

การจัดระบบทรัพยากรแหล่งน้ำ

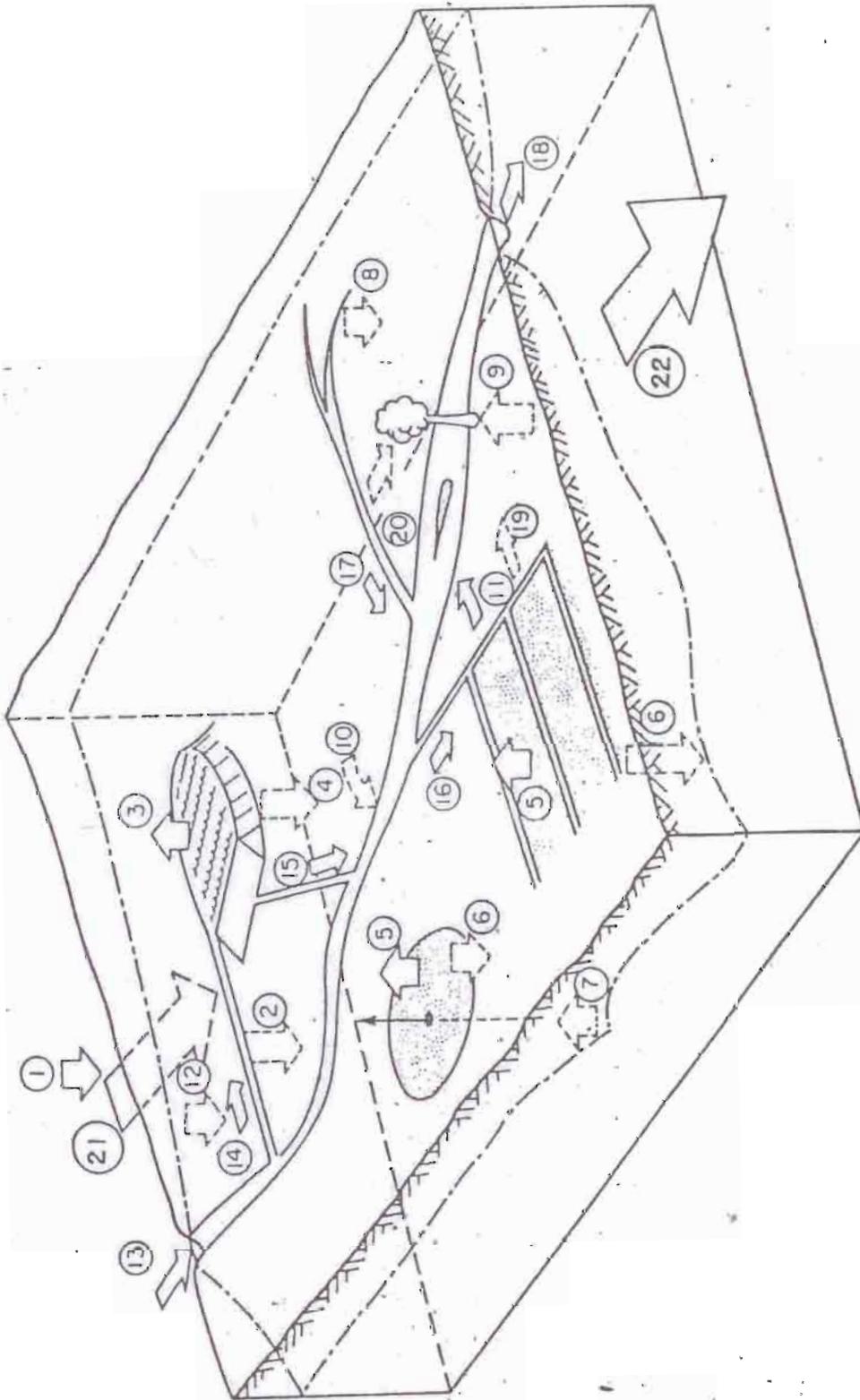
สงวน พุ่มวัน

คำนำ

น้ำเป็นทรัพยากรอย่างหนึ่งเช่นเดียวกับทรัพยากรอื่น ๆ เช่น แร่ธาตุ ป่าไม้ ฯลฯ น้ำที่ล้นมา หรือนำมาใช้ในการเกษตร การอุปโภคและบริโภคนั้นมีปริมาณที่จำกัด แม้ว่าไม่มีวันหมด แต่ความต้องการใช้น้ำซึ่งมีมากขึ้นจะทำให้เกิดสภาวะขาดแคลนน้ำได้ ดังนั้น การจัดการใช้น้ำอย่างมีประสิทธิภาพจึงเป็นสิ่งจำเป็น และนับวันจะมีความสำคัญยิ่งขึ้นสำหรับหน่วยงานต่าง ๆ ที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับกา รจัดการใช้น้ำให้เป็นประโยชน์

ระบบทรัพยากรแหล่งน้ำ

ในลุ่มน้ำแต่ละแห่ง ระบบทรัพยากรแหล่งน้ำประกอบด้วย แหล่งน้ำพื้นผิว เช่น แม่น้ำ ลำธาร ห้วย หนอง คลองบึง แหล่งน้ำใต้ดิน เช่น ชั้นละลุ่มน้ำใต้ดินอิสระ (unconfined aquifer) และชั้นละลุ่มน้ำใต้ดินจำกัด (confined aquifer) และอาคารชลประทานต่าง ๆ เช่น อ่างเก็บน้ำ ขนาดต่าง ๆ คลองและอุโมงค์น้ำ บ่อน้ำตื้น และบ่อน้ำใต้ดินลึก เป็นต้น องค์ประกอบของทรัพยากรแหล่งน้ำเหล่านี้ต่างก็มีความสัมพันธ์เกี่ยวโยงกันไม่มากก็น้อย การที่จะจัดการใช้น้ำของแต่ละแหล่งน้ำ ใด ๆ นั้นย่อมได้รับผลประโยชน์ไม่เต็มที่ ยกตัวอย่างเช่น ในลุ่มน้ำแห่งหนึ่งซึ่งส่วนหนึ่งของลุ่มน้ำแสดง ในรูปที่ 1 (ดูคำอธิบายองค์ประกอบต่างๆ ในตารางที่ 1) ลุ่มน้ำแห่งนี้ประกอบด้วย แม่น้ำซึ่งไหลผ่าน หุบเขาที่ประกอบด้วยชั้นดินทราย และ กรวด ซึ่งเป็นชั้นละลุ่มน้ำใต้ดินอิสระ ที่ราบในหุบเขาประกอบ ไปด้วยก้นาซึ่งมีการชลประทานอย่างดี น้ำที่ใช้ในการเกษตรจะมีส่วนหนึ่งซึ่งซึมลึกลง ไปถึงผิวดินใต้ดิน และส่วนหนึ่งไหลกลับสู่แม่น้ำตามผิวดิน น้ำที่ใช้ในการเกษตรนี้อาจจะได้จากแม่น้ำโดยตรง จากการ ปล่อน้ำของอ่างเก็บน้ำ หรือจากการสูบน้ำจากชั้นละลุ่มน้ำใต้ดิน หรือหลาย ๆ อย่างรวมกันก็ได้ การวางแผนการจัดการใช้น้ำของลุ่มน้ำแห่งนี้โดยแยกแหล่งน้ำผิวดิน และแหล่งน้ำใต้ดินออกจากกัน แล้วผลประโยชน์ที่ได้รับจะได้ไม่เต็มที่ ทั้งนี้ก็เพราะแหล่งน้ำทั้งสองอย่างมีความสัมพันธ์เกี่ยวโยงกัน แน่นแฟ้น ความเปลี่ยนแปลงของ ระดับน้ำใต้ดินจะมีอิทธิพลต่อ ระดับน้ำในแม่น้ำ เช่นในการสูบน้ำใต้ดิน ขึ้นมาใช้ น้ำจากแม่น้ำจะไหลเข้าชั้นน้ำใต้ดินอิสระ และจะทำให้ระดับน้ำในแม่น้ำลดลง ปริมาณน้ำ ที่ไหลเข้าชั้นน้ำใต้ดินอิสระนี้สามารถที่จะคำนวณได้โดยใช้หลักการของน้ำใต้ดิน ในทำนองเดียวกัน ปริมาณน้ำที่ไหลกลับสู่แม่น้ำจากน้ำที่ซึมลึกลงสู่ชั้นน้ำใต้ดินอิสระก็สามารถคำนวณได้เช่นกัน



รูปที่ 1 ระบบอุทกวิทยาของชุมชนที่ประกอบด้วยแหล่งน้ำพื้นผิวและแหล่งน้ำใต้ดิน

ตารางที่ 1. คำอธิบายส่วนประกอบระบบทรัพยากรแหล่งน้ำจากรูปที่ 1.

หมายเลข	คำอธิบาย
1	ฝน
2	การซึมลึกจากคลองลิ่งน้ำ
3	การระเหยจากอ่างเก็บน้ำ
4	การซึมลึกจากอ่างเก็บน้ำ
5	การคายระเหยจากแปลงเพาะปลูก
6	การซึมลึกจากแปลงเพาะปลูก
7	การสูบน้ำจากน้ำใต้ดิน
8	การซึมจากลำธารเล็ก
9	การดูดน้ำใต้ดินจากไม้ Phreatophytes
10	การไหลกลับสู่แม่น้ำจากการซึมของอ่างเก็บน้ำ
11	การไหลกลับสู่แม่น้ำจากน้ำส่วนเหลือจากการชลประทาน
12	การซึมลึกจากน้ำฝน
13	น้ำท่าที่ไหลเข้าของแม่น้ำ
14	น้ำฝนเข้าสู่อ่างเก็บน้ำ
15	น้ำปล่อยจากอ่างเก็บน้ำ
16	น้ำฝนเข้าสู่แปลงเพาะปลูก
17	น้ำจากลำธารเล็ก
18	น้ำท่าที่ไหลออกของแม่น้ำ
19	น้ำไหลกลับสู่แม่น้ำจากการซึมลึกในแปลงเพาะปลูก
20	การซึมลึกจากลำธารเล็กลงน้ำใต้ดิน
21	น้ำใต้ดินที่ไหลเข้าสู่ระบบ
22	น้ำใต้ดินที่ไหลออกจากระบบ

การจัดการใช้น้ำอย่างมีประสิทธิภาพ

ในลุ่มน้ำใด ๆ การที่จะจัดการใช้น้ำให้มีประสิทธิภาพนั้น จะต้องรู้จักขณะความสัมพันธ์ขององค์ประกอบในระบบทรัพยากรแหล่งน้ำนั้น ๆ ให้ละเอียดที่สุดเท่าที่จะทำได้ เมื่อได้ข้อมูลขององค์ประกอบแหล่งน้ำแล้วก็นำมาใช้ในการจำลองแบบอุทกวิทยา (Hydrologic modeling) ซึ่งเป็นการจำลองสภาพของลุ่มน้ำโดยอาศัยข้อมูลในอดีตเป็นหลักและลุ่มน้ำว่าในอนาคตสภาพของลุ่มน้ำจะไม่เปลี่ยนแปลงไปจากเดิม แบบจำลองอุทกวิทยาที่ใช้กันมากก็เป็น computer program เมื่อได้แบบจำลองอุทกวิทยาที่ calibrate กับข้อมูลในอดีตได้ผลเป็นที่น่าพอใจแล้วก็รวม computer program ของแบบจำลองอุทกวิทยาเข้ากับ computer program ของโปรแกรมทางคณิตศาสตร์ (mathematical programming) ซึ่งใช้ในการหาค่าที่ดีที่สุด (สูงที่สุดหรือต่ำสุด) ของ objective function computer program ใหม่ก็มีที่สมารถที่จะจำลองสภาพอุทกวิทยา และจัดสรรการใช้น้ำพร้อม ๆ กัน

การจัดการใช้น้ำอย่างมีประสิทธิภาพของตัวอย่างที่กล่าวมาเบื้องต้น จะประกอบด้วย การใช้น้ำทำและน้ำใต้ดินพร้อม ๆ กัน เพื่อสนองความต้องการใช้น้ำ การจัดสรรน้ำ (water allocation) ทั้งน้ำท่า และน้ำใต้ดิน จะต้องเป็นส่วนโดยต้องคำนึงถึงเงื่อนไขต่าง ๆ เช่น

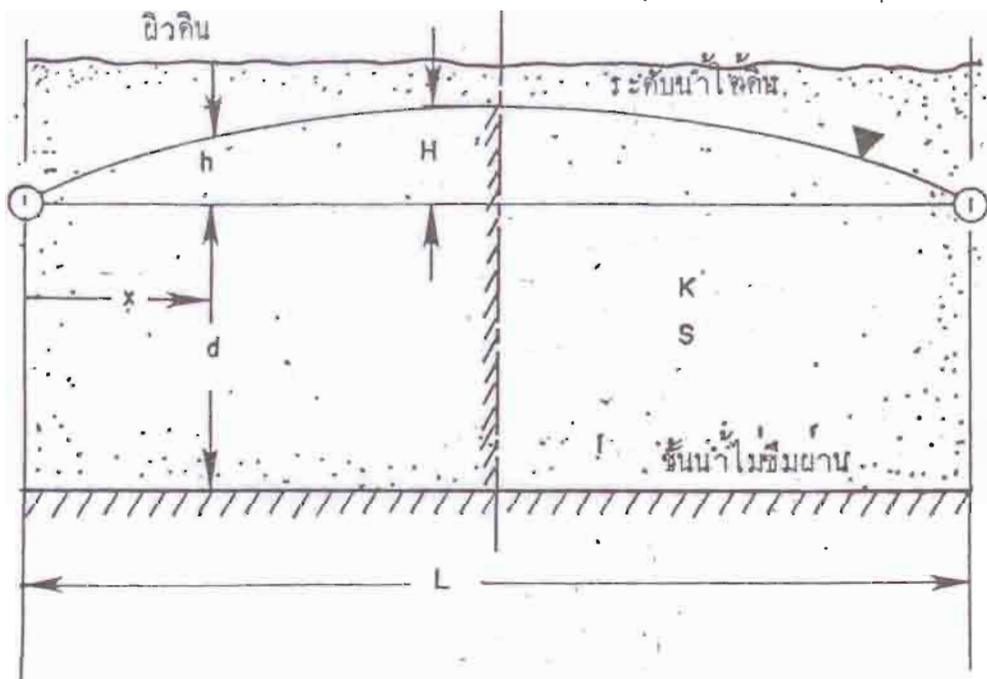
1. การผันน้ำจากแม่น้ำจะต้องไม่มากจนทำให้น้ำในแม่น้ำส่วนใดส่วนหนึ่งแห้งไป
2. การสูบน้ำจะต้องไม่มากเกินไป จนทำให้ส่วนใดส่วนหนึ่งของแม่น้ำแห้งไป หรือทำให้ระดับน้ำ

ใต้ดินลดมากเกินไป

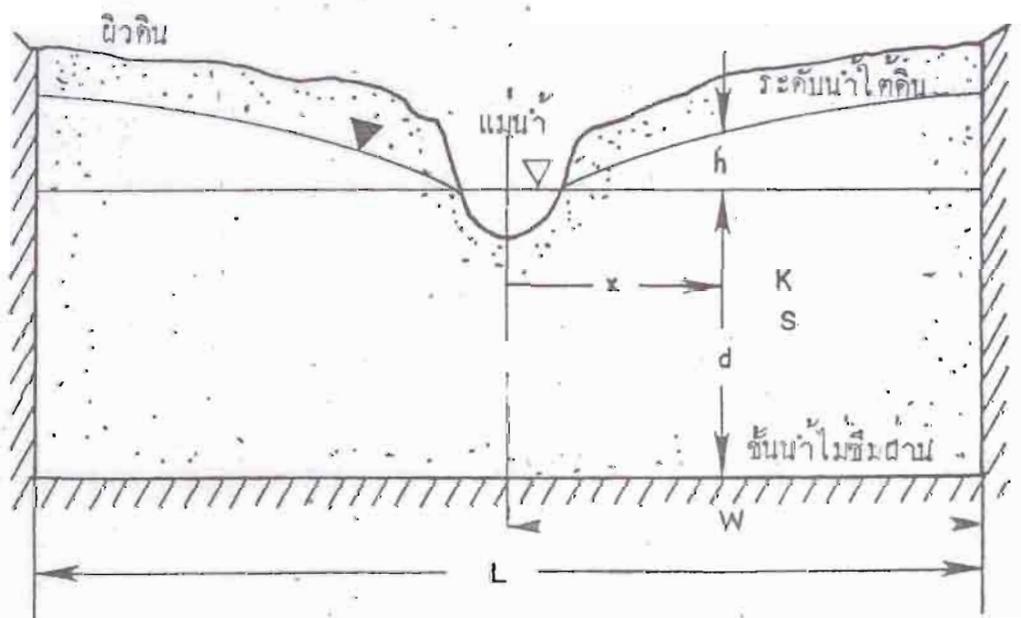
3. น้ำที่ไหลกลับสู่แม่น้ำหลังจากการใช้น้ำในแปลงเพาะปลูกแล้วสามารถที่จะนำมาใช้ได้อีกสำหรับแปลงเพาะปลูกด้านท้ายน้ำ

ตัวอย่างง่าย ๆ ที่จะแสดงให้เห็นว่าน้ำที่ใช้จากภาวเกษตร ที่ซึมลึกลงสู่น้ำใต้ดินและไหลกลับสู่แม่น้ำ สามารถที่จะคำนวณหาได้ดังต่อไปนี้

พิจารณาการไหลของน้ำที่ระบายน้ำ (drain) ซึ่งแสดงในรูปที่ 2 และระบบลุ่มน้ำแบบที่แสดงในตัวอย่างเป็นแบบใหม่ในรูปที่ 3 จะมีความคล้ายคลึงกันถ้าเราตัดครึ่ง รูปที่ 2 แล้วนำมาต่อกันใหม่โดยให้ตัวที่ระบายทับกัน แม่น้ำในรูปที่ 3 ก็จะแทนที่ระบาย ดังนั้นลุ่มการหาปริมาณน้ำไหลสู่ที่ระบายน้ำ ก็สามารถหาปริมาณน้ำที่ไหลกลับสู่แม่น้ำจากการซึมลึกลงสู่น้ำใต้ดินได้เช่นกัน. (Glover, 1974)



รูปที่ 2 การไหลสู่บ่อระบายน้ำของน้ำซึมลงสู่ชั้นน้ำใต้ดิน



รูปที่ 3 การไหลกลับสู่แม่น้ำของน้ำที่มีผลลงสู่ชั้นน้ำใต้ดิน

ลุ่มการที่ใช้หาปริมาณของน้ำที่ไหลกลับสู่แม่น้ำในช่วงเวลา k , TRF_k เนื่องจากการใช้น้ำในแปลงเพาะปลูกตั้งแต่ช่วงเวลา 1 ถึงช่วงเวลา k คือ

$$TRF_k = \sum_{\tau=1}^k I_{\tau} \cdot \delta_{k-\tau+1} \quad (1)$$

โดยที่

I_{τ} = ปริมาณของน้ำที่ซึมลึกถึงชั้นน้ำใต้ดินอีลระยะจากการใช้น้ำในแปลงเพาะปลูกในช่วงเวลา τ

δ = อัตราส่วนของปริมาณน้ำที่ไหลกลับสู่แม่น้ำต่อปริมาณน้ำที่ซึมลึกถึงชั้นน้ำใต้ดินในช่วงเวลา k , δ_k จะหาได้จาก

$$\delta_k = \frac{8}{\pi^2} \left[\sum_{n=1,3,5}^{\infty} \frac{1}{n^2} \exp \left\{ \frac{-n^2 \pi^2 \alpha (k-1) \Delta t}{4w^2} \right\} - \sum_{n=1,3,5}^{\infty} \frac{1}{n^2} \exp \left\{ \frac{-n^2 \pi^2 \alpha (k) \Delta t}{4w^2} \right\} \right] \quad (2)$$

โดยที่

$$\alpha = \frac{T}{S}$$

T = ค่า transmissivity ของชั้นดินลุ่มน้ำ

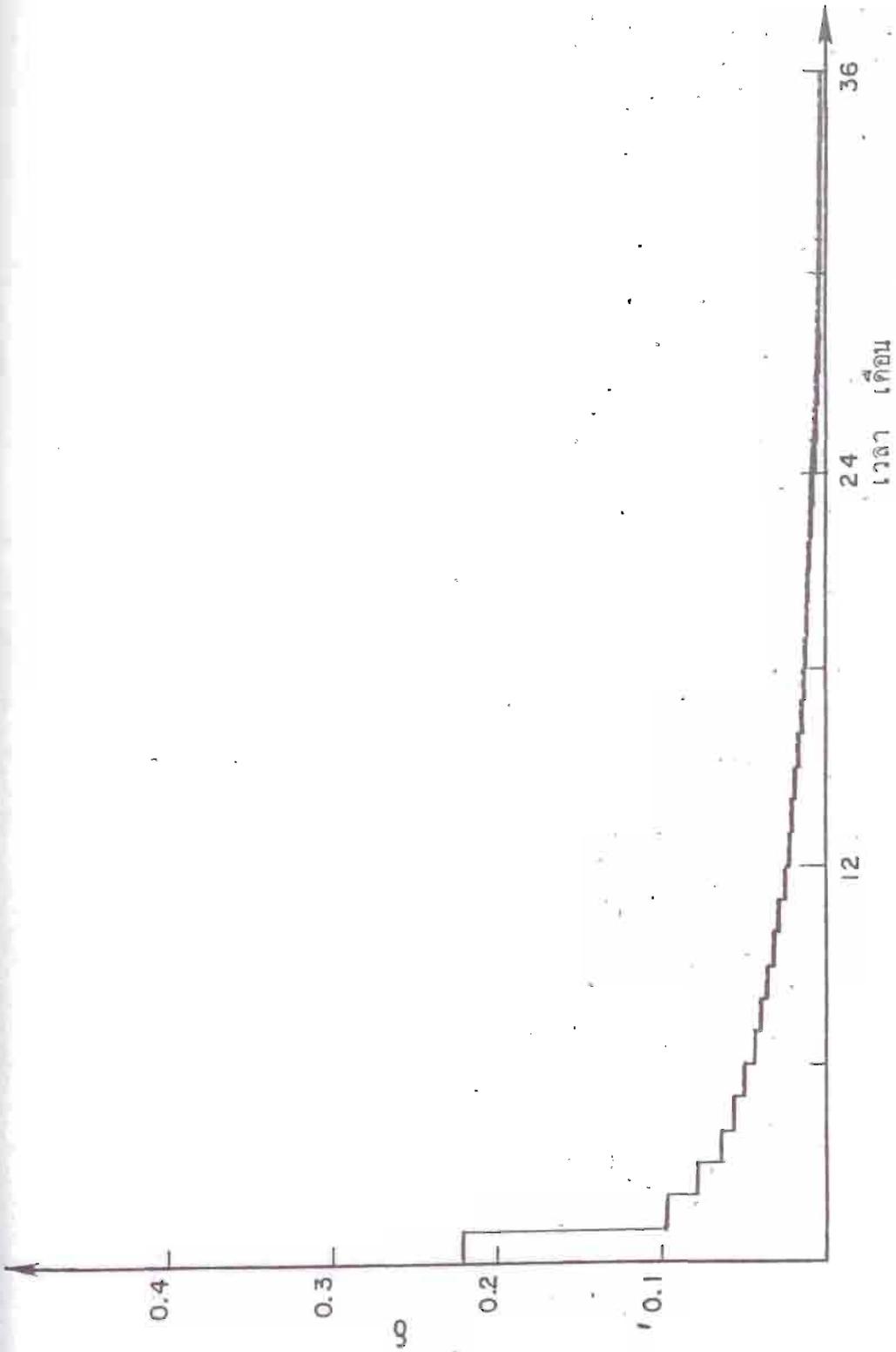
S = ค่า specific yield ของชั้นดินลุ่มน้ำ

w = ระยะห่างจากแม่น้ำถึงขอบเขตชั้นดินลุ่มน้ำ

Δt = ช่วงเวลาที่สนใจ, วัน, สัปดาห์ หรือเดือน

ตัวอย่าง ค่า δ สำหรับ ค่า $w = 8,100$ ฟุต, $T = 180,000$ แกลลอน ต่อวันต่อฟุต และ $\Delta t = 1$ เดือน แสดงในรูปที่ 4 สำหรับช่วงเวลาทั้งหมด 36 เดือน จะเห็นได้ว่าในเดือนแรกประมาณ 22 เปอร์เซ็นต์ของน้ำซึมลึกถึงชั้นน้ำใต้ดินจะไหลกลับสู่แม่น้ำ น้ำส่วนนี้จะรวมกับน้ำในแม่น้ำและไหลลงท้ายน้ำ และเป็นประโยชน์ต่อผู้ใช้น้ำด้านท้ายน้ำ

ในกรณีที่เป็นการลุ่มน้ำ หลัการข้างบนก็มาใช้ได้ เพียงแต่คราวนี้ที่หาได้เป็นน้ำที่ถูกดึงจากแม่น้ำเข้าสู่ชั้นน้ำใต้ดิน



รูปที่ 4 ตัวอย่าง ค่า ๖

วิธีการที่อธิบายมาแล้วนี้ต้องมีสมมุติฐานหลายอย่าง ดังเช่นจะต้องสมมุติว่าน้ำที่ซึมลงถึงระดับน้ำใต้ดินจะครอบคลุมพื้นที่ทั้งหมดด้วยอัตราเท่า ๆ กัน ในทำนองเดียวกันการสูบน้ำขึ้นก็กระจายทั่วพื้นที่เช่นกัน ข้อสมมุตินี้จะอนุโลมให้ใช้ได้เมื่อเราพิจารณาพื้นที่ที่ไม่ใหญ่และไม่เล็กเกินไป ซึ่งมีบ่อสูบน้ำกระจายทั่วบริเวณ

ที่แสดงมาเป็นเพียงส่วนหนึ่งของระบบอุทกวิทยาในแบบจำลองอุทกวิทยา ในการจัดการลุ่มน้ำจริง ๆ จะต้องคิดองค์ประกอบอื่น ๆ ดังอธิบายในรูปที่ 1 และตารางที่ 1 ให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ในแบบจำลองอุทกวิทยา

สรุป

การจัดการใช้น้ำของระบบทรัพยากรแหล่งน้ำให้มีประสิทธิภาพจะต้องคำนึงถึงองค์ประกอบของระบบให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ ตัวอย่างที่แสดงให้เห็นเป็นเพียงตัวอย่างซึ่งแสดงระบบลุ่มน้ำที่ประกอบด้วยระบบแหล่งน้ำพื้นผิวและระบบแหล่งน้ำใต้ดิน ซึ่งมีระดับน้ำต่อเนื่องกัน การหาปริมาณน้ำที่ไหลกลับสู่แม่น้ำจากน้ำซึมลงชั้นน้ำใต้ดินก็แสดงให้เห็นคร่าว ๆ เพื่อให้มองเห็นภาพพจน์ของระบบนี้ให้ดีขึ้น การประยุกต์ใช้งานจริง ๆ จะต้องนำองค์ประกอบอื่น ๆ ของระบบมาคิดด้วย

เอกสารอ้างอิง

Glover, Robert E. , "Transient ground water hydraulics, " Department of Civil Engineering, Colorado State University, Fort Collind, Colorado, 1974 .