การประเมินค่าดัชนีการไหลพื้นฐานในลุ่มน้ำยมโดยใช้โปรแกรม MATLAB

นำเสนอโดย

น.ส. กนกพร สวัสดิ์ปรุ

ผู้ร่วมวิจัย

ดร.ศุภสิทธิ์ คนใหญ่

ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

การประชุมทางวิชาการ 7th THAICID NATIONAL SYMPOSIUM 2012

ความสำคัญของปัญหา

- ฤดูแล้งของทุกปีลุ่มน้ำยมประสบกับปัญหาขาดแคลนน้ำ
- น้ำในแม่น้ำยมจะมีปริมาณน้ำไหลน้อย
- การไหลในลำน้ำต่างๆจะต้องพึ่งน้ำที่ป้อนเข้าสู่ลำน้ำใต้ดิน

หลังสิ้นสุดฤดูฝน

ช่วงฤดูแล้ง

การกักเก็บน้ำในลำน้ำยม ปตร.บ้านยางซ้าย

➢ ความสามารถในการกักเก็บน้ำในฤดูฝนเพื่อที่จะป้อนเข้าสู่ลำน้ำตลอดทั้งฤดูแล้ง จึงมีความสำคัญมาก

วัตถุประสงค์

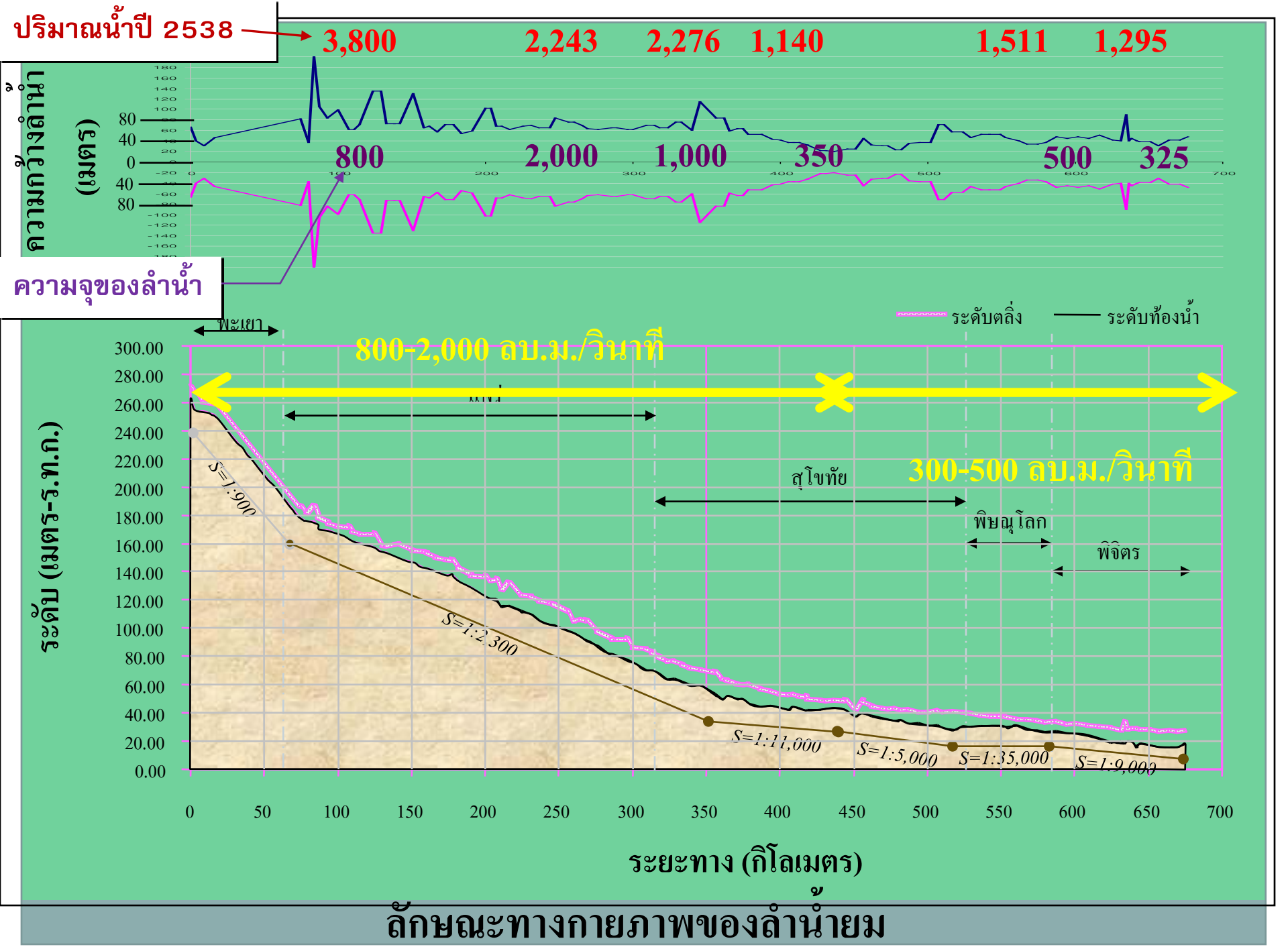
เพื่อทำการวิเคราะห์และประเมินค่าดัชนีการไหลพื้นฐานในลุ่มน้ำยม โดยใช้โปรแกรม MATLAB

ขอบเขตการศึกษา

- ศึกษาในพื้นที่ลุ่มน้ำยม
- บทความฉบับนี้ผู้ศึกษา โดยมีเกณฑ์ข้อจำกัดอยู่ที่มีการพิจารณาที่ข้อมูลอัตราการไหลรายวัน โดยไม่ได้ใช้ข้อมูลทางด้านภูมิประเทศ การใช้ประโยชน์ที่ดิน ลักษณะทางด้านธรณีวิทยา

สภาพพื้นที่ศึกษา

- ลุ่มน้ำยมครอบคลุมพื้นที่จังหวัด 11 จังหวัด
- พื้นที่รับน้ำฝนประมาณ 23,618 ตารางกิโลเมตร
- ความยาวตลอดลำน้ำประมาณ 735 กิโลเมตร
- สภาพลำน้ำยมจะมีลักษณะรูปคอขวด
- ความจุลำน้ำของแม่น้ำยม ตั้งแต่ต้นน้ำถึง อ.เมือง จ.สุโขทัย มีค่าระหว่าง 800-2,000 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที
- ตั้งแต่ อ.เมือง จ.สุโขทัยลงมา ลดลง 300-500 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที

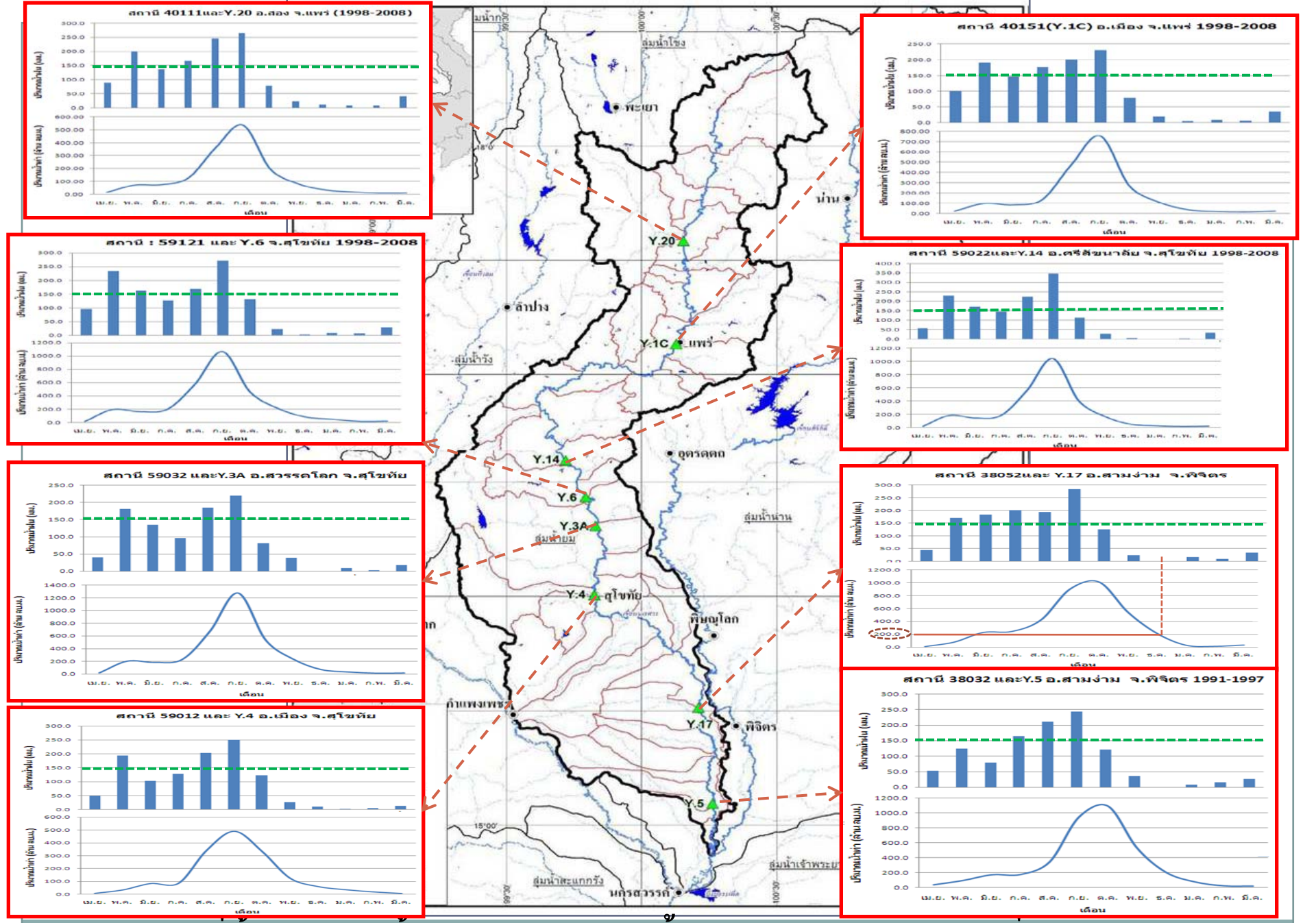


ลักษณะทางกายภาพของลำน้ำยม

สถานีวัดน้ำท่าและน้ำฝน

ครอบคลุมพื้นที่ลุ่มน้ำยมรวม 8 สถานีของจังหวัดแพร่ สุโขทัย และพิจิตร

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



ที่ตั้งสถานีวัดน้ำท่า กราฟปริมาณน้ำฝนและอัตราการไหลเฉลี่ยรายเดือน

ทฤษฎีและหลักการ

การศึกษาศักยภาพการกักเก็บน้ำ

โดยเน้นการประเมินค่าดัชนีการไหลพื้นฐานและความสัมพันธ์โดยตรงกับคุณสมบัติเชิงกายภาพของพื้นที่รับน้ำ

คุณสมบัติสำคัญที่ทำให้พื้นที่รับน้ำมีศักยภาพได้สูง

- ภูมิสัณฐานของพื้นที่รับน้ำเป็นที่ราบและมีระบบระบายน้ำธรรมชาติต่ำ
- ลักษณะของดินที่ซึมน้ำได้ดี
- การใช้ที่ดินที่มีป่าและพื้นที่ชุ่มน้ำมาก
- ลักษณะของหมวดหินที่มีรอยแตกและความพรุนสูง
- มีการกักเก็บน้ำผิวดินไว้มาก

ดัชนีการไหลพื้นฐาน (Base Flow Index, BFI)

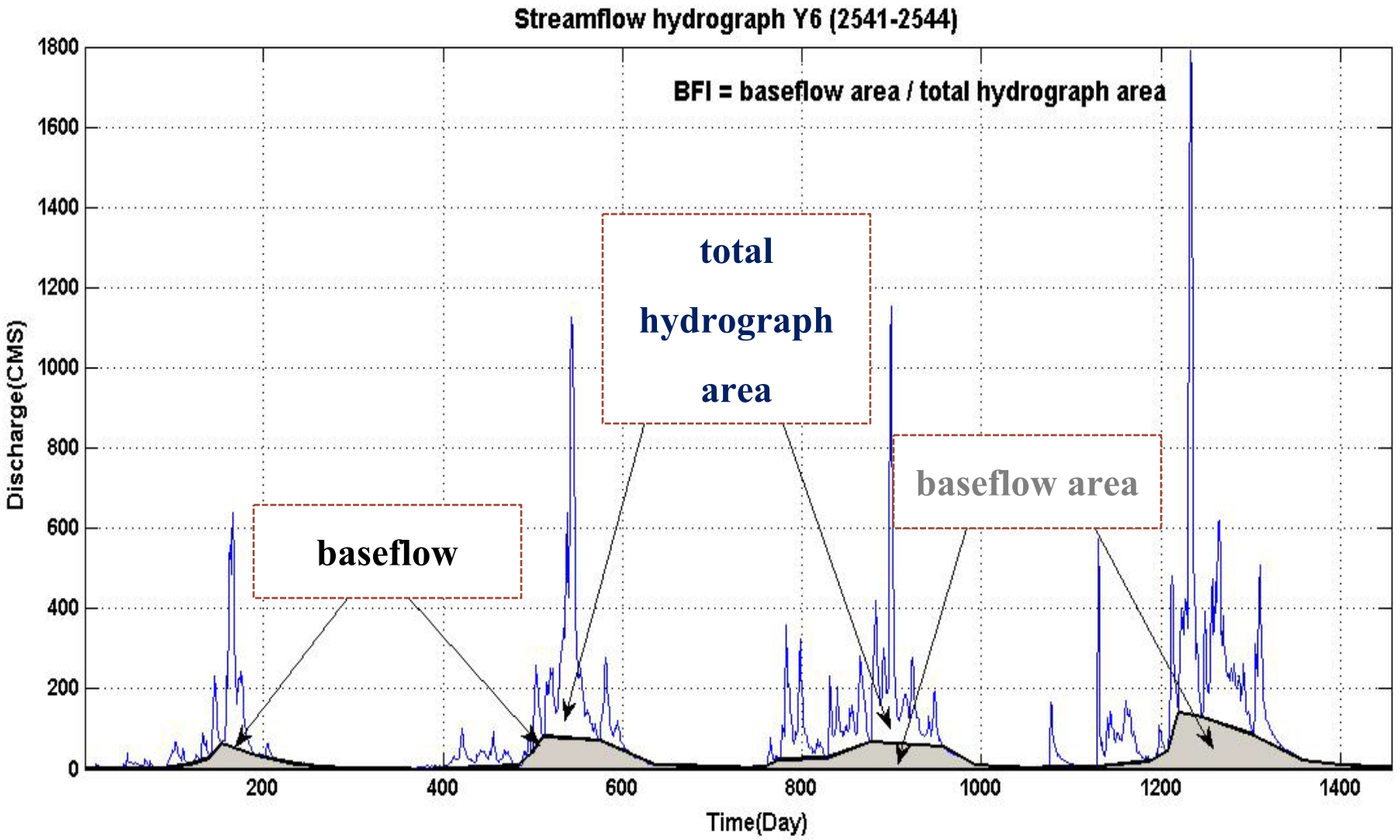
Base Flow Index, BFI = baseflow area / total hydrograph area

ปริมาตรการไหลในลำน้ำจะได้จากข้อมูลอัตราการไหลรายวันโดยใช้กฎสี่เหลี่ยมคางหมูช่วยในการคำนวณ ดังนี้

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

การแยกการไหลพื้นฐาน (Baseflow separation)

กราฟอุทกไหลตรงได้จากการแยกการไหลพื้นฐานออกจาก กราฟอุทกการไหลตลอดปี คือ การโยงจุดต่ำสุดของกราฟอุทกการไหลในลำน้ำ (Gustard et al., 1992)



การแยกการไหลพื้นฐานจากกราฟอุทกการไหลในลำน้ำ ที่สถานีวัดน้ำ Y.6

โปรแกรม MATLAB 7.5.0 เวอร์ชัน R2007b

- ความสามารถใช้ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่มีความซับซ้อนด้านวิศวกรรม ช่วยให้การทำงานง่ายขึ้นมาก
- สร้างชุดฟังชั่น M-file การเรียกใช้ M-file ทำได้โดยการพิมพ์ชื่อ file ที่ต้องการ
- แสดงผลได้ในลักษณะทั้งกราฟ 2, 3 มิติ และจัดเก็บเป็นไฟล์รูปภาพ

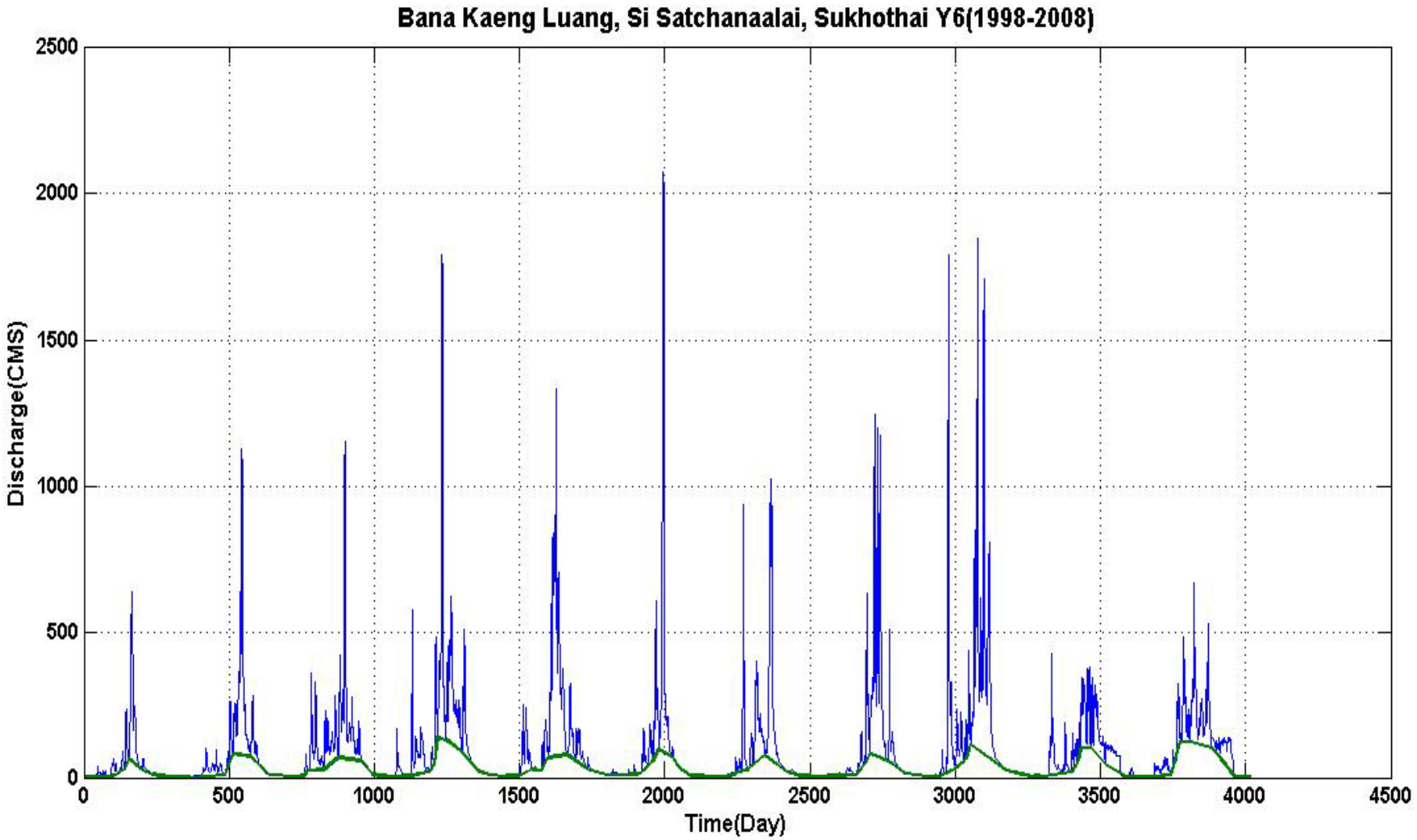
ในการศึกษาครั้งนี้

- โปรแกรม MATLAB จะช่วยในการคำนวณ ปริมาตรการไหลพื้นฐาน และ ปริมาตรการไหลในลำน้ำ จะทำให้ง่ายต่อการคำนวณ

วิธีการศึกษา

1. เขียนกลุ่มฟังก์ชั่น M- file โดยการกำหนดให้ตัวแปร คือ ปริมาณการไหลในลำน้ำทั้งหมด (DIS) และเวลา (TIME) ซึ่งจะเป็นการนำเข้าข้อมูลอัตราการไหลรายวัน

2. แยก baseflow ออกจากการไหลพื้นฐานออกจากปริมาณการไหลในลำน้ำทั้งหมดโดยใช้คำสั่ง ginput ใน MATLAB ใช้เมาท์เลื่อนไปยังจุดที่กราฟอุทกการไหลแสดงค่าต่ำสุดในแต่ละช่วง จะได้ค่า พิกัดของกราฟอุทกการไหลพื้นฐาน (Tb, Qb) โดยอัตโนมัติ



การแยกการไหลพื้นฐานจากกราฟอุทกการไหลในลำน้ำ ที่สถานีวัดน้ำ Y.6

3. คำนวณปริมาตรการไหลในลำน้ำ ปริมาตรการไหลพื้นฐาน และปริมาตรการไหลพื้นฐานในแต่ละปีจะใช้กฎสี่เหลี่ยมคางหมู โดยการเขียนกลุ่มฟังก์ชัน M-file ใช้คำสั่ง

trapz (TIME, DIS) จะได้ค่า ปริมาตรการไหลในลำน้ำ (volt)

trapz (Tb, Qb) จะได้ค่า ปริมาตรการไหลพื้นฐาน (volb)

4. คำนวณค่าดัชนีการไหลพื้นฐาน (BFI) มีค่าตัวแปร indb

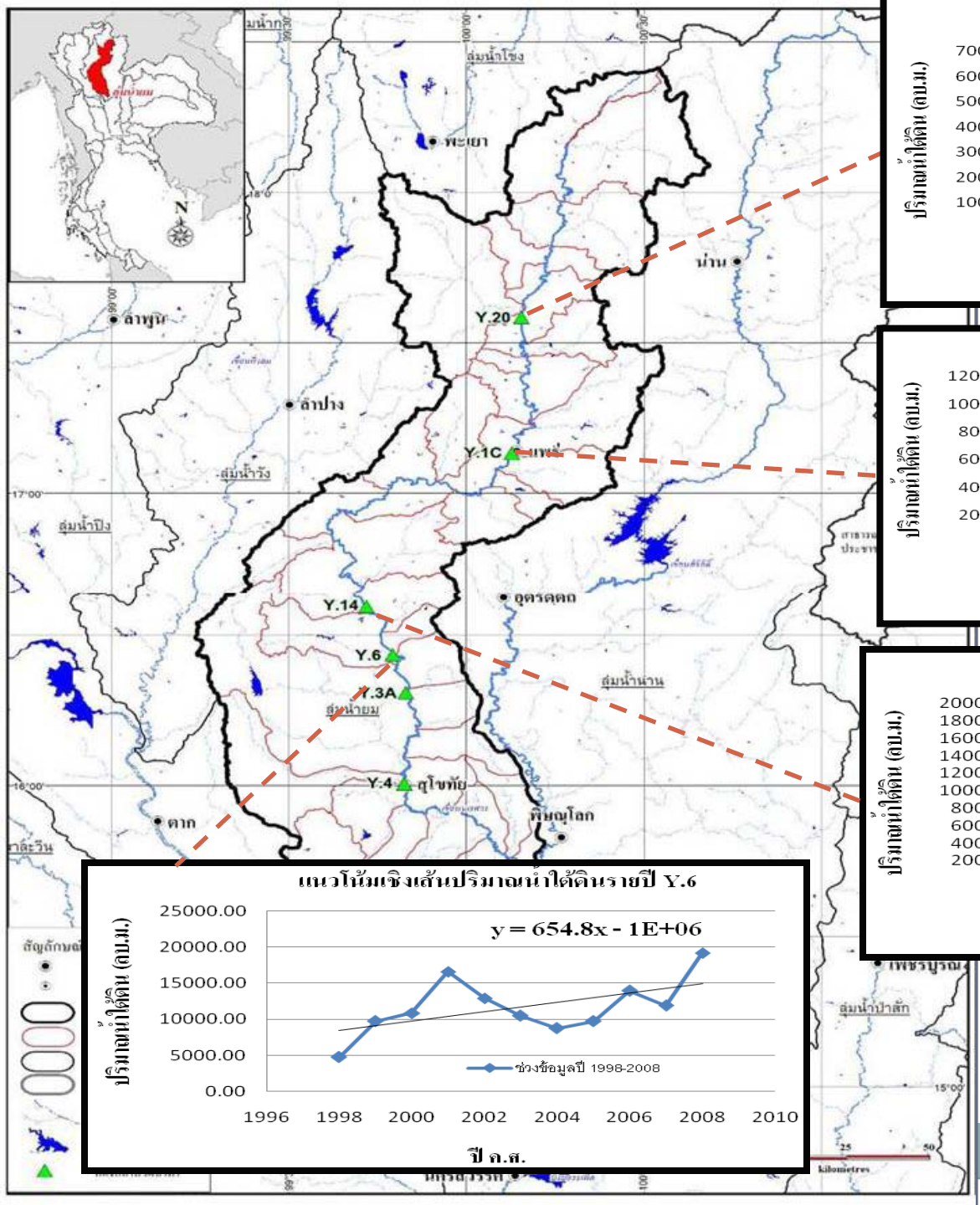
5. ทำการวิเคราะห์และประเมินค่าดัชนีการไหลพื้นฐานและแนวโน้มเชิงเส้นปริมาณน้ำใต้ดิน

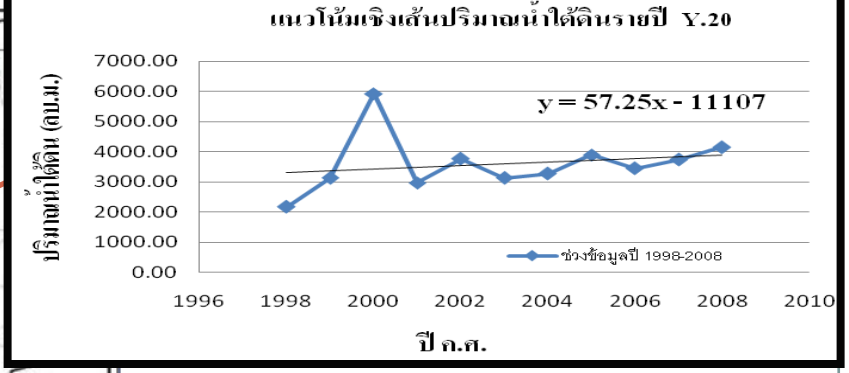
```
%program to calculate baseflow index
TQb6 =[    0.85        3.57
           38.27       2.47
           88.17       1.92
           ...         ...
         4017.00        2.60]
Tb6=TQb6(:,1);
Qb6=TQb6(:,2);
plot(TIME6,DIS6,Tb6,Qb6);
title('Bana Kaeng Luang, Si Satchanaalai, Sukhothai Y6(1998-2008)')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

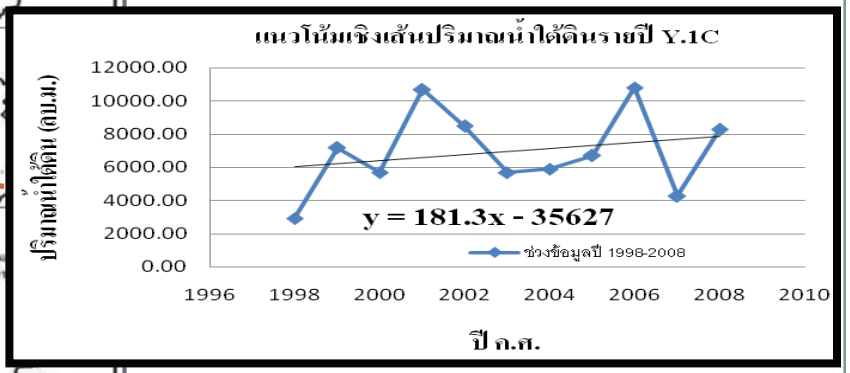
ผลการศึกษา

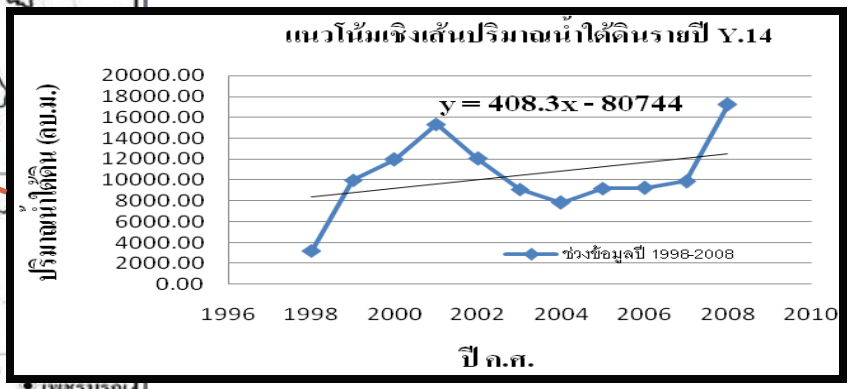
1. การแยกการไหลพื้นฐานและดัชนีการไหลพื้นฐาน (BFI)

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

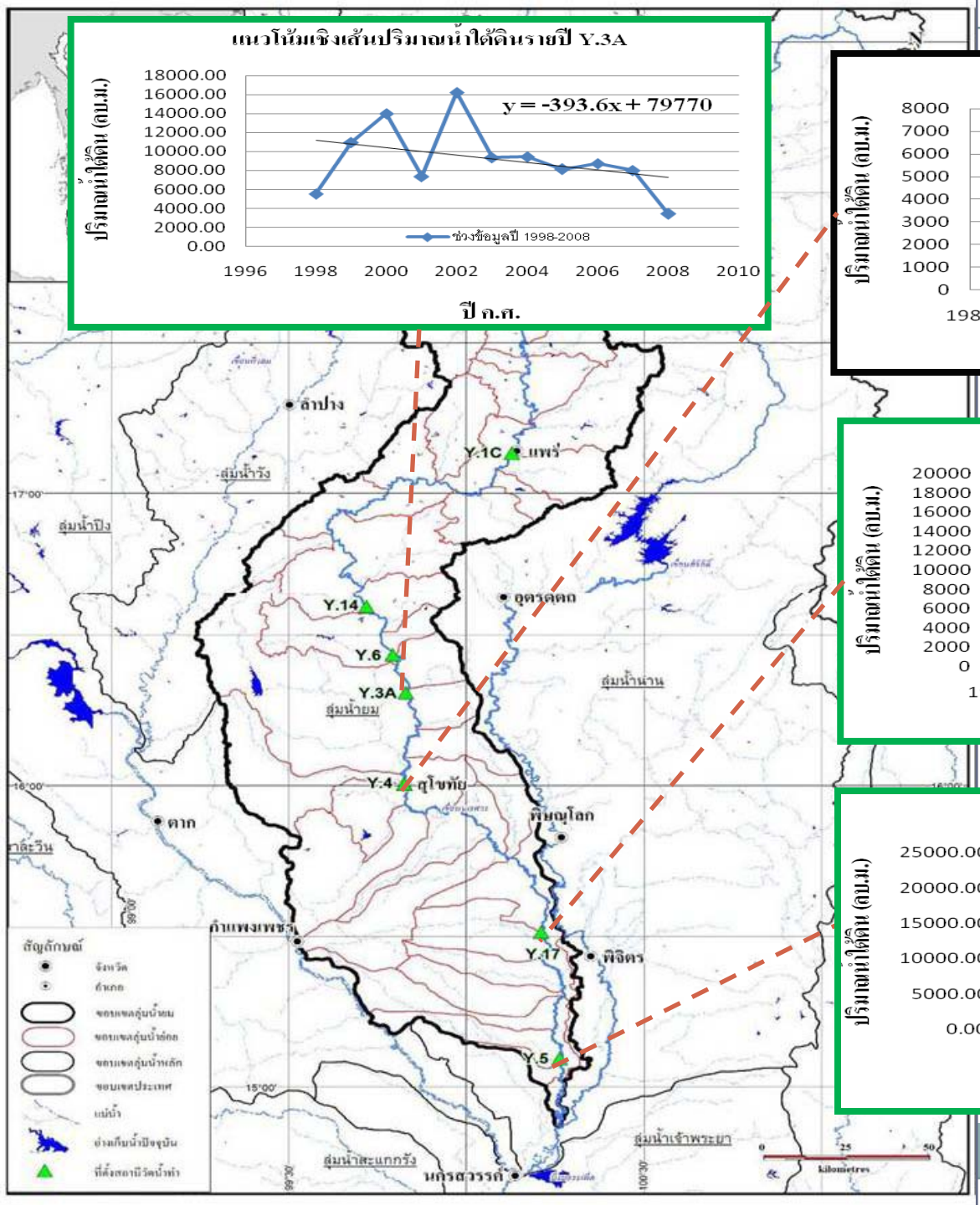

พะเยา
น่าน
ลำพูน
ลำปาง
แพร่
อุตรดิตถ์
สุโขทัย
ตาก
พิษณุโลก
เพชรบูรณ์
Y.20
Y.1C
Y.14
Y.6
Y.3A
Y.4
ลุ่มน้ำโขง
ลุ่มน้ำรัง
ลุ่มน้ำปิง
ลุ่มน้ำน่าน
ลุ่มน้ำยม
ลุ่มน้ำป่าสัก


แนวโน้มเชิงเส้นปริมาณน้ำใต้ดินรายปี Y.20
ปริมาณน้ำใต้ดิน (ลบ.ม.)
y = 57.25x - 11107
ช่วงข้อมูลปี 1998-2008
ปี ค.ศ.

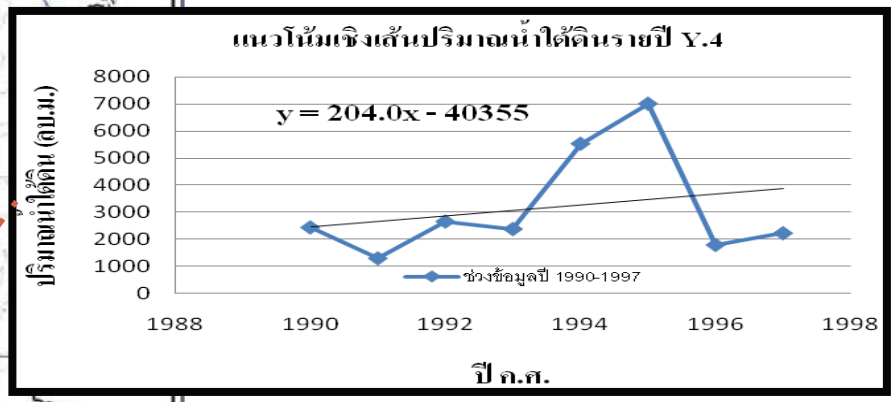

แนวโน้มเชิงเส้นปริมาณน้ำใต้ดินรายปี Y.1C
ปริมาณน้ำใต้ดิน (ลบ.ม.)
y = 181.3x - 35627
ช่วงข้อมูลปี 1998-2008
ปี ค.ศ.

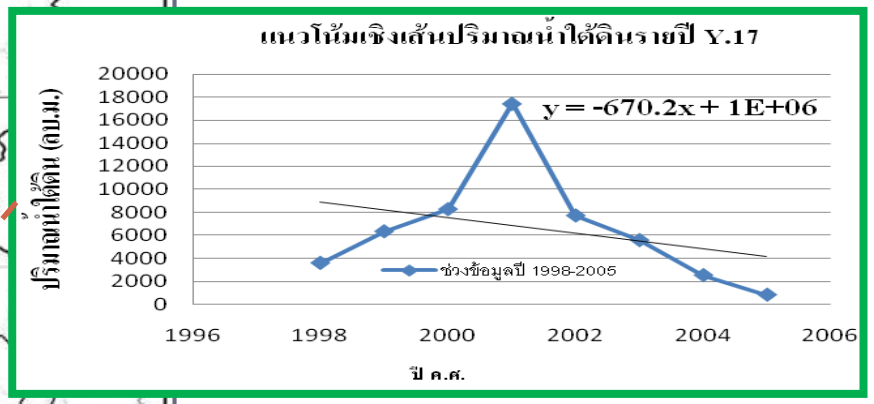

แนวโน้มเชิงเส้นปริมาณน้ำใต้ดินรายปี Y.14
ปริมาณน้ำใต้ดิน (ลบ.ม.)
y = 408.3x - 80744
ช่วงข้อมูลปี 1998-2008
ปี ค.ศ.

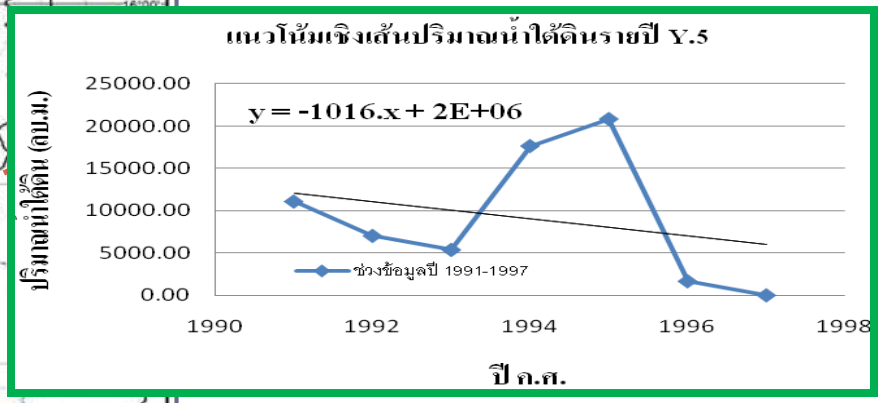
แนวโน้มเชิงเส้นปริมาณน้ำใต้ดินรายปี Y.6
ปริมาณน้ำใต้ดิน (ลบ.ม.)
y = 654.8x - 1E+06
ช่วงข้อมูลปี 1998-2008
ปี ค.ศ.


ลำปาง
สุ่มน้ำวัง
สุ่มน้ำปิง
แพร่
Y.1C
อุตรดิตถ์
Y.14
Y.6
Y.3A
สุ่มน้ำยม
สุ่มน้ำน่าน
Y.4
สุโขทัย
ตาก
พิษณุโลก
กำแพงเพชร
Y.17
พิจิตร
Y.5
สุ่มน้ำเจ้าพระยา
สุ่มน้ำสะแกกรัง
นครสวรรค์
สัญลักษณ์
จังหวัด
อำเภอ
ขอบเขตลุ่มน้ำหลัก
ขอบเขตประเทศ
แม่น้ำ
ที่ตั้งสถานีวัดน้ำท่า
kilometres

แนวโน้มเชิงเส้นปริมาณน้ำใต้ดินรายปี Y.3A
ปริมาณน้ำใต้ดิน (ลบ.ม.)
y = -393.6x + 79770
ช่วงข้อมูลปี 1998-2008
ปี ค.ศ.


แนวโน้มเชิงเส้นปริมาณน้ำใต้ดินรายปี Y.4
ปริมาณน้ำใต้ดิน (ลบ.ม.)
y = 204.0x - 40355
ช่วงข้อมูลปี 1990-1997
ปี ค.ศ.


แนวโน้มเชิงเส้นปริมาณน้ำใต้ดินรายปี Y.17
ปริมาณน้ำใต้ดิน (ลบ.ม.)
y = -670.2x + 1E+06
ช่วงข้อมูลปี 1998-2005
ปี ค.ศ.


แนวโน้มเชิงเส้นปริมาณน้ำใต้ดินรายปี Y.5
ปริมาณน้ำใต้ดิน (ลบ.ม.)
y = -1016.x + 2E+06
ช่วงข้อมูลปี 1991-1997
ปี ค.ศ.

สรุปและวิจารณ์ผล

1. สถานี Y.6 และ Y.14 จังหวัดสุโขทัย มีปริมาณการไหลของน้ำใต้ดินเข้าสู่ลำน้ำสูงที่สุดเมื่อเทียบกับสถานีอื่นๆ เมื่อพิจารณากราฟน้ำฝนเฉลี่ยรายเดือนมีความสอดคล้องไปทิศทางเดียว แสดงว่าปริมาณน้ำฝนมีผลต่อการไหลของปริมาณน้ำใต้ดิน

2. สถานี Y.17 จังหวัดพิจิตร มีปริมาณการไหลของน้ำใต้ดินเข้าสู่ลำน้ำน้อยที่สุด แสดงให้เห็นว่า ในพื้นที่รับน้ำของ Y.17 มีสภาพเก็บกักน้ำใต้ดินสูง ซึ่งควรพิจารณาอุทกธรณีด้วย

3. ค่าดัชนีการไหลพื้นฐานของแต่ละสถานีสอดคล้องกับปริมาณการไหลของน้ำใต้ดิน เมื่อค่าดัชนีการไหลพื้นฐานสูง แสดงว่าปริมาณการไหลของน้ำใต้ดินสู่ลำน้ำสูงเช่นกัน

สรุปและวิจารณ์ผล (ต่อ)

4. แนวโน้มปริมาณน้ำใต้ดินเพิ่มขึ้นมากที่สุด คือ Y.6 มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นถึง 654.80 ลบ.ม./วินาที/ปี และลดลงน้อยที่สุด คือ Y.5 มีแนวโน้มลดลงถึง 1,016 ลบ.ม./วินาที/ปี

5. ในการสร้างชุดฟังก์ชั่น M-file บน MATLAB สามารถประยุกต์ใช้งานกับลุ่มน้ำอื่นได้ โดยพิจารณาที่อัตราการไหล ทำให้ง่ายต่อการคำนวณ

6. ค่าดัชนีการไหลพื้นฐานสามารถเป็นตัวชี้วัดศักยภาพได้ในระดับหนึ่งซึ่งจะช่วยในการจัดการพื้นที่ลุ่มน้ำและการจัดการในแม่น้ำยมได้

ข้อเสนอแนะ

ในการพิจารณาความสามารถการกักเก็บน้ำของพื้นที่รับน้ำและการไหลของน้ำใต้ดินสู่ลำน้ำ ควรจะพิจารณาปัจจัยอื่นประกอบเพิ่มเติมเช่น

- โค้งช่วงเวลาการไหล (Flow duration curve)
- ความสามารถในการซึมน้ำของดิน
- อุทกธรณีวิทยา
- การกักเก็บน้ำผิวดิน

เข้ามาเกี่ยวข้องด้วยในการวิเคราะห์เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

ผู้เขียนขอขอบคุณ

- คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ที่ให้การสนับสนุนทุนช้างเผือก
- ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น สนับสนุนและอำนวยความสะดวกในการทำวิจัยนี้

Thank you for your attention !

ขอขอบพระคุณค่ะ