาปกติ $(t_{i,j} = M_{i,j})$

ดังนั้น หากการแล้วเสร็จของโครงการมีข้อจำกัดทางด้านเวลา สมการเป้าหมายจะมีข้อจำกัดเพิ่มขึ้น คือ

$$\sum t_{i,j} \leq T \qquad \text{.....(4)}$$

ข้อจำกัดสมการ (4)หมายถึง ระยะเวลาแล้วเสร็จของสายงานทุกสายงานในโครงข่ายโครงการไม่มากกว่าเวลา T จึงทำให้ โครงการแล้วเสร็จในเวลา T หน่วย ตามต้องการ

2.5.3 วิธีการแก้ปัญหาโปรแกรมเชิงเส้น

วีรยา ภัทรอาชาชัย (36) กล่าวถึงการแก้ปัญหาโปรแกรมเชิงเส้นหรือวิธีการหาผลลัพธ์ ซึ่งเป็นการแก้สมการหรืออสมการนั่นเอง โดยมีวิธีในการหาผลลัพธ์ คือ

ในกรณีที่ปัญหามีตัวแปร เป็น 2 ตัว อาจหาผลลัพธ์ โดยใช้วิธี

- วิธีกราฟ (Graphical Method) เป็นวิธีที่ง่ายที่สุด เหมาะสำหรับโปรแกรมที่มีตัวแปรจำนวนน้อย เพียง 2 ตัว หรือมีตัวแปรสูงสุด ได้เพียง 3 ตัว เนื่องจาก ถ้ามีตัวแปรมากจะดูยากและสับสน ไม่อาจเขียนกราฟได้ ไม่เหมาะสมสำหรับโปรแกรมที่มีความซับซ้อน มีตัวแปรจำนวนมาก
- วิธีจำกัดขอบข่ายของคำตอบ (Direct Elimination Method) ทำได้โดยการสร้างตารางแสดงค่าของตัวแปรทั้ง 2 ค่า ซึ่งแปรเปลี่ยนไปจากค่าศูนย์ จนถึงของข่ายของตัวแปรนั้นๆ เท่าที่จะทำได้ แล้วแทนค่าทั้ง 2 ในสมการเป้าหมาย โดยเขียนค่าผลลัพธ์ลงในตาราง หลังจากนั้นก็ใช้สมการหรืออสมการของขอบข่าย ตัดช่วงตัวเลขที่เป็นไปไม่ได้ออก ภายในตารางที่ถูกตัดออกจะเรียกว่าผลลัพธ์ที่เป็นไปได้ (Feasible Solution) ค่าผลลัพธ์ที่ให้ค่าสูงสุดหรือต่ำสุดจะหาได้จากตารางดัง

Copyright by Mahidol University

กล่าว ซึ่งจะอ่านค่าของตัวแปร 2 ค่าที่ต้องการได้ โดยพิจารณาจากค่าที่อยู่ด้านบริเวณริมรอบๆ เส้นขอบข่าย

- วิธีอนุมานทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Deduction Method) เป็นวิธีการพิจารณาขอบข่ายของปัญหา เพื่อหาค่าตัวแปรที่จะเป็นไปตามหลักการพิจารณาเงื่อนไขขอบข่าย (Boundary Condition) ซึ่งทำได้โดยกำหนดตัวแปรตัวหนึ่งให้คงที่ เป็นค่าสูงสุดหรือต่ำสุดในขอบข่ายของตัวแปรนั้นๆ หาช่วงที่เป็นไปได้ของตัวแปรอีกครั้งหนึ่ง ทำเช่นนี้จนได้ค่าของสมการตามเป้าหมาย ซึ่งสามารถเลือกค่าที่ต้องการได้

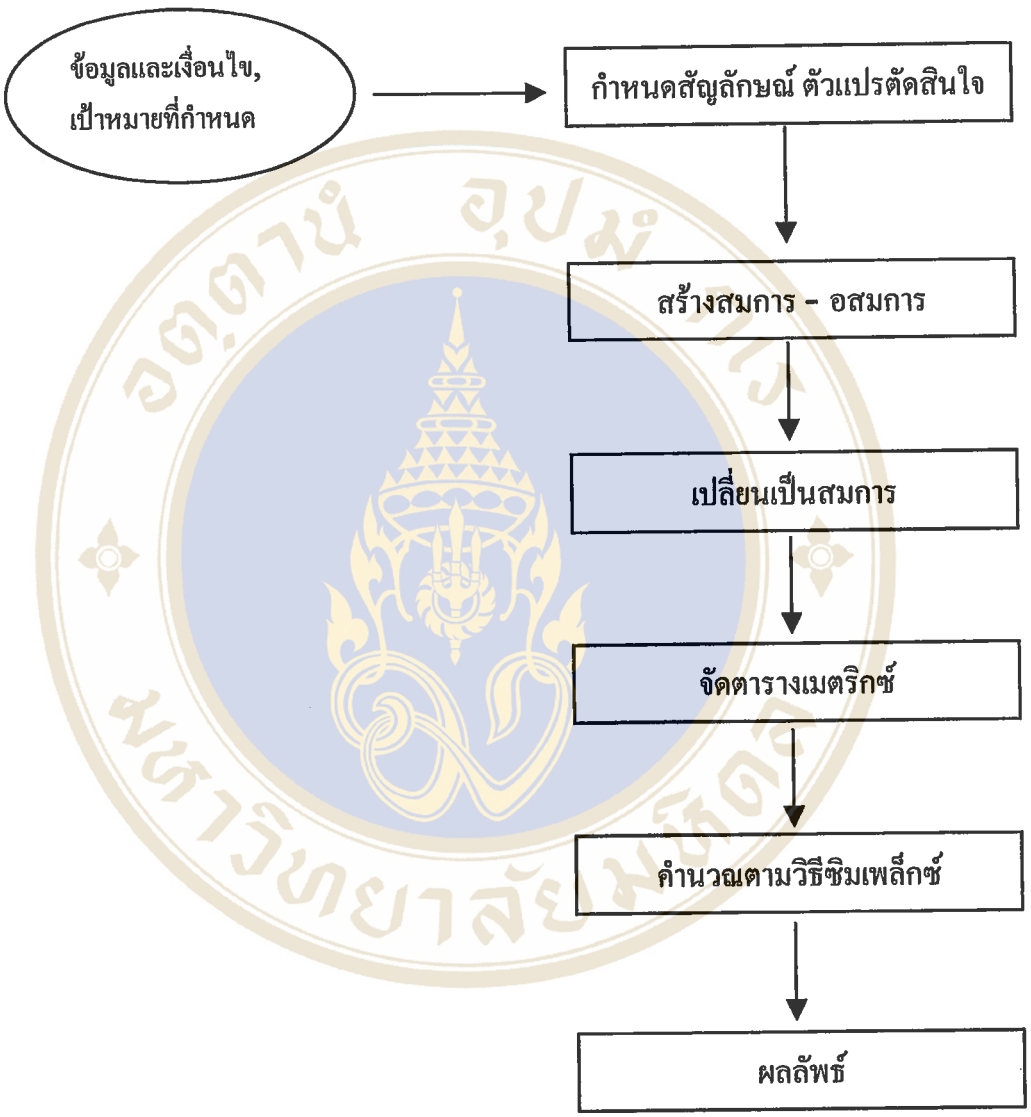
ในกรณีที่ปัญหามีตัวแปรมากกว่า 2 ตัว อาจหาผลลัพธ์ โดยใช้วิธี

- วิธีทางพีชคณิต (Algebraic Method)
- วิธีซิมเพล็กซ์ (Simplex Method) วิธีนี้สามารถแก้ปัญหาของสมการ ตั้งแต่ง่ายไปจนถึงสมการที่ซับซ้อนของจำนวนตัวแปรเท่าใดก็ได้โดยมีขั้นตอนการทำเป็นขั้นๆไป (Step by Step)อีกทั้งยังเป็นวิธีที่เหมาะสมที่จะให้คอมพิวเตอร์ช่วยคำนวณหาผลลัพธ์ ซึ่งจะเป็นการรวดเร็วและถูกต้องมากที่สุด วิธีนี้เป็นวิธีทางพีชคณิตที่อาศัยทฤษฎีของเมตริกซ์เข้าร่วมจัดรูปแบบปัญหาให้มีระบบยิ่งขึ้น ช่วยให้สังเกตความเปลี่ยนแปลงของตัวแปรได้ง่ายและสามารถเข้าใจแนวทางที่ตัวแปรแต่ละตัวจะเปลี่ยนไปอย่างมีเหตุผล วิธีดังกล่าวจะเริ่มด้วยการเปลี่ยนตัวแปรต่างๆให้มีผลต่อสมการเป้าหมาย โดยมีผลแนวโน้มสู่เป้าหมายในทางที่เร็วที่สุด การจัดรูปสมการเข้าเป็นตารางแล้วดำเนินการตามขั้นตอนที่ถูกต้อง จะต้องทำให้ได้ผลลัพธ์ตามเป้าหมาย ผลลัพธ์ใดๆอันเกิดจากค่าตัวแปรที่ใช้ได้ (satisfy) ในสมการหรืออสมการขอบข่ายย่อมถือเป็นผลลัพธ์ที่เป็นไปได้ ผลลัพธ์ใกล้เคียงเป้าหมายที่สุดถือเป็นผลลัพธ์ที่ดีที่สุด และผลลัพธ์ที่ดีที่สุดซึ่งเกิดผลตามเป้าหมายเดียวกันก็อาจมีได้หลายๆอัน

สำหรับ การวิจัยในครั้งนี้ ได้สร้างสมการที่มีตัวแปรมากกว่า 2 ตัวขึ้นไป ดังนั้น จึงเลือกใช้วิธีซิมเพล็กซ์ในการแก้ปัญหาเพื่อหาผลลัพธ์ของสมการ

Copyright by Mahidol University

สามารถสรุปขั้นตอนการหาผลลัพธ์โดยใช้โปรแกรมเชิงเส้นได้ ดังนี้



ภาพที่ 2-3 ขั้นตอนการหาผลลัพธ์โดยการใช้โปรแกรมเชิงเส้น

ที่มา : เสาวลักษณ์ สุรพลชัย (34)

Copyright by Mahidol University

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.6.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับปัญหาสภาพแวดล้อมทางกายภาพของเมือง

สรรเพชญ นนทภักดิ์ (37) ศึกษาเรื่อง การศึกษาคุณค่าทางสุนทรียภาพด้านเมือง ศึกษาเฉพาะกรณีนครศรีธรรมราชและภูเก็ต พบว่า เสาไฟฟ้า สายไฟฟ้า ป้ายโฆษณาในตัวเมืองภูเก็ต ได้เบี่ยงเบนความรู้สึกน่าสนใจในอาคารเก่าที่เป็นเอกลักษณ์ของเมืองให้น้อยลง ส่งผลให้เกิดความยุ่งเหยิงปรากฏต่อสายตา ทำลายคุณค่าความสวยงามของตัวอาคาร ดังนั้นจึงได้เสนอแนวทางแก้ไขเพื่อเป็นการอนุรักษ์และพัฒนาอาคารเก่าเมืองภูเก็ตให้คงอยู่ไว้ โดยห้ามการติดตั้งเสาไฟฟ้า สายไฟฟ้า ป้ายโฆษณา เครื่องปรับอากาศ รั้วเหล็กดัด อุปกรณ์ใดๆในลักษณะที่ทำลายคุณค่าความสวยงามในสถาปัตยกรรมของตัวอาคาร และให้มีการร้อยสายส่งกระแสไฟฟ้า สายโทรศัพท์ ลงท่อใต้ดิน รวมถึงการกำหนดขนาด ตำแหน่ง การติดตั้งป้ายชื่อร้าน ป้ายโฆษณาให้มีความกลมกลืนเข้ากับตัวอาคาร และห้ามติดตั้งป้ายต่างๆยื่นออกจากตัวอาคาร

สถาบันสิ่งแวดล้อมไทยและกรุงเทพมหานคร (2537) ได้ศึกษาใน โครงการอนุรักษ์และพัฒนาคลองหลอด (คลองคูเมืองเดิม) พบว่า ปัญหาทัศนอุจาด (Visual Pollution) เป็นปัญหาที่คลองหลอดกำลังประสบอยู่ จากสภาพแวดล้อมที่ทรุดโทรมลง เนื่องจากการใช้ที่ดินผิดประเภทและการจัดตกแต่งสภาพพื้นที่ ที่ทำไว้ไม่เหมาะสมกับการใช้สอยในปัจจุบัน ได้แก่ ปัญหาการใช้สอยที่ไม่เหมาะสมของการเป็นท่ารถประจำทางและเป็นที่จอดรถ ทั้งรถยนต์ทั่วไป รถบรรทุกสินค้า และปัญหาทัศนอุจาดจากความไม่เป็นระเบียบของเสา สายไฟฟ้าในบริเวณพื้นที่ แนวทางในการปรับปรุงและอนุรักษ์คือ โยกย้ายกิจกรรมที่ก่อให้เกิดปัญหาดังกล่าวไปยังพื้นที่ที่เหมาะสมหรือปรับปรุงพื้นที่ ลักษณะทางกายภาพให้มีความสวยงามกลมกลืนกับสภาพโดยรอบ ควรมีการเดินสายไฟใต้ดิน และปรับปรุงรูปแบบของเสาโคมไฟให้แสงสว่างให้มีความสวยงาม เหมาะสมกับพื้นที่ หรือจัดระเบียบเสาไฟฟ้าให้เป็นระเบียบเรียบร้อย รวมทั้งปรับปรุงรูปแบบของเสาไฟฟ้า เสาโคมไฟให้มีความสวยงาม กลมกลืนกัน (38)

อิศรา กันแตง (39) ได้ทำการศึกษาถึงลักษณะเฉพาะและพัฒนาการของโครงข่ายการสัญจรและพื้นที่ปลูกสร้างในนครเชียงใหม่ พบว่า การขาดการควบคุมภูมิทัศน์เมืองและการเปลี่ยนแปลงทางองค์ประกอบของเมือง โดยเฉพาะทางด้านกายภาพที่ไม่ได้รับความสนใจเท่าที่ควร ทำให้เมืองเกิดปัญหาต่างๆ คือ การขาดความต่อเนื่องของเส้นทางสัญจร และทางเดินเท้า ส่งผลให้เกิดความรู้

Copyright by Mahidol University

สึกต้องการใช้การเดินทางด้วยเท้าลดน้อยลง นอกจากนั้น ถนนยังไม่มีลักษณะเฉพาะตัวที่น่าจดจำ ไม่แสดงออกถึงความเป็นเอกลักษณ์ของเมืองเก่า อาคารพาณิชย์ที่ไม่มีระเบียบ ขยายตัวไปตามแนวถนนทั้ง 2 ข้าง ทำลายเอกลักษณ์เฉพาะตัวของถนน เครื่องประกอบถนนส่วนใหญ่มีสภาพทรุดโทรม มีรูปแบบหลากหลายไม่เป็นเอกลักษณ์ อาคารพาณิชย์บดบังวัดวาอารามที่เป็นจุดเด่นของถนน อาคาร สิ่งปลูกสร้างต่างๆ ไม่มีความสัมพันธ์ทั้งในตำแหน่งที่ตั้ง รูปร่างหน้าตาและกิจกรรมที่เกิดขึ้น ทำให้ไม่สามารถสื่อความหมายหรือสร้างความจดจำที่ดีได้ เช่น กลุ่มอาคารสูงบริเวณตลาด ซึ่งเป็นสิ่งที่ทำลายเอกลักษณ์ความเป็นเมืองเตี้ย ไม่กลมกลืนกับสภาพแวดล้อมที่เป็นเมืองเก่า

2.6.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับจังหวัดนครปฐม

เอื้อมพร พูนขวัญ (2) ทำการศึกษาเรื่อง การมีส่วนร่วมของประชาชนท้องถิ่นในการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมศิลปกรรม: องค์พระปฐมเจดีย์ จังหวัดนครปฐม พบว่า ปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมขององค์พระปฐมเจดีย์ ได้แก่ รอบๆองค์พระเจดีย์เป็นชุมชนเมืองที่ประกอบไปด้วยอาคารพาณิชย์และถนน จึงทำให้เป็นสถานที่จอดรถยนต์และร้านค้าชั่วคราวขายอาหารในตอนกลางคืน ทำความสกปรก ลดความศรัทธาต่อปูชนียสถานลงไปได้ นอกจากนั้นในการจัดงานเทศกาลแต่ละครั้งมีการส่งเสริมให้มีการจำหน่ายสินค้ามากกว่าการส่งเสริมในเรื่องการทำบุญ ทำให้บรรยากาศของร้านค้าทำลายทัศนียภาพของปูชนียสถานลงไปสิ้น ในสายตาของชาวต่างชาติที่ได้พบเห็น

สำหรับแนวทางในการแก้ไขสภาพแวดล้อมบริเวณองค์พระปฐมเจดีย์ ได้แก่ ควรมีการจัดระเบียบใหม่ในเรื่องของอาคารที่สกปรกและไร้ระเบียบ ตลอดจนอาคารตลาดต่างๆที่อยู่โดยรอบด้วย และส่งเสริมความสง่างาม ความเป็นเอกลักษณ์ให้แก่องค์พระปฐมเจดีย์ให้ได้ โดยการเปิดมุมมองทุกทิศทาง ความสูงของอาคารต้องลดลงมา รวมถึงการจัดสายไฟฟ้าในบริเวณนี้ควรลงใต้ดินให้หมด

ประวัติ เสมดี (40) ศึกษาเรื่องความคิดเห็นของประชาชนที่มีต่อการจัดสภาพแวดล้อมบริเวณโบราณสถาน กรณีศึกษา พระราชวังสนามจันทร์ ผลการศึกษาพบว่ากลุ่มตัวอย่างได้แสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับการจัดสภาพแวดล้อมบริเวณพระราชวังสนามจันทร์ ว่ามีความไม่เหมาะสมบางประการ ดังนี้ คือ การขาดการจัดระเบียบของชุมชนที่อยู่ติดกับพระราชวัง การจัดวางเสาไฟฟ้าสายไฟฟ้า สายโทรศัพท์ รกรุงรังและไม่เป็นระเบียบ การมีป้ายโฆษณาขนาดใหญ่ภายในพระราชวัง ซึ่งเป็นการทำลายทัศนียภาพที่งดงามของพระที่นั่งและพระตำหนักต่างๆในพระราชวังสนามจันทร์ และการมีสิ่งก่อสร้างสมัยใหม่ เช่น โรงจอดรถ เบียดชิดอาคารพระที่นั่ง พระตำหนัก รวมถึง

Copyright by Mahidol University

การจอดรถที่ไม่เป็นสัดส่วน ทำให้ขาดความเป็นระเบียบเรียบร้อย นอกจากนั้นการมียวดยานพาหนะต่างๆผ่านเข้ามาภายในและบริเวณโดยรอบพระราชวังจำนวนมาก ก่อให้เกิดปัญหามลพิษทางอากาศและเสียง ถนนบางแห่งเป็นหลุมเป็นบ่อ และอาจก่อให้เกิดความเสียหายต่อพระที่นั่งและพระตำหนัก รวมทั้งสิ่งก่อสร้างอื่นๆ

สำหรับแนวทางแก้ไขได้แก่ ควรมีการจัดระเบียบของชุมชนบริเวณที่อยู่ติดกับพระราชวังสนามจันทร์ เช่น มีการวางผังบริเวณ การควบคุมความสูงของอาคารและลักษณะทางสถาปัตยกรรม สายไฟฟ้า สายโทรศัพท์ต่างๆควรทำเป็นหม้อแปลงรวมและอยู่ใต้ดิน รวมถึงห้ามติดตั้งป้ายโฆษณาขนาดใหญ่ เพื่อจะได้ไม่บดบังความงามของพระราชวังสนามจันทร์ และควบคุมจำนวนสิ่งก่อสร้างสมัยใหม่ให้มีเท่าที่จำเป็นและมีลักษณะที่กลมกลืนกับสภาพแวดล้อมโดยรอบ มีการจัดสถานที่จอดรถให้เป็นสัดส่วนและเป็นระเบียบเรียบร้อย

จากงานวิจัยที่กล่าวมา ข้างต้นทั้ง 2 หัวข้อ พบว่า ระบบโครงสร้างพื้นฐานในส่วนสาธารณูปโภค เป็นส่วนสำคัญที่ก่อให้เกิดปัญหามลทัศน์หรือปัญหาสภาพแวดล้อมทางกายภาพ ซึ่งแต่ละผู้วิจัยได้เสนอแนะแนวทางแก้ไขที่คล้ายคลึงกัน โดยการเสนอให้ควรมีการจัดระเบียบเมืองทางสาธารณูปโภค เพื่อควบคุมทัศนียภาพของเมือง แต่การเสนอแนวทางแก้ไขดังกล่าวเป็นเป็นเพียงแนวนโยบายกว้างๆ เท่านั้น ยังไม่ได้มีการนำเสนอในแนวทางเพื่อเป็นข้อตัดสินใจกับหน่วยงานที่เกี่ยวข้องและรับผิดชอบ ในการนำไปใช้ปฏิบัติได้จริง

2.6.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการประยุกต์ใช้โปรแกรมเชิงเส้น (Linear Programming)

ศุภโชค สมบูรณ์กุล (31) ได้ทำการศึกษาเรื่อง การวางแผนผลิตพืชฤดูแล้งภายใต้สถานการณ์ปกติ อำเภอสรรพยา จังหวัดชัยนาท โดยมีวัตถุประสงค์หลักในการศึกษา เพื่อพิจารณาการวางแผนการผลิตของครัวเรือนเกษตรกรที่เพาะปลูกพืชฤดูแล้งภายใต้เงื่อนไขของที่ดิน แรงงาน และการใช้น้ำจากระบบชลประทาน รวมทั้งเงื่อนไขทางการตลาดทั่วไป โดยได้สุ่มเลือกเกษตรกรในพื้นที่ทั้งหมด 75 ครัวเรือน และเพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ของการศึกษาดังกล่าว จึงได้สร้างแบบจำลองลิเนียร์โปรแกรมมิ่งขึ้นเพื่อใช้เป็นเครื่องมือหลักในการวิเคราะห์การวางแผนการผลิต

ผลการวิเคราะห์จากแบบจำลองลิเนียร์โปรแกรมมิ่ง ให้ข้อเสนอแนะว่า ครัวเรือนเกษตรกรขนาดเล็ก ควรจะปลูกถั่วเหลืองฝักสดและถั่วลิสงในช่วงฤดูแล้ง ในขณะที่ครัวเรือนเกษตรกรขนาดกลางควรจะปลูกถั่วเหลืองฝักสดและข้าวนาปรัง สำหรับครัวเรือนเกษตรกรขนาดใหญ่ ควรปลูกถั่วเหลืองฝักสด ถั่วเหลืองเมล็ด ข้าวนาปรัง ถั่วลิสง และข้าวโพดในช่วงฤดูแล้ง ซึ่ง

Copyright by Mahidol University

ในการผลิตพืชต่างๆเหล่านี้ จะทำให้ครัวเรือนเกษตรกรทั้งขนาดเล็ก ขนาดกลาง และขนาดใหญ่ มีรายได้เหนือต้นทุนเงินสดสูงสุด และการวิเคราะห์ถึงผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำ ที่ใช้ในการเพาะปลูกช่วงฤดูแล้งจากระบบชลประทาน แนะนำให้เกษตรกรทั้งขนาดเล็ก ขนาดกลาง และขนาดใหญ่ ควรปรับแผนการเพาะปลูกพืชในช่วงฤดูแล้ง เพื่อให้ได้ผลตอบแทนสูงสุด โดยในครัวเรือนขนาดเล็กและขนาดใหญ่ ควรจะลดการผลิตถั่วลิสงและข้าวโพด ส่วนในครัวเรือนขนาดกลางควรจะลดการผลิตข้าวนาปรัง

Warnapinij, Pan (1975) อ้างใน วรวิทย์ กิจสวัสดิ์ (41) ได้ทำการศึกษาเรื่องOptimal Allocation of Water Resource : An Experimental Model of The Chao Phaya Basinเพื่อศึกษาการจัดสรรปริมาณน้ำจำนวนหนึ่ง สำหรับการชลประทานและการผลิตกระแสไฟฟ้าในช่วงเวลาต่างๆ เพื่อหาผลประโยชน์สุทธิสูงสุด วัตถุประสงค์อีกข้อหนึ่งของการวิจัยครั้งนี้คือ หาข้อตัดสินว่าควรจะใช้ที่ดินอย่างไร ในการปลูกพืช 6 ชนิด และควรผลิตไฟฟ้าเท่าใดจากเขื่อนภูมิพลและเขื่อนสิริกิติ์ ในแต่ละช่วงเวลา โดยพื้นที่ศึกษาอยู่เฉพาะบริเวณเขตตอนบนของโครงการเจ้าพระยา ช่วงเวลาที่ศึกษาแบ่งออกเป็น 2 ช่วงคือ ก่อนปี พ.ศ. 2515 และหลังปี พ.ศ.2515 พืชที่พิจารณาคือ ข้าว อ้อย ข้าวโพด ถั่วเหลือง ถั่วเขียว และถั่วลิสง

วิธีการศึกษาคือ ใช้แบบจำลองลิเนียร์โปรแกรมมิ่ง (Linear Programming) โดยมีฟังก์ชันเป้าหมาย (Objective Function) เพื่อหาผลประโยชน์สุทธิสูงสุดจากการใช้น้ำเพื่อการเกษตรและการผลิตไฟฟ้า ส่วนข้อจำกัด (Constraints) ประกอบด้วยข้อจำกัดด้านพื้นที่ และข้อจำกัดการไหลต่อเนื่องของน้ำ (Flow Continuity) การไหลของน้ำชลประทาน (Irrigation Flow) ซึ่งเป็นข้อจำกัดทางด้านอุทกวิทยา (Hydrology)

ข้อจำกัดทางด้านพื้นที่ คือ ในฤดูฝน พื้นที่ปลูกอ้อยและข้าว จะต้องไม่มากเกินกว่าพื้นที่ชลประทานทั้งหมดในตอนบนของโครงการ ส่วนในฤดูแล้ง พื้นที่ปลูกข้าว อ้อย ข้าวโพด ถั่วเขียว ถั่วเหลืองและถั่วลิสง จะต้องไม่มากเกินกว่าพื้นที่ชลประทานทั้งหมดในตอนบนของโครงการ ในการประยุกต์ใช้ แบบจำลองลิเนียร์โปรแกรมมิ่ง เพื่อประเมินผลประโยชน์สำหรับการเกษตรนั้น ต้องใช้ข้อมูล 2 ประเภท คือ สัมประสิทธิ์ของน้ำชลประทานสำหรับพืชแต่ละชนิดในเวลา 1 เดือนและปริมาณผลประโยชน์สุทธิต่อไร่ สำหรับพืชแต่ละชนิด ซึ่งการหาข้อมูลเหล่านี้จำเป็นต้องใช้ข้อสมมติบางอย่างเกี่ยวกับวันที่ปลูกพืชแต่ละชนิด

ผลการศึกษา พบว่า ประโยชน์สำหรับการเกษตรมีบทบาทสำคัญในการตัดสินเกี่ยวกับรูปแบบการปล่อยน้ำ ข้าวจะยังคงเป็นพืชหลักทั้งในฤดูฝน และฤดูแล้ง ไม่ว่าประโยชน์ของพืชอื่นหรือของไฟฟ้าจะเป็นอย่างไร การปลูกอ้อย จะมีการทำก็ต่อเมื่อประโยชน์ต่อไร่ สูงกว่าประโยชน์

Copyright by Mahidol University

จากการปลูกข้าวมาก ปริมาณกระแสไฟฟ้าที่ผลิตในแต่ละช่วงเวลา ไม่แตกต่างกันมากนัก ยกเว้นในเดือนมิถุนายนและกุมภาพันธ์ เมื่อต้องปล่อยน้ำสำหรับการเตรียมดินและการดำนา

ไพรัตน์ ต่ายใหญ่เที่ยง (42) ศึกษาเรื่อง การจัดตารางการผลิตสินค้าตามใบสั่งซื้อในบริษัทผลิตเฟอร์นิเจอร์ โดยเป็นการศึกษาปัญหาในการวางแผนการผลิตตามใบสั่งซื้อ ของการผลิตเฟอร์นิเจอร์โซฟา ในโรงงานที่มีกำลังการผลิตปานกลาง ประมาณ 150 ชุดต่อสัปดาห์ สินค้าที่ทำการผลิตจะมีคุณภาพดี ซึ่งบริษัทจะจับกลุ่มลูกค้าในระดับสูง วัตถุประสงค์ของการศึกษา คือการพัฒนาวิธีการวางแผนการผลิต เพื่อให้สินค้าผลิตเสร็จและสามารถส่งมอบให้ลูกค้าได้ภายในระยะเวลาที่กำหนด โดยที่บริษัทเสียค่าใช้จ่ายทางด้านแรงงานน้อยที่สุด ลักษณะการสั่งซื้อของลูกค้า จะกำหนดช่วงเวลาการสั่งซื้อสินค้าไม่แน่นอน ขึ้นอยู่กับความสะดวกของลูกค้า โดยที่ทางบริษัทได้กำหนดช่วงเวลาการส่งมอบสินค้าขั้นต่ำไว้ การวางแผนการผลิตในแต่ละสัปดาห์ หรือแต่ละงวดการผลิต จะถูกแบ่งให้ละเอียดลงเป็นการวางแผนการผลิตประจำวัน โดยการผลิตจะอยู่ภายใต้ข้อจำกัดของทรัพยากรที่มี การพัฒนาหลักการในการวางแผนการผลิตประกอบด้วยหลักการใหญ่ๆ 2 ส่วน ได้แก่ การจัดจำนวนพนักงานให้เหมาะสมกับงาน และการจัดลำดับงานการผลิตให้สอดคล้องกับวันส่งมอบงาน โปรแกรมเชิงเส้น (Linear Programming)ถูกนำมาใช้ในการแก้ปัญหา ในแผนกที่เป็นคอขวดของระบบการผลิต โดยการกำหนดจำนวนพนักงานที่เหมาะสมในการผลิตสินค้าแต่ละรุ่น การจัดลำดับงานและการป้อนงานเข้าฝ่ายผลิตจะนำหลักการ ค่าน้อยที่สุดของเวลาเสร็จงานก่อนกำหนด (Shortest Slack Time) มาเพื่อให้การวางแผนการผลิตนั้น มีงานที่เสร็จช้ากว่ากำหนดส่งมอบงานน้อยที่สุด

ผลจากการวิจัยพบว่า การจัดจำนวนพนักงานให้เหมาะสมกับงานจะทำให้ชั่วโมงการทำงานล่วงเวลาลดลง 6.46 เปอร์เซ็นต์ มีผลทำให้บริษัทเสียค่าใช้จ่ายลดลง ไม่มีใบสั่งซื้อที่ผลิตไม่เสร็จตามกำหนดส่งมอบงาน และจากการตรวจสอบกำลังการผลิตที่เหลือในสัปดาห์นั้น บริษัทมีกำลังการผลิตเหลือ 552.1 ชั่วโมงการทำงาน (Man-hour) สามารถที่จะรับใบสั่งซื้อที่เป็นกรณีเร่งด่วนได้

มาลีวรรณ พงศ์สวัสดิ์ (43) ได้ทำการศึกษาเรื่อง การประยุกต์ใช้เทคนิคโปรแกรมเชิงเส้นในกิจการท่าเรือสินค้าชายฝั่ง กรณีศึกษาท่าเรือท่าทอง จังหวัดสุราษฎร์ธานี โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อหารูปแบบจำลองเชิงเส้นสำหรับท่าเรือ และประยุกต์ใช้โปรแกรมเชิงเส้นในการวิเคราะห์ปัญหาเพื่อให้ได้มาซึ่งจำนวนที่เหมาะสมของเรือสินค้าชายฝั่งชนิดต่างๆที่มาจอดเทียบท่าและทำให้ได้รายได้สูงสุด ซึ่งผลการศึกษาพบว่า จะต้องมีเรือสินค้าขนาด 60, 529, 590 และ 1,000 ตันกรอส จำนวน

Copyright by Mahidol University

1, 26, 248 และ 3 ลำ ตามลำดับ มาจอดเทียบท่า เพื่อทำการขนถ่ายสินค้า จึงจะทำให้ท่าเรือมีรายได้สูงสุดเท่ากับ 13,744,990 บาทต่อปี

เสาวลักษณ์ สุรพลชัย (34) ทำการศึกษาเรื่อง การวิเคราะห์โปรแกรมงานออกแบบทางสถาปัตยกรรมด้วยทฤษฎีโปรแกรมเชิงเส้น โดยการหาสัดส่วนพื้นที่ใช้สอยของโครงการเอนกหน้าที่ใช้สอย จากการศึกษาพบว่า พื้นที่ใช้สอยที่เหมาะสมและได้ประโยชน์สูงสุดสำหรับใช้ในการออกแบบก่อสร้าง ประกอบด้วยส่วนพื้นที่บ้านพักอาศัยขนาด 18,220 ตารางเมตร และ 6,002 ตารางเมตร ห้างสรรพสินค้าขนาด 13,762 ตารางเมตร ร้านค้าพื้นที่ขนาด 9,213 ตารางเมตร พื้นที่ทำงานขนาด 9,213 ตารางเมตร หน่วยบริการชุมชนขนาด 9,213 ตารางเมตร พื้นที่จอดรถขนาด 42,290 ตารางเมตร และสถานที่เด็กเล่นพื้นที่ขนาด 249 ตารางเมตร

ดวงเนตร เขียวรัมย์ (44) ได้ทำการศึกษาถึงการดำเนินงานจัดการมูลฝอยของภาคเอกชน กรณีศึกษา: การจ้างเหมาเพื่อการฝังกลบร่วมกับกรุงเทพมหานคร โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการดำเนินงานจัดการมูลฝอยของภาคเอกชนทางด้านเศรษฐกิจ ซึ่งได้นำรูปแบบของสมการเชิงเส้นมาใช้ในการวิเคราะห์ระบบการดำเนินงานจัดการมูลฝอยของภาคเอกชน เพื่อวิเคราะห์หาปริมาณมูลฝอยที่เหมาะสมซึ่งสามารถดำเนินการได้โดยเสียค่าใช้จ่ายต่ำสุด โดยได้เลือกศึกษาบริษัทเอกชนที่รับเหมาจัดการมูลฝอยให้กับกรุงเทพมหานคร 2 บริษัท ผลการศึกษาการดำเนินงานจัดการมูลฝอย ซึ่งวิเคราะห์โดยใช้โปรแกรมเชิงเส้น ทำให้ทราบถึง ค่าใช้จ่ายรวมต่อตันในงานจัดการมูลฝอยในขั้นตอนสถานีขนถ่ายมูลฝอย การขนส่งมูลฝอย การฝังกลบมูลฝอย และการลดค่าใช้จ่ายต่อวันที่เกิดขึ้นจากการขนส่งมูลฝอย จำนวนเที่ยวที่เหมาะสมต่อวันในการขนส่งมูลฝอย นอกจากนั้น ยังทราบถึงค่าใช้จ่ายต่ำสุดในการดำเนินงานจัดการมูลฝอยต่อปีของแต่ละบริษัท ซึ่งผลการศึกษาทั้งหมดสามารถนำมาเป็นข้อพิจารณาเปรียบเทียบในการคัดเลือกบริษัทเอกชนเพื่อเข้าร่วมดำเนินงานกับกรุงเทพมหานครต่อไป

จากการศึกษาที่กล่าวมาข้างต้น จะเห็นได้ว่า สมการเชิงเส้นสามารถนำมาใช้วิเคราะห์การดำเนินงานในด้านต่างๆ เพื่อเป็นการจัดสรรทรัพยากรที่มีอยู่ในการดำเนินงานให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด มีความเหมาะสมที่สุด และเสียค่าใช้จ่ายต่ำสุด เพื่อให้เกิดรายได้จากการดำเนินงานสูงสุด ดังนั้นในการศึกษาครั้งนี้ จึงนำสมการเชิงเส้นมาประยุกต์ใช้เพื่อวิเคราะห์หาค่าใช้จ่ายที่ต่ำที่สุด ซึ่งถือว่าเป็นการจัดสรรทรัพยากรในรูปแบบงบประมาณ ที่มีจำกัด รวมถึงเวลาที่น้อยที่สุด ในการจัดการระบบโครงสร้างพื้นฐานบริเวณรอบองค์พระปฐมเจดีย์

Copyright by Mahidol University

บทที่ 3
วิธีการศึกษา

เพื่อให้การศึกษาในครั้งนี้ เป็นไปตามวัตถุประสงค์ที่ได้ตั้งไว้ คือ ศึกษาปัญหาสภาพแวดล้อมทางกายภาพที่เกิดขึ้นจากระบบโครงสร้างพื้นฐานบริเวณรอบองค์พระปฐมเจดีย์ และเสนอแนะแนวทางในการจัดการระบบโครงสร้างพื้นฐานเพื่อลดปัญหาสภาพแวดล้อมทางกายภาพที่เกิดขึ้นในปัจจุบัน รวมถึงป้องกันปัญหาที่จะเกิดขึ้นต่อไปในอนาคต ดังนั้น ผู้วิจัยได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลทางด้านรายละเอียดของปัญหาสภาพแวดล้อมทางกายภาพ ที่เกิดขึ้นบริเวณรอบองค์พระปฐมเจดีย์ โดยเป็นสภาพปัญหาที่เกิดขึ้นจริงในปัจจุบัน ทั้งนี้ ได้เลือกแนวทางการจัดการระบบโครงสร้างพื้นฐานให้สามารถปรับปรุงสภาพแวดล้อมทางกายภาพให้ดีขึ้น รวมถึงการวางแผนระบบโครงสร้างพื้นฐาน ในส่วนสาธารณูปโภค เพื่อป้องกันปัญหามลทัศน์ที่อาจเกิดขึ้นได้ในอนาคต

ในการศึกษาครั้งนี้ ได้แบ่งการพิจารณาโครงสร้างพื้นฐานที่ก่อให้เกิดปัญหามลทัศน์บริเวณรอบองค์พระปฐมเจดีย์ พบว่า เสา สายไฟฟ้าและสายโทรศัพท์ที่แขวนอยู่อย่างไม่เป็นระเบียบ พื้นทางเดินเท้าที่ไม่เรียบเสมอกันซึ่งมีสาเหตุมาจากการขุดเจาะพื้นที่เพื่อซ่อมแซมระบบท่อน้ำต่างๆ โดยควรมีการจัดการ เพื่อพัฒนาสภาพแวดล้อมทางกายภาพ (ดูรายละเอียดการจัดการระบบโครงสร้างพื้นฐาน ในภาคผนวก ก) ได้แก่

- เปลี่ยนรูปแบบสาธารณูปโภคบางประเภท จากระบบเดินสายอากาศ มาเป็นระบบเดินสายใต้ดิน คือ ระบบโทรศัพท์ และระบบไฟฟ้า โดยใช้วิธี Horizontal Directional Drilling แบบเจาะด้วยท่อ HDPE
- เปลี่ยนท่อประปาและท่อระบายน้ำใหม่ เพื่อปรับปรุงคุณภาพ
- ปรับปรุงทางเดินเท้า รวมถึงรูปแบบของเครื่องประกอบถนน ได้แก่ ป้ายประชาสัมพันธ์ โคมไฟ ตู้โทรศัพท์ เพื่อให้เกิดความสวยงามและเป็นเอกลักษณ์

ซึ่งรูปแบบแนวทางการปรับปรุงสภาพแวดล้อมทางกายภาพ สามารถดูรายละเอียดได้ในภาคผนวก ง

ในการจัดการงานโครงสร้างพื้นฐานทั้งหมด จะใช้โปรแกรมเชิงเส้นในการวิเคราะห์เพื่อหาค่าใช้จ่ายต่ำสุดรวมถึงระยะเวลาในการจัดการที่สั้นที่สุด โดยนำข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับค่าใช้จ่ายต่างๆ ข้อจำกัดในการพัฒนาระบบสาธารณูปโภค รวมถึงระยะเวลาในการทำงาน มาทำการประมวลผล

Copyright by Mahidol University

เพื่อใช้เป็นค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรในการสร้างรูปแบบสมการเชิงเส้น เพื่อวิเคราะห์หาค่าใช้จ่ายและระยะเวลาที่เหมาะสมในการจัดการ

3.1 วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล

การศึกษาวิจัยในครั้งนี้ เป็นการวิจัยดำเนินงาน (Operation Research) ซึ่งใช้รูปแบบของสมการเชิงเส้น ในการวิเคราะห์การจัดการโครงสร้างพื้นฐาน สำหรับข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการศึกษา จะได้จากการสำรวจสภาพปัญหาของโครงสร้างพื้นฐานต่างๆ ข้อมูลจากเอกสาร และจากการสัมภาษณ์หน่วยงานทั้งทางราชการ รัฐวิสาหกิจ รวมถึงหน่วยงานเอกชนที่เกี่ยวข้อง โดยจะเป็นข้อมูลรายละเอียดด้านค่าใช้จ่ายในงานก่อสร้าง ข้อมูลทางงบประมาณของหน่วยงาน ซึ่งข้อมูลที่รวบรวมได้ทั้งหมดจะถูกนำมาประมวลผล เพื่อหาค่าสัมประสิทธิ์ในแต่ละตัวแปร สำหรับนำมาสร้างเป็นสมการเชิงเส้น

ในการเก็บรวบรวมข้อมูลต่างๆ ที่จะนำมาใช้ประกอบการทำวิจัย จะประกอบด้วยข้อมูล 2 ส่วน คือ

1) ข้อมูลทุติยภูมิ (Secondary Data) ข้อมูลส่วนนี้ จะได้จากการเก็บรวบรวมจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ซึ่งข้อมูลบางส่วนของค่าใช้จ่ายในงานก่อสร้าง เช่น ค่าแรงงาน ค่าวัสดุ ระยะเวลา เป็นต้น หน่วยงานที่รับผิดชอบโดยตรงไม่มีรายละเอียดของข้อมูลในส่วนนี้เก็บไว้ เนื่องจาก ในการก่อสร้าง ปรับปรุงงานโครงสร้างพื้นฐานโดยส่วนมาก จะใช้วิธีประมูลจ้างเหมากับบริษัทเอกชน

ดังนั้น ข้อมูลทางด้านรายละเอียดของงานจัดการโครงสร้างในครั้งนี้ จะใช้ข้อมูลการประมาณการจัดการในการก่อสร้างทั้งหมด จากบริษัทเอกชนที่ได้รับการคัดเลือกจากหน่วยงานราชการให้เป็นผู้รับเหมาก่อสร้างร่วมกับข้อมูลจากสำนักงบประมาณ กรมโยธาธิการ ยกเว้น ระบบโทรศัพท์ จะใช้ข้อมูลจากสำนักงานโทรศัพท์นครปฐม และระบบประปา ใช้ข้อมูลจากกองการประปา เทศบาลเมืองนครปฐม โดยมีรายละเอียดดังนี้

- งานไฟฟ้า ใช้ข้อมูลจาก บริษัท ดีอีเอส จำกัด และบริษัท สเตรกา จำกัด
- งานระบายน้ำ งานทางเท้า และงานปรับปรุงอาคาร ใช้ข้อมูลจากบริษัท กำแพงเพชรวิวัฒน์ก่อสร้าง จำกัด

โดยข้อมูลในส่วนของการจัดการด้านต่างๆ จะพิจารณาในลักษณะงาน ระยะทางของงานที่มีความใกล้เคียงกับบริเวณพื้นที่ศึกษาให้มากที่สุด เพื่อให้สามารถนำมาเป็นส่วนประกอบในการพิจารณาเรื่องงบประมาณให้เหมาะสมและระยะเวลาทำงานได้ตรงกับความเป็นจริงมากที่สุด ส่วนข้อมูลทางด้านตัวเลขค่าใช้จ่ายในการศึกษาครั้งนี้ราคาค่าแรงงาน ค่าวัสดุก่อสร้าง รวมถึงค่าใช้จ่ายอื่นๆนี้เป็นการอ้างอิง ณ เดือนเมษายน 2544

Copyright by Mahidol University

2) ข้อมูลจากการสำรวจ จะเป็นข้อมูลที่ได้จากการเก็บรวบรวมในภาคสนาม ซึ่งได้แก่ ข้อมูลของสภาพปัญหาจากพื้นที่ศึกษาทั้งจากการสำรวจและสอบถามจากเจ้าหน้าที่ วิศวกร ผู้เกี่ยวข้องกับงานระบบโครงสร้างพื้นฐานในพื้นที่ศึกษา

3.2 ตัวแปรที่ใช้ในการศึกษา

ข้อตกลงเบื้องต้นสำหรับตัวแปรที่นำมาใช้ในการศึกษา มีดังนี้

1) ตัวแปรคงที่ (Fix Cost Variables) เป็นการกำหนดราคาค่าเตรียมการ ในการจัดการโครงสร้างพื้นฐานของผู้รับเหมาก่อสร้าง ได้แก่ ค่าจัดซื้อ จัดหา เครื่องจักรกล ยานพาหนะ อุปกรณ์ เครื่องมือต่างๆ เป็นต้น รวมถึงค่าวัสดุที่ใช้ในการก่อสร้าง ซึ่งจะไม่นำมาพิจารณาร่วมกับตัวแปรตัดสินใจในครั้งนี้

2) ค่าสัมประสิทธิ์ตัวแปร เป็นค่าที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูล ร่วมกัน ทั้งข้อมูลทุติยภูมิและข้อมูลจากภาคสนาม เพื่อทำการวิเคราะห์หาค่าสัมประสิทธิ์ในแต่ละตัวแปร ซึ่งกำหนดให้เป็นค่าคงที่ในการศึกษา และไม่มีการเปลี่ยนแปลงค่าตลอดระยะเวลาที่ทำการศึกษา

3) ตัวแปรตัดสินใจ (Decision Variable) ในการศึกษาครั้งนี้ คือระยะเวลาแล้วเสร็จที่กำหนดให้แก่งานแต่ละงาน ภายในช่วงเวลาที่กำหนด ($t_{i,j}$)

3.3 การสร้างสมการเป้าหมาย

ปัญหามลทัศน์ที่เกิดขึ้นจากโครงสร้างพื้นฐานสามารถจัดการได้เพื่อพัฒนาสภาพแวดล้อมทางกายภาพเพื่อแก้ไขและป้องกันปัญหาที่จะเกิดขึ้นต่อไป ซึ่งใช้โปรแกรมเชิงเส้นในการวิเคราะห์หาค่าใช้จ่ายที่ต่ำที่สุด ระยะเวลาในการจัดการที่สั้นที่สุด โดยแบ่งโครงสร้างพื้นฐานที่ควรมีการจัดการ 4 ประเภท ดังนี้

1) งานจัดการงานระบบไฟฟ้าและระบบโทรศัพท์ใต้ดิน
2) งานจัดการระบบประปา
3) งานจัดการระบบระบายน้ำ
4) งานจัดการทางเดินเท้า

และจากรูปแบบสมการเป้าหมายเพื่อหาค่าใช้จ่ายต่ำสุดของโครงการของ พิภพ เล้าประจง

$$\text{Minimize Cost} = hT + \sum_{i,j} (a_{i,j} - b_{i,j} t_{i,j}) \text{ และ } i,j = 1, 2, 3\ldots,n$$

Copyright by Mahidol University

ภายใต้ข้อจำกัดของสมการวัตถุประสงค์

$t_{ij} \leq M_{ij}$ .....(1)

$t_{ij} \geq m_{ij}$ .....(2)

$X_i - X_j + t_{ij} \leq 0$ .....(3)

$\sum t_{ij} \leq T$ .....(4)

โดยที่ $X_i, X_j, t_{ij} \geq 0$

โดย h เป็นค่าใช้จ่ายทางอ้อมของโครงการ ซึ่งหมายถึง ค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นเนื่องจากการเร่งงาน เช่น การจ่ายค่าล่วงเวลาให้แก่ค่าจ้าง แรงงานค่าเชื้อเพลิงที่ใช้กับเครื่องจักรที่ต้องทำงานมากขึ้น เป็นต้น โดยจะหาได้จาก การประมาณค่าใช้จ่ายที่มากที่สุดจากการเร่งงานใน 1 วัน (b)

T เป็นระยะเวลาที่โครงการต้องแล้วเสร็จ ซึ่งมีค่าเป็น X_n โดย เป็นเวลาที่เหตุการณ์ n จะเกิดขึ้นได้อย่างเร็วที่สุด

X_i เป็นตัวแปรที่บอกตำแหน่ง เวลาที่เหตุการณ์ i จะเกิดขึ้นได้อย่างเร็วที่สุด

a_{ij} เป็นส่วนของค่าใช้จ่ายในการทำงาน (i,j) เมื่อไม่มีการเร่งงาน โดย

$$a_{ij} = C_{ij} + b_{ij} M_{ij}$$

และ b_{ij} เป็นอัตราค่าใช้จ่ายในการเร่งงาน (i,j)ให้เสร็จเร็วขึ้น 1หน่วยเวลา

C_{ij} เป็นค่าใช้จ่ายของงาน (i,j) ถ้าให้ระยะเวลาของงานแล้วเสร็จในเวลา M_{ij}

m_{ij} เป็นระยะเวลาเร็วสุดที่เป็นไปได้ที่งาน (i,j) จะแล้วเสร็จเมื่อมีการเร่งงาน

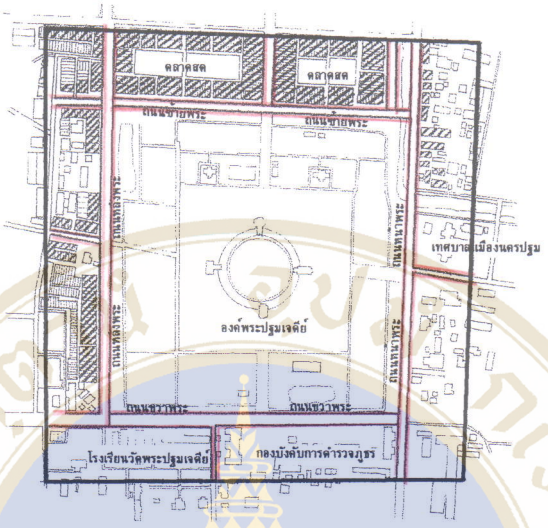
M_{ij} เป็นระยะเวลาแล้วเสร็จโดยปกติของงาน (i,j)

t_{ij} เป็นตัวแปรตัดสินใจ มีค่าเป็นระยะเวลาแล้วเสร็จที่กำหนดให้แก่งาน (i,j)

สามารถแทนค่าสมการเป้าหมายในการจัดการระบบโครงสร้างพื้นฐานทั้ง 4 ประเภท ได้ดังนี้ (ดูรายละเอียดค่าใช้จ่าย และระยะเวลาทำงานได้ในภาคผนวก ข)

Copyright by Mahidol University

3.3.1 สมการเป้าหมายงานจัดการระบบไฟฟ้าและระบบโทรศัพท์ใต้ดิน ระยะทาง 2,830 เมตร



ภาพที่ 3-1 เส้นทางงานจัดการระบบไฟฟ้าและสายโทรศัพท์ใต้ดิน

h = 30,000 บาท (คำนวณจาก การประมาณค่าใช้จ่ายที่เพิ่มขึ้นใน 1 วัน จากตาราง ข-1 ในภาคผนวก ข พบว่ามีค่าใช้จ่ายสูงสุด ที่เพิ่มขึ้นจากการเร่งงาน ใน 1 วัน (b) เท่ากับ 31,250 บาท ในงานก่อสร้างและวางระบบท่อ ดังนั้น คิดค่า h โดยประมาณ 30,000 บาท เป็นค่าใช้จ่ายทางอ้อมของโครงการ)

T = X_{11} วัน

$t_{1,2}$ เป็นระยะเวลาแล้วเสร็จที่กำหนดให้แก่งาน A (สำรวจสถานที่ และสำรวจอุปสรรคใต้ดิน)

$t_{2,3}$ เป็นระยะเวลาแล้วเสร็จที่กำหนดให้แก่งาน B (จัดทำแบบ เอกสารและทดสอบวัสดุ)

$t_{3,4}$ เป็นระยะเวลาแล้วเสร็จที่กำหนดให้แก่งาน C (รื้อถอนสิ่งปลูกสร้างเดิม)

$t_{3,5}$ เป็นระยะเวลาแล้วเสร็จที่กำหนดให้แก่งาน D (เคลื่อนย้ายเข้าสู่สถานที่ก่อสร้าง)

$t_{5,6}$ เป็นระยะเวลาแล้วเสร็จที่กำหนดให้แก่งาน E (ติดตั้งเครื่องจักรและอุปกรณ์ก่อสร้าง)

$t_{6,7}$ เป็นระยะเวลาแล้วเสร็จที่กำหนดให้แก่งาน F (ก่อสร้างและวางระบบท่อ)

$t_{7,8}$ เป็นระยะเวลาแล้วเสร็จที่กำหนดให้แก่งาน G (ติดตั้ง Man Hole)

$t_{7,9}$ เป็นระยะเวลาแล้วเสร็จที่กำหนดให้แก่งาน H (ติดตั้งเสา Riser)

$t_{9,10}$ เป็นระยะเวลาแล้วเสร็จที่กำหนดให้แก่งาน I (ขนย้ายเครื่องจักร อุปกรณ์ออกจากสถานที่)

Copyright by Mahidol University

$t_{10,11}$ เป็นระยะเวลาแล้วเสร็จที่กำหนดให้แก่งาน J (เก็บกวาด ทำความสะอาดสถานที่)

$$\begin{aligned}\text{Minimize Cost} = \; & 30{,}000X_{11} + [137{,}940 + 0(4) - 0(t_{1,2})] \\ & + [600{,}791 + 0(10) - 0(t_{2,3})] \\ & + [130{,}000 + 25{,}000(8) - 25{,}000(t_{3,4})] \\ & + [40{,}000 + 0(5) - 0(t_{3,5})] \\ & + [6{,}500 + 0(2) - 0(t_{5,6})] \\ & + [390{,}000 + 31{,}250(90) - 31{,}250(t_{6,7})] \\ & + [32{,}000 + 0(18) - 0(t_{7,8})] \\ & + [30{,}000 + 2{,}500(24) - 2{,}500(t_{7,9})] \\ & + [8{,}000 + 2{,}000(3) - 2{,}000(t_{9,10})] \\ & + [2{,}400 + 0(2) - 0(t_{10,11})]\end{aligned}$$

ภายใต้ข้อจำกัดของสมการวัตถุประสงค์ ในระยะเวลาแต่ละงาน

$$\begin{aligned}X_1 - X_2 + t_{1,2} &\le 0 \\ X_2 - X_3 + t_{2,3} &\le 0 \\ X_3 - X_4 + t_{3,4} &\le 0 \\ X_3 - X_5 + t_{3,5} &\le 0 \\ X_4 - X_5 + t_{4,5} &\le 0 \\ X_5 - X_6 + t_{5,6} &\le 0 \\ X_6 - X_7 + t_{6,7} &\le 0 \\ X_7 - X_8 + t_{7,8} &\le 0 \\ X_7 - X_9 + t_{7,9} &\le 0 \\ X_8 - X_9 + t_{8,9} &\le 0 \\ X_9 - X_{10} + t_{9,10} &\le 0 \\ X_{10} - X_{11} + t_{10,11} &\le 0 \\ t_{1,2} &\le 4 \\ t_{1,2} &\ge 4 \\ t_{2,3} &\le 10 \\ t_{2,3} &\ge 10\end{aligned}$$

Copyright by Mahidol University

$$
\begin{aligned}
t_{3,4} &\leq 8 \\
t_{3,4} &\geq 6 \\
t_{3,5} &\leq 5 \\
t_{3,5} &\geq 5 \\
t_{4,5} &\leq 0 \\
t_{4,5} &\geq 0 \\
t_{5,6} &\leq 2 \\
t_{5,6} &\geq 2 \\
t_{6,7} &\leq 90 \\
t_{6,7} &\geq 86 \\
t_{7,8} &\leq 18 \\
t_{7,8} &\geq 18 \\
t_{7,9} &\leq 24 \\
t_{7,9} &\geq 20 \\
t_{8,9} &\leq 0 \\
t_{8,9} &\geq 0 \\
t_{9,10} &\leq 3 \\
t_{9,10} &\geq 2 \\
t_{10,11} &\leq 2 \\
t_{10,11} &\geq 2
\end{aligned}
$$

โดยที่ X_i และ $t_{i,j} \geq 0$

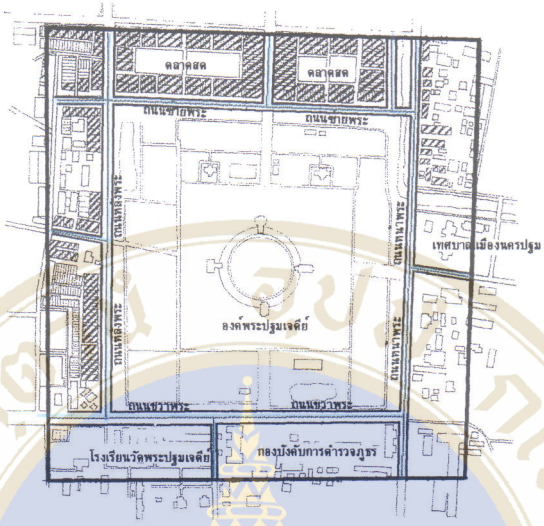
ภายใต้ข้อจำกัดของสมการวัตถุประสงค์ เวลาที่โครงการต้องแล้วเสร็จ

$$t_{1,2}+t_{2,3}+t_{3,4}+t_{5,6}+t_{6,7}+t_{7,8}+t_{8,9}+t_{9,10}+t_{10,11} \leq 166$$

$$t_{1,2}+t_{2,3}+t_{3,5}+t_{5,6}+t_{6,7}+t_{7,9}+t_{9,10}+t_{10,11} \leq 166$$

Copyright by Mahidol University

3.3.2 การสร้างสมการเป้าหมายงานจัดการระบบประปา ระยะทาง 2,830 เมตร



สำนักหอสมุด มหาวิทยาลัยมหิดล

ภาพที่ 3-2 เส้นทางงานจัดการระบบประปา

h = 25,000 บาท (คำนวณจาก การประมาณค่าใช้จ่ายที่เพิ่มขึ้นใน 1 วัน จากตาราง ข-3 ในภาคผนวก ข พบว่ามีค่าใช้จ่ายสูงสุด ที่เพิ่มขึ้นจากการเร่งงาน ใน 1 วัน (b) เท่ากับ 25,800 บาท ในงานขุดเจาะพื้นที่และรื้อถอนท่อประปาเดิม ดังนั้น คิดค่า h โดยประมาณ 25,000 บาท เป็นค่าใช้จ่ายทางอ้อมของโครงการ)

T = X_8 วัน

$t_{1,2}$ เป็นระยะเวลาแล้วเสร็จที่กำหนดให้แก่งาน A (ขุดเจาะพื้นที่และรื้อถอนท่อประปาเดิม)

$t_{2,3}$ เป็นระยะเวลาแล้วเสร็จที่กำหนดให้แก่งาน B (ปรับระดับพื้นที่ และตรวจสอบความลาดเอียง)

$t_{3,4}$ เป็นระยะเวลาแล้วเสร็จที่กำหนดให้แก่งาน C (งานคอนกรีตรองพื้น)

$t_{4,5}$ เป็นระยะเวลาแล้วเสร็จที่กำหนดให้แก่งาน D (ก่อสร้างและวางระบบท่อ)

$t_{5,6}$ เป็นระยะเวลาแล้วเสร็จที่กำหนดให้แก่งาน E (เชื่อมท่อ)

$t_{6,7}$ เป็นระยะเวลาแล้วเสร็จที่กำหนดให้แก่งาน F ((ทดสอบและล้างท่อ)

$t_{7,8}$ เป็นระยะเวลาแล้วเสร็จที่กำหนดให้แก่งาน G (กลบและทำความสะอาดพื้นที่)

$$\text{Minimize Cost} = 25{,}000X_8 + [387{,}000 + 25{,}800(15) - 25{,}800(t_{1,2})]$$
$$+ [100{,}620 + 2{,}500(10) - 2{,}500(t_{2,3})]$$
$$+ [446{,}340 + 0(60) - 0(t_{3,4})]$$

Copyright by Mahidol University

$$+ [258,230 + 17,217(15) - 17,217(t_{4,5})]$$
$$+ [110,670 + 0(7) - 0(t_{5,6})]$$
$$+ [10,000 + 0(3) - 0(t_{6,7})]$$
$$+ [11,275 + 565(20) - 565(t_{7,8})]$$

ภายใต้ข้อจำกัดของสมการวัตถุประสงค์ ในระยะเวลาแต่ละงาน

$$X_1 - X_2 + t_{1,2} \leq 0$$
$$X_2 - X_3 + t_{2,3} \leq 0$$
$$X_3 - X_4 + t_{3,4} \leq 0$$
$$X_4 - X_5 + t_{4,5} \leq 0$$
$$X_5 - X_6 + t_{5,6} \leq 0$$
$$X_6 - X_7 + t_{6,7} \leq 0$$
$$X_7 - X_8 + t_{7,8} \leq 0$$
$$t_{1,2} \leq 15$$
$$t_{1,2} \geq 13$$
$$t_{2,3} \leq 10$$
$$t_{2,3} \geq 6$$
$$t_{3,4} \leq 60$$
$$t_{3,4} \geq 60$$
$$t_{4,5} \leq 15$$
$$t_{4,5} \geq 12$$
$$t_{5,6} \leq 7$$
$$t_{5,6} \geq 7$$
$$t_{6,7} \leq 3$$
$$t_{6,7} \geq 3$$
$$t_{7,8} \leq 20$$
$$t_{7,8} \geq 15$$

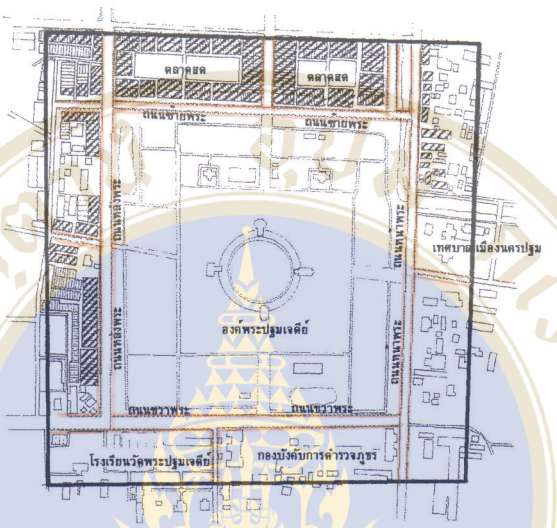
โดยที่ X_i และ $t_{i,j} \geq 0$

Copyright by Mahidol University

ภายใต้ข้อจำกัดของสมการวัตถุประสงค์ เวลาที่โครงการต้องแล้วเสร็จ

$$t_{1,2}+t_{2,3}+t_{3,4}+t_{4,5}+t_{5,6}+t_{6,7}+t_{7,8} \quad \leq \quad 130$$

3.3.3 การสร้างสมการเป้าหมายงานจัดการระบบระบายน้ำ ระยะทาง 5,660 เมตร



ภาพที่ 3-3 เส้นทางงานปรับปรุงระบบระบายน้ำ

h = 15,000 บาท (คำนวณจาก การประมาณค่าใช้จ่ายที่เพิ่มขึ้นใน 1 วัน จากตาราง ข-5 ในภาคผนวก ข พบว่ามีค่าใช้จ่ายสูงสุด ที่เพิ่มขึ้นจากการเร่งงาน ใน 1 วัน (b) เท่ากับ 15,680 บาท ในงานขุดเจาะพื้นที่และรื้อถอนท่อระบายน้ำเดิม ดังนั้น คิดค่า h โดยประมาณ 15,000 บาท เป็นค่าใช้จ่ายทางอ้อมของโครงการ)

T = X_8 วัน

$t_{1,2}$ เป็นระยะเวลาแล้วเสร็จที่กำหนดให้แก่งาน A (ขุดเจาะพื้นที่และรื้อถอนท่อระบายน้ำเดิม)

$t_{2,3}$ เป็นระยะเวลาแล้วเสร็จที่กำหนดให้แก่งาน B (ปรับระดับพื้นที่ และตรวจสอบความลาดเอียง)

$t_{3,4}$ เป็นระยะเวลาแล้วเสร็จที่กำหนดให้แก่งาน C (ก่อสร้างและวางระบบท่อ)

$t_{3,5}$ เป็นระยะเวลาแล้วเสร็จที่กำหนดให้แก่งาน D (ติดตั้งบ่อพัก)

$t_{4,6}$ เป็นระยะเวลาแล้วเสร็จที่กำหนดให้แก่งาน E (เชื่อมท่อ)

$t_{6,7}$ เป็นระยะเวลาแล้วเสร็จที่กำหนดให้แก่งาน F (ทดสอบและล้างท่อ)

$t_{7,8}$ เป็นระยะเวลาแล้วเสร็จที่กำหนดให้แก่งาน G (กลบและทำความสะอาดสถานที่)

Copyright by Mahidol University

$$\text{Minimize Cost} = 15{,}000X_8 + [419{,}300 + 15{,}680(45) - 15{,}680(t_{1,2})] + [176{,}120 + 3{,}200(20) - 3{,}200(t_{2,3})] + [289{,}536 + 8{,}750(70) - 8{,}750(t_{3,4})] + [21{,}200 + 1{,}500(20) - 1{,}500(t_{3,5})] + [37{,}400 + 0(20) - 0(t_{4,6})] + [10{,}000 + 0(3) - 0(t_{6,7})] + [64{,}000 + 720(20) - 720(t_{7,8})]$$

ภายใต้ข้อจำกัดของสมการวัตถุประสงค์ ในระยะเวลาแต่ละงาน

$$\begin{aligned}
X_1 - X_2 + t_{1,2} &\le 0 \\
X_2 - X_3 + t_{2,3} &\le 0 \\
X_3 - X_4 + t_{3,4} &\le 0 \\
X_3 - X_5 + t_{3,5} &\le 0 \\
X_4 - X_6 + t_{4,6} &\le 0 \\
X_5 - X_6 + t_{5,6} &\le 0 \\
X_6 - X_7 + t_{6,7} &\le 0 \\
X_7 - X_8 + t_{7,8} &\le 0 \\
t_{1,2} &\le 45 \\
t_{1,2} &\ge 30 \\
t_{2,3} &\le 20 \\
t_{2,3} &\ge 18 \\
t_{3,4} &\le 70 \\
t_{3,4} &\ge 62 \\
t_{3,5} &\le 20 \\
t_{3,5} &\ge 15 \\
t_{4,6} &\le 20 \\
t_{4,6} &\ge 20 \\
t_{5,6} &\le 0 \\
t_{5,6} &\ge 0 \\
t_{6,7} &\le 3
\end{aligned}$$

Copyright by Mahidol University

$$t_{6,7} \geq 3$$

$$t_{7,8} \leq 20$$

$$t_{7,8} \geq 15$$

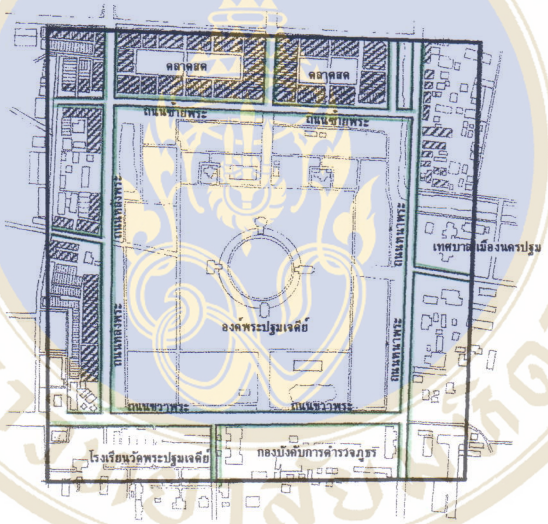
โดยที่ X_i และ $t_{i,j} \geq 0$

ภายใต้ข้อจำกัดของสมการวัตถุประสงค์ เวลาที่โครงการต้องแล้วเสร็จ

$$t_{1,2}+t_{2,3}+t_{3,4}+t_{4,6}+t_{6,7}+t_{7,8} \leq 186$$

$$t_{1,2}+t_{2,3}+t_{3,5}+t_{5,6}+t_{6,7}+t_{7,8} \leq 186$$

3.3.4 การสร้างสมการเป้าหมายงานจัดการทางเดินเท้า ระยะทาง 5,478 เมตร



ภาพที่ 3-4 เส้นทางงานจัดการทางเดินเท้า

h = 10,000 บาท (คำนวณจาก การประมาณค่าใช้จ่ายที่เพิ่มขึ้นใน 1 วัน จากตาราง ข-7 ในภาคผนวก ข พบว่ามีค่าใช้จ่ายสูงสุด ที่เพิ่มขึ้นจากการเร่งงาน ใน 1 วัน (b) เท่ากับ 10,500 บาท ในงานปูพื้นทางเดิน ดังนั้น คิดค่า h โดยประมาณ 10,000 บาท เป็นค่าใช้จ่ายทางอ้อมของโครงการ)

T = X_7 วัน

$t_{1,2}$ เป็นระยะเวลาแล้วเสร็จที่กำหนดให้แก่งาน A (รื้อถอนทางเดินเท้าเดิม)

$t_{2,3}$ เป็นระยะเวลาแล้วเสร็จที่กำหนดให้แก่งาน B (ปรับระดับพื้นที่ และซ่อมแซมส่วนที่ชำรุด)

Copyright by Mahidol University

$t_{3,4}$ เป็นระยะเวลาแล้วเสร็จที่กำหนดให้แก่งาน C (ติดตั้งเครื่องประกอบถนน)

$t_{3,5}$ เป็นระยะเวลาแล้วเสร็จที่กำหนดให้แก่งาน D (ปลูกต้นไม้)

$t_{4,6}$ เป็นระยะเวลาแล้วเสร็จที่กำหนดให้แก่งาน E (ปูพื้นทางเดิน)

$t_{6,7}$ เป็นระยะเวลาแล้วเสร็จที่กำหนดให้แก่งาน F (ทำความสะอาดพื้นที่)

$$\begin{aligned}\text{Minimize Cost} = {} & 10{,}000X_7 + [470{,}000 + 5{,}000(45) - 5{,}000(t_{1,2})] \\ & + [91{,}254 + 3{,}080(30) - 3{,}080(t_{2,3})] \\ & + [26{,}830 + 1{,}440(10) - 1{,}440(t_{3,4})] \\ & + [3{,}500 + 950(7) - 950(t_{3,5})] \\ & + [611{,}760 + 10{,}500(70) - 10{,}500(t_{4,6})] \\ & + [1{,}500 + 0(2) - 0(t_{6,7})]\end{aligned}$$

ภายใต้ข้อจำกัดของสมการวัตถุประสงค์ ในระยะเวลาแต่ละงาน

$$\begin{aligned}
X_1 - X_2 + t_{1,2} &\le 0 \\
X_2 - X_3 + t_{2,3} &\le 0 \\
X_3 - X_4 + t_{3,4} &\le 0 \\
X_3 - X_5 + t_{3,5} &\le 0 \\
X_4 - X_6 + t_{4,6} &\le 0 \\
X_5 - X_6 + t_{5,6} &\le 0 \\
X_6 - X_7 + t_{6,7} &\le 0 \\
t_{1,2} &\le 45 \\
t_{1,2} &\ge 30 \\
t_{2,3} &\le 30 \\
t_{2,3} &\ge 23 \\
t_{3,4} &\le 16 \\
t_{3,4} &\ge 7 \\
t_{3,5} &\le 7 \\
t_{3,5} &\ge 5 \\
t_{4,6} &\le 70 \\
t_{4,6} &\ge 63
\end{aligned}$$

Copyright by Mahidol University

$$t_{5,6} \leq 0$$

$$t_{5,6} \geq 0$$

$$t_{6,7} \leq 2$$

$$t_{6,7} \geq 2$$

โดยที่ X_i และ $t_{i,j} \geq 0$

ภายใต้ข้อจำกัดของสมการวัตถุประสงค์ เวลาที่โครงการต้องแล้วเสร็จ

$$t_{1,2} + t_{2,3} + t_{3,5} + t_{5,6} + t_{6,7} \leq 164$$

$$t_{1,2} + t_{2,3} + t_{3,4} + t_{4,6} + t_{6,7} \leq 164$$

3.4 วิธีการวิเคราะห์ข้อมูล (Method Analysis)

เมื่อได้รูปแบบของสมการเชิงเส้นแล้ว สมการและข้อจำกัดของสมการที่ได้ จะนำมาแก้ปัญหาโดยใช้โปรแกรม Lindo ในส่วนของการวิเคราะห์โปรแกรมเชิงเส้น (Linear Programming) บนเครื่องคอมพิวเตอร์ PC

Copyright by Mahidol University

บทที่ 4
ผลการศึกษา

การศึกษาเรื่องแนวทางการพัฒนาสภาพแวดล้อมทางกายภาพโดยการจัดการระบบโครงสร้างพื้นฐานบริเวณรอบองค์พระปฐมเจดีย์ จังหวัดนครปฐม มีผลการศึกษาที่ประกอบด้วย ค่าใช้จ่ายต่ำสุดในการจัดการระบบโครงสร้างพื้นฐาน และระยะเวลาการทำงานที่น้อยที่สุดของการจัดการระบบโครงสร้างพื้นฐาน ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

4.1 ค่าใช้จ่ายต่ำสุดในการจัดการระบบโครงสร้างพื้นฐาน

ค่าใช้จ่ายต่ำสุดในการจัดการระบบโครงสร้างพื้นฐานต่างๆ ได้แก่ งานจัดการระบบไฟฟ้าและงานสายโทรศัพท์ใต้ดิน งานระบบประปา งานระบบระบายน้ำ และงานปรับปรุงทางเดินเท้า แสดงได้ในตารางที่ 4-1 (ดูผลการวิเคราะห์โปรแกรมเชิงเส้นในภาคผนวก ค และแนวทางการปรับปรุงรูปแบบสภาพแวดล้อมทางกายภาพในภาคผนวก ง)

ตารางที่ 4-1 ค่าใช้จ่ายในการจัดการระบบโครงสร้างพื้นฐาน

ชนิดงาน	ค่าใช้จ่าย (บาท) (ค่าแรงงาน,ค่าเชื้อเพลิง)	ค่าวัสดุก่อสร้าง (บาท)	รวมทั้งสิ้น (บาท)
1. งานวางสายไฟฟ้าและสายโทรศัพท์ใต้ดิน	2,637,381	68,617,170	71,254,551
2. งานระบบประปา	4,338,611	2,286,840	6,625,451
3. งานระบบระบายน้ำ	3,528,156	3,547,290	7,075,446
4. งานทางเดินเท้า	2,625,724	12,141,796	14,767,520
รวม	**13,129,872**	**86,593,096**	**99,722,968**

Copyright by Mahidol University

4.2 ระยะเวลาการทำงานที่น้อยที่สุดในแต่ละขั้นตอนของการจัดการระบบโครงสร้างพื้นฐาน

4.2.1 ระยะเวลาการทำงานที่น้อยที่สุดในการจัดการงานระบบไฟฟ้าและงานวางสายโทรศัพท์ใต้ดิน

จากการวิเคราะห์หาเวลาการทำงานที่น้อยที่สุดโดยใช้โปรแกรมเชิงเส้น ทำให้ได้คำตอบของตัวแปรตัดสินใจ คือจำนวนวันทำงานที่น้อยที่สุดซึ่งสามารถจัดการงานได้ในแต่ละขั้นตอน แสดงในตารางที่ 4-2

ตารางที่ 4-2 ผลการวิเคราะห์ระยะเวลาการทำงานที่น้อยที่สุดในการจัดการงานระบบไฟฟ้าและงานวางสายโทรศัพท์ใต้ดิน

ตัวแปรตัดสินใจ	ความหมายของตัวแปรตัดสินใจ	ระยะเวลาการทำงานที่น้อยที่สุด(วัน)
$t_{1,2}$	ระยะเวลาแล้วเสร็จที่กำหนดให้แก่งาน A (สำรวจสถานที่และอุปสรรคใต้ดิน)	4
$t_{2,3}$	ระยะเวลาแล้วเสร็จที่กำหนดให้แก่งาน B (จัดทำแบบ เอกสารและทดสอบวัสดุ)	10
$t_{3,4}$	ระยะเวลาแล้วเสร็จที่กำหนดให้แก่งาน C (รื้อถอนสิ่งปลูกสร้างเดิม)	6
$t_{3,5}$	ระยะเวลาแล้วเสร็จที่กำหนดให้แก่งาน D (เคลื่อนย้ายเข้าสู่สถานที่ก่อสร้าง)	5
$t_{5,6}$	ระยะเวลาแล้วเสร็จที่กำหนดให้แก่งาน E (ติดตั้งเครื่องจักรและอุปกรณ์ก่อสร้าง)	2
$t_{6,7}$	ระยะเวลาแล้วเสร็จที่กำหนดให้แก่งาน F (ก่อสร้างและวางระบบท่อ)	90
$t_{7,8}$	ระยะเวลาแล้วเสร็จที่กำหนดให้แก่งาน G (ติดตั้ง Man Hole)	18
$t_{7,9}$	ระยะเวลาแล้วเสร็จที่กำหนดให้แก่งาน H (ติดตั้งเสา Riser)	20
$t_{9,10}$	ระยะเวลาแล้วเสร็จที่กำหนดให้แก่งาน I(ขนย้ายเครื่องจักรอุปกรณ์ออกจากสถานที่)	2
$t_{10,11}$	เป็นระยะเวลาแล้วเสร็จที่กำหนดให้แก่งาน J (เก็บกวาด ทำความสะอาดสถานที่)	2
รวมระยะเวลาในการทำงานทั้งหมด		159

นอกจากนั้นยังมีการวิเคราะห์ความไวของการเปลี่ยนแปลงค่าสัมประสิทธิ์ในสมการเป้าหมาย (Objective Coefficient Ranges) และความไวของการเปลี่ยนแปลงค่าคงที่ด้านขวามือของสมการ (Right Hand Side:RHS) เพื่อให้ทราบค่าช่วงของการเปลี่ยนแปลงที่ยังทำให้คำตอบของตัวแปรตัดสินใจที่ได้ยังเป็นคำตอบที่ดีที่สุด ผลการวิเคราะห์สมการแสดงในตารางที่ 4-3 และ ตารางที่ 4-4

Copyright by Mahidol University

ตารางที่ 4-3 ผลการวิเคราะห์ความไวของการเปลี่ยนแปลงค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรในสมการเป้าหมาย

ตัวแปรในสมการเป้าหมายที่มีค่าสัมประสิทธิ์	ค่าเริ่มต้นของสัมประสิทธิ์	ค่าสูงสุดของสัมประสิทธิ์	ค่าต่ำสุดของสัมประสิทธิ์
X_{11}	30,000	30,000+1,250=31,250	30,000-5,000=25,000
$t_{3,4}$	-25,000	+INFINITY	-25,000-5,000=-30,000
$t_{6,7}$	-31,250	-31,250+1,250=-32,500	-INFINITY
$t_{7,9}$	-2,500	+INFINITY	-2,500-27,500=-30,000
$t_{9,10}$	-2,000	+INFINITY	-2,000-28,000=-30,000

จากตารางที่ 4-3 ค่าความไวของการเปลี่ยนแปลงค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรในสมการเป้าหมาย จะมีความผันแปรจากค่าเริ่มต้นถึงค่าต่ำสุด ดังนี้ ที่ค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรระยะเวลาที่โครงการแล้วเสร็จ (X_{11}) จะผันแปรจาก 30,000 ถึง 25,000 บาท ค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรระยะเวลาแล้วเสร็จที่กำหนดให้แก่งานรื้อถอนสิ่งปลูกสร้างเดิม ($t_{3,4}$) ผันแปรจาก -25,000 ถึง -30,000 บาท ค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรระยะเวลาแล้วเสร็จที่กำหนดให้แก่งานติดตั้งเสา Riser ($t_{7,9}$) ผันแปรจาก –2,500 ถึง -30,000 บาท ค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรระยะเวลาแล้วเสร็จที่กำหนดให้แก่งานเก็บกวาดและทำความสะอาดสถานที่ ($t_{9,10}$) ผันแปรจาก –2,000 ถึง -30,000 บาท และค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรระยะเวลาแล้วเสร็จที่กำหนดให้แก่งานก่อสร้างและวางระบบท่อ ($t_{6,7}$) จะผันแปรจากค่าเริ่มต้นที่-31,250 ถึงค่าสูงสุด 32,500 บาท

ตารางที่ 4-4 ผลการวิเคราะห์ความไวของการเปลี่ยนแปลงค่าคงที่ด้านขวามือของสมการ(Right Hand Side: RHS)

ค่าคงที่ของสมการวัตถุประสงค์ B (i)	ค่าเริ่มต้น	ค่าสูงสุด	ค่าต่ำสุด
B(14)	4	4+31=35	4-4=0
B(15)	10	10+31=41	10-10=0
B(17)	6	6+2=8	6-1=5
B(18)	5	5+1=6	5-5=0
B(20)	2	2+31=33	2-2=0
B(21)	90	90+31=121	90-4=86

Copyright by Mahidol University

ตารางที่ 4-4 (ต่อ) ผลการวิเคราะห์ความไวของการเปลี่ยนแปลงค่าคงที่ด้านขวามือของสมการ (Right Hand Side: RHS)

ค่าคงที่ของสมการวัตถุประสงค์ B (i)	ค่าเริ่มต้น	ค่าสูงสุด	ค่าต่ำสุด
B(23)	18	18+2=20	18-18=0
B(25)	20	20+4=24	20-2=18
B(28)	2	2+1=3	2-2=0
B(29)	2	2+31=33	2-2=0
B(30)	166	+INFINITY	166-32=134
B(31)	166	+INFINITY	166-31=135

จากตารางที่ 4-4 ค่าความไวของการเปลี่ยนแปลงค่าคงที่ด้านขวามือของสมการมีการเปลี่ยนแปลงระยะเวลาในการทำงาน ผันแปรจากค่าเริ่มต้นถึงค่าต่ำสุด ดังนี้

ระยะเวลาแล้วเสร็จที่กำหนดให้แก่งานสำรวจสถานที่และอุปสรรคใต้ดิน(B14) ผันแปรจากค่าเริ่มต้นที่ 4 ถึงค่าต่ำสุดศูนย์ ระยะเวลาแล้วเสร็จที่กำหนดให้แก่งานจัดทำแบบ เอกสารและทดสอบวัสดุ (B15) ผันแปรจากค่าเริ่มต้นที่ 10 ถึงค่าต่ำสุดศูนย์ ระยะเวลาแล้วเสร็จที่กำหนดให้แก่งานรื้อถอนสิ่งปลูกสร้างเดิม (B17) ผันแปรจากค่าเริ่มต้นที่ 6 ถึง 5 วัน ระยะเวลาแล้วเสร็จที่กำหนดให้แก่งานเคลื่อนย้ายเข้าสู่สถานที่ก่อสร้าง (B18) ผันแปรจากค่าเริ่มต้นที่ 5 ถึงค่าต่ำสุดศูนย์ ระยะเวลาแล้วเสร็จที่กำหนดให้แก่งานติดตั้งเครื่องจักรและอุปกรณ์ก่อสร้าง (B20)ผันแปรจากค่าเริ่มต้นที่ 2 ถึงค่าต่ำสุดศูนย์ ระยะเวลาแล้วเสร็จที่กำหนดให้แก่งานก่อสร้างและวางระบบท่อ(B21) ผันแปรจากค่าเริ่มต้นที่ 90 ถึงค่าต่ำสุด 86 วัน ระยะเวลาแล้วเสร็จที่กำหนดให้แก่งานติดตั้ง Man Hole (B23) ผันแปรจากค่าเริ่มต้นที่ 18 ถึงค่าต่ำสุดศูนย์ ระยะเวลาแล้วเสร็จที่กำหนดให้แก่งาน ติดตั้งเสา Riser (B25) ผันแปรจากค่าเริ่มต้นที่ 20 ถึงค่าต่ำสุด 18 วัน ระยะเวลาแล้วเสร็จที่กำหนดให้แก่งานขนย้ายเครื่องจักรอุปกรณ์ออกจากสถานที่ (B28)ผันแปรจากค่าเริ่มต้นที่ 2 ถึงค่าต่ำสุดศูนย์ ระยะเวลาแล้วเสร็จที่กำหนดให้แก่งานเก็บกวาด ทำความสะอาดสถานที่ (B29)ผันแปรจากค่าเริ่มต้นที่ 2 ถึงค่าต่ำสุดศูนย์ ระยะเวลาแล้วเสร็จของโครงการ (B30) ผันแปรจากค่าเริ่มต้นที่ 166 ถึงค่าต่ำสุด 134 วัน และระยะเวลาแล้วเสร็จของโครงการ (B31) ผันแปรจากค่าเริ่มต้นที่166 ถึงค่าต่ำสุด 135 วัน

4.2.2 ระยะเวลาการทำงานที่น้อยที่สุดในการจัดการงานระบบประปา

จากการวิเคราะห์หาเวลาการทำงานที่น้อยที่สุดโดยใช้โปรแกรมเชิงเส้น ทำให้ได้คำตอบของตัวแปรตัดสินใจ คือจำนวนวันทำงานที่น้อยที่สุดซึ่งสามารถจัดการงานได้ในแต่ละขั้นตอน แสดงในตารางที่ 4-5

Copyright by Mahidol University

ตารางที่ 4-5 ผลการวิเคราะห์ระยะเวลาการทำงานที่น้อยที่สุดในการจัดการงานระบบประปา

ตัวแปรตัดสินใจ	ความหมายของตัวแปรตัดสินใจ	ระยะเวลาการทำงานที่น้อยที่สุด (วัน)
$t_{1,2}$	ระยะเวลาแล้วเสร็จที่กำหนดให้แก่งาน A (ขุดเจาะพื้นที่ รื้อถอนท่อประปาเดิม)	15
$t_{2,3}$	ระยะเวลาแล้วเสร็จที่กำหนดให้แก่งาน B(ปรับระดับพื้นที่ ตรวจสอบความลาดเอียง)	6
$t_{3,4}$	ระยะเวลาแล้วเสร็จที่กำหนดให้แก่งาน C (งานคอนกรีตรองพื้น)	60
$t_{4,5}$	ระยะเวลาแล้วเสร็จที่กำหนดให้แก่งาน D (ก่อสร้างและวางระบบท่อ)	12
$t_{5,6}$	ระยะเวลาแล้วเสร็จที่กำหนดให้แก่งาน E (เชื่อมท่อ)	7
$t_{6,7}$	ระยะเวลาแล้วเสร็จที่กำหนดให้แก่งาน F (ทดสอบและล้างท่อ)	3
$t_{7,8}$	ระยะเวลาแล้วเสร็จที่กำหนดให้แก่งาน G (เก็บกวาด ทำความสะอาดสถานที่)	15
	รวมระยะเวลาในการทำงานทั้งหมด	118

ผลการวิเคราะห์ความไวของการเปลี่ยนแปลงค่าสัมประสิทธิ์ในสมการเป้าหมาย (Objective Coefficient Ranges) และความไวของการเปลี่ยนแปลงค่าคงที่ด้านขวามือของสมการ (Right Hand Side:RHS) แสดงในตารางที่ 4-6 และ ตารางที่ 4-7

ตารางที่ 4-6 ผลการวิเคราะห์ความไวของการเปลี่ยนแปลงค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรในสมการเป้าหมาย

ตัวแปรในสมการเป้าหมายที่มีค่าสัมประสิทธิ์	ค่าเริ่มต้นของสัมประสิทธิ์	ค่าสูงสุดของสัมประสิทธิ์	ค่าต่ำสุดของสัมประสิทธิ์
X_8	25,000	30,000+800=30,800	30,000-7,783=22,217
$t_{1,2}$	-25,800	-25,800+800=-25,000	-INFINITY
$t_{2,3}$	-2,500	+INFINITY	-2,500-22,500=-25,000
$t_{4,5}$	-17,217	+INFINITY	-17,217-7,783=-25,000
$t_{7,8}$	-565	+INFINITY	-565-24,435=-25,000

จากตารางที่ 4-6 ค่าความไวของการเปลี่ยนแปลงค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรในสมการเป้าหมาย จะมีความผันแปรจากค่าเริ่มต้นถึงค่าต่ำสุด ดังนี้ ที่ค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรระยะเวลาที่โครงการแล้วเสร็จ (X_8) จะผันแปรจาก 25,000 ถึง 22,217 บาท ค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรระยะ

Copyright by Mahidol University

เวลาแล้วเสร็จที่กำหนดให้แก่งานปรับระดับพื้นที่และตรวจสอบความลาดเอียง ($t_{2,3}$) ผันแปรจาก –2,500 ถึง -25,000 บาท ค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรระยะเวลาแล้วเสร็จที่กำหนดให้แก่งานก่อสร้างและวางระบบท่อ ($t_{4,5}$) ผันแปรจาก –17,217 ถึง-25,000 บาท ค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรระยะเวลาแล้วเสร็จที่กำหนดให้แก่งานเก็บกวาดและทำความสะอาดสถานที่ ($t_{7,8}$) ผันแปรจากค่าเริ่มต้น-565 ถึง- 25,000 บาท และค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรระยะเวลาแล้วเสร็จที่กำหนดให้แก่งานขุดเจาะพื้นที่และรื้อถอนท่อประปาเดิม($t_{1,2}$) จะผันแปรจากค่าเริ่มต้น –25,800 ถึงค่าสูงสุด –25,000 บาท

ตารางที่ 4-7 ผลการวิเคราะห์ความไวของการเปลี่ยนแปลงค่าคงที่ด้านขวามือของสมการ(Right Hand Side: RHS)

ค่าคงที่ของสมการวัตถุประสงค์ B (i)	ค่าเริ่มต้น	ค่าสูงสุด	ค่าต่ำสุด
B(9)	15	15+12=27	15-2=13
B(12)	6	6+4=10	6-6=0
B13)	60	60+12=72	60-60=0
B(15)	12	12+3=15	12-12=0
B(16)	7	7+12=19	7-7=0
B(17)	3	3+12=15	3-3=0
B(19)	15	15+5=20	15-15=0
B(20)	130	+INFINITY	130-12=118

จากตารางที่ 4-7 ค่าความไวของการเปลี่ยนแปลงค่าคงที่ด้านขวามือของสมการมีการเปลี่ยนแปลงระยะเวลาในการทำงาน ผันแปรจากค่าเริ่มต้นถึงค่าต่ำสุด ดังนี้

ระยะเวลาแล้วเสร็จที่กำหนดให้แก่งานขุดเจาะพื้นที่และรื้อถอนท่อประปาเดิม (B9) ผันแปรจากค่าเริ่มต้นที่ 15 ถึงค่าต่ำสุด 13 วัน ระยะเวลาแล้วเสร็จที่กำหนดให้แก่งานปรับระดับพื้นที่และตรวจสอบความลาดเอียง (B12) ผันแปรจากค่าเริ่มต้นที่ 6 ถึงค่าต่ำสุดศูนย์ ระยะเวลาแล้วเสร็จที่กำหนดให้แก่งานคอนกรีตรองพื้น (B13) ผันแปรจากค่าเริ่มต้นที่ 60 ถึง ค่าต่ำสุดศูนย์ ระยะเวลาแล้วเสร็จที่กำหนดให้แก่งานก่อสร้างและวางระบบท่อ (B15) ผันแปรจากค่าเริ่มต้นที่ 12 ถึงค่าต่ำสุดศูนย์ ระยะเวลาแล้วเสร็จที่กำหนดให้แก่งานเชื่อมท่อ (B16) ผันแปรจากค่าเริ่มต้นที่ 7ถึงค่าต่ำสุดศูนย์ ระยะเวลาแล้วเสร็จที่กำหนดให้แก่งานทดสอบและล้างท่อ (B17) ผันแปรจากค่าเริ่มต้นที่ 3 ถึงค่าต่ำสุดศูนย์ ระยะเวลาแล้วเสร็จที่กำหนดให้แก่งานเก็บกวาด ทำความสะอาดสถานที่ (B19) ผัน

Copyright by Mahidol University

แปรจากค่าเริ่มต้นที่ 15 ถึงค่าต่ำสุดศูนย์ และระยะเวลาแล้วเสร็จของโครงการ (B20) ผันแปรจากค่าเริ่มต้นที่ 130 ถึงค่าต่ำสุด 118 วัน

4.2.3 ระยะเวลาการทำงานที่น้อยที่สุดในการจัดการงานระบบระบายน้ำ

จากการวิเคราะห์หาเวลาการทำงานที่น้อยที่สุดโดยใช้โปรแกรมเชิงเส้น ทำให้ได้คำตอบของตัวแปรตัดสินใจ คือจำนวนวันทำงานที่น้อยที่สุดซึ่งสามารถจัดการงานได้ในแต่ละขั้นตอน แสดงในตารางที่ 4-8

ตารางที่ 4-8 ผลการวิเคราะห์ระยะเวลาการทำงานที่น้อยที่สุดในการจัดการงานระบบระบายน้ำ

ตัวแปรตัดสินใจ	ความหมายของตัวแปรตัดสินใจ	ระยะเวลาการทำงานที่น้อยที่สุด (วัน)
$t_{1,2}$	ระยะเวลาแล้วเสร็จที่กำหนดให้แก่งาน A (ขุดเจาะพื้นที่ รื้อถอนท่อระบายน้ำเดิม)	45
$t_{2,3}$	ระยะเวลาแล้วเสร็จที่กำหนดให้แก่งาน B(ปรับระดับพื้นที่ ตรวจสอบความลาดเอียง)	18
$t_{3,4}$	ระยะเวลาแล้วเสร็จที่กำหนดให้แก่งาน C (ก่อสร้างและวางระบบท่อ)	62
$t_{3,5}$	ระยะเวลาแล้วเสร็จที่กำหนดให้แก่งาน D (ติดตั้งบ่อพัก)	20
$t_{4,6}$	ระยะเวลาแล้วเสร็จที่กำหนดให้แก่งาน E (เชื่อมท่อ)	20
$t_{6,7}$	ระยะเวลาแล้วเสร็จที่กำหนดให้แก่งาน F (ทดสอบและล้างท่อ)	3
$t_{7,8}$	ระยะเวลาแล้วเสร็จที่กำหนดให้แก่งาน G (กลบและ ทำความสะอาดพื้นที่)	15
	รวมระยะเวลาในการทำงานทั้งหมด	183

ผลการวิเคราะห์ความไวของการเปลี่ยนแปลงค่าสัมประสิทธิ์ในสมการเป้าหมาย (Objective Coefficient Ranges) และความไวของการเปลี่ยนแปลงค่าคงที่ด้านขวามือของสมการ (Right Hand Side:RHS) แสดงในตารางที่ 4-9 และ ตารางที่ 4-10

Copyright by Mahidol University

ตารางที่ 4-9 ผลการวิเคราะห์ความไวของการเปลี่ยนแปลงค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรในสมการเป้าหมาย

ตัวแปรในสมการเป้าหมายที่มีค่าสัมประสิทธิ์	ค่าเริ่มต้นของสัมประสิทธิ์	ค่าสูงสุดของสัมประสิทธิ์	ค่าต่ำสุดของสัมประสิทธิ์
X_8	15,000	30,000+680=30,680	30,000-6,250=23,750
$t_{1,2}$	-15,680	-15,680+680=-15,000	-INFINITY
$t_{2,3}$	-32,500	+INFINITY	-32,500-11,800=-44,300
$t_{3,4}$	-8,750	+INFINITY	-8,750-6,250=-15,000
$t_{3,5}$	-1,500	-1,500+1,500=0	-INFINITY
$t_{7,8}$	-720	+INFINITY	-720-14,280=-15,000

จากตารางที่4-9 ค่าความไวของการเปลี่ยนแปลงค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรในสมการเป้าหมาย จะมีความผันแปรจากค่าเริ่มต้นถึงค่าต่ำสุด ดังนี้ ที่ค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรระยะเวลาที่โครงการแล้วเสร็จ (X_8) จะผันแปรจาก 15,000 ถึง 23,750 บาท ค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรระยะเวลาแล้วเสร็จที่กำหนดให้แก่งานปรับระดับพื้นที่และตรวจสอบความลาดเอียง ($t_{2,3}$) ผันแปรจาก –32,500 ถึง -44,300 บาท ค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรระยะเวลาแล้วเสร็จที่กำหนดให้แก่งานก่อสร้างและวางระบบท่อ ($t_{3,4}$) ผันแปรจาก –8,750 ถึง-15,000 บาท ค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรระยะเวลาแล้วเสร็จที่กำหนดให้แก่งานเก็บกวาดและทำความสะอาดสถานที่ ($t_{7,8}$) ผันแปรจากค่าเริ่มต้น-720 ถึง- 15,000 บาท และค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรระยะเวลาแล้วเสร็จที่กำหนดให้แก่งานขุดเจาะพื้นที่และรื้อถอนท่อประปาเดิม ($t_{1,2}$)จะผันแปรจากค่าเริ่มต้นที่ –15,680 ถึงค่าสูงสุด –15,000 บาท ค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรระยะเวลาแล้วเสร็จที่กำหนดให้แก่งานติดตั้งบ่อพัก ($t_{3,5}$) ผันแปรจากค่าเริ่มต้นที่ –1,500 ถึงค่าสูงสุดศูนย์

ตารางที่ 4-10 ผลการวิเคราะห์ความไวของการเปลี่ยนแปลงค่าคงที่ด้านขวามือของสมการ(Right Hand Side: RHS)

ค่าคงที่ของสมการวัตถุประสงค์ B (i)	ค่าเริ่มต้น	ค่าสูงสุด	ค่าต่ำสุด
B(10)	45	45+23=68	45-15=30
B(13)	18	18+2=20	18-18=0
B(15)	62	62+8=70	62-62=0
B(16)	20	20+62=82	20-5=15

Copyright by Mahidol University

ตารางที่ 4-10 (ต่อ) ผลการวิเคราะห์ความไวของการเปลี่ยนแปลงค่าคงที่ด้านขวามือของสมการ (Right Hand Side: RHS)

ค่าคงที่ของสมการวัตถุประสงค์ B (i)	ค่าเริ่มต้น	ค่าสูงสุด	ค่าต่ำสุด
B(18)	20	20+23=43	20-20=0
B(20)	3	3+23=26	3-3=0
B(22)	15	15+5=20	15-15=0
B(23)	186	+INFINITY	186-23=163
B(24)	186	+INFINITY	186-85=101

จากตารางที่ 4-10 ค่าความไวของการเปลี่ยนแปลงค่าคงที่ด้านขวามือของสมการมีการเปลี่ยนแปลงระยะเวลาในการทำงาน ผันแปรจากค่าเริ่มต้นถึงค่าต่ำสุด ดังนี้

ระยะเวลาแล้วเสร็จที่กำหนดให้แก่งานขุดเจาะพื้นที่และรื้อถอนท่อระบายน้ำเดิม (B10) ผันแปรจากค่าเริ่มต้นที่ 45 ถึงค่าต่ำสุด 30 วัน ระยะเวลาแล้วเสร็จที่กำหนดให้แก่งานปรับระดับพื้นที่และตรวจสอบความลาดเอียง (B13) ผันแปรจากค่าเริ่มต้นที่ 18 ถึงค่าต่ำสุดศูนย์ ระยะเวลาแล้วเสร็จที่กำหนดให้แก่งานก่อสร้างและวางระบบท่อ (B15) ผันแปรจากค่าเริ่มต้นที่ 62 ถึงค่าต่ำสุดศูนย์ ระยะเวลาแล้วเสร็จที่กำหนดให้แก่งานติดตั้งบ่อพัก (B16) ผันแปรจากค่าเริ่มต้นที่ 20 ถึง 15 วัน ระยะเวลาแล้วเสร็จที่กำหนดให้แก่งานเชื่อมท่อ (B18) ผันแปรจากค่าเริ่มต้นที่ 20 ถึงค่าต่ำสุดศูนย์ ระยะเวลาแล้วเสร็จที่กำหนดให้แก่งานทดสอบและล้างท่อ (B20) ผันแปรจากค่าเริ่มต้นที่ 3 ถึงค่าต่ำสุดศูนย์ ระยะเวลาแล้วเสร็จที่กำหนดให้แก่งานเก็บกวาด ทำความสะอาดสถานที่ (B22) ผันแปรจากค่าเริ่มต้น 15 ถึงค่าต่ำสุดศูนย์ และระยะเวลาแล้วเสร็จของโครงการ (B23) ผันแปรจากค่าเริ่มต้นที่ 186 ถึงค่าต่ำสุด 163 วัน ระยะเวลาแล้วเสร็จของโครงการ (B24) ผันแปรจากค่าเริ่มต้นที่ 186 ถึงค่าต่ำสุด 101 วัน

4.2.4 ระยะเวลาการทำงานที่น้อยที่สุดในการจัดการงานทางเดินเท้า

จากการวิเคราะห์หาเวลาการทำงานที่น้อยที่สุดโดยใช้โปรแกรมเชิงเส้น ทำให้ได้คำตอบของตัวแปรตัดสินใจ คือจำนวนวันทำงานที่น้อยที่สุดซึ่งสามารถจัดการงานได้ในแต่ละขั้นตอน แสดงในตารางที่ 4-11

Copyright by Mahidol University

ตารางที่ 4-11 ผลการวิเคราะห์ระยะเวลาการทำงานที่น้อยที่สุดในการจัดการงานทางเดินเท้า

ตัวแปรตัดสินใจ	ความหมายของตัวแปรตัดสินใจ	ระยะเวลาการทำงานที่น้อยที่สุด (วัน)
$t_{1,2}$	ระยะเวลาแล้วเสร็จที่กำหนดให้แก่งาน A (รื้อถอนทางเดินเท้าเดิม)	30
$t_{2,3}$	ระยะเวลาแล้วเสร็จที่กำหนดให้แก่งาน B(ปรับระดับพื้นที่ ซ่อมแซมส่วนที่ชำรุด)	23
$t_{3,4}$	ระยะเวลาแล้วเสร็จที่กำหนดให้แก่งาน C (ติดตั้งเครื่องประกอบถนน)	7
$t_{3,5}$	ระยะเวลาแล้วเสร็จที่กำหนดให้แก่งาน D (ปลูกต้นไม้)	7
$t_{4,6}$	ระยะเวลาแล้วเสร็จที่กำหนดให้แก่งาน E (ปูพื้นทางเดิน)	70
$t_{6,7}$	ระยะเวลาแล้วเสร็จที่กำหนดให้แก่งาน F (ทำความสะอาดพื้นที่)	2
	รวมระยะเวลาในการทำงานทั้งหมด	139

ผลการวิเคราะห์ความไวของการเปลี่ยนแปลงค่าสัมประสิทธิ์ในสมการเป้าหมาย (Objective Coefficient Ranges) และความไวของการเปลี่ยนแปลงค่าคงที่ด้านขวามือของสมการ (Right Hand Side:RHS) แสดงในตารางที่ 4-12 และ ตารางที่ 4-13

ตารางที่ 4-12 ผลการวิเคราะห์ความไวของการเปลี่ยนแปลงค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรในสมการเป้าหมาย

ตัวแปรในสมการเป้าหมายที่มีค่าสัมประสิทธิ์	ค่าเริ่มต้นของสัมประสิทธิ์	ค่าสูงสุดของสัมประสิทธิ์	ค่าต่ำสุดของสัมประสิทธิ์
X_7	10,000	10,000+500=10,500	10,000-5,000=5,000
$t_{1,2}$	-5,000	+INFINITY	-5,000-5,000=-10,000
$t_{2,3}$	-3,080	+INFINITY	-3,080-6,920=-10,000
$t_{3,4}$	-1,440	+INFINITY	-1,440-8,560=-10,000
$t_{3,5}$	-950	-950+950=0	-INFINITY
$t_{4,6}$	-10,500	-10,500+500=-10,000	-INFINITY

จากตารางที่ 4-12 ค่าความไวของการเปลี่ยนแปลงค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรในสมการเป้าหมาย จะมีความผันแปรจากค่าเริ่มต้นถึงค่าต่ำสุด ดังนี้ ที่ค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรระยะเวลาที่โครงการแล้วเสร็จ (X_7) จะผันแปรจาก 10,000 ถึง 5,000 บาท ค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรระยะเวลา

Copyright by Mahidol University

แล้วเสร็จที่กำหนดให้แก่งานรื้อถอนทางเดินเท้าเดิม ($t_{1,2}$) ผันแปรจาก –5,000 ถึง -10,000 บาท ค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรระยะเวลาแล้วเสร็จที่กำหนดให้แก่งานปรับระดับพื้นที่และซ่อมแซมส่วนที่ชำรุด ($t_{2,3}$) ผันแปรจาก –3,080 ถึง-10,000 บาท ค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรระยะเวลาแล้วเสร็จที่กำหนดให้แก่งานติดตั้งเครื่องประกอบถนน ($t_{3,4}$) ผันแปรจากค่าเริ่มต้น-1,440 ถึง- 10,000 บาท และค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรระยะเวลาแล้วเสร็จที่กำหนดให้แก่งานปลูกต้นไม้ ($t_{3,5}$)จะผันแปรจากค่าเริ่มต้นที่ –950 ถึงค่าสูงสุดศูนย์ ค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรระยะเวลาแล้วเสร็จที่กำหนดให้แก่งานปูพื้นทางเดิน ($t_{4,6}$) ผันแปรจากค่าเริ่มต้นที่ –10,500 ถึงค่าสูงสุด –10,000 บาท

ตารางที่ 4-13 ผลการวิเคราะห์ความไวของการเปลี่ยนแปลงค่าคงที่ด้านขวามือของสมการ (Right Hand Side: RHS)

ค่าคงที่ของสมการวัตถุประสงค์ B (i)	ค่าเริ่มต้น	ค่าสูงสุด	ค่าต่ำสุด
B(10)	30	30+15=45	30-30=0
B(12)	23	23+7=30	23-23=0
B(14)	7	7+9=16	7-7=0
B(15)	7	7+70=77	7-2=5
B(17)	70	70+32=102	70-7=63
B(20)	2	2+32=34	2-2=0
B(21)	164	+INFINITY	164-102=162
B(22)	164	+INFINITY	164-32=132

จากตารางที่ 4-13 ค่าความไวของการเปลี่ยนแปลงค่าคงที่ด้านขวามือของสมการมีการเปลี่ยนแปลงระยะเวลาในการทำงาน ผันแปรจากค่าเริ่มต้นถึงค่าต่ำสุด ดังนี้

ระยะเวลาแล้วเสร็จที่กำหนดให้แก่งานรื้อถอนทางเดินเท้าเดิม (B10) ผันแปรจากค่าเริ่มต้นที่ 30 ถึงค่าต่ำสุดศูนย์ ระยะเวลาแล้วเสร็จที่กำหนดให้แก่งานปรับระดับพื้นที่และซ่อมแซมส่วนที่ชำรุด(B12) ผันแปรจากค่าเริ่มต้นที่ 23 ถึงค่าต่ำสุดศูนย์ ระยะเวลาแล้วเสร็จที่กำหนดให้แก่งานติดตั้งเครื่องประกอบถนน (B14) ผันแปรจากค่าเริ่มต้นที่ 7 ถึงค่าต่ำสุดศูนย์ ระยะเวลาแล้วเสร็จที่กำหนดให้แก่งานปลูกต้นไม้ (B15) ผันแปรจากค่าเริ่มต้นที่ 7 ถึง 5 วัน ระยะเวลาแล้วเสร็จที่กำหนดให้แก่งานปูพื้นทางเดิน (B17) ผันแปรจากค่าเริ่มต้นที่ 70 ถึง 63 วัน ระยะเวลาแล้วเสร็จที่กำหนดให้แก่งานทำความสะอาดพื้นที่ (B20) ผันแปรจากค่าเริ่มต้น 2 ถึงค่าต่ำสุดศูนย์ และระยะเวลาแล้วเสร็จ

Copyright by Mahidol University

ของโครงการ (B21) ผันแปรจากค่าเริ่มต้นที่ 164 ถึงค่าต่ำสุด 162 วัน ระยะเวลาแล้วเสร็จของโครงการ (B24) ผันแปรจากค่าเริ่มต้นที่ 164 ถึงค่าต่ำสุด 132 วัน

Copyright by Mahidol University

บทที่ 5
อภิปรายและสรุปผล

5.1 อภิปรายผล

5.1.1 ค่าใช้จ่ายต่ำสุดในการจัดการระบบโครงสร้างพื้นฐาน

ผลการวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายต่ำสุดในการจัดการระบบโครงสร้างพื้นฐานโดยใช้โปรแกรมเชิงเส้น จากตารางที่ 4-1 พบว่า ในแต่ละงานมีค่าใช้จ่ายต่ำกว่าการทำงานแบบปกติ โดยงานวางสายไฟฟ้าและสายโทรศัพท์ใต้ดิน มีค่าใช้จ่าย 2,637,381 บาท ซึ่งหากเป็นการทำงานแบบปกติจะเสียค่าใช้จ่าย 3,475,381 บาท (คำนวณจากการแทนค่าระยะเวลาการทำงานแบบปกติ โดยไม่มีการเร่งงาน ในสมการ 3.3.1) มีส่วนต่างของค่าใช้จ่าย 838,000 บาท หรือลดลง 24.11% งานระบบประปามีค่าใช้จ่าย 4,338,611 บาท ซึ่งการทำงานแบบปกติจะเสียค่าใช้จ่าย 4,574,135 บาท (คำนวณจากการแทนค่าระยะเวลาการทำงานแบบปกติ โดยไม่มีการเร่งงาน ในสมการ 3.3.2) มีส่วนต่างของค่าใช้จ่าย 235,524 บาท หรือลดลง 5.14% งานระบบระบายน้ำมีค่าใช้จ่าย 3,528,156 บาท ซึ่งการทำงานแบบปกติจะเสียค่าใช้จ่าย 3,153,756 บาท (คำนวณจากการแทนค่าระยะเวลาการทำงานแบบปกติ โดยไม่มีการเร่งงาน ในสมการ 3.3.3) มีส่วนต่างของค่าใช้จ่าย 374,400 บาท หรือลดลง 10.61% งานปรับปรุงทางเดินเท้ามีค่าใช้จ่าย 2,625,724 บาท ซึ่งการทำงานแบบปกติจะเสียค่าใช้จ่าย 2,844,944 บาท (คำนวณจากการแทนค่าระยะเวลาการทำงานแบบปกติ โดยไม่มีการเร่งงาน ในสมการ 3.3.4) มีส่วนต่างของค่าใช้จ่าย 219,220 บาท หรือลดลง 7.71%

จากผลการวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายข้างต้นพบว่า มีเพียงงานวางสายไฟฟ้าและสายโทรศัพท์ใต้ดินเท่านั้นที่มีค่าใช้จ่ายลดลงมากกว่า 15 % ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้

5.1.2 ระยะเวลาที่น้อยที่สุดในการจัดการระบบโครงสร้างพื้นฐาน

5.1.2.1 งานวางสายไฟฟ้าและสายโทรศัพท์ใต้ดิน

จากตารางที่ 4-2 พบว่า ระยะเวลาในการทำงานรวมทั้งหมดเท่ากับ 159 วัน โดยระยะเวลาการทำงานแบบปกติจะใช้เวลาถึง 166 วัน ซึ่งมีส่วนต่างในการทำงานลดลง 7 วัน แต่อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาการทำงานในแต่ละขั้นตอนจากผังการจัดการ (ภาคผนวก ข/ข-1)จะเห็นว่า มี

Copyright by Mahidol University

การทำงานบางขั้นตอนสามารถเริ่มงานพร้อมกันได้ คือ งาน C และงาน D งาน Gและงาน H โดยจะทำให้ระยะเวลารวมในการทำงานทั้งหมดลดลงได้อีก เหลือเพียง 136 วัน ซึ่งจะเท่ากับการใช้โปรแกรมเชิงเส้นวิเคราะห์จำนวนเวลาทำงานรวมทั้งสิ้นของโครงการที่น้อยที่สุด (X_{11}) โดย X_{11} ก็คือเวลาที่เร็วที่สุดที่จะสามารถเกิดเหตุการณ์ที่ 11 ซึ่งเป็นเหตุการณ์สุดท้ายได้ และเวลาในการทำงานที่ลดลงจากเวลาปกติ ถึง 30 วัน ทำให้ลดค่าใช้จ่ายลงได้ 24.11%

5.1.2.2 งานระบบประปา

จากตารางที่ 4-5 พบว่า ระยะเวลาในการทำงานรวมทั้งหมดเท่ากับ 118 วัน โดยระยะเวลาการทำงานแบบปกติจะใช้เวลาถึง 130 วัน ซึ่งมีส่วนต่างในการทำงานลดลง 12 วัน และเมื่อพิจารณาการทำงานในแต่ละขั้นตอนจากผังการจัดการ (ภาคผนวก ข/ข-3)จะเห็นว่า มีการทำงานในแต่ละขั้นตอน ไม่มีงานใดเลยที่สามารถเริ่มงานพร้อมกันได้ ทำให้ระยะเวลารวมในการทำงานทั้งหมดไม่ลดลงได้อีก ซึ่งจะเท่ากับการใช้โปรแกรมเชิงเส้นวิเคราะห์จำนวนเวลาทำงานรวมทั้งสิ้นของโครงการที่น้อยที่สุด (X_8) โดย X_8 ก็คือเวลาที่เร็วที่สุดที่จะสามารถเกิดเหตุการณ์ที่ 8 ซึ่งเป็นเหตุการณ์สุดท้ายได้ และเวลาในการทำงานที่ลดลงจากเวลาปกติ 12 วัน ทำให้ลดค่าใช้จ่ายลงได้ 5.14%

5.1.2.3 งานระบบระบายน้ำ

จากตารางที่ 4-8 พบว่า ระยะเวลาในการทำงานรวมทั้งหมดเท่ากับ 183 วัน โดยระยะเวลาการทำงานแบบปกติจะใช้เวลาถึง 186 วัน ซึ่งมีส่วนต่างในการทำงานลดลง 3 วัน แต่อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาการทำงานในแต่ละขั้นตอนจากผังการจัดการ (ภาคผนวก ข/ข-5)จะเห็นว่า มีการทำงานบางขั้นตอนสามารถเริ่มงานพร้อมกันได้ คือ งาน C และงาน D โดยจะทำให้ระยะเวลารวมในการทำงานทั้งหมดลดลงได้อีก เหลือเพียง 163 วัน ซึ่งจะเท่ากับการใช้โปรแกรมเชิงเส้นวิเคราะห์จำนวนเวลาทำงานรวมทั้งสิ้นของโครงการที่น้อยที่สุด (X_8) โดย X_8 ก็คือเวลาที่เร็วที่สุดที่จะสามารถเกิดเหตุการณ์ที่ 8 ซึ่งเป็นเหตุการณ์สุดท้ายได้ และเวลาในการทำงานที่ลดลงจากเวลาปกติ ถึง 23 วัน ทำให้ลดค่าใช้จ่ายลงได้ 10.61%

5.1.2.4 งานปรับปรุงทางเดินเท้า

จากตารางที่ 4-11 พบว่า ระยะเวลาในการทำงานรวมทั้งหมดเท่ากับ 139 วัน โดยระยะเวลาการทำงานแบบปกติจะใช้เวลาถึง 164 วัน ซึ่งมีส่วนต่างในการทำงานลดลง 25 วัน แต่อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาการทำงานในแต่ละขั้นตอนจากผังการจัดการ (ภาคผนวก ข/ข-7)จะเห็น

Copyright by Mahidol University

ว่า มีการทำงานบางขั้นตอนสามารถเริ่มงานพร้อมกันได้ คือ งาน C และงาน D โดยจะทำให้ระยะเวลารวมในการทำงานทั้งหมดลดลงได้อีก เหลือเพียง 132 วัน ซึ่งจะเท่ากับการใช้โปรแกรมเชิงเส้นวิเคราะห์จำนวนเวลาทำงานรวมทั้งสิ้นของโครงการที่น้อยที่สุด (X_7) โดย X_7 ก็คือเวลาที่เร็วที่สุดที่จะสามารถเกิดเหตุการณ์ที่ 7 ซึ่งเป็นเหตุการณ์สุดท้ายได้ และเวลาในการทำงานที่ลดลงจากเวลาปกติ ถึง 32 วัน ทำให้ลดค่าใช้จ่ายลงได้ 7.71%

อย่างไรก็ตาม การใช้โปรแกรมเชิงเส้นเพื่อหาระยะเวลาที่สั้นที่สุดในการทำงาน พบว่าการเร่งเวลางาน เพื่อลดจำนวนวันทำงาน อาจไม่จำเป็นต้องมีการเร่งงานในทุกขั้นตอนของการจัดการ เนื่องจากการเร่งเวลางานจะทำให้เสียค่าใช้จ่ายต่อวันเพิ่มขึ้น เพราะเป็นค่าแรงของคนงาน ค่าใช้จ่ายด้านเชื้อเพลิง และด้านอื่นๆ ที่เพิ่มขึ้น ซึ่งการเพิ่มจำนวนคนงานหรือการเพิ่มอุปกรณ์ทุ่นแรงต่างๆ สามารถทำงานให้เสร็จในเวลาที่เร็วกว่ากำหนดเดิมจริง แต่ก็เป็นผลทำให้ราคาก่อสร้างสูงขึ้นด้วย โดยดูค่าใช้จ่ายที่เพิ่มขึ้นจากการเร่งงานใน 1 วัน ดังนั้น ในการเร่งงานให้ระยะเวลาในการทำงานลดลงควรพิจารณาให้มีความสัมพันธ์กับค่าใช้จ่ายที่เพิ่มขึ้นอย่างเหมาะสม

5.2 สรุปผล

ในการศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อให้ทราบถึงปัญหาสภาพแวดล้อมทางกายภาพที่เกิดขึ้นจากระบบโครงสร้างพื้นฐานบริเวณรอบองค์พระปฐมเจดีย์ จังหวัดนครปฐมและหาแนวทางการจัดการระบบโครงสร้างพื้นฐานเพื่อปรับปรุงและป้องกันปัญหามลทัศน์ ไม่ให้เกิดขึ้นได้อีกต่อไปในอนาคต โดยในการจัดการทั้งหมดได้มีเสนอแนวทางถึงรูปแบบความเหมาะสมของสภาพแวดล้อมทางกายภาพที่ควรจะเป็น รวมถึงด้านค่าใช้จ่าย และระยะเวลาในการจัดการโครงสร้างพื้นฐาน ซึ่งจะนำรูปแบบของสมการเชิงเส้นมาใช้ในการวิเคราะห์เพื่อหาค่าใช้จ่ายที่ต่ำที่สุด และระยะเวลาในการทำงานที่สั้นที่สุด

การจัดการระบบโครงสร้างพื้นฐานในแต่ละงาน มีค่าใช้จ่ายที่ต่ำที่สุดในการจัดการรวมทั้งค่าวัสดุก่อสร้าง และระยะเวลาทำงานที่สั้นที่สุดที่ใช้ในการทำงาน ดังนี้

- งานวางสายไฟฟ้าและสายโทรศัพท์ใต้ดิน มีค่าใช้จ่าย 71,254,551 บาท ระยะเวลาในการทำงานรวมทั้งสิ้น 136 วัน

- งานจัดการระบบประปา มีค่าใช้จ่าย 6,625,451 บาท ระยะเวลาในการทำงานรวมทั้งสิ้น 118 วัน

Copyright by Mahidol University

- งานจัดการระบบระบายน้ำ มีค่าใช้จ่าย 7,075,446 บาท ระยะเวลาที่ใช้ในการทำงานรวมทั้งสิ้น 163 วัน

- งานปรับปรุงทางเดินเท้า มีค่าใช้จ่าย 14,767,520 บาท ระยะเวลาในการทำงานรวมทั้งสิ้น 132 วัน

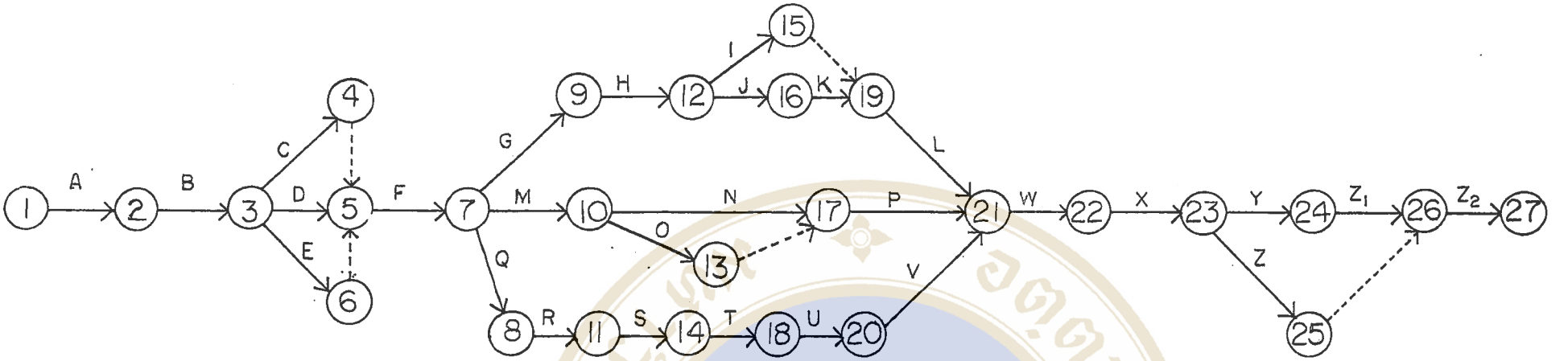
ค่าใช้จ่ายทั้งหมดในการจัดการระบบโครงสร้างพื้นฐานบริเวณรอบองค์พระปฐมเจดีย์รวมทั้งสิ้น 99,722,968 บาท (ดูรายละเอียดเพิ่มเติมในภาคผนวก ง)

โดยแบ่งเป็นค่าใช้จ่ายตามแนวถนนต่างๆ ได้ดังนี้

1) ถนนหน้าพระ (ZONE A ในภาคผนวก ง) มีค่าใช้จ่ายทั้งสิ้น 26,123,390 บาท
   - ถนนหน้าพระ ด้านทิศเหนือ มีค่าใช้จ่าย 15,199,843 บาท
   - ถนนหน้าพระ ด้านทิศใต้ มีค่าใช้จ่าย 10,923,547 บาท
2) ถนนขวาพระ (ZONE B ในภาคผนวก ง) มีค่าใช้จ่ายทั้งสิ้น 20,849,454 บาท
3) ถนนหลังพระ (ZONE C ในภาคผนวก ง) มีค่าใช้จ่ายทั้งสิ้น 26,583,602 บาท
   - ถนนหลังพระ ด้านทิศใต้ มีค่าใช้จ่าย 9,345,352 บาท
   - ถนนหลังพระ ด้านทิศเหนือ มีค่าใช้จ่าย 17,238,250 บาท
4) ถนนซ้ายพระ (ZONE D ในภาคผนวก ง) มีค่าใช้จ่ายทั้งสิ้น 26,166,522 บาท
   - ถนนซ้ายพระ ด้านตลาดบน มีค่าใช้จ่าย 8,852,791 บาท
   - ถนนซ้ายพระ ด้านตลาดล่าง มีค่าใช้จ่าย 17,313,731 บาท

เมื่อพิจารณาระยะเวลาการทำงานรวมของแต่ละงานในการจัดการระบบโครงสร้างพื้นฐานทั้งหมด จากผลการศึกษาที่ได้แล้ว สามารถแสดงรายละเอียดผังการทำงานและระยะเวลาทำงานรวมทั้งโครงการได้ใหม่ ในภาพที่ 5-1 และตารางที่ 5 -1

Copyright by Mahidol University



ภาพที่ 5-1 ผังการทำงานรวมในการจัดการระบบโครงสร้างพื้นฐานทั้งหมด

ตารางที่ 5-1 รายละเอียดระยะเวลาในการจัดการระบบโครงสร้างพื้นฐานทั้งหมด

สัญลักษณ์	ชื่องาน	เวลาทำงาน (วัน)
A	สำรวจสถานที่และสำรวจอุปสรรคใต้ดิน	4
B	จัดทำแบบ เอกสารและทดสอบวัสดุ	10
C	รื้อถอนสิ่งปลูกสร้างเดิม	5
D	รื้อถอนทางเดินเท้า	30
E	เคลื่อนย้ายเข้าสู่สถานที่ก่อสร้าง	6
F	ติดตั้งเครื่องจักร และอุปกรณ์ก่อสร้าง	2
G	ขุดเจาะพื้นที่ และรื้อถอนท่อระบายน้ำเดิม	45
H	ปรับระดับพื้นที่ และตรวจสอบความลาดเอียง(งานระบายน้ำ)	18
I	ก่อสร้างและวางระบบท่อ (งานระบายน้ำ)	62
J	ติดตั้งบ่อพัก (งานระบายน้ำ)	20
K	เชื่อมท่อ (งานระบายน้ำ)	20
L	ทดสอบและล้างท่อ(งานระบายน้ำ)	3
M	ก่อสร้างและวางระบบท่อ (งานไฟฟ้าและโทรศัพท์)	90
N	ติดตั้ง Man Hole	18

สัญลักษณ์	ชื่องาน	เวลาทำงาน (วัน)
O	ติดตั้งเสา Riser	20
P	ขนย้ายเครื่องจักร อุปกรณ์ ออกจากสถานที่ (งานไฟฟ้าและโทรศัพท์)	2
Q	ขุดเจาะพื้นที่ และรื้อถอนท่อประปาเดิม	15
R	ปรับระดับพื้นที่ และตรวจสอบความลาดเอียง(งานประปา)	6
S	งานคอนกรีตรองพื้น (งานประปา)	60
T	ก่อสร้างและวางระบบท่อ (งานประปา)	12
U	เชื่อมท่อ (งานประปา)	7
V	ทดสอบและล้างท่อ(งานประปา)	3
W	กลบและทำความสะอาดพื้นที่ (งานประปาและงานระบายน้ำ)	15
X	ปรับระดับพื้นที่และซ่อมแซมส่วนที่ชำรุด (งานทางเดินเท้า)	23
Y	ติดตั้งเครื่องประกอบถนน	7
Z	ปลูกต้นไม้	7
Z_1	ปูพื้นทางเดินเท้า	70
Z_2	ทำความสะอาดพื้นที่ทั้งหมด	2

Copyright by Mahidol University

จากผังการทำงานรวม ในภาพที่ 5-1 พบว่ามีงานที่สามารถเริ่มต้นพร้อมกันได้หลายงาน ทำให้ระยะเวลาทำงานรวมลดลงได้อีก ซึ่งเมื่อพิจารณาร่วมกับ ตารางที่ 5-1 ในรายละเอียดระยะเวลาในการทำงาน สามารถสรุปเวลาในการจัดการโครงสร้างพื้นฐานทั้งหมดของโครงการได้ ตามโครงข่ายงาน ดังนี้ A-B-D-F-G-H-I-L-W-X-Y-Z_1-Z_2 เพราะเป็นระยะเวลาที่งานทุกขั้นตอนเสร็จหรือโครงการเสร็จสมบูรณ์ทั้งหมด รวมระยะเวลาทั้งหมดเท่ากับ 292 วัน

5.3 ข้อเสนอแนะ

5.3.1 ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

1) ในการศึกษาครั้งนี้ ไม่สามารถหาค่าใช้จ่าย และระยะเวลาการทำงานที่แน่นอนในบางขั้นตอนของการจัดการระบบโครงสร้างพื้นฐาน จากบริษัทหรือหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ทำให้ต้องใช้วิธีการคาดประมาณ จึงทำให้ค่าที่ได้จากการวิเคราะห์อาจคลาดเคลื่อนจากความเป็นจริง ดังนั้นในการศึกษาวิจัยที่ต้องการผลการวิเคราะห์ที่ถูกต้องควรคำนึงถึงค่าใช้จ่าย และระยะเวลาทำงานจริงด้วย

2) การศึกษาครั้งนี้ เป็นการอ้างอิงราคาค่าแรงงาน ค่าวัสดุก่อสร้างและอื่นๆ ณ เดือนเมษายน พ.ศ. 2544 เป็นราคาเพื่อใช้ประกอบการพิจารณาในการจัดการระบบโครงสร้างพื้นฐานแก่หน่วยงานที่เกี่ยวข้องในการตัดสินใจ ดังนั้น หากมีการตัดสินใจจัดทำโครงการนี้ในอนาคตควรมีการเปลี่ยนแปลงราคาให้เหมาะสมตามช่วง เวลานั้นๆ

5.3.2 ข้อเสนอแนะในการศึกษาครั้งต่อไป

1) ควรมีการนำโปรแกรมเชิงเส้นมาใช้ในการวิเคราะห์การจัดการ ในรูปแบบของผังการจัดการรวมทั้งหมดของโครงการ เพื่อให้สามารถทราบถึงเวลา และค่าใช้จ่ายที่สามารถลดลงได้อีก

2) ควรมีการเปรียบเทียบการจัดการโครงสร้างพื้นฐานในรูปแบบต่างๆ เพื่อให้มีข้อเปรียบเทียบด้านราคา ระยะเวลาการจัดการ และเป็นทางเลือกแก่เทศบาลหรือหน่วยงานที่เกี่ยวข้องในการตัดสินใจ

Copyright by Mahidol University

รายการอ้างอิง

1. เทศบาลเมืองนครปฐม.แผนพัฒนาเทศบาลเมืองนครปฐม ระยะปานกลาง 5 ปี (2540- 2544). นครปฐม;2539.

2. เอื้อมพร พูนขวัญ. การมีส่วนร่วมของประชาชนท้องถิ่นในการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมศิลปกรรม องค์พระปฐมเจดีย์ :จังหวัดนครปฐม. (วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาสิ่งแวดล้อมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล;2543.

3. สำนักบริการวิชาการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.แนวทางพัฒนาการท่องเที่ยวในเขตกรุงเทพมหานคร และปริมณฑล. เสนอต่อ การท่องเที่ยวแห่งประเทศไทย.กรุงเทพฯ: 2539.

4. การท่องเที่ยวแห่งประเทศไทย. สรุปแนวทางพัฒนาการท่องเที่ยวในระดับจังหวัดภาคกลาง. กรุงเทพฯ:2540.

5. ขนิษฐา ณ บางช้าง. พระปฐมเจดีย์. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภา;2526.

6. กรมศิลปากร. พระปฐมเจดีย์. กรุงเทพฯ: สหายพัฒนาการพิมพ์;2541.

7. กองสาธารณูปโภค กรมการผังเมือง. (2540). ระบบโครงสร้างพื้นฐานของเมือง.กรุงเทพฯ: อัดสำเนา;2540.

8. วิมลสิทธิ์ หรยางกูร. พฤติกรรมมนุษย์กับสภาพแวดล้อม มูลฐานทางพฤติกรรมเพื่อการออกแบบและวางแผน. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย;2530.

9. นิจ หิญชีระนันท์. การอบรมความรู้ด้านสิ่งแวดล้อม. อัดสำเนา: ม.ป.ท.;ม.ป.ป.

10. ธรรมนูญ ประจวบเหมาะ. รายงานการประชุมวิชาการเรื่อง สถาปัตยกรรมในประเทศอุตสาหกรรมใหม่,ตุลาคม 2532. ม.ป.ท.;2532.

Copyright by Mahidol University

11. ปิยนุช คงวิทยากุล. ผลกระทบของการพัฒนาการท่องเที่ยวที่มีต่อการใช้ที่ดินและสภาพแวดล้อมของเกาะสมุย จ. สุราษฎร์ธานี. (วิทยานิพนธ์ปริญญาการวางแผนภาคและเมืองมหาบัณฑิต ภาควิชาการวางแผนภาคและเมือง สาขาวิชาผังเมือง).กรุงเทพฯ:บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย;2540.

12. สำนักงานนโยบายแผนและสิ่งแวดล้อม กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม. รายงานสถานการณ์คุณภาพสิ่งแวดล้อม พ.ศ.2540.กรุงเทพฯ;2541.

13. บัณฑิต จุลาสัย. การศึกษาปัญหามลทัศน์ในชุมชนเมือง. สิ่งแวดล้อม'34.เอกสารประกอบการสัมมนาการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมของไทย ครั้งที่ 2.กรุงเทพฯ;2534.

14. Halprin ,Lowrence.Cities. New York:Reinhold Publishing;1963.

15. เดชา บุญค้ำ.รศ.ภูมิทัศน์ชุมชน. เอกสารประกอบการสอนวิชาภูมิทัศน์ชุมชน. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย;2536.

16. สมสงวน บุราคม.ผังเมืองกับสาธารณูปโภค. ข่าวสารกรมการผังเมือง.(74/2543).กรุงเทพฯ: กรมการผังเมือง;2543.

17. การไฟฟ้านครหลวง. M.E.A. OVERHEAD DISTRIBUTION CONSTRUCTION STANDARDS. กรุงเทพฯ:อัดสำเนา;2531.

18. การไฟฟ้านครหลวง. ดับไฟเพื่อมิให้ไฟดับ. เอกสารประชาสัมพันธ์ การไฟฟ้านครหลวง. กรุงเทพฯ: อัดสำเนา;2544.

19. พรสถิตย์ ศรีเมือง. แนวทางการใช้พืชพรรณในการพัฒนาสภาพแวดล้อมเมือง. (วิทยานิพนธ์ปริญญาการวางแผนภาคและเมืองมหาบัณฑิต ภาควิชาการวางแผนภาคและเมือง สาขาวิชาผังเมือง) .กรุงเทพฯ:บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย;2538.

Copyright by Mahidol University

20. เข็มทอง นิ่มศิริ. วิศวกรรมข่ายสายโทรศัพท์ตอนนอก. กรุงเทพฯ: ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบัง ;2542.

21. วินัย เชาวนเมธากุล.11 เมษายน 2544.เจ้าหน้าที่งานวางแผน เทศบาลเมืองนครปฐม. สัมภาษณ์.

22. พรรณิภา จ่างวิทยา.การพัฒนาโครงข่ายทางจักรยาน ในเขตเทศบาลเมืองนครปฐม. (วิทยานิพนธ์ปริญญาการวางแผนภาคและเมืองมหาบัณฑิต ภาควิชาการวางแผนภาคและเมือง สาขาวิชาผังเมือง). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย;2540.

23. กำธร มนูญปิจจุ . 11 มกราคม 2544. ประชาสัมพันธ์ การไฟฟ้าเขต 3 นครปฐม.สัมภาษณ์.

24. วันชัย สุขพิทักษ์. 9 มกราคม 2544. เจ้าหน้าที่กองการประปา เทศบาลเมืองนครปฐม. สัมภาษณ์.

25.สุพจน์ พุกสุริยวงศ์. 9 มกราคม 2544.หัวหน้างานเคเบิล สำนักงานโทรศัพท์นครปฐม. สัมภาษณ์.

26. พิมพ์สุรางศ์ โลหิตคุปต์. 11 เมษายน 2544. เจ้าพนักงานสาธารณสุขชุมชน กองสาธารณสุข เทศบาลเมืองนครปฐม. สัมภาษณ์.

27. ภูชัย สัปปะพันธ์ . การศึกษาองค์ประกอบความน่าอยู่ของเมือง:กรณีศึกษาผังเมืองยะลา. (วิทยานิพนธ์ปริญญาการวางแผนภาคและเมืองมหาบัณฑิต ภาควิชาการวางแผนภาคและเมือง สาขาวิชาผังเมือง). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย;2538.

28. สมบูรณ์ ลุวีระ. เศรษฐศาสตร์วิศวกรรมทรัพยากรน้ำ.กรุงเทพฯ: สมาคมวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์;2539.

29. ธงชัย พรรณสวัสดิ์,รศ. คู่มือการออกแบบระบบระบายน้ำเสียและน้ำฝน.กรุงเทพฯ: วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยและสมาคมวิศวกรสิ่งแวดล้อมไทย;2537.

Copyright by Mahidol University

30. ศุภโชค สมบูรณ์กุล.การวางแผนการผลิตพืชฤดูแล้งภายใต้สถานการณ์ปกติ อำเภอสรรพยา จังหวัดชัยนาท. (วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เศรษฐศาสตร์เกษตร) ภาควิชาเศรษฐศาสตร์เกษตรและทรัพยากร).กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์; 2540.

31. ฉัตร ช่ำชอง.หลักการจัดการฟาร์ม. กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์;2526.

32. สมคิด แก้วสนธิ. ลินเนียร์โปรแกรม:หลักและการประยุกต์. กรุงเทพฯ:โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย;2530.

33. เสาวลักษณ์ สุรพลชัย. การวิเคราะห์โปรแกรมงานออกแบบสถาปัตยกรรมด้วยทฤษฎีโปรแกรมเชิงเส้น : การหาสัดส่วนพื้นที่ใช้สอยของโครงการอเนกหน้าที่ใช้สอย. (วิทยานิพนธ์ปริญญาสถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาสถาปัตยกรรมศาสตร์). กรุงเทพฯ :บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย;2525.

34. พิภพ เล้าประจง. เทคนิคการบริหารโครงการโดยวิธี CPM และ PERT. กรุงเทพฯ:โรงพิมพ์ภาพพิมพ์;2530.

35. วีรยา ภัทรอาชาชัย. วิธีการเชิงปริมาณเพื่อการจัดการ.กรุงเทพฯ: คณะบริหารธุรกิจ มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต;2543.

36. สรรเพชญ นนทภักดิ์.การศึกษาคุณค่าทางสุนทรียภาพของเมือง ศึกษาเฉพาะกรณี ภูเก็ตและนครศรีธรรมราช. (วิทยานิพนธ์ปริญญาการวางแผนภาคและเมืองมหาบัณฑิต ภาควิชาการวางแผนภาคและเมือง สาขาวิชาผังเมือง). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย;2535.

37. รณฤทธิ์ ธนโกเศศ.โครงการอนุรักษ์และพัฒนาคลองหลอด(คลองคูเมืองเดิม).อายา.(กรกฎาคม 2537).

Copyright by Mahidol University

38. อิศรา กันแตง.การศึกษาลักษณะเฉพาะและพัฒนาการของโครงข่ายทางสัญจรและพื้นที่ปลูกสร้างในบริเวณนครเชียงใหม่. (วิทยานิพนธ์ปริญญาการวางแผนภาคและเมืองมหาบัณฑิต ภาควิชาการวางแผนภาคและเมือง สาขาวิชาผังเมือง). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย; 2534.

39. ประวัติ เสมดี.พตอ.ความคิดเห็นของประชาชนที่มีต่อการจัดสภาพแวดล้อมบริเวณโบราณสถาน กรณีศึกษาพระราชวังสนามจันทร์. (วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาสิ่งแวดล้อมศึกษา). กรุงเทพฯ:บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล;2541.

40. วรวิทย์ กิจสวัสดิ์.การวางแผนเศรษฐกิจในพื้นที่ลุ่มน้ำขนาดเล็ก: ศึกษากรณี พื้นที่ลุ่มน้ำห้วยข้าวสาร จังหวัดอุบลราชธานี. (วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เศรษฐศาสตร์เกษตร) ภาควิชาเศรษฐศาสตร์เกษตรและทรัพยากร). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์;2531.

41.ไพรัตน์ ต่ายใหญ่เที่ยง. การจัดตารางการผลิตสินค้าตามใบสั่งซื้อ ในบริษัทผลิตเฟอร์นิเจอร์. (วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมการจัดการอุตสาหกรรม). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า พระนครเหนือ; 2539.

42. มาลีวรรณ พงศ์สวัสดิ์. การศึกษาการประยุกต์ใช้เทคนิคโปรแกรมเชิงเส้นในกิจการท่าเรือสินค้าชายฝั่ง กรณีศึกษา: ท่าเรือท่าทอง จังหวัดสุราษฎร์ธานี. (วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีการบริหารสิ่งแวดล้อม).กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล; 2533.

43. ดวงเนตร เขียวรัมย์. การศึกษาการดำเนินงานกำจัดมูลฝอยของภาคเอกชน กรณีศึกษา: การจ้างเหมาเพื่อการฝังกลบร่วมกับกรุงเทพมหานคร. (วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตมหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีการบริหารสิ่งแวดล้อม). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล; 2539.

Copyright by Mahidol University

ภาคผนวก ก

รายละเอียดการวางแผนระบบโครงสร้างพื้นฐาน

Copyright by Mahidol University

นอกเหนือจากการปรับปรุง แก้ไขปัญหามลทัศน์ บริเวณรอบองค์พระปฐมเจดีย์แล้ว การวางแผนระบบโครงสร้างพื้นฐานเพื่อรองรับจำนวนประชากรที่จะเพิ่มขึ้นสูงสุด เต็มขีดความสามารถในการรองรับของพื้นที่ จะสามารถช่วยป้องกันปัญหามลทัศน์ ไม่ให้เกิดขึ้นในพื้นที่ได้อีกแล้ว โดยป้องกันไม่ให้มีการเพิ่มเติมระบบสาธารณูปโภคต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นการขุดเจาะ วางท่อ หรือคอนสายต่างๆ ซึ่งในการวางแผนระบบโครงสร้างพื้นฐานในพื้นที่ศึกษา ได้จากการคาดการณ์ตามเกณฑ์มาตรฐาน โดยมีรายละเอียดดังนี้

1) การคาดการณ์จำนวนประชากร

จากค่าเกณฑ์มาตรฐานความหนาแน่นของประชากรสำหรับพักอาศัยของสำนักผังเมือง (ตารางที่ 2-5) ผู้วิจัยได้เลือกใช้เกณฑ์มาตรฐานของผังนครหลวง ซึ่งความหนาแน่นของประชากรมีขนาดเหมาะสมกับพื้นที่ และเป็นขีดความสามารถของพื้นที่ซึ่งสามารถรองรับประชากรได้อย่างเต็มที่ คือ 42 คน/ไร่

ในส่วนของพื้นที่ศึกษา เฉพาะพื้นที่ที่มีผู้อยู่อาศัย ไม่รวมพื้นที่ส่วนราชการ มีประชากร 2,065 คน (ได้จากการประมาณในการสำรวจพื้นที่ ในทั้งหมด 413 ครัวเรือน คิดเฉลี่ยครัวเรือนละ 5 คน) ในพื้นที่ 0.11 ตารางกิโลเมตร (70 ไร่) คิดเป็นความหนาแน่นเฉลี่ย 29 คน/ไร่

แสดงว่า ความหนาแน่นของประชากร จะเท่ากับค่ามาตรฐานที่กำหนดไว้ ซึ่งพื้นที่สามารถรองรับได้ โดยยังคงเป็นเมืองที่มีคุณภาพตามข้อกำหนดของผังนครหลวง และจะมีประชากรในพื้นที่สูงสุดไม่เกิน 2,980 คน (42 x 70) ซึ่งเพิ่มขึ้นจากปัจจุบัน 915 คน

ดังนั้น ในการศึกษาครั้งนี้ นอกจากการปรับปรุงรูปแบบระบบโครงสร้างพื้นฐานในปัจจุบันแล้ว จะต้องมีการวางแผนระบบโครงสร้างพื้นฐานต่างๆ ให้เพียงพอที่จะรองรับจำนวนประชากรที่จะเพิ่มขึ้นอีก 915 คน ในอนาคตข้างหน้าด้วย

อย่างไรก็ตาม ในการวางแผนระบบโครงสร้างพื้นฐานครั้งนี้จะต้องคำนึงถึงการให้การให้บริการกับพื้นที่โดยรอบด้วย เนื่องจากระบบท่อสาธารณูปโภคต่างๆ มีความเชื่อมโยงและต่อเนื่องกันในการให้บริการครอบคลุมพื้นที่ทั้งตำบลพระปฐมเจดีย์ ดังนั้น จึงต้องมีการคาดการณ์จำนวนประชากรในบริเวณตำบลพระปฐมเจดีย์ เพื่อให้สามารถนำมาใช้ในการวางแผนระบบโครงสร้างพื้นฐานร่วมกันกับพื้นที่ศึกษาด้วย

ปัจจุบัน (พ.ศ. 2544) ตำบลพระปฐมเจดีย์ มีจำนวนประชากร 47,492 คน ในพื้นที่ 5.28 ตารางกิโลเมตร (3,300 ไร่) คิดเป็นความหนาแน่นเฉลี่ย 15 คน/ไร่

ประชากรจะเท่ากับค่ามาตรฐานที่ตั้งไว้ และมีประชากรสูงสุดในพื้นที่ได้ไม่เกิน 138,600 (42 X 3,300) จะเพิ่มขึ้นจากปัจจุบัน 91,108 คน จากการคาดการณ์ประชากรตามสมการเส้นตรง

Copyright by Mahidol University

$y = a+bx$ จะพบว่าประชากรในพื้นที่ยังมีอัตราการเพิ่มเฉลี่ย ต่อปี 1.28% ซึ่งพบว่าในอีกประมาณ 12 ปีข้างหน้าในพื้นที่ตำบลพระปฐมเจดีย์ จะมีประชากรเท่ากับเกณฑ์มาตรฐานตามที่กำหนด

2) ระบบไฟฟ้า

ปัจจุบัน การใช้ไฟฟ้าใน ต.พระปฐมเจดีย์ ทั้งที่อยู่อาศัย และหน่วยธุรกิจ มีปริมาณการใช้กระแสไฟฟ้า 4.97 ล้านหน่วย และประมาณการใช้ไฟฟ้าว่ามีแนวโน้มลดลง

อย่างไรก็ตาม จากเกณฑ์มาตรฐานของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค ที่ได้มีการประมาณการ การใช้ไฟฟ้าในอนาคตนั้น ไม่สามารถนำมาใช้ในการคาดการณ์ปริมาณกระแสไฟฟ้าได้แน่นอน

บริษัท สเตรกา จำกัด ได้เสนอการจัดการในระบบไฟฟ้าใต้ดิน โดยใช้วิธี Horizontal Directional Drilling แบบเจาะด้วยท่อ HDPE เนื่องจากในระบบนี้สามารถดำเนินการก่อสร้างได้สะดวก สำหรับสภาพแวดล้อมในเมือง พื้นที่ในการทำงานน้อยกว่าระบบอื่นๆ โดยใช้ท่อ HDPE ทั้งชนิด 6 และ 12 ท่อ เพื่อรองรับแรงดันไฟฟ้าในพื้นที่ได้อย่างเต็มที่ตามขนาด ของหม้อแปลงไฟฟ้าในปัจจุบัน

3) ระบบโทรศัพท์

จาก อัตราโทรศัพท์เฉลี่ย 2.1 เลขหมาย/ประชากร 100 คน

ตู้สาธารณะเฉลี่ย 1.5 ตู้/ประชากร 1,000 คน

ใน อนาคตข้างหน้า ประชากรจะเพิ่มขึ้นเป็น 138,600 คน

จะต้องมีเลขหมายเพื่อบริการประชาชน เท่ากับ $\frac{138,600 \times 2.1}{100} = 2,911$ เลขหมาย

ตู้สาธารณะ เท่ากับ $\frac{138,600 \times 1.5}{1000} = 208$ เลขหมาย

จาก ตาราง 2-4 พบว่ามี คู่สายที่จะให้บริการประชาชนอย่างเพียงพอในอนาคต ครอบคลุมทั้งเขตเทศบาลเมืองนครปฐม

ดังนั้น สามารถดำเนินการเปลี่ยนระบบการเดินสายแบบเคเบิลอากาศในปัจจุบัน ให้เป็นระบบการเดินสายใต้ดิน UG-P โดยไม่ต้องเพิ่มเติมคู่สายอีก

4) ระบบประปา

ใน อนาคต คำนวณการใช้น้ำสูงสุดในพื้นที่ ได้จาก

Copyright by Mahidol University

D = P x W

= 138,600 x 400

= 55,440,000 ลิตร/วัน

คิดเป็น 55,440 ลูกบาศก์เมตร/วัน

ปัจจุบัน กองการประปา สามารถเดินเครื่อง ผลิตน้ำได้ เดือนละ 19,005,058 ลูกบาศก์เมตร/วัน (เฉลี่ย วันละ 633,501 ลูกบาศก์เมตร/วัน) ซึ่งระบบการวาง และขนาดท่อประปา ได้มีการเตรียมการเพื่อรองรับประชากรในอนาคตได้อย่างเพียงพอ ทั่วทั้งเขตเทศบาล

อย่างไรก็ตาม กองการประปาควรมีการเปลี่ยนแปลงท่อประปา เพื่อปรับปรุงคุณภาพ ลดการสูญเสียน้ำซึ่งมีสาเหตุมาจากท่อชำรุด

5) ระบบระบายน้ำ

ขนาดท่อระบายน้ำในปัจจุบันของพื้นที่ศึกษา มีขนาด 600 มม. ซึ่งจาก ตาราง 2-6 พบว่าในการออกแบบระบบท่อระบายน้ำ จะออกแบบให้สามารถรองรับการขยายตัวของเมืองได้ ในช่วงระยะเวลา 40-50 ปี ซึ่งทางงานระบายน้ำ ของพื้นที่ศึกษา ได้มีการปรับปรุง โดยการเปลี่ยนขนาดท่อเป็น 600 มม. ในช่วงปี พ.ศ. 2527 ดังนั้น ขนาดท่อดังกล่าว จึงสามารถรองรับปริมาณน้ำเสียได้ตามขีดความสามารถของพื้นที่ในอนาคต แต่ในปัจจุบันท่อเริ่มมีการชำรุด จึงควรมีการปรับปรุง เพื่อเพิ่มความสามารถในการระบายน้ำให้ดียิ่งขึ้น

Copyright by Mahidol University

ภาคผนวก ข

ค่าใช้จ่ายในการจัดการระบบโครงสร้างพื้นฐาน

Copyright by Mahidol University

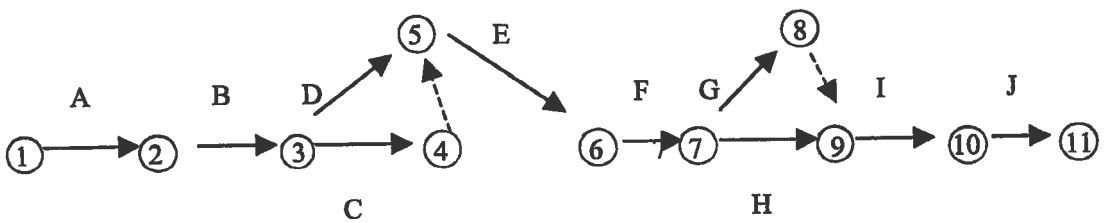
1. ค่าใช้จ่ายในการจัดการงานระบบไฟฟ้าและระบบโทรศัพท์ใต้ดิน

ตารางที่ ข-1 การประมาณราคาค่าใช้จ่าย และระยะเวลาทำงานในงานวางสายไฟฟ้าใต้ดิน โดยวิธี Horizontal Directional Drilling แบบเจาะด้วยท่อ HDPE ของพื้นที่ศึกษา และงานวางสายโทรศัพท์ใต้ดินรวมระยะทาง 2,830 เมตร ระยะเวลาทั้งหมดของโครงการ ประมาณ 166 วัน (T)

งาน	เวลาทำงาน (วัน)			ค่าใช้จ่ายในงานแบบปกติ	ค่าใช้จ่ายในงานแบบเร่ง	ค่าใช้จ่ายที่เพิ่มขึ้นจากการเร่งงาน	ค่าใช้จ่ายที่เพิ่มขึ้นจากการเร่งงาน 1 วัน (b)
	แบบปกติ (M)	แบบเร่ง (m)	เวลาที่เร่งได้	(C)	(c)		
A	4	4	0	137,940	137,940	-	-
B	10	10	0	600,791	600,791	-	-
C	8	6	2	130,000	180,000	50,000	25,000
D	5	5	0	40,000	40,000	-	-
E	2	2	0	6,500	6,500	-	-
F	90	86	4	390,000	515,000	125,000	31,250
G	18	18	0	52,000	52,000	-	-
H	24	20	4	60,000	70,000	10,000	2,500
I	3	2	1	8,000	10,000	2,000	2,000
J	2	2	0	2,400	2,400	-	-

หมายเหตุ : เป็นการประมาณราคาค่าใช้จ่ายด้าน ค่าแรงงาน ค่าเชื้อเพลิง ไม่รวมค่าวัสดุก่อสร้างโดยพิจารณาร่วมกับกรณีศึกษาในงานก่อสร้าง บ่อพัก และท่อร้อยสายไฟฟ้าใต้ดิน สถานีย่อยสะพานดำ ถ. บำรุงเมือง ถ.เสือป่า ถ.ยุคล 2 โดยวิธี Horizontal Directional Drilling แบบเจาะด้วยท่อ HDPE ของ บริษัท ดีอีเอส จำกัด บริษัท สเตรกา จำกัด และสำนักงานโทรศัพท์นครปฐม, เมษายน 2544

ผังการจัดการแสดงได้ ดังนี้



Copyright by Mahidol University

โดย A คือ สำรวจสถานที่ และสำรวจอุปสรรคใต้ดิน

B คือ จัดทำแบบ เอกสารและทดสอบวัสดุ

C คือ รื้อถอนสิ่งปลูกสร้างเดิม

D คือ เคลื่อนย้ายเข้าสู่สถานที่ก่อสร้าง

E คือ ติดตั้ง เครื่องจักรและอุปกรณ์ก่อสร้าง

F คือ ก่อสร้างและวางระบบท่อ

G คือ ติดตั้ง Man Hole

H คือ ติดตั้ง เสา Riser

I คือ ขนย้ายเครื่องจักร อุปกรณ์ ออกจากสถานที่

J คือ เก็บกวาด ทำความสะอาดสถานที่

ค่า h คำนวณจากการประมาณค่าใช้จ่ายที่เพิ่มขึ้นใน 1 วัน จากตาราง ข-1 พบว่า มีค่าใช้จ่ายสูงสุด 31,250 บาท ดังนั้น คิดค่า h โดยประมาณ 30,000 เป็นค่าใช้จ่ายทางอ้อมของโครงการ ส่วนค่าวัสดุ ซึ่งไม่ได้นำมาคิดเป็นค่าใช้จ่ายในโปรแกรมเชิงเส้น มีดังนี้

ตารางที่ ข-2 ค่าวัสดุในงานระบบไฟฟ้าและระบบโทรศัพท์ใต้ดิน

หน่วย : บาท/งาน

รายละเอียดค่าใช้จ่าย	ราคารวม (L/S)
ค่าวัสดุ - ท่อ HDPE (สำหรับระบบสายป้อน 12 และ 24 KV) ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง ภายในไม่น้อยกว่า 137 มิลลิเมตร ชนิด 6 ท่อ และ 12 ท่อ ประเภท P.N.6 - บ่อพักสายไฟฟ้าใต้ดิน คสล.(MAN HOLE) จำนวน 18 บ่อ (ตามข้อกำหนด ระยะห่างต่อบ่อไม่เกิน 200 เมตร) - ท่อ Elbow 90 หุ้ม คสล. ขึ้นเสา Riser (จุดเชื่อมต่อระหว่าง สายอากาศและสายใต้ดิน) โดยใช้ท่อ HDPE ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 160 มม. จำนวน 6 ชุด - หน้าต่างบ่อพัก (Duct Window) สำหรับท่อร้อยสายไฟฟ้าใต้ดิน - อื่นๆ	40,159,010
ค่าวัสดุงานระบบโทรศัพท์ - สายเคเบิลใต้ดิน - บ่อพักสายใต้ดิน คสล.(MAN HOLE) จำนวน 14 บ่อ (ตามข้อกำหนด ระยะห่างต่อบ่อไม่เกิน 200 เมตร) - อื่นๆ	28,458,160

ที่มา: การไฟฟ้านครหลวง เขตคลองเตยและสำนักงานโทรศัพท์ นครปฐม,เมษายน 2544

Copyright by Mahidol University

2. ค่าใช้จ่ายในการจัดการงานระบบประปา

ตารางที่ ข-3 การประมาณราคาค่าใช้จ่าย ระยะเวลาทำงานในงานวางท่อประปา ของพื้นที่ศึกษา รวมระยะทาง 2,830 เมตร ระยะเวลาทั้งหมดของโครงการ ประมาณ 130 วัน (T)

งาน	เวลาทำงาน (วัน)			ค่าใช้จ่ายในงานแบบปกติ	ค่าใช้จ่ายในงานแบบเร่ง	ค่าใช้จ่ายที่เพิ่มขึ้นจากการเร่งงาน	ค่าใช้จ่ายที่เพิ่มขึ้นจากการเร่งงาน 1 วัน (b)
	แบบปกติ (M)	แบบเร่ง (m)	เวลาที่เร่งได้	(C)	(c)		
A	15	13	2	387,000	438,600	51,600	25,800
B	10	6	4	100,620	111,620	10,000	2,500
C	60	60	0	446,340	446,340	-	-
D	15	12	3	258,230	309,880	51,650	17,217
E	7	7	0	110,670	110,670	-	-
F	3	3	0	10,000	10,000	-	-
G	20	15	5	11,275	14,100	2,825	565

หมายเหตุ : เป็นการประมาณราคาค่าใช้จ่ายด้าน ค่าแรงงาน ค่าเชื้อเพลิง ไม่รวมค่าวัสดุก่อสร้าง ของกองการประปา เทศบาลเมืองนครปฐม, เมษายน 2544

โดย A คือ ขุดเจาะพื้นที่และ รื้อถอนท่อประปาเดิม

B คือ ปรับระดับพื้นที่ และตรวจสอบความลาดเอียง

C คือ งานคอนกรีตรองพื้น

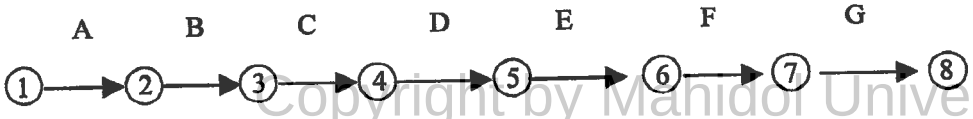
D คือ ก่อสร้างและวางระบบท่อ

E คือ เชื่อมท่อ

F คือ ทดสอบและล้างท่อ

G คือ กลบและทำความสะอาดพื้นที่

ผังการจัดการแสดงได้ดังนี้



Copyright by Mahidol University

ค่า h คำนวณจากการประมาณค่าใช้จ่ายที่เพิ่มขึ้นใน 1 วัน จากตาราง ข-3 พบว่า มีค่าใช้จ่ายสูงสุด 25,800 บาท ดังนั้น คิดค่า h โดยประมาณ 25,000 เป็นค่าใช้จ่ายทางอ้อมของโครงการ ส่วนค่าวัสดุ ซึ่งไม่ได้นำมาคิดเป็นค่าใช้จ่ายในโปรแกรมเชิงเส้น มีดังนี้

ตารางที่ ข-4 ค่าวัสดุในงานระบบประปา

หน่วย : บาท/งาน

รายละเอียดค่าใช้จ่าย	ราคารวม (L/S)
ค่าวัสดุ - ท่อ ประปา PVC ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 150 มิลลิเมตร ยาว 740 เมตร - ท่อ ประปา PVC ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 300 มิลลิเมตร ยาว 1,330 เมตร - ท่อ ประปา PVC ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 400 มิลลิเมตร ยาว 760 เมตร - ข้อต่อ วัสดุเชื่อม - อื่นๆ	2,286,840

ที่มา: กองการประปา เทศบาลเมืองนครปฐม, เมษายน 2544

3. ค่าใช้จ่ายในการจัดการงานระบบระบายน้ำ

ตารางที่ ข-5 การประมาณราคาค่าใช้จ่าย ระยะเวลาทำงานในงานวางท่อระบายน้ำ ของพื้นที่ศึกษา รวมระยะทาง 5,660 เมตร ระยะเวลาทั้งหมดของโครงการ ประมาณ 186 วัน (T)

งาน	เวลาทำงาน (วัน)			ค่าใช้จ่ายในงานแบบปกติ (C)	ค่าใช้จ่ายในงานแบบเร่ง (c)	ค่าใช้จ่ายที่เพิ่มขึ้นจากการเร่งงาน	ค่าใช้จ่ายที่เพิ่มขึ้นจากการเร่งงาน1 วัน (b)
	แบบปกติ (M)	แบบเร่ง (m)	เวลาที่เร่งได้				
A	45	40	5	419,300	497,700	78,400	15,680
B	20	18	2	176,120	182,520	6,400	3,200
C	70	62	8	289,536	359,536	70,000	8,750
D	20	15	3	21,200	25,700	4,500	1,500
E	20	20	0	37,400	37,400	-	-
F	3	3	0	10,000	10,000	-	-
G	20	15	5	64,000	67,600	3,600	720

Copyright by Mahidol University

หมายเหตุ : เป็นการประมาณราคาค่าใช้จ่ายด้าน ค่าแรงงาน ค่าเชื้อเพลิง ไม่รวมค่าวัสดุก่อสร้างของกองสาธารณสุข เทศบาลเมืองนครปฐม และบริษัท กำแพงเพชรวิวัฒน์ก่อสร้าง จำกัด, เมษายน 2544

โดย A คือ ขุดเจาะพื้นที่และ รื้อถอนท่อระบายน้ำเดิม

B คือ ปรับระดับพื้นที่ และตรวจสอบความลาดเอียง

C คือ ก่อสร้างและวางระบบท่อ

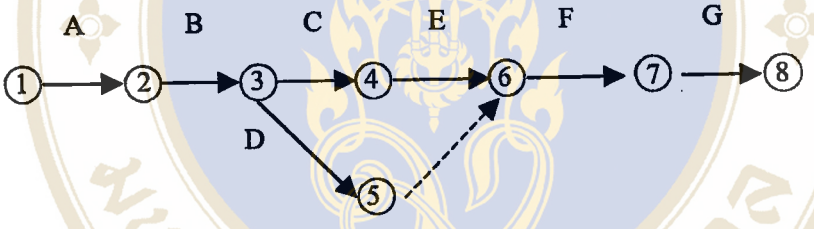
D คือ ติดตั้งบ่อพัก

E คือ เชื่อมท่อ

F คือ ทดสอบและล้างท่อ

G คือ กลบและทำความสะอาดพื้นที่

ผังการจัดการแสดงได้ดังนี้



ค่า h คำนวณจากการประมาณค่าใช้จ่ายที่เพิ่มขึ้นใน 1 วัน จากตาราง ข-5 พบว่า มีค่าใช้จ่ายสูงสุด 15,680 บาท ดังนั้น คิดค่า h โดยประมาณ 15,000 เป็นค่าใช้จ่ายทางอ้อมของโครงการ ส่วนค่าวัสดุ ซึ่งไม่ได้นำมาคิดเป็นค่าใช้จ่ายในโปรแกรมเชิงเส้น มีดังนี้

ตารางที่ ข-6 ค่าวัสดุในงานระบบระบายน้ำ

หน่วย : บาท/งาน

รายละเอียดค่าใช้จ่าย	ราคารวม (L/S)
ค่าวัสดุ - ท่อ ระบายน้ำ คสล. ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.60 เมตร - บ่อพัก คสล. พร้อมฝา เปิด-ปิด - ข้อต่อ และวัสดุเชื่อม - อื่นๆ	3,547,290

ที่มา: สำนักงบประมาณ กรมโยธาธิการและบริษัท กำแพงเพชรวิวัฒน์ก่อสร้าง จำกัด, เมษายน2544

Copyright by Mahidol University

4. ค่าใช้จ่ายในการจัดการงานปรับปรุงทางเดินเท้า

ตารางที่ ข-7 การประมาณราคาค่าใช้จ่าย และระยะเวลาทำงานในงานปรับปรุงทางเดินเท้า ของพื้นที่ศึกษา รวมระยะทาง 5,478 เมตร ระยะเวลาทั้งหมดของโครงการ ประมาณ 164 วัน (T)

งาน	เวลาทำงาน (วัน)			ค่าใช้จ่ายในงาน แบบปกติ (C)	ค่าใช้จ่ายในงาน แบบเร่ง (c)	ค่าใช้จ่ายที่เพิ่มขึ้นจากการเร่งงาน	ค่าใช้จ่ายที่เพิ่มขึ้นจากการเร่งงาน1วัน (b)
	แบบปกติ (M)	แบบเร่ง (m)	เวลาที่เร่งได้				
A	45	30	10	470,000	520,000	50,000	5,000
B	30	23	7	91,254	112,814	21,560	3,080
C	10	7	3	26,830	31,150	4,320	1,440
D	7	5	2	3,500	5,400	1,900	950
E	70	63	7	611,760	685,260	73,500	10,500
F	2	2	0	1,500	1,500	-	-

หมายเหตุ : เป็นการประมาณราคาค่าใช้จ่ายด้าน ค่าแรงงาน ค่าเชื้อเพลิง ไม่รวมค่าวัสดุก่อสร้างของบริษัท กำแพงเพชรวิวัฒน์ก่อสร้าง จำกัด,เมษายน 2544

โดย A คือ รื้อถอนทางเดินเท้าเดิม

B คือ ปรับระดับพื้นที่ และซ่อมแซมส่วนที่ชำรุด

C คือ ติดตั้งเครื่องประกอบถนน ได้แก่ โคมไฟ ตู้โทรศัพท์สาธารณะ ป้ายประชาสัมพันธ์ของพื้นที่

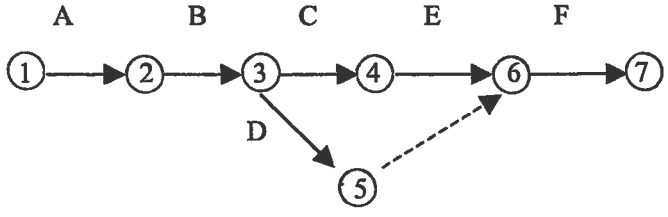
D คือ ปลูกต้นไม้

E คือ ปูพื้นทางเดิน

F คือ ทำความสะอาดพื้นที่

Copyright by Mahidol University

ผังการจัดการแสดงได้ดังนี้



ค่า h คำนวณจากการประมาณค่าใช้จ่ายที่เพิ่มขึ้นใน 1 วัน จากตาราง ข-7 พบว่า มีค่าใช้จ่ายสูงสุด 10,500 บาท ดังนั้น คิดค่า h โดยประมาณ 10,000 เป็นค่าใช้จ่ายทางอ้อมของโครงการ ส่วนค่าวัสดุ ซึ่งไม่ได้นำมาคิดเป็นค่าใช้จ่ายในโปรแกรมเชิงเส้น มีดังนี้

ตารางที่ ข-8 ค่าวัสดุในงานปรับปรุงทางเดินเท้า

หน่วย : บาท/งาน

รายละเอียดค่าใช้จ่าย	ราคารวม (L/S)
ค่าวัสดุ - แผ่นปูทางเดินเท้า - ปูนทรายปรับระดับ - ต้นไม้ และเครื่องประกอบถนน - อื่นๆ	12,141,796

ที่มา: สำนักงบประมาณ กรมโยธาธิการ,เมษายน 2544

Copyright by Mahidol University

ภาคผนวก ค

การวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมเชิงเส้น (Linear Programming)

Copyright by Mahidol University

1. ผลการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมเชิงเส้นของการจัดการงานระบบไฟฟ้าและงานวางสายโทรศัพท์ใต้ดิน (ดูรายละเอียดสมการใน 3.3.1)

MIN $30{,}000\,X_{11} - 25{,}000\,t_{3,4} - 31{,}250\,t_{6,7} - 2{,}500\,t_{7,9} - 2{,}000\,t_{9,10} + 1{,}573{,}881$

SUBJECT TO (คูณ –1 เพื่อเปลี่ยนเครื่องหมายอสมการให้อยู่ในรูปแบบการหาค่าต่ำสุด)

2) $-X_1 + X_2 - t_{1,2} \geq 0$

3) $-X_2 + X_3 - t_{2,3} \geq 0$

4) $-X_3 + X_4 - t_{3,4} \geq 0$

5) $-X_3 + X_5 - t_{3,5} \geq 0$

6) $-X_4 + X_5 - t_{4,5} \geq 0$

7) $-X_5 + X_6 - t_{5,6} \geq 0$

8) $-X_6 + X_7 - t_{6,7} \geq 0$

9) $-X_7 + X_8 - t_{7,8} \geq 0$

10) $-X_7 + X_9 - t_{7,9} \geq 0$

11) $-X_8 + X_9 - t_{8,9} \geq 0$

12) $-X_9 + X_{10} - t_{9,10} \geq 0$

13) $-X_{10} + X_{11} - t_{10,11} \geq 0$

14) $t_{1,2} = 4$

15) $t_{2,3} = 10$

16) $t_{3,4} \leq 8$

17) $t_{3,4} \geq 6$

18) $t_{3,5} = 5$

19) $t_{4,5} = 0$

20) $t_{5,6} = 2$

21) $t_{6,7} \leq 90$

22) $t_{6,7} \geq 86$

23) $t_{7,8} = 18$

24) $t_{7,9} \leq 24$

25) $t_{7,9} \geq 20$

26) $t_{8,9} = 0$

27) $t_{9,10} \leq 3$

28) $t_{9,10} \geq 2$

29) $t_{10,11} = 2$

30) $t_{1,2} + t_{2,3} + t_{3,4} + t_{5,6} + t_{6,7} + t_{7,8} + t_{8,9} + t_{9,10} + t_{10,11} \leq 166$

31) $t_{1,2} + t_{2,3} + t_{3,5} + t_{5,6} + t_{6,7} + t_{7,9} + t_{9,10} + t_{10,11} \leq 166$

Copyright by Mahidol University

END

GO

LP OPTIMUM FOUND AT STEP 17

OBJECTIVE FUNCTION VALUE

1) 2,637,381

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
X_1	.000000	30,000.000000
X_2	4.000000	.000000
X_3	14.000000	.000000
X_4	20.000000	.000000
X_5	20.000000	.000000
X_6	22.000000	.000000
X_7	112.000000	.000000
X_8	130.000000	.000000
X_9	132.000000	.000000
X_{10}	134.000000	.000000
X_{11}	136.000000	.000000
$t_{1,2}$	4.000000	.000000
$t_{2,3}$	10.000000	.000000
$t_{3,4}$	6.000000	.000000
$t_{3,5}$	5.000000	.000000
$t_{4,5}$	.000000	30,000.000000
$t_{5,6}$	2.000000	.000000
$t_{6,7}$	90.000000	.000000
$t_{7,8}$	18.000000	.000000
$t_{7,9}$	20.000000	.000000
$t_{8,9}$	.000000	.000000
$t_{9,10}$	2.000000	.000000
$t_{10,11}$	2.000000	.000000

ROW	SLACK OR SURPLUS	DUAL PRICES
2)	.000000	-30,000.000000
3)	.000000	-30,000.000000
4)	.000000	-30,000.000000

Copyright by Mahidol University

ROW	SLACK OR SURPLUS	DUAL PRICES
5)	1.000000	.000000
6)	.000000	-30,000.000000
7)	.000000	-30,000.000000
8)	.000000	-30,000.000000
9)	.000000	.000000
10)	.000000	-30,000.000000
11)	2.000000	.000000
12)	.000000	-30,000.000000
13)	.000000	-30,000.000000
14)	.000000	-30,000.000000
15)	.000000	-30,000.000000
16)	2.000000	.000000
17)	.000000	-5,000.000000
18)	.000000	.000000
19)	.000000	.000000
20)	.000000	-30,000.000000
21)	.000000	1,250.000000
22)	4.000000	.000000
23)	.000000	.000000
24)	4.000000	.000000
25)	.000000	-27,500.000000
26)	.000000	.000000
27)	1.000000	.000000
28)	.000000	-28,000.000000
29)	.000000	-30,000.000000
30)	32.000000	.000000
31)	31.000000	.000000

NO. ITERATIONS = 17

RANGES IN WHICH THE BASIS IS UNCHANGED:

Copyright by Mahidol University

OBJ COEFICIENT RANGES

VARIABLE	CURRENT COEF	ALLOWABLE INCREASE	ALLOWABLE DECREASE
X_1	.000000	INFINITY	30,000.000000
X_2	.000000	INFINITY	30,000.000000
X_3	.000000	INFINITY	30,000.000000
X_4	.000000	INFINITY	5,000.000000
X_5	.000000	INFINITY	5,000.000000
X_6	.000000	INFINITY	5,000.000000
X_7	.000000	1,250.000000	5,000.000000
X_8	.000000	.000000	.000000
X_9	.000000	1,250.000000	5,000.000000
X_{10}	.000000	1,250.000000	5,000.000000
X_{11}	30,000.000000	1,250.000000	5,000.000000
$t_{1,2}$	.000000	INFINITY	30,000.000000
$t_{2,3}$	.000000	INFINITY	30,000.000000
$t_{3,4}$	-25,000.000000	INFINITY	5,000.000000
$t_{3,5}$	.000000	.000000	INFINITY
$t_{4,5}$	.000000	INFINITY	30,000.000000
$t_{5,6}$	.000000	INFINITY	30,000.000000
$t_{6,7}$	-31,250.000000	1,250.000000	INFINITY
$t_{7,8}$	.000000	.000000	INFINITY
$t_{7,9}$	-2,500.000000	INFINITY	27,500.000000
$t_{8,9}$	.000000	.000000	INFINITY
$t_{9,10}$	-2,000.000000	INFINITY	28,000.000000
$t_{10,11}$	.000000	INFINITY	30,000.000000

RIGHTHAND SIDE RANGES

ROW	CURRENT RHS	ALLOWABLE INCREASE	ALLOWABLE DECREASE
2	.000000	INFINITY	4.000000
3	.000000	INFINITY	14.000000
4	.000000	INFINITY	1.000000
5	.000000	1.000000	INFINITY
6	.000000	INFINITY	1.000000

Copyright by Mahidol University

ROW	CURRENT RHS	ALLOWABLE INCREASE	ALLOWABLE DECREASE
7	.000000	INFINITY	22.000000
8	.000000	INFINITY	112.000000
9	.000000	2.000000	INFINITY
10	.000000	INFINITY	2.000000
11	.000000	2.000000	INFINITY
12	.000000	INFINITY	134.000000
13	.000000	INFINITY	136.000000
14	4.000000	31.000000	4.000000
15	10.000000	31.000000	10.000000
16	8.000000	INFINITY	2.000000
17	6.000000	2.000000	1.000000
18	5.000000	1.000000	5.000000
19	0.000000	0.000000	0.000000
20	2.000000	31.000000	2.000000
21	90.000000	31.000000	4.000000
22	86.000000	4.000000	INFINITY
23	18.000000	2.000000	18.000000
24	24.000000	INFINITY	4.000000
25	20.000000	4.000000	2.000000
26	.000000	.000000	.000000
27	3.000000	INFINITY	1.000000
28	2.000000	1.000000	2.000000
29	2.000000	31.000000	2.000000
30	166.000000	INFINITY	32.000000
31	166.000000	INFINITY	31.000000

2.ผลการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมเชิงเส้นของงานจัดการระบบประปา (ดูรายละเอียดสมการใน 3.3.2)

MIN $25{,}000X_8 - 25{,}800\,t_{1,2} - 2{,}500\,t_{2,3} - 17{,}217\,t_{4,5} - 565\,t_{7,8} + 2{,}005{,}690$

SUBJECT TO (คูณ –1 เพื่อเปลี่ยนเครื่องหมายอสมการให้อยู่ในรูปแบบการหาค่าต่ำสุด)

2) $-X_1 + X_2 - t_{1,2} \geq 0$

Copyright by Mahidol University

3) $-X_2 + X_3 - t_{2,3} \geq 0$

4) $-X_3 + X_4 - t_{3,4} \geq 0$

5) $-X_4 + X_5 - t_{4,5} \geq 0$

6) $-X_5 + X_6 - t_{5,6} \geq 0$

7) $-X_6 + X_7 - t_{6,7} \geq 0$

8) $-X_7 + X_8 - t_{7,8} \geq 0$

9) $t_{1,2} \leq 15$

10) $t_{1,2} \geq 13$

11) $t_{2,3} \leq 10$

12) $t_{2,3} \geq 6$

13) $t_{3,4} = 60$

14) $t_{4,5} \leq 15$

15) $t_{4,5} \geq 12$

16) $t_{5,6} = 7$

17) $t_{6,7} = 3$

18) $t_{7,8} \leq 20$

19) $t_{7,8} \geq 15$

20) $t_{1,2} + t_{2,3} + t_{3,4} + t_{4,5} + t_{5,6} + t_{6,7} + t_{7,8} \leq 130$

END

GO

LP OPTIMUM FOUND AT STEP 12

OBJECTIVE FUNCTION VALUE

1) 4,338,611

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
X_1	.000000	25,000.000000
X_2	15.000000	.000000
X_3	21.000000	.000000
X_4	81.000000	.000000
X_5	93.000000	.000000
X_6	100.000000	.000000
X_7	103.000000	.000000
X_8	118.000000	.000000
$t_{1,2}$	15.000000	.000000
$t_{2,3}$	6.000000	.000000
$t_{3,4}$	60.000000	.000000

Copyright by Mahidol University

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
$t_{4,5}$	12.000000	.000000
$t_{5,6}$	7.000000	.000000
$t_{6,7}$	3.000000	.000000
$t_{7,8}$	15.000000	.000000

ROW	SLACK OR SURPLUS	DUAL PRICES
2)	.000000	- 25,000.000000
3)	.000000	-25,000.000000
4)	.000000	-25,000.000000
5)	.000000	-25,000.000000
6)	.000000	-25,000.000000
7)	.000000	-25,000.000000
8)	.000000	-25,000.000000
9)	.000000	800.000000
10)	2.000000	.000000
11)	4.000000	.000000
12)	.000000	-22,500.000000
13)	.000000	-22,500.000000
14)	3.000000	.000000
15)	.000000	-7,783.000000
16)	.000000	-25,000.000000
17)	.000000	-25,000.000000
18)	5.000000	.000000
19)	.000000	-24,435.000000
20)	12.000000	.000000

NO. ITERATIONS = 15

RANGES IN WHICH THE BASIS IS UNCHANGED:

OBJ COEFICIENT RANGES

VARIABLE	CURRENT COEF	ALLOWABLE INCREASE	ALLOWABLE DECREASE
X_1	.000000	INFINITY	25,000.000000
X_2	.000000	800.000000	25,000.000000

Copyright by Mahidol University

VARIABLE	CURRENT COEF	ALLOWABLE INCREASE	ALLOWABLE DECREASE
X_3	.000000	800.000000	22,500.000000
X_4	.000000	800.000000	22,500.000000
X_5	.000000	800.000000	7,783.000000
X_6	.000000	800.000000	7,783.000000
X_7	.000000	800.000000	7,783.000000
X_8	25,000.000000	800.000000	7,783.000000
$t_{1,2}$	-25,800.000000	800.000000	INFINITY
$t_{2,3}$	-2,500.000000	INFINITY	22,500.000000
$t_{3,4}$	.000000	INFINITY	25,000.000000
$t_{4,5}$	-17,217.000000	INFINITY	7,783.000000
$t_{5,6}$	.000000	INFINITY	25,000.000000
$t_{6,7}$	.000000	INFINITY	25,000.000000
$t_{7,8}$	-565.000000	INFINITY	24,435.000000

RIGHTHAND SIDE RANGES

ROW	CURRENT RHS	ALLOWABLE INCREASE	ALLOWABLE DECREASE
2	.000000	INFINITY	15.000000
3	.000000	INFINITY	21.000000
4	.000000	INFINITY	81.000000
5	.000000	INFINITY	93.000000
6	.000000	INFINITY	100.000000
7	.000000	INFINITY	103.000000
8	.000000	INFINITY	118.000000
9	15.000000	12.000000	2.000000
10	13.000000	2.000000	INFINITY
11	10.000000	INFINITY	4.000000
12	6.000000	4.000000	6.000000
13	60.000000	12.000000	60.000000
14	15.000000	INFINITY	3.000000
15	12.000000	3.000000	12.000000
16	7.000000	12.000000	7.000000
17	3.000000	12.000000	3.000000

Copyright by Mahidol University

ROW	CURRENT RHS	ALLOWABLE INCREASE	ALLOWABLE DECREASE
18	20.000000	INFINITY	5.000000
19	15.000000	5.000000	15.000000
20	130.000000	INFINITY	12.000000

3.ผลการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมเชิงเส้นในงานจัดการระบบระบายน้ำ (ดูรายละเอียดสมการใน 3.3.3)

MIN $15{,}000X_8 - 15{,}680\,t_{1,2} - 3{,}200\,t_{2,3} - 8{,}750\,t_{3,4} - 1{,}500\,t_{3,5} - 720\,t_{7,8} + 2{,}429{,}656$

SUBJECT TO (คูณ –1 เพื่อเปลี่ยนเครื่องหมายอสมการให้อยู่ในรูปแบบการหาค่าต่ำสุด)

2) $-X_1 + X_2 - t_{1,2} \geq 0$

3) $-X_2 + X_3 - t_{2,3} \geq 0$

4) $-X_3 + X_4 - t_{3,4} \geq 0$

5) $-X_3 + X_5 - t_{3,5} \geq 0$

6) $-X_4 + X_6 - t_{4,6} \geq 0$

7) $-X_5 + X_6 - t_{5,6} \geq 0$

8) $-X_6 + X_7 - t_{6,7} \geq 0$

9) $-X_7 + X_8 - t_{7,8} \geq 0$

10) $t_{1,2} \leq 45$

11) $t_{1,2} \geq 30$

12) $t_{2,3} \leq 20$

13) $t_{2,3} \geq 18$

14) $t_{3,4} \leq 70$

15) $t_{3,4} \geq 62$

16) $t_{3,5} \leq 20$

17) $t_{3,5} \geq 15$

18) $t_{4,6} = 20$

19) $t_{5,6} = 0$

20) $t_{6,7} = 3$

21) $t_{7,8} \leq 20$

22) $t_{7,8} \geq 15$

23) $t_{1,2} + t_{2,3} + t_{3,4} + t_{4,6} + t_{6,7} + t_{7,8} \leq 186$

24) $t_{1,2} + t_{2,3} + t_{3,5} + t_{5,6} + t_{6,7} + t_{7,8} \leq 186$

END

Copyright by Mahidol University

GO

LP OPTIMUM FOUND AT STEP 14

OJECTIVE FUNCTION VALUE

1) 3,528,156

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
X_1	.000000	15,000.000000
X_2	45.000000	.000000
X_3	63.000000	.000000
X_4	125.000000	.000000
X_5	145.000000	.000000
X_6	145.000000	.000000
X_7	148.000000	.000000
X_8	163.000000	.000000
$t_{1,2}$	45.000000	.000000
$t_{2,3}$	18.000000	.000000
$t_{3,4}$	62.000000	.000000
$t_{3,5}$	20.000000	.000000
$t_{4,6}$	20.000000	.000000
$t_{5,6}$	.000000	.000000
$t_{6,7}$	3.000000	.000000
$t_{7,8}$	15.000000	.000000

ROW	SLACK OR SURPLUS	DUAL PRICES
2)	.000000	-15,000.000000
3)	.000000	-15,000.000000
4)	.000000	-15,000.000000
5)	62.000000	.000000
6)	.000000	-15,000.000000
7)	.000000	.000000
8)	.000000	-15,000.000000
9)	.000000	-15,000.000000
10)	.000000	680.000000
11)	15.000000	.000000
12)	2.000000	.000000
13)	.000000	-11,800.000000

Copyright by Mahidol University

ROW	SLACK OR SURPLUS	DUAL PRICES
14)	8.000000	.000000
15)	.000000	-6,250.000000
16)	.000000	1,500.000000
17)	5.000000	.000000
18)	.000000	-15,000.000000
19)	.000000	.000000
20)	.000000	-15,000.000000
21)	5.000000	.000000
22)	.000000	-14,280.000000
23)	23.000000	.000000
24)	85.000000	.000000

NO. ITERATIONS = 14

RANGES IN WHICH THE BASIS IS UNCHANGED:

	OBJ COEFICIENT RANGES		
VARIABLE	CURRENT COEF	ALLOWABLE INCREASE	ALLOWABLE DECREASE
X_1	.000000	INFINITY	15,000.000000
X_2	.000000	680.000000	15,000.000000
X_3	.000000	680.000000	11,800.000000
X_4	.000000	680.000000	6,250.000000
X_5	.000000	.000000	6,250.000000
X_6	.000000	680.000000	6,250.000000
X_7	.000000	680.000000	6,250.000000
X_8	15,000.000000	680.000000	6,250.000000
$t_{1,2}$	-15,680.000000	680.000000	INFINITY
$t_{2,3}$	-32,500.000000	INFINITY	11,800.000000
$t_{3,4}$	-8,750.000000	INFINITY	6,250.000000
$t_{3,5}$	-1,500.000000	1,500.000000	INFINITY
$t_{4,6}$	.000000	INFINITY	15,000.000000
$t_{5,6}$	.000000	INFINITY	.000000
$t_{6,7}$	.000000	INFINITY	15,000.000000
$t_{7,8}$	-720.000000	INFINITY	14,280.000000

Copyright by Mahidol University

RIGHTHAND SIDE RANGES

ROW	CURRENT RHS	ALLOWABLE INCREASE	ALLOWABLE DECREASE
2	.000000	INFINITY	45.000000
3	.000000	INFINITY	63.000000
4	.000000	INFINITY	62.000000
5	.000000	62.000000	INFINITY
6	.000000	INFINITY	62.000000
7	.000000	62.000000	INFINITY
8	.000000	INFINITY	148.000000
9	.000000	INFINITY	163.000000
10	45.000000	23.000000	15.000000
11	30.000000	15.000000	INFINITY
12	20.000000	INFINITY	2.000000
13	18.000000	2.000000	18.000000
14	70.000000	INFINITY	8.000000
15	62.000000	8.000000	62.000000
16	20.000000	62.000000	5.000000
17	15.000000	5.000000	INFINITY
18	20.000000	23.000000	20.000000
19	.000000	.000000	.000000
20	3.000000	23.000000	3.000000
21	20.000000	INFINITY	5.000000
22	15.000000	5.000000	15.000000
23	186.000000	INFINITY	23.000000
24	186.000000	INFINITY	85.000000

4.ผลการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมเชิงเส้นของงานจัดการทางเดินเท้า (ดูรายละเอียดสมการใน3.3.4)

MIN $10{,}000X_7 - 5{,}000\,t_{1,2} - 3{,}080\,t_{2,3} - 1{,}440\,t_{3,4} - 950\,t_{3,5} - 10{,}500\,t_{4,6} + 2{,}278{,}294$

SUBJECT TO (คูณ –1 เพื่อเปลี่ยนเครื่องหมายอสมการให้อยู่ในรูปแบบการหาค่าต่ำสุด)

2) $-X_1 + X_2 - t_{1,2} \geq 0$

3) $-X_2 + X_3 - t_{2,3} \geq 0$

Copyright by Mahidol University

4) $-X_3 + X_4 - t_{3,4} \geq 0$

5) $-X_3 + X_5 - t_{3,5} \geq 0$

6) $-X_4 + X_6 - t_{4,6} \geq 0$

7) $-X_5 + X_6 - t_{5,6} \geq 0$

8) $-X_6 + X_7 - t_{6,7} \geq 0$

9) $t_{1,2} \leq 45$

10) $t_{1,2} \geq 30$

11) $t_{2,3} \leq 30$

12) $t_{2,3} \geq 23$

13) $t_{3,4} \leq 16$

14) $t_{3,4} \geq 7$

15) $t_{3,5} \leq 7$

16) $t_{3,5} \geq 5$

17) $t_{4,6} \leq 70$

18) $t_{4,6} \geq 63$

19) $t_{5,6} = 0$

20) $t_{6,7} = 2$

21) $t_{1,2} + t_{2,3} + t_{3,5} + t_{5,6} + t_{6,7} \leq 164$

22) $t_{1,2} + t_{2,3} + t_{3,4} + t_{4,6} + t_{6,7} \leq 164$

END

GO

LP OPTIMUM FOUND AT STEP 14

OJECTIVE FUNCTION VALUE

1) 2,625,724

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
X_1	.000000	10,000.000000
X_2	30.000000	.000000
X_3	53.000000	.000000
X_4	60.000000	.000000
X_5	130.000000	.000000
X_6	130.000000	.000000
X_7	132.000000	.000000
$t_{1,2}$	30.000000	.000000
$t_{2,3}$	23.000000	.000000
$t_{3,4}$	7.000000	.000000

Copyright by Mahidol University

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
$t_{3,5}$	7.000000	.000000
$t_{4,6}$	70.000000	.000000
$t_{5,6}$	.000000	.000000
$t_{6,7}$	2.000000	.000000

ROW	SLACK OR SURPLUS	DUAL PRICES
2)	.000000	-10,000.000000
3)	.000000	-10,000.000000
4)	.000000	-10,000.000000
5)	70.000000	.000000
6)	.000000	-10,000.000000
7)	.000000	.000000
8)	.000000	-10,000.000000
9)	15.000000	.000000
10)	.000000	-5,000.000000
11)	7.000000	.000000
12)	.000000	-6,920.000000
13)	9.000000	.000000
14)	.000000	-8,560.000000
15)	.000000	950.000000
16)	2.000000	.000000
17)	.000000	500.000000
18)	7.000000	.000000
19)	.000000	.000000
20)	.000000	-10,000.000000
21)	102.000000	.000000
22)	32.000000	.000000

NO. ITERATIONS = 14

RANGES IN WHICH THE BASIS IS UNCHANGED:

Copyright by Mahidol University

OBJ COEFICIENT RANGES

VARIABLE	CURRENT COEF	ALLOWABLE INCREASE	ALLOWABLE DECREASE
X_1	.000000	INFINITY	10,000.000000
X_2	.000000	INFINITY	5,000.000000
X_3	.000000	INFINITY	5,000.000000
X_4	.000000	INFINITY	5,000.000000
X_5	.000000	.000000	5,000.000000
X_6	.000000	500.000000	5,000.000000
X_7	10,000.000000	500.000000	5,000.000000
$t_{1,2}$	-5,000.000000	INFINITY	5,000.000000
$t_{2,3}$	-3,080.000000	INFINITY	6,920.000000
$t_{3,4}$	-1,440.000000	INFINITY	8,560.000000
$t_{3,5}$	-950.000000	950.000000	INFINITY
$t_{4,6}$	-10,500.000000	500.000000	INFINITY
$t_{5,6}$	.000000	INFINITY	.000000
$t_{6,7}$	.000000	INFINITY	10,000.000000

RIGHTHAND SIDE RANGES

ROW	CURRENT RHS	ALLOWABLE INCREASE	ALLOWABLE DECREASE
2	.000000	INFINITY	30.000000
3	.000000	INFINITY	53.000000
4	.000000	INFINITY	60.000000
5	.000000	70.000000	INFINITY
6	.000000	INFINITY	70.000000
7	.000000	70.000000	INFINITY
8	.000000	INFINITY	132.000000
9	45.000000	INFINITY	15.000000
10	30.000000	15.000000	30.000000
11	30.000000	INFINITY	7.000000
12	23.000000	7.000000	23.000000
13	16.000000	INFINITY	9.000000
14	7.000000	9.000000	7.000000
15	7.000000	70.000000	2.000000

Copyright by Mahidol University

ROW	CURRENT RHS	ALLOWABLE INCREASE	ALLOWABLE DECREASE
16	5.000000	2.000000	INFINITY
17	70.000000	32.000000	7.000000
18	63.000000	7.000000	INFINITY
19	.000000	.000000	.000000
20	2.000000	32.000000	2.000000
21	164.000000	INFINITY	102.000000
22	164.000000	INFINITY	32.000000

Copyright by Mahidol University

ภาคผนวก ง

แนวทางการปรับปรุงรูปแบบสภาพแวดล้อมทางกายภาพ

Copyright by Mahidol University

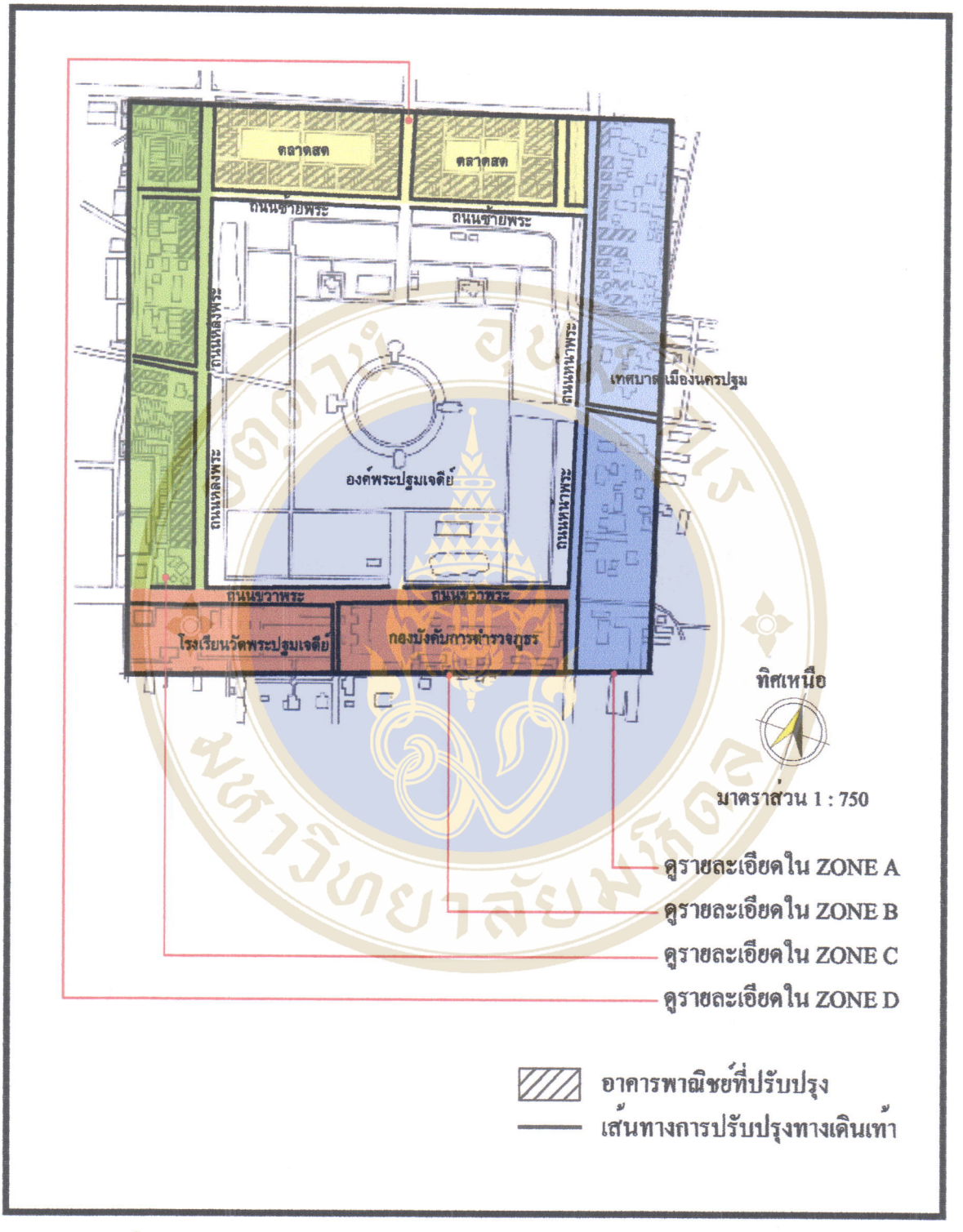
แนวทางการปรับปรุงรูปแบบสภาพแวดล้อมทางกายภาพ

อาคารโดยรอบองค์พระปฐมเจดีย์ในปัจจุบัน มีการต่อเติมอาคารด้วยวัสดุ รูปแบบที่ไม่กลมกลืนกับอาคารเดิม เช่น ใช้แผงอลูมิเนียมปิดอาคารส่วนบนทั้งหมด การติดป้ายชื่อร้านและการติดตั้งป้ายโฆษณาเพื่อผลประโยชน์ทางการค้า มีทั้งป้ายไม้ โลหะ ป้ายผ้า ติดเหนือประตูร้าน ใต้หน้าต่าง เหนือหน้าต่าง บางร้านมีป้ายไฟนีออนซึ่งเป็นป้ายยื่น ทำให้แต่ละร้านต้องปรับมุมในการติดตั้งเพื่อให้ป้ายของตนเป็นที่พบเห็นและสะดุดตาคนมากที่สุด ส่วนวัสดุที่ใช้เป็นแผงบังแดดหรือกันสาดมีทั้งผ้าใบที่มีข้อความโฆษณา และกันสาดอลูมิเนียม ที่ต้องใช้เหล็ก เส้นลวดขึงมาจากส่วนบนอาคารโยงสู่ส่วนปลายกันสาด ซึ่งสิ่งต่างๆเหล่านี้มีส่วนทำลายทัศนียภาพขององค์พระปฐมเจดีย์ ซึ่งเป็นสถานที่สำคัญในพื้นที่

ดังนั้นทางเทศบาลเมืองนครปฐมควรจะมีการกำหนดมาตรฐาน รูปแบบของอาคาร สีทาอาคาร ป้ายโฆษณาให้เป็นไปในรูปแบบเดียวกัน ไม่ว่าจะเป็นรูปแบบทางสถาปัตยกรรม สี ขนาด ระยะหรือวัสดุที่ใช้ และห้ามการจัดตั้งป้ายโฆษณา ป้ายชื่อร้านค้า ยื่นล้ำบดบังสายตาและกีดขวางทางสัญจร เพื่อเป็นการควบคุมให้อาคารต่างๆ มีความเป็นระเบียบ รวมถึงสภาพแวดล้อมทางกายภาพได้รับการส่งเสริมที่ดีขึ้น ป้องกันปัญหามลทัศน์ที่จะเกิดขึ้นได้ต่อไปในอนาคต และควรมีการกวดขัน ห้ามการใช้ทางเท้าเป็นที่ประกอบการค้าและกิจกรรมทุกประเภท

นอกจากนั้นเครื่องประกอบถนนต่างๆ เช่น ตู้โทรศัพท์สาธารณะ โคมไฟ ป้ายประชาสัมพันธ์ในพื้นที่ควรได้รับการปรับปรุง เพื่อช่วยให้เมืองมีความเป็นเอกลักษณ์และสวยงามน่าอยู่มากขึ้น โดยมีรายละเอียดดังนี้

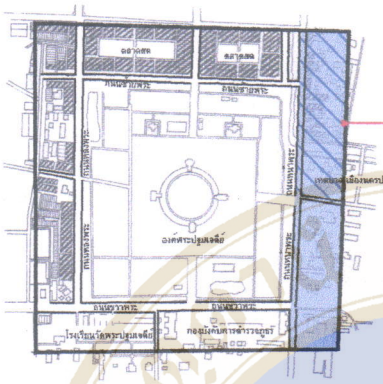
Copyright by Mahidol University



ภาพที่ ง-1 ผังบริเวณการปรับปรุงสภาพแวดล้อมทางกายภาพของพื้นที่ศึกษา

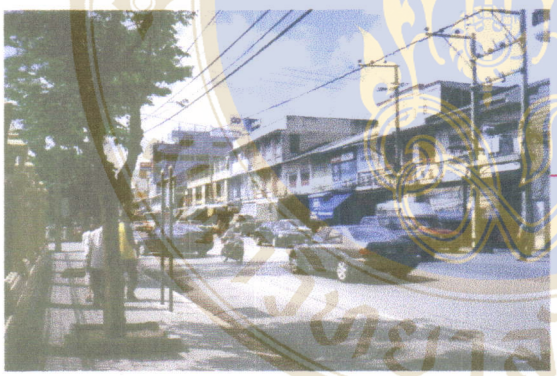
Copyright by Mahidol University

ถนนหน้าพระ (ZONE A)

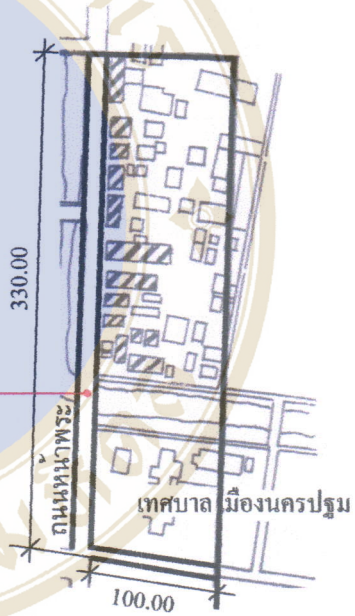


ดูแบบขยาย ZONE A-1 (ด้านทิศเหนือ)

ZONE A



ดูแนวทางการปรับปรุงในภาพที่ ง-3



แบบขยาย A-1

ทิศเหนือ

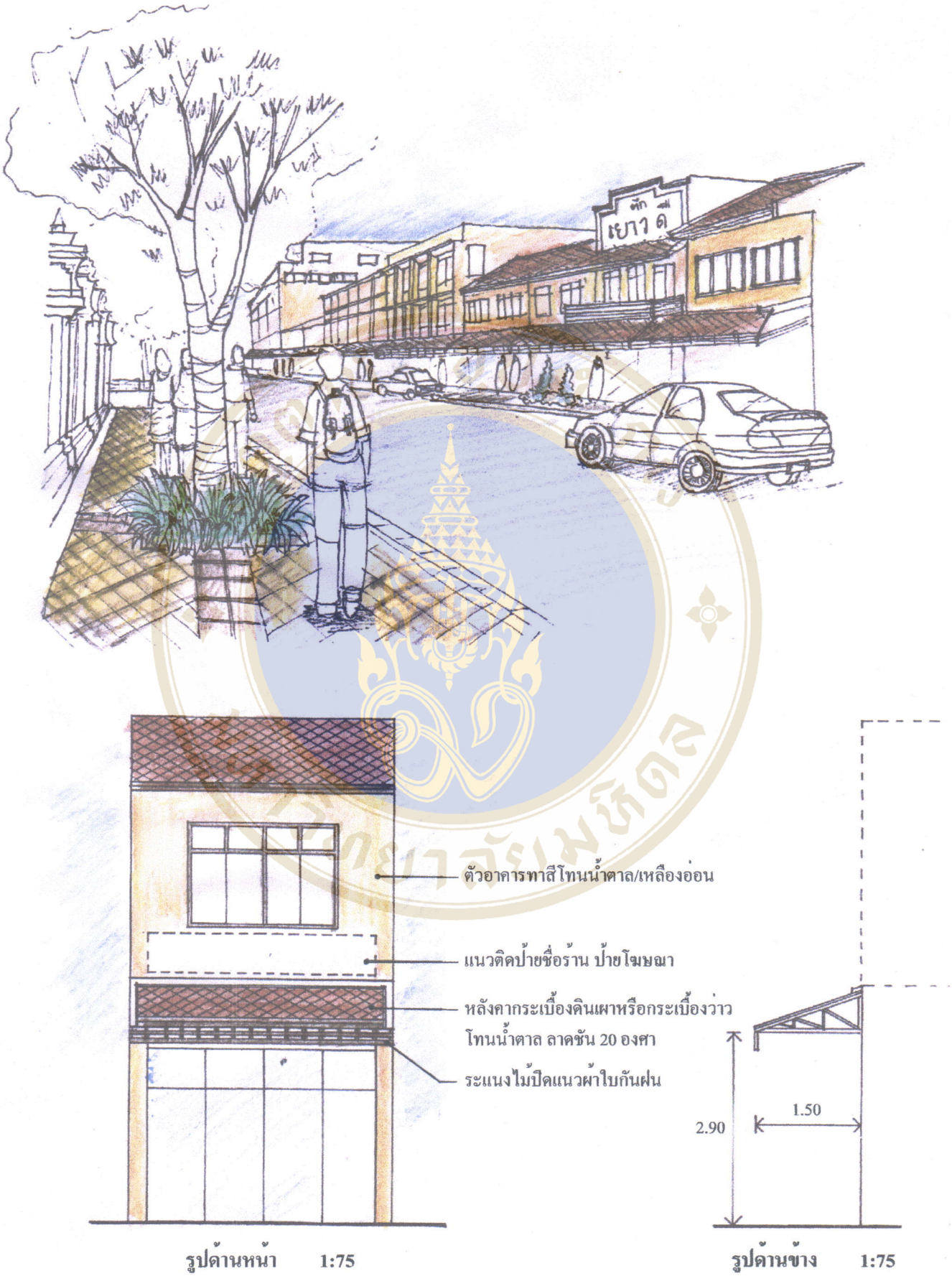
มาตราส่วน 1 : 500

อาคารพาณิชย์ที่ปรับปรุง

เส้นทางการปรับปรุงทางเดินเท้า

ภาพที่ ง-2 แบบขยาย ZONE A/A-1 บริเวณถนนหน้าพระ (ด้านทิศเหนือ)

Copyright by Mahidol University



ภาพที่ ง-3 แนวทางการปรับปรุงอาคารพาณิชย์บริเวณถนนหน้าพระ (ส่วนทิศเหนือ)

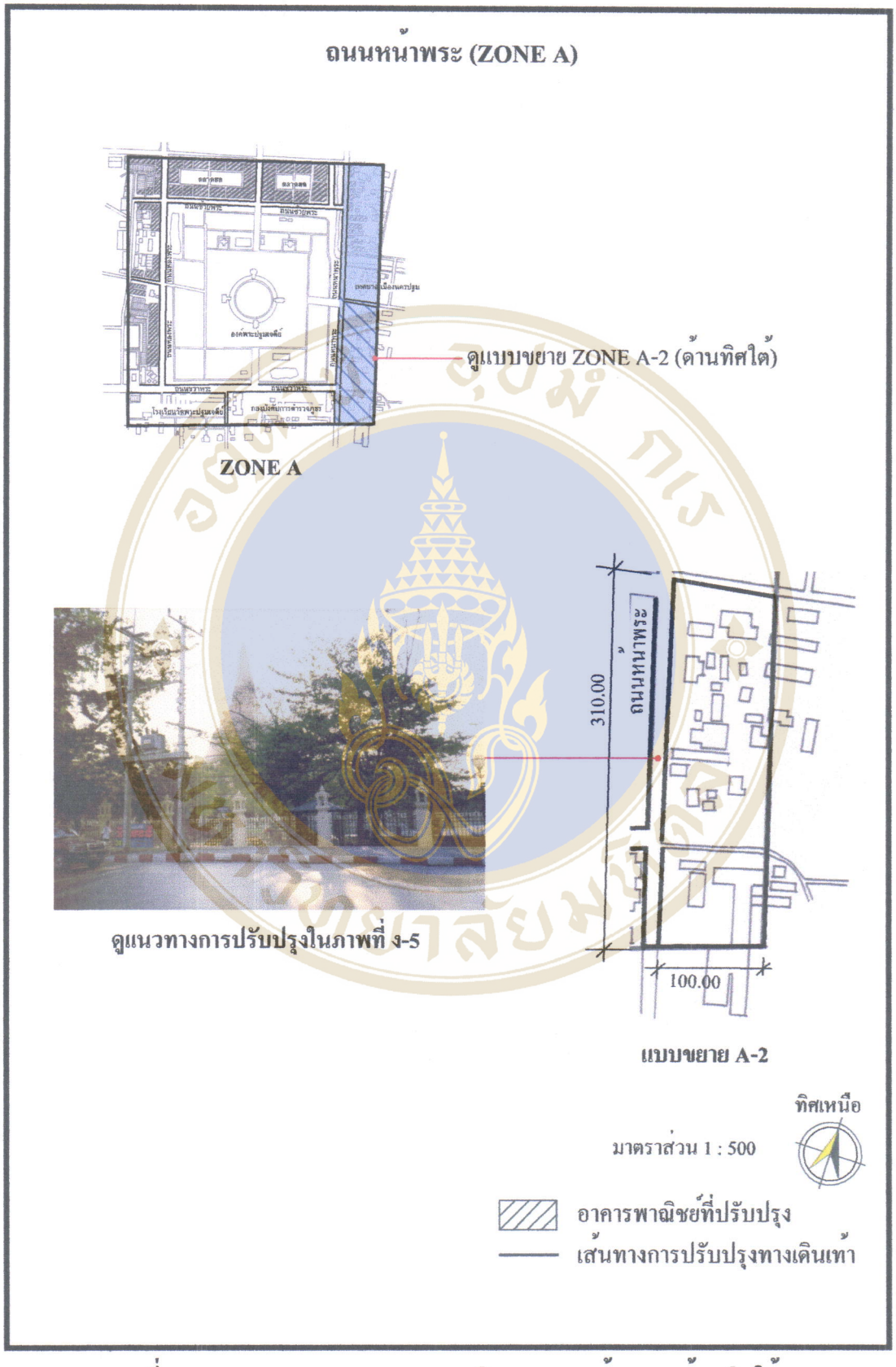
Copyright by Mahidol University

รายละเอียดค่าใช้จ่ายของการจัดการและค่าวัสดุอุปกรณ์ก่อสร้างเพื่อพัฒนาสภาพแวดล้อมทางกายภาพตามแนวถนนหน้าพระ ด้านทิศเหนือ (ZONE A-1) มีดังนี้

1. งานวางสายไฟฟ้าและสายโทรศัพท์ใต้ดิน ระยะทาง 430 เมตร	10,826,663 บาท
2. งานปรับปรุงระบบท่อประปา (ท่อ ∅ 300 มม.) ระยะทาง 430 เมตร	1,006,694 บาท
3. งานปรับปรุงระบบท่อระบายน้ำ(ท่อ ∅ 600 มม.) ระยะทาง 860 เมตร	1,075,068 บาท
4. งานปรับปรุงทางเดินเท้า ระยะทาง 850 เมตร	2,291,418 บาท
รวม	15,199,843 บาท

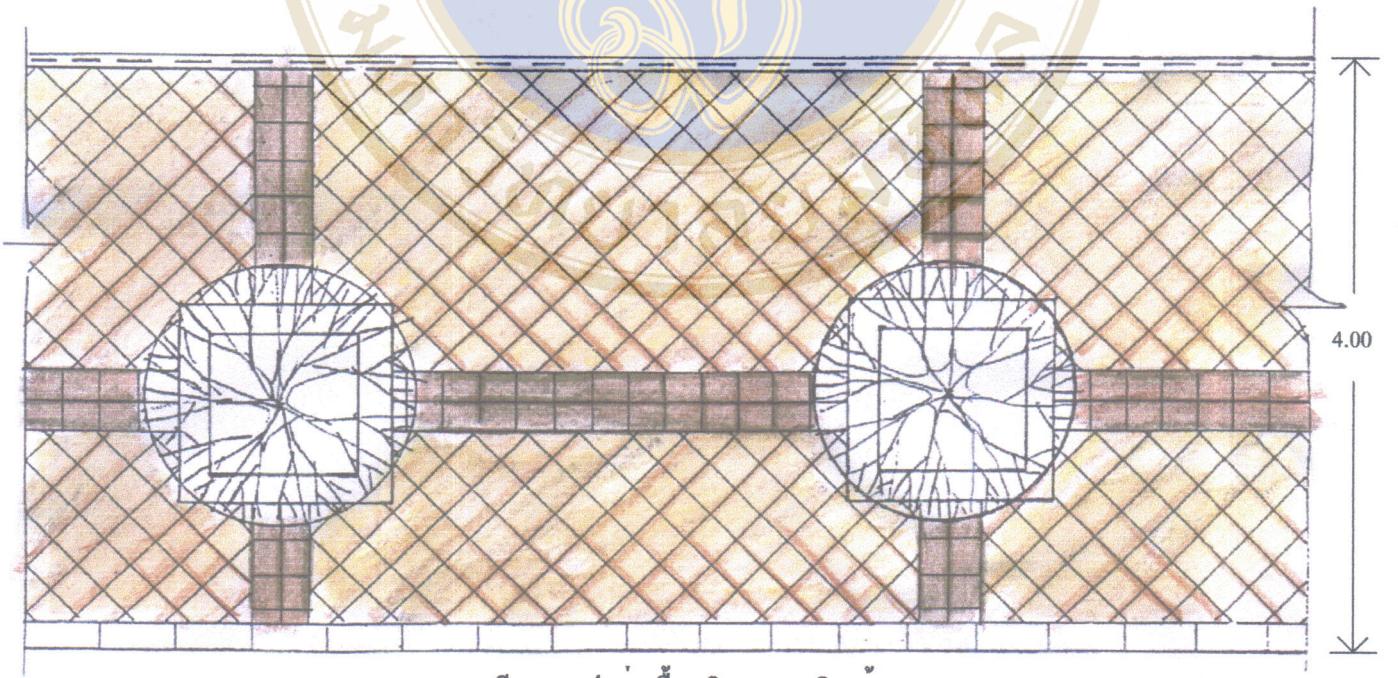
หมายเหตุ ในส่วนงานปรับปรุงอาคารพาณิชย์และป้ายโฆษณา (อาคารพาณิชย์ 22 ห้อง) บริเวณ ZONE A-1 หากมี การปรับปรุงอาคารตามรูปแบบสถาปัตยกรรมดังที่นำเสนอ จะเสียค่าใช้จ่ายประมาณ 467,726 บาท

Copyright by Mahidol University



ภาพที่ ง-4 แบบขยาย ZONE A/A-2 บริเวณถนนหน้าพระ (ด้านทิศใต้)

Copyright by Mahidol University



รายละเอียดการปูแผ่นพื้นบริเวณทางเดินเท้า 1 : 50

ภาพที่ ง-5 แนวทางการปรับปรุงทางเดินเท้าบริเวณถนนหน้าพระ

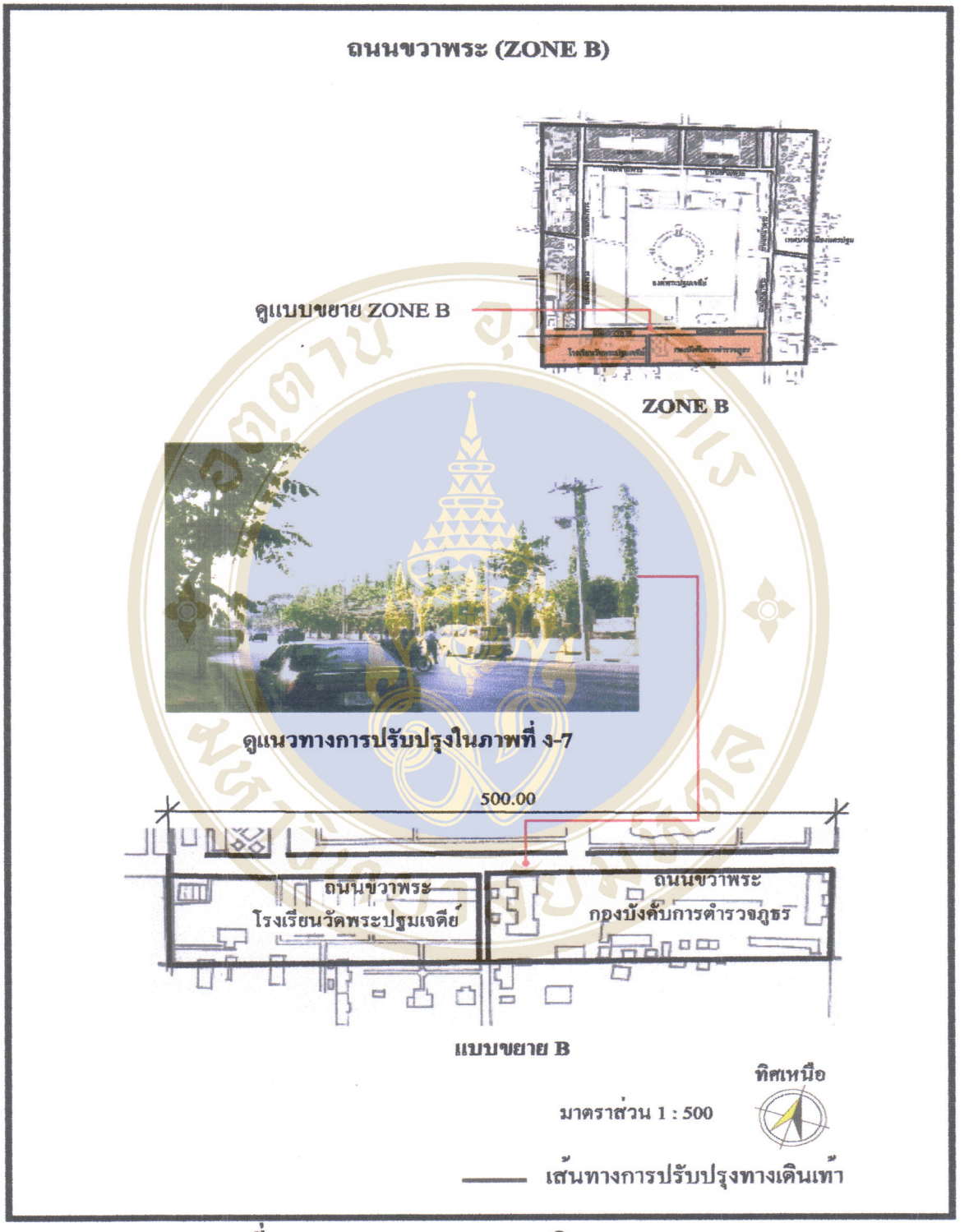
Copyright by Mahidol University

รายละเอียดค่าใช้จ่ายของการจัดการและค่าวัสดุอุปกรณ์ก่อสร้างเพื่อพัฒนาสภาพแวดล้อมทางกายภาพตามแนวถนนหน้าพระ ด้านทิศใต้ (ZONE A-2) มีดังนี้

1. งานวางสายไฟฟ้าและสายโทรศัพท์ใต้ดิน ระยะทาง 310 เมตร	7,805,269 บาท
2. งานปรับปรุงระบบท่อประปา (ท่อ ∅ 300 มม.) ระยะทาง 310 เมตร	725,756 บาท
3. งานปรับปรุงระบบท่อระบายน้ำ(ท่อ ∅ 600 มม.) ระยะทาง 620 เมตร	775,049 บาท
4. งานปรับปรุงทางเดินเท้า ระยะทาง 600 เมตร	1,617,473 บาท
รวม	10,923,547 บาท

รวมค่าใช้จ่าย ZONE A (ถนนหน้าพระทั้งหมด) เท่ากับ 26,123,390 บาท

Copyright by Mahidol University



ภาพที่ ง-6 แบบขยาย ZONE B บริเวณถนนขวาพระ

Copyright by Mahidol University

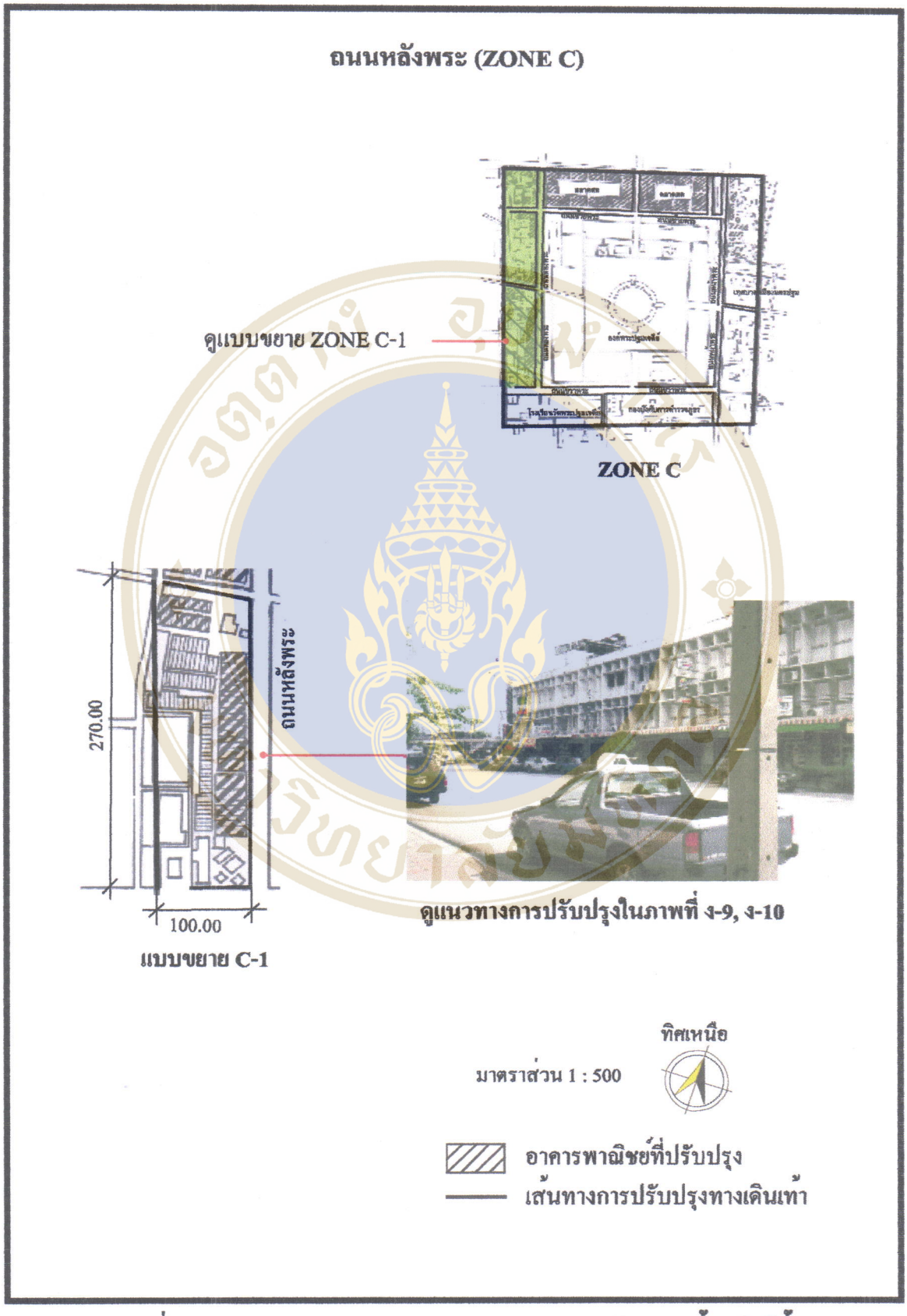
ภาพที่ ง-7 แนวทางการปรับปรุงบริเวณถนนขวาพระ

Copyright by Mahidol University

รายละเอียดค่าใช้จ่ายของการจัดการและค่าวัสดุอุปกรณ์ก่อสร้างเพื่อพัฒนาสภาพแวดล้อมทางกายภาพตามแนวถนนขวาพระ (ZONE B) มีดังนี้

1. งานวางสายไฟฟ้าและสายโทรศัพท์ใต้ดิน ระยะทาง 590 เมตร	14,855,189 บาท
2. งานปรับปรุงระบบท่อประปา (ท่อ ∅ 300 มม.) ระยะทาง 590 เมตร	1,381,278 บาท
3. งานปรับปรุงระบบท่อระบายน้ำ(ท่อ ∅ 600 มม.) ระยะทาง 1,180 เมตร	1,475,092 บาท
4. งานปรับปรุงทางเดินเท้า ระยะทาง 1,164 เมตร	3,137,895 บาท
รวม	20,849,454 บาท
รวมค่าใช้จ่าย ZONE B (ถนนขวาพระทั้งหมด) เท่ากับ	**20,849,454 บาท**

Copyright by Mahidol University



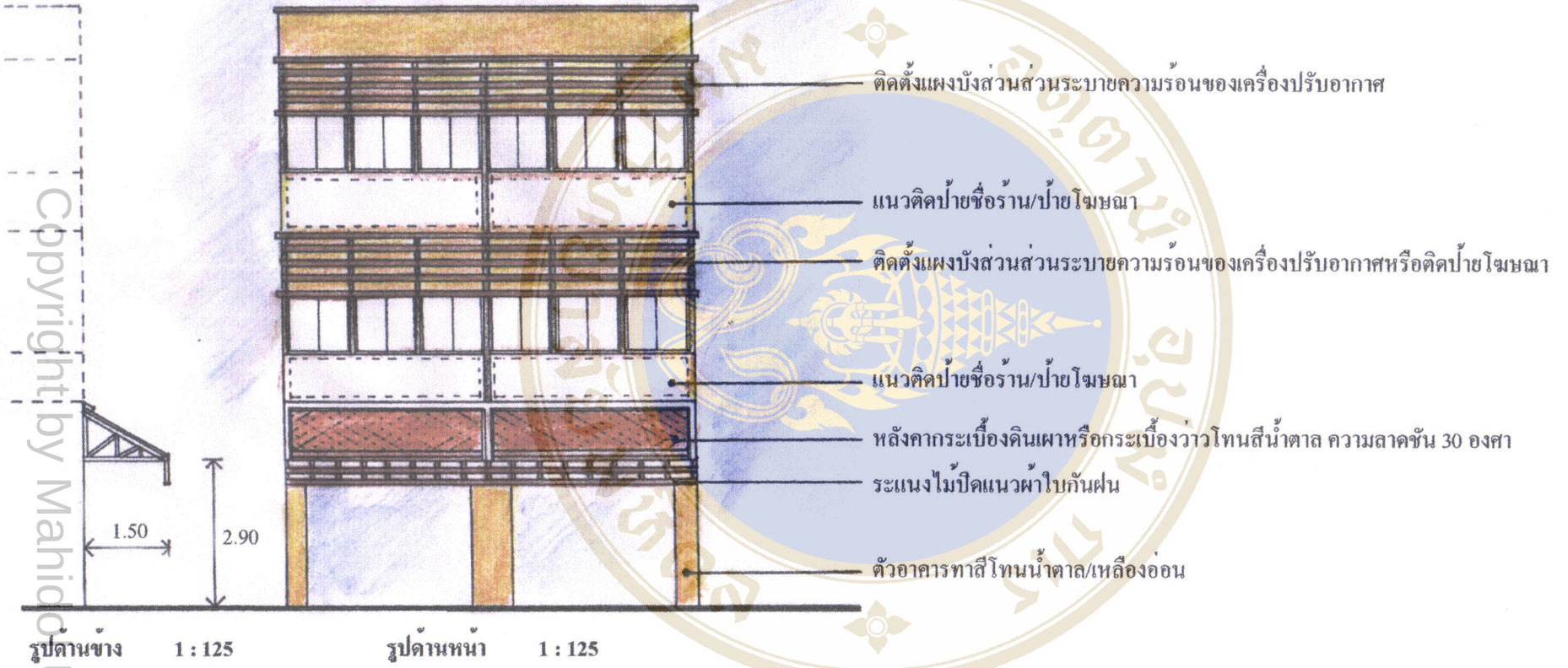
ภาพที่ ง-8 แบบขยาย ZONE C/C-1 บริเวณถนนหลังพระ (ด้านทิศใต้)

Copyright by Mahidol University

รูปแบบการปรับปรุงอาคารพาณิชย์แบบที่ 1 1 : 125

ภาพที่ ง-9 แนวทางการปรับปรุงอาคารพาณิชย์บริเวณถนนหลังพระ (ส่วนทิศใต้)

Copyright by Mahidol University



รูปแบบการปรับปรุงอาคารพาณิชย์ แบบที่ 2

ภาพที่ ง-10 รายละเอียดการปรับปรุงอาคารพาณิชย์บริเวณถนนหลังพระ (ด้านทิศใต้)

Copyright by Mahidol University

รายละเอียดค่าใช้จ่ายของการจัดการและค่าวัสดุอุปกรณ์ก่อสร้างเพื่อพัฒนาสภาพแวดล้อมทางกายภาพตามแนวถนนหลังพระ ด้านทิศใต้ (ZONE C-1) มีดังนี้

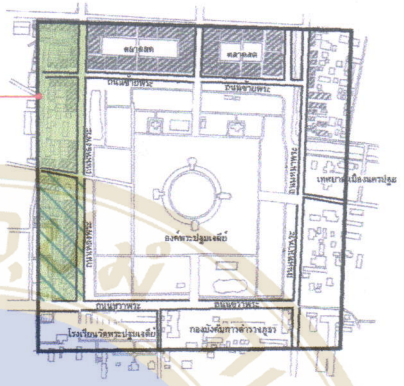
1. งานวางสายไฟฟ้าและสายโทรศัพท์ใต้ดิน ระยะทาง 270 เมตร	6,798,138 บาท
2. งานปรับปรุงระบบท่อประปา (ท่อ ∅ 400 มม.) ระยะทาง 270 เมตร	632,110 บาท
3. งานปรับปรุงระบบท่อระบายน้ำ(ท่อ ∅ 600 มม.) ระยะทาง 540 เมตร	675,042 บาท
4. งานปรับปรุงทางเดินเท้า ระยะทาง 460 เมตร	1,240,062 บาท
รวม	9,345,352 บาท

หมายเหตุ ในส่วนงานปรับปรุงอาคารพาณิชย์และป้ายโฆษณา (อาคารพาณิชย์ 44 ห้อง) บริเวณ ZONE C-1 หากมีการปรับปรุงอาคารตามรูปแบบสถาปัตยกรรมดังที่นำเสนอ จะเสียค่าใช้จ่ายประมาณ 935,448 บาท

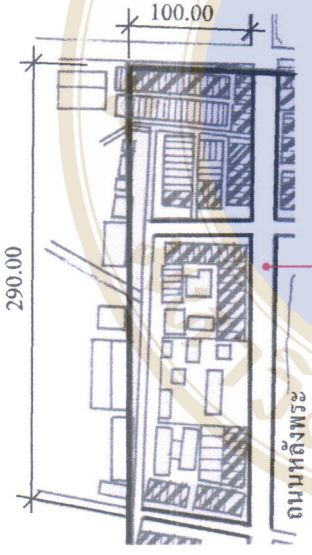
Copyright by Mahidol University

ถนนหลังพระ (C)

ดูแบบขยาย ZONE C-2



ZONE C



ดูแนวทางการปรับปรุงในภาพที่ ง-12,ง-13

ZONE C-2

ทิศเหนือ

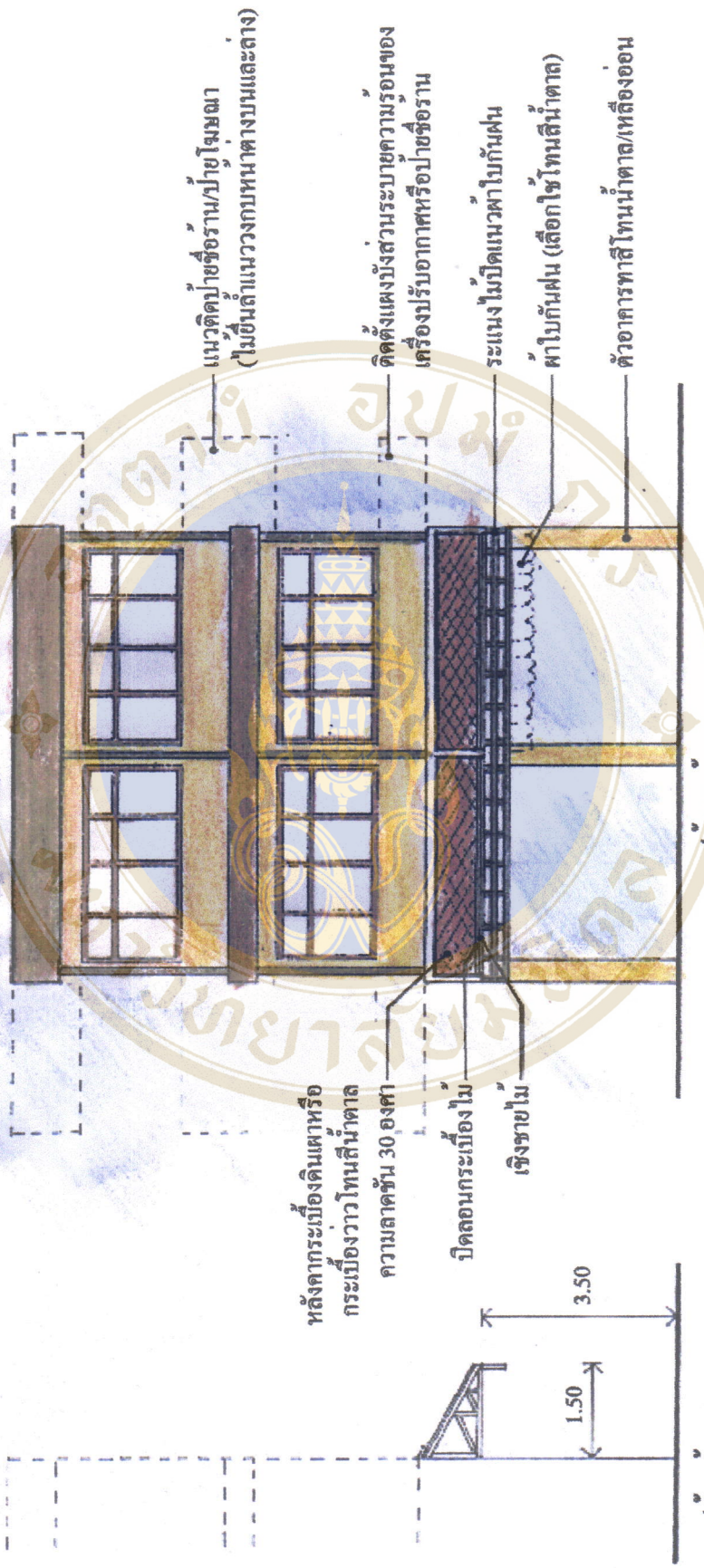
มาตราส่วน 1 : 500

อาคารพาณิชย์ที่ปรับปรุง

เส้นทางการปรับปรุงทางเดินเท้า

ภาพที่ ง-11 แบบขยาย ZONE C/C-2 บริเวณถนนหลังพระ (ด้านทิศเหนือ)

Copyright by Mahidol University



ภาพที่ ง-12 แนวทางการปรับปรุงอาคารพาณิชย์บริเวณถนนหลังพระ (ส่วนทิศใต้)

Copyright by Mahidol University

ภาพที่ ง-13 รูปแบบอาคารพาณิชย์หลังการปรับปรุงบริเวณถนนหลังพระ (ด้านทิศเหนือ)

Copyright by Mahidol University

รายละเอียดค่าใช้จ่ายของการจัดการและค่าวัสดุอุปกรณ์ก่อสร้างเพื่อพัฒนาสภาพแวดล้อมทางกายภาพตามแนวถนนหลังพระ ด้านทิศเหนือ (ZONE C-2) มีดังนี้

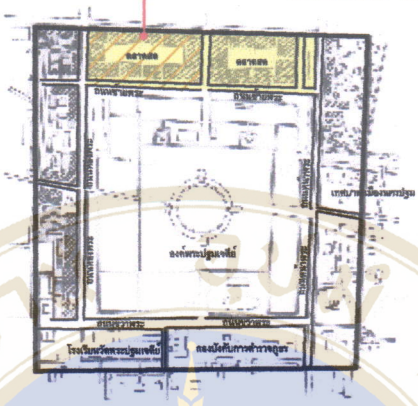
1. งานวางสายไฟฟ้าและสายโทรศัพท์ใต้ดิน ระยะทาง 490 เมตร	12,337,360 บาท
2. งานปรับปรุงระบบท่อประปา (ท่อ ∅ 400 มม.) ระยะทาง 490 เมตร	1,147,163 บาท
3. งานปรับปรุงระบบท่อระบายน้ำ(ท่อ ∅ 600 มม.) ระยะทาง 980 เมตร	1,225,078 บาท
4. งานปรับปรุงทางเดินเท้า ระยะทาง 938 เมตร	2,528,649 บาท
รวม	17,238,250 บาท

รวมค่าใช้จ่าย ZONE C (ถนนหลังพระทั้งหมด) 26,583,602 บาท

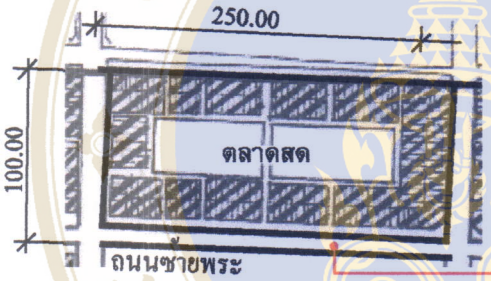
หมายเหตุ ในส่วนงานปรับปรุงอาคารพาณิชย์และป้ายโฆษณา (อาคารพาณิชย์ 76 ห้อง) บริเวณ ZONE C-2 หากมีการปรับปรุงอาคารตามรูปแบบสถาปัตยกรรมดังที่นำเสนอ จะเสียค่าใช้จ่ายประมาณ 1,615,776 บาท

Copyright by Mahidol University

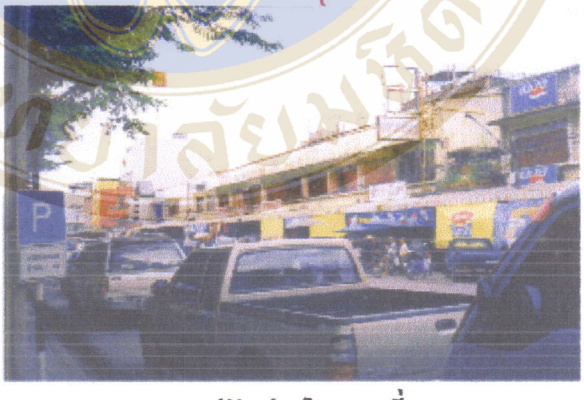
ถนนซ้ายพระ (ZONE D)



ZONE D



แบบขยาย D-1



ดูแนวทางการปรับปรุงในภาพที่ ง-15, ง-16

ทิศเหนือ

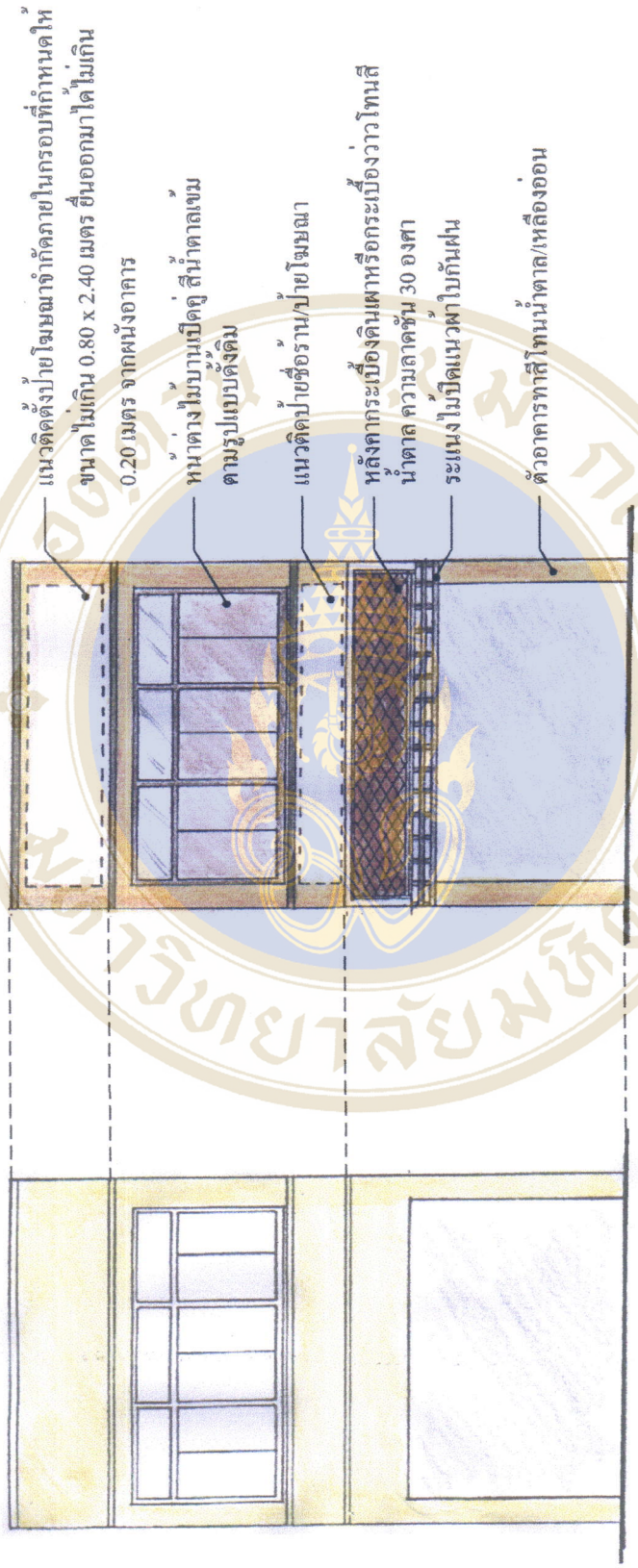
มาตราส่วน 1 : 500

อาคารพาณิชย์ที่ปรับปรุง

เส้นทางการปรับปรุงทางเดินเท้า

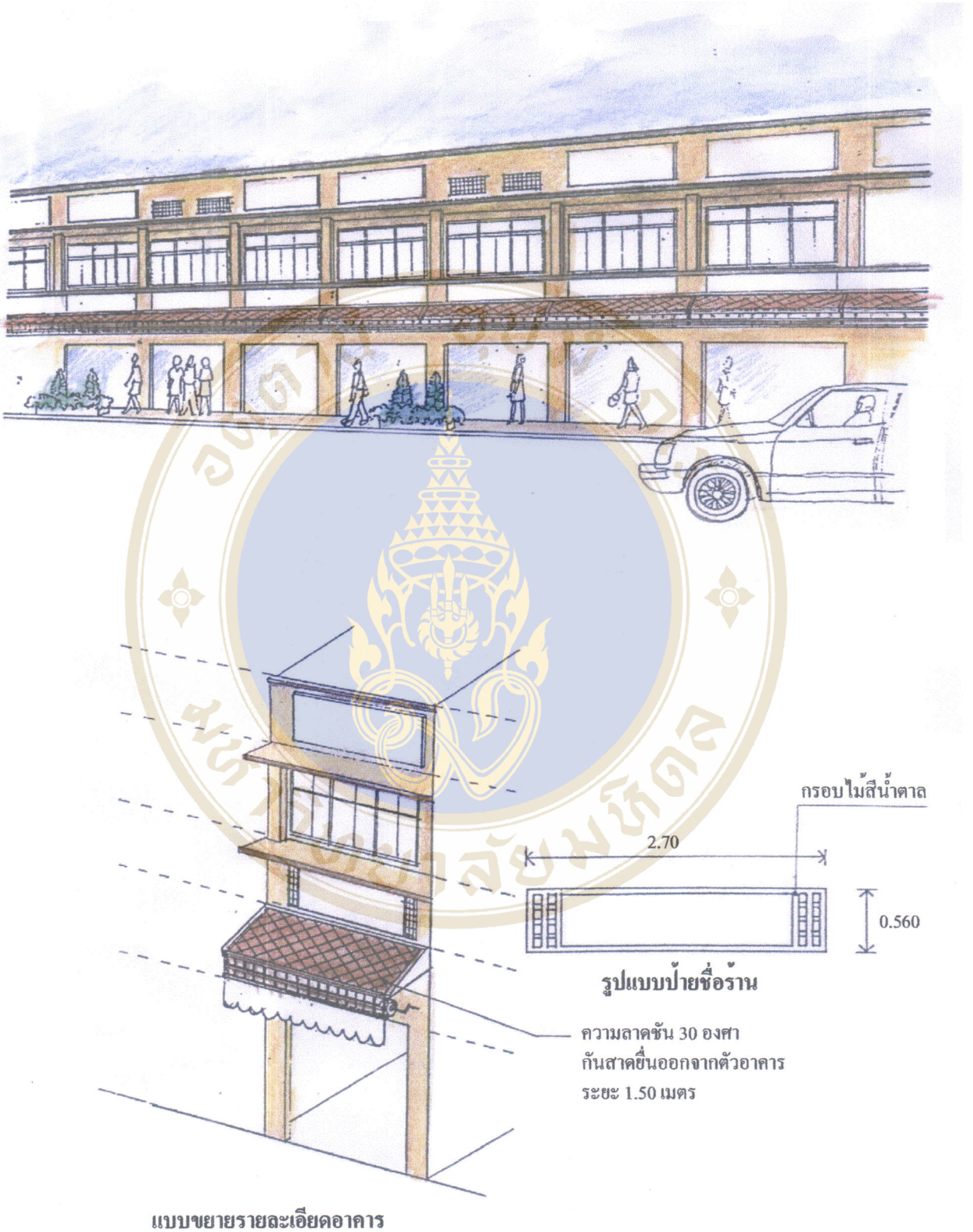
ภาพที่ ง-14 แบบขยาย ZONE D/D-1 บริเวณถนนซ้ายพระ (ส่วนตลาดบน)

Copyright by Mahidol University



ภาพที่ ง-15 รายละเอียดการปรับปรุงอาคารพาณิชย์บริเวณถนนชายพระ(ตลาดบน)

Copyright by Mahidol University



ภาพที่ ง-16 แนวทางการปรับปรุงอาคารพาณิชย์บริเวณถนนซ้ายพระ (ตลาดบน)

Copyright by Mahidol University

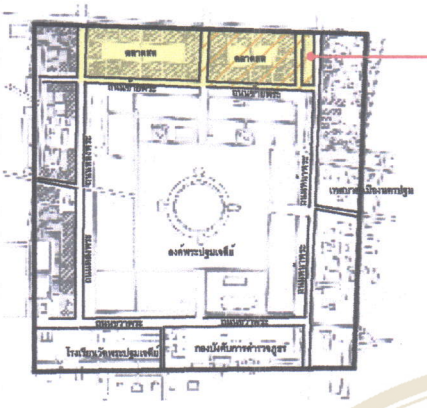
รายละเอียดค่าใช้จ่ายของการจัดการและค่าวัสดุอุปกรณ์ก่อสร้างเพื่อพัฒนาสภาพแวดล้อมทางกายภาพตามแนวถนนซ้ายพระ ส่วนตลาดบน (ZONE D-1) มีดังนี้

1. งานวางสายไฟฟ้าและสายโทรศัพท์ใต้ดิน ระยะทาง 250 เมตร	6,294,572 บาท
2. งานปรับปรุงระบบท่อประปา (ท่อ ∅ 150 มม.) ระยะทาง 250 เมตร	585,287 บาท
3. งานปรับปรุงระบบท่อระบายน้ำ(ท่อ ∅ 600 มม.) ระยะทาง 500 เมตร	625,039 บาท
4. งานปรับปรุงทางเดินเท้า ระยะทาง 500 เมตร	1,347,893 บาท
รวม	8,852,791 บาท

หมายเหตุ ในส่วนงานปรับปรุงอาคารพาณิชย์และป้ายโฆษณา(อาคารพาณิชย์ 176 ห้อง) บริเวณ ZONE D-1 หากมีการปรับปรุงอาคารตามรูปแบบสถาปัตยกรรมดังที่นำเสนอ จะเสียค่าใช้จ่ายประมาณ 3,741,793 บาท

Copyright by Mahidol University

ถนนซ้ายพระ (ZONE D)

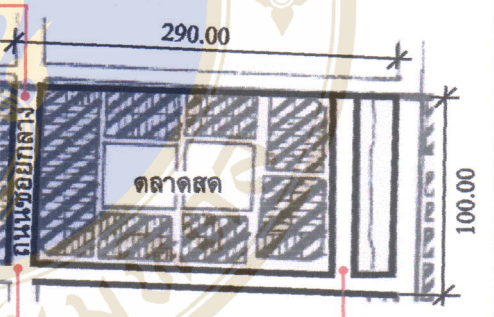


ZONE D

ดูแบบขยาย ZONE D-2 (ส่วนตลาดล่าง)

ดูแนวทางการปรับปรุงในภาพที่ ง-18
(มุมมองจากสะพานเจริญศรัทธา)

ดูแนวทางการปรับปรุงในภาพที่ ง-19, ง-20
(ถนนซอยกลาง)



แบบขยาย D-2

ดูแนวทางการปรับปรุงในภาพที่ ง-21, ง-22. ง-23
(บริเวณที่จอดรถโดยสาร)

ทิศเหนือ

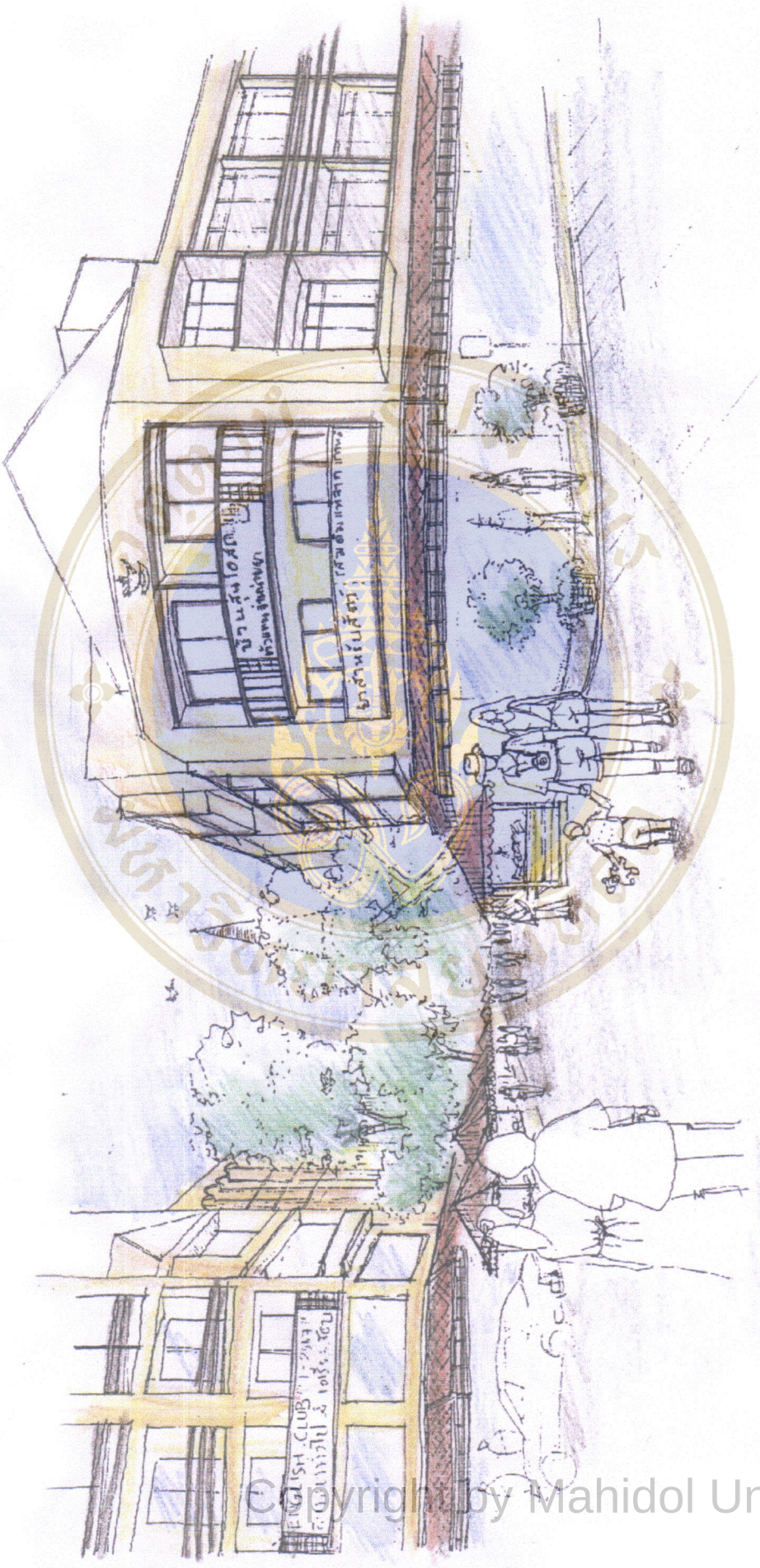
มาตราส่วน 1 : 500

อาคารพาณิชย์ที่ปรับปรุง

เส้นทางการปรับปรุงทางเดินเท้า

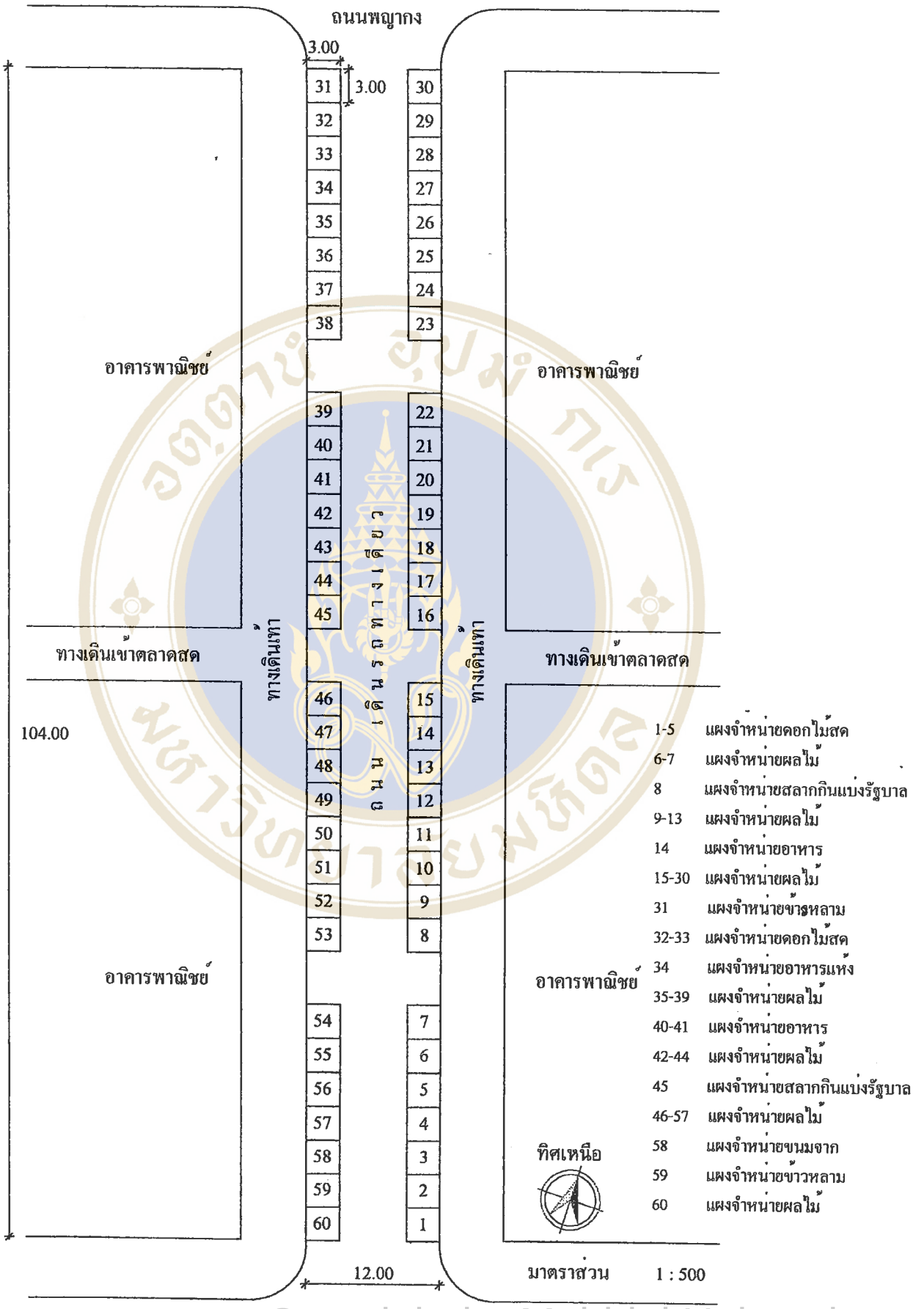
ภาพที่ ง-17 แบบขยาย ZONE D/D-2 บริเวณถนนซ้ายพระ (ส่วนตลาดล่าง)

Copyright by Mahidol University



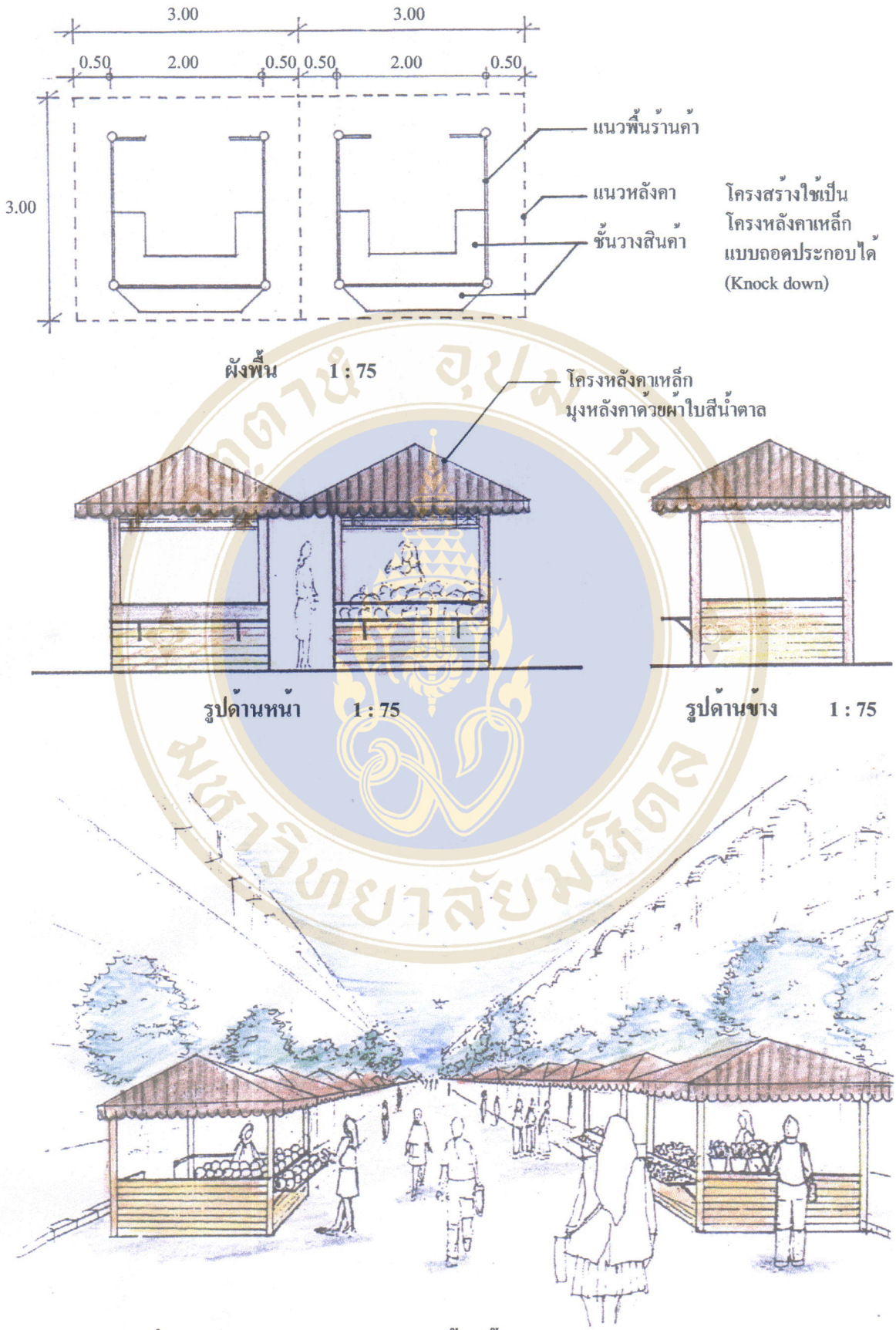
ภาพที่ ง-18 บริเวณหน้าอยู่กลางหลังการปรับปรุง (มุมมองจากสะพานอริยุศรัทธา)

Copyright© by Mahidol University



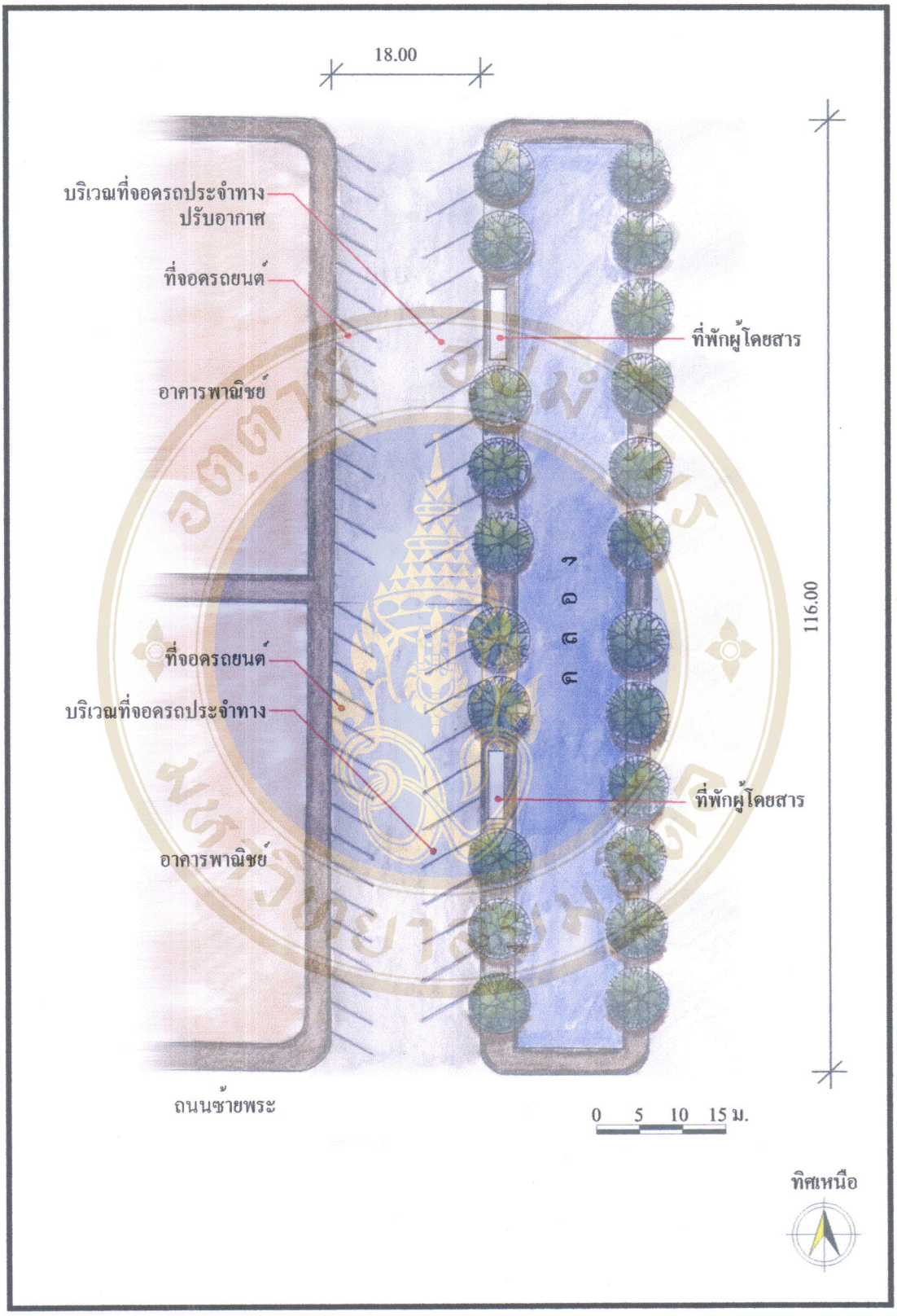
Copyright by Mahidol University

ภาพที่ ง-19 ผังร้านค้าแผงลอยบริเวณถนนกลางซอย



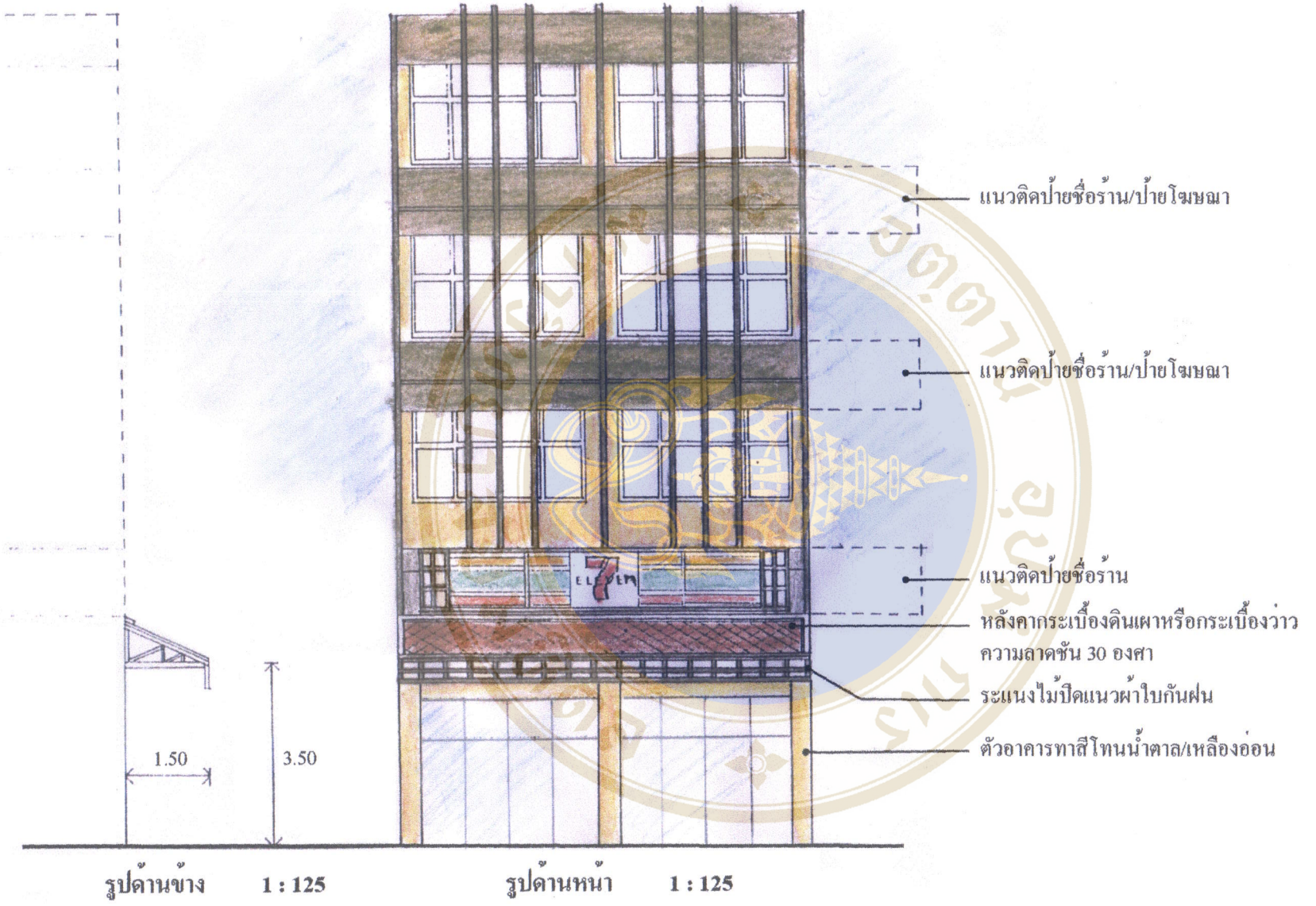
ภาพที่ ง-20 รายละเอียดการปรับปรุงร้านค้าแผงลอยบริเวณถนนกลางซอย

Copyright by Mahidol University



ภาพที่ ง-21 แนวทางการปรับปรุงผังบริเวณพื้นที่จอดรถโดยสาร

Copyright by Mahidol University



ภาพที่ ง-22 รายละเอียดการปรับปรุงอาคารพาณิชย์บริเวณที่จอดรถโดยสาร

Copyright by Mahidol University

มหาวิทยาลัยมหิดล ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยมหิดล

วน.น. (กรมสงเคราะห์ทหารผ่านศึกและผู้ประสบภัยจากการสงคราม) / 151

ภาพที่ ง-23 พื้นที่จอดรถโดยสารหลังการปรับปรุง (มุมมองตามบน)

Copyright by Mahidol University

ภาพที่ ง-24 พื้นที่จอดรถข้างตลาดสดหลังการปรับปรุง

Copyright by Mahidol University

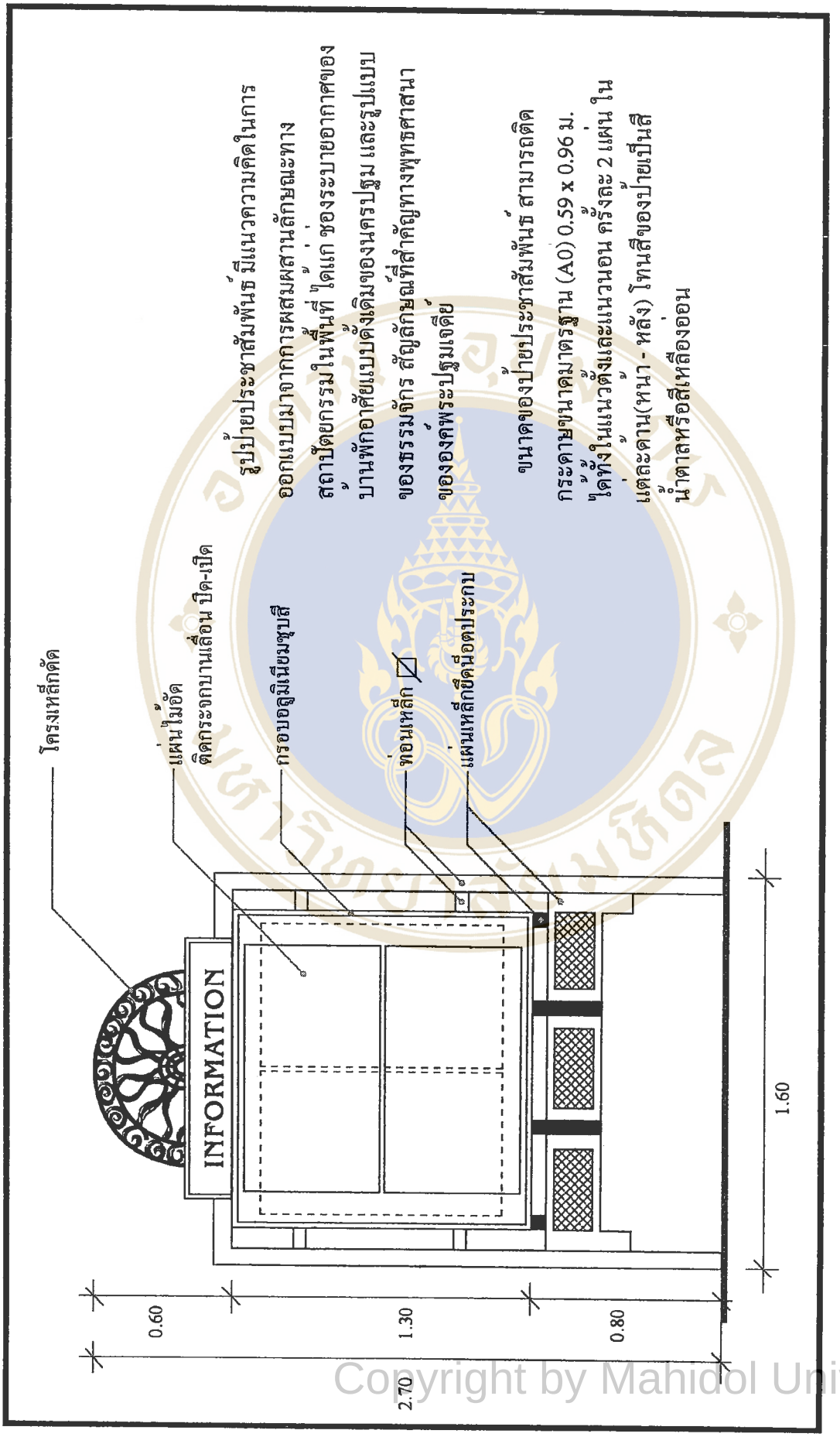
รายละเอียดค่าใช้จ่ายของการจัดการและค่าวัสดุอุปกรณ์ก่อสร้างเพื่อพัฒนาสภาพแวดล้อมทางกายภาพตามแนวถนนซ้ายพระ ส่วนตลาดล่าง (ZONE D-2) มีดังนี้

1. งานวางสายไฟฟ้าและสายโทรศัพท์ใต้ดิน ระยะทาง 490 เมตร	12,337,360 บาท
2. งานปรับปรุงระบบท่อประปา (ท่อ ∅ 150 มม.) ระยะทาง 490 เมตร	1,147,163 บาท
3. งานปรับปรุงระบบท่อระบายน้ำ(ท่อ ∅ 600 มม.) ระยะทาง 980 เมตร	1,225,078 บาท
4. งานปรับปรุงทางเดินเท้า ระยะทาง 966 เมตร	2,604,130 บาท
รวม	17,313,731 บาท

รวมค่าใช้จ่าย ZONE D (ถนนซ้ายพระทั้งหมด) เท่ากับ 26,166,522 บาท

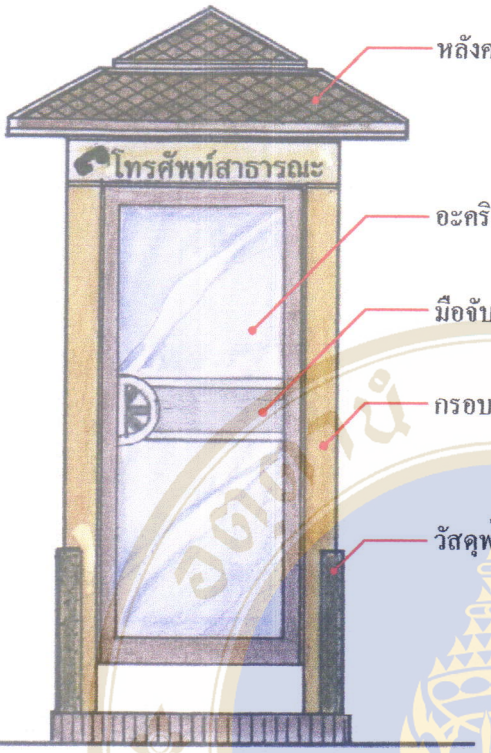
หมายเหตุ ในส่วนงานปรับปรุงอาคารพาณิชย์และป้ายโฆษณา(อาคารพาณิชย์ 102 ห้อง) บริเวณ ZONE D-2 หากมีการปรับปรุงอาคารตามรูปแบบสถาปัตยกรรมดังที่นำเสนอ จะเสียค่าใช้จ่ายประมาณ 2,168,539 บาท

Copyright by Mahidol University



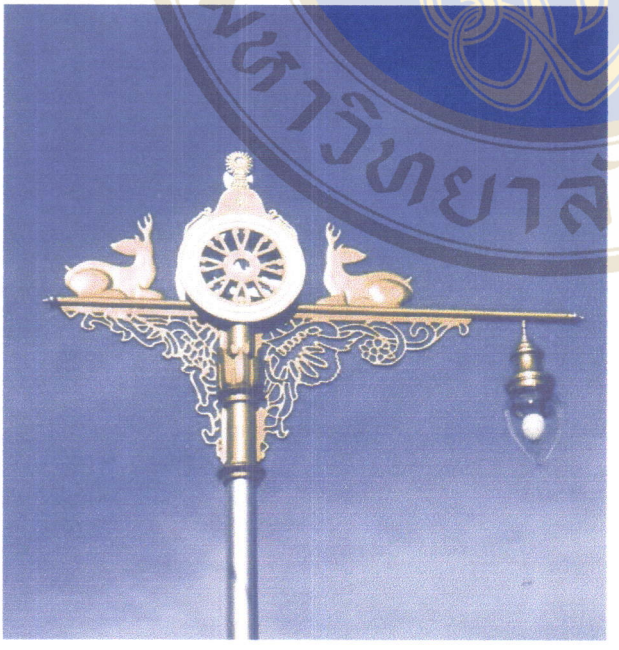
ภาพที่ ง-25 รูปแบบป้ายประชาสัมพันธ์

Copyright by Mahidol University



ตู้โทรศัพท์สาธารณะ

ตู้โทรศัพท์สาธารณะ ใช้รูปแบบหลังคาบ้านในพื้นที่มาใช้ในการออกแบบ เพื่อให้มีความเป็นรูปแบบไทย เป็นเอกลักษณ์ของพื้นที่ ค่าใช้จ่ายในการก่อสร้าง ตู้ละไม่เกิน 8,000 บาท



โคมไฟส่องสว่าง

รูปแบบโคมไฟส่องสว่าง ควรใช้รูปแบบเดียวกับโคมไฟบริเวณถนนราชดำเนิน เนื่องจากมีการออกแบบที่ใช้สัญลักษณ์ของจังหวัดนครปฐม ซึ่งจะทำให้มีการส่งเสริมความเป็นเอกลักษณ์และมีความกลมกลืนในพื้นที่เดิมได้เป็นอย่างดี หรืออาจใช้วัสดุรูปแบบให้ใกล้เคียงกัน โดยให้มีค่าใช้จ่ายราคาไม่เกินต้นละ 20,000 บาท

ภาพที่ ง-26 เครื่องประกอบถนน

Copyright by Mahidol University

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ	นางสาวสรัลชยา ถาวรสันต์
วัน เดือน ปีเกิด	14 ธันวาคม 2516
สถานที่เกิด	จังหวัดชัยนาท ประเทศไทย
ประวัติการศึกษา	มหาวิทยาลัยรังสิต, พ.ศ. 2534-2540 สถาปัตยกรรมศาสตรบัณฑิต มหาวิทยาลัยมหิดล, พ.ศ.2542-2546 วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (การวางแผนสิ่งแวดล้อมเพื่อพัฒนาชุมชนและชนบท)
ที่อยู่	3 / 25 หมู่ 17 ตำบลคูคต อำเภอลำลูกกา จังหวัดปทุมธานี
โทรศัพท์	02-5322475

Copyright by Mahidol University

EXECUTIVE SUMMARY

Introduction.

Nakorn Pathom is one of five provinces surrounding Bangkok Metropolitan Areas (BMA). As outlined in the 5th National Economic and Social Development Plan (1976-1980), the Royal Thai government has inacted policy to promote Nakorn Pathom as the principal community for hiring employees and supporting decentralized Bangkok population.

In The 8th National Economic and Social Development Plan (1997-2001), Nakorn Pathom was assigned to be the Center of West Coast community include Ratchaburi, Petchaburi, Kanchanaburi, Samutsongkram and Suphanburi. That place can developed to be the regional center of industrial and travelling industry of the country. Nakorn Pathom will be potential circumference for Government Center and service included to be West Coast Gateway.

Besides trading and service. Nakorn Pathom is the important province about arts, religion and national history. Around Nakorn Pathom central municipal was located by Prapathom Chedi, the oldest worthly place in Thailand, and many value arts around there. Because of its biggest and highest chedi in Thailand,too. The inner chedi, there's relic of Buddha. The Department of Fine Arts registered Prapathom Chedi to be the National herritage. Everyday many people both Thai and Foreigners have visited and respected Pra Pathom Chedi . That's made Prapathom Chedi become the landmark of Nakorn Pathom province

However, developing Nakorn Pathom to be the central community for economical center are related to infrastructure development. Such of services for supporting the economic will make the environmental effects, especially, physical environment.The growth of city will make many pollution such as air pollution, water pollution and also visual pollution. Visual pollution has caused by people who didn't interested in quality of life which make the physical environment to be bad.

Nakorn Pathom municipal at the present is part of Tambon Prapathomchedi. Surrounding Prapathom Chedi was by located the shopping center and its'accommodation. Those problems made the visual pollution from crowded

Copyright by Mahidol University

buildings, advertising billboards and created to problem of inner traffic. The vision of the city was changed to be bad vision and no one is interested in space and the city environment, public utility included electric cable lines, telephone and pipe as well organized. The problem about car parking system was happended by traffic jam on street and didn't make Prapathom Chedi elegance.Eventhough surrounding Prapathom Chedi there main street that can link to Petchkasem Road, the uncompleted connection let the traffic problem. is very hard to solve. This reason made Nakorn Pathom is centralized and decentralized for many cars.

Nowaday, the physical environment around Prapathom Chedi was disturbed by infrastructure constructed that caused from unplan development of the city.

In order to solved the problems of visual pollution and scenical portrait, then the management of infrastructure system around Prapathom Chedi should be improved and planned by under and above ground, such as digging road and setting cable etc.

As consider about economic suitable by using lowest operating cost at the lowest time for receiving highest efficiency, the guideline of work operating should be drawed.Those will make the vision around Prapathom Chedi be improved and maintain the unique of Nakorn Pathom and make people impression and added benefit of the potential for travelling, meanwhile, it is advantage for local people of promoting the city as cultural area.

Research Objectives

1) To study the visual pollution caused by the infrastructure constructed surrounding Prapathom Chedi.

2) To study the management of budget and time for infrastructure construction as guideline of development of visual pollution reducing at the present and expected future.

Copyright by Mahidol University

Conceptual Framework.

The infrastructure management as improving the existing environment are able to solve the problems of visual pollution that caused by the infrastructure development, for example, clean and very good vision of the area surrounding Prapathom Chedi.

The very good plan of the city development can help to reduce the problem of physical environment. In organizing the infrastructure of the city, many problem are occurred, for example, the limitation of the budgetting, time and manpower and period of work operting.

The city of Nakorn Pathom ; specificationally, the area around Prapathom Chedi, it is not only the business district center, but also the congugation of road and transportation, including the bigger community. It is a difficult neither working nor transportation.

The study of infrastructure system as plan in this study will show how to result the work under constraints; infrastructure system, time limitation, budgetting and so on. Such works need to operating the appropriate method to the area that causing effect to least people.

Research Hypothesis.

This research studying need to improve the infrastructure and to develop the physical environment surrounding Prapathom Chedi by using Linear Programming considering cost and working time, municipal its can reduce cost and time of working of management not less 15 % of non Linear Programming computation.

Area Study.

The study area is locating the infrastructure management at the left side and right side of the road around Prapathom Chedi. The area are consisted of, Nha Pra Road by distance 440 metres, Khwa Pra Road by distance 400 metres, Lang Pra Road by distance 500 metres and Sai Pra Road by distance 540 metres. The study area is

Copyright by Mahidol University

also coverage the spatial distrution 100 metres of 4 sides far from the settled wall of Prapathom Chedi.

The important part of study are consisted of constructed and reconstructed, improvement and implementation plan under the constraints of minimized cost and minimized time of various Infrastructures management ; underground electricity , telephone network, water supply system, drainage of sewerage system, pavement and also advertising billboard. which This kind of work are operate by local municipality. The costs of the report are referenced to ant other organization dating on April 2001.

The Expected Benefit.

1) Knowing the visual pollution surrounding Prapathom Chedi .
2) Knowing the guidelines to improve and protect the area from the visual pollution causing from the infrastructure.
3) Being guidelines for the relavant organization to consider before improving or developing the area surrounding Prapathom Chedi .

Methodology.

This study consider about infrastructure planning that maked the visual pollution surrounding Prapathom Chedi and should be manage for improving physical environment. The researcher used data of cost, constraints in facility development and working time to compile variable coefficient for construct an objective function model,then analye cost and time such a way that some objective optimized. Divide infrastructure into 4 jobs, that are

1) To change Telephone and Electricity System from cable on air to Under ground system by Horizontal Directional Drilling with HDPE pipe.
2) Change Water supply pipe to improve quality.
3) Change Drainage pipe to improve quality.
4) Improve pavement including street furnitures.

When get an objective function model and restriction ready, then will be solve by Linear Programming analysis with Lindo Program.

Copyright by Mahidol University

Result and Discussion.

Minimized cost of infrastructure management result those are underground electricity and telephone system, water supply system, drainage pipe system and pavement improvements shown on the table.

JOBS	Cost of labour and fuel (baht)	Cost of materials (baht)	TOTAL (baht)
1. Underground electricity and telephone system	2,637,381	68,617,170	71,254,551
2. Water supply system	4,338,611	2,286,840	6,625,451
3. Drainage system	3,528,156	3,547,290	7,075,446
4. Pavement improvements	2,625,724	12,141,796	14,767,520
total	**13,129,872**	**86,593,096**	**99,722,968**

The minimized time of infrastructure construction are ;

1) Underground electricity and telephone system constructs is 159 days but some step of network can be start together. So, total of timework will be reduce to 136 days.

- Water supply system constructs is 118 days.
- Drainage system spend constructs is 183 days but some step of network can be start together. So, total of timework will be reduce to 163 days.
- Pavement improvement constructs is 139 days but some step of network can be start together. So, total of timework will be reduce to 132 days.

Conclusion.

In infrastructure construction has minimized cost (labour,fuel, materials) and minimized time , as follows :

- Underground electricity and telephone system constructs 136 days which costing 71,254,551 baht.

Copyright by Mahidol University

- Water supply system constructs in 118 days which costing 6,625,451 baht.
- Drainage system constructs in 163 days which costing 7,075,446 baht.
- Pavement improvement constructs in 132 days which costing 14,767,520 baht.

All of cost in infrastructure construction surrounding Prapathom Chedi is 99,722,968 baht

This cost allocates into 4 roads as following:

- Nha Pra Road costing 26,123,390 baht.
- Khwa Pra Road costing 20,849,454 baht.
- Lang Pra Road costing 26,583,602 baht.
- Sai Pra Road has cost 26,166,522 baht.

This is included by 4 activities but some work on this project can run Concurrently. So,the total working time would be reduce to 292 days.

Suggestion.

1) This study cannot find exact cost of infrastructure facility from company or government organization, then this data is estimate with some erroneous.

2) Then should be compare cost and time of infrastructure management alternative for municipal dicision guidelines

3) Cost in this study refer to guidelines issued in April 2001 and are subject to change at any time. Throughout the operation of the project the municipality must adjust coasts accordingly.

Copyright by Mahidol University