บทที่ 4

วิธีดำเนินการวิจัย

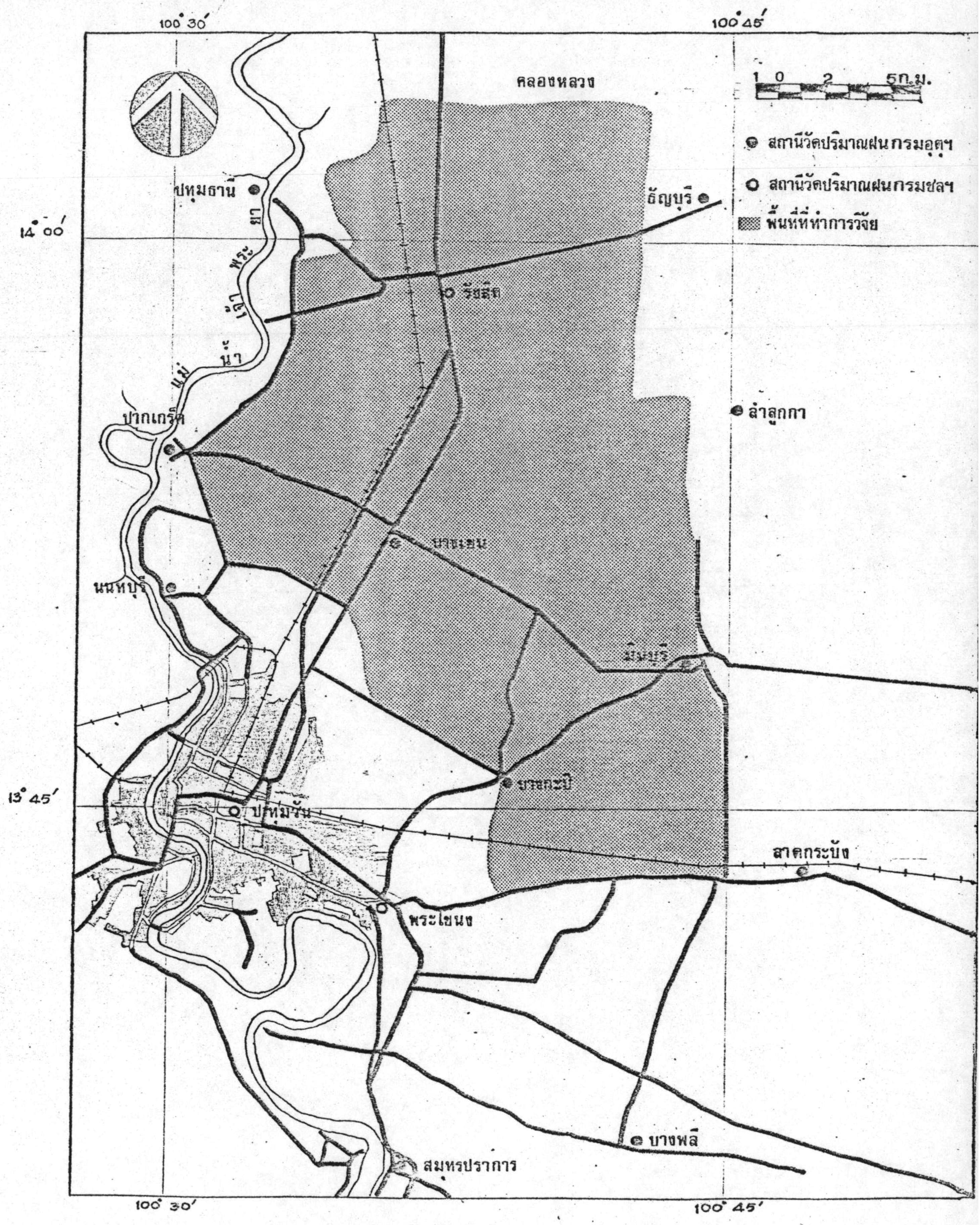
หอสมุดกลาง จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.1 ลักษณะและแหล่งของข้อมูล

ข้อมูลที่ใช้ในการวิจัยเพื่อศึกษาระบบการป้องกันน้ำท่วมและการระบายน้ำ ประกอบด้วย

4.1.1 สถิติปริมาณฝนรายวันสูงสุดในแต่ละปี ได้จากสถานีวัดปริมาณฝนของกรมอุตุนิยมวิทยา และกรมชลประทาน ตามรูปที่ 10 รวม 15 สถานี ได้แก่

สถานีวัดน้ำฝน	อ.ปทุมวัน	จ.กรุงเทพฯ	ระหว่างปี พ.ศ. 2486-2515
สถานีวัดน้ำฝน	อ.พระโขนง	จ.กรุงเทพฯ	ระหว่างปี พ.ศ. 2486-2515
สถานีวัดน้ำฝน	อ.บางเขน	จ.กรุงเทพฯ	ระหว่างปี พ.ศ. 2486-2513
สถานีวัดน้ำฝน	อ.บางกะปิ	จ.กรุงเทพฯ	ระหว่างปี พ.ศ. 2486-2518
สถานีวัดน้ำฝน	อ.ลาดกระบัง	จ.กรุงเทพฯ	ระหว่างปี พ.ศ. 2494-2518
สถานีวัดน้ำฝน	อ.มีนบุรี	จ.กรุงเทพฯ	ระหว่างปี พ.ศ. 2491-2518
สถานีวัดน้ำฝน	อ.เมือง	จ.นนทบุรี	ระหว่างปี พ.ศ. 2491-2515
สถานีวัดน้ำฝน	อ.ปากเกร็ด	จ.นนทบุรี	ระหว่างปี พ.ศ. 2490-2515
สถานีวัดน้ำฝน	อ.เมือง	จ.ปทุมธานี	ระหว่างปี พ.ศ. 2486-2515
สถานีวัดน้ำฝน	รังสิต	จ.ปทุมธานี	ระหว่างปี พ.ศ. 2492-2515
สถานีวัดน้ำฝน	อ.ธัญบุรี	จ.ปทุมธานี	ระหว่างปี พ.ศ. 2495-2517
สถานีวัดน้ำฝน	อ.คลองหลวง	จ.ปทุมธานี	ระหว่างปี พ.ศ. 2495-2518
สถานีวัดน้ำฝน	อ.ลำลูกกา	จ.ปทุมธานี	ระหว่างปี พ.ศ. 2494-2515
สถานีวัดน้ำฝน	อ.เมือง	จ.สมุทรปราการ	ระหว่างปี พ.ศ. 2491-2518
สถานีวัดน้ำฝน	อ.บางพลี	จ.สมุทรปราการ	ระหว่างปี พ.ศ. 2493-2515



รูปที่ 10 ผังแสดงที่ตั้งสถานีวัดปริมาณฝน

4.1.2 สถิติระดับน้ำหลากสูงสุดในแต่ละปี ได้จากสถานีวัดระดับน้ำของกรมชลประทาน ดังแสดงไว้ในรูปที่ 11 รวมทั้งหมด 12 สถานี ได้แก่

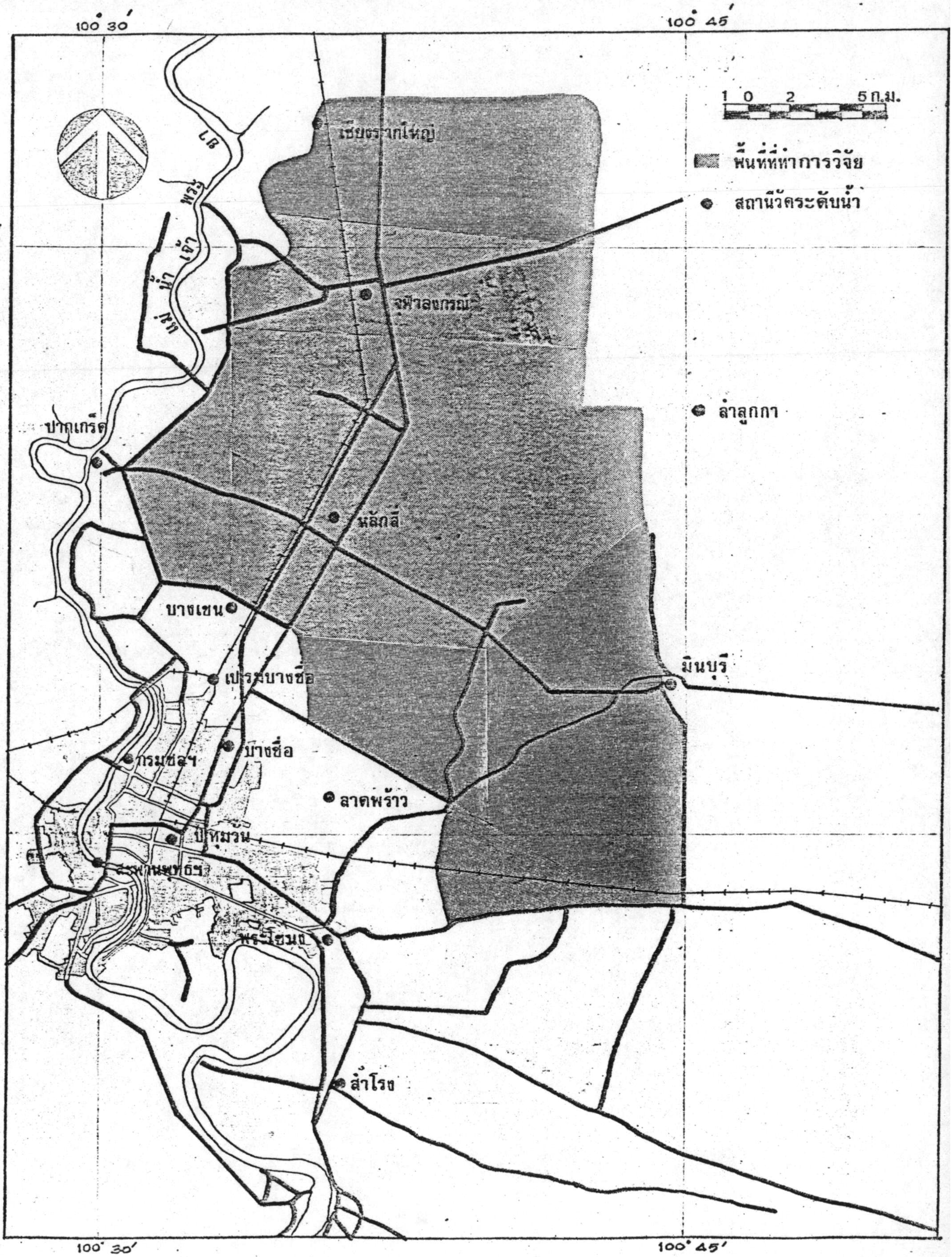
สถานีวัดระดับน้ำ มีนบุรี	จ.กรุงเทพฯ	ระหว่างปี พ.ศ.	2501-2515
สถานีวัดระดับน้ำ หลักสี่	จ.กรุงเทพฯ	ระหว่างปี พ.ศ.	2510-2519
สถานีวัดระดับน้ำ บางเขน	จ.กรุงเทพฯ	ระหว่างปี พ.ศ.	2501-2517
สถานีวัดระดับน้ำ เปรมบางซื่อ	จ.กรุงเทพฯ	ระหว่างปี พ.ศ.	2500-2517
สถานีวัดระดับน้ำ บางซื่อ	จ.กรุงเทพฯ	ระหว่างปี พ.ศ.	2503-2519
สถานีวัดระดับน้ำ ลาดพร้าว	จ.กรุงเทพฯ	ระหว่างปี พ.ศ.	2510-2519
สถานีวัดระดับน้ำ พระโขนง	จ.กรุงเทพฯ	ระหว่างปี พ.ศ.	2501-2519
สถานีวัดระดับน้ำ เชียงรากใหญ่	จ.ปทุมธานี	ระหว่างปี พ.ศ.	2500-2519
สถานีวัดระดับน้ำ จุฬาลงกรณ	จ.ปทุมธานี	ระหว่างปี พ.ศ.	2500-2519
สถานีวัดระดับน้ำ ลำลูกกา	จ.ปทุมธานี	ระหว่างปี พ.ศ.	2500-2519
สถานีวัดระดับน้ำ ปากเกร็ด	จ.นนทบุรี	ระหว่างปี พ.ศ.	2496-2519
สถานีวัดระดับน้ำ สำโรง	จ.สมุทรปราการ	ระหว่างปี พ.ศ.	2503-2519

4.1.3 คุณสมบัติและค่าระดับดินเดิม ได้จากการสำรวจตามแนวทางหลวงสายต่าง ๆ ของกรมทางหลวง และการสำรวจในบริเวณโครงการเคหะชุมชนต่าง ๆ ของการเคหะแห่งชาติ ข้อมูลค่าระดับดินเดิมบางส่วนที่เป็นค่าระดับสมมุติได้ทำการสำรวจเพื่อเปลี่ยนเป็นค่าระดับเหนือระดับน้ำทะเลปานกลาง

4.1.4 ค่าก่อสร้างและราคาวัสดุ ได้จากการเคหะแห่งชาติ เป็นราคาที่ประเมินจากผลการประกวดราคาจ้างเหมาก่อสร้างระบบการป้องกันน้ำท่วมและการระบายน้ำของโครงการเคหะชุมชนต่าง ๆ ประจำปีงบประมาณ 2520-2521

4.2 <u>วิธีวิเคราะห์ข้อมูล</u>

ดำเนินการตามลำดับขั้นตอนดังนี้



รูปที่ 11 ผังแสดงที่ตั้งสถานีวัดระดับน้ำของกรมชลประทาน

4.2.1 การวิเคราะห์สถิติทางอุทกวิทยา นำเอาข้อมูลมาวิเคราะห์หาค่าปริมาณฝนรายวัน และระดับน้ำหลากสูงสุดที่อาจเกิดขึ้นในช่วง Return Period ต่าง ๆ โดยอาศัยหลักการแจกแจงความถี่แบบ Pearson's Type III Distribution

4.2.2 การหาปริมาณงาน ปริมาณงานที่ใช้ในการก่อสร้างระบบการป้องกันน้ำท่วม และการระบายน้ำขึ้นอยู่กับ ปริมาณน้ำฝน ผลต่างของระดับน้ำหลากกับระดับดินเดิม รวมทั้งขนาดและรูปร่างของพื้นที่แต่ละแห่ง

4.2.2.1 ปริมาณงานการก่อสร้างระบบการป้องกันน้ำท่วม และการระบายน้ำโดยวิธีถมดิน สามารถหาค่าได้ดังนี้

$$W_E = 1600 AD' \quad \text{.................(4.1)}$$

ในเมื่อ W_E = ปริมาณงานการถมดิน (ลบ.เมตร)

A = ขนาดพื้นที่ของโครงการ (ไร่)

D' = ผลต่างระหว่างระดับน้ำหลาก Return Period 5 ปี กับระดับดินเดิม (เมตร)

4.2.2.2 ปริมาณการก่อสร้างระบบการป้องกันน้ำท่วมและการระบายน้ำโดยวิธีการทำคันดิน ตามรูปที่ 12 และ 13 ซึ่งเป็นคันดินที่ใช้กับโครงการขนาดเล็กและใหญ่ตามลำดับ

B = ความกว้างของสันคันดิน (เมตร)

H = ความสูงของคันดิน (เมตร)

X' = ระยะจาก Heel ของคันดินถึงริมคลองกักเก็บน้ำ (เมตร)

T' = ความลึกของคลองมีค่าไม่เกิน 2.00 (เมตร)

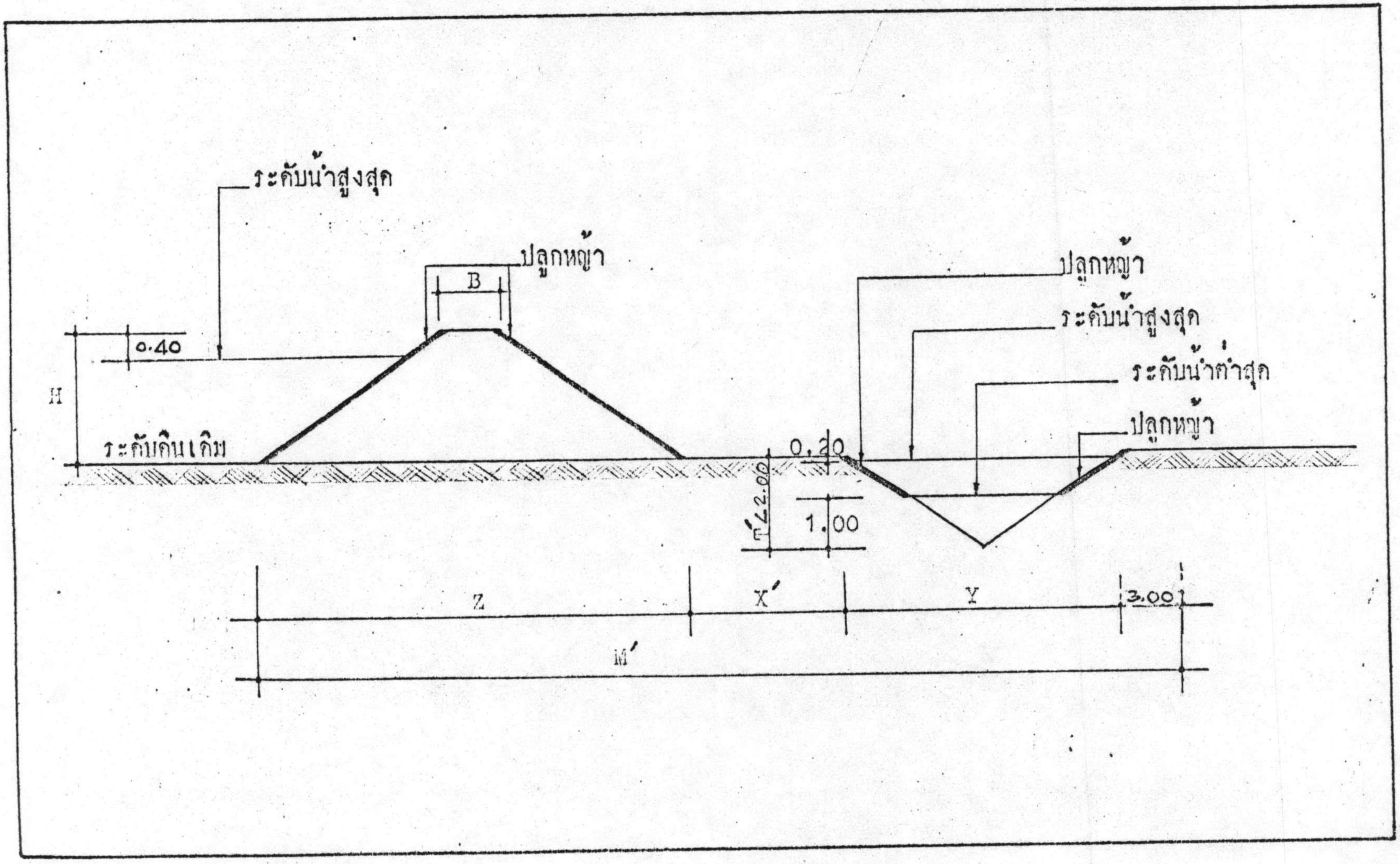
Y = ความกว้างของคลอง (เมตร)

Z = ความกว้างของฐานคันดิน (เมตร)

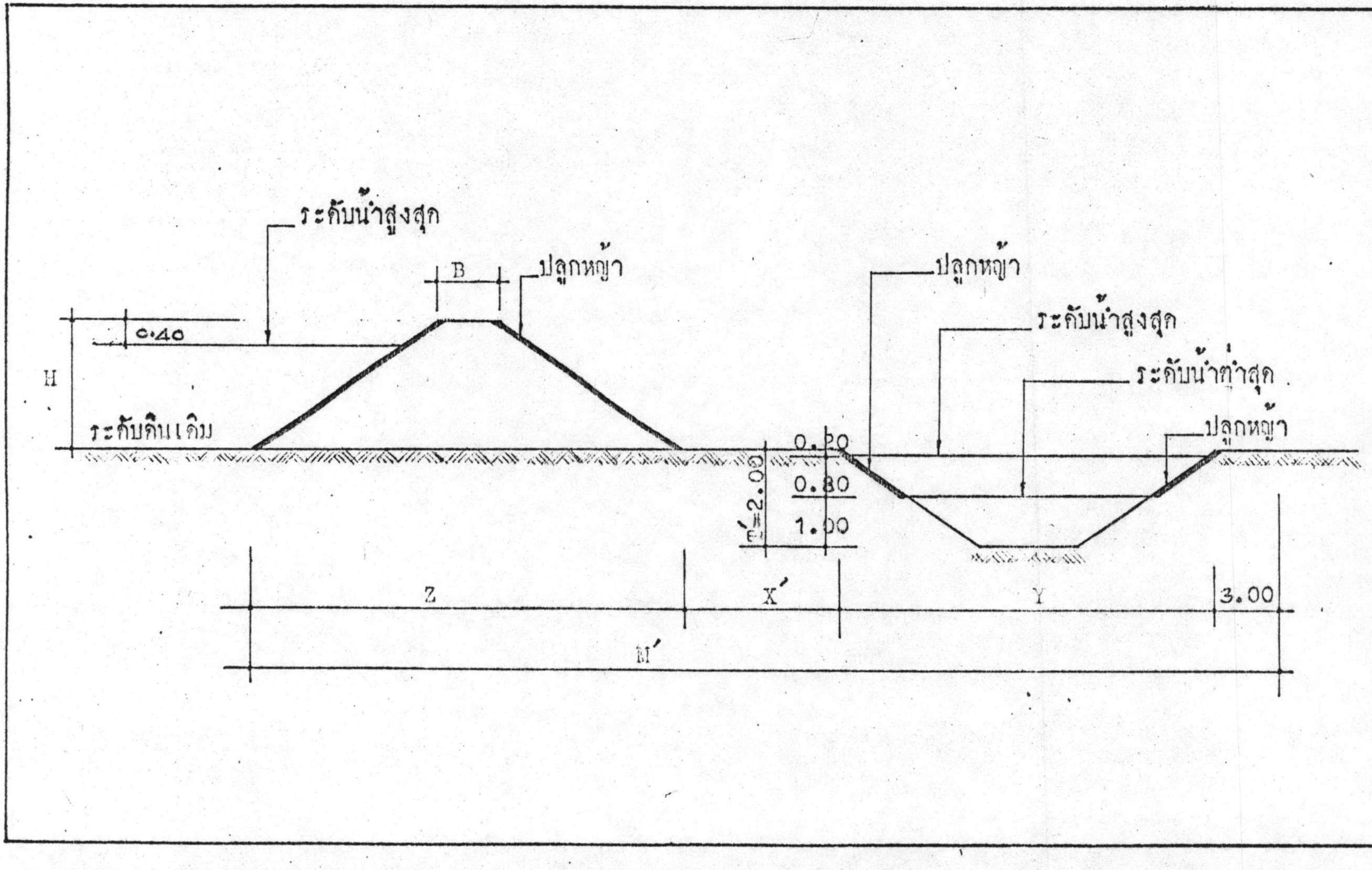
$1 : S_1$ = ความชันด้านข้างของคันดิน

$1 : S_2$ = ความชันด้านข้างของคลองกักเก็บน้ำ

M' = ความกว้างของพื้นที่ที่สูญเสียไป (เมตร)



รูปที่ 12 ลักษณะคันดินและคลองกักเก็บน้ำ



รูปที่ 13 ลักษณะคันดินและคลองดักเก็บน้ำ

ค่า B, X, S_1 และ S_2 หาได้จากการวิเคราะห์ Stability ของคันดินและคลอง โดยพิจารณาจากคุณสมบัติของดิน และชนิดของเครื่องจักรที่นำมาใช้งาน ส่วนปริมาณงานที่ก่อสร้างโดยวิธีทำคันดินนี้ประกอบด้วยงานประเภทต่าง ๆ คือ

<u>งานขุดดิน</u> พื้นที่หน้าตัดของคลองที่ขุดต้องมากพอที่จะกักเก็บน้ำที่เกิดจากปริมาณฝนสูงสุดที่ตกในช่วงเวลาสั้น ๆ (Duration 0.5 - 2.0 ชั่วโมง) ซึ่งมีค่าประมาณ 70 % ของปริมาณฝนรายวันสูงสุด แต่ความลึกของคลองจะต้องไม่เกิน 2.00 เมตร

$$W_1 = 40A_1S\sqrt{A} \quad \text{..........(4.")}$$

โดยที่

$$S = \frac{L}{40\sqrt{A}}$$

$$T' = 0.2 + \sqrt{1 + (1.12CIA/LS_2)}$$

ถ้า $T' < 2.0$

$$Y = 2S_2T'$$

$$A_1 = S_2T'^2$$

ถ้า $T' > 2.0$

$$Y = 1.2S_2 + 1.4CIA/L$$

$$A_1 = 2(Y - 2S_2)$$

ในเมื่อ

W_1 = ปริมาณดินที่ขุด (ลบ.เมตร)

A_1 = พื้นที่หน้าตัดของคลอง (ตร.เมตร)

S = Shape Factor

C = Coefficient of Run-Off

I = ปริมาณฝนที่ Return Period 2-5 ปี (มิลลิเมตร/วัน)

L = ความยาวเส้นรอบรูปของพื้นที่แต่ละโครงการ (เมตร)

<u>งานบดอัดดิน</u> การบดอัดดินกระทำเฉพาะส่วนที่เป็นคันดิน โดยนำเอาดินที่ได้จากการขุดคลองขึ้นมาบดอัดเป็นชั้น ๆ หนาชั้นละประมาณ 20 เซ็นติเมตร และความหนาแน่นของดินที่บดอัดแต่ละชั้นจะต้องไม่ต่ำกว่า 80 % Standard Proctor Density

$$W_2 = 40A_2S\sqrt{A} \quad \dots\dots\dots\dots\dots(4.3)$$

$$A_2 = H(B + S_1H)$$

$$H = D + 0.40$$

ในเมื่อ W_2 = ปริมาณดินที่บดอัด (ลบ.เมตร)

A_2 = พื้นที่หน้าตัดของคันดิน (ตร.เมตร)

H = ความสูงของคันดิน (เมตร)

D = ผลต่างระหว่างระดับน้ำหลาก Return Period 25 ปี กับระดับดินเดิม (เมตร)

<u>งานปลูกหญ้า</u> เพื่อป้องกันไม่ให้น้ำที่เกิดจากฝนตกไหลกัดเซาะคันดินและคลองกักเก็บน้ำ จึงจำเป็นต้องปลูกหญ้าที่บริเวณ Slope ตลอดความยาวของคลองและคันดิน

$$W_3 = 80S\sqrt{A}\,[HS_1 + (T' - 1.0)S_2] \quad \dots\dots(4.4)$$

ในเมื่อ W_3 = พื้นที่ที่ต้องปลูกหญ้า (ตร.เมตร)

<u>งานติดตั้งเครื่องสูบน้ำ</u> เครื่องสูบน้ำที่เหมาะในการใช้งานเป็นแบบ Vertical Mixed - Flow Propeller Pump ส่วนขนาดของเครื่องสูบน้ำจะต้องมี Capacity สูงพอที่จะระบายน้ำที่เกิดจากปริมาณฝนสูงสุดออกนอกโครงการได้หมดภายใน 24 ชั่วโมง

$$W_4 = \frac{CIA}{15} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(4.5)$$

W_4 = Capacity ของเครื่องสูบน้ำ (ลบ.เมตร/ชั่วโมง)

<u>งานเกลี่ยดินและกำจัดวัชชพืช</u> ปกติที่ดินมักจะมีวัชชพืชปกคลุมอยู่และบางแห่งอาจเป็นแอ่งหรือที่ลุ่ม ฉะนั้นก่อนจะทำการก่อสร้างที่อยู่อาศัยจำเป็นจะต้องกำจัดวัชชพืชและเกลี่ยดินในโครงการให้เรียบ

$$W_5 = 1600\,A \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(4.6)$$

ในเมื่อ W_5 = พื้นที่ที่จะต้องเกลี่ยดินและกำจัดวัชชพืช (ตร.เมตร)

4.2.3 การวิเคราะห์ราคาค่าก่อสร้าง นำข้อมูลค่าก่อสร้างและราคาวัสดุ (4.1.4)รวมทั้งปริมาณงาน(4.2.2)มาวิเคราะห์ราคาค่าก่อสร้างของระบบการป้องกันน้ำท่วม และการระบายน้ำทั้งสองระบบ โดยใช้วิธีเปลี่ยนเป็นค่าเงินต้นเทียบเท่าปีปัจจุบัน ทั้งนี้ถือว่าอายุการใช้งานของแต่ละระบบเท่ากับอายุการใช้งานของตัวอาคารซึ่งมีค่าประมาณ 40 ปี และราคาวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในแต่ละปีมีค่าเท่ากับค่าเทียบเท่าของราคาในปัจจุบัน

4.2.3.1 ราคาค่าก่อสร้างโดยวิธีถมดิน ประกอบด้วยการลงทุนแรกเริ่มเพียงอย่างเดียว ซึ่งสามารถคำนวณจากปริมาณงานถมดิน (2.2.1) ได้ดังนี้

$$P' = C_E\,W_E \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(4.7)$$

ในเมื่อ P' = ค่าเงินต้นเทียบเท่าปีปัจจุบันของราคาค่าก่อสร้างโดยวิธีถมดิน (บาท)

C_E = ราคาค่าถมดิน (บาท/ลบ.เมตร)

W_E = ปริมาณดินถม (ลบ.เมตร)

4.2.3.2 ราคาค่าก่อสร้างโดยการทำคันดิน ประกอบด้วยการลงทุนแรกเริ่มและทุนดำเนินการ ทุนแรกเริ่มเป็นเงินทุนที่ใช้ในการก่อสร้างคันดิน ซึ่งสามารถคำนวณหาจากปริมาณงาน (4.2.2.2)และที่ดินที่สูญเสียไปได้ ดังนี้

$$P_1 = C_1W_1 + C_2W_2 + C_3W_3 + C_4W_4 + C_5W_5 + C_6W_6 \quad \text{.........................(4.8)}$$

ในเมื่อ P_1 = ค่าเงินต้นเทียบเท่าปีปัจจุบันของเงินทุนแรกเริ่ม (บาท)

C_1 = ราคาค่าขุดดิน (บาท/ลบ.เมตร)

C_2 = ราคาค่าบดอัดดิน (บาท/ลบ.เมตร)

C_3 = ราคาค่าปลูกหญ้า (บาท/ตร.เมตร)

C_4 = ราคาเครื่องสูบน้ำและอุปกรณ์ (บาท/ลบ.เมตร/ชั่วโมง)

C_5 = ราคาค่าเกลี่ยดินและกำจัดวัชชพืช (บาท/ตร.เมตร)

W_6 = พื้นที่ที่สูญเสียไปในการทำคันดิน (ไร่)

C_6 = ราคาที่ดิน (บาท/ไร่)

ส่วนเงินทุนดำเนินการ เป็นเงินที่ใช้ในการซ่อมและเปลี่ยนเครื่องสูบน้ำชุดใหม่ รวมทั้งค่าไฟฟ้าที่ใช้ในการสูบน้ำ โดยถือว่าเครื่องสูบน้ำรวมทั้งอุปกรณ์แต่ละชุดมีอายุการใช้งานเพียง 10 ปี และตลอดอายุการใช้งานจะต้องจ่ายเงินเป็นค่าซ่อมรวมประมาณ 15 % ของราคาเครื่องสูบน้ำและอุปกรณ์ ค่าเงินต้นเทียบเท่าปีปัจจุบันของทุนดำเนินการสามารถคำนวณได้ดังนี้

$$P_2 = 1.15\, R_1 + R_2 \quad \text{...............(4.9)}$$

ในเมื่อ $R_1 = \frac{C_4W_4(CAF, i\%, 10)}{(PWF, i\%, 10)} + \frac{C_4W_4(CAF, i\%, 20)}{(PWF, i\%, 20)}$

$+ \frac{C_4W_4(CAF, i\%, 30)}{(PWF, i\%, 30)}$

$= 3C_4W_4$

$$R_2 = \sum_{J=1}^{40} \frac{E\ (CAF, i\%, J)}{(PWF, i\%, J)}$$

$= 40\ E$

$E = 25A$

ในเมื่อ P_2 = เงินต้นเทียบเท่าปีปัจจุบันของทุนดำเนินการ (บาท)

R_1 = เงินต้นเทียบเท่าปีปัจจุบันของราคาเครื่องสูบน้ำและอุปกรณ์ที่ใช้เปลี่ยนทุกช่วงเวลา 10 ปี (บาท)

R_2 = เงินต้นเทียบเท่าปีปัจจุบันของค่าไฟฟ้าที่ใช้กับเครื่องสูบน้ำในแต่ละปี (บาท)

E = ค่าไฟฟ้าที่จ่ายในปีปัจจุบัน (บาท)

A = พื้นที่โครงการ (ไร่)

เอาค่าเงินต้นเทียบเท่าปีปัจจุบันของเงินทุนแรกเริ่มและทุนดำเนินการมาหาค่าเงินต้นเทียบเท่าปีปัจจุบันของราคาค่าก่อสร้างโดยวิธีทำคันดินได้ดังนี้

$$P'' = P_1 + P_2$$

$$= C_1W_1 + C_2W_2 + C_3W_3 + 4.6C_4W_4 + C_5W_5 + C_6W_6 + 1000\ A \quad \text{..........................} (4.10)$$

ในเมื่อ P'' = ค่าเงินต้นเทียบเท่าปีปัจจุบันของราคาค่าก่อสร้างโดยวิธีทำคันดิน (บาท)

4.2.4 การวิเคราะห์ลักษณะโครงการบ้านจัดสรร พิจารณาจากค่าเงินต้นเทียบเท่าปีปัจจุบันของราคาค่าก่อสร้างต่อพื้นที่ที่ใช้ทำประโยชน์เท่ากัน ซึ่งหาได้จากสมการ (4.11) และ (4.12)

$$Y_E = \frac{P'}{100,000\ A} \quad \text{................(4.11)}$$

$$Y_D = \frac{P''}{100,000(A-W_6)} \quad \text{............(4.12)}$$

ในเมื่อ Y_E = ค่าเงินต้นเทียบเท่าปีปัจจุบันของราคาค่าก่อสร้างโดยวิธีถมดินต่อพื้นที่ที่ใช้ประโยชน์ 10 ไร่ (ล้านบาท)

Y_D = ค่าเงินต้นเทียบเท่าปีปัจจุบันของราคาค่าก่อสร้างโดยวิธีทำคันดินต่อพื้นที่ที่ใช้ทำประโยชน์ 10 ไร่ (ล้านบาท)

โครงการที่ให้ค่า Y_D สูงกว่าค่า Y_E เป็นโครงการที่มีลักษณะเหมาะแก่การก่อสร้างระบบการป้องกันน้ำท่วมและการระบายน้ำโดยวิธีถมดิน แต่ถ้าค่า Y_D ต่ำกว่าค่า Y_E ก็แสดงว่าเป็นโครงการที่ควรสร้างโดยวิธีทำคันดิน

4.2.5 สรุปผลการวิจัย สรุปลักษณะของโครงการบ้านจัดสรรที่เหมาะแก่การก่อสร้างระบบป้องกันน้ำท่วมและการระบายน้ำแต่ละระบบ