บทที่ 2

ทฤษฎีและหลักการณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์หาสัดส่วนพื้นที่

2.1 ทฤษฎีโปรแกรมเชิงเส้น (LINEAR PROGRAMMING THEORY)

ทฤษฎีโปรแรมเชิงเส้นเป็นวิธีการช่วยแก้ปัญหาใด ๆ เพื่อหาค่าที่เหมาะสมที่สุดจากสิ่งซับซ้อน ได้ถูกพัฒนาและเริ่มนำมาใช้จริง ๆ ครั้งแรกโดย George B.Dantzig ในปี 1947 ซึ่งถือว่าเป็นการก้าวหน้าที่สุดในวิธีการทางคณิตศาสตร์ที่ช่วยในการจัดทำโปรแกรมใด ๆ โปรแกรมเชิงเส้นนี้มีความสัมพันธ์อย่างยิ่งกับวิธีการเมตริกซ์ (Matrices) ซึ่งได้กล่าวไว้ในภาคผนวก ก.

2.1.1 โปรแกรมเชิงเส้นคืออะไร

โปรแกรมเชิงเส้น คือ วิธีทางคณิตศาสตร์วิธีหนึ่งที่ใช้ในการหาคำตอบ คำไข หรือผลลัพธ์ ที่เหมาะสม (Optimal Solution) ซึ่งมีฟังชั่นเป้าหมายเชิงเส้น (Linear Objective Function) ที่มีค่ามากที่สุด (Maximum) หรือน้อยที่สุด (Minimum) ตามต้องการภายใต้ชุดของเงื่อนไขเชิงเส้นต่าง ๆ (A Set of Linear Constraints) (Munakata, 1979)

หรืออาจกล่าวได้ว่า เป็นวิธีการหาผลลัพธ์ในรูปของสมการ หรืออสมการทางคณิตศาสตร์ โดยผลลัพธ์ที่ได้นี้จะมีค่าที่เหมาะสมที่สุด (Optimal Solution) ภายใต้เป้าหมายที่ต้องการในลักษณะของค่ามากที่สุด (Maximum) หรือน้อยที่สุด (Minimum) และเป็นไปตามเงื่อนไขทุกข้อที่กำหนด ซึ่งสมการหรืออสมการทั้งหมดเหล่านี้เป็นเส้นตรงเสมอ หรือเป็นสมการกำลังหนึ่งนั่นเอง

2.1.2 รูปแบบของโปรแกรมเชิงเส้น (Linear Programming Formulation)

องค์ประกอบในโปรแกรมเชิงเส้นมีดังนี้: -

ก) ตัวแปรตัดสินใจ (Decision Variables) คือตัวแปรต่าง ๆ ที่ต้องการทราบค่าและถูกกำหนดขึ้นในเงื่อนไขเหล่านั้น โดยวิธีการดังต่อไปนี้: -

1) แทนตัวแปรใด ๆ ด้วยสัญญลักษณ์ x เช่น $x_1, x_2, x_3, \ldots\ldots, x_n$

2) ตัวแปรใด ๆ จะมีจำนวนตั้งแต่ 1 ถึง n ค่า

3) ค่าของ x จะเป็นลบไม่ได้จะเป็นศูนย์ (0) หรือบวกเสมอ (Nonnegative Variables)

4) ค่าของ x จะเป็นค่าจริงเสมอ (Real Number)

5) ตัวแปรตัดสินใจเหล่านี้แทนค่าของความหมายที่ไม่ซ้ำกัน

ข) เงื่อนไขต่าง ๆ (Constraints) ที่ตั้งขึ้นในลักษณะสมการ หรือ อสมการเชิงเส้น ประกอบด้วย

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

2) ค่าคงที่ (Constants) ที่ประกอบร่วมกับตัวแปร

3) เครื่องหมาย มีบวก (+), ลบ (-), น้อยกว่าและเท่ากับ ($\leqslant$), มากกว่าและเท่ากับ ($\geqslant$), เท่ากับ (=)

4) จำนวนเงื่อนไข เท่ากับ m จำนวน

5) m = n ได้

ค) ฟังชั่นเป้าหมาย (Objective Function) คือ เป้าหมายหลักของโปรแกรมจะเขียนในรูปของ ฟังชั่นเชิงเส้น (Linear Function) โดยตั้งเป้าหมายไว้เฉพาะ ค่ามากที่สุด (Maximum) หรือค่าน้อยที่สุด (Minimum) เท่านั้น ซึ่งฟังชั่นเป้าหมายนี้จะถูกจำกัดด้วยชุดของเงื่อนไข

จากองค์ประกอบดังกล่าวสร้างรูปแบบมาตรฐานของโปรแกรมเชิงเส้นประกอบด้วยดังต่อไปนี้:-

โดยที่ $x_1, x_2, \ldots\ldots\ldots\ldots, x_n \quad \geqslant 0$

ได้เงื่อนไขต่าง ๆ ดังนี้:-

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

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

$\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad \ldots\ldots\ldots$

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

$a_{m1}x_1 + a_{m2}x_2 + \cdots\cdots\cdots + a_{mn}x_n \leqslant b_m$

ฟังชั่นเป้าหมายดังนี้: -

$\text{Max.(or Min.)}\ P = c_1x_1 + c_2x_2 + \cdots\cdots\cdots + c_nx_n$

โดยที่ ค่าของ a,b,c ต่าง ๆ เหล่านั้น เป็นค่าคงที่ (Constants) อาจเป็นค่าบวกหรือลบก็ได้

จากรูปแบบมาตรฐานข้างบนนี้อาจเขียนแทนด้วยระบบเมตริกซ์ได้ดังนี้: -

$X \geqslant 0$

$AX \leqslant B$ (เงื่อนไข)

$\text{Max.(or Min.)}P = CX$ (ฟังชั่นเป้าหมาย)

โดย A,B,X,C เป็นเมตริกซ์ (Matrices)

2.1.3 <u>วิธีการหาผลลัพธ์</u> (ดูรูปที่ 2 ประกอบ)

วิธีการหาผลลัพธ์ก็คือ วิธีการแก้สมการหรืออสมการที่ได้เหล่านั้น ซึ่งทำได้ 3 วิธี

ก) โดยวิธีกราฟ (Graph) วิธีนี้เป็นวิธีที่ง่ายที่สุดเหมาะสำหรับโปรแกรมที่มีตัวแปรไม่เกิน 3 ตัว หรือไม่เกิน 3 มิติ มิฉะนั้น จะดูยากและสับสน ดังนั้น จะไม่กล่าวถึงวิธีนี้เนื่องจากไม่เหมาะสมที่จะนำมาใช้ สำหรับโปรแกรมที่มีความซับซ้อนและตัวแปรมาก ๆ เช่น งานสถาปัตยกรรม

ข) โดยวิธีพีชคณิต (Algebra) วิธีนี้ก็เช่นกันไม่เหมาะสมเนื่องจากจำนวนสมการจะน้อยกว่าจำนวนตัวแปร จึงทำไม่ได้

ค) โดยวิธี ซิมเพล็กซ์ (Simplex Method) วิธีนี้สามารถแก้ปัญหาของสมการตั้งแต่ง่ายไปจนถึงสมการที่ซับซ้อนของจำนวนตัวแปรเท่าไรก็ได้ โดยมีขั้นตอนการทำเป็นขั้น ๆ ไป (Step by Step) อีกทั้งเป็นวิธีที่เหมาะสมที่จะให้คอมพิวเตอร์ช่วยทำการคำนวณหาผลลัพธ์ ซึ่งจะเป็นการรวดเร็วและถูกต้องแม่นยำ

อธิบายวิธีซิมเพล็กซ์ โดยการยกตัวอย่างดังนี้: -

<u>ตัวอย่าง</u> ใช้วิธีซิมเพล็กซ์ในการหาค่าสูงสุดของเป้าหมายจากอสมการดังนี้: - $x_1 + 2x_2 \leqslant 160,\ 3x_1 + 2x_2 \leqslant 240$

$x_1, x_2 \geqslant 0,\ \text{Max.}P = x_1 + 1.5\,x_2$

ขั้นตอนที่ 1 – เปลี่ยนอสมการและสมการให้เป็นสมการ โดยพิจารณาเรียงตามเครื่องหมายดังนี้ $\leqslant$, $\geqslant$, =

– ถ้าอสมการเป็น $\leqslant$ ให้ใส่ตัวแปรสแล็ก (Slack Variable) ที่มีค่าเป็นบวกลงไปในสมการทุกสมการ แล้วเปลี่ยนเครื่องหมาย $\leqslant$ เป็น = ถ้าอสมการเป็น $\geqslant$ ให้ใส่ Surplus Variable ที่มีค่าลบลงไปในสมการทุกสมการ แล้วเปลี่ยนเครื่องหมาย $\geqslant$ เป็น = โดยพิจารณาสมการทุกสมการเรียงกันไป

– ถ้าสมการที่เหลือยังไม่เคยมีการใส่ตัวแปรใด ๆ เพิ่มลงไป หรือได้ใส่ตัวแปรเซอร์พลัส (Surplus Variable) ลงไปแล้วก็ให้ใส่ตัวแปรอาร์ทิฟิเชียล (Artificial Variable) ที่มีค่าเป็นบวกลงไปในสมการเหล่านั้น และใส่ค่าลบหนึ่งล้าน (– 1,000,000) ของตัวแปรอาร์ทิฟิเชียลลงไปในฟังชั่นเป้าหมายจนครบ

$$x_1 + 2x_2 + x_3 = 160$$

$$3x_1 + 2x_2 + x_4 = 240$$

$$\text{Max.}P = x_1 + 1.5x_2 + 0.x_3 + 0.x_4$$

โดยที่ x_3, x_4 เป็นตัวแปรสแล็ค (Slack Variable)

ขั้นตอนที่ 2 ตั้งตารางขึ้น โดยใส่ศูนย์ (0) เสมอที่ช่องขวาล่างสุดและกลับเครื่องหมายของตัวค่าคงที่ (ตัวร่วม) ของฟังชั่นเป้าหมาย

ตัวแปรที่	เงื่อนไขที่		ฟังชั่นเป้าหมาย
	1	2	
1	1	3	-1
2	2	2	-1.5
3	1	0	0
4	0	1	0
	160	240	0

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ขั้นตอนที่ 3 ค้นหา ไพวอท (Pivot) โดย

- เลือกแถวนอนไพวอท (Pivot Row)โดยหาดูจากค่าที่เป็นลบมากที่สุดที่มีของแถวขวามือสุดยกเว้นค่าล่างสุด
- คำนวณสัดส่วน (Ratio) ค่าในแถวไพวอทกับค่าล่างสุด
- หาค่า ไพวอท จากในแถวนอนไพวอท กับแถวตั้งไพวอท (Pivot Column) ตัดกัน โดยให้เลือกแถวที่มีค่าสัดส่วน (Ratio) น้อยที่สุดเป็นแถวตั้งไพวอท (Pivot Column)

ตัวแปรที่	เงื่อนไขที่ 1	เงื่อนไขที่ 2	ฟังชั่นเป้าหมาย	
1	1	3	-1	
2	②	2	-1.5	← Pivot Row
3	1	0	0	
4	0	1	0	
	160	240	0	← Pivot Column
สัดส่วน	160/2 = 80	240/2 = 120		

Pivot →

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

007604

ขั้นตอนที่ 4 ทำไพวอททิ่ง(Pivoting) โดย

- ทำ ไพวอท ให้เป็น 1 โดยการเอา 2 หารตลอดแถว

ตัวแปรที่	เงื่อนไขที่		ฟังชั่นเป้าหมาย
	1	2	
1	1/2	3	-1
2	①	2	-1.5
3	1/2	1	0
4	0	1	0
	80	240	0

- ใช้แถวตั้งไพวอทที่ได้ใหม่นี้ และทำค่าอื่น ๆ ในแถวนอนไพวอท ให้เป็น 0 โดย

ก) เอาแถวที่ 2 ตั้งลบด้วยแถวที่ 1 ไป 2 ครั้งจะได้ค่า 2 เป็น 0 (ในแถวนอนไพวอท)

ข) เอาแถวถัดไปตั้งบวกด้วยแถวตั้งที่ 1 ไป 1.5 ครั้งจะได้ - 1.5 เป็น 0 (ในแถวนอนไพวอท)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตัวแปรที่	เงื่อนไข		ฟังชั่นเป้าหมาย
	1	2	
1	1/2	2	-1/4
2	1	0	0
3	1/2	-1	3/4
4	0	1	0
	80	80	120

ขั้นตอนที่ 5 ทำขั้นตอนที่ 3 และ 4 ซ้ำจนกระทั่งไม่มีตัวเลข หรือค่าลบในแถวขวาสุดเลย ซึ่งเราจะเรียกตารางที่ว่านี้ว่า "ตารางซิมเพล็กซ์ ขั้นสมบูรณ์" (Final Simplex Tableau) ซึ่งแสดงว่า ผลลัพธ์ที่เหมาะสมที่สุด ตามต้องการ (Optimal Solution)

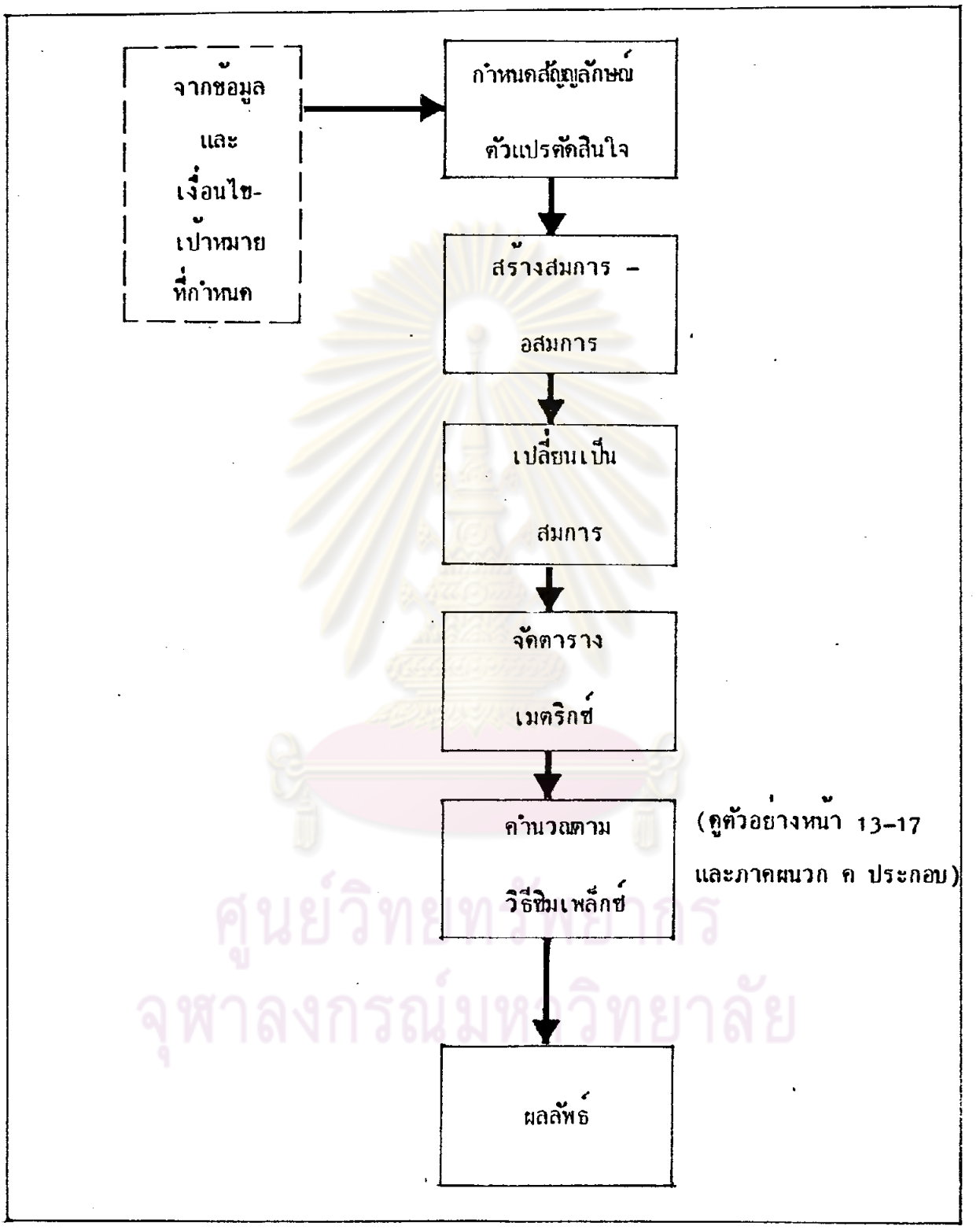
ตัวแปรที่	เงื่อนไข		ฟังชั่นเป้าหมาย
	1	2	
1	0	1	0
2	1	0	0
3	3/4	-1/2	5/8
4	-1/4	1/2	1/8
	(60)	(40)	[130] ← Max.P

จะเห็นว่าได้ค่าดังนี้:-

$x_1 = 40$

$x_2 = 60$

Max.P = 130



รูปที่ 2 ขั้นตอนการหาผลลัพธ์โดยทฤษฎีโปรแกรมเชิงเส้น

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2.2 กำหนดลักษณะของโครงการสถาปัตยกรรม

เพื่อที่จะให้การนำทฤษฎีโปรแกรมเชิงเส้น และวิธีการหาผลลัพธ์โดยวิธี ซิมเพล็กซ์ (Simplex Method) ไปใช้ช่วยในการวิเคราะห์หาสัดส่วนพื้นที่ของโครงการงานออกแบบทางสถาปัตยกรรมอย่างเหมาะสมนั้นกล่าวคือ:-

- ประหยัดเวลาในการวิเคราะห์โครงการ
- ผลลัพธ์เป็นค่าที่เหมาะสมที่สุด (Optimal Solution) ตามเป้าหมาย
- เงื่อนไขทุกข้อที่เกี่ยวข้องและมีความสัมพันธ์กับตัวแปร สามารถนำมาพิจารณาร่วมกันได้ทั้งหมด
- เปรียบเทียบลักษณะและผลของโครงการต่าง ๆ ได้กว้างขวางและรวดเร็ว
- ผลที่ได้มีความแม่นยำถูกต้อง

ดังนั้น โครงการงานออกแบบสถาปัตยกรรมที่นำมาวิเคราะห์โดยวิธีนี้สมควรที่จะเป็นโครงการที่มีความซับซ้อนพอสมควรไม่สามารถหาผลลัพธ์ที่เหมาะสมที่สุดตามเป้าหมายด้วยวิธีที่ใช้กันทั่วไปได้ ดังมีลักษณะของโครงการต่อไปนี้:-

2.2.1 มีจำนวนประเภทพื้นที่ใช้สอยมากกว่า 3 ประเภทขึ้นไป

2.2.2 มีจำนวนข้อกำหนดและความต้องการต่าง ๆ อันเกี่ยวข้องมีความสัมพันธ์กับการหาสัดส่วนพื้นที่ของประเภทพื้นที่ใช้สอยของโครงการ เป็นจำนวนมากพอสมควร และมีความซับซ้อนเกี่ยวพันกันจนยากที่จะนำมาพิจารณาโดยวิธีทั่วไปได้

2.2.3 ข้อกำหนดและความต้องการต่าง ๆ เหล่านี้ต้องมีความถูกต้องและไม่ขัดแย้งกันเอง รวมทั้งมีความเป็นไปได้ด้วย

2.2.4 ผลลัพธ์จะขึ้นกับคุณภาพของข้อกำหนดและความต้องการของโครงการ ซึ่งย่อมจะขึ้นอยู่กับข้อมูลเบื้องต้นของโครงการและความต้องการด้านต่าง ๆ ด้วย

2.2.5 ข้อกำหนดและความต้องการเหล่านั้นต้องสามารถถอดความหมายออกมาเป็นสมการหรืออสมการทางคณิตศาสตร์ได้

2.3 ลักษณะโปรแกรมคอมพิวเตอร์และวิธีใช้เพื่อช่วยในการหาผลลัพธ์

2.3.1 ลักษณะโปรแกรมคอมพิวเตอร์

ลักษณะของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่เขียนและปรับปรุงขึ้นมาเพื่อใช้ในการช่วยหาผลลัพธ์ที่เหมาะสมที่สุด (Optimal Solution) ตามทฤษฎีโปรแกรมเชิงเส้นสำหรับงานวิเคราะห์หาสัดส่วนพื้นที่ของโครงการงานออกแบบทางสถาปัตยกรรมมีลักษณะดังนี้คือ -

เขียนด้วยภาษา โฟร์แทรน 4 (FORTRAN 4) ประกอบด้วย

โปรแกรมหลัก (Main Program) 1 โปรแกรม และโปรแกรมย่อยสับรูทีน (Subroutine Subprogram) อีก 11 โปรแกรมย่อย โดยแต่ละโปรแกรมเหล่านี้ถูกเชื่อม (Link) ถึงกันตามขบวนการทำงานหาผลลัพธ์ที่ได้จัดเรียงไว้ การที่เขียนโปรแกรมให้มีลักษณะของโปรแกรมย่อยสับรูทีนนี้เป็นเทคนิคในการเขียนโปรแกรม เพื่อที่จะลดขั้นตอนการเขียนที่ซ้ำซ้อนกันโดยขั้นตอนที่ใช้งานบ่อยจะเขียนไว้เป็นโปรแกรมย่อยสับรูทีน และโปรแกรมหลัก หรือโปรแกรมย่อยอื่น ๆ สามารถที่จะเรียกขั้นตอนในโปรแกรมย่อยสับรูทีนมาทำงานได้ดังนั้น ถ้าพิจารณาดูทั้งหมดของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ได้เขียนและปรับปรุงขึ้นนี้แล้วจะเห็นได้ว่า เหมาะสมสำหรับการใช้งานวิเคราะห์นี้โดยเฉพาะในการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์นี้ได้ใช้ความรู้และเทคนิคทางด้านการจัดการข้อมูลของคอมพิวเตอร์ (Data Management) ที่ได้ศึกษามาประกอบด้วยทำให้ได้โปรแกรมที่มีประสิทธิภาพและง่ายต่อการใช้งานจริง ๆ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 1 ลักษณะและการเชื่อมโยงของโปรแกรมคอมพิวเตอร์

ชื่อโปรแกรมหลัก	ชื่อโปรแกรมย่อยลับรูทีน
MAIN-PROGRAM	INPUT READ — MASSGE LOCATE — LOCATE MASSAGE — GETVAL CONSTN — MASSGE READ — MASSGE OBJCFN — LOCATE GETVAL MASSGE READ — MASSGE SETEQU SIMPLX TABLE MASSGE — LOCATE RESULT — GETVAL MASSGE READ — MASSGE LOCATE

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2.3.2 หน้าที่และการทำงานของโปรแกรมคอมพิวเตอร์

จากตารางที่ 1 จะแสดงจำนวนทั้งหมดของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่มีและการเชื่อมโยงของแต่ละโปรแกรมที่ถึงกันได้ ซึ่งแต่ละโปรแกรมมีหน้าที่ทำงานตามต้องการดังนี้ :-

ก) MAIN-PROGRAM เป็นโปรแกรมหลัก (Main Program) ทำหน้าที่สั่งลำดับขั้นตอนให้โปรแกรมย่อยสับรูทีนอื่นทำงานเป็นลำดับไป (Sequence) จนเสร็จก็จะสั่งให้หยุดทำงาน .

ข) INPUT SUBROUTINE เป็นโปรแกรมย่อยซึ่งทำหน้าที่รับข้อมูลเข้าและตัดสินว่าข้อมูลชนิดใด เช่น เป็นเงื่อนไข (Constraint) ฟังชั่นเป้าหมาย (Objective Function) ก็จะทำการเรียกโปรแกรมย่อยอื่นทำงานต่อไป

ค) SETEQU SUBROUTINE เป็นโปรแกรมย่อยหนึ่งที่ทำหน้าที่เปลี่ยนเงื่อนไขที่เป็นอสมการและหรือสมการที่เราป้อนให้นั้นให้อยู่ในรูปของสมการตามขบวนการที่จะนำไปหาผลลัพธ์โดยวิธี ซิมเพล็กซ์ อย่างถูกต้อง

ง) SIMPLX SUBROUTINE เป็นโปรแกรมย่อยหนึ่งที่ทำหน้าที่เกี่ยวกับการคำนวณตามวิธี ซิมเพล็กซ์ เพื่อหาผลลัพธ์ที่ต้องการ

จ) LOCATE SUBROUTINE เป็นโปรแกรมย่อยหนึ่งที่ทำหน้าที่หาตำแหน่งของข้อมูลในบัตรคอมพิวเตอร์

ฉ) READ SUBROUTINE เป็นโปรแกรมย่อยหนึ่งที่ทำหน้าที่เกี่ยวกับการอ่านข้อมูลจากบัตรคอมพิวเตอร์

ช) MASSGE SUBROUTINE เป็นโปรแกรมย่อยหนึ่งที่ทำหน้าที่รายงานผลที่เกิดขึ้นระหว่างโปรแกรมทำงาน

ซ) CONSTN SUBROUTINE เป็นโปรแกรมย่อยหนึ่งที่ทำหน้าที่จัดการเกี่ยวกับชุดข้อมูลของเงื่อนไข (Constraints)

ฌ) OBJCFN SUBROUTINE เป็นโปรแกรมย่อยหนึ่งที่ทำหน้าที่จัดการเกี่ยวกับชุดข้อมูลของฟังชั่นเป้าหมาย (Objective Function)

ญ) TABLE SUBROUTINE เป็นโปรแกรมย่อยหนึ่งที่ทำหน้าที่จัดพิมพ์ตารางที่แสดงวิธีคำนวณหาผลลัพธ์ตามวิธี ซิมเพล็กซ์

ฎ) RESULT SUBROUTINE เป็นโปรแกรมย่อยหนึ่งที่ทำหน้าที่แสดงผลลัพธ์ต่าง ๆ ตามต้องการ

ฏ) GETVAL SUBROUTINE เป็นโปรแกรมย่อยหนึ่งที่ทำหน้าที่เปลี่ยนระหัสตัวเลขแบบ แอสกี้ (ASCI CODE) ให้เป็นค่าทางคณิตศาสตร์

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2.4 วิธีการและขั้นตอนการวิเคราะห์หาสัดส่วนพื้นที่ของโปรแกรมงานออกแบบทางสถาปัตยกรรม

(ดูรูปที่ 3 และ 4 ประกอบ)

การวิเคราะห์เพื่อหาผลลัพธ์ที่เหมาะสมที่สุดของโครงการงานออกแบบทางสถาปัตยกรรมนั้นจำเป็นต้องปฏิบัติตามขั้นตอนดังนี้ :-

1) รวบรวมข้อมูลอันเกี่ยวกับโครงการสถาปัตยกรรมนั้น ๆ ทางด้านต่าง ๆ ดังนี้

ก) ด้านกฎหมาย เช่น เทศบัญญัติ กฎหมายผังเมือง เป็นต้น

ข) ด้านเทคนิคการก่อสร้างและวัสดุก่อสร้าง เช่น อัตราความสามารถในการก่อสร้างในช่วงระยะเวลา วิธีการก่อสร้าง เป็นต้น

ค) ด้านสภาพภูมิศาสตร์ เช่น ลักษณะชั้นดิน ระดับผิวดิน เป็นต้น

ง) ด้านสภาพสังคม วัฒนธรรม สิ่งแวดล้อม เช่น กลุ่มผู้ใช้อาคาร,ปัญหาเรื่องเสียงรบกวนเป็นต้น

จ) ด้านเศรษฐกิจ เช่น เรื่องเกี่ยวกับการเงินการลงทุน ความต้องการทางการตลาดเป็นต้น

ฉ) ด้านประชากรศาสตร์ เช่น จำนวนประชากร อายุ เพศ อาชีพ เป็นต้น

ช) ความต้องการทางการใช้สอย เช่น การจัดวางเฟอร์นิเจอร์ ขนาดอุปกรณ์

2) จากข้อมูลเหล่านี้นำมาสรุปเป็นข้อ ๆ อันเกี่ยวข้องกับการหาสัดส่วนพื้นที่ของโครงการ

3) จากข้อมูลที่สรุปได้นี้นำมาตั้งเป็นเงื่อนไขของโครงการและเป้าหมายโครงการ โดยที่เมื่อพิจารณาเงื่อนไขเหล่านี้รวมกันแล้วมีความเป็นไปได้

ก) เป้าหมายของโครงการ (Objective)

ข) เงื่อนไขทางพื้นที่ใช้สอย (Area Constraints)

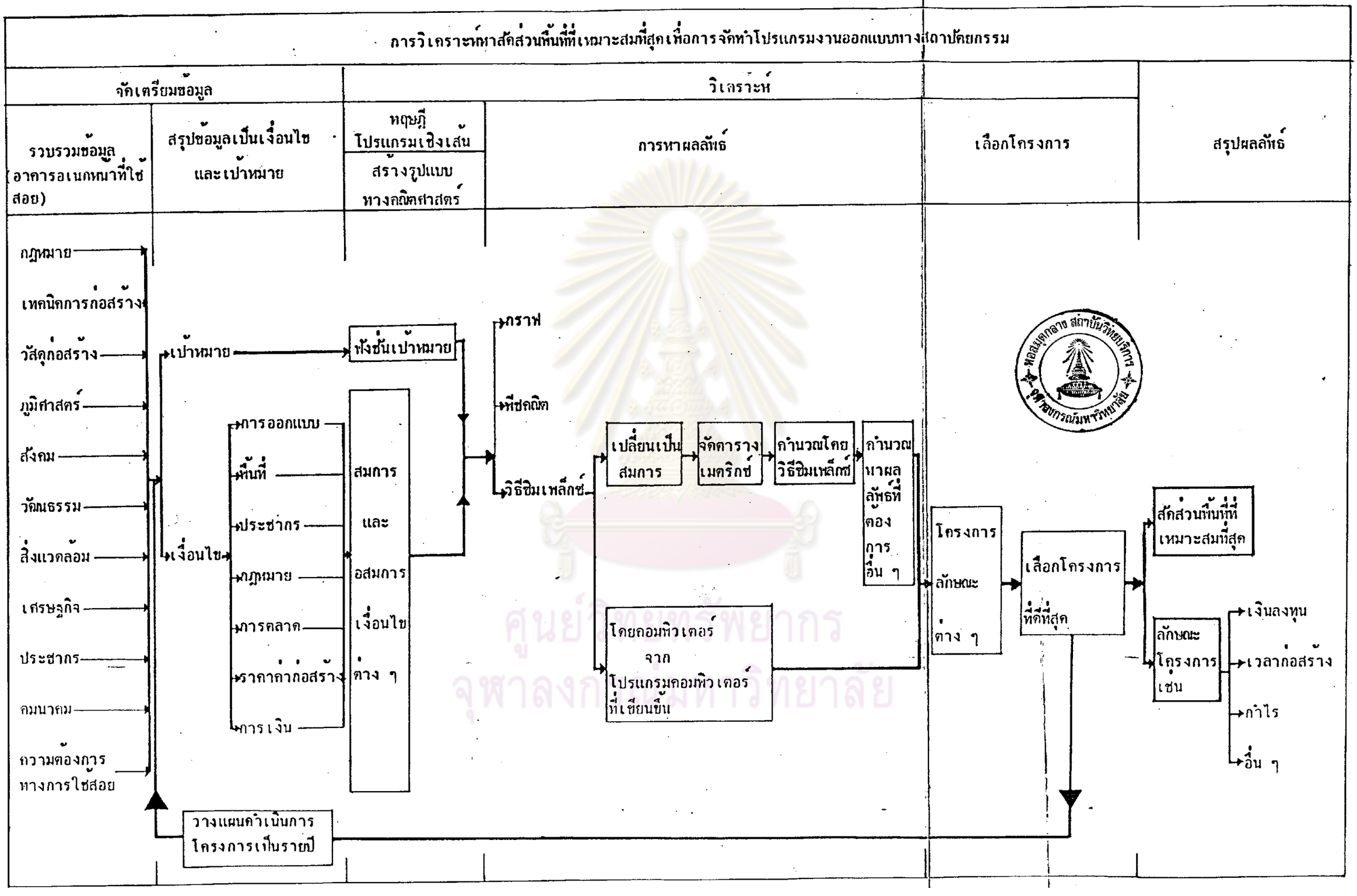
ค) เงื่อนไขทางประชากร (Population Constraints)

ง) เงื่อนไขทางกฎหมายข้อกำหนดเทศบัญญัติ (Regulation Constraints)

จ) เงื่อนไขทางราคาค่าก่อสร้าง (Construction Cost Constraints)

ฉ) เงื่อนไขทางการตลาด (Market Constraints)

ช) เงื่อนไขทางการเงิน (Financial Constraints) ซึ่งหมายถึงรายรับ



รูปที่ 3 วิธีการและขั้นตอนการวิเคราะห์

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รายจ่ายและหลักการทางการเงินอื่น ๆ ที่ต้องการ

ข) เงื่อนไขทางการออกแบบ (Design Constraints) ซึ่งต้องมีบ้างในส่วนที่จะเป็นที่ยอมรับได้ของสถาปนิกที่ทำงานขั้นตอนออกแบบ

4) กำหนดความหมายของตัวแปรตัดสินใจพร้อมทั้งกำหนดหน่วยที่อยู่บนฐานเดียวกัน เช่น เมตร เซนติเมตร หน่วย เป็นต้น

5) จากข้อความอันเป็นเงื่อนไขและเป้าหมายเหล่านี้นำมาถอดข้อความเป็นสมการ และหรืออสมการกำลังหนึ่งทางคณิตศาสตร์ โดยให้มีลักษณะ ดังนี้:-

ก) นิพจน์ (Expression) ข้างซ้ายของสมการหรืออสมการ เงื่อนไขจะประกอบไปด้วย ตัวแปร (Variables), ค่าคงที่ (Constants) ซึ่งต้องเป็นตัวร่วมของตัวแปร, เครื่องหมายบวก (+) และหรือลบ (-) เท่านั้น

ข) นิพจน์ข้างขวา ของสมการหรืออสมการนั้นต้องเป็นค่าคงที่ (Constants) ที่มีค่าเป็นจริงเสมอ (Real Number) และจะมีค่าอื่นไม่ได้

ค) ระหว่างนิพจน์ข้างซ้ายและข้างขวาของสมการและหรืออสมการเงื่อนไขต้องคั่นด้วยเครื่องหมาย $<$, $\geq$ หรือ = เท่านั้น แต่จะเป็นการง่ายต่อการคำนวณมากยิ่งขึ้นถ้าใช้เครื่องหมาย "$\leq$ "

ง) สำหรับฟังชั่นเป้าหมายนั้น ข้างซ้ายให้เป็น MAX.P หรือ MIN.P ตามแต่เป้าหมายโครงการ ถ้าต้องการผลที่เป็นค่าสูงสุด ก็ใช้ MAX.P ถ้าต้องการผลที่เป็นค่าต่ำสุดก็ใช้ MIN.P คั่นด้วยเครื่องหมายเท่ากับ (=) ข้างขวาจะเป็นนิพนธ์ (Expression) อันประกอบด้วยตัวแปรตัดสินใจ (Decision Variables) ครบทุกตัว, ค่าคงที่ (Constants) ซึ่งต้องเป็นตัวร่วมของตัวแปรตัดสินใจ เครื่องหมาย บวก หรือ ลบ เท่านั้น

6) จากสมการและอสมการตามทฤษฎีโปรแกรมเชิงเส้นที่ได้นั้นนำมาพิจารณาใส่ตัวแปรสแล็ค, ตัวแปรเซอร์พลัส และหรือตัวแปรอาทิฟิเชียล ลงไปเพื่อทำให้เป็นสมการ

7) จัดสมการเหล่านี้ให้อยู่ในรูปของเมตริกซ์เดียวกัน

8) ทำการคำนวณหาคำตอบโดยวิธีซิมเพล็กซ์ ซึ่งจะใช้คอมพิวเตอร์ช่วยทำการคำนวณหาผลลัพธ์ที่เหมาะสมที่สุดของโครงการ

9) จากผลลัพธ์ที่ได้นี้นำไปคำนวณหาคำตอบอื่นได้อีกโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยคำนวณและแสดงผล เป็นต้นว่า ต้องการทราบ

ก) รายละเอียดอันเกิดจากพื้นที่โครงการที่ได้

ข) หาค่าปัจจุบันสุทธิ (Net Present Value NPV) เพื่อนำมาช่วยตัดสินใจโครงการ

ค) หาค่าอัตราผลตอบแทนต่อค่าใช้จ่าย (B/C Ratio) เพื่อนำมาช่วยตัดสินใจโครงการ

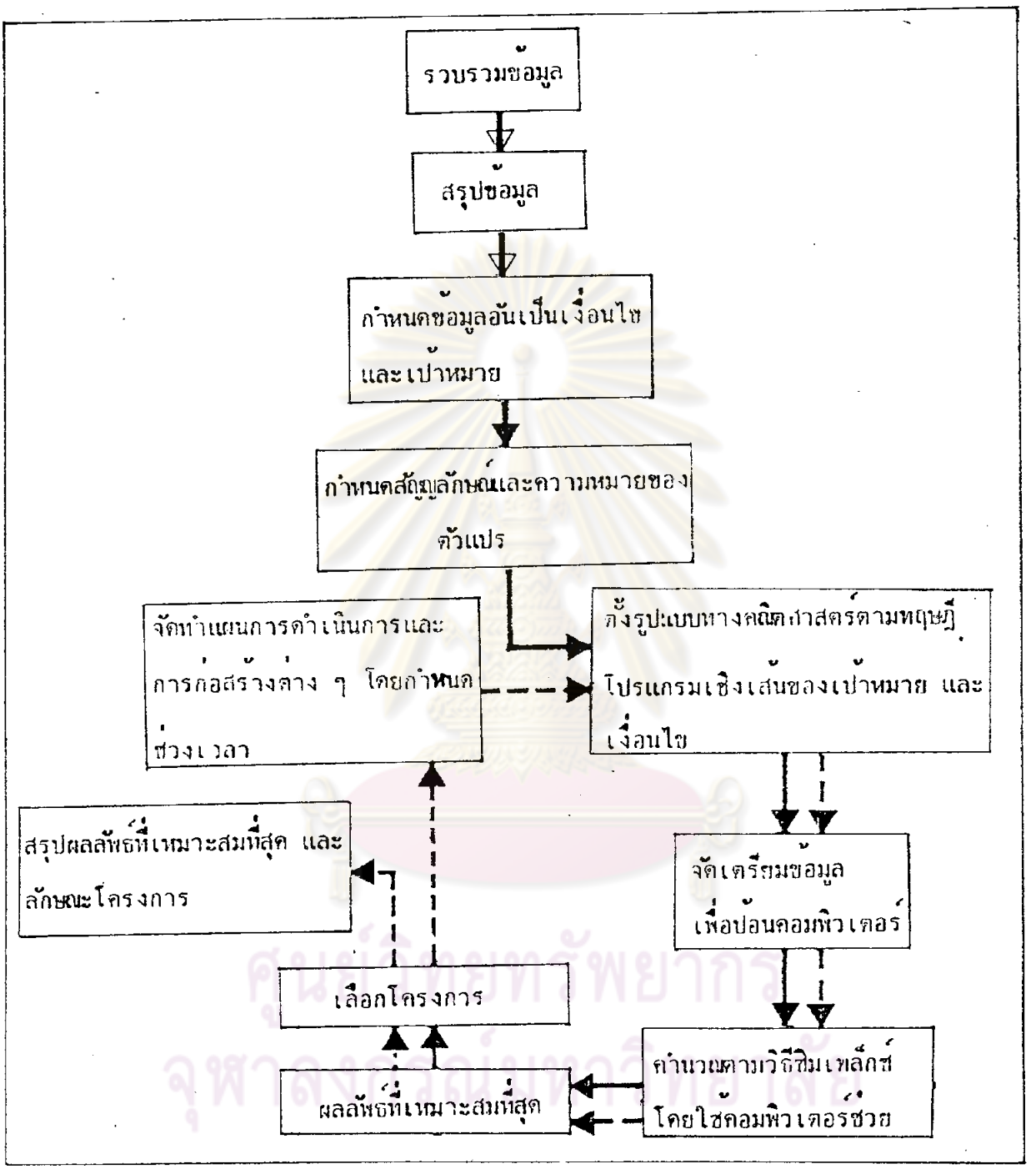
ง) คำนวณหากระแสเงินหมุนเวียนรายปี (Cash Flow)

10) นำผลลัพธ์ที่ได้มาพิจารณาปรับปรุง เปลี่ยนแปลง แก้ไขได้ ถ้าต้องการโดยแก้ข้อมูลบางตัวแล้วทำตามตั้งแต่ขั้นตอนที่ 5) มาถึงขั้นตอนที่ 10)

11) นำผลลัพธ์มาพิจารณา และสรุปโครงการ

12) จากข้อสรุปโครงการขั้นนี้ซึ่งจะได้พื้นที่ของประเภทการใช้สอยต่าง ๆ เพื่อนำไปใช้เป็นส่วนหนึ่งในการจัดทำโปรแกรมออกแบบงานทางสถาปัตยกรรมได้โดยยังไม่รวมถึงผลลัพธ์จากการวิเคราะห์ทางด้านอื่น ๆ อันเกี่ยวข้องกับงานสถาปัตยกรรมของโครงการนั้น ๆ ผลการวิเคราะห์ทางด้านอื่น ๆ ที่กล่าวถึงนี้ เช่น ผลการวิเคราะห์ทางการเข้าถึงที่ตั้งโครงการ, ตำแหน่งที่ตั้ง, การใช้สอย เป็นต้น

สำหรับโครงการอาคารอเนกประสงค์ที่ใช้สอยนั้น จะมีการคิดทางด้านการเงินเกี่ยวข้องด้วยอย่างแน่นอน ดังนั้นจึงวิเคราะห์หาผลลัพธ์ที่เหมาะสมที่สุดของเงื่อนไข ซึ่งยังไม่ปรับค่าเวลาก่อนนำผลลัพธ์นี้ไปวางแผนการดำเนินการก่อสร้างแล้ววิเคราะห์หาผลลัพธ์ที่เหมาะสมที่สุดของเงื่อนไขต่าง ๆ ซึ่งได้ปรับค่าเวลาเรียบร้อยแล้ว เพื่อสรุปผลลัพธ์ของโครงการที่ดีที่สุดได้ ดังแสดงในบทที่ 3 ดู รูปที่ 4 ประกอบ



รูปที่ 4 ขั้นตอนการวิเคราะห์ศาสตร์ส่วนพื้นที่ใช้สอยที่เหมาะสมของโครงการอาคารอเนกหน้าที่ใช้สอย

ทิศทางของข้อมูลทั้งหมดที่นำไปใช้

ทิศทางของขั้นตอนที่ 1 โดยมีการพิจารณาทางการเงินแบบค่าเงินคงที่

ทิศทางของขั้นตอนที่ 2 โดยมีการพิจารณาทางการเงินแบบค่าเงินเปลี่ยนแปลงตามเวลา

2.5 ขอบเขตความสามารถของทฤษฎีโปรแกรมเชิงเส้นใช้ช่วยงานสถาปัตยกรรม

จากขอบข่ายของงานสถาปัตยกรรมซึ่งกว้างขวางและมีหลายขั้นตอน ในลักษณะการทำงานที่ไม่เหมือนกัน ดังนั้นขีดความสามารถของทฤษฎีโปรแกรมเชิงเส้นนี้จึงมีจำกัดสำหรับงานสถาปัตยกรรม ตามทฤษฎีนี้เป็นทฤษฎีเกี่ยวกับการคำนวณของสมการชั้นเดียวทางคณิตศาสตร์โดยตรง ดังนั้นในการที่จะนำทฤษฎีนี้ไปหาผลลัพธ์ที่เหมาะสมที่สุดใด ๆ นั้นย่อมจะต้องเกี่ยวพันกับการตั้งสมการ - อสมการทางคณิตศาสตร์ได้ด้วย ดังนั้น ตามงานวิจัยชิ้นนี้ได้ใช้ทฤษฎีโปรแกรมเชิงเส้นหาสัดส่วนพื้นที่ซึ่งก็คือพื้นที่ขององค์ประกอบของโครงการนั้นที่เหมาะสมที่สุด หลังจากได้ผลลัพธ์นี้ออกมาแล้วต้องนำไปใช้ออกแบบต่อไป ตามวิธีที่สถาปนิกใช้อยู่ในปัจจุบันเท่านั้น เนื่องจากทฤษฎีนี้ไม่สามารถช่วยค้นหาแบบใด ๆ ที่เหมาะสมที่สุดได้ เพราะเงื่อนไขที่เกิดขึ้นนั้นไม่สามารถนำมาสร้างเป็นสมการทางคณิตศาสตร์ได้ทั้งหมดและนำมาทำการคำนวณได้

สรุปได้ว่าการจะนำทฤษฎีนี้ไปหาค่าความเหมาะสมใด ๆ นั้น เงื่อนไขและเป้าหมายนั้น ๆ ต้องเป็นเงื่อนไขและเป้าหมายทางคณิตศาสตร์ที่สัมพันธ์กับตัวแปร

ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงเสนอผลลัพธ์ที่เป็นองค์ประกอบและสัดส่วนพื้นที่ขององค์ประกอบของโครงการงานออกแบบทางสถาปัตยกรรม เป็นผลลัพธ์ที่เหมาะสมที่สุดตามเงื่อนไขทุกข้อ และเป้าหมายที่กำหนดไว้โดยใช้ทฤษฎีโปรแกรมเชิงเส้นช่วย เพื่อนำไปใช้ออกแบบต่อไป

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย