

บทที่ 2

ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาครั้งนี้ได้ทำการศึกษาทบทวนผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องซึ่งพอจะจำแนกออกเป็น 2 หัวข้อ ดังนี้

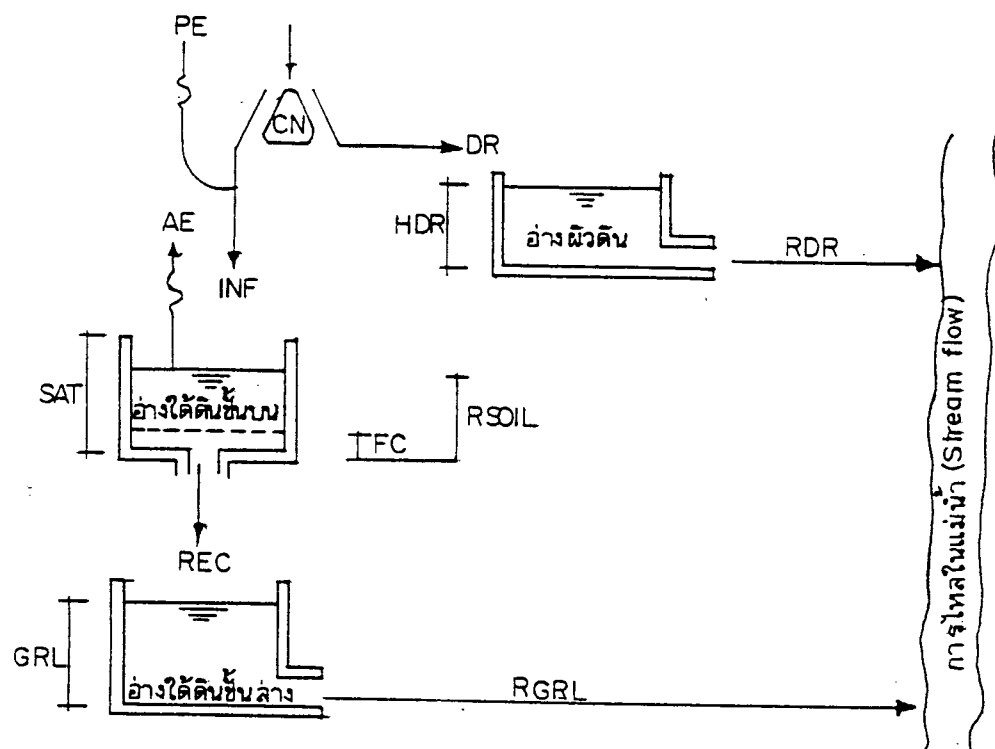
- แบบจำลองทางอุทกวิทยาเพื่อหาน้ำท่า
- แบบจำลองการจัดการน้ำ

2.1 แบบจำลองทางอุทกวิทยาเพื่อหาน้ำท่า

2.1.1 แบบจำลองที่พัฒนาโดย อำมาตย์ จันทรเทิบ

อำมาตย์ จันทรเทิบ (พ.ศ. 2528) ได้พัฒนาแบบจำลองอุทกวิทยา โดยวิธี curve number (CN) ซึ่งพัฒนาโดยนักอุทกวิทยาของ SCS (Soil Conservation Service) และสมการสมดุลของมวลน้ำ คำนวณปริมาณน้ำท่ารายวัน แบบจำลองที่พัฒนาใช้ข้อมูลฝนรายวัน น้ำท่ารายวัน และศักยภาพระเหยรายเดือน ในแบบจำลองมีพารามิเตอร์ที่ต้องเทียบปรับ 5 ตัว คือตัวประกอบน้ำหนักรวมเฉลี่ยของกลุ่มน้ำ curve number (CN) เวลาเก็บกักของการไหลโดยตรง สัมประสิทธิ์ของการอัดเสริม และเวลาเก็บกักของการไหลใต้ดิน การเทียบปรับพารามิเตอร์ใช้ข้อมูลลุ่มน้ำจุฬาภรณ์ ซึ่งมีพื้นที่รับน้ำ 554 ตร.กม. และ ลุ่มน้ำลำปาว ซึ่งมีพื้นที่รับน้ำ 6,000 ตร.กม. ดังมีโครงสร้างแสดงในรูป 2.1

ข้อดีของแบบจำลอง คือต้องการข้อมูลน้อยและเหมาะสมกับข้อมูลที่มีอยู่ มีการแบ่งชนิดของดินและการใช้ที่ดิน สามารถใช้ได้กับเครื่องคำนวณขนาดเล็กที่มีอยู่แพร่หลาย แต่มีจุดอ่อนคือ พื้นที่เกษตรกรรมไม่ว่าจะเป็นพื้นที่สูงหรือพื้นที่นา พิจารณาเหมือนกันหมด ซึ่งพื้นที่ไร่และพื้นที่นา มีลักษณะที่แตกต่างกันเห็นได้ชัดไม่สามารถคำนวณหาน้ำท่าของพื้นที่ย่อย

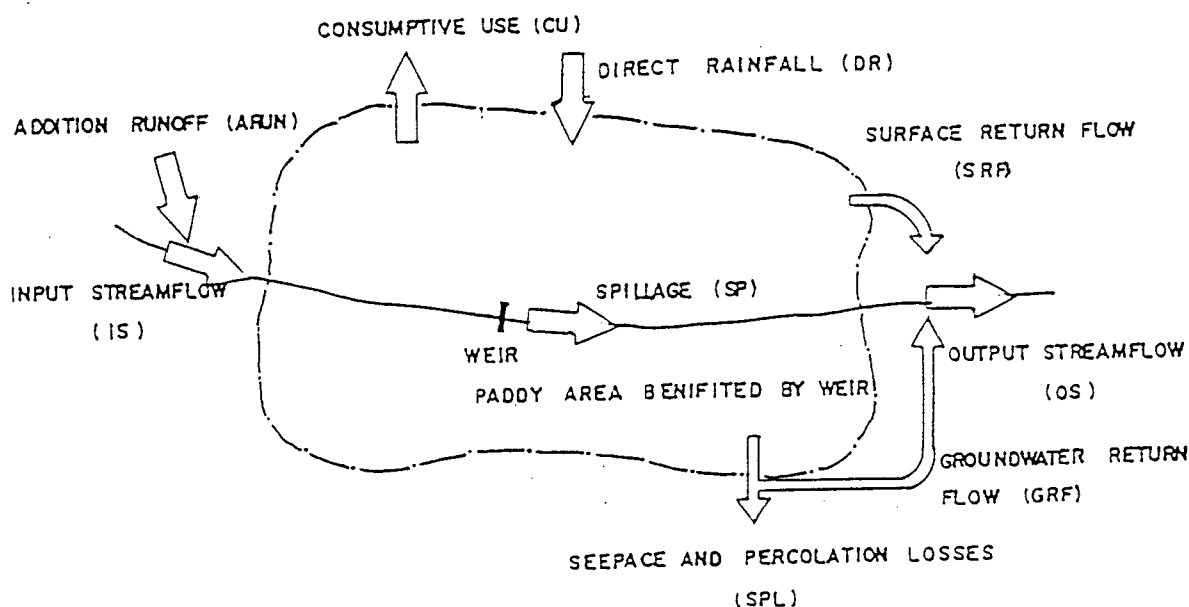


รูปที่ 2.1 แบบจำลองที่พัฒนาโดย อำมาตย์ จันทรเทิบ (พ.ศ. 2528)

2.1.2 แบบจำลองที่พัฒนาโดย ชูโชค อายุพงศ์

ชูโชค อายุพงศ์ (2531) ได้พัฒนาแบบจำลองเพื่อหาจำนวนฝาย และตำแหน่งที่เหมาะสมในลุ่มน้ำ ใช้วิธี Curve number ของ SCS ในการคำนวณปริมาณน้ำท่าจากข้อมูลฝน และใช้หลักการสมดุลของปริมาณน้ำ คำนวณปริมาณน้ำท่ารายวัน ในแปลงนาที่ได้รับน้ำเสริมจากฝายตลอดฤดูกาลเพาะปลูกข้าว (นาปี) โดยการตรวจสอบความชื้นในดินของแปลงนาแต่ละวัน แบบจำลองที่พัฒนา ให้ข้อมูลการระเหยรายวัน การใช้ที่ดินและชนิดของดินในลุ่มน้ำ และลักษณะทางกายภาพของลุ่มน้ำ ลุ่มน้ำที่ใช้ในการศึกษาคือ ลุ่มน้ำห้วยยาง ซึ่งมีพื้นที่รับน้ำ 75 ตร.กม. และลุ่มน้ำห้วยแสนพัน ซึ่งมีพื้นที่รับน้ำ 40 ตร.กม. โครงสร้างของแบบจำลองแสดงในรูปที่ 2.2

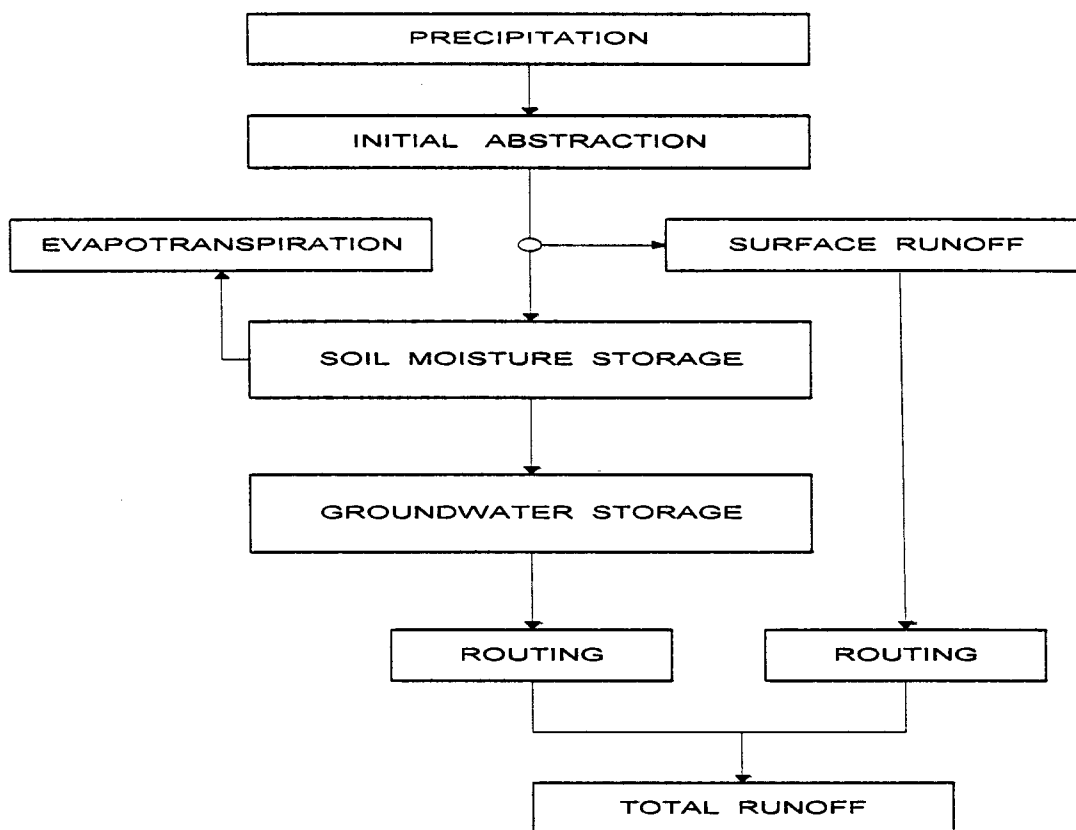
ข้อดีของแบบจำลองคือ สามารถหาจำนวนฝาย และตำแหน่งที่เหมาะสมในลุ่มน้ำได้ง่าย โดยการกำหนดขนาดพื้นที่นาที่ได้รับน้ำจากฝาย และการยอมให้ผลผลิตข้าวที่ได้ต่อไร่ ในลุ่มน้ำลดลงได้เท่าใด แต่เนื่องจากแบบจำลอง ได้กำหนดให้น้ำท่ารายวันที่คำนวณได้ ไหลลงสู่ลำน้ำก่อนที่จะผันเข้าสู่พื้นที่นา และได้กำหนดให้คำนวณพื้นที่ที่ได้รับน้ำผันจากฝายแต่ละตัวมีจำนวนเท่ากัน ซึ่งไม่จำลองแบบสภาพที่แท้จริงนัก



รูปที่ 2.2 แบบจำลองที่พัฒนาโดย ชูโชค อายุพงศ์ (พ.ศ. 2531)

2.1.3 แบบจำลองที่พัฒนาโดย นภฤทธิ ผดุงศรี

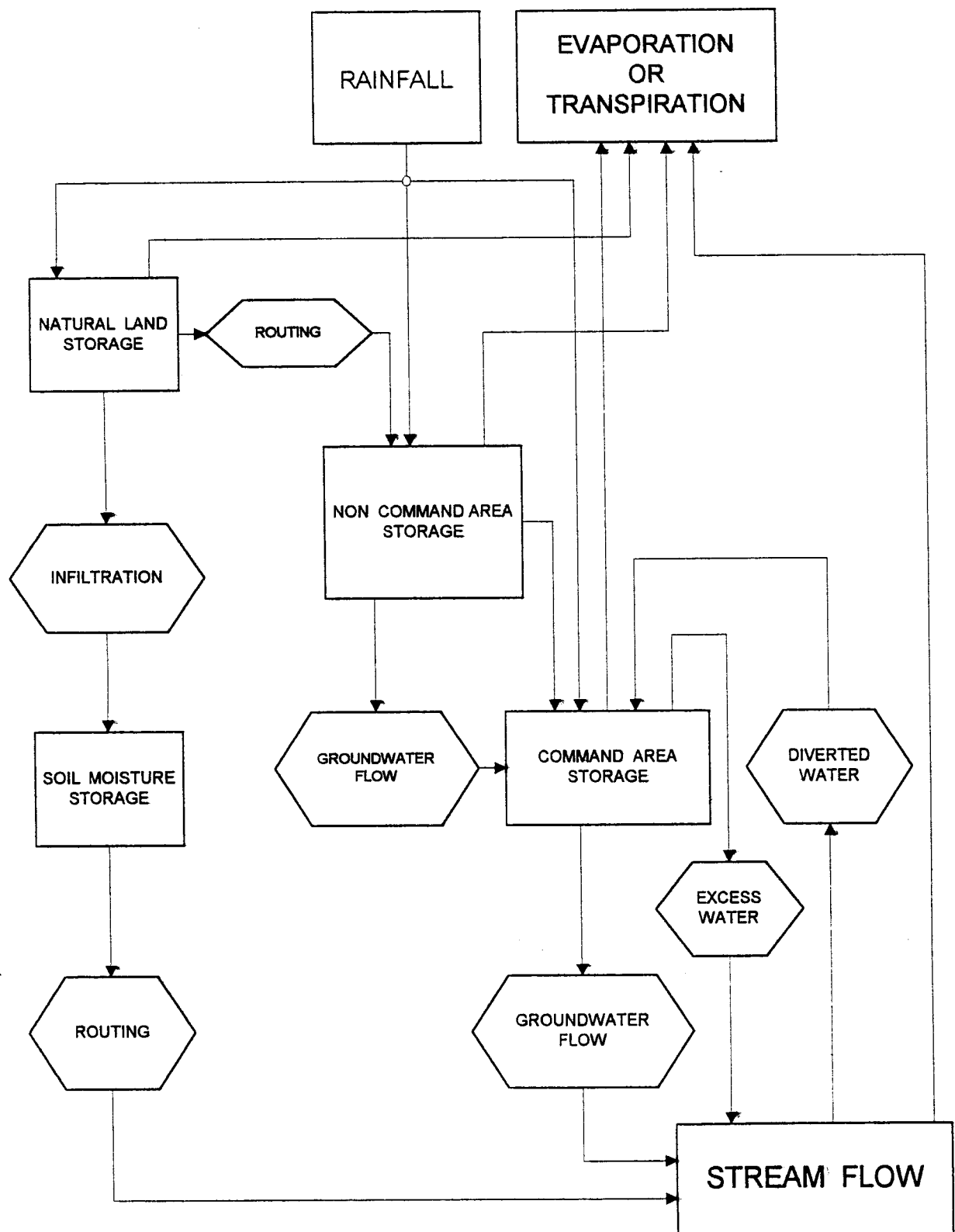
แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ โดยใช้แนวทางของ SCS (Soil Conservation service) และเทคนิคการลากแบบ Linear reservoir รวมกับค่าสัมประสิทธิ์พื้นที่ โดยใช้ข้อมูลน้ำฝนรายวัน การใช้พื้นที่ ชนิดของดิน ศักยภาพการคายระเหยรายเดือน ความยาวของแม่น้ำสายหลัก และความชันของพื้นที่ลุ่มน้ำ ค่าพารามิเตอร์ใช้วิธี Trial & error โดยการสมมุติ ค่าพารามิเตอร์ที่ต้องการเปรียบเทียบกับโปรแกรมคอมพิวเตอร์ของแบบจำลอง เมื่อได้น้ำท่าจากการคำนวณก็เปรียบเทียบกับน้ำท่าจากข้อมูล จนกว่าจะให้ผลเป็นที่พอใจ โดยวิธี minimize ค่า sum of squared error โครงสร้างของแบบจำลอง แสดงในรูปที่ 2.3 ข้อดีของแบบจำลองเหมาะแก่การหาน้ำท่าที่เป็นต้นน้ำ มีพื้นที่นาไม่มากและไม่มีฝายหรืออ่างเก็บน้ำขวางกั้นลำน้ำ ข้ออ่อนถ้าหากพื้นที่มีนามากจะไม่เหมาะสม



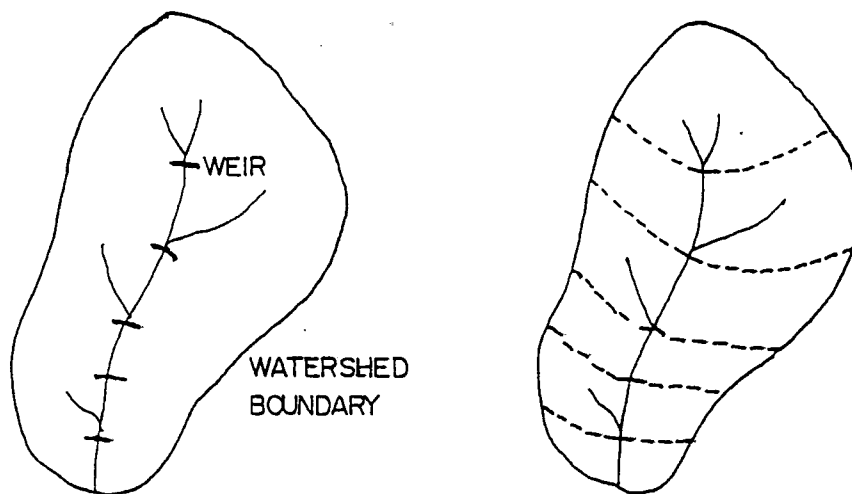
รูปที่ 2.3 โครงสร้างของแบบจำลองที่พัฒนาโดย นกฤทธิ ผดุงศรี (พ.ศ. 2529)

2.1.4 แบบจำลอง Hymost

แบบจำลองที่พัฒนาขึ้นโดยใช้หลักการคำนวณตามวิธีการของ Soil Conservation Service (SCS) ของสหรัฐอเมริกา ในการคำนวณปริมาณน้ำท่า จากฝนสำหรับพื้นที่รับน้ำตามธรรมชาติ และใช้หลักการสมดุลของปริมาณน้ำสำหรับพื้นที่ที่เป็นนา โดยแบ่งพื้นที่นาออกเป็น 2 ส่วน คือ พื้นที่นาที่ไม่ได้รับน้ำจากฝาย และพื้นที่นาที่ได้รับน้ำผันจากฝายขนาดเล็ก สามารถคำนวณชลภาพน้ำท่าผ่านฝาย แต่ละตัวหรือ แต่ละลุ่มน้ำย่อยได้ โดยข้อมูลที่ต้องใช้มีฝนรายวัน การระเหยรายวัน การใช้ที่ดิน ชนิดของดินคุณสมบัติของดินระดับความลึกของน้ำที่เหมาะสมในการปลูกข้าว ชลภาพของน้ำท่ารายวันออกจากพื้นที่ลุ่มน้ำ ซึ่งข้อมูลจะหาได้ไม่ยากนัก และใช้เครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ ที่มีอยู่แพร่หลายทั่วๆ ไปได้ และแบบจำลองยังสามารถเทียบปรับค่าพารามิเตอร์ที่ดีที่สุดได้เอง โครงสร้างของแบบจำลอง แสดงในรูปที่ 2.4 , 2.5 และ ตารางที่ 2.1

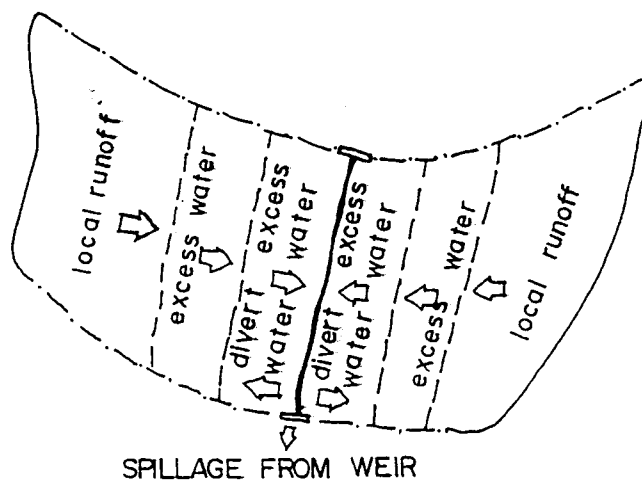


รูปที่ 2.4 โครงสร้างของแบบจำลองที่พัฒนาโดย อติเรก วัฒนาอุดมชัย (2533)

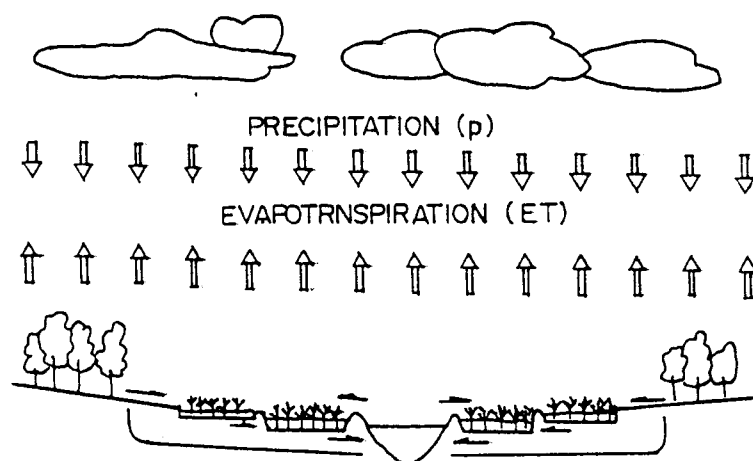


ลุ่มน้ำและฝาย

การแบ่งลุ่มน้ำออกเป็นลุ่มน้ำย่อย



ลักษณะการไหลในพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยที่อยู่ระหว่างฝาย 2 ตัว



รูปที่ 2.5 การไหลในพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยของแบบจำลอง

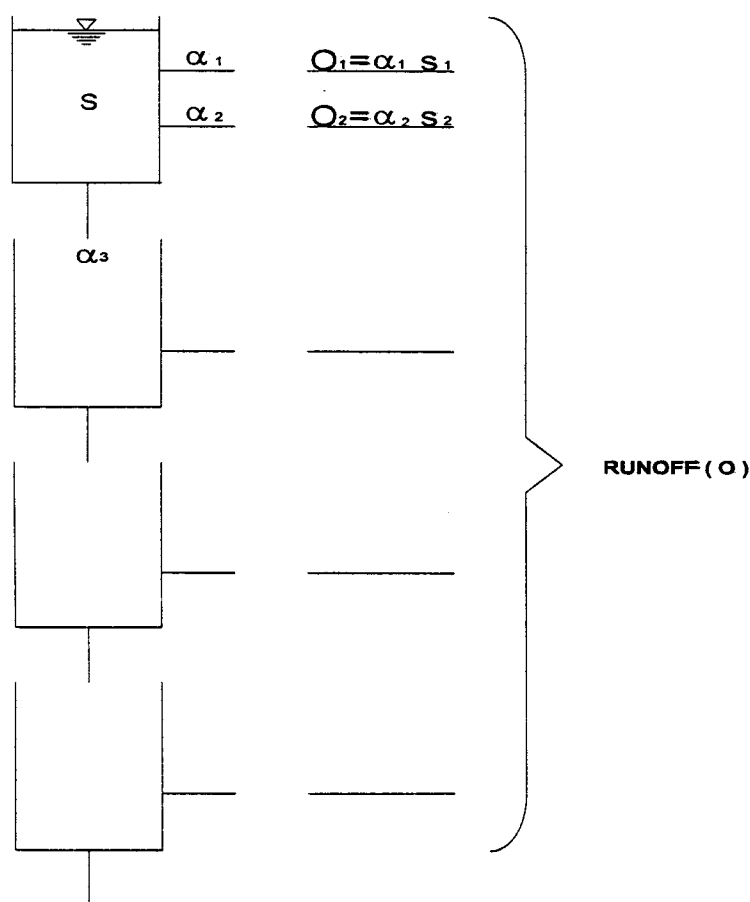
ตารางที่ 2.1 ขบวนการอุทกวิทยา แบบจำลองของอดิเรก

<u>ขบวนการบนผิวดิน 3 ประเภท</u> การเก็บกักบนผิวดิน การไหลบนผิวดิน การซึม การคายระเหย	การสมดุลของปริมาณน้ำ การใช้สมการความต่อเนื่อง ขึ้นอยู่กับเวลาหน่วงเหนี่ยวของการไหลบนพื้นดิน (สำหรับพื้นที่รับน้ำธรรมชาติ) และสมการสมดุลของปริมาณน้ำ (สำหรับพื้นที่นา) ใช้วิธีการของ SCS (สำหรับพื้นที่รับน้ำธรรมชาติ) คำนวณจากค่าการระเหยจากภาค
<u>ขบวนการใต้ผิวดิน</u> การเก็บกักปริมาณความชื้น การไหลซึมในดิน การไหลใต้ดิน	การสมดุลของปริมาณน้ำ ขึ้นอยู่กับชนิดของดิน ใช้กฎของดาร์ซี(สำหรับพื้นที่นา) ใช้สมการต่อเนื่องขึ้นอยู่กับเวลาหน่วงเหนี่ยวของการไหลใต้ดิน
<u>ขบวนการในลำน้ำ</u> ปริมาณเก็บกักในลำน้ำหน้าฝาย ปริมาณน้ำที่ผันจากฝาย ช่วงเวลา การประยุกต์ใช้ ข้อมูล / ผลลัพธ์ การเทียบปรับ	ขึ้นอยู่กับความสูงของการเก็บกักของฝายความลาดชันของท้องน้ำ และความกว้างของลำน้ำ การสมดุลของปริมาณน้ำ และประสิทธิภาพการผันน้ำ 1 วัน ทำนายชลภาพน้ำท่า ปริมาณผันรายวัน, ศักยภาพการระเหยรายวัน, การใช้ดิน, ชนิดของดิน, ความกว้าง และความยาวของลำน้ำ, ความลาดชันของท้องน้ำ, จำนวนฝายในลุ่มน้ำ, พารามิเตอร์ต่างๆ / ชลภาพน้ำท่ารายวันผ่านฝายแต่ละตัว กึ่งอัตโนมัติ

2.1.5 TANK MODEL

ปี พ.ศ. 2499 Sugawara พัฒนาแบบจำลองอุทกวิทยา ชื่อว่า " Tank Model" เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างน้ำฝนกับน้ำท่า โดยแบบจำลองแยกเป็น 2 ชนิดคือ ชนิดใช้กับโซนอากาศชื้น (humid region) และชนิดใช้กับโซนอากาศไม่ชื้น (non - humid region) ดังมีโครงสร้างแสดงในรูปที่ 2.6 และ 2.7 ตามลำดับ

ชนิดใช้กับโซนอากาศชื้น ประกอบด้วยถัง(Tank) หลายใบวางขนานกันในแนวตั้ง ดังในบนแผนการไหลผิวดิน (surface runoff) ซึ่งมีรูทางออกด้านข้าง 2 ถึง 3 รู และด้านล่างหนึ่งรู ถึงใบสุดท้ายแผนการไหลของน้ำใต้ดิน (groundwater flow) ส่วนใบที่สอง และ ใบที่สาม แผนการไหลทั้งการไหลผิวดินกับการไหลของน้ำใต้ดิน (intermediate runoff) ตามปกติถึงใบที่สอง ใบที่สาม และ ใบที่สี่ มักจะมีรูทางออกเพียงรูเดียว

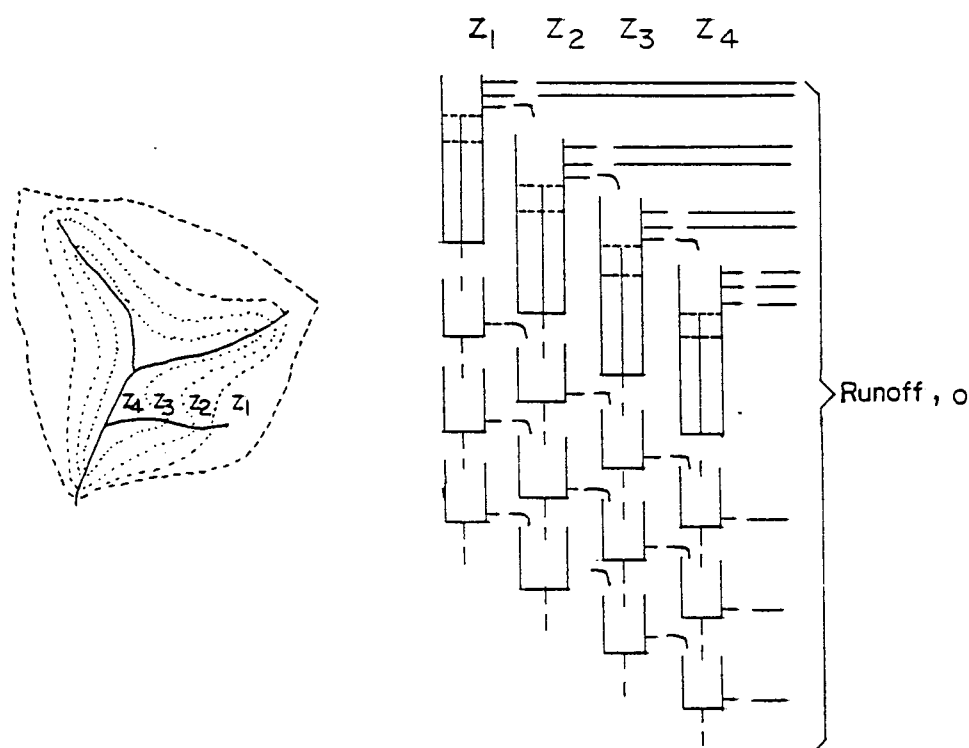


รูปที่ 2.6 โครงสร้างของแบบจำลองชนิดถัง สำหรับใช้กับโซนอากาศชื้น (humid region)

พารามิเตอร์ที่ใช้ในแบบจำลอง ที่ทั้งหมด 19 ตัว พารามิเตอร์ที่เหมาะสมสำหรับลุ่มน้ำ จะแตกต่างกันไป พารามิเตอร์ที่เหมาะสมอาจจะหาได้โดยวิธีลองแทนค่าถ้าผิดก็ลองใหม่ (trial & error) จนกระทั่งชลภาพจากแบบจำลองไปกันได้ดี (fitted) กับชลภาพจากการสังเกตการณ์

ในโซนอากาศไม่ชื้น จะพิจารณาผล (effect) ของความชื้นในดินที่แปรเปลี่ยน บนที่ลุ่มน้ำโดยแบ่งพื้นที่ลุ่มน้ำออกเป็นหลายโซน ตัวอย่าง เช่น $Z_1, Z_2, \dots, Z_n$ แต่ละโซนก็มีชุด (set) ของถังหลายๆใบวางขนานกันในแนวตั้งแตกต่างกันไป

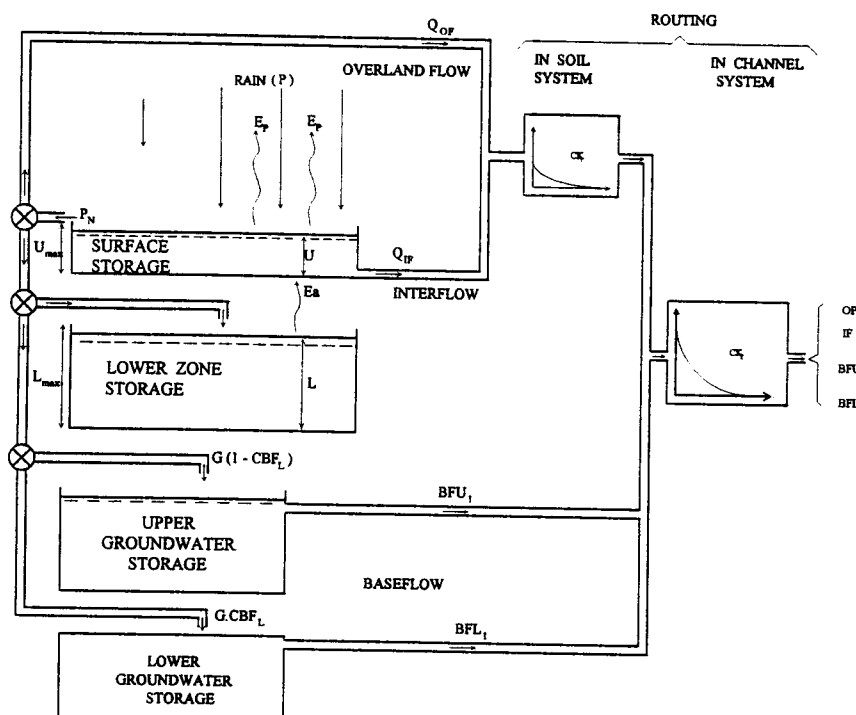
ข้อดี ของแบบจำลองไม่ใช่ข้อมูลทางอุทกวิทยา แต่ใช้จำลองโดยถัง โดยให้น้ำไหลออกจากรู แทนการไหลของน้ำบนดิน และการไหลในใต้ดิน โดยใช้พารามิเตอร์ควบคุมการไหลเพื่อเทียบปรับกับน้ำท่าที่ไหลจริง ข้ออ่อน พารามิเตอร์ที่ใช้มีมากถึง 19 ตัว ซึ่งจะมีปัญหาในการเลือกใช้ให้ถูกต้อง



รูปที่ 2.7 โครงสร้างของแบบจำลองชนิดถัง (TANK MODEL) สำหรับใช้กับโซนอากาศไม่ชื้น (Non - Humid Region)

2.1.6 NAM MODEL

แบบจำลอง NAM ย่อมาจาก "Nedbor - Afsrremnings - Model" เป็นภาษาเดนมาร์ก หมายถึงแบบจำลองน้ำฝน - น้ำท่า พัฒนาโดย institute of Hydrodynamic and Hydraulic Engineering, Technical University of Denmark (พ.ศ. 2516) โครงสร้างของแบบจำลอง แสดงในรูปที่ 2.8



รูปที่ 2.8 ขบวนการต่างๆ ของแบบจำลอง NAM

เป็นแบบจำลองคณิตศาสตร์ประเภท Deterministic , Conceptual , Lumped ที่อธิบายรูปแบบเชิงปริมาณด้านอุทกวิทยาของปริมาณน้ำท่า และพฤติกรรมต่างๆ ของวัฏจักรอุทกวิทยาดิน ซึ่งมีพารามิเตอร์และตัวแปรเป็นตัวแทนค่าเฉลี่ยของกลุ่มน้ำนั้น พารามิเตอร์เชิง Semi Empirical บางตัวสามารถกำหนดเบื้องต้นได้จากข้อมูลทางกายภาพของกลุ่มน้ำ แต่ท้ายที่สุดนั้นพารามิเตอร์ได้จากการสอบเทียบแบบจำลองกับอนุกรมข้อมูลที่เกิดขึ้นจริง

NAM MODEL สามารถจำลองน้ำฝน-น้ำท่าของกลุ่มน้ำ ใช้ขยายข้อมูลน้ำท่า ใช้ศึกษา Water Balance ในสภาวะภูมิอากาศต่างๆ กันทั่วโลกได้ผลดี เช่น ในไทยใช้ขยายข้อมูลน้ำท่าในโครงการชลประทานผามอง โครงการลุ่มน้ำชี โครงการป้องกันน้ำท่วมในลุ่มน้ำโขง และโครงการ

ชลประทานน้ำท่าตอนล่าง ในศรีลังกาใช้ในการศึกษาขยายข้อมูลน้ำท่าในลุ่มน้ำต่างๆ เช่น โครงการจัดหาน้ำประปา สุขาภิบาลในชนบท ในเคนมาร์กได้ประยุกต์ใช้มากกว่า 30 ลุ่มน้ำ ซึ่งมีขนาดตั้งแต่ 15 - 1,100 ตารางกิโลเมตร เช่น การขยายข้อมูลน้ำท่า การศึกษาการเปลี่ยนแปลงระบบอุทกวิทยาเนื่องจากมนุษย์และการพัฒนาน้ำใต้ดิน ฯลฯ

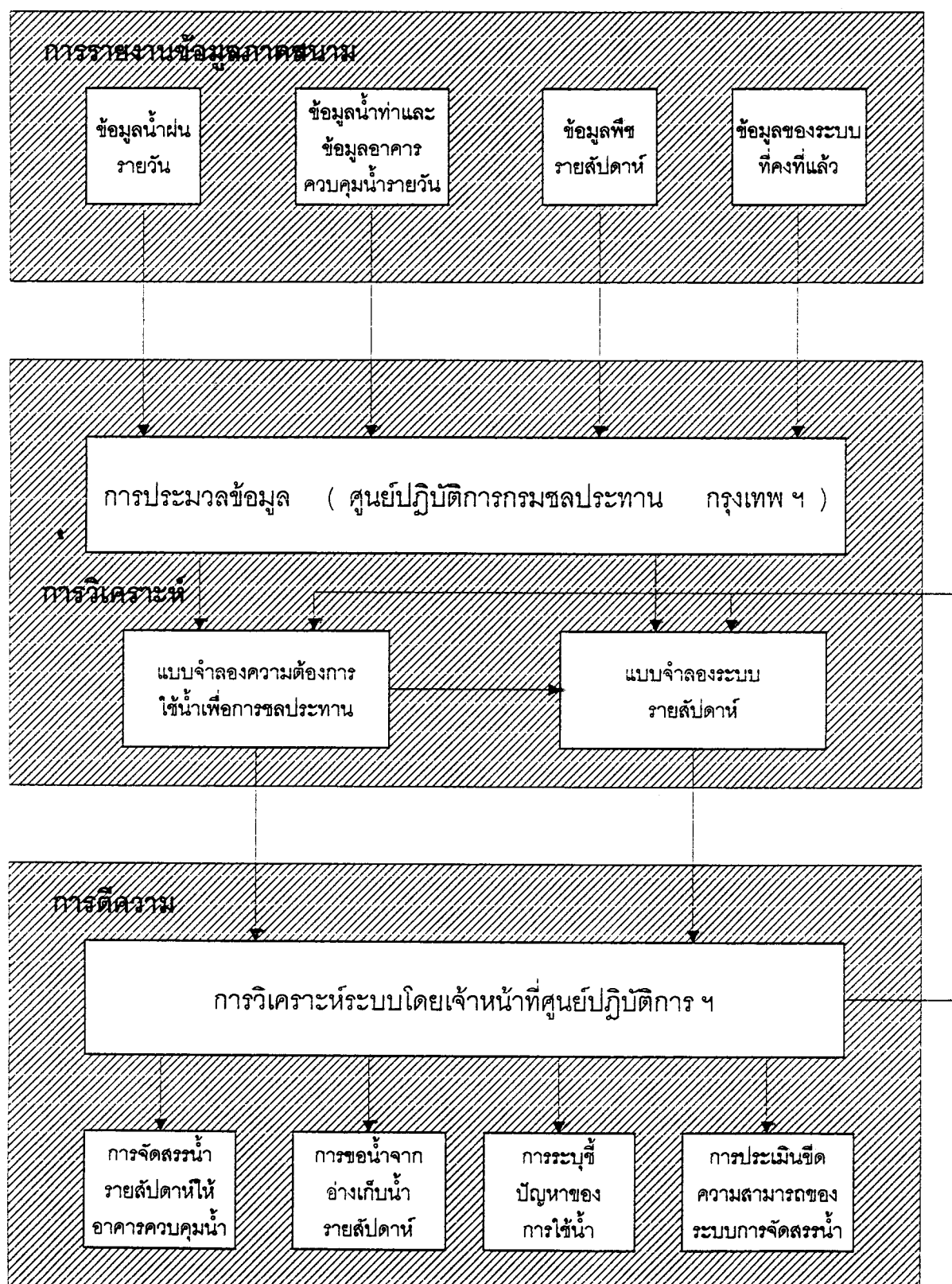
2.2 แบบจำลองการจัดการน้ำ

2.2.1 แบบจำลองระบบลุ่มน้ำเจ้าพระยา - แมกกลอง

แบบจำลองระบบลุ่มน้ำเจ้าพระยา - แมกกลอง พัฒนาโดยบริษัทที่ปรึกษา Acres ใช้เพื่อศึกษาการใช้และจัดสรรน้ำให้มีประสิทธิภาพ เนื่องจากลุ่มน้ำเจ้าพระยาปัจจุบันนี้ น้ำที่มีอยู่นำมาใช้ประโยชน์ทางชลประทานอย่างเต็มที่แล้ว ไม่สามารถที่จะเพิ่มพื้นที่เพาะปลูกได้อีก แต่แม่น้ำแมกกลองยังคงมีปริมาณน้ำเหลือใช้อยู่ สามารถดึงน้ำจากแมกกลองมาใช้ร่วมกันได้ แบบจำลองระบบการให้น้ำนี้ใช้เวลาจริง (Real time) คือต้องทำการสรุปสมดุลของน้ำระหว่างจุดควบคุมน้ำหลัก โดยใช้ค่าทำนายและค่าตรวจสอบ จึงทำการตรวจดูว่าปริมาณน้ำที่ขอการไฟฟ้าฝ่ายผลิตไปแล้วมีมากหรือน้อยกว่าความจริง ถ้าหากว่าที่มากกว่าที่ต้องการก็สามารถส่งวิทยุให้โครงการต่างๆ ชลหรือเก็บน้ำไว้ในพื้นที่ก่อนโดยเฉพาะในพื้นที่รายงานว่ามีสภาพดินที่แห้งเพื่อใช้ในสัปดาห์ถัดมาได้ ดังนั้น จะสามารถปรับค่าได้ทุกครั้งที่ใช้ และเมื่อประสบการณ์สะสมมากขึ้นการวิเคราะห์ระบบดีขึ้นการตัดสินใจจัดสรรน้ำที่ดีขึ้นจะทำให้การใช้น้ำได้ประโยชน์สูงสุด

แบบจำลองระบบลุ่มน้ำเจ้าพระยา-แมกกลอง แบ่งเป็น 3 แบบ จำลองคือ

- 1) แบบจำลองความต้องการใช้น้ำเพื่อการชลประทาน โดยแบบจำลองนี้ใช้คำนวณของปริมาณ ความต้องการใช้น้ำของพื้นที่ชลประทานแต่ละพื้นที่ พร้อมทั้งคำนวณหาปริมาณน้ำไหลคืนด้วย
- 2) แบบจำลองระบบ ซึ่งจะจำลองแบบตั้งแต่การใช้งานเขื่อนทุกๆ เขื่อนในระบบ น้ำที่ปล่อยจากเขื่อนให้พื้นที่ชลประทาน ปริมาณน้ำไหลคืนทั้งระบบ ดังแสดงในรูปที่ 2.9
- 3) แบบจำลองระบบการจัดการน้ำ ซึ่งพัฒนาขึ้นมาเพื่อช่วยในการจัดการจัดสรรน้ำเพื่อการชลประทานอย่างมีประสิทธิภาพ แบบจำลองนี้จะทำนายความต้องการใช้น้ำที่จุดควบคุมต่างๆ ในระบบลุ่มน้ำ

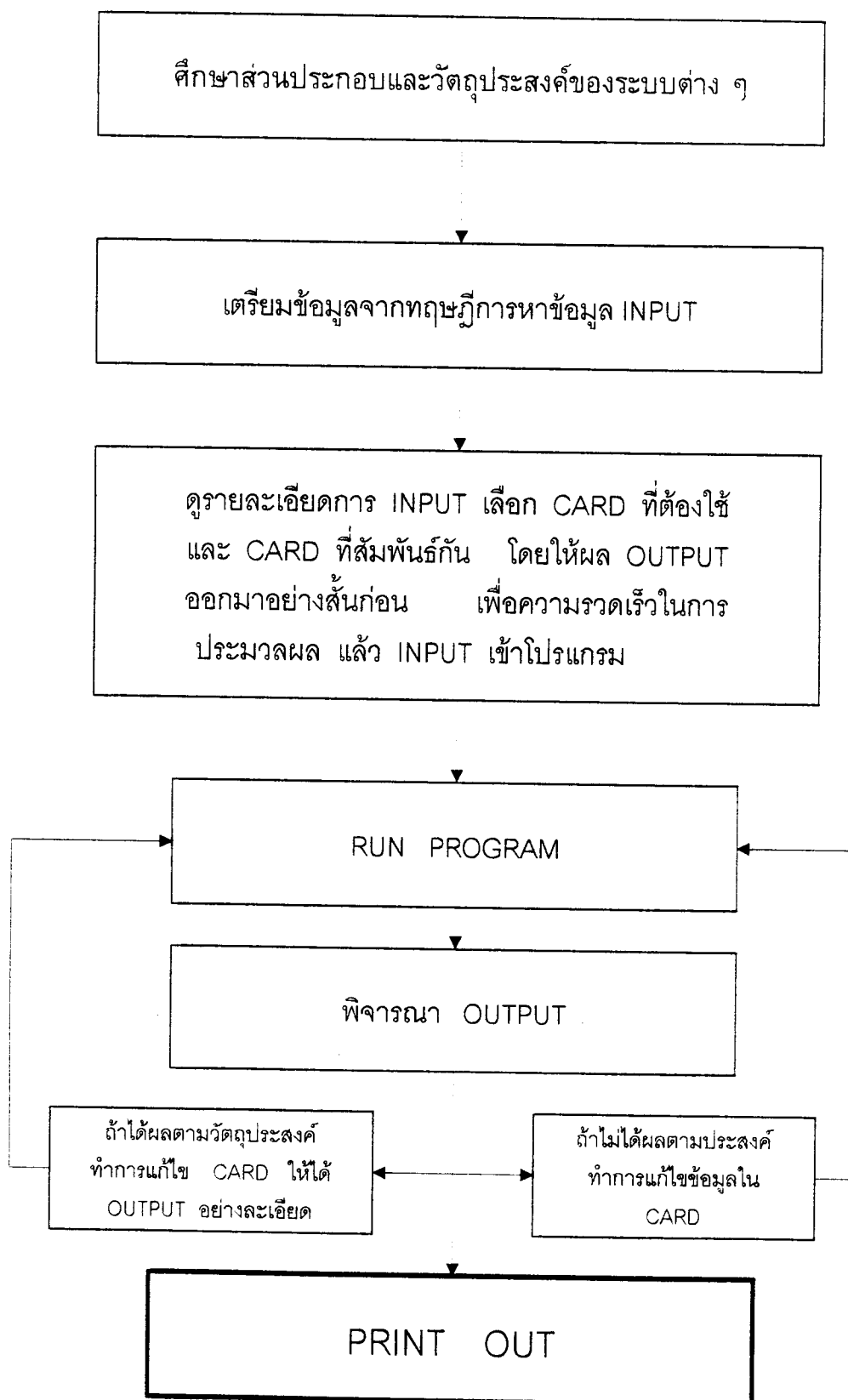


รูปที่ 2.9 หลักการระบบการจัดการทรัพยากรน้ำของกลุ่มน้ำเจ้าพระยา - แม่งolong

2.2.2 แบบจำลอง HEC - 3

เป็นโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นในปี 1965 - 1966 ที่ HEC (The Hydrologic Engineering Center Computer Program) โดย Mr. Leo R Beard เป็นโปรแกรมที่สำเร็จรูปสำหรับการจำลองสภาพการดำเนินการ อ่างเก็บน้ำ ซึ่งสามารถจำลองสภาพการดำเนินการระบบ อ่างเก็บน้ำแบบเอนกประสงค์ เช่น เพื่อการชลประทาน การประปา การเดินเรือ การพักผ่อนหย่อนใจ การผลิตพลังงานไฟฟ้า หรือใช้งานได้บางกรณีเกี่ยวกับการควบคุมน้ำท่วม (Flood Control) รวมถึงยังสามารถที่จะใช้ประเมินผลด้านเศรษฐศาสตร์ได้ด้วย HEC - 3 ใช้คุณลักษณะของระบบอ่างเป็นตัวดำเนินการภายในโปรแกรม เช่น การผันน้ำ (Diversion) สถานีผลิตไฟฟ้า และจุดบังคับ (Control Point) เป็นต้น ผลจากการจำลองสภาพจะแสดงคุณลักษณะต่างๆ ในแต่ละ Control Point เช่น ปริมาณการผันน้ำ ปริมาณการไหลในลำน้ำ ปริมาณน้ำที่ขาดในแต่ละช่วงเวลา ฯลฯ โปรแกรม (Input) ไม่ได้กำหนดตายตัวแต่สามารถเลือกได้ตามความต้องการ ของผู้ใช้และผลลัพธ์ที่ได้จะสัมพันธ์กับลักษณะต่างๆ ที่ผู้ใช้ได้เลือกไว้ตาม Input โครงสร้างของแบบจำลอง HEC - 3 แสดงรูปที่ 2.10

การใช้งานโปรแกรม HEC - 3 การจำลองการใช้งานโดยพิจารณาจากความ ต้องการน้ำและไฟฟ้าที่จุดควบคุมต่างๆ ในระบบตามลำดับจากเหนือน้ำไปยังท้ายน้ำ ตามนโยบายที่ได้กำหนดในวัตถุประสงค์เพื่อ ใช้หาวิธีการในการปฏิบัติ เพื่อการใช้งานจริงของระบบให้เหมาะสม ผลจากการคำนวณที่ได้จะบอกค่าตามช่วงเวลาที่ใช้ในการ Input ข้อมูลของ ทุกๆจุดควบคุม ซึ่งทำให้ทราบค่าปริมาณน้ำในการศึกษา Water balance HEC - 3 สามารถจำลองสภาพการใช้งานอ่างเก็บน้ำจากระบบเล็กๆ ที่มีอ่างเดียว จนถึงระบบใหญ่ๆ ที่มีอ่างเก็บน้ำหลายๆ อ่างได้ โดยที่ไม่เสียเวลามากนัก



รูปที่ 2.10 แผนผังแสดงขั้นตอนการทำงานของแบบจำลอง HEC - 3