การวิเคราะห์โปรแกรมงานออกแบบทางสถาปัตยกรรมด้วยทฤษฎีโปรแกรมเชิงเส้น : การหาสัดส่วนพื้นที่ใช้สอยของโครงการอาคารอเนกหน้าที่ใช้สอย

นางเสาวลักษณ์ สุรพลชัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาสถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
ภาควิชาสถาปัตยกรรมศาสตร์
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
พ.ศ. 2525

ISBN 974-561-437-8

007604

i 15737202

AN ANALYSIS IN ARCHITECTURAL PROGRAMMING BY USING LINEAR PROGRAMMING THEORY : ALLOCATING FUNCTIONAL SPACE REQUIREMENTS OF MULTI-FUNCTION BUILDING COMPLEX PROJECTS

Mrs. Saowaluck Surapolchai

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Architecture
Department of Architecture
Graduate School
Chulalongkorn University
1982

ISBN 974-561-437-8

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การวิเคราะห์โปรแกรมงานออกแบบทางสถาปัตยกรรมด้วยทฤษฎีโปรแกรมเชิงเส้น : การหาสัดส่วนพื้นที่ใช้สอยของโครงการอาคารอเนกหน้าที่ใช้สอย
โดย	นางเสาวลักษณ์ สุรพลชัย
ภาควิชา	สถาปัตยกรรมศาสตร์
อาจารย์ที่ปรึกษา	รองศาสตราจารย์ ดร.วิมลสิทธิ์ หรยางกูร
	รองศาสตราจารย์ ไกรวิชิต ตันติเมธ

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(รองศาสตราจารย์ ดร.สุประดิษฐ์ บุนนาค)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ รังสรรค์ ต่อสุวรรณ)

..... กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ปราโมทย์ แตงเที่ยง)

..... กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.วิมลสิทธิ์ หรยางกูร)

..... กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ไกรวิชิต ตันติเมธ)

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การวิเคราะห์โปรแกรมงานออกแบบทางสถาปัตยกรรมด้วยทฤษฎีโปรแกรมเชิงเส้น : การหาสัดส่วนพื้นที่ใช้สอยของโครงการอาคารอเนกหน้าที่ใช้สอย
ชื่อ	นางเสาวลักษณ์ สุรพลชัย
อาจารย์ที่ปรึกษา	รองศาสตราจารย์ ดร. วิมลสิทธิ์ หรยางกูร
	รองศาสตราจารย์ ไกรวิชิต ตันติเมธ
ภาควิชา	สถาปัตยกรรมศาสตร์
ปีการศึกษา	2524

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทคัดย่อ

งานสถาปัตยกรรมประเภทอาคารอเนกหน้าที่ใช้สอยนั้นเป็นงานที่มีขนาดใหญ่ ประกอบด้วยพื้นที่ใช้สอยหลายประเภทอยู่ร่วมกันภายในอาคารเดียวกัน ในลักษณะของอาคารที่มีความหนาแน่นสูง ทางติดต่อภายในอาคาร แยกจากทางรถยนต์ภายนอกอาคารโดยเด็ดขาด มีผลตอบแทนทางการลงทุนเด่นชัดและมีข้อจำกัดหรือเงื่อนไขทางด้านพื้นที่ ประชากร กฎหมาย การตลาด การเงิน ราคาค่าก่อสร้าง ตลอดจนข้อจำกัดหรือเงื่อนไขในการออกแบบอีกมากมาย จึงเป็นการยากที่จะนำข้อจำกัดหรือเงื่อนไขเหล่านั้นทั้งหมดมาเป็นข้อจำกัดในการพิจารณาหาสัดส่วนพื้นที่ใช้สอยของพื้นที่แต่ละประเภทของโครงการให้มีอัตราส่วนผสมที่เหมาะสมที่สุด และเป็นไปตามเป้าหมายสูงสุดของโครงการ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกรณีที่โครงการมีข้อจำกัดที่ซับซ้อนมาก ๆ แล้วจะก่อให้เกิดปัญหาซึ่งยากที่จะหาสัดส่วนพื้นที่ใช้สอยที่เหมาะสมได้

วิทยานิพนธ์นี้แสดงวิธีการหาสัดส่วนผสมของพื้นที่ที่เหมาะสมที่สุดเพื่อให้ได้สัดส่วนพื้นที่ใช้สอยที่เหมาะสมที่สุดของโครงการอาคารอเนกหน้าที่ใช้สอย โดยสัดส่วนพื้นที่ใช้สอยที่ได้นี้จะเป็นไปตามข้อจำกัดหรือเงื่อนไขทุกข้อที่กำหนดไว้ในโครงการอย่างครบถ้วนได้ และสำเร็จตามเป้าหมายสูงสุดด้วยตามวิธีการที่เสนอในวิทยานิพนธ์นี้ได้นำทฤษฎีโปรแกรมเชิงเส้นมาช่วยในการวิเคราะห์หาสัดส่วนพื้นที่ดังกล่าว ทฤษฎีโปรแกรมเชิงเส้นเป็นทฤษฎีทางคณิตศาสตร์อันเป็นที่ยอมรับกันอย่างกว้างขวาง กล่าวถึงวิธีการหาผลลัพธ์ซึ่งในที่นี้ก็คือ สัดส่วนพื้นที่ใช้สอยที่เหมาะสมที่สุด จากการนำข้อจำกัดหรือเงื่อนไขจำนวนมากมายมาพิจารณาพร้อม ๆ กันทั้งหมด ส่วนพื้นที่ใช้สอยของโครงการที่ได้นี้จะอยู่ภายในข้อจำกัดหรือ

เงื่อนไขทุกข้อและเป็นสัดส่วนพื้นที่ที่เหมาะสมที่สุดหรือดีที่สุดที่จะหาได้ด้วย โดยที่วิธีการและขั้นตอนของทฤษฎีโปรแกรมเชิงเส้น ซึ่งทำการคำนวณหาผลลัพธ์โดยวิธีซิมเพล็กซ์ มีความยุ่งยากและซับซ้อนหลายขั้นตอน ถ้าจะทำด้วยสมองมนุษย์แล้วจะเสียเวลามากมายและอาจมีข้อผิดพลาดได้ง่ายมาก ดังนั้นจึงจำเป็นต้องใช้คอมพิวเตอร์เข้ามาช่วยในการหาผลลัพธ์ตามทฤษฎีโปรแกรมเชิงเส้นนี้ ส่วนหนึ่งของวิทยานิพนธ์จึงจัดเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ใช้เฉพาะงานนี้ขึ้นเพื่อทำให้วิธีการหาสัดส่วนพื้นที่ใช้สอยโดยใช้ทฤษฎีโปรแกรมเชิงเส้นช่วยนี้มีประสิทธิภาพสูงยิ่งขึ้น นอกจากนี้วิทยานิพนธ์ยังเสนอขั้นตอนในกระบวนการวิเคราะห์โดยจัดใหม่ 2 ขั้นตอน คือ :-

ในขั้นตอนที่ 1 จะทำการตั้งเงื่อนไขและหาผลลัพธ์ตามทฤษฎีโปรแกรมเชิงเส้นจนได้สัดส่วนพื้นที่ที่เหมาะสมที่สุดออกมา และสัดส่วนพื้นที่ที่ได้นี้มีความเหมาะสมที่สุดตามเงื่อนไข และเป้าหมายที่ยังไม่ได้ปรับค่าของเวลา

ในขั้นตอนที่ 2 คือ นำสัดส่วนพื้นที่ที่ได้นี้ไปวางแผนดำเนินการเป็นรายปี แล้วตั้งเป้าหมายและเงื่อนไขบางอย่างที่เกี่ยวข้องกับแผนดำเนินการนี้ใหม่ นำไปทำการหาผลลัพธ์ตามทฤษฎีโปรแกรมเชิงเส้นอีกครั้ง จะได้ผลลัพธ์อันเป็นสัดส่วนพื้นที่ที่เหมาะสมที่สุดออกมาและนำสัดส่วนพื้นที่ที่ได้นั้นไปใช้ในการออกแบบต่อไปได้

นอกจากวิธีการและกระบวนการวิเคราะห์ดังกล่าว ได้ทำการทดลองวิเคราะห์หาสัดส่วนพื้นที่ใช้สอยที่เหมาะสมที่สุด กับโครงการพัฒนาการใช้ที่ดินบริเวณราชวิถี – รางน้ำ ซึ่งเป็นที่ดินที่การเคหะแห่งชาติเข้าดำเนินการอยู่ในปัจจุบันและต้องการจะพัฒนาที่ดินใหม่ มีขนาดที่ดินประมาณ 32,320 ตารางเมตร หรือมีพื้นที่กว้าง 80 เมตร ยาว 404 เมตร ตั้งอยู่ติดถนนราชวิถีและถนน (ซอย) รางน้ำ โดยทำการทดลองตั้งเงื่อนไขและเป้าหมายของโครงการจากการสรุปข้อมูลที่รวบรวมได้จากการเคหะแห่งชาติ และจากหลักเกณฑ์ที่เป็นจริงมากที่สุด ประกอบด้วย 22 ข้อจำกัด (เงื่อนไข) และ 9 ประเภทพื้นที่ใช้สอย (ตัวแปรตัดสินใจ) เมื่อได้เงื่อนไขและเป้าหมายแล้วก็นำไปสร้างเป็นรูปแบบทางคณิตศาสตร์ตามทฤษฎีโปรแกรมเชิงเส้น ซึ่งจะได้ 41 ตัวแปรทั้งหมดทำการหาผลลัพธ์อันเป็นสัดส่วนพื้นที่ใช้สอยที่เหมาะสมที่สุดของโครงการตามกระบวนการวิเคราะห์โดยใช้ทฤษฎีโปรแกรมเชิงเส้นช่วยนี้ สรุปผลลัพธ์ออกมาเป็นพื้นที่ (ตารางเมตร) ของแต่ละประเภทพื้นที่ใช้สอย ดังนี้

ส่วนพักอาศัย แบบ 2 ห้องนอน มีพื้นที่ทั้งหมดประมาณ 18,220 ตารางเมตร หรือ 186 หน่วย

แบบ 3 ห้องนอน มีพื้นที่ทั้งหมดประมาณ 6,002 ตารางเมตร หรือ 47 หน่วย

ส่วนสรรพสินค้ารวมทั้งส่วนสนุกและซุปเปอร์มาเก็ต มีพื้นที่ทั้งหมดประมาณ 13,762 ตารางเมตร

ส่วนร้านค้าย่อย มีพื้นที่รวมทั้งหมดประมาณ 9,541 ตารางเมตร

ส่วนสำนักงาน มีพื้นที่รวมทั้งหมดประมาณ 9,213 ตารางเมตร

ส่วนบริบาลทารกและเด็ก มีพื้นที่รวมทั้งหมดประมาณ 720 ตารางเมตร

สำนักงานบริการชุมชน มีพื้นที่รวมทั้งหมดประมาณ 279 ตารางเมตร

ที่จอดรถ มีพื้นที่รวมทั้งหมดประมาณ 46,290 ตารางเมตร หรือประมาณ 1,543 คัน

สนามเด็กเล่นที่มีอุปกรณ์การเล่น มีพื้นที่รวมทั้งหมดประมาณ 249 ตารางเมตร

จากพื้นที่อาคารดังกล่าวข้างต้นนี้ เมื่อรวมแล้วมีพื้นที่อาคารเท่ากับ 104,029 ตารางเมตร ซึ่งไม่เกินพื้นที่ที่อนุญาตให้ก่อสร้างได้ตามข้อกำหนดของสำนักผังเมืองเท่ากับ 129,280 ตารางเมตร พื้นที่ที่ได้เหล่านี้อยู่ในข้อจำกัดทุกข้อที่เป็นไปได้ และกำไรของโครงการที่ได้ย่อมอยู่ในข้อจำกัดเช่นกัน อย่างไรก็ตามอาจจำเป็นต้องปรับขนาดและสัดส่วนพื้นที่เหล่านี้เมื่อนำไปใช้ในงานออกแบบอาคาร

การพิจารณายังบอกถึงเรื่องเงินลงทุน แผนการดำเนินการเป็นรายปี แผนการก่อสร้างแต่ละปีด้วย ซึ่งผลลัพธ์เหล่านี้จะเป็นประโยชน์โดยตรงต่อการออกแบบงานสถาปัตยกรรมอย่างยิ่ง ในการวิเคราะห์ดังกล่าวนี้จำเป็นต้องใช้สถาปนิกร่วมในการจัดทำเพื่อให้ได้สัดส่วนพื้นที่ใช้สอยที่เหมาะสมที่สุด อันเป็นประโยชน์ต่อการนำไปจัดทำโปรแกรมการออกแบบรวมกับผลของการวิเคราะห์ทางด้านที่เกี่ยวข้องกับงานสถาปัตยกรรม เช่น การใช้สอย ตำแหน่งที่ตั้ง การเข้าถึง ฯลฯ เพื่อใช้ในขั้นตอนการออกแบบต่อไป

Thesis Title	An Analysis in Architectural Programming by Using Linear Programming Theory : Allocating Functional Space Requirements of Multi-Function Building Complex Projects.
Name	Mrs. Saowaluck Surapolchai
Thesis Advisor	Associate Professor Dr. Vimolsiddhi Horayangkura Associate Professor Kraivijit Tantimedh
Department	Architecture
Academic Year	1981

ABSTRACT

Multi-function building complex projects are large-scale architectural products, consisting of various functional spaces in the same buildings. In each building complex, the density is high and internal circulation is free from external vehicular traffic. The investment returns of such projects are obviously high. There are numerous constraints predominantly related to functional area, population, regulation, marketing, finance, construction cost, and a series of constraints in designing. Thus, due to its complicated nature, it is difficult to consider all these constraints at the same time for allocating functional spaces with optimum composition and in accordance with the maximum (or minimum) objective of the project. In case of projects with very complicated constraints,it will be very difficult to find the optimal solution of allocating functional space requirements.

This study offers a method of finding the optimal spatial composition of the whole project of any multi-function building complex. The allocated functional space requirements are consistent with every stipulated constraint of the project, as well as reaching the maximum (or minimum) objective accordingly. The proposed method is based on LINEAR PROGRAMMING THEORY. This widely accepted mathematic theory, deals with a method of finding an optimal solution which maximizes or minimizes the linear objective function under a set of total linear constraints. Moreover, such findings will be the optimal or best ones to be found. The Simplex Method and various steps following the LINEAR PROGRAMMING THEORY are a large-order system. Thus, to solve the complicated problem systematically only be human brain will waste much time in tedious calculations and are apt to have arithmetic errors. It is therefore necessary and valuable to get computer aid in solving the problem of finding the optimal solution along with LINEAR PROGRAMMING THEORY. A part of this study is devoted to writing Computer Programs necessary for enhancing the efficiency of the method. It proposes two major steps to be taken in the analytical process.

The first step is to set up constraints and objective, to find solution until obtaining the optimal allocating functional space requirements without considering financial adjustment based on sequence of development.

The second step is to make up an annual development plan by

using the optimal solution from the first step, and then to set up objective and constraints pertaining to the annual development plan. The optimal functional space requirements were allocated along with LINEAR PROGRAMMING THEORY once again. The solution reveals the optimal functional space requirements to be used in design.

To illustrate the methods and analytical processes more clearly, a case study of allocating functional space requirements was made on the project of land development in the vicinity of Rajvithi-Rangnam, presently under the management of the National Housing Authority. The size of the site is approximately 32,320 square meters, of 80 meters wide by 404 meters long. Its location adjoins Rajvithi Street and Soi Rangnam Road. In this case study, constraints and objective are set up from data compiled by the National Housing Authority and other most reliable sources. It consists of 22 mathematical statements of constraints and 9 types of functional spaces (decision variables). These verbal constraints and objective were used to formulate mathematical statements according to LINEAR PROGRAMMING THEORY. 41 variables were definded totally. The final optimal solution from the second step of this project shows the most suitable area (in square meters) of each type of functional space requirements as follows :

Housing : - 2 bedroom type : the total area approximately 18,220 square meters or 186 units.

- 3 betroom type : the total area approximately 6,002 square meters or 47 units.

Department store including toy lot and supermarket : the total area approximately 13,762 square meters.

Shops : the total area approximately 9,541 square meters.

Office area : the total area approximately 9,213 square meters.

Day Care Center : the total area approximately 720 square meters.

Community Service Office : the total area approximately 279 square meters.

Parking area : the total area approximately 46,290 square meters or for 1,543 automobiles.

Play lot for children with playing facilities : the total area approximately 249 square meters.

The total area of the complex is approximately 104,029 square meters which are not beyond the possible building area of 129,280 square meters according to the City Planning Regulations. As the optimal solution is under all feasible constraints, and the accruing profit of the project is under all feasible constraints too. However, the total area and spatial allocation can be adjusted in process of building design.

Moreover, the solution also reveals the investment needed, the basic construction plan annually. To a great extent, such solution is beneficial directly to architectural design. In such project, architects have to participate essentially in allocating the optimal functional space requirements. They are to be used in

the formation of design programs together with other architectural analyses such as functional requirements, location, accessibility etc.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ สำเร็จลงได้ด้วยความสนับสนุนและความร่วมมือจากหลายท่านด้วยกัน ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.วิมลสิทธิ์ หรยางกูร อาจารย์ภาควิชาสถาปัตย-กรรมศาสตร์ และรองศาสตราจารย์ ไกรวิชิต ตันติเมธ อาจารย์ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ ที่ให้คำปรึกษาและควบคุมวิทยานิพนธ์มาโดยตลอดจนสำเร็จ อาจารย์ ดร.ฐานิศวร์ เจริญพงศ์ ผู้ซึ่งให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์ต่อวิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ศักดิ์ชัย ศิรินทร์ภาญ อาจารย์ภาควิชาผังเมือง เป็นผู้ให้คำแนะนำเกี่ยวกับความรู้ทางการเงินและการลงทุน และผู้ร่วมสนับสนุนอีกหลายท่านที่ไม่ได้เอ่ยนาม ณ ที่นี้

สุดท้ายนี้ ขอขอบพระคุณคณะกรรมการตรวจวิทยานิพนธ์ทุกท่าน มา ณ ที่นี้.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... ช

กิตติกรรมประกาศ ..... ฌ

รายการตารางประกอบ ..... ต

รายการรูปประกอบ ..... ถ

บทที่

1. บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1

1.2 ขอบเขตและวัตถุประสงค์ของการวิจัย 2

1.3 สมมุติฐานของการวิจัย 5

1.4 วิธีดำเนินการวิจัย 5

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย 7

1.6 คำจำกัดความ 8

2. ทฤษฎีและหลักการณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์หาสัดส่วนพื้นที่ 11

2.1 ทฤษฎีโปรแกรมเชิงเส้น และวิธีการหาผลลัพธ์ 11

2.2 กำหนดลักษณะของโครงการสถาปัตยกรรม 19

2.3 ลักษณะโปรแกรมคอมพิวเตอร์และวิธีใช้เพื่อช่วยในการหาผลลัพธ์ 20

2.4 วิธีการและขั้นตอนการวิเคราะห์หาสัดส่วนพื้นที่ของโปรแกรมงาน
ออกแบบทางสถาปัตยกรรม 24

2.5 ขอบเขตความสามารถที่ทฤษฎีโปรแกรมเชิงเส้นจะช่วยงานสถาปัตยกรรม ... 29

หน้า

ตรวจแล้ว 15 ก.พ. 55

3. ตัวอย่างการใช้ทฤษฎีโปรแกรมเชิงเส้นในการวิเคราะห์
หาสัดส่วนของพื้นที่ 30
3.1 หลักและรายละเอียดเกี่ยวกับโครงการตัวอย่าง 30
3.2 หลักเกณฑ์อันเกี่ยวเนื่องกับรายละเอียดของโครงการ
ที่ใช้ในการวิเคราะห์ 33
3.3 สรุปข้อมูลในลักษณะเงื่อนไขและเป้าหมายโครงการ 36
3.4 การหาผลลัพธ์ด้วยทฤษฎีโปรแกรมเชิงเส้นและคอมพิวเตอร์ 46
- ผลลัพธ์ของโครงการ CPX 010 67
- ผลลัพธ์ของโครงการ CPX 013 75
- ผลลัพธ์ของโครงการ CPX 015 83
- ผลลัพธ์ของโครงการ CPX 030 91
- ผลลัพธ์ของโครงการ CPX 050 99
- ผลลัพธ์ของโครงการ CPX 070 107
- ผลลัพธ์ของโครงการ CPX 073 115
- ผลลัพธ์ของโครงการ CPX 079 123
- ผลลัพธ์ของโครงการ CPX 110 141
- ผลลัพธ์ของโครงการ CPX 210 160
3.5 สรุปผลลัพธ์และลักษณะโครงการ 180
4. สรุปและเสนอแนะ 192
4.1 สรุป 192
4.2 เสนอแนะ 196
เอกสารอ้างอิง 199
ภาคผนวก ก ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับเมตริกซ์ 201

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หน้า

ภาคผนวก ช ผังงานของโปรแกรมคอมพิวเตอร์เฉพาะงาน 208

ภาคผนวก ค วิธีการคำนวณหาผลลัพธ์ตามวิธีซิมเพล็กซ์ของโครงการ CPX 110 219

ภาคผนวก ง รายละเอียดการตั้งสมการ-อสมการเงื่อนไขและฟังชั่นเป้าหมาย 235

ภาคผนวก จ วิธีการหาสัดส่วนพื้นที่ใช้สอยของโครงการในปัจจุบันโดยสังเขป. 242

ประวัติผู้เขียน 251

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รายการตารางประกอบ

ตารางที่ หน้า

1. ลักษณะและการเชื่อมโยงของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ 21
2. ราคาประมาณค่าก่อสร้างอาคาร 40
3. ราคาประมาณค่าก่อสร้างฐานราก 41
4. เมตริกซ์ของสมการเงื่อนไขและฟังชั่นเป้าหมาย 53
5. ข้อพิจารณาเปรียบเทียบลักษณะและผลลัพธ์ของโครงการ 8 โครงการ 131–132
6. การวางแผนการดำเนินโครงการ วิธีที่ 1 โครงการ CPX 110..... 134
7. การวางแผนการดำเนินโครงการ วิธีที่ 2 โครงการ CPX 210..... 135
8. พื้นที่ใช้สอยของโครงการ CPX 110 ที่เลือก 180
9. แผนการดำเนินการก่อสร้างโครงการ 182
10. เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ใช้สอยแต่ละประเภทของโครงการ CPX 110 ที่เลือก 184
11. ตรวจสอบผลลัพธ์ที่ได้กับเงื่อนไขต่าง ๆ ที่กำหนดไว้ของโครงการ 187
12. กระแสเงินสดจากตัวอย่างในภาคผนวก จ. 250

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รายการรูปประกอบ

รูปที่ หน้า

1. ขอบเขตของการวิจัย 4
2. ขั้นตอนการหาผลลัพธ์โดยทฤษฎีโปรแกรมเชิงเส้น 18
3. วิธีการและขั้นตอนการวิเคราะห์ 25
4. ขั้นตอนการวิเคราะห์หาสัดส่วนพื้นที่ใช้สอยที่เหมาะสมของโครงการอาคาร อเนกหน้าที่ใช้สอย 28
5. ประเภทเงื่อนไขของโครงการ 44
6. กระบวนการหาผลลัพธ์ด้วยทฤษฎีโปรแกรมเชิงเส้นและคอมพิวเตอร์ (ตามบทที่ 3) 45
7. ขั้นตอนการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยในการคำนวณ 62

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย