

การประเมินค่าดัชนีการไหลพื้นฐาน ในลุ่มน้ำยมโดยใช้โปรแกรม MATLAB
The Estimation of Base Flow Index in Yom River basin by using Program MATLAB

กนกพร สวัสดิ์ปัฐ (Kanokporn Sawatpru)¹

สุภสิทธิ์ คนใหญ่ (Supasit Konyai)²

¹นักศึกษาระดับบัณฑิตศึกษา E-mail: kanokporncp@gmail.com

²อาจารย์ที่ปรึกษา Email: supako@kku.ac.th

ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น โทรศัพท์ 043-362148

บทคัดย่อ

การประเมินศักยภาพการเก็บกักน้ำของพื้นที่รับน้ำและการไหลของปริมาณน้ำใต้ดินเข้าสู่ลำน้ำ สามารถใช้วิธีดัชนีการไหลพื้นฐาน (Base Flow Index, BFI) ช่วยในการวิเคราะห์ได้โดยใช้ข้อมูลอัตราการไหลรายวัน ทำการวิเคราะห์ด้วยการเขียนฟังก์ชัน M-file บน MATLAB สถานีวัดน้ำท่าในการศึกษาครอบคลุมพื้นที่ลุ่มน้ำยมรวม 8 สถานีของจังหวัดแพร่ สุโขทัย และพิจิตร ได้แก่ สถานี Y.20, Y.1C, Y.14, Y.6, Y.3A, Y.4, Y.17 และ Y.5 ตามเส้นทางการไหลของแม่น้ำยม ผลวิเคราะห์ได้ค่าดัชนีการไหลพื้นฐานสูงสุดที่สถานี Y.6 จังหวัดสุโขทัยเท่ากับ 0.33 ปริมาตรการไหลน้ำใต้ดิน 128,835.83 ลูกบาศก์เมตร/วินาที/วัน และต่ำสุดที่สถานี Y.17เท่ากับ 0.15 ปริมาตรการไหลน้ำใต้ดิน 52,342.91 ลูกบาศก์เมตร/วินาที/วัน โดยแนวโน้มการเพิ่มขึ้นของปริมาณน้ำใต้ดินสูงสุดอยู่ที่ สถานี Y.6 จังหวัดสุโขทัยและลดลงมากที่สุดที่ สถานี Y.5 จังหวัดพิจิตร

คำสำคัญ: กราฟอุทกน้ำท่า, ดัชนีการไหลพื้นฐาน, สภาพการกักเก็บน้ำ

1. ความสำคัญของปัญหา

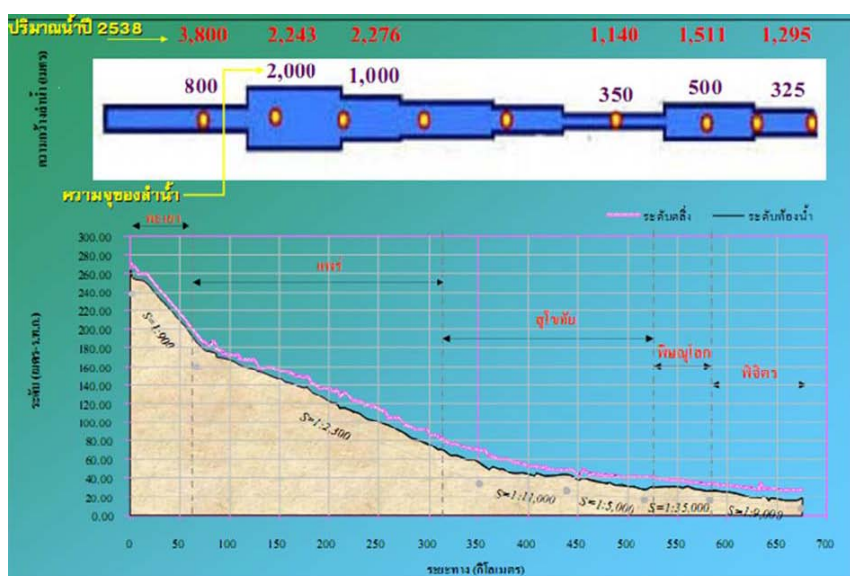
การไหลในลำน้ำจะมีค่าสูงในฤดูฝน ปริมาณการไหลจะได้จากฝนโดยตรงหรือปริมาณน้ำท่าผิวดิน (direct runoff) ส่วนการไหลในฤดูแล้งเป็นการไหลพื้นฐาน (baseflow) ซึ่งเป็นน้ำที่มาจากน้ำใต้ดิน (Lacey and Grayson, 1977) ในการประเมินศักยภาพการเก็บกักน้ำของพื้นที่ กลุ่มน้ำยม โดยการแยกการไหลพื้นฐานออกจากการไหลในลำน้ำหรือปริมาณน้ำท่า (runoff) เรียกว่า วิธีดัชนีการไหลพื้นฐาน (Base Flow Index) ซึ่งจะให้ค่าตัวเลขของสภาพการไหลของน้ำใต้ดิน ค่าดัชนีการไหลพื้นฐานเป็นปัจจัยตัวหนึ่งที่ใช้ในการประเมินศักยภาพของการเก็บกักน้ำของพื้นที่ได้

ในการแยกการไหลพื้นฐาน ได้ใช้โปรแกรม MATLAB ช่วยในการคำนวณ โดยการสร้างชุดฟังก์ชันใน M-file เนื่องจากการแยกการไหลพื้นฐานต้องใช้ข้อมูลอัตราการไหลรายวันเป็นจำนวนมากที่ต่อเนื่องกันหลายๆปี ดังนั้นวัตถุประสงค์ในการวิจัยครั้งนี้เพื่อทำการวิเคราะห์และประเมินค่าดัชนีการไหลพื้นฐานในกลุ่มน้ำยมโดยใช้โปรแกรม MATLAB

2. สภาพพื้นที่ศึกษา

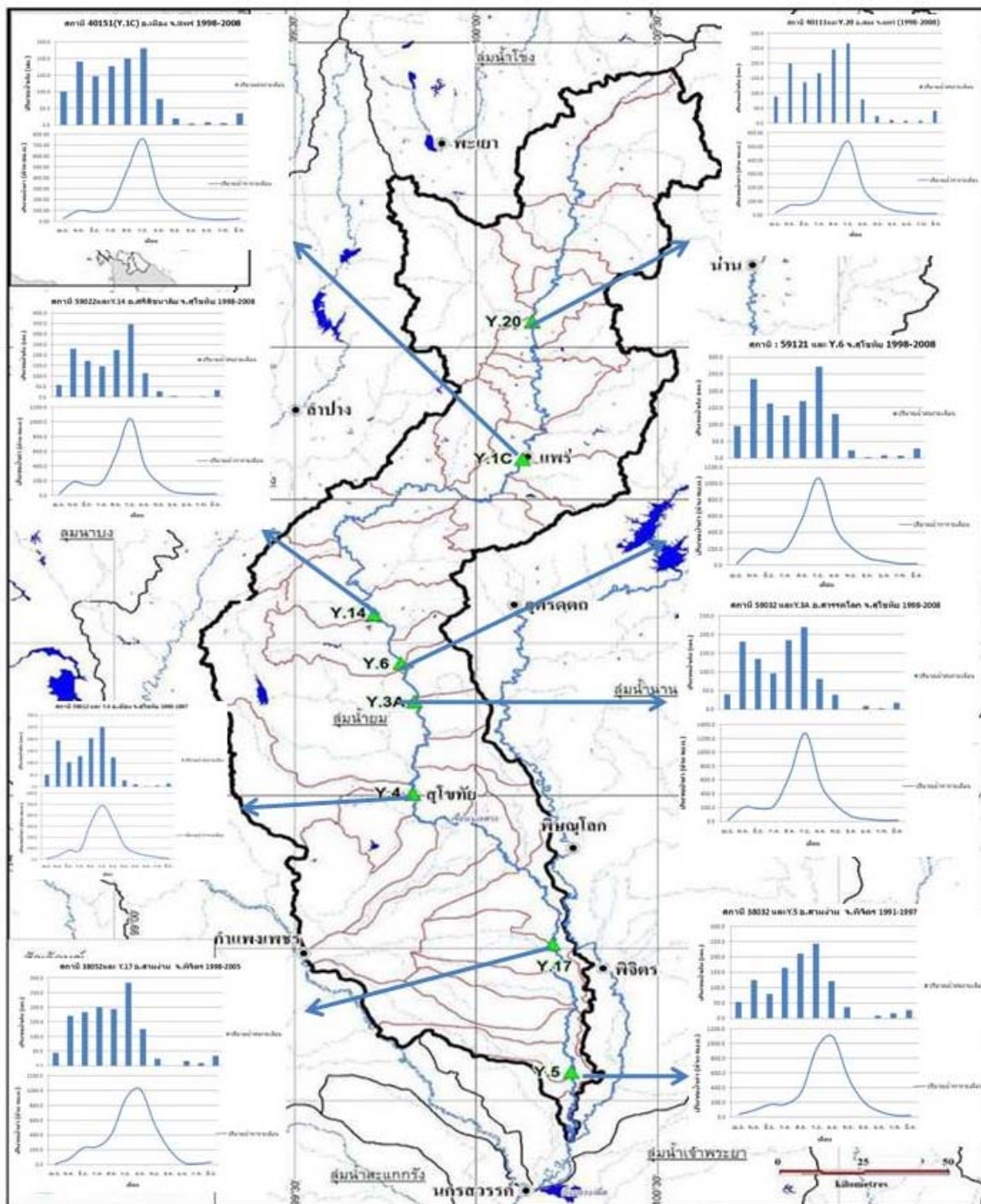
กลุ่มน้ำยมเป็นกลุ่มน้ำย่อยหลักของกลุ่มน้ำเจ้าพระยาดังอยู่ทางตอนเหนือของประเทศไทย ลักษณะกลุ่มน้ำวางตัวตามแนวเหนือ-ใต้ มีพื้นที่กลุ่มน้ำรวมทั้งสิ้น 23,618 ตารางกิโลเมตร ครอบคลุม พื้นที่ 11 จังหวัด ได้แก่ พะเยา น่าน ลำปาง แพร่ ตาก กำแพงเพชร สุโขทัย อุตรดิตถ์ พิษณุโลก พิจิตร และ นครสวรรค์ รวมความยาวตลอดลำน้ำประมาณ 735 กิโลเมตร

สภาพลำน้ำยมจะมีลักษณะเป็นรูปคอกขวด ความจุลำน้ำของแม่น้ำยม ตั้งแต่ต้นน้ำถึงอำเภอเมืองสุโขทัยจะมีค่าอยู่ระหว่าง 800 ถึง 2,000 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที และตั้งแต่อำเภอเมืองจังหวัดสุโขทัยลงมามีค่าความจุของลำน้ำลดลงเหลือ 300 ถึง 500 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที (กรมชลประทาน, 2548) ลักษณะทางกายภาพแม่น้ำยม ดังแสดงในรูปที่ 1



ภาพที่ 1 ลักษณะทางกายภาพแม่น้ำยม

จำนวนสถานีวัดน้ำท่าจากสำนักอุทกวิทยาและบริหารน้ำกรมชลประทาน ที่ใช้ในการพิจารณาการไหลพื้นฐานมีจำนวน 8 สถานี ซึ่งครอบคลุมพื้นที่ลุ่มน้ำยมทั้งหมด โดยเริ่มจากจังหวัดแพร่ 2 สถานี จังหวัดสุโขทัย 4 สถานี และจังหวัดพิจิตร 2 สถานี แสดงดังภาพที่ 2 และรายละเอียดดังตารางที่ 1



รูปที่ 2 ที่ตั้งสถานีวัดน้ำท่าในแม่น้ำยม กราฟปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยและอัตราการไหลรายเดือน จากข้อมูลกราฟน้ำฝนเฉลี่ยรายเดือนในรูปที่ 2 ในพื้นที่ลุ่มน้ำยมบนสถานี 40111 และ 40151 จังหวัดแพร่ มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายเดือนเกิน 150 มิลลิเมตร ทั้งหมด 3 เดือน คือ พฤษภาคม

มีนาคม และกันยายน ตามลำดับ ซึ่งในเดือนกันยายนจะมีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายเดือนสูงสุด และในพื้นที่ลุ่มน้ำยมตอนกลางและตอนล่าง จังหวัดสุโขทัยมีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายเดือนที่เกิน 150 มิลลิเมตร ที่เดือนพฤษภาคม สิงหาคม และกันยายน ตามลำดับ โดยที่สถานีวัดน้ำฝน 38052 จังหวัดพิจิตร มีปริมาณฝนเฉลี่ยรายเดือนเกิน 150 มิลลิเมตร ติดต่อกันจากเดือนพฤษภาคมถึงกันยายน และปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายเดือนของแต่ละสถานีจะมีค่าสูงสุดที่เดือนกันยายนซึ่งสอดคล้องกับปริมาณน้ำฝน โดยมีค่าประมาณ 500, 700, 1,000, 1,000, 1,200, 500, 1,000 และ 1,000 ล้านลูกบาศก์เมตร จากทิศทางการไหลโดยเริ่มต้นที่สถานี Y.20 ถึง Y.5 ตามลำดับ ขนาดพื้นที่รับน้ำและข้อมูลปีที่นำมาใช้ในการวิเคราะห์ของแต่ละสถานี ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 รายละเอียดสถานีวัดน้ำท่าและสถานีวัดน้ำฝน

ลำดับที่	สถานีวัดน้ำท่า	สถานีวัดน้ำฝน	อำเภอ	จังหวัด	พื้นที่รับน้ำ (ตร.กม.)	ค.ศ.
1	Y.20	40111	สอง	แพร่	5,410	1998-2008
2	Y.1C	40151	เมือง	แพร่	7,624	1998-2008
3	Y.14	59022	ศรีสัชนาลัย	สุโขทัย	12,131	1998-2008
4	Y.6	59121	ศรีสัชนาลัย	สุโขทัย	12,658	1998-2008
5	Y.3A	59032	สวรรคโลก	สุโขทัย	13,583	1998-2008
6	Y.4	59012	เมือง	สุโขทัย	17,731	1990-1997
7	Y.17	38052	สามง่าม	พิจิตร	21,415	1998-2005
8	Y.5	38032	โพทะเล	พิจิตร	22,344	1991-1997

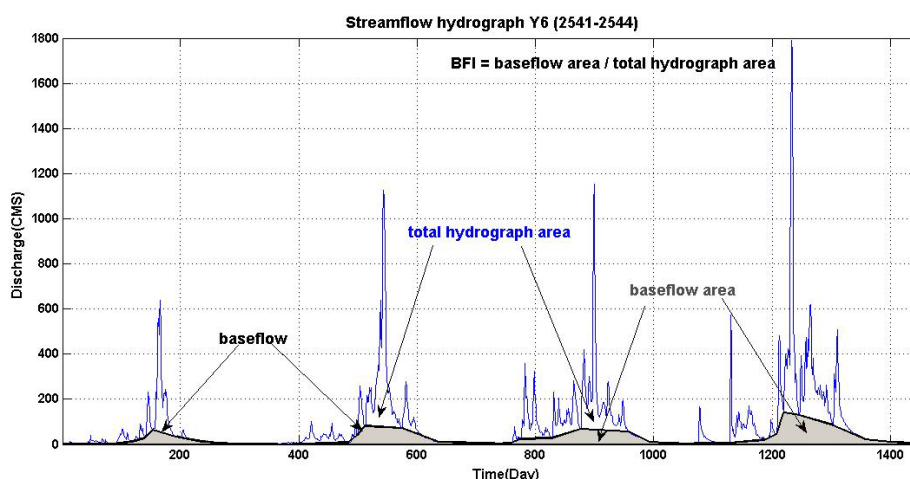
3. ทฤษฎีและหลักการ

การศึกษาศักยภาพการกักเก็บน้ำ โดยเน้นการประเมินค่าดัชนีการไหลพื้นฐานและความสัมพันธ์โดยตรงกับคุณสมบัติเชิงกายภาพของพื้นที่รับน้ำ คุณสมบัติสำคัญที่ทำให้พื้นที่รับน้ำมีศักยภาพได้สูงได้แก่ ภูมิสัณฐานของพื้นที่รับน้ำเป็นที่ราบและมีระบบระบายน้ำธรรมชาติต่ำ ลักษณะของดินที่ซึมน้ำได้ดี การใช้ที่ดินที่มีป่าและพื้นที่ชุ่มน้ำมาก ลักษณะของหมวดหินที่มีรอยแตกและความพรุนสูง และมีการกักเก็บน้ำผิวดินไว้มาก (วิชัยและคณะ, 2550)

ดัชนีการไหลพื้นฐาน (Base Flow Index, BFI)

การวิเคราะห์ค่าตัวเลขดัชนีการไหลพื้นฐาน (Base Flow Index, BFI) คืออัตราส่วนของปริมาณการไหลพื้นฐานต่อปริมาณการไหลในลำน้ำหรือปริมาณน้ำท่าทั้งหมด (Kirk and Charles, 1999) แสดงได้ดังสมการที่ 1 และรูปที่ 3

$$\text{Base Flow Index, BFI} = \text{baseflow area} / \text{total hydrograph area} \quad (1)$$



รูปที่ 3 การแยกการไหลพื้นฐานจากกราฟอุทกการไหลในลำน้ำ ที่สถานีวัดน้ำ Y.6

ปริมาณการไหลในลำน้ำจะได้จากข้อมูลอัตราการไหลรายวัน โดยใช้กฎสี่เหลี่ยมคางหมูช่วยในการคำนวณ ดังนี้

$$V = \sum_{i=1}^n \frac{Q_i + Q_{i+1}}{2} (T_{i+1} - T_i), \quad i=1,2,\dots \quad (2)$$

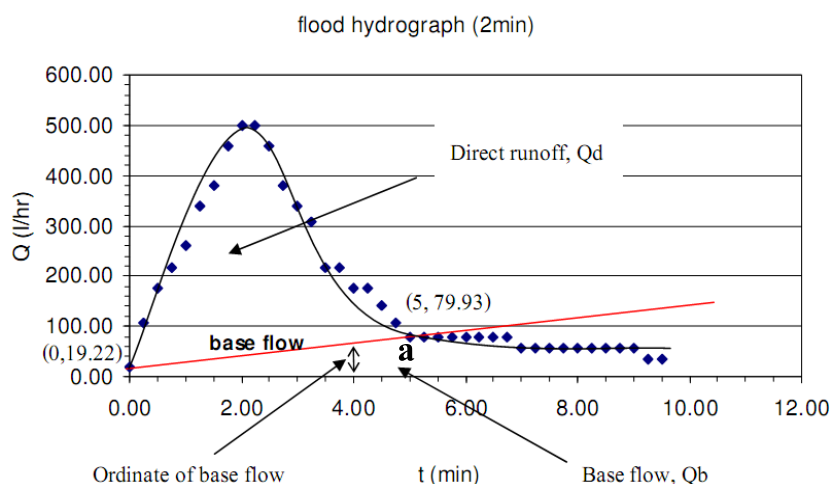
เมื่อ V คือปริมาตรการไหล (ลบ.ม./วินาที/วัน), Q คืออัตราการไหลรายวัน (ลบ.ม./วินาที), T คือเวลา (วัน), i คือลำดับที่ของข้อมูล

BFI ที่มีประสิทธิภาพของดัชนีการกักเก็บน้ำตามธรณีวิทยา เช่น การระบายน้ำพื้นที่รับน้ำที่มีดินเหนียวทึบ (ทะเลสาบขนาดเล็กหรืออ่างเก็บน้ำ) จะมี BFI ในช่วง 0.15 ถึง 0.35 ในขณะที่ลำน้ำส่วนใหญ่ BFI มากกว่า 0.9 เป็นผลมาจากองค์ประกอบของน้ำใต้ดินที่ซึมเข้าสู่ลำน้ำ (Centre for Hydrology and Ecology Wallingford, 2003)

กราฟอุทกของการไหลในลำน้ำ สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท

1. กราฟอุทกการไหลตลอดปี (annual hydrograph) แสดงอัตราการไหลของน้ำทั้งปี ซึ่งเป็นผลรวมเฉลี่ยของกระบวนการทางอุทกวิทยาของกลุ่มน้ำในระยะเวลายาวแสดงดังรูปที่ 3

2. กราฟอุทกน้ำท่วม (flood hydrographs, storm hydrograph) แสดงการไหลของน้ำท่าระยะสั้นๆ ที่เกิดจากฝน กราฟอุทกน้ำท่วมประกอบด้วยส่วนสำคัญ 2 ส่วน ได้แก่ ส่วนที่เกิดการไหลตรง (direct runoff) และการไหลพื้นฐาน (base flow) ส่วนของการไหลตรงคือการไหลที่ได้น้ำมาจากฝนโดยตรง เรียกว่าฝนส่วนเกิน (excess rainfall) หรือใช้ rainfall excess (McCuen, 2005) ซึ่งหมายถึงฝนส่วนที่เหลือจากการดัก (interception) การซึม (infiltration) และการค้าง (depression storage) ไหลไปบนผิวดิน (surface flow) และบางส่วนไหลใกล้กับผิวดิน (interflow) ส่วนการไหลพื้นฐาน (baseflow) คือการไหลจากแหล่งน้ำใต้ดินออกสู่ลำน้ำแสดงดังรูปที่ 4



รูปที่ 4 กราฟอุทกน้ำท่วม (flood hydrographs, storm hydrograph)

การแยกการไหลพื้นฐาน (baseflow separation)

กราฟอุทกไหลตรง (direct runoff hydrograph) ได้จากการแยกการไหลพื้นฐานออกจากกราฟอุทกน้ำท่วม เรียกว่า การวิเคราะห์การแยกกราฟอุทก (hydrograph separation analysis) คือ ลากเส้นในแนวราบ (horizontal line method) เป็นวิธีง่ายที่สุดโดยการลากเส้นตรงในแนวราบจากจุดที่ กราฟอุทกน้ำท่วมเริ่มจะขึ้น ลากไปตัดกับโค้งขาหลังที่จุด a ในรูปที่ 4 เป็นการสมมติว่าฝนไม่มีผลต่อการเพิ่มขึ้นหรือลดลงของน้ำใต้ดิน (วิชัย ศรีบุญถือ, 2550) และกราฟอุทกไหลตรง ได้จากการแยกการไหลพื้นฐานออกจาก กราฟอุทก การไหลตลอดปี คือ การโยงจุดต่ำสุดของกราฟอุทกการไหลในลำน้ำ (Gustard et al., 1992) ดังรูปที่ 3

โปรแกรม MATLAB

โปรแกรม MATLAB เป็นโปรแกรมคำนวณทางวิศวกรรมที่ได้รับความนิยมอย่างกว้างขวาง เนื่องจากความสามารถใช้ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่มีความซับซ้อนด้านวิศวกรรม ช่วยให้การทำงานง่ายขึ้นมาก เมื่อเทียบกับการใช้ภาษาพื้นฐาน เช่น ภาษา C, FORTRAN เพราะ MATLAB มีฟังก์ชันทางคณิตศาสตร์และการเขียนกราฟรองรับไว้มากมาย เมื่อมีการคำนวณโดยคอมพิวเตอร์และมีความแม่นยำในระดับที่ยอมรับได้ (MathWorks, 2007) เมื่อเทียบกับการหาคำตอบในเชิงวิเคราะห์ ซึ่งจะช่วยลดเวลาในการเขียนโปรแกรมลงไปได้อย่างมาก อย่างไรก็ตามในบางกรณีอาจจะต้องจำเป็นต้องเขียนฟังก์ชันขึ้นมาใหม่เพื่อให้เหมาะสมกับงาน

โปรแกรมที่เขียนโดย MATLAB จะถูกจัดเก็บให้อยู่ในรูปแบบของนามสกุล .m ซึ่งนิยมเรียกโปรแกรมที่เขียนโดยใช้ MATLAB ว่า M-file โดย M-file นี้จะแบ่งออกเป็น 2 ลักษณะคือเขียนในลักษณะของการบอกขั้นตอนหรือบอกการทำงานของงานหรือที่นิยมเรียกว่า script file และอีกประเภทหนึ่งจะเขียนขึ้นในลักษณะของ ฟังก์ชัน ซึ่งผู้ใช้สามารถรวบรวมเอา ฟังก์ชันต่าง ๆ ของ MATLAB มารวมเข้าด้วยกันแล้วเขียนขึ้นเป็นฟังก์ชันใหม่ M-file ในการเรียกใช้ M-file ทำได้โดยการพิมพ์ชื่อ

file ที่ต้องการ โดยไม่ต้องมีนามสกุล .m (โศรฎา แจ้เงการและกนด้ชร์ ช้ำนปีระศาสน์, 2552) เช่น เขียน M-file ชื่อ Y.6.m เวลาเรียกใช้ที่ command window ของ MATLAB ก็จะใช้คำสั่ง >> Y.6 และสามารถแสดงผลได้ในลักษณะทั้งกราฟ 2, 3 มิติ และจัดเก็บเป็นไฟล์รูปภาพ

บทความนี้ได้นำโปรแกรม MATLAB 7.5.0 เวอร์ชัน R2007b มาช่วยในการคำนวณโดยการสร้างชุดฟังก์ชัน M-file เพื่อคำนวณหาการปริมาตรการไหลพื้นฐานโดยใช้กฎสี่เหลี่ยมคางหมู สมการ (2) และค่าดัชนีการไหลพื้นฐาน สมการ (3) สามารถเรียกใช้คำสั่งที่ command window ของ MATLAB ได้

4. วิธีการศึกษา

จากการรวบรวมข้อมูลอัตราการไหลรายวันหรือปริมาณการไหลในลำน้ำ จำนวน 8 สถานี โดยมีขั้นตอนการวิเคราะห์ค่าดัชนีการไหลพื้นฐานต่อไปนี้

1. เขียนกลุ่มฟังก์ชัน M-file โดยการกำหนดให้ตัวแปร คือ ปริมาณการไหลในลำน้ำทั้งหมด (DIS) และเวลา (TIME)
2. แยก baseflow ออกจากการไหลพื้นฐานออกจากปริมาณการไหลในลำน้ำ ทั้งหมดโดยใช้คำสั่ง ginput ในหน้าต่าง MATLAB ใช้เมาส์เลื่อนไปยังจุดที่กราฟอุทกการไหลแสดงค่าต่ำสุดในแต่ละช่วง (Gustard et al., 1992) จะได้ค่า TQ_b โดยอัตโนมัติบนหน้าต่างของ MATLAB เมื่อค่า TQ_b คือ พิกัดของกราฟอุทกการไหล พื้นฐาน (T_b, Q_b) แกน y คือ อัตราการไหล (Q_b), แกน x คือ เวลา (T_b) จากค่าพิกัดสามารถนำไปคำนวณหาปริมาตรการไหลพื้นฐาน
3. คำนวณปริมาณการไหลในลำน้ำจะใช้กฎสี่เหลี่ยมคางหมู โดยการเขียนกลุ่มฟังก์ชัน M-file ที่สร้างบน MATLAB ดังสมการ (2) ซึ่งใช้คำสั่ง trapz (TIME, DIS) จะได้ค่า volt คือ ปริมาตรการไหลพื้นฐาน
4. คำนวณปริมาตรการไหลพื้นฐาน และปริมาตรการไหลพื้นฐาน ในแต่ละปี ได้โดยกฎสี่เหลี่ยมคางหมูโดยการเขียนกลุ่มฟังก์ชัน M-file ที่สร้างบน MATLAB ดังสมการ (2) กำหนดให้ตัวแปรใหม่ คือ อัตราการไหล (Q_b) และเวลา (T_b) ซึ่งใช้คำสั่ง trapz (T_b, Q_b) จะได้ค่า volb คือ ปริมาตรการไหลพื้นฐาน
5. คำนวณค่าดัชนีการไหลพื้นฐาน (BFD) ซึ่งหาค่าได้จากปริมาณการไหลพื้นฐานหารด้วยปริมาณการไหลในลำน้ำ ดังตัวอย่าง M-file ของสถานี Y.6 โดยตัวแปรอธิบายไว้ในข้อ 2 และค่าตัวแปร indb คือ ค่าดัชนีการไหลพื้นฐาน

```

%program to calculate baseflow index
TQb6 =[ 0.85      3.57
        38.27     2.47
        88.17     1.92
        . . .     . . .
        4017.00   2.60]
Tb6=TQb6(:,1);
Qb6=TQb6(:,2);
plot(TIME6,DIS6,Tb6,Qb6);
title('Bana Kaeng Luang, Si Satchanaalai, Sukhothai Y6(1998-2008)')
xlabel('Time(Day)')
ylabel('Discharge(CMS)')
volt=trapz(TIME6,DIS6)
volb=trapz(Tb6,Qb6)
indb=volb/volt

```

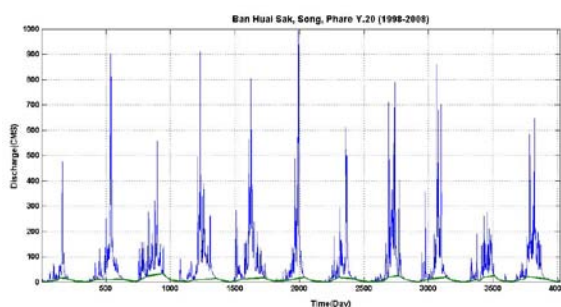
6. ทำการวิเคราะห์และประเมินค่าดัชนีการไหลพื้นฐานและแนวโน้มเชิงเส้นปริมาณน้ำใต้ดิน

5. ผลการศึกษา

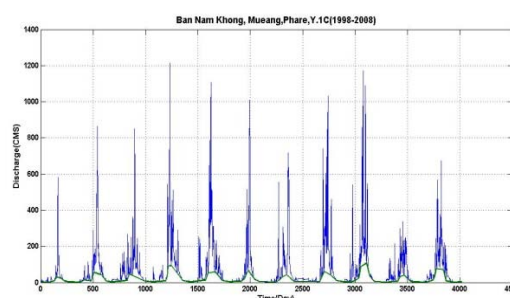
ผลการศึกษาประกอบด้วย การไหลพื้นฐาน ดัชนีการไหลพื้นฐาน และแนวโน้มเชิงเส้นปริมาณน้ำใต้ดิน รายละเอียดแสดงดังต่อไปนี้

1. การแยกการไหลพื้นฐาน (baseflow separation)

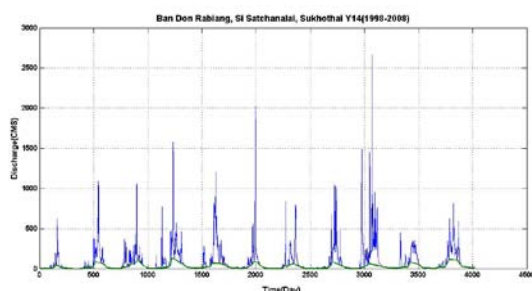
ผลการแยกการไหลพื้นฐานออกจาก กราฟอุทกการไหล ในแม่น้ำยม จะได้พื้นที่ใต้เส้นการไหลพื้นฐานซึ่งมีหน่วยเป็นปริมาตร ซึ่งแสดงค่า ปริมาตรการไหลน้ำใต้ดิน ในแต่ละสถานี พบว่า ปริมาตรการไหลน้ำใต้ดินเรียงจากมากไปน้อย ได้แก่ สถานี Y.6, Y.14, Y.3A, Y.1C, Y.5, Y.17, Y.20 และ Y.4 มีค่าเท่ากับ 128,835.83, 114,983.74, 101,176.54, 76,487.23, 63,500.53, 52,342.91, 39,608.04 และ 25,341.92 ลบ.ม./วินาที/วัน ตามลำดับ ดังแสดงตารางที่ 3 และรูปที่ 5



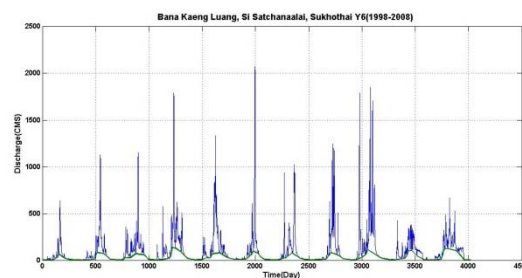
ก. สถานี Y.20



ข. สถานี Y.1C

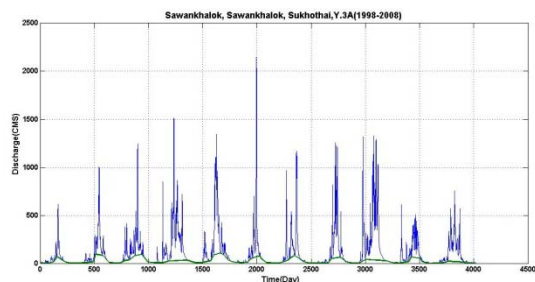


ค. สถานี Y.14

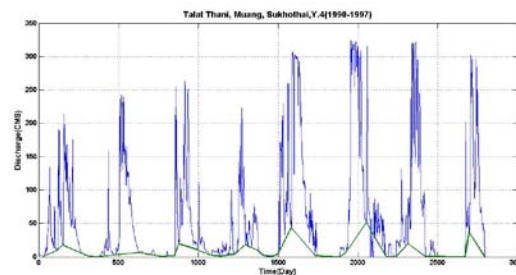


ง. สถานี Y.6

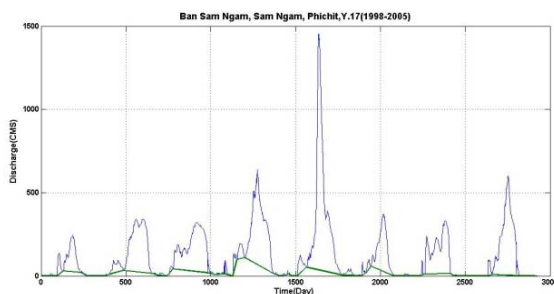
รูปที่ 5 การแยกการไหลพื้นฐานในแต่ละสถานี



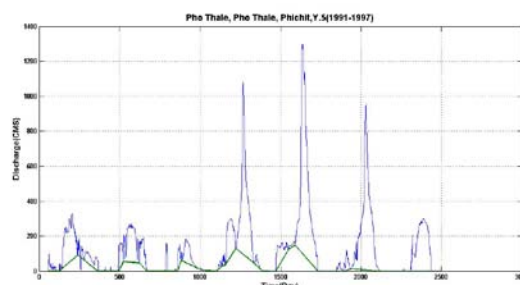
จ. สถานี Y.3A



ฉ. สถานี Y.4



ช. สถานี Y.17



ซ. สถานี Y.5

รูปที่ 5 การแยกการไหลพื้นฐานในแต่ละสถานี (ต่อ)

2. ดัชนีการไหลพื้นฐาน (baseflow index, BFI)

ผลการคำนวณค่าดัชนีการไหลพื้นฐานของแต่ละสถานี พบว่า ค่าดัชนีการไหลพื้นฐานที่มีค่าสูงสุดและต่ำสุดอยู่ที่สถานี Y.6 และ Y.17 มีค่าเท่ากับ 0.33 และ 0.15 เมื่อดัชนีการไหลพื้นฐานมีค่าสูง หมายถึงพื้นที่รับน้ำนี้มีศักยภาพการกักเก็บสูง ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ปริมาตรการไหลน้ำใต้ดิน (พื้นที่ใต้เส้นการไหลพื้นฐาน) และค่าดัชนีการไหลพื้นฐาน

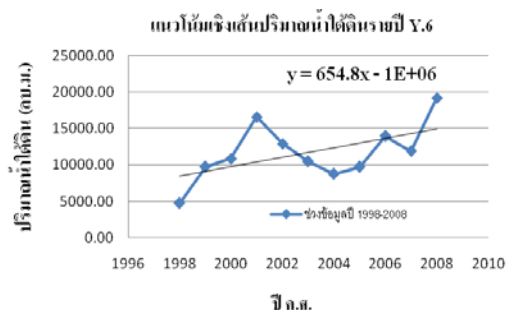
สถานีวัดน้ำท่า	พื้นที่รับน้ำ (ตร.กม.)	ปริมาตรการไหลน้ำใต้ดิน (ลบ.ม/วินาที/วัน)	ปริมาตรการไหลในลำน้ำ (ลบ.ม/วินาที/วัน)	BFI	จำนวนปี
Y.20	5,410	39,608.04	195,656.86	0.20	11
Y.1C	7,624	76,487.23	259,236.12	0.30	11
Y.14	12,131	114,983.74	368,283.28	0.31	11
Y.6	12,658	128,835.83	395,549.11	0.33	11
Y.3A	13,583	101,176.54	441,365.89	0.23	11
Y.4	17,731	25,341.92	150,524.19	0.17	8
Y.17	21,415	52,342.91	356,097.80	0.15	8
Y.5	22,344	63,500.53	304,391.03	0.21	7

3. แนวโน้มเชิงเส้นปริมาณน้ำใต้ดิน

ผลจากการแยกการไหลพื้นฐานออกจากกราฟอุทกการไหลในแม่น้ำยม ได้คำนวณปริมาตรการไหลน้ำใต้ดินในแต่ละปี พบว่า สถานีที่มีแนวโน้มเชิงเส้นปริมาณน้ำใต้ดินเพิ่มขึ้นมากที่สุด คือ Y.6 มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นถึง 654.80 ลบ.ม.ต่อปี และสถานีที่มีแนวโน้มเชิงเส้นปริมาณน้ำใต้ดินลดลงมากที่สุด คือ Y.5 มีแนวโน้มลดลงถึง 1,016 ลบ.ม.ต่อปี ดังแสดงในตารางที่ 3 และรูปที่ 6

ตารางที่ 3 แนวโน้มเชิงเส้นปริมาณน้ำใต้ดิน

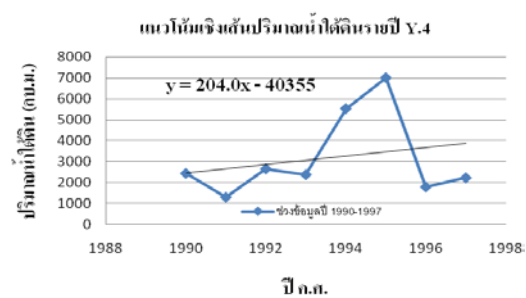
สถานี	ช่วงปีข้อมูล	แนวโน้มเชิงเส้นปริมาณน้ำใต้ดิน (ลบ.ม.ต่อปี)
Y.20	1998-2008	+57.25
Y.1C	1998-2008	+181.30
Y.14	1998-2008	+408.30
Y.6	1998-2008	+654.80
Y.3A	1998-2008	-393.60
Y.4	1990-1997	+204.00
Y.17	1998-2005	-670.20
Y.5	1991-1997	-1,016.00



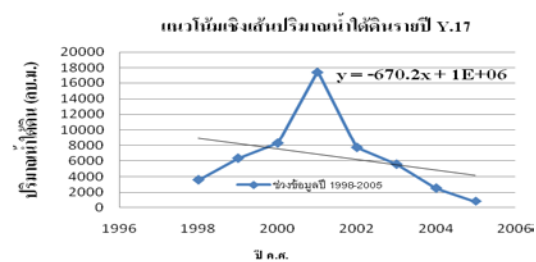
รูปที่ 6 กราฟแนวโน้มเชิงเส้นปริมาณน้ำใต้ดินในแต่ละสถานี



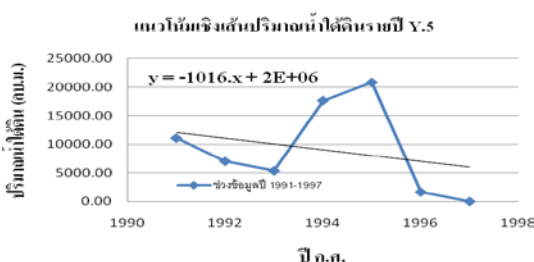
จ. สถานี Y.3A



ฉ. สถานี Y.4



ช. สถานี Y.17



ซ. สถานี Y.5

รูปที่ 6 กราฟแนวโน้มเชิงเส้นปริมาณน้ำใต้ดินในแต่ละสถานี (ต่อ)

6. สรุปและวิจารณ์ผล

การศึกษาการประเมินค่าดัชนีการไหลพื้นฐานโดยใช้โปรแกรม MATLAB ช่วยในการคำนวณ แสดงให้เห็นว่า

1. สถานี Y.6 และ Y.14 จังหวัดสุโขทัย มีปริมาณการไหลของน้ำใต้ดินเข้าสู่ลำน้ำสูงที่สุด เมื่อเทียบกับสถานีอื่นๆ เมื่อพิจารณากราฟน้ำฝนเฉลี่ยรายเดือนมีความสอดคล้องไปทิศทางเดียว แสดงว่าปริมาณน้ำฝนมีผลต่อการไหลของปริมาณน้ำใต้ดิน
2. สถานี Y.17 จังหวัดสุโขทัย มีปริมาณการไหลของน้ำใต้ดินเข้าสู่ลำน้ำน้อยที่สุด เมื่อเทียบกับสถานีอื่นๆ เมื่อพิจารณากราฟน้ำฝนเฉลี่ยรายเดือนซึ่งมีปริมาณใกล้เคียงกับสถานีอื่นๆ แสดงให้เห็นว่า ในพื้นที่รับน้ำของ Y.17 มีสภาพเก็บกักน้ำใต้ดินสูง ซึ่งควรพิจารณาอุทกธรณีด้วย
3. ค่าดัชนีการไหลพื้นฐานของแต่ละสถานีสอดคล้องกับปริมาณการไหลของน้ำใต้ดินเมื่อค่าดัชนีการไหลพื้นฐานสูง แสดงว่าปริมาณการไหลของน้ำใต้ดินสู่ลำน้ำสูงเช่นกัน
4. แนวโน้มปริมาณน้ำใต้ดินเพิ่มขึ้นได้แก่ สถานี Y.20, Y.1C, Y.14, Y.6 และ Y.4 และลดลงได้แก่ สถานี Y.3A, Y.17 และ Y.5 แนวโน้มปริมาณน้ำใต้ดินเพิ่มขึ้นมากที่สุด คือ Y.6 มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นถึง 654.80 ลบ.ม.ต่อ ปี และลดลงน้อยที่สุด คือ Y.5 มีแนวโน้มลดลงถึง 1,016 ลบ.ม.ต่อ ปี
5. ในการสร้างชุดฟังก์ชัน M-file บน MATLAB สามารถประยุกต์ใช้งานกับลุ่มน้ำอื่นได้ โดยพิจารณาที่อัตราการไหล ทำให้ง่ายต่อการคำนวณ
6. ค่าดัชนีการไหลพื้นฐานสามารถเป็นตัวชี้วัดศักยภาพได้ในระดับหนึ่งซึ่งจะช่วยให้การจัดการพื้นที่ลุ่มน้ำและการจัดการในแม่น้ำยมได้

7. ข้อเสนอแนะ

ในการพิจารณาความสามารถการกักเก็บน้ำของพื้นที่รับน้ำและการไหลของน้ำใต้ดินสู่ลำน้ำ ควรจะพิจารณาปัจจัยอื่นประกอบเพิ่มเติมเช่น โค้งช่วงเวลาการไหล (Flow duration curve) ความสามารถในการซึมน้ำของดิน อุทกธรณีวิทยา และการกักเก็บน้ำผิวดิน เข้ามาเกี่ยวข้องด้วยในการวิเคราะห์เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

8. กิตติกรรมประกาศ

ผู้เขียนขอขอบคุณคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาลัยขอนแก่น ที่ให้การสนับสนุนทุนจ้างฝึกและภาคีวิศวกรกรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาลัยขอนแก่น สนับสนุนและอำนวยความสะดวกในการทำวิจัยนี้

9. เอกสารอ้างอิง

- [1] กรมชลประทาน. (2553). รายงานฉบับสมบูรณ์ โครงการจัดทำแผนหลักการพัฒนาลุ่มน้ำยม.
- [2] วิชัย ศรีบุญถือ. (2552). อุทกวิทยา. คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- [3] วิชัย ศรีบุญถือและคณะ. (2550). ศักยภาพการเก็บกักของพื้นที่ลุ่มแม่น้ำชีตอนบน. วิศวกรรมสาร มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 34(5), 629-646.
- [4] โสริฎา แข็งการและกนต์ธร ชานิประศาสน์. (2546). การใช้ MATLAB สำหรับงานทางวิศวกรรม. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.
- [5] Centre for Hydrology and Ecology Wallingford. (2003). Hydrometric register and statistics 1996-2000. © 2003 Natural Environment Research Council.
- [6] Gustard, A., Bullock, A., Dixon, J.M. (1992). Low flow estimation in the United Kingdom. Report No. 108, Institute of Hydrology. Wallingford, UK.
- [7] Kirt, A.S and Charles, F.P. (1999). Estimated Baseflow Characteristics of Selected Washington Rivers and Streams. Water Supply Bulletin No.60.
- [8] Lacey, G.C. and Grayson, R.B. (1998). Relating baseflow to cathment properties in south-eastern Australia. Journal of Hydrology 204.
- [9] Mathworks. (2007). MATLAB® Primer R2007b.
- [10] McCuen, R.H. (2005). Hydrologic Analysis and Design. 3rd edition, Prentice Hall.