

อุทกวิทยาสารสนเทศการจัดการแหล่งน้ำ

HYDROLOGY INFORMATION

WATER RESOURCE MANAGEMENT



รองศาสตราจารย์ศุภลสิทธิ์ คนใหญ่
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

2563

ISBN (e-Book): 978-616-568-370-8

อุทกวิทยาสารสนเทศการจัดการแหล่งน้ำ

HYDROLOGY INFORMATION WATER RESOURCE MANAGEMENT

SUPASIT KONYAI

อุทกวิทยาสารสนเทศการจัดการแหล่งน้ำ

รองศาสตราจารย์สุภาสีทธิ์ คนใหญ่
คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยขอนแก่น
2563



“... หลักสำคัญว่า ต้องมีน้ำ น้ำบริโภคและน้ำใช้
น้ำเพื่อการเพาะปลูก เพราะชีวิตอยู่ที่นั่น ถ้ามีน้ำคนอยู่ได้ ถ้าไม่มีน้ำ คนอยู่ไม่ได้
ไม่มีไฟฟ้าคนอยู่ได้ แต่ถ้ามีไฟฟ้า ไม่มีน้ำ คนอยู่ไม่ได้ ...”

พระราชดำรัสพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวรัชกาลที่ 9

พระราชทานเมื่อวันที่ 17 มีนาคม พ.ศ. 2529

ณ พระตำหนักจิตรลดารโหฐาน

ข้อมูลรายการบรรณานุกรมในสิ่งพิมพ์

ศุภสิทธิ์ คนใหญ่.

อุทกวิทยาสารสนเทศการจัดการแหล่งน้ำ = Hydrology information water resource management / ศุภสิทธิ์ คนใหญ่. -- พิมพ์ครั้งที่ 1. -- ขอนแก่น : คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2561.

228 หน้า : ภาพประกอบ

1. การพัฒนาแหล่งน้ำ -- การประมวลผลข้อมูล. 2. แหล่งน้ำ -- การประมวลผลข้อมูล. 3. อุทกวิทยา.
4. ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์. (1) มหาวิทยาลัยขอนแก่น. คณะวิศวกรรมศาสตร์. (2) ชื่อเรื่อง.

ISBN (e-Book): 978-616-568-370-8

ISBN (e-book): 978-616-568-370-8

อุทกวิทยาสารสนเทศการจัดการแหล่งน้ำ

228 หน้า

จัดทำโดย: รศ.ดร.ศุภสิทธิ์ คนใหญ่

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ต.ในเมือง อ.เมือง จ.ขอนแก่น 40002

ราคา 350 บาท

คำนำ Preface

อุทกวิทยาสารสนเทศการจัดการแหล่งน้ำ เป็นการรวบรวมและเรียบเรียงจากหนังสือ ตำราหลายเล่มด้วยกันอาทิเช่น หนังสือ อุทกวิทยา ของ รศ.ดร. วิชัย ศรีบุญลือ และเอกสารการสอน Applied Hydrology ของ Prof. Don Slack (University of Arizona) เป็นต้น ซึ่งได้รับการสนับสนุนและความอนุเคราะห์ พร้อมทั้งโอกาสจากอาจารย์ทั้งสองท่านเป็นอย่างมากทั้งในอดีตจนถึงปัจจุบัน เนื้อหาและตัวอย่างบางส่วน มาจากประสบการณ์การสอนในรายวิชาอุทกวิทยาเพื่อการเกษตร วิชาวิศวกรรมแหล่งน้ำและการจัดการ และตลอดจนงานวิจัยและงานบริการวิชาการที่เกี่ยวข้องกับวิชาชีพที่ผ่านมาของผู้สอนเอง

อุทกวิทยาสารสนเทศการจัดการแหล่งน้ำ เป็นการประยุกต์ใช้สารสนเทศภูมิศาสตร์ มาช่วยวิเคราะห์หาคำตอบในการจัดการกระบวนการต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในระบบอุทกวิทยา เพื่อใช้ในการแก้ปัญหาหรือการจัดการแหล่งน้ำที่จะเกิดขึ้นได้ ดังนั้นเนื้อหาในตำรานี้จะประกอบไปด้วย 2 ส่วนหลัก ๆ คือในส่วนที่ 1 เนื้อหาในบทนำจะเป็นการกล่าวถึงเนื้อหาของวิชาอุทกวิทยา เพื่อให้ผู้อ่านมองภาพความเกี่ยวข้องของในแต่ละกระบวนการที่เกิดขึ้นมีความสำคัญและสัมพันธ์กันอย่างไรกับการจัดการแหล่งน้ำ เพราะปัญหาหนึ่งที่สำคัญที่ทางผู้สอนพบคือ เมื่อนิสิตหรือนักศึกษาใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ในการแก้ปัญหาต่าง ๆ ดังกล่าว จะขาดความรู้และความเข้าใจของพื้นฐานในการเชื่อมโยงของกระบวนการต่าง ๆ ซึ่งเป็นผลทำให้การวิเคราะห์และสังเคราะห์คำตอบที่ได้อาจคลาดเคลื่อนทำให้เกิดความเสียหายได้

ในส่วนที่ 2 จะเป็นเนื้อหารายละเอียดของการประยุกต์ใช้โปรแกรมสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ โปรแกรม ArcGIS ซึ่งเป็นโปรแกรมที่ได้รับความนิยม มาช่วยในการคำนวณแก้ปัญหาของกระบวนการต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น เช่น การจัดการกลุ่มชุดดิน (Soil Group) และการใช้ประโยชน์ที่ดิน (Land Used) ความเหมาะสมของแหล่งน้ำ การคำนวณฝนเฉลี่ยเชิงพื้นที่ ดัชนีความแห้งแล้ง (Drought index) การหาปริมาณน้ำท่าด้วยวิธี NRCS Curve Number และการประยุกต์แบบจำลองระดับสูงเชิงเลข เป็นต้น ในส่วนนี้จะเป็นการแสดงขั้นตอนการใช้โปรแกรมอย่างละเอียดพร้อมทั้งการประยุกต์ใช้ในงานที่เกี่ยวข้อง

หนังสือเล่มนี้เกิดจากการร่วมมือร่วมใจของลูกศิษย์ปริญญาเอก ปริญญาโท และปริญญาตรี ในการช่วยพิมพ์ รวบรวมข้อมูล จนสามารถทำให้เกิดเป็นรูปเล่มขึ้นมาได้ ทางอาจารย์ต้องขอขอบคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ตรงนี้ ได้แก่ อ.ดร.ชนิษฐา ชัยบรรดิษฐ์ คุณกนกพร สวัสดิ์ปรี คุณยุทธพล เพ็งพินิจ คุณอรรีร์ พุกหน้า คุณวชิรวิทย์ พลินรัชต์ธนะเดช คุณพงษ์พินิจ พินิจลึก และคุณชนัด สุวรรณวงศ์ และทางครอบครัว บิดา มารดา คุณกฤตยา คนใหญ่ คุณศุภกฤต คนใหญ่ และคุณสิทธา คนใหญ่ ที่เสียสละเวลา ผลักดัน และให้กำลังใจผู้แต่ง ในการจัดทำตำราเล่มนี้ขึ้นมาได้ หากตำรานี้มีประโยชน์ และเป็นบุญกุศล ขอให้ส่งผลต่อผู้ที่เกี่ยวข้องทุกท่านที่ได้เอ่ยนามและไม่ได้เอ่ยนามมา ณ ตรงนี้

รองศาสตราจารย์ศุภสิทธิ์ คนใหญ่
เมษายน 2563

เรื่อง	สารบัญ	หน้า
คำนำ		ก
สารบัญ		ข
บทที่ 1 บทนำ		1-1
1.1 ระบบและวัฏจักรอุทกวิทยา (System and Hydrologic Cycle)		1-1
1.2 สมการอุทกต่อเนื่อง (Hydrologic continuity equation)		1-4
1.3 พื้นที่รับน้ำและการจัดการ (Watershed area and Management)		1-12
คำถามท้ายบท		1-32
บทที่ 2 การประยุกต์ใช้สารสนเทศภูมิศาสตร์		2-1
2.1 เครื่องมือที่ใช้ในโปรแกรมสารสนเทศภูมิศาสตร์		2-2
2.2 องค์ประกอบของแผนที่		2-5
2.3 วิธีการเลือกพื้นที่ศึกษาและแสดงเป็นแผนที่		2-10
2.4 การสร้างชั้นข้อมูล		2-16
2.5 การแปลงชั้นข้อมูลเพื่อประยุกต์ใช้กับโปรแกรมอื่น ๆ		2-21
คำถามท้ายบท		2-28
บทที่ 3 กลุ่มดินและการใช้ประโยชน์ที่ดิน		3-1
3.1 การจัดทำฐานข้อมูลกลุ่มชุดดินเชิงอุทกวิทยา		3-1
3.2 การจัดทำฐานข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดิน		3-18
คำถามท้ายบท		3-32
บทที่ 4 การจัดการแหล่งน้ำ		4-1
4.1 แหล่งน้ำผิวดิน		4-1
4.2 แหล่งน้ำใต้ดิน		4-13
คำถามท้ายบท		4-23
บทที่ 5 ฝนเฉลี่ยเชิงพื้นที่		5-1
5.1 การหาค่าฝนเฉลี่ยเชิงพื้นที่โดยวิธีทีสเซน (Thiessen method)		5-1
5.2 การหาค่าฝนเฉลี่ยเชิงพื้นที่โดยวิธีการคริกิง (Kriging)		5-11
คำถามท้ายบท		5-25
บทที่ 6 การประเมินและวิเคราะห์ความแห้งแล้ง		6-1
6.1 ดัชนีความแห้งแล้ง (Drought index)		6-1
คำถามท้ายบท		6-21
บทที่ 7 การไหลบ่าด้วยวิธีโค้งการไหล		7-1
7.1 วิธี NRCS Curve Number (Natural Resources Conservation Service)		7-1
7.2 สมการการไหลบ่า		7-2
คำถามท้ายบท		7-24

เรื่อง	สารบัญ (ต่อ)	หน้า
บทที่ 8 การประยุกต์แบบจำลองระดับสูงเชิงเลข		8-1
8.1 ข้อมูลแบบจำลองระดับสูงเชิงตัวเลข (Digital elevation model, DEM)		8-1
8.2 การสร้างเส้นชั้นความสูง (Contour Line)		8-16
8.3 การหาค่าและการสร้างแผนที่ความลาดชัน (Slope)		8-21
8.4 การสร้างแบบจำลองระดับสูงเชิงตัวเลข (Digital elevation model, DEM) 3 มิติ ด้วยโปรแกรม ArcScene		8-31
คำถามท้ายบท		8-36
เอกสารอ้างอิง		9-1
ภาคผนวก		
ภาคผนวก ก ดัชนี		ก-1

สารบัญรูป

เรื่อง	หน้า
รูปที่ 1.1-1 ระบบวัฏจักรอุทกวิทยา	1-1
รูปที่ 1.1-2 วัฏจักรอุทกวิทยา	1-3
รูปที่ 1.2-1 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการไหลเข้าและออกเทียบกับเวลา (กราฟอุทก) สมการอุทกต่อเนื่อง (Hydrologic continuity equation)	1-4
รูปที่ 1.3-1 ขอบเขตพื้นที่รับน้ำลุ่มเจ้าพระยาตอนบน	1-13
รูปที่ 1.3-2 ขอบเขตพื้นที่รับน้ำในกรณีศึกษาพื้นที่น้ำท่วมหมู่บ้านวังหว่า ตำบลบ้านแฮด อำเภอบ้านแฮด จังหวัดขอนแก่น (มาตราส่วน 1: 4,000)	1-13
รูปที่ 1.3-3 ลักษณะลุ่มน้ำที่มีผลต่อการไหลของปริมาณน้ำท่า	1-14
รูปที่ 1.3-4 สภาพความลาดชัน, ความกว้าง และความจุของแม่น้ำยม (ดัดแปลงจาก กรมชลประทาน, 2548)	1-16
รูปที่ 1.3-5 การใช้ประโยชน์ที่ดินประเทศไทย (กรมพัฒนาที่ดิน, 2552)	1-21
รูปที่ 1.3-6 การใช้ประโยชน์ที่ดินในลุ่มน้ำยัง	1-23
รูปที่ 1.3-7 กราฟแสดงสัดส่วนการใช้ประโยชน์ที่ดินและร้อยละของพื้นที่ในลุ่มน้ำยัง	1-24
รูปที่ 1.3-8 ตัวอย่างกราฟการกระจายขนาดของเม็ดดิน	1-26
รูปที่ 1.3-9 สามเหลี่ยมจำแนกดินของ USDA (USDA, NRCS NSSN, 2003)	1-26
รูปที่ 1.3-8ก ตัวอย่างกราฟการกระจายขนาดของเม็ดดิน A	1-27
รูปที่ 1.3-9ก สามเหลี่ยมจำแนกดิน A	1-28
รูปที่ 1.3-10 กลุ่ม 62 ชุดดินในประเทศไทย (กรมพัฒนาที่ดิน, 2552)	1-31
รูปที่ 2-1 หน้าต่างโปรแกรม ArcGIS	2-1
รูปที่ 2.1-1 แถบเครื่องมือโปรแกรม ArcGIS	2-2
รูปที่ 2.1-2 เครื่องมือเพิ่มข้อมูลเชฟไฟล์ (Add Data)	2-2
รูปที่ 2.1-3 เครื่องมือ Table Of Contents	2-3
รูปที่ 2.1-4 เครื่องมือ ArcToolBox	2-3
รูปที่ 2.1-5 เครื่องมือ Insert	2-4
รูปที่ 2.2-1 องค์ประกอบของแผนที่	2-5
รูปที่ 2.2-2 การเพิ่มเส้น Grid	2-6
รูปที่ 2.2-3 การเพิ่ม index	2-8
รูปที่ 2.2-4 การเพิ่มสัญลักษณ์เข็มทิศเหนือ	2-8
รูปที่ 2.2-5 การเพิ่มมาตราส่วนแผนที่	2-9
รูปที่ 2.2-6 การเพิ่มคำอธิบายสัญลักษณ์	2-9
รูปที่ 2.3-1 การเพิ่มข้อมูลพื้นที่ลงใน Table Of Contents	2-10
รูปที่ 2.3-2 การเลือกพื้นที่ศึกษาในตาราง Attribute	2-11
รูปที่ 2.3-3 การตัดรูปปิดที่สัมผัส (Clip) ของพื้นที่ศึกษา	2-13
รูปที่ 2.3-4 หน้าต่าง Symbol Selector	2-13

สารบัญรูป (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
รูปที่ 2.3-5 การปรับขอบของแผนที่	2-14
รูปที่ 2.3-6 การส่งออกแผนที่ (Export Map)	2-15
รูปที่ 2.4-1 การเลือกเครื่องมือ Shapefile	2-16
รูปที่ 2.4-2 การตั้งชื่อและประเภทให้กับชั้นข้อมูล	2-16
รูปที่ 2.4-3 การเลือกตำแหน่งให้กับชั้นข้อมูล	2-17
รูปที่ 2.4-4 การปรับแต่งรูปแบบชั้นข้อมูล	2-17
รูปที่ 2.4-5 การ Add Field ให้กับชั้นข้อมูล	2-18
รูปที่ 2.4-6 วิธีสร้าง Field ให้กับข้อมูล	2-18
รูปที่ 2.4-7 การสร้างข้อมูลบนชั้นข้อมูล	2-19
รูปที่ 2.4-8 การใส่พิกัดตำแหน่ง	2-19
รูปที่ 2.5-1 การเลือกเครื่องมือ To KML	2-21
รูปที่ 2.5-2 การใช้ Layer To KML	2-22
รูปที่ 2.5-3 การใช้ Map To KML	2-23
รูปที่ 2.5-4 การเปิดไฟล์ KMZ ในโปรแกรม Google Earth	2-24
รูปที่ 2.5-5 การแก้ไขไฟล์ KMZ	2-25
รูปที่ 2.5-6 การแก้ไขข้อมูล polygon ของไฟล์ KMZ	2-26
รูปที่ 2.5-7 การบันทึกไฟล์ KMZ	2-27
รูปที่ 3.1-1 การนำเข้าข้อมูล Shapefile	3-2
รูปที่ 3.1-2 การตรวจสอบข้อมูล Shapefile กลุ่มชุดดิน	3-2
รูปที่ 3.1-3 การยุบขอบข้อมูลด้วยคำสั่ง Dissolve	3-3
รูปที่ 3.1-4 การเพิ่ม Field ให้กับชั้นข้อมูล	3-3
รูปที่ 3.1-5 การสร้างข้อมูลพร้อมกันหลายแถว	3-4
รูปที่ 3.1-6 การใส่ข้อมูลใน Field ด้วย วิธี Field Calculator	3-5
รูปที่ 3.1-7 การยุบขอบข้อมูลของกลุ่มชุดดินเชิงอุทกวิทยา	3-6
รูปที่ 3.1-8 การคำนวณพื้นที่ให้กับข้อมูลกลุ่มชุดดินอุทกวิทยา	3-7
รูปที่ 3.1-9 การเลือก Layout View	3-8
รูปที่ 3.1-10 การเพิ่มเส้น Grid ในแผนที่กลุ่มชุดดินเชิงอุทกวิทยา	3-9
รูปที่ 3.1-11 การเพิ่ม index ในแผนที่กลุ่มชุดดินเชิงอุทกวิทยา	3-11
รูปที่ 3.1-12 การเพิ่มสัญลักษณ์เข็มทิศในแผนที่กลุ่มชุดดินเชิงอุทกวิทยา	3-11
รูปที่ 3.1-13 การเพิ่มมาตราส่วนแผนที่กลุ่มชุดดินเชิงอุทกวิทยา	3-12
รูปที่ 3.1-14 การปรับแต่งสีให้กับข้อมูลกลุ่มชุดดินเชิงอุทกวิทยา	3-12
รูปที่ 3.1-15 การเพิ่มคำอธิบายสัญลักษณ์ในแผนที่กลุ่มชุดดินเชิงอุทกวิทยา	3-14
รูปที่ 3.1-16 การตั้งบันทึกกลุ่มชุดดินเชิงอุทกวิทยาเป็นแผนที่	3-16
รูปที่ 3.1-17 ร้อยละกลุ่มชุดดินเชิงอุทกวิทยาของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	3-17
รูปที่ 3-1-18 แผนที่กลุ่มชุดดินเชิงอุทกวิทยาของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	3-17

สารบัญรูป (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
รูปที่ 3.2-1 การนำเข้า Shapefile	3-18
รูปที่ 3.2-2 การตัดข้อมูลด้วยคำสั่ง Clip	3-19
รูปที่ 3.2-3 การยุบขอบข้อมูลด้วยคำสั่ง Dissolve	3-20
รูปที่ 3.2-4 การเพิ่ม Field ให้กับชั้นข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดิน	3-21
รูปที่ 3.2-5 การคำนวณพื้นที่ของ Field	3-21
รูปที่ 3.2-6 การเลือก Layout ทำแผนที่	3-22
รูปที่ 3.2-7 การเพิ่มเส้นตารางให้แผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน	3-23
รูปที่ 3.2-8 การปรับแต่งสีให้กับ Field ของแผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน	3-25
รูปที่ 3.2-9 การเพิ่มรูปภาพ Index ของแผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน	3-26
รูปที่ 3.2-10 การเพิ่มสัญลักษณ์เข็มทิศของแผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน	3-27
รูปที่ 3.2-11 การเพิ่มมาตราส่วนแผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน	3-27
รูปที่ 3.2-12 การเพิ่มคำอธิบายสัญลักษณ์แผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน	3-28
รูปที่ 3.2-13 การตั้งบันทึกเป็นแผนที่ของการใช้ประโยชน์ที่ดิน	3-29
รูปที่ 3.2-14 ร้อยละลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดินของจังหวัดขอนแก่น	3-30
รูปที่ 3.2-15 แผนที่ลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดินของจังหวัดขอนแก่น	3-31
รูปที่ 4.1-1 กลุ่มน้ำในประเทศไทย	4-4
รูปที่ 4.1-2 ข้อมูล Shapefile จุดโครงการชลประทานขนาดใหญ่และขนาดกลาง	4-6
รูปที่ 4.1-3 นำเข้า Shapefile โครงการชลประทานขนาดใหญ่และขนาดกลาง	4-6
รูปที่ 4.1-4 การนำเข้า Shapefile แหล่งน้ำผิวดิน	4-7
รูปที่ 4.1-5 การนำเข้า Shapefile พื้นที่ปลูกอ้อยและแสดงผล	4-8
รูปที่ 4.1-6 การทำแผนที่ความเหมาะสมด้านน้ำผิวดินและพื้นที่ปลูกอ้อยของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	4-10
รูปที่ 4.1-7 ร้อยละระหว่างพื้นที่ปลูกอ้อยนอกเขตและในเขตชลประทาน	4-11
รูปที่ 4.1-8 แผนที่พื้นที่ปลูกอ้อยในพื้นที่ชลประทานและนอกเขตชลประทาน	4-12
รูปที่ 4.2-1 แอ่งน้ำใต้ดิน (groundwater basin) ที่สำคัญในประเทศไทย	4-15
รูปที่ 4.2-2 การนำเข้า Shapefile น้ำใต้ดิน	4-16
รูปที่ 4.2-3 การใช้เครื่องมือ Select By Attributes	4-17
รูปที่ 4.2-4 การใส่ข้อมูลใน Field ด้วยวิธี Field Calculator	4-18
รูปที่ 4.2-5 การคำนวณปริมาณพื้นที่ให้กับข้อมูล	4-20
รูปที่ 4.2-6 ความเหมาะสมด้านคุณภาพน้ำใต้ดิน	4-20
รูปที่ 4.2-7 ร้อยละความเหมาะสมด้านคุณภาพน้ำใต้ดินภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	4-21
รูปที่ 4.2-8 แผนที่เกณฑ์ความเหมาะสมด้านคุณภาพน้ำใต้ดินภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	4-22
รูปที่ 5.1-1 รวบรวมข้อมูลฝนเป็นรายเดือน	5-2
รูปที่ 5.1-2 การกรอกข้อมูลลงบน Shapefile ในโปรแกรม ArcGIS	5-2

สารบัญรูป (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
รูปที่ 5.1-3 การนำเข้า Shapefile สถานีอุตุนิยมวิทยาและขอบเขตพื้นที่	5-3
รูปที่ 5.1-4 การเลือกใช้คำสั่ง Thiessen	5-3
รูปที่ 5.1-5 การใช้เครื่องมือธีสเซน	5-4
รูปที่ 5.1-6 การตัดข้อมูลด้วยวิธีการ Clip	5-5
รูปที่ 5.1-7 การคำนวณพื้นที่ของแต่ละสถานี	5-7
รูปที่ 5.1-8 คำนวณฝนเชิงพื้นที่โดยวิธีธีสเซนใน Microsoft Excel	5-8
รูปที่ 5.2-1 รูปแบบการกระจายข้อมูลของวิธี Kriging	5-11
รูปที่ 5.2-2 การใช้เครื่องมือ Kriging	5-14
รูปที่ 5.2-3 การตัดข้อมูล Raster	5-16
รูปที่ 5.2-4 การปรับแต่งสีและข้อมูล Raster	5-16
รูปที่ 5.2-5 การเลือก Layout View	5-17
รูปที่ 5.2-6 การเพิ่มเส้น Grid แผนที่ปริมาณฝนเฉลี่ยรายปีภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	5-18
รูปที่ 5.2-7 การเพิ่ม Index แผนที่ปริมาณฝนเฉลี่ยรายปีภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	5-20
รูปที่ 5.2-8 การเพิ่มสัญลักษณ์เข็มทิศแผนที่ปริมาณฝนเฉลี่ยรายปีภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	5-20
รูปที่ 5.2-9 การเพิ่มมาตราส่วนแผนที่ปริมาณฝนเฉลี่ยรายปีภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	5-21
รูปที่ 5.2-10 การเพิ่มคำอธิบายสัญลักษณ์แผนที่ปริมาณฝนเฉลี่ยรายปีภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	5-21
รูปที่ 5.2-11 การตั้งค่าบันทึกเป็นแผนที่ปริมาณฝนเฉลี่ยรายปีภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	5-23
รูปที่ 5.2-12 ค่าการกระจายปริมาณฝนเฉลี่ยรายปีคาบ 30 ปี ของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	5-24
รูปที่ 6.1-1 ค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของอ้อย (Kc) ในแต่ละช่วงการเจริญเติบโต	6-2
รูปที่ 6.1-2 ข้อมูลปริมาณฝนเชิงพื้นที่	6-4
รูปที่ 6.1-3 การยุบขอบข้อมูลด้วยคำสั่ง Dissolve	6-4
รูปที่ 6.1-4 รูปแบบตารางที่ใช้คำนวณ Drought index ในโปรแกรม Microsoft Excel	6-5
รูปที่ 6.1-5 การกรอกค่าปริมาณความต้องการน้ำของพืชลงบน Microsoft Excel	6-8
รูปที่ 6.1-6 การกรอกข้อมูลค่าต่าง ๆ	6-8
รูปที่ 6.1-7 รวบรวมข้อมูลฝนเป็นรายเดือน	6-9
รูปที่ 6.1-8 แบ่งระดับความรุนแรงดัชนีความแห้งแล้ง	6-10
รูปที่ 6.1-9 กรอกข้อมูลที่คำนวณได้ลงบนชั้นข้อมูล	6-10
รูปที่ 6.1-10 การปรับแต่งสีแบ่งระดับความแห้งแล้ง	6-11
รูปที่ 6.1-11 แบ่งสีตามระดับความแห้งแล้ง	6-12
รูปที่ 6.1-12 การปรับแต่งแผนที่ดัชนีความแห้งแล้งของอำเภอบ้านแฮด จังหวัดขอนแก่น	6-13
รูปที่ 6.1-13 กราฟเปรียบเทียบร้อยละดัชนีความแห้งแล้ง	6-15
รูปที่ 6.1-14 ดัชนีความแห้งแล้งเดือนกันยายนของอำเภอบ้านแฮด จังหวัดขอนแก่น	6-16
รูปที่ 6.1-15 ดัชนีความแห้งแล้งเดือนมีนาคมของอำเภอบ้านแฮด จังหวัดขอนแก่น	6-17
รูปที่ 6.1-16 ดัชนีความแห้งแล้งเดือนพฤษภาคมของอำเภอบ้านแฮด จังหวัดขอนแก่น	6-18
รูปที่ 6.1-17 การเปรียบเทียบการประเมินดัชนีความแห้งแล้งเดือนมีนาคมที่เกิดขึ้นจริง	6-20

สารบัญรูป (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
รูปที่ 7.2-1 หลักการของ NRCS-CN	7-2
รูปที่ 7.2-2 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่า Q, P และ CN	7-6
รูปที่ 7.2-3 พื้นที่รับน้ำขนาด 1,000 km ²	7-8
รูปที่ 7.2-4 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่า Q, P และ CN	7-10
รูปที่ 7.2-5 ลุ่มน้ำห้วยตะโค่ง	7-14
รูปที่ 7.2-6 ตาราง Attribute แสดงข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดิน	7-15
รูปที่ 7.2-7 ตารางแสดงระดับความละเอียด GUL_DESC ในตาราง Attribute	7-16
รูปที่ 7.2-8 การใช้เครื่องมือ Dissolve การใช้ประโยชน์ที่ดิน	7-17
รูปที่ 7.2-9 ตาราง Attribute ที่ได้จากการจัดกลุ่มชุดดิน	7-18
รูปที่ 7.2-10 การซ้อนทับข้อมูลด้วยคำสั่ง Intersect	7-19
รูปที่ 7.2-11 ตาราง Attribute ที่แสดงข้อมูลหลังจากใช้คำสั่ง Intersect	7-19
รูปที่ 7.2-12 พื้นที่ฝนเฉลี่ยของทฤษฎีธีสเซน (Thiessen method)	7-20
รูปที่ 7.2-13 รายการคำนวณค่าฝนเฉลี่ย (P) ทฤษฎีของธีสเซน (Thiessen method)	7-21
รูปที่ 7.2-14 การวิเคราะห์ค่า CN จากตารางมาตรฐาน	7-21
รูปที่ 7.2-15 การหาคำนวนวิธี NRCS Curve Number ด้วยโปรแกรม Microsoft Excel	7-22
รูปที่ 8.1-1 แบบจำลองระดับสูงเชิงตัวเลขลุ่มน้ำลำตะโค่ง จังหวัดบุรีรัมย์	8-2
รูปที่ 8.1-2 การนำเข้าข้อมูลแบบจำลองระดับสูงเชิงตัวเลข	8-3
รูปที่ 8.1-3 ขั้นตอนการสร้าง Fill	8-4
รูปที่ 8.1-4 ลักษณะของ Fill ข้อมูลที่ถูกสร้างขึ้น	8-4
รูปที่ 8.1-5 ขั้นตอนการสร้างทิศทางการไหล (Flow Direction)	8-5
รูปที่ 8.1-6 ลักษณะทิศทางการไหล (Flow Direction) ที่ถูกสร้าง	8-6
รูปที่ 8.1-7 ขั้นตอนการสร้างลุ่มน้ำ	8-7
รูปที่ 8.1-8 ขั้นตอนการปรับข้อมูลแรสเตอร์ (Raster) ให้เป็นโพลีกอน (Polygon)	8-8
รูปที่ 8.1-9 พื้นที่ลุ่มน้ำที่ต้องการศึกษา	8-10
รูปที่ 8.1-10 ขั้นตอนการสร้าง Flow Accumulation	8-11
รูปที่ 8.1-11 ขั้นตอนการสร้างเส้นลำน้ำ	8-12
รูปที่ 8.1-12 ขั้นตอนการเปลี่ยนข้อมูลแรสเตอร์ (Raster) เป็น Polyline	8-14
รูปที่ 8.1-13 ลำน้ำในลุ่มน้ำยม	8-16
รูปที่ 8.2-1 แผนที่ 1: 50,000 จังหวัดขอนแก่น	8-17
รูปที่ 8.2-2 ตำแหน่งเครื่องมือที่ใช้สร้าง Contour	8-18
รูปที่ 8.2-3 ขั้นตอนการสร้าง Contour จาก DEM	8-19
รูปที่ 8.2-4 ผลแสดงหน้าจอ Contour	8-19
รูปที่ 8.2-5 ภาพขยายหน้าจอแสดงผล Contour	8-20
รูปที่ 8.3-1 เส้นลำน้ำที่ได้จากคำสั่ง Flowacc > 500,000	8-21
รูปที่ 8.3-2 การเรียกแถบเครื่องมือ 3D Analyst เพื่อพร้อมใช้งาน	8-22

เรื่อง	สารบัญรูป (ต่อ)	หน้า
รูปที่ 8.3-3	ขั้นตอนการสร้าง Profile Graph	8-23
รูปที่ 8.3-4	ตารางคำนวณความชันของลำน้ำ	8-23
รูปที่ 8.3-5	การนำเข้าข้อมูล DEM	8-25
รูปที่ 8.3-6	ขั้นตอนการสร้าง Slope	8-26
รูปที่ 8.3-7	ขั้นตอนการสร้างแผนที่ความลาดชัน	8-27
รูปที่ 8.3-8	การใส่องค์ประกอบของแผนที่แสดงความลาดชัน	8-29
รูปที่ 8.3-9	แผนที่แสดงความลาดชันในจังหวัดขอนแก่น	8-30
รูปที่ 8.4-1	การนำเข้าข้อมูล DEM	8-31
รูปที่ 8.4-2	การสร้างข้อมูล 3 มิติ	8-32
รูปที่ 8.4-3	การกำหนดสีของข้อมูล DEM	8-32
รูปที่ 8.4-4	การกำหนดค่าของข้อมูล 3 มิติ	8-33
รูปที่ 8.4-5	ข้อมูลที่ได้จากการสร้าง	8-34
รูปที่ 8.4-6	การส่งออกข้อมูลเป็นไฟล์รูปภาพ	8-35
รูปที่ 8.4-7	ข้อมูลที่ส่งออกในรูปแบบ 2 มิติ	8-35

สารบัญตาราง

เรื่อง	หน้า
ตารางที่ 1.1-1 ค่าปริมาณเก็บกักและค่าเวลาดำรงอยู่ของปริมาณน้ำโดยประมาณในส่วนต่าง ของโลก (UNESCO, 1978)	1-3
ตารางที่ 1.3-1 ระดับความสูงของแม่น้ำยมที่ไหลผ่านจังหวัดพะเยาและแพร่	1-18
ตารางที่ 1.3-2 ประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินประเทศไทย (กรมพัฒนาที่ดิน, 2552)	1-22
ตารางที่ 1.3-3 ประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินในกลุ่มน้ำยัง	1-23
ตารางที่ 1.3-4 ประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินและร้อยละของพื้นที่ในกลุ่มน้ำยัง	1-24
ตารางที่ 1.3-5 การจำแนกเนื้อดินตามหลักของ USDA (U.S. Department of Agriculture)	1-25
ตารางที่ 1.3-6 การจำแนกเนื้อดินทราย	1-25
ตารางที่ 1.3-7 ดินเชิงอุทก Texture Description for Hydrologic Soil Groups (Thomas A., Seybery, 2006)	1-29
ตารางที่ 1.3-8 เปรียบเทียบอุทกวิทยากลุ่มดินและกลุ่มดินในประเทศไทย (Hydrologic Soil Groups in Thailand)	1-30
ตารางที่ 3.1-1 การแบ่งกลุ่มชุดดินเชิงอุทกวิทยา	3-1
ตารางที่ 3.1-2 กลุ่มชุดดินเชิงอุทกวิทยาของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	3-16
ตารางที่ 3.2-1 ลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดินของจังหวัดขอนแก่น	3-30
ตารางที่ 4.1-1 รายชื่อลุ่มน้ำ ปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยช่วงฤดูฝน ช่วงฤดูแล้ง (วีระพล, 2542)	4-2
ตารางที่ 4.1-2 กลุ่มลุ่มน้ำหลักและลุ่มน้ำหลักในประเทศไทย (วีระพล, 2547)	4-5
ตารางที่ 4.1-3 พื้นที่ปลูกอ้อยในพื้นที่ชลประทานและนอกเขตชลประทาน	4-11
ตารางที่ 4.2-1 แอ่งน้ำใต้ดินของประเทศไทย (มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2549)	4-13
ตารางที่ 4.2-2 ความเหมาะสมด้านคุณภาพน้ำใต้ดินภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	4-21
ตารางที่ 5.1-1 แสดงการคำนวณปริมาณฝนเฉลี่ยรายปีสูงสุดปี พ.ศ. 2556	5-9
ตารางที่ 6.1-1 เกณฑ์ดัชนีความแห้งแล้ง	6-3
ตารางที่ 6.1-2 ข้อมูลค่าปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิง (ET _o) ในจังหวัดขอนแก่น โดยคำนวณ จากโปรแกรม CROPWAT	6-6
ตารางที่ 6.1-3 ค่าสัมประสิทธิ์ความต้องการน้ำของพืชรายเดือน (K _c)	6-7
ตารางที่ 6.1-4 ดัชนีความแห้งแล้งเดือนกันยายนของอำเภอบ้านแฮด จังหวัดขอนแก่น	6-14
ตารางที่ 6.1-5 ดัชนีความแห้งแล้งเดือนมีนาคมของอำเภอบ้านแฮด จังหวัดขอนแก่น	6-14
ตารางที่ 6.1-6 ดัชนีความแห้งแล้งเดือนพฤษภาคมของอำเภอบ้านแฮด จังหวัดขอนแก่น	6-15
ตารางที่ 6.1-7 ผลของการเปรียบเทียบดัชนีความแห้งแล้งเดือนมีนาคมของพื้นที่ปลูกพืช 5 ชนิด	6-19
ตารางที่ 7.2-1 ค่า CN สำหรับการใช้น้ำที่ดินแบบต่าง ๆ สำหรับ AMCII เมื่อ Ia=0.2S	7-5
ตารางที่ 7.2-2 กลุ่มดินเชิงอุทก (Hydrologic Soil Group)	7-7

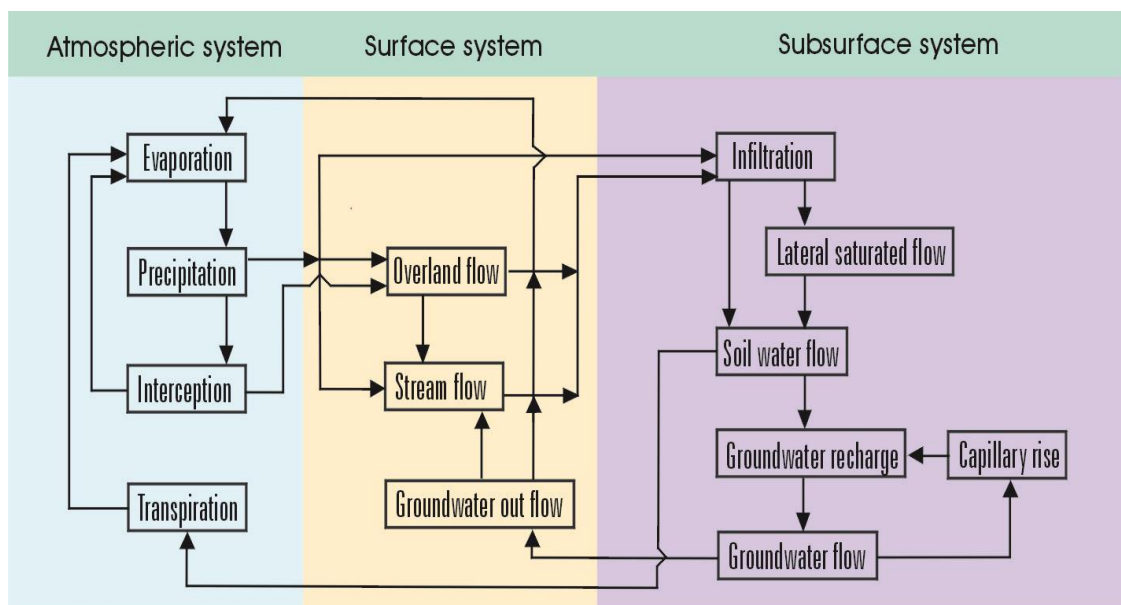
บทที่ 1 บทนำ

Chapter 1 Introduction

บทนำจะเป็นการกล่าวถึงเนื้อหาพื้นฐานที่สำคัญในการจัดการแหล่งน้ำ ซึ่งอยู่ด้วยกัน 3 ส่วนคือ ส่วนแรก (1.1) จะเป็นการอธิบายการแบ่งระบบของวัฏจักรอุทกวิทยาว่าประกอบไปด้วยกี่ส่วน ในแต่ละส่วนมีความเชื่อมโยงและสัมพันธ์กันอย่างไร (1.2) สมการอุทกต่อเนื่อง (Hydrologic continuity equation) หรือ หลักการสมดุลน้ำ (Water balance) เป็นสมการที่นำปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นในระบบอุทกวิทยานำมาเขียนเป็นตัวเลขและสร้างเป็นสมการขึ้นมา เพื่อหาคำตอบหรือตัวเลขที่สามารถนำไปแก้ปัญหาหรือจัดการแหล่งน้ำต่อไป (1.3) พื้นที่รับน้ำและการจัดการ (Watershed area and Management) เป็นหัวข้อที่จะอธิบายถึงความสำคัญของพื้นที่รับน้ำซึ่งเปรียบเสมือนระบบหรือตัวกลางที่ทำหน้าที่เชื่อมต่อหรือเริ่มต้นกระบวนการต่าง ๆ ในการบริหารจัดการน้ำ และกล่าวถึงความสัมพันธ์ของลักษณะของพื้นที่รับน้ำที่สำคัญต่าง ๆ ต่อการจัดการ เช่น ขอบเขตของพื้นที่รับน้ำ (boundary watershed ลักษณะพื้นที่ (area characteristic) เป็นต้น แสดงรายละเอียดดังต่อไปนี้

1.1 ระบบและวัฏจักรอุทกวิทยา (System and Hydrologic Cycle)

พื้นฐานการจัดการแหล่งน้ำต้องอาศัยความรู้และความเข้าใจหลักการของ “ระบบและวัฏจักรอุทกวิทยา (system and hydrologic cycle)” ซึ่งสามารถแบ่งออกได้ตามลักษณะต้นกำเนิดของแต่ละกระบวนการเป็น 3 ระบบด้วยกัน คือ 1) ระบบบรรยากาศ (Atmospheric system), 2) ระบบผิวดิน (Surface system) และ 3) ระบบใต้ผิวดิน (Subsurface system) โดยในแต่ละกระบวนการจะมีความสัมพันธ์และเกี่ยวข้องกันเป็นวงจรหรือวัฏจักร แสดงได้ดังรูปที่ 1.1-1



รูปที่ 1.1-1 ระบบวัฏจักรอุทกวิทยา

1) ระบบน้ำบรรยากาศ (atmospheric system)

ประกอบด้วยส่วนสำคัญ ได้แก่ ฝน (precipitation) การดัก (interception) การระเหย (evaporation) และการคายน้ำ (transpiration) น้ำเหล่านี้อาศัยอยู่ในบรรยากาศ อาจอยู่ในรูปของของแข็ง ของเหลว หรือแก๊ส อุทกวิทยาของระบบนี้ มีความสัมพันธ์กับอุตุนิยมวิทยา ซึ่งพิจารณาความสูงจากผิวโลกขึ้นไปถึงประมาณ 15 กิโลเมตร (Chow et al., 1988)

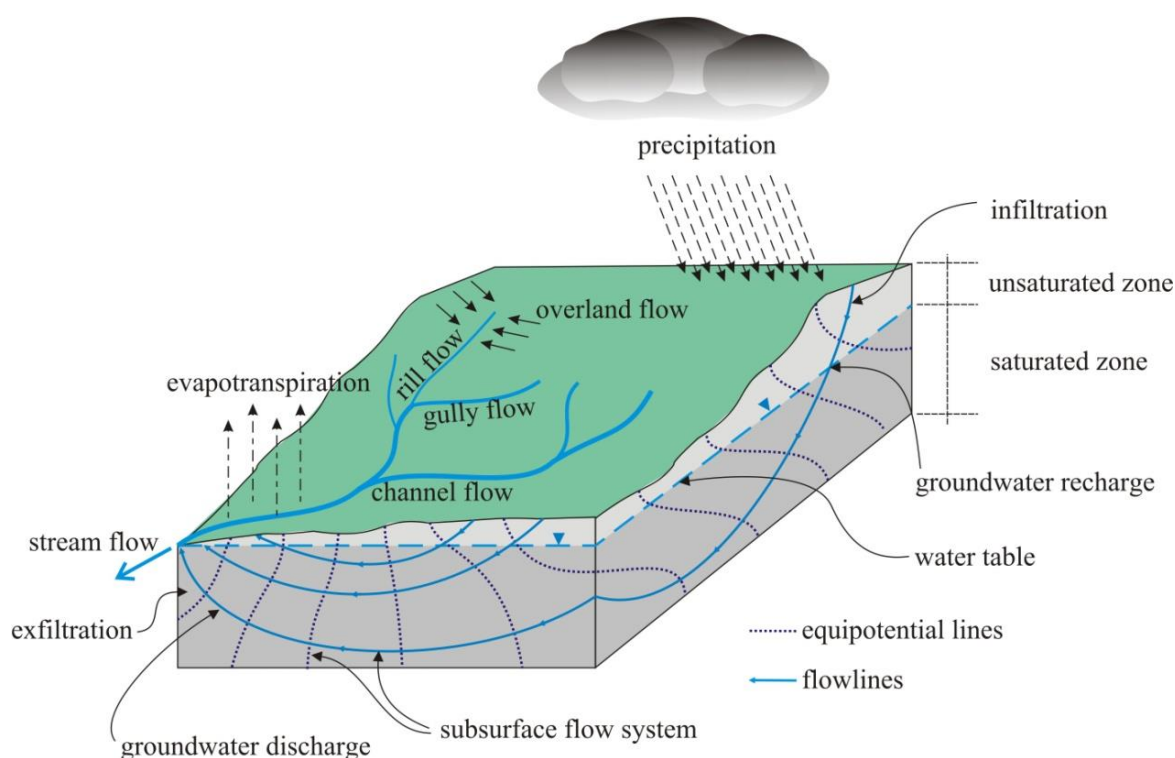
2) ระบบน้ำผิวดิน (surface system)

ประกอบด้วย การไหลบ่า (overland flow) การไหลในลำน้ำ (stream flow) และน้ำใต้ดินไหลออก (groundwater outflow) สำหรับการไหลบ่าเมื่อรวมกับการไหลในลำน้ำบางครั้ง เรียกว่า การไหลผิวดิน (surface runoff) น้ำในระบบนี้ดำรงอยู่บนผิวดิน ได้แก่ น้ำในแม่น้ำลำคลอง หนอง บึง ทะเลสาบ ทะเล มหาสมุทร รวมถึงน้ำแข็งบนภูเขาสูง และที่ขั้วโลกด้วย อุทกวิทยาของน้ำในระบบเหนือผิวดินนี้สัมพันธ์กับชลศาสตร์ และธรณีสัณฐานวิทยา (geomorphology)

3) ระบบน้ำใต้ผิวดิน (subsurface system)

ประกอบด้วย การซึม (infiltration) การไหลของน้ำในดิน (soil water flow) การไหลของน้ำใต้ดิน (groundwater flow) รวมถึงการซึมลึก (percolation) และการเคลื่อนที่แบบคาพิลลารี (capillary rise) น้ำในส่วนนี้อยู่ในชั้นดินและหิน (lithosphere) มีอยู่ทั้ง 3 สถานะ คือ ของแข็ง ของเหลว และแก๊ส อุทกวิทยาพิจารณาน้ำในระบบนี้ลึกลงไปประมาณ 1 กิโลเมตร และอุทกวิทยาในระบบนี้ต้องอาศัยความรู้ทางปฐพีศาสตร์ อุทกธรณีวิทยา และธรณีวิทยา

เมื่อพิจารณาถึงรายละเอียดในแต่ละระบบคือ ระบบบรรยากาศ, ระบบผิวดิน และระบบใต้ผิวดิน จะสามารถอธิบายถึงกระบวนการต่างที่เกิดขึ้นได้ดังรูปที่ 1.1-2 ซึ่งแสดงให้เห็นถึงกระบวนการที่มีความเกี่ยวข้องและสัมพันธ์กันเป็นวงจรที่ต่อเนื่องกันซึ่งเรียกว่า **วัฏจักรอุทกวิทยา (Hydrologic Cycle)** กระบวนการเหล่านี้ได้แก่ ฝน (precipitation), การไหลบ่า (overland flow), การไหลในลำน้ำ (channel flow), การซึม (infiltration), การไหลน้ำใต้ดิน (groundwater flow) และการคายระเหย (evapotranspiration) ซึ่งกระบวนการเหล่านี้ล้วนมีส่วนสำคัญและเกี่ยวข้องกับการวางแผนและการจัดการน้ำทั้งสิ้น



รูปที่ 1.1-2 วัฏจักรอุทกวิทยา

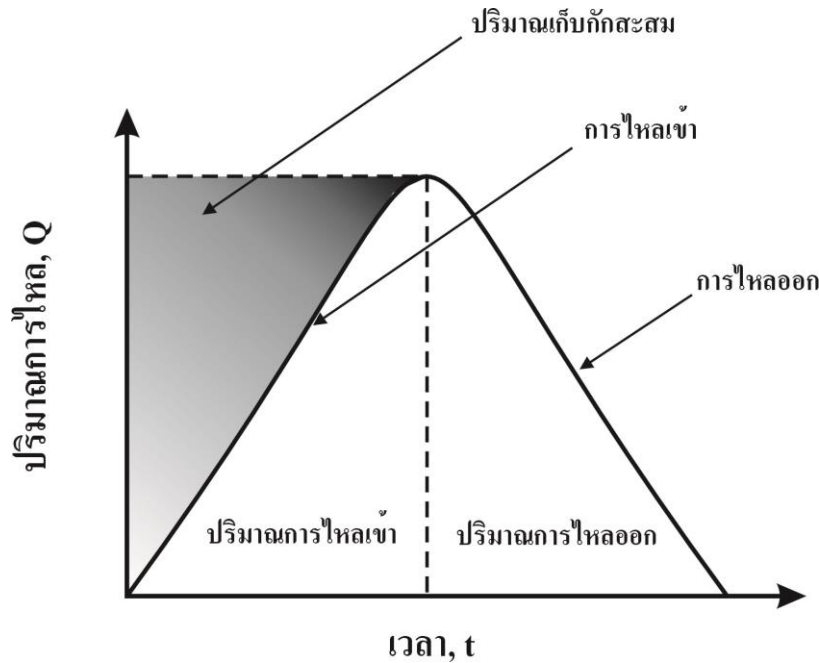
ปริมาณน้ำโดยประมาณที่สะสมอยู่ในโลกสามารถแบ่งออกได้ตามประเภทลักษณะการเก็บกักได้ดังนี้ 96.5 % อยู่ในมหาสมุทร 1.69 % อยู่ในส่วนกักเก็บใต้ดิน และอีก 1.74 % อยู่ในส่วนที่ถูกแช่แข็ง และเมื่อรวมแล้วจะได้ 99.93 % (Thompson, 1999) ซึ่งที่เหลือจะถูกเก็บกักไว้ในส่วนต่าง ๆ เช่น ในบรรยากาศ, แม่น้ำ, และในดิน เป็นต้น ปริมาณน้ำที่เก็บกักและค่าเวลาดำรงอยู่ (residence time) (วิชัย, 2552) ของปริมาณน้ำแสดงได้ดังตารางที่ 1.1-1

ตารางที่ 1.1-1 ค่าปริมาณเก็บกักและค่าเวลาดำรงอยู่ของปริมาณน้ำโดยประมาณในส่วนต่างของโลก (UNESCO, 1978)

ตำแหน่งเก็บกัก	ปริมาณ (10^3 km^3)	เปอร์เซ็นต์น้ำสะสม (%)	เวลาดำรงอยู่ (ปี)
มหาสมุทร	1,338,000	96.5	2,650
น้ำแข็งและธารน้ำแข็ง	24,064	1.74	100 - 200,000
น้ำใต้ดิน - น้ำจืด	10,530	0.76	1 - 10,000
- น้ำเค็ม	12,870	0.93	1 - 10,000
หนองบึง - น้ำจืด	91	0.007	100
- น้ำเค็ม	85.4	0.006	100
ในดิน	16.5	0.001	0.25 (2 - 3 เดือน)
บรรยากาศ	12.9	0.001	0.022 (8 วัน)
แม่น้ำ	2.12	0.0002	0.05 (20 วัน)

1.2 สมการอุทกต่อเนื่อง (Hydrologic continuity equation)

สมการอุทกต่อเนื่อง (Hydrologic continuity equation) หรือ หลักการสมดุลน้ำ (Water balance) เป็นสมการที่อาศัยความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณการไหลเข้าและออกเทียบกับเวลา ซึ่งความสัมพันธ์ดังกล่าวเมื่อทำการวาดกราฟความสัมพันธ์ของทั้งสอง จะเรียกว่า กราฟอุทก แสดงได้ดังรูปที่ 1.2-1 และใช้ในการคำนวณหรือประมาณค่าของระบบต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในวัฏจักรอุทกวิทยา เพื่อใช้เป็นหลักพื้นฐานในการออกแบบในการจัดการทรัพยากรน้ำ สามารถแสดงได้ดังสมการที่ (1.1)



รูปที่ 1.2-1 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการไหลเข้าและออกเทียบกับเวลา (กราฟอุทก)
สมการอุทกต่อเนื่อง (Hydrologic continuity equation)

$$I - Q = \frac{ds}{dt} \quad 1.1$$

โดยที่

I คือ ปริมาณที่ไหลเข้า (Inflow), ปริมาณ/เวลา

Q คือ ปริมาณที่ไหลออก (Outflow), ปริมาณ/เวลา

$\frac{ds}{dt}$ คือ การเปลี่ยนแปลงของส่วนเก็บกัก (Change in storage), ปริมาณ/เวลา

ระบบในอุทกวิทยาสามารถเขียนเป็นสมการโดยอาศัยสมการอุทกต่อเนื่อง หรือหลักการสมดุลน้ำ โดยหากพิจารณาเริ่มต้นจากฝน (Precipitation, P), การไหลบนผิวดินหรือไหลบ่า (Surface runoff, R), การไหลน้ำใต้ดิน (Groundwater flow, G), การระเหย (Evaporation, E), การคายน้ำ (Transpiration, T), และ การเปลี่ยนแปลงของส่วนเก็บกัก (Change in storage, ΔS) แสดงได้ดังสมการที่ (1.2)

$$P - R - G - E - T = \Delta S$$

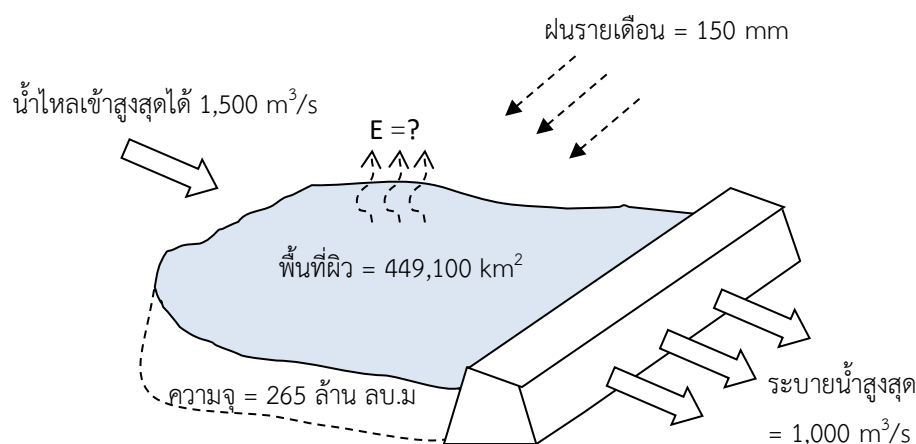
1.2

ซึ่งค่าต่าง ๆ ที่อยู่ในสมการจะมีหน่วยเหมือนกันเป็นความลึก 1 มิติ เช่น นิ้ว (in) หรือ เซนติเมตร (cm) เป็นต้น

ค่าสัมประสิทธิ์การไหล (Runoff coefficient, C)

หากพิจารณาจากสมการ ค่าสัมประสิทธิ์การไหล (Runoff coefficient, C) สามารถแสดงได้ในรูปของ **สัดส่วนของการไหลบนผิวดินต่อฝน**, R/P โดยพิจารณาการซึมของน้ำลงสู่ผิวดินมีผลน้อยมาก และไม่มีการไหลของน้ำใต้ดิน เมื่อนำผลการคำนวณจากสมการที่ (1.2) สามารถเปลี่ยนความลึก (in, cm และ m) ให้เป็นปริมาตรของน้ำได้โดยทำการคูณขนาดของพื้นที่รับน้ำ (Watershed area) จะทำให้ได้ค่าปริมาณน้ำต้นทุนของพื้นที่นั้น ๆ ได้

ตัวอย่างที่ 1.1 ฝ่ายหนองหอย อำเภอป่าพอง จังหวัดขอนแก่น มีพื้นที่ผิวน้ำเก็บกักประมาณ 449,100 km² มีน้ำไหลเข้าสูงสุดได้ 1,500 m³/s และสามารถระบายน้ำสูงสุดได้ 1,000 m³/s โดยที่มีความจุได้ 265 ล้าน ลบ.ม จากข้อมูลรายเดือน ทำการวัดฝนรายเดือนได้ 150 mm โดยกำหนดให้ผลที่เกิดจากการซึมของฝ่ายมีน้อยมาก จงคำนวณหาอัตราการระเหยที่จะเกิดขึ้น



วิธีทำ 1) พิจารณาจากสมการอุทกต่อเนื่อง

$$I - Q = \frac{ds}{dt}$$

พิจารณาโจทย์จัดกลุ่ม ปริมาณที่ไหลเข้า (Inflow), และ ปริมาณที่ไหลออก (Outflow)

$$P - R - G - E - T = \Delta S$$

จัดสมการใหม่

$$E = I - Q + P - \Delta S$$

2) คำนวณค่าปริมาณการไหลเข้า (Inflow, I)

$$I = \frac{1,500 \left[\frac{\text{m}^3}{\text{s}} \right] \times \frac{3,600\text{s}}{\text{hr}} \times \frac{24\text{hr}}{\text{day}} \times \frac{30\text{day}}{\text{month}} \times 1\text{month}}{449,100 \text{ km}^2 \times \frac{1,000 \times 1,000 \text{ m}^2}{\text{km}^2}}$$

$$I = \frac{3,888,000,000 \text{ m}^3}{449,100,000,000 \text{ m}^2}$$

$$I = 0.008657 \text{ m} = 8.66 \text{ mm}$$

3) คำนวณค่าปริมาณการไหลออก (Outflow, Q)

$$Q = \frac{1,000 \left[\frac{\text{m}^3}{\text{s}} \right] \times \frac{3,600\text{s}}{\text{hr}} \times \frac{24\text{hr}}{\text{day}} \times \frac{30\text{day}}{\text{month}} \times 1\text{month}}{449,100 \text{ km}^2 \times \frac{1,000 \times 1,000 \text{ m}^2}{\text{km}^2}}$$

$$Q = \frac{2,592,000,000 \text{ m}^3}{449,100,000,000 \text{ m}^2}$$

$$Q = 0.005772 \text{ m} = 5.77 \text{ mm}$$

4) คำนวณค่าการเปลี่ยนแปลงของส่วนเก็บกัก (Change in storage, ΔS)

$$\Delta S = \frac{2,650,000,000 \text{ m}^3}{449,100 \text{ km}^2 \times \frac{1,000 \times 1,000 \text{ m}^2}{\text{km}^2}}$$

$$\Delta S = 0.005901 \text{ m} = 5.90 \text{ mm}$$

5) คำนวณค่าอัตราการระเหยที่จะเกิดขึ้น

$$E = I - Q + P - \Delta S$$

$$E = 8.65 - 5.77 + 150 - 5.90 \text{ mm}$$

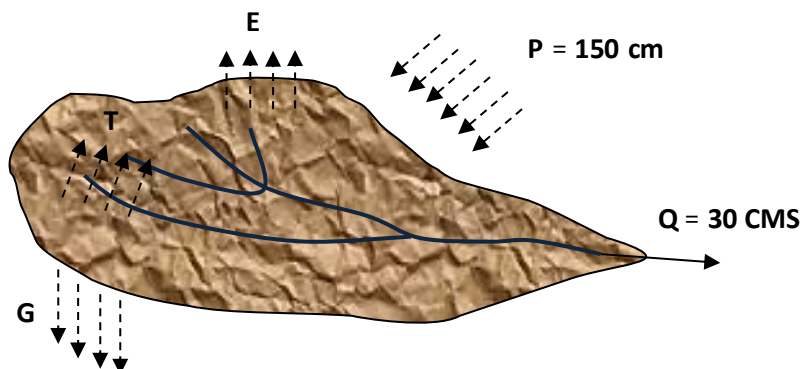
$$E = 146.98 \text{ mm}$$

ดังนั้นค่าอัตราการระเหยมีค่าเท่ากับ **146.98 mm** ตอบ

บทที่ 1

บทนำ

ตัวอย่างที่ 1.2 พื้นที่รับน้ำขนาด $2,500 \text{ km}^2$ มีฝนรายเดือนตก (P) 150 cm โดยทำการวัดอัตราการไหลออกจากลำน้ำในพื้นที่ได้ (Q) $30 \text{ m}^3/\text{s}$ กำหนดให้ระดับน้ำในพื้นที่มีค่าที่ตลอดทั้งเดือน จงคำนวณหาค่าการสูญเสียรวมของพื้นที่ดังรูป พร้อมทั้งคำนวณค่าสัมประสิทธิ์การไหล (runoff coefficient, C)



วิธีทำ

1) พิจารณาค่าการสูญเสียรวมในพื้นที่

$$\text{จากสมการที่ (1.2)} \quad P - R - G - E - T = \Delta S$$

$$\text{จัดสมการใหม่} \quad G - E - T = P - R - \Delta S$$

ระดับน้ำคงที่ ΔS เท่ากับ 0

$$G - E - T = 150 - \frac{30 \frac{\text{m}^3}{\text{s}} \times \frac{86,400 \text{ s}}{\text{day}} \times \frac{365 \text{ day}}{\text{yr}} \times \frac{100 \text{ cm}}{\text{m}}}{2,500 \text{ km}^2 \times \frac{1,000 \times 1,000 \text{ m}^2}{\text{km}^2}}$$

$$G - E - T = 150 - 37.9 \text{ cm}$$

$$G - E - T = 112.1 \text{ cm} \quad \text{ตอบ}$$

2) ค่าสัมประสิทธิ์การไหล (runoff coefficient, C)

สัดส่วนของการไหลบนผิวดินต่อฝน, R/P เมื่อ $R = 37.9 \text{ cm}$ และ $P = 150 \text{ cm}$

$$C = R/P = 37.9/150 = 0.25 \quad \text{ตอบ}$$

ตัวอย่างที่ 1.3 อ่างเก็บน้ำห้วยทวน อำเภอบ้านดุง จังหวัดอุดรธานี มีพื้นที่รับน้ำ 55 km² มีพื้นที่ผิวน้ำเฉลี่ย 2.5 km² มีน้ำในอ่างเฉลี่ย 6.5 ล้าน ลบ.ม. จากข้อมูล 30 ปี พบว่าฝนเฉลี่ยรายปี 1,440 mm อัตราการไหลออกจากอ่างเฉลี่ย 0.476 m³/s สมมติว่าการไหลของน้ำใต้ดินมีผลน้อยมาก โดยพื้นที่มีค่า runoff coefficient, C = 0.20

1. จงคำนวณหาปริมาณการไหลเข้าที่มาจากพื้นที่รับน้ำ และ ปริมาณการไหลเข้าที่เกิดจากฝนที่ตกลงอ่าง ($Q = CiA$)
2. จงคำนวณหาอัตราการระเหยเฉลี่ยรายปีของอ่างเก็บน้ำ

วิธีทำ

- 1) ปริมาณการไหลเข้าที่มาจากพื้นที่รับน้ำ

พิจารณาได้จากฝนเฉลี่ยรายปีในพื้นที่ 1,440 mm และพื้นที่รับน้ำ, $A = 55 \text{ km}^2$

กำหนดให้ปริมาณการไหลเข้า = I_w

$$I_w = CiA$$

$$I_w = 0.20 \times 1,440 \text{ mm} \times \frac{1 \text{ m}}{1,000 \text{ mm}} \times 55 \text{ km}^2 \times \frac{10^6 \text{ m}^2}{\text{km}^2}$$

$$I_w = 15.84 \times 10^6 \text{ m}^3 \quad \text{ตอบ}$$

- 2) ปริมาณการไหลเข้าที่มาจากอ่างเก็บน้ำ

พิจารณาได้จากฝนเฉลี่ยรายปีในพื้นที่ 1440 mm และพื้นที่ผิวน้ำเฉลี่ย, $A_w = 2.5 \text{ km}^2$

กำหนดให้ปริมาณการไหลเข้า = I_R

$$I_R = iA_w$$

$$I_R = 1,440 \text{ mm} \times \frac{1 \text{ m}}{1,000 \text{ mm}} \times 2.5 \text{ km}^2 \times \frac{10^6 \text{ m}^2}{\text{km}^2}$$

$$I_R = 3.6 \times 10^6 \text{ m}^3 \quad \text{ตอบ}$$

- 3) ปริมาณการไหลเข้ารวม

$$I = I_w + I_R = (15.84 + 3.6) \times 10^6 \text{ m}^3$$

$$I = 19.44 \times 10^6 \text{ m}^3 \quad \text{ตอบ}$$

4) อัตราการระเหยเฉลี่ยรายปีของอ่างเก็บน้ำ

พิจารณาจากสมการอุทกต่อเนื่อง ทราบค่าปริมาณการไหลเข้ารวม (I)

$$I - Q = \frac{ds}{dt}$$

หาค่าปริมาณการไหลออกรายปี, Q เมื่อ อัตราการไหลออกจากอ่างเฉลี่ย $0.476 \text{ m}^3/\text{s}$

$$Q = 0.476 \frac{\text{m}}{\text{s}} \times \frac{3,600\text{s} \times 24\text{hr} \times 365 \text{ day}}{\text{m} \times \text{hr} \times \text{year}} = 15.011 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{year}$$

คำนวณอัตราการระเหยเฉลี่ยรายปีของอ่างเก็บน้ำ

$$I - Q - E = 0$$

$$E = (19.44 - 15.011) \times 10^6 = 4.429 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{year}$$

$$E = \frac{4.429 \times 10^6 \text{ m}^3}{2.5 \times 10^6 \text{ m}^2}$$

$$E = 1,771.6 \text{ mm/year} \quad \text{ตอบ}$$