บทที่ 3

แบบจำลองอิลลูดัส

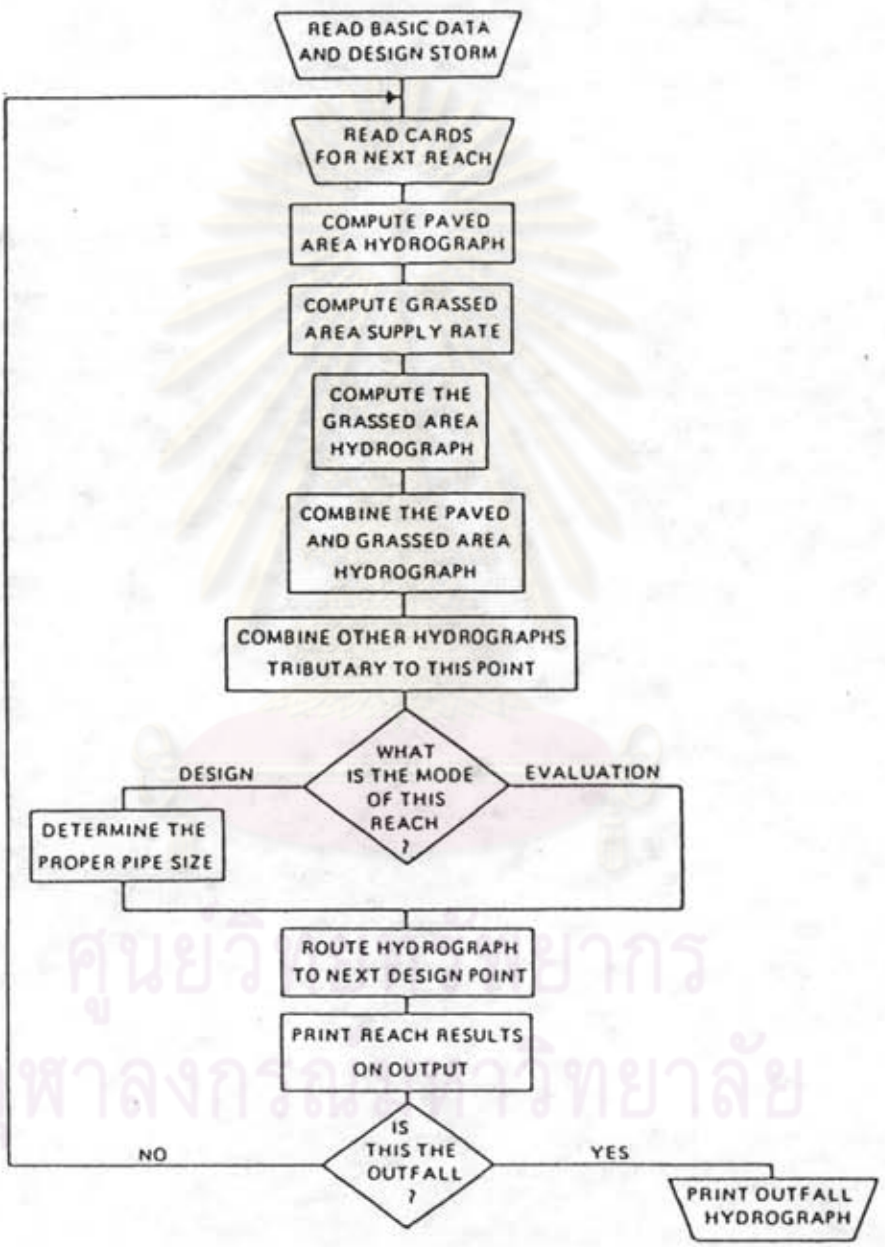
Illinois State Water Survey ได้นำเอาแบบจำลองวิธีอาร์ อาร์ แอล (RRL Method) ของ British Road Research Laboratory มาทดลองใช้ในสหรัฐอเมริกา และสรุปผลว่า แบบจำลองนี้ใช้ได้ผลในบางพื้นที่เนื่องจากการคำนวณค่าปริมาณน้ำท่า (Runoff) ได้พิจารณาเฉพาะพื้นที่ที่ทึบน้ำ (Paved Area) ไม่ได้พิจารณารวมถึงพื้นที่ปูหญ้า (Grassed Area) บนพื้นที่รับน้ำด้วย ทำให้ผลการคำนวณค่าอัตราการไหลสูงสุด (Peak Runoff) และปริมาณน้ำท่า (Runoff Volume) ที่ได้คลาดเคลื่อนจากความเป็นจริง ฉะนั้นจึงได้พัฒนาแบบจำลองวิธีการของ อาร์ อาร์ แอล ขึ้นเป็น Illinois Urban Drainage Area Simulator หรือแบบจำลองอิลลูดัส (ILLUDAS) ซึ่งได้บรรจุโปรแกรมการคำนวณค่าปริมาณน้ำท่าบนพื้นที่ปูหญ้าไว้ด้วย

ในบทนี้ จะกล่าวถึงการศึกษาการทำงานของแบบจำลองอิลลูดัส ทฤษฎีการคำนวณหาค่าปริมาณน้ำท่า วิธีการใช้แบบจำลอง ข้อมูลและผลลัพธ์ที่ได้จากการคำนวณเพื่อเป็นแนวทางในการใช้แบบจำลองอิลลูดัส วิเคราะห์แก้ไขปัญหาระบบระบายน้ำในเมืองต่อไป

3.1 ขั้นตอนการทำงานของแบบจำลองอิลลูดัส

การศึกษาครั้งนี้ ได้ศึกษารายละเอียดของแบบจำลองอิลลูดัสจากคู่มือการใช้แบบจำลองซึ่งพิมพ์เมื่อปี พ.ศ. 2517 (ค.ศ. 1974) และนำเอารายการโปรแกรม (List Programme) ของแบบจำลองปี พ.ศ. 2520 (ค.ศ. 1977) มาบันทึกและประมวลผลโดยเครื่องคอมพิวเตอร์ ไอ บี เอ็ม 370 ของสถาบันบริการคอมพิวเตอร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และได้แสดงรายการโปรแกรมคอมพิวเตอร์ของแบบจำลองที่บันทึกและตรวจสอบแล้ว ในภาคผนวก ก.

การทำงานของแบบจำลองอิลลูดัส (รูปที่ 3-1) จะเริ่มตั้งแต่การอ่านข้อมูลปริมาณน้ำฝนและข้อมูลของพื้นที่รับน้ำ แล้วนำไปคำนวณหาปริมาณน้ำท่าบนพื้นที่ทึบน้ำและบนพื้นที่ปูหญ้าของพื้นที่รับน้ำย่อย (Sub-basin) หาปริมาณน้ำท่าบนพื้นที่ทั้งสองจะรวมกันเป็นปริมาณน้ำท่าที่ไหล



รูปที่ 3-1 แสดงขั้นตอนการทำงานของแบบจำลองอิลลูดัส
(Terstriep, 1974)

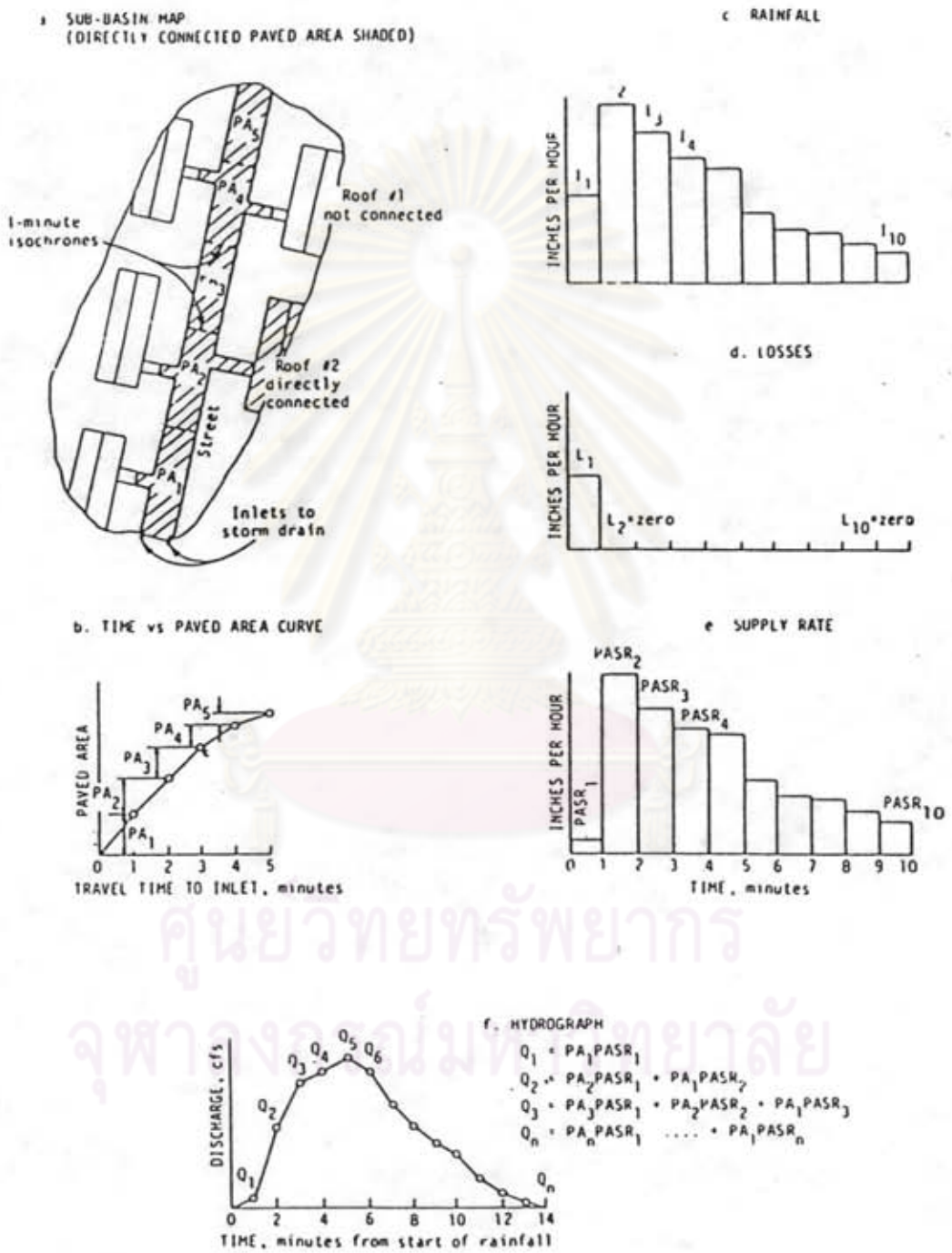
ออกจากพื้นที่รับน้ำย่อยสู่ระบบระบายน้ำต่อไป ปริมาณน้ำท่าของพื้นที่รับน้ำย่อยนี้จะรวมกับปริมาณน้ำท่าจากพื้นที่รับน้ำย่อยอื่น ๆ ตามลำดับการไหลของน้ำ (Stream order) และในที่สุดจะเกิดเป็นปริมาณน้ำท่า ณ จุดออกของพื้นที่รับน้ำ (Outfall Runoff)

3.2 ทฤษฎีในการคำนวณ

3.2.1 การคำนวณหาปริมาณน้ำท่าจากพื้นที่ทึบน้ำที่เชื่อมโดยตรงกับระบบระบายน้ำ (Directly Connected Paved Area Runoff)

หลักการคำนวณปริมาณน้ำท่าบนพื้นที่ทึบน้ำ ที่เชื่อมโดยตรงกับระบบระบายน้ำของแบบจำลองอิลลูดัส มีดังนี้ (รูปที่ 3-2)

1) แบ่งพื้นที่รับน้ำออกเป็นพื้นที่รับน้ำย่อย ๆ โดยคำนึงถึงลักษณะของพื้นที่ที่คล้ายคลึงกัน (Homogeneous) และลักษณะการระบายน้ำจากพื้นที่รับน้ำย่อยสู่ระบบระบายน้ำของพื้นที่รับน้ำเป็นหลัก แล้วทำการสำรวจหาขนาดพื้นที่ทึบน้ำ (รูปที่ 3-2 ก) และหาค่าคุณสมบัติทางชลศาสตร์ เช่น ความยาวของรางระบายหรือท่อระบายน้ำ ความลาดชัน (Slope) และสัมประสิทธิ์ความขรุขระ (Roughness Coefficient) เป็นต้น
2) หาค่าการเดินทาง (Time Travel) บนพื้นที่ทึบน้ำซึ่งอาจได้จากการคำนวณหรือสำรวจเวลาการเดินทางในสนามหรืออาจกำหนดให้แบบจำลองหาค่าการเดินทางโดยใช้คุณสมบัติทางชลศาสตร์ของพื้นที่และสมการการไหลของ Manning ทำการคำนวณเส้นชั้นเวลาที่ใช้ในการเดินทางเท่ากัน หรือเส้น Isochrones (รูปที่ 3-2 ก)
3) คำนวณหาพื้นที่ระหว่างเส้นชั้นเวลาการเดินทาง และสร้างกราฟความสัมพันธ์ระหว่างเวลาการเดินทางกับพื้นที่ หรือ Time Area Curve (รูปที่ 3-2 ข)
4) หาค่าปริมาณน้ำฝนที่ทำให้เกิดน้ำท่า โดยใช้ค่าน้ำฝนที่ตกลงบนพื้นที่หักออกจากค่าการสูญเสียน้ำเริ่มแรก หรือ Initial Losses (รูปที่ 3-2 ค, รูปที่ 3-2 ง



รูปที่ 3-2 แสดงขั้นตอนการคำนวณปริมาณน้ำท่าบนพื้นที่ที่มีน้ำ
(Terstriep, 1974)

และรูปที่ 3-2 ฉ) ซึ่งค่าปริมาณน้ำฝนที่ได้นี้จะเรียกว่า Pave Area Supply Rate (PASR)

5) หาค่าปริมาณน้ำท่าบนพื้นที่ทึบน้ำ โดยใช้ค่าปริมาณน้ำฝนที่ทำให้เกิดน้ำท่า (PASR) และกราฟความสัมพันธ์ของเวลาเดินทางกับพื้นที่ (รูปที่ 3-2 ฉ) ค่าปริมาณน้ำท่าที่ได้นี้จะรวมกับปริมาณน้ำท่าที่เกิดบนพื้นที่ปูหญ้าเป็นปริมาณน้ำท่าจากพื้นที่รับน้ำย่อยระบายสู่ระบบระบายน้ำของพื้นที่ต่อไป

3.2.2 การคำนวณหาปริมาณน้ำท่าบนพื้นที่ปูหญ้า (Grassed Area Runoff)

หลักการคำนวณปริมาณน้ำท่าบนพื้นที่ปูหญ้าของแบบจำลองอิลลูดัส มีดังนี้ (รูปที่ 3-3)

1) สำรวจและแบ่งพื้นที่ปูหญ้า (รูปที่ 3-3 ก)

2) หาค่าการเดินทางบนพื้นที่ปูหญ้า ซึ่งอาจได้จากการคำนวณหรือสำรวจการเดินทางในสนาม หรืออาจกำหนดให้แบบจำลองคำนวณค่าเวลาการเดินทางโดยใช้สมการของ Izzard ดังนี้

$$t_e = 0.033\ KL\ (q_e) \quad \text{.....(3.1)}$$

$$q_e = 0.0000231\ IL \quad \text{.....(3.2)}$$

เมื่อ

t_e = เวลาที่การไหลคงที่ (Time of equilibrium), นาที

$$K = (0.0007\ I + C)\ S^{-0.33} \quad \text{.....(3.3)}$$

S = ความลาดชัน

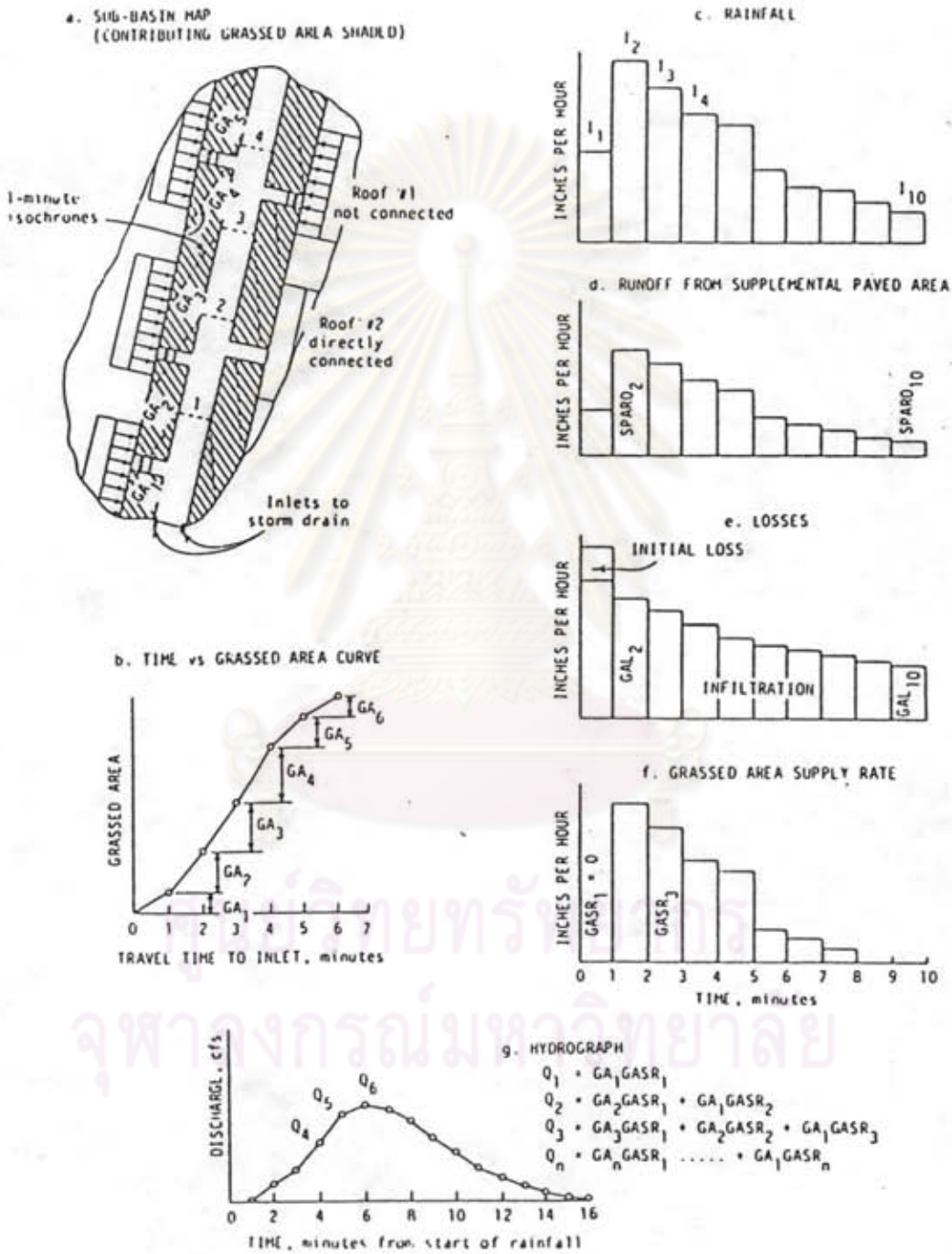
C = ค่าสัมประสิทธิ์

q_e = ปริมาณการไหลที่จุดสมดุลย์ (Discharge at equilibrium), ลบ.ฟุต ต่อวินาที ต่อ หน่วยความกว้าง

I = ปริมาณน้ำฝน, นิ้ว ต่อ ชั่วโมง

L = ความยาวของทางน้ำไหล, ฟุต

และ Izzard ได้พบว่า เวลาที่น้ำไหลคงที่ (t_e) สามารถประมาณได้เท่ากับเวลาเมื่อปริมาณน้ำ (q) เท่ากับ 0.97 ของ q_e



รูปที่ 3-3 แสดงขั้นตอนการคำนวณปริมาณน้ำท่าบนพื้นที่ปูหญ้า
(Terstriep, 1974)

3) หาค่าพื้นที่ระหว่างเส้นเวลาที่น้ำใช้เดินทางเท่ากัน แล้วสร้างกราฟความสัมพันธ์ระหว่างเวลาเดินทางกับพื้นที่ (Time Area Curve) ดังรูปที่ 3-3 ข

4) หาค่าการเปลี่ยนปริมาณน้ำท่าบนพื้นที่ทึบน้ำที่ไม่เชื่อมโดยตรง (Non-connected Paved Area หรือ Supplemental Paved Area) เป็นปริมาณน้ำท่าบนพื้นที่ปูหญ้า โดยแบบจำลองได้สมมุติให้ปริมาณน้ำท่านี้กระจายอย่างสม่ำเสมอบนพื้นที่ปูหญ้า ดังนี้คือ

$$SPARO\ (\text{บน } SPA) \times (SPA/GA) = SPARO\ (\text{บน } GA) \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (3.4)$$

เมื่อ

SPARO = ปริมาณน้ำท่าบนพื้นที่ทึบน้ำที่ไม่เชื่อมโดยตรง ซึ่งเรียกว่า Supplemental Paved Area Runoff, นิ้ว

SPA = พื้นที่ทึบน้ำที่ไม่เชื่อมโดยตรง, เอเคอร์

GA = พื้นที่ไม่ทึบน้ำ, เอเคอร์

5) หาค่าปริมาณน้ำฝนที่ทำให้เกิดน้ำท่า โดยใช้ปริมาณน้ำฝนที่ตกลงมารวมกับ SPARO แล้วหักค่าความสูญเสียน้ำบนพื้นที่ปูหญ้า ซึ่งเกิดจากการเก็บกักในหลุมบ่อการซึมลงสู่ดิน เป็นต้น ผลลัพธ์ของปริมาณน้ำฝนที่เหลือจะเป็นปริมาณน้ำที่ให้เกิดน้ำท่าบนพื้นที่ปูหญ้า เรียกว่า Grassed Area Supply Rate (GASR) ดังแสดงในรูปที่ 3-3 ค รูปที่ 3-3 ง รูปที่ 3-3 จ และรูปที่ 3-3 ฉ ตามลำดับ

6) หาค่าปริมาณน้ำท่าบนพื้นที่ปูหญ้า ได้จากค่า GASR และกราฟความสัมพันธ์ของเวลาเดินทางกับพื้นที่ (Time Area Curve) ดังรูป 3-3 ช

3.2.3 การหาค่าปริมาณน้ำซึมลงสู่ดิน (Infiltration)

ความสามารถของน้ำที่ซึมผ่านผิวดินขึ้นอยู่กับองค์ประกอบหลายประการด้วยกัน อาทิเช่น ชนิดของดิน ความชื้นในดิน พืชปกคลุมดิน และฤดูกาล เป็นต้น เมื่อพิจารณาเฉพาะคุณลักษณะของดิน (Soil Characteristics) ที่มีผลต่อการซึมผ่านผิวดินแล้ว คุณลักษณะหรือองค์ประกอบที่สำคัญก็คือ ช่องว่างระหว่างเม็ดดินที่ไม่ได้เป็น Capillary หรือเรียกว่า Noncapillary porosity ค่าของช่องว่างระหว่างเม็ดดินจะเป็นตัวกำหนดปริมาตรความจุ และจะเป็นผลต่อการ

ต้านทานการไหลหรือการเคลื่อนตัวของน้ำใต้ดิน ดังนั้นอัตราการซึมผ่านผิวดินจะเพิ่มขึ้นเมื่อมีช่องว่างระหว่างเม็ดดินมากขึ้น ในแบบจำลองนี้ได้จำแนกชนิดของดินออกเป็น 4 ประเภท โดยอาศัยหลักการจำแนกชนิดดินของ U.S.Soil Conservation Service ดังนี้

Group A อัตราการซึมสูง ได้แก่ พวกดินทราย กรวด

Group B อัตราการซึมปานกลาง

Group C อัตราการซึมต่ำมาก

Group D อัตราการซึมต่ำมาก ได้แก่ พวกดินเหนียว

สำหรับอัตราเร็วสูงสุดที่น้ำสามารถซึมลงไปในดินที่จุดใดจุดหนึ่ง และภายใต้สภาพที่กำหนดเรียกว่า ความสามารถซึมผ่านผิวดิน (Infiltration capacity, f_p) อัตราการซึมผ่านผิวดินที่แท้จริง (Actual infiltration rate, f_i) จะเท่ากับความสามารถซึมผ่านผิวดิน (f_p) ได้ก็ต่อเมื่อ อัตราการตกของฝนที่หักออกจากการเก็บกักที่ผิวดินเท่ากับหรือมากกว่า f_p แต่ถ้าอัตราการตกของฝนที่หักออกจากการเก็บกักที่ผิวดินน้อยกว่า f_p แล้ว ในทางทฤษฎีจะถือว่าอัตราการซึมผ่านผิวดินจะมีค่าเท่ากับอัตราการตกของฝน ค่าของ f_p จะเปลี่ยนตามเวลา ซึ่งจะมีค่าเท่ากับอัตราการซึมผ่านผิวดินสูงสุด (f_o) ที่เวลาเริ่มเกิดฝนตก จนกระทั่งมีค่าเข้าไปใกล้กับอัตราการซึมผ่านผิวดินคงที่หรือ f_c เมื่อดินชั้นบนเปียกชุ่มหรืออิ่มตัวด้วยน้ำที่ซึมผ่านผิวดินลงไป ค่าขีดจำกัดหรือค่าคงที่นี้จะขึ้นอยู่กับอัตราการซึมของดินชั้นล่าง

ในแบบจำลองนี้ได้คำนวณหาความสามารถในการซึมของดิน โดยใช้ทฤษฎีของ Horton ซึ่งพบว่า ความสามารถซึมผ่านผิวดิน (f_p) จะเปลี่ยนแปลงกับเวลานับจากเริ่มมีฝนตก ดังรูปสมการต่อไปนี้

$$f_p = f_c + (f_o - f_c)\, e^{-kt} \qquad \text{.....(3.5)}$$

เมื่อ

f_p = ความสามารถในการซึมผ่านผิวดินที่เวลาใด ๆ, นิ้วต่อชั่วโมง

f_c = อัตราการซึมผ่านผิวดินคงที่, นิ้วต่อชั่วโมง

f_o = อัตราการซึมผ่านผิวดินสูงสุด, นิ้วต่อชั่วโมง

e = Natural log

k = Shape factor

t = เวลานับตั้งแต่ฝนเริ่มตก, ชั่วโมง

ตารางที่ 3-1 แสดงค่าคงที่ของดินแต่ละชนิด ซึ่งใช้เป็นข้อมูลสำหรับการคำนวณการซึมผ่านผิวดิน และรูปที่ 3-4 แสดงกราฟอัตราการซึมของดินแต่ละชนิดที่คำนวณโดยสมการของ Horton และบรรจุสำเร็จไว้ในแบบจำลอง

3.2.4 การคำนวณหาค่าการเดินทางของน้ำในระบบระบายน้ำ (Streamflow Routing)

หลังจากปริมาณน้ำบนพื้นที่ที่บนน้ำและบนพื้นที่ปูหญ้ารวมกันเป็นปริมาณน้ำที่ไหลออกจากพื้นที่รับน้ำย่อยลงสู่ระบบระบายน้ำของพื้นที่รับน้ำแล้ว ปริมาณน้ำดังกล่าวจะไหลไปตามระบบระบายน้ำสู่จุดออกของพื้นที่รับน้ำต่อไป

จากคู่มือการใช้แบบจำลองปีพ.ศ. 2517 (ค.ศ. 1974) แบบจำลองอิลลูดัส หาค่าการไหลหรือการเดินทางของน้ำในระบบระบายน้ำโดยใช้สมการต่อเนื่อง (Continuity Equation) ประกอบกับความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำ และอัตราการไหล (Stage-Discharge Ralationship) ซึ่งหาได้จากสมการ Manning และความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการไหลและการเก็บกัก (Discharge-Storage Relationship) แต่จากรายการโปรแกรมของแบบจำลอง ปีพ.ศ. 2520 (ค.ศ. 1977) ได้พัฒนาการคำนวณค่าการเดินทางของน้ำ โดยขั้นแรกหาชลภาพปริมาณน้ำไหลเข้าที่ล้าหลัง (Lagged Inflow Hydrograph) เนื่องจากเวลาในการเดินทางจากที่หนึ่งไปยังอีกที่หนึ่ง แล้วหาชลภาพปริมาณน้ำไหลออก (Outflow Hydrograph) ซึ่งค่า Time base ของชลภาพปริมาณน้ำไหลออกนี้จะยาวขึ้น และอัตราการไหลของน้ำสูงสุด (Peak Flow Rate) จะลดลงเนื่องจากการเก็บกัก (Stroage) ของอาคารระบายน้ำที่ไหลผ่าน (รูปที่ 3-5)

จากหลักการคำนวณหาค่าการเดินทางของน้ำที่ได้พัฒนาขึ้นดังกล่าวนั้น แบบจำลองอิลลูดัสได้เสนอวิธีการวิเคราะห์ไว้ให้เลือก 3 วิธี คือ

1) Time Shift Method วิธีนี้หาชลภาพปริมาณน้ำไหลเข้าล้าหลังได้โดยให้เวลาที่ล้าหลัง (Time lag) ของชลภาพเท่ากับเวลาที่ปริมาณน้ำสูงสุดใช้ในการเดินทางซึ่งหาได้จากสมการดังนี้

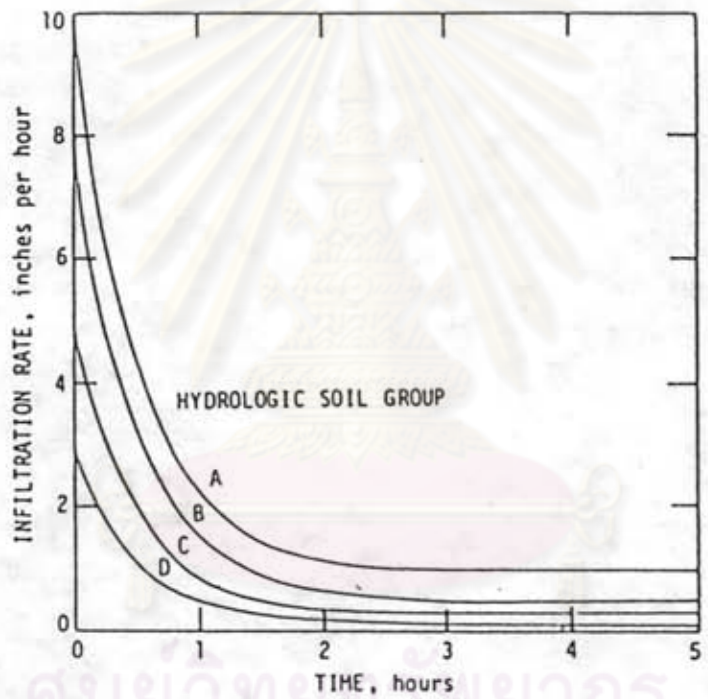
$$T = L/V \quad \text{.....(3.6)}$$

เมื่อ

ตารางที่ 3-1 แสดงค่าตัวแปรที่ใช้คำนวณความสามารถในการซึมผ่านผิวดินแต่ละชนิด (Terstriep,1974)

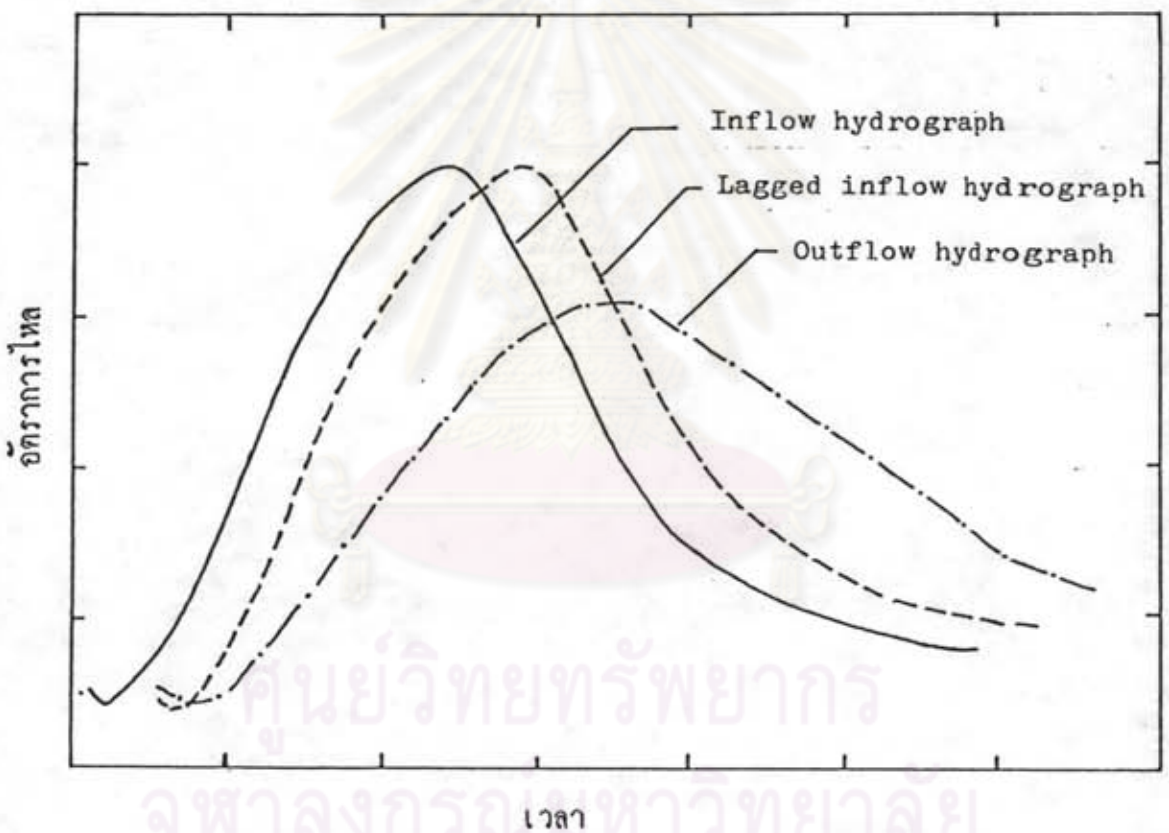
Item	Value			
Hydrologic soil group				
USDA designation	A	B	C	D
ILLUDAS designation	1	2	3	4
Final constant infiltration rate, f_c, *inches per hour*	1.0	0.50	0.25	0.10
Initial infiltration rate, f_0, *inches per hour*	10	8	5	3
Depression storage, *inches*	0.20	0.20	0.20	0.20
Shape factor, k, of infiltration curve	2	2	2	2
Available storage capacity, S, in soil mantle, *inches*, for four antecedent conditions				
Bone dry, condition 1	6	4	3	2
Rather dry, condition 2	4	2.5	2	1.3
Rather wet, condition 3	2	1	1	0.5
Saturated, condition 4	0	0	0	0
Infiltration accumulated, F, in soil mantle, *inches*, at start of rainfall				
Bone dry, condition 1	0	0	0	0
Rather dry, condition 2	2	1.5	1	0.7
Rather wet, condition 3	4	3	2	1.5
Saturated, condition 4	6	4	3	2

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 3-4 แสดงกราฟอัตราการซึมผ่านผิวดินที่เวลาใด ๆ ของแบบจำลองอิลลูคัส (Terstriep, 1974)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 3-5 แสดงการคำนวณการเดินทางของน้ำ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

T = เวลาการเดินทาง

L = ระยะการเดินทาง

V = ความเร็วของปริมาณน้ำสูงสุด

และหาชลภาพปริมาณน้ำไหลออก ณ จุดปลายทางได้ โดยสมมุติให้เท่ากับชลภาพปริมาณน้ำไหลเข้าล้าหลังที่หาได้

2) Explicit Method วิธีหาค่าปริมาณน้ำไหลเข้าล้าหลังได้โดยใช้วิธีการเดียวกับ Time Shift Method แต่การหาชลภาพปริมาณน้ำไหลออก ณ จุดปลายทางจะใช้สมการต่อเนื่อง (Continuity Equation) แทน ดังนี้

$$S = (I_1 + I_2)/2 - (O_1 + O_2)/2 \quad \text{.....(3.7)}$$

และ $S = [(A_{I_2}+A_{O_2})/2-(A_{I_1}-A_{O_1})/2]L/\Delta t$ .....(3.8)

เมื่อ

I_1, I_2 = ปริมาณน้ำไหลเข้าเมื่อเวลา t_1 และ t_2

O_1, O_2 = ปริมาณน้ำไหลออกเมื่อเวลา t_1 และ t_2

A_{I_1}, A_{I_2} = พื้นที่หน้าตัดการไหลของปริมาณน้ำไหลเข้า I_1 และ I_2

A_{O_1}, A_{O_2} = พื้นที่หน้าตัดการไหลของปริมาณน้ำไหลออก O_1 และ O_2

L = ระยะทางการไหล

t = ช่วงเวลาที่พิจารณา (Time Interval)

จากสมการที่ 3.7 และ 3.8 จะได้

$$(I_1 + I_2)/2 - (O_1 + O_2)/2 = [(A_{I_1}+A_{O_2})/2-(A_{I_1}-A_{O_1})/2]L/\Delta t \quad (3.9)$$

หรือค่า O_2 หาได้จาก

$$O_2 = I_1 + I_2 - O_1 + (A_{I_1} + A_{O_1} - A_{I_2} - A_{O_2})L/\Delta T \quad \text{.....(3.10)}$$

โดยค่า I_1, I_2, O_1, A_{I_1}, A_{O_1}, A_{I_2}, L และ t หาค่าได้สำหรับหาได้โดยให้เท่ากับพื้นที่หน้าตัดการไหล เมื่อมีปริมาณการไหลเท่ากับปริมาณ

การไหลเข้าล้าหลัง (Lagged Inflow) ที่เวลา T_c ฉะนั้นโดยวิธีการดังกล่าวจะสามารถหาชลภาพน้ำไหลออก ณ จุดปลายทางได้

3) Implicit Method วิธีนี้หาค่าชลภาพของน้ำไหลเข้าล้าหลังและชลภาพปริมาณน้ำไหลออกโดยใช้วิธีเดียวกับ Explicit Method แต่เมื่อได้ค่าปริมาณน้ำไหลออก(O_2) แล้วจะปรับค่าปริมาณน้ำไหลออกอีกครั้ง ดังสมการ

$$O_2' = O_2 + F/\alpha \quad \text{.....(3.11)}$$

เมื่อ

O_2' = ค่าของ O_2 ที่จะประมาณขึ้นใหม่

O_2 = ค่าของ O_2 ที่ประมาณได้จากครั้งก่อน

$F = [I_1+I_2-O_1+[A_{I_1}+A_{O_1}-A_{I_2}-A_{O_2})L/\Delta t] - O_2$

α = Acceleration/deceleration factor

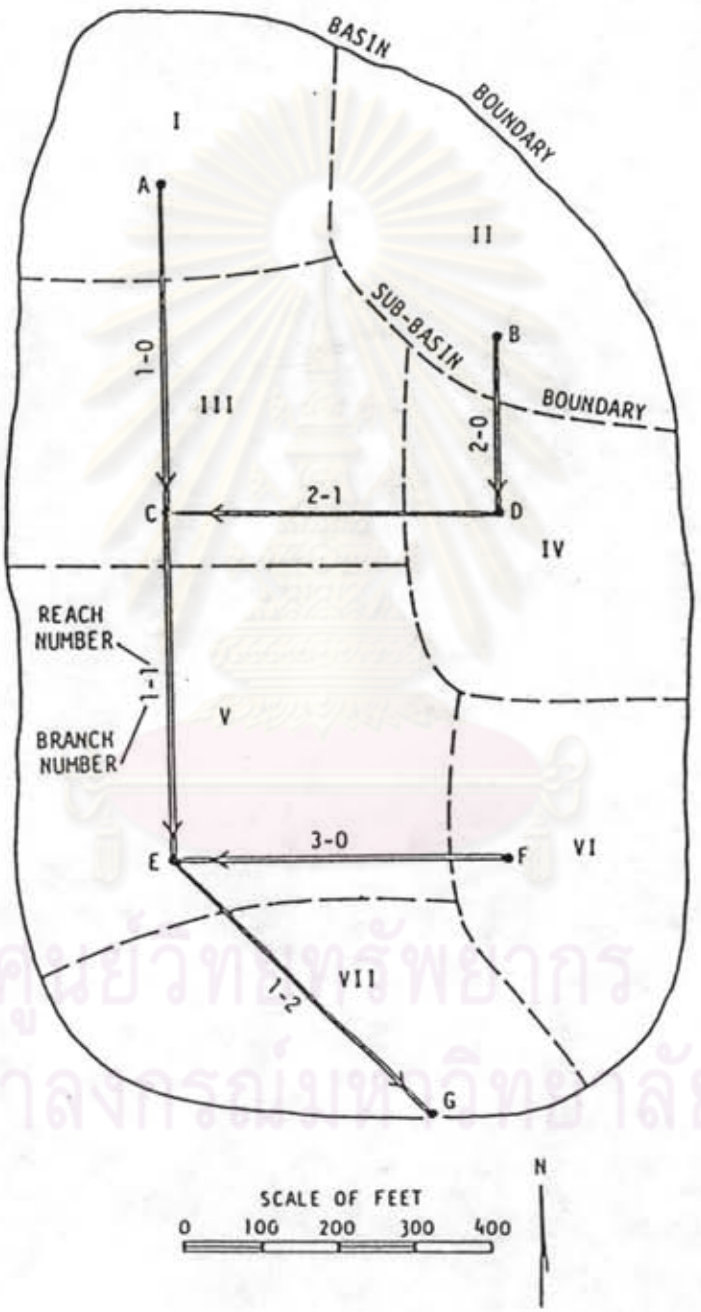
ฉะนั้น จากวิธีการดังกล่าวจะหาชลภาพปริมาณน้ำไหลออก ณ จุดปลายทางได้

3.3 วิธีการใช้แบบจำลองอิลลูดัส

ในหัวข้อนี้ จะกล่าวถึงวิธีการใช้แบบจำลองซึ่งจะแบ่งเป็น 3 หัวข้อคือ การประเมินผลและการออกแบบระบายน้ำ ข้อมูลที่ใช้ และผลลัพธ์ที่ได้เพื่อเป็นแนวทางในการใช้แบบจำลองได้อย่างถูกต้อง

3.3.1 การประเมินผลและออกแบบระบบระบายน้ำ

แบบจำลองอิลลูดัส สามารถใช้ได้ทั้งประเมินผลและออกแบบระบบระบายน้ำ ในการใช้แบบจำลองระบบระบายน้ำนี้ จะต้องมีแผนที่แสดงขอบเขตของพื้นที่รับน้ำ ทำการวางแนวระบบระบายน้ำสำหรับการออกแบบ หรือกรณีที่ต้องการประเมินผล ต้องแสดงแนวอาคารระบายน้ำที่มีอยู่เดิม ดังรูปที่ 3-6 แสดงตัวอย่างของพื้นที่รับน้ำและแนวของระบบระบายน้ำ จุด A-G เป็นจุดที่ต้องการออกแบบหรือประเมินผล



รูปที่ 3-6 แสดงตัวอย่างพื้นที่รับน้ำที่วิเคราะห์โดยแบบจำลองอิลลูดัส (Terstriep, 1974)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ในการออกแบบจุดที่พิจารณา จะเป็นจุดที่มีการเปลี่ยนแปลงความลาดชันหรือต้องการลดความยาวของช่วงท่อระบายน้ำที่พิจารณา สำหรับการประเมินค่าจะเป็นจุดที่เปลี่ยนขนาดหน้าตัดของอาคารระบายน้ำ

การแบ่งพื้นที่รับน้ำย่อย (Sub-basin) ของแต่ละจุดที่พิจารณานั้น จะคำนึงถึงลักษณะของพื้นที่รับน้ำ และโครงสร้างของระบบระบายน้ำที่มีอยู่เดิมเป็นหลัก

การกำหนดหมายเลขลำดับก่อนหลังของระบบระบายน้ำนั้น จะเป็นไปตามลำดับการไหลของน้ำ และขั้นตอนการคำนวณปริมาณน้ำท่าของพื้นที่รับน้ำตัวอย่างที่แสดงไว้ จะเป็นดังนี้

1) คำนวณปริมาณน้ำท่าของพื้นที่รับน้ำย่อย I
2) Route ปริมาณน้ำท่าผ่านท่อ 1-0 ไปยังจุด C
3) คำนวณปริมาณน้ำท่าของพื้นที่รับน้ำย่อย II
4) Route ปริมาณน้ำท่าผ่านท่อ 2-0 ไปยังจุด D
5) คำนวณปริมาณน้ำท่าของพื้นที่รับน้ำย่อย IV
6) รวมปริมาณน้ำท่ากับปริมาณน้ำท่าที่ Route มาจากจุด B
7) Route ปริมาณน้ำท่ารวมผ่านท่อ 2-1 ไปยังจุด C
8) คำนวณปริมาณน้ำท่าของพื้นที่รับน้ำย่อย III
9) รวมปริมาณน้ำท่าของพื้นที่รับน้ำย่อย III กับปริมาณน้ำท่าที่ Route มาจากข้อ 2 และข้อ 7
10) Route ปริมาณน้ำท่ารวมจากข้อ 9 ผ่านท่อ 1-1 ไปยังจุด E
11) คำนวณปริมาณน้ำท่าของพื้นที่รับน้ำย่อย VI
12) Route ปริมาณน้ำท่าผ่านท่อ 3-0 ไปยังจุด E
13) คำนวณปริมาณน้ำท่าของพื้นที่รับน้ำย่อย V
14) รวมปริมาณน้ำท่าของพื้นที่รับน้ำย่อย V กับปริมาณน้ำท่า Route มาจากข้อ 10 และข้อ 12

พื้นที่รับน้ำย่อย VII จะไม่นำมาคำนวณ จนกว่าจะมีการพิจารณาการไหลจากจุด G ต่อออกไป

ในกรณีการประเมินผล ถ้าค่าของปริมาณน้ำท่าที่ต้องการระบายมากกว่าความสามารถที่จะรับน้ำได้ของอาคารระบายน้ำ ค่าของน้ำส่วนที่เกินจะปรากฏออกมาเป็นค่าปริมาณน้ำที่ต้องการ

เก็บกัก (Detention storage) ณ จุดนั้น

สำหรับการออกแบบสามารถกำหนดค่าปริมาณน้ำที่สามารถเก็บกัก ณ จุดออกแบบได้หรืออาจจะกำหนดค่าปริมาณน้ำสูงสุดที่สามารถรับได้สำหรับช่วงใดช่วงหนึ่ง ค่าปริมาณน้ำที่เกินจะแสดงในรูปของปริมาณน้ำที่ต้องการเก็บกักเช่นกัน

3.3.2 ข้อมูลที่ต้องการใช้

ข้อมูลที่ต้องการสำหรับแบบจำลองนี้ ได้แก่

1) ข้อมูลทางกายภาพของพื้นที่รับน้ำฝน ได้แก่ พื้นที่ของพื้นที่รับน้ำ ชนิดของดิน สัมประสิทธิ์ความหยาบ ขนาดของท่อระบายน้ำ
2) ข้อมูลน้ำฝน ได้แก่ ปริมาณน้ำฝน ช่วงระยะเวลาฝนตก การกระจายของฝน
3) ข้อมูลของระบบระบายน้ำ ได้แก่ ค่าลำดับของระบบระบายน้ำ จุดร่วม ความยาวของท่อหรือทางน้ำเปิด สัมประสิทธิ์ความหยาบ ขนาดพื้นที่หน้าตัด เส้นผ่าศูนย์กลางของท่อ ความสูง ความกว้าง ความลาดชัน ปริมาณน้ำที่สามารถเก็บกัก
4) ข้อมูลของพื้นที่รับน้ำย่อย ได้แก่พื้นที่ทึบน้ำ พื้นที่ไม่ทึบน้ำ พื้นที่ทึบน้ำที่ไม่ต่อโดยตรง ความลาดชัน และชนิดของดิน

การป้อนข้อมูลนั้นใช้วิธีป้อนด้วยบัตรข้อมูล (Computer Card) ซึ่งได้แสดงลำดับและรายละเอียดการจัดบัตรข้อมูลไว้ในภาคผนวก ข.

3.3.3 ผลลัพธ์

แบบจำลองนี้จะให้ผลลัพธ์เป็น 2 แบบ ขึ้นอยู่กับการเลือกใช้แบบจำลอง คือ ผลลัพธ์การออกแบบ (Design) และผลลัพธ์การประเมินผล (Evaluation) ในการออกแบบผลลัพธ์จะได้แก่ ขนาดของท่อระบายน้ำ ความสามารถในการรับปริมาณน้ำ ปริมาณน้ำที่ออกแบบ ปริมาณน้ำเก็บกักที่จุดออกแบบ สำหรับการประเมินผล ผลลัพธ์จะได้แก่ ความสามารถที่อาคารระบายน้ำจะรับได้ ปริมาณน้ำที่เกิดขึ้น ปริมาณน้ำเก็บกักที่ต้องการ ณ จุดประเมินผล

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย