



วิจารณ์ผลการวิจัย สรุปและข้อเสนอแนะ

๖.๑ วิจารณ์ผลการวิจัย

ในการวิจัยนี้ ได้มุ่งศึกษาถึงปริมาณน้ำผิวดินของลุ่มแม่น้ำป่าสักตอนบน จากน้ำฝน และน้ำท่า โดยไม่รวมถึงน้ำใต้ดิน ซึ่งพอที่จะวิจารณ์ผลการวิจัยได้ดังนี้

๖.๑.๑ ที่ตั้ง ขนาด และรูปร่างของลุ่มแม่น้ำ

ลุ่มแม่น้ำป่าสักตอนบน ตั้งอยู่ภาคกลางของประเทศไทย เนื้อที่ของลุ่มแม่น้ำที่สามารถหาพื้นที่รับน้ำฝนได้ มีเพียง ๑๔,๔๖๒ ตารางกิโลเมตร โดยสิ้นสุดที่สถานีวัดน้ำท่าที่แก่งคอย (S2) ส่วนที่เลยจากนี้ไปเป็นที่ราบน้ำท่วมถึง (Flood Plain) โดยได้รับน้ำจากแม่น้ำเจ้าพระยาเข้ามาผสมด้วย ลุ่มแม่น้ำมีลักษณะยาวรีจากทิศเหนือไปทิศใต้ เฉพาะส่วนจากต้นน้ำถึงสถานีวัดน้ำท่าที่แก่งคอย (S2) ยาวประมาณ ๓๕๐ กิโลเมตร แต่ลำแม่น้ำป่าสักยาวถึงแก่งคอยประมาณ ๕๐๐ กิโลเมตร และส่วนกว้างที่สุดประมาณ ๖๘ กิโลเมตร มีลักษณะลาดเอียงจากทิศเหนือลงสู่ทิศใต้ ความลาดชันเฉลี่ยถึงสถานีวัดน้ำท่าที่แก่งคอย (S2) ประมาณ ๐.๐๐๐๓๔

$$\text{มี Shape Number } \left(\frac{A}{L^2} \right) = 0.058$$

ความกว้างเฉลี่ยของลุ่มแม่น้ำ หาได้จากอัตราส่วน

$$\bar{b} = \frac{A}{L}$$

ลุ่มแม่น้ำป่าสักหาความกว้างเฉลี่ย \bar{b} จากอัตราส่วนนี้ได้ ๒๔.๐๔ กิโลเมตร

ค่าสัมประสิทธิ์ของรูปร่าง (Coefficient of Shape) $\frac{L^2}{A}$

ค่าสัมประสิทธิ์ของรูปร่าง จะเป็นอัตราส่วนของความยาวของลำน้ำหลักต่อความกว้างเฉลี่ย หรือเป็นส่วนกลับกับ Shape Number

$$d = \frac{L}{b}$$

$$d = \frac{L}{\frac{A}{L}}$$

$$d = \frac{L^2}{A}$$

แม่น้ำป่าสักที่แก่งคอง (S2) มีค่าสัมประสิทธิ์ของรูปร่างเป็น

$$d = \frac{(500)^2}{14,522} = 17.21$$

สรุปได้ว่า ลุ่มแม่น้ำป่าสักตอนบน มีอัตราส่วนความยาวของลำน้ำหลักต่อความกว้างเฉลี่ยเป็น ๑๗.๒๑ เท่า หรือถ้าแปลงลักษณะของลุ่มแม่น้ำเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าที่มีพื้นที่เท่ากับลุ่มแม่น้ำเดิมแล้ว จะเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าที่มีด้านยาวมากกว่าด้านกว้าง ๑๗.๒๑ เท่า แม่น้ำป่าสักเป็นแม่น้ำใหม่ที่มีร่องน้ำอยู่ในช่องเขาแคบ มีบริเวณลุ่มน้ำเป็นทางยาว มีอัตราส่วนของเส้นกิ่ง (Bifurcation Ratio) สูงเกินกว่า ๔ ทำให้ Flood arrival time ล้น น้ำจะไหลออกลุ่มแม่น้ำได้เร็ว

๖.๑.๒ น้ำฝน ได้ทำการศึกษาปริมาณน้ำฝนที่ตกในลุ่มแม่น้ำป่าสักตอนบน พบว่า น้ำฝนในแต่ละปีมีการเปลี่ยนแปลงดังนี้

๖.๑.๒.๑ การเปลี่ยนแปลงของน้ำฝนกับฤดูกาล ได้ทำการศึกษาปริมาณน้ำฝน ที่ตกในช่วงเวลาแต่ละเดือน จากเดือนมกราคมถึงเดือนธันวาคม และปริมาณน้ำฝนที่ตกรวมตลอดปี จากสถานีวัดน้ำฝน ๔๔ แห่ง ทั้งภายในและภายนอกลุ่มแม่น้ำที่อยู่ใกล้เคียง จากการวิจัยนี้พบว่า ลุ่มแม่น้ำป่าสักตอนบนมีฝนตกน้อยไม่ถึง ๑๐๐ มิลลิเมตร ต่อเดือน อยู่ ๖ เดือน ตั้งแต่เดือน พฤศจิกายน ธันวาคม มกราคม กุมภาพันธ์ มีนาคม และเมษายน เพราะในช่วง ๖ เดือนนี้ เป็นช่วงฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ลมมรสุมพัดจากผืนแผ่นดินใหญ่จีนลงมาประเทศไทย พัดผ่านท้องน้ำหรือมหาสมุทรน้อยแห่ง ทิ้งไอน้ำในรูปของฝนหรืออย่างอื่นไปหมดแล้วก่อนถึง ประเทศไทย จึงไม่ค่อยจะมีฝนตกในประเทศไทย เดือนที่ฝนตกน้อยที่สุดคือเดือนธันวาคม และ เดือนมกราคม จะมีฝนตกเฉลี่ยประมาณเดือนละ ๕ มิลลิเมตร ในช่วง ๒ เดือนนี้เป็น ฤดูหนาว อากาศจะหนาวจัดที่สุด ฝนที่ตกในช่วง ๖ เดือนนี้น้อยมาก ไม่สามารถนำไปใช้ในการกสิกรรมที่อาศัยน้ำฝน เช่นทำนาได้ เพราะการปลูกข้าวต้องใช้น้ำประมาณเดือนละ ๒๐๐ มิลลิเมตร เป็นเวลาประมาณ ๓ เดือน ฉะนั้นมีน้ำฝนเดือนละไม่ถึง ๑๐๐ มิลลิเมตรจึงไม่ เพียงพอ จากกลางเดือนเมษายนเป็นต้นไปจะมีฝนตกมากขึ้น ลมเปลี่ยนทิศจากมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ เป็นมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ ซึ่งลมนี้จะนำน้ำฝนจากมหาสมุทรอินเดียและอ่าวไทยมา ตกในประเทศไทย โดยเฉพาะในเดือน พฤษภาคม มิถุนายน และกรกฎาคม ฝนจะตกหนัก เท่า ๆ กัน ในช่วง ๓ เดือนนี้ คือตกเฉลี่ยเดือนละ ๑๕๐ มิลลิเมตร พอถึงเดือนสิงหาคมฝนจะตก มากขึ้นเป็น ๑๕๐ มิลลิเมตร และจะตกหนักที่สุดในเดือนกันยายน ถึง ๒๖๐ มิลลิเมตร หลังเดือน กันยายนแล้วฝนจะลดลงอย่างรวดเร็ว ตกเป็นคราว ๆ เนื่องจากพายุไซโคลนที่พัดเข้ามาเป็น ลูก ๆ จนเหลือเพียง ๑๓๐ มิลลิเมตร ในเดือนตุลาคม หลังจากเดือนตุลาคมแล้วฝนจะลดน้อย ลงอีก เพราะตั้งแต่เดือนพฤศจิกายนไปถึงเดือนเมษายนของอีกปีหนึ่ง มีฝนตกรวมแต่ละ เดือนไม่ถึง ๑๐๐ มิลลิเมตร พอถึงเดือนพฤษภาคมฝนจะเริ่มตกมากขึ้นเกิน ๑๐๐ มิลลิเมตรต่อเดือน เป็นครบรอบปีอย่างเดิมอีก จะอย่างไรก็ตาม ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย (แบบเลขคณิต)

ของทุก ๆ สถานีบริเวณลุ่มแม่น้ำป่าสักตอนบนที่ทำการวิจัยนี้ มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยตลอดปีประมาณ ๑๒๐๐ มิลลิเมตร ซึ่งนับว่าอยู่ในเกณฑ์ต่ำกว่าปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยของทั่วประเทศไทย เพราะน้ำฝนเฉลี่ยของประเทศไทยมีปริมาณ ๑๖๘๗.๘ มิลลิเมตรต่อปี* การที่ฝนตกในลุ่มแม่น้ำป่าสักน้อยกว่าเกณฑ์เฉลี่ยของประเทศไทย เพราะแม่น้ำป่าสักตอนบนตั้งอยู่ในภาคกลางของประเทศไทย น้ำฝนที่มาจากมหาสมุทรอินเดีย จากอ่าวไทยและจากทะเลจีนใต้หรือมหาสมุทรแปซิฟิกก็ตี จะตกบริเวณต้นทางก่อนที่จะมาถึงลุ่มแม่น้ำป่าสักตอนบน ทำให้เหลือน้ำฝนมาตกในบริเวณลุ่มแม่น้ำป่าสักตอนบนน้อยลง เพราะอยู่ปลายทางของเส้นทางที่ฝนจะตก

๖.๑.๒.๒ การเปลี่ยนแปลงของน้ำฝนตามลักษณะภูมิประเทศ

นอกจากน้ำฝนจะมีการเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาลแล้ว ปริมาณน้ำฝนยังมีการเปลี่ยนแปลงตามลักษณะภูมิประเทศอีก ในลุ่มแม่น้ำป่าสักตอนบนการตกกระจายของน้ำฝนไม่เท่ากัน เมื่อพิจารณาจากแผนที่เส้นน้ำฝนเท่ากัน (Isohyet) แล้วจะพบว่า ด้านทิศใต้และทิศตะวันออกเฉียงใต้ของลุ่มแม่น้ำป่าสักตอนบน ที่ติดกับจังหวัดนครนายก จะมีปริมาณน้ำฝนมากกว่าด้านทิศเหนือของลุ่มแม่น้ำป่าสักตอนบน เป็นเพราะด้านใต้ที่อยู่ใกล้อ่าวไทย ได้รับน้ำฝนจาก ๓ ทางด้วยกัน คือจากลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ จากลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ และจากพายุไซโคลนที่พัดจากทะเลซึ่งเป็นอากาศเย็น มาปะทะกับอากาศร้อนบนแผ่นดิน ทำให้เกิดช่องความกดอากาศต่ำ เกิดฝนตกมากกว่าด้านเหนือของลุ่มแม่น้ำ

๖.๑.๓ น้ำท่า ได้ทำการศึกษาปริมาณน้ำท่าจากจุดวัดน้ำท่าของลุ่มแม่น้ำ ที่สถานีวัดน้ำท่าต่าง ๆ ภายในลุ่มแม่น้ำป่าสักตอนบน รวมทั้งสิ้น ๑๐ สถานี ได้ทำการศึกษาดัชนีแปรเปลี่ยน (Variability Index) ของการไหลของน้ำท่า หากความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการไหลเฉลี่ยของน้ำท่ากับพื้นที่ลุ่มแม่น้ำ โดยวิธี Exponential Equation ทำการคำนวณหาปริมาณน้ำท่าและน้ำแล้งในรอบปีต่าง ๆ โดยใช้สูตรของกัมเบล (Gumbel formula) ซึ่งได้ผล

* โดยการศึกษาจากกรมอุตุนิยมวิทยา

การวิจัยออกมาดังนี้

๖.๑.๓.๑ ค่าดัชนีแปรเปลี่ยน (Variability Index) ของแม่น้ำป่าสัก ที่สถานีวัดน้ำท่า ๔ สถานี คือ แก่งสีดา วิเชียรบุรี บัวชุม และที่แก่งคอย (S2) ปรากฏว่าได้ค่าดัชนีแปรเปลี่ยนตั้งแต่ ๐.๕ ถึง ๐.๙ ซึ่งถ้าค่าดัชนีแปรเปลี่ยนมากกว่า ๐.๕ ขึ้นไป แสดงว่าลุ่มแม่น้ำแห่งนั้นมีแหล่งกักเก็บน้ำตามธรรมชาติอยู่น้อย และดินส่วนใหญ่ยอมให้น้ำซึมผ่านไปได้เล็กน้อย จากการวิจัยนี้แสดงว่าลุ่มแม่น้ำป่าสักตอนบนมีแหล่งกักเก็บน้ำตามธรรมชาติอยู่น้อย และดินส่วนใหญ่ยอมให้น้ำซึมผ่านได้เล็กน้อย น้ำจะไหลหลากมากในฤดูฝน และไหลน้อยหรือไม่มี การไหลเลยในฤดูแล้ง ตารางที่ ๖.๑ แสดงค่าเปรียบเทียบดัชนีแปรเปลี่ยนของลุ่มแม่น้ำแหล่งต่าง ๆ ที่เคยมีผู้ทำการวิจัยไว้แล้ว และได้แสดงเปรียบเทียบกับของลุ่มแม่น้ำป่าสัก ซึ่งได้ผลจากการวิจัยดังนี้

ตารางที่ ๖.๑

เปรียบเทียบค่าดัชนีแปรเปลี่ยนของกลุ่มแม่น้ำต่าง ๆ

แม่น้ำ	สถานีวัดน้ำ	พื้นที่ลุ่มน้ำ ตารางกิโลเมตร	ปี พ.ศ.ที่น้ำ ข้อมูลมาวิเคราะห์	ค่าดัชนี แปรเปลี่ยน
Mississippi (USA)	Keokok	308,000	-	0.25
Iowa (USA)	Iowa City	8,366	2451-2470	0.49
Rib (USA)	Rib Falls	800	2469-2485	0.71
St. John (USA)	Fort Kent	2,246	2472-2484	0.43
Ohio (USA)	Paducan	526,000	-	0.59
Bran maputra (INDIA)	Bahadurabad	536,000	2499-2504	0.45
Mae Klong (THAILAND)	Ben Tham	26,421	2507-2509 และ 2511	0.474
Pasak (THAILAND)	Kang Koi	14,522	2492-2496	0.512
Pasak (THAILAND)	Wichian Buri	9,500	2514-2518	0.988
Pasak (THAILAND)	Buachum	7,320	2514-2518	0.766
Pasak (THAILAND)	Kang Sida	809	2507-2517	0.879

๖.๑.๓.๒ จากสภาวะน้ำฝนใน ๖.๑.๒.๑ ในลุ่มแม่น้ำแห่งนี้ทำให้ปริมาณน้ำท่าจากสถานีวัดน้ำท่าทุกแห่ง จะเริ่มมากขึ้นในเดือนเมษายน และเพิ่มปริมาณมากขึ้นเรื่อย ๆ จนถึงขีดสูงสุดในเดือนสิงหาคม และหลังจากนี้ปริมาณน้ำท่าจะลดลงเรื่อย ๆ จนถึงระดับต่ำสุด ในเดือนมกราคม กุมภาพันธ์ และมีนาคม ซึ่งในระยะ ๓ เดือนนี้ จะเกิดน้ำแล้งต่ำสุด (Drought) หรือบางแห่งถึงกับไม่มีน้ำไหลเลย ตัวอย่างเช่น เมื่อพิจารณาจากรูปไฮโดรกราฟ ของแม่น้ำป่าสักที่แก่งคอย (S2) ของกรมชลประทาน เมื่อปี ๒๕๑๐ ตามรูปที่ ๖.๑ จะเห็นว่าเวลาน้ำหลากสูงสุดของปีนี้ตกอยู่ในเดือนกันยายน-ตุลาคม มีปริมาณน้ำหลากสูงสุดถึง ๔๔๔ ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที มีปริมาณน้ำไหลเฉลี่ยในเดือนกันยายน ๑๒๑ ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที และในเดือนตุลาคม ๒๗๕ ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที พอถึงเดือนพฤศจิกายน ปริมาณน้ำท่าจะลดลงอย่างมาก เหลือเพียงปริมาณไหลเฉลี่ย ๑๔.๑ ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที และจะลดปริมาณลงไ้เรื่อย ๆ จนถึงระดับต่ำสุดในเดือนมีนาคม ประมาณ ๔ ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที พอถึงเดือนเมษายนปริมาณน้ำท่าจะเริ่มเพิ่มขึ้นอีก แต่ถ้าหากปีใดฝนเริ่มตกช้า คือ เริ่มกลางเดือนเมษายนแล้วฝนยังไม่ตกเริ่มตกในปลายเดือนพฤษภาคมแล้ว ในเดือนเมษายนอาจจะ เป็นเดือนที่มีน้ำแล้งจัดอีกเดือนก็ได้ เมื่อเป็นเช่นนี้ฤดูน้ำมากก็จะถัดไปเริ่มที่เดือนพฤษภาคม

๖.๑.๓.๓ ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการไหลเฉลี่ยของน้ำท่ากับพื้นที่ลุ่มแม่น้ำซึ่งแสดงออกมาตามสูตร คือ

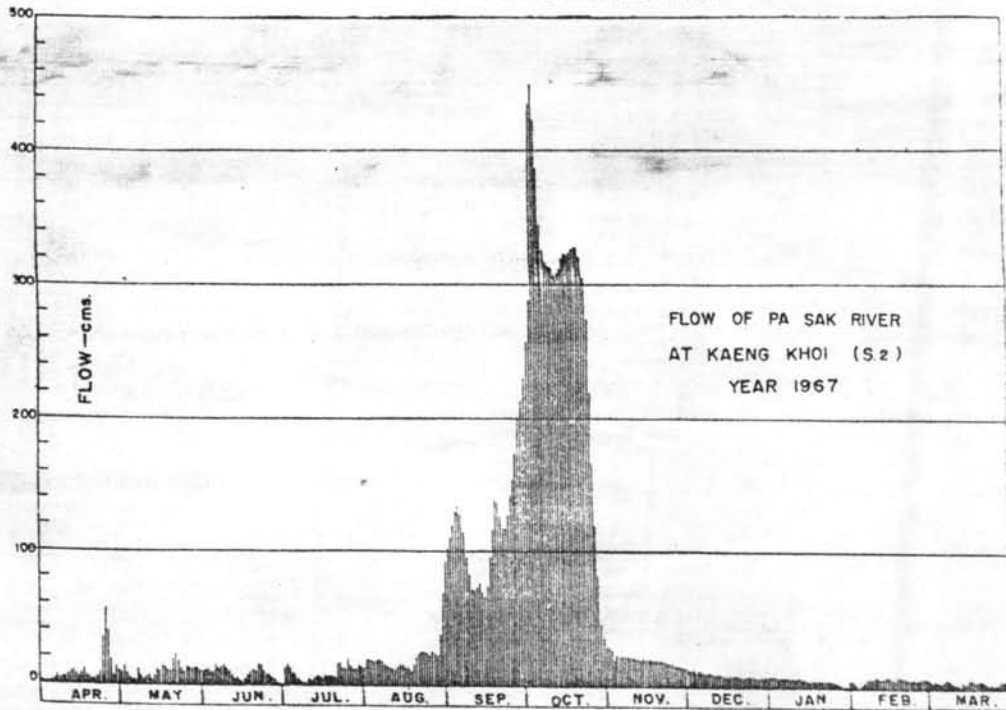
$$Q = KA^n$$

จากการวิจัยนี้ ได้ผลว่า

ก. สำหรับอัตราการไหลเฉลี่ยประจำเดือน จากเดือนมกราคมถึงเดือนธันวาคม

ค่า K จะเพิ่มขึ้นจาก ๐.๐๐๔๓ ถึง ๐.๑๑๔๔

ค่า n จะเพิ่มขึ้นจาก ๐.๔๘๘๒ ถึง ๑.๐๔๔๔



รูปที่ ๖.๑

ไฮโดรกราฟของแม่น้ำป่าสักที่แก่งคอย (S2) พ.ศ.๒๕๑๐

ข. สำหรับอัตราการไหลเฉลี่ยรวมตลอดปี

$$\text{ค่า } K = 0.0300$$

$$\text{ค่า } n = 0.7868$$

ในทั้งสองกรณี คือ ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการไหลเฉลี่ยของน้ำท่ารายเดือน กับพื้นที่ของลุ่มน้ำ และอัตราการไหลเฉลี่ยตลอดปีกับพื้นที่ลุ่มน้ำ ได้ค่าสัมประสิทธิ์ของความสัมพันธ์ (Correlation Coefficient) ตั้งแต่ ๐.๖๗๗๐ ถึง ๐.๙๗๖๕ ซึ่งถ้าค่าสัมประสิทธิ์ของความสัมพันธ์มีค่ามากกว่า ๐.๖ แล้ว ก็แสดงว่าอัตราการไหลเฉลี่ยของน้ำท่า และพื้นที่ของลุ่มน้ำมีความสัมพันธ์กัน และถ้าหากว่าสัมประสิทธิ์ของความสัมพันธ์มีค่าสูงสุดคือเท่ากับ ๑.๐ แล้ว จะแสดงว่าอัตราการไหลของน้ำท่ากับพื้นที่ลุ่มน้ำมีความสัมพันธ์กันโดยตรง เดือนที่มีค่าสัมประสิทธิ์ของความสัมพันธ์ต่ำ คือเดือนกุมภาพันธ์ มีนาคม และเมษายน ประมาณ ๐.๖ เศษ ซึ่งเป็นเดือนที่มีน้ำแล้ง เดือนที่มีค่าสัมประสิทธิ์ของความสัมพันธ์สูง คือเดือนกรกฎาคม สิงหาคม กันยายน ตุลาคม พฤศจิกายน ธันวาคม ซึ่งจะมากกว่า ๐.๘ ในช่วงนี้เป็นฤดูฝน เป็นเดือนที่มีน้ำหลาก จึงกล่าวได้ว่าในฤดูน้ำหลากค่าสัมประสิทธิ์ของความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการไหลของน้ำท่ากับพื้นที่ของลุ่มน้ำ ต่ำกว่าในฤดูน้ำแล้ง แสดงว่าอัตราการไหลเฉลี่ยของน้ำท่าในฤดูน้ำหลาก ขึ้นอยู่กับพื้นที่ของลุ่มน้ำต่ำกว่าในฤดูน้ำแล้ง

เมื่อพิจารณาอัตราการไหลเฉลี่ยของน้ำท่าตลอดทั้งปี กับพื้นที่ของลุ่มน้ำ ได้ค่าสัมประสิทธิ์ของความสัมพันธ์เป็น ๐.๙๗๕๘ แสดงว่าอัตราการไหลเฉลี่ยของน้ำท่าตลอดปี กับพื้นที่ของลุ่มน้ำ มีความสัมพันธ์กันดี

จะอย่างไรก็ตาม ค่าสัมประสิทธิ์ของความสัมพันธ์สูงสุดยังไม่ถึง ๑.๐ เพราะว่าการไหลของน้ำท่านั้น ไม่ได้ขึ้นอยู่กับพื้นที่ลุ่มน้ำอย่างเดียว แต่ยังขึ้นอยู่กับองค์ประกอบตามธรรมชาติอย่างอื่นอีก เช่น ความลาดชันของลำน้ำ ความยาวของลำน้ำ ปริมาณน้ำฝนที่ตก

ในกลุ่มน้ำ ฯลฯ แต่อิทธิพลขององค์ประกอบพื้นที่ลุ่มน้ำต่อน้ำท่ามีมากจึงทำให้ได้ค่าสัมประสิทธิ์ของความสัมพันธ์ สูงเกิน ๐.๖ และมีค่าเข้าใกล้ ๑.๐

๖.๑.๓.๔ ปริมาณน้ำหลาก (Flood) สถิติน้ำหลากสูงสุดที่จัดบันทึกไว้มีแนวโน้มสูงขึ้นตามจำนวนเวลารอบปีที่เพิ่มขึ้น สอดคล้องกับสูตรการคำนวณน้ำหลากของกัมเบล ปริมาณน้ำหลากสูงสุดของแต่ละสถานีที่จัดบันทึกไว้เทียบกับจำนวนรอบปีที่คาดคะเนโดยสูตรของกัมเบล (Gumbel Formula) ได้ดังนี้

ก. แม่น้ำป่าสักที่ลำม่วงเหล็ก (S7) สถิติน้ำหลากสูงสุด ๘๖ ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที (พ.ศ. ๒๕๐๔) เป็นปริมาณน้ำหลากสูงสุดในรอบ ๒๐ ปี

ข. น้ำพุ่ง ที่สะพานน้ำพุ่ง (S10) สถิติน้ำหลากสูงสุด ๑๕๕ ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที (พ.ศ. ๒๕๑๓) เป็นปริมาณน้ำหลากสูงสุดในรอบ ๒๐ ปี

ค. แม่น้ำป่าสักที่แก่งสีดา สถิติน้ำหลากสูงสุด ๓๑๕ ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที (พ.ศ. ๒๕๐๘) เป็นปริมาณน้ำหลากสูงสุดในรอบ ๓๐ ปี

ง. แม่น้ำป่าสักที่หล่มสัก (S6 & S6A) สถิติน้ำหลากสูงสุด ๖๘๖ ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที (พ.ศ. ๒๕๔๔) เป็นปริมาณน้ำหลากสูงสุดในรอบ ๒๐ ปี

จ. แม่น้ำป่าสักที่หล่มสัก สถิติน้ำหลากสูงสุด ๑๕๓ ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที (พ.ศ. ๒๕๑๘) เป็นปริมาณน้ำหลากสูงสุดในรอบ ๔ ปี

ฉ. แม่น้ำป่าสักที่เพชรบูรณ์ (S4B) สถิติน้ำหลากสูงสุด ๑๕๖ ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที (พ.ศ. ๒๕๑๓) เป็นปริมาณน้ำหลากสูงสุดในรอบ ๖ ปี

ช. แม่น้ำป่าสักที่ริเชียรบุรี สถิติน้ำหลากสูงสุด ๒๒๐ ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที (พ.ศ. ๒๕๑๓) เป็นปริมาณน้ำหลากสูงสุดในรอบ ๑๔ ปี

ข. แม่น้ำป่าสักที่ข้าวขุม สถิติน้ำหลากสูงสุด ๔๘๒ ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที (พ.ศ. ๒๕๑๓)
เป็นปริมาณน้ำหลากสูงสุดในรอบ ๑๕ ปี

ญ. แม่น้ำป่าสักที่แก่งคอย S2 สถิติน้ำหลากสูงสุด ๑,๕๑๘ ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที
(พ.ศ. ๒๕๐๗) เป็นปริมาณน้ำหลากสูงสุดในรอบ ๒๐๐ ปี

แต่ทั้งนี้ยังไม่อาจจะชี้ชัดลงไปได้ว่าค่าน้ำหลากสูงสุดที่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นนี้ จะเป็น
ผลกระทบมาจากการตัดไม้ ถางป่า และการเปลี่ยนแปลงในการใช้ที่ดินเพื่อการเกษตรกรรม
มากขึ้น ทำให้เนื้อที่ของลุ่มแม่น้ำที่เป็นป่าไม้ลดลง เพราะถูกโค่นถางตัดไม้ขาย และเผาป่าทิ้ง
ทำไร่ เมื่อปริมาณน้ำฝนสูงสุดที่มีในอากาศมีได้เต็มที่จำนวนหนึ่งเท่านั้น เพราะอุณหภูมิของอากาศ
ไม่เพิ่มขึ้น จากการหาปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยตามหัวข้อที่ ๕.๕ ตามวิธีของไทเซน (Thiesen
Method) บนพื้นที่ลุ่มแม่น้ำป่าสักตอนบน ระหว่าง พ.ศ. ๒๔๘๕ ถึง พ.ศ. ๒๕๑๔ พบว่า
ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยบนพื้นที่ลุ่มแม่น้ำมีค่าอยู่ระหว่าง ๑,๐๐๐ ถึง ๑,๓๐๐ มิลลิเมตรต่อปี ปริมาณ
น้ำหลากอาจจะมากขึ้น เพราะเนื้อที่ลุ่มน้ำที่เป็นป่าลดลง เวลาฝนตกป่าสีเขียวช่วยกันและซึบกระแสน้ำ
น้ำฝนน้อยลง ทำให้น้ำไหลหลากเร็วขึ้น ปริมาณน้ำหลากสูงสุดจึงมากขึ้น

๖.๑.๓.๕ ปริมาณน้ำแล้ง (Drought)

ได้ทำการคำนวณหาปริมาณน้ำแล้งในรอบปีต่าง ๆ ตามสูตรของ
กิมเบล พบว่าเกือบทุกสถานีวัดน้ำ จะมีค่าน้ำแล้งเป็นศูนย์ ในรอบประมาณไม่เกิน ๕ ปี ซึ่ง
น่าจะเป็นไปได้สำหรับลุ่มแม่น้ำนี้ เพราะแม่น้ำป่าสักตอนบนในฤดูแล้งไม่ค่อยจะมีน้ำไหล หรือ
ถ้าปีใดแล้งจัดมีฝนตกน้อยแล้ว ในฤดูแล้งบางแห่งจะไม่มีน้ำไหลเลย ช่วงฤดูที่มีน้ำน้อยจะอยู่
ในเดือนกุมภาพันธ์ มีนาคม และเมษายน และจากการศึกษาค่าดัชนีแปรเปลี่ยน (Variability
Index) ก็พบว่า ดัชนีแปรเปลี่ยนของแม่น้ำป่าสักหลายจุดมีค่าสูงกว่า ๐.๕ ซึ่งแสดงว่า
แม่น้ำป่าสักตอนบนมีแหล่งกักเก็บน้ำตามธรรมชาติอยู่น้อย เมื่อฝนตกลงมาแล้ว น้ำจะไหลหลาก
มากในฤดูฝน ทำให้เกิดน้ำท่วมได้ง่าย พอถึงฤดูแล้งจะไม่มีน้ำไหล

๖.๑.๓.๖ ความสัมพันธ์ระหว่างน้ำฝนและน้ำท่า

ได้ทำการหาความสัมพันธ์ระหว่างน้ำฝนและน้ำท่า โดยใช้ปริมาณน้ำท่าที่ไหลออกมารวมตลอดปี ที่สถานีวัดน้ำท่าที่แก่งคอย (S2) และใช้ปริมาณน้ำฝนที่ตกลงมารวมตลอดปีทั่วพื้นที่ลุ่มแม่น้ำ เป็นเนื้อที่ ๑๔,๕๒๒ ตารางกิโลเมตร หาความสัมพันธ์ระหว่างน้ำฝนและน้ำท่าออกมา ๒ วิธีคือ

วิธีที่ ๑ ในแบบ Linear Equation ตามสมการที่ ๔.๑ คือ

$$R = aP + b$$

วิธีที่ ๒ ในแบบ Exponential Equation ตามสมการที่ ๔.๒ คือ

$$R = KP^n$$

จากการหาโดยทั้ง ๒ วิธีนี้ จะได้สูตรสำเร็จเป็น

$$(5.4) \dots\dots\dots R = 0.448P - 372 \quad 1,000 < P < 1,300$$

$$\text{และ } (5.5) \dots\dots\dots R = 3.272 \times 10^{-9} P^{3.465} \quad 1,000 < P < 1,300$$

จากการทดลองหาความสัมพันธ์ระหว่างน้ำฝนและน้ำท่าทั้ง ๒ วิธีนี้ โดยที่ค่า P อยู่ระหว่าง ๑,๐๐๐ ถึง ๑,๓๐๐ มม. พบว่าตามวิธีที่ (๔.๒) ได้ผลดีกว่าตามวิธีที่ (๔.๑) เล็กน้อย เพราะตามสมการที่ (๔.๑) ได้ค่าสัมประสิทธิ์ของความสัมพันธ์เป็น ๐.๖๐๓ แต่ตามสมการที่ (๔.๒) ได้ค่าสัมประสิทธิ์ของความสัมพันธ์เป็น ๐.๖๓๐ เพราะถ้าค่าสัมประสิทธิ์ของความสัมพันธ์ยิ่งใกล้ ๑.๐ มาก แสดงว่าน้ำฝนและน้ำท่ามีความสัมพันธ์กันดีขึ้น จากการหาความสัมพันธ์ระหว่างน้ำฝนและน้ำท่าแล้ว ได้หาสัมประสิทธิ์ของน้ำท่า คือ

$$(5.3) \dots\dots\dots Cd = \frac{R}{P}$$

เมื่อ Cd คือ สัมประสิทธิ์ของน้ำท่า

R คือ ปริมาณน้ำท่าที่ไหลรวมตลอดปีเป็นมิลลิเมตร หรือ
Specific Yield

P คือ ปริมาณน้ำฝนที่ตกลงมารวมตลอดปี

พบว่าสัมประสิทธิ์ของน้ำท่าของแม่น้ำป่าสักที่แก่งคอย (S2) เปลี่ยนในแต่ละปีแตกต่างกันมากบ้างน้อยบ้าง มีค่าตั้งแต่ ๐.๐๖๔ ถึง ๐.๒๓๔ แสดงว่าอัตราส่วนของน้ำฝนที่ไหลออกเป็นน้ำท้านั้นไม่เท่ากันทุกปี โดยเฉลี่ยแล้วสัมประสิทธิ์ของน้ำท่ามีค่า ๐.๑๒๔ แสดงว่าน้ำฝนเมื่อตกลงมาในพื้นที่ลุ่มน้ำแล้ว จะไหลลงแม่น้ำจนถึงที่สถานีวัดน้ำท่าที่แก่งคอย (S2) ประมาณร้อยละ ๑๒ ส่วนที่เหลืออีกประมาณร้อยละ ๘๘ หายไปโดยทางอื่น เช่น ระเหยกลับไปในอากาศ ซึมลงใต้ดิน และใช้ไปในการอุปโภคบริโภค เป็นต้น

๖.๑.๓.๗ Specific Yield ของน้ำท่า

Specific Yield ของน้ำท่า คือปริมาณน้ำท่าที่ไหลเป็นความสูงเป็นมิลลิเมตรบนพื้นที่ลุ่มน้ำนั้น ๆ รวมเวลาตลอดปี จากการศึกษา Specific Yield ของแม่น้ำป่าสักตอนบน พบว่าสถานีวัดน้ำท่าแต่ละแห่งภายในลุ่มแม่น้ำ ให้ค่า Specific Yield ไม่เท่ากัน เช่น ที่สถานีวัดน้ำท่าลุ่มน้ำเหล็ก (S7) มีค่า Specific Yield ของน้ำท่าสูงสุด ๓๗๔.๕๗ มิลลิเมตรต่อปี แต่ของแม่น้ำป่าสักที่วิเชียรบุรี มีค่าต่ำสุดเพียง ๑๐๕.๖๗ มิลลิเมตรต่อปี ทั้งนี้จะเป็นเพราะฝนตกกระจายไม่เท่ากันทั่วลุ่มน้ำ ลักษณะภูมิประเทศและความลาดชันของลำน้ำแต่ละแห่งไม่เท่ากัน การกักเก็บน้ำฝนที่ตกลงมาไปใช้ในการทำนาแต่ละแห่งไม่เท่ากัน ทำให้เหลือน้ำฝนไหลออกมาเป็นน้ำท่าไม่สม่ำเสมอทั่วลุ่มน้ำ อย่างไรก็ตามก็ได้ค่า Specific Yield เฉลี่ยของน้ำท่าทั้งลุ่มแม่น้ำป่าสักตอนบน ที่แก่งคอย (S2) เป็น ๑๖๕.๓๗ มิลลิเมตรต่อปี

สถิติที่ใช้ในการวิจัยนี้ เป็นสถิติที่เป็นการไหลตามธรรมชาติ เพราะยังไม่มีการสร้างเขื่อนสำหรับควบคุมการไหลของแม่น้ำป่าสักตอนบนนี้ ส่วนเขื่อนพระราม ๖ ซึ่งกั้นแม่น้ำป่าสักตอนล่าง ได้สอบถามความเห็นของเจ้าหน้าที่กรมชลประทาน ที่ทำหน้าที่เกี่ยวกับการวัดน้ำท่า มีความเห็นว่า เขื่อนพระราม ๖ ซึ่งกั้นแม่น้ำป่าสักตอนล่าง และรับน้ำท่าจากแม่น้ำเจ้าพระยาที่เหนือเขื่อนชันนาท ตามคลองขุดส่งน้ำสายป่าสัก-ชันนาท (ดูรูปแผนที่ ๑๑) ไม่ส่งผลระดับน้ำย้อนกลับ (Back Water Curve) ถึงสถานีวัดน้ำท่าที่แก่งค้อย (S2) ได้ เพราะระดับท้องน้ำของเขื่อนพระราม ๖ อยู่ต่ำกว่าระดับท้องน้ำของแม่น้ำป่าสักที่แก่งค้อย ส่วนสถิติน้ำท่าที่ใช้ในการวิเคราะห์ภายหลัง พ.ศ. ๒๕๑๔ ไม่ได้นำมาเกี่ยวข้องด้วย เพราะหน่วยงานราชการที่ทำการวัดยังไม่ได้พิมพ์เปิดเผยออกมา

๖.๒ สรุปผลการวิจัย

๖.๒.๑ แม่น้ำป่าสัก มีต้นกำเนิดอยู่ในทิวเขาสูง จังหวัดเลย ในระดับความสูงประมาณ ๘๐๐ เมตร จากระดับน้ำทะเลปานกลาง ไหลจากทิศเหนือลงมาทางทิศใต้ ระหว่างทิวเขาเพชรบูรณ์ และทิวเขาตงพญาเย็น ผ่านจังหวัดเพชรบูรณ์ สระบุรี และไหลออกแม่น้ำเจ้าพระยา ที่จังหวัดพระนครศรีอยุธยา เนื้อที่ลุ่มแม่น้ำส่วนใหญ่อยู่ในจังหวัดเพชรบูรณ์ ลำน้ำมีลักษณะแคบและคดเคี้ยว ลุ่มน้ำมี Shape Number $\frac{A}{L^2} = 0.058$ มีลักษณะแคบและยาวรี ลาดเอียงจากทิศเหนือมาทิศใต้ความลาดชันของลำน้ำเฉลี่ยประมาณ ๐.๐๐๐๓๕ เป็นลำน้ำที่ไหลอยู่ระหว่างทิวเขาสองแนวขนานกันในแนวแคบ เวลาฝนตกหนักน้ำจะไหลลงแม่น้ำอย่างรวดเร็ว ไฮโดรกราฟของน้ำท่าจะเกิดเวลาน้ำหลากสูงสุด (Peak time) ในเวลาอันรวดเร็ว

๖.๒.๒ ในฤดูฝนประมาณเดือนพฤษภาคม ถึงเดือนตุลาคม ซึ่งเป็นช่วงฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ จะมีฝนตกในลุ่มน้ำเกิน ๑๐๐ มิลลิเมตรต่อเดือน ในช่วง ๖ เดือนหลังจากเดือนพฤศจิกายน ถึงเดือนเมษายน ฝนตกน้อยไม่ถึง ๑๐๐ มิลลิเมตรต่อเดือน ในการเกษตรกรรมส่วนใหญ่ในนั้น ต้องการน้ำฝนประมาณ ๑๐๐ มิลลิเมตรต่อเดือน ก็ย่อมทำการเกษตรกรรมได้ ส่วนในฤดูที่ฝนตกไม่ถึง ๑๐๐ มิลลิเมตรต่อเดือน ถ้าจะทำการเกษตรกรรมก็ต้องอาศัยการชลประทานช่วย ฝนตกเฉลี่ยในลุ่มแม่น้ำรวมตลอดปีประมาณ ๑๒๐๐ มิลลิเมตร

๖.๒.๓ ปริมาณน้ำท่าที่ไหล จะไหลมากในฤดูฝน โดยเฉพาะในเดือนตุลาคม แม่น้ำป่าสัก ที่สถานีวัดน้ำที่แก่งค้อย (S2) มีอัตราการไหลเฉลี่ยสูงสุด ๒๐๐ ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที ส่วนเดือนที่น้ำแล้งจัดอยู่ในฤดูแล้ง ประมาณเดือนกุมภาพันธ์ มีนาคม และ เมษายน มีปริมาณน้ำท่าไหลเฉลี่ยที่ สถานีวัดน้ำท่าที่แก่งค้อย (S2) ประมาณ ๔-๕ ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที ปริมาณน้ำที่ไหลออกจาก สถานีวัดน้ำท่าที่แก่งค้อย (S2) รวมตลอดปี (Specific yield) คิดเป็นความสูงได้ ๑๖๕ มิลลิเมตรต่อปี โดยเฉลี่ย ปริมาณน้ำหลากโดยเฉลี่ย หรือปริมาณน้ำหลากในรอบ ๒.๓๓ ปี ตามสูตรของกัมเบลที่แก่งค้อย (S2) มีค่า ๔๗๐ ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที ในรอบปีที่มีมากกว่านี้ก็มีค่า น้ำหลากสูงกว่านี้ ดูได้จากภาคผนวก ค.๑๑ หน้า ๒๗๕

ปริมาณน้ำไหลเฉลี่ยตลอดปีของกลุ่มแม่น้ำป่าสักที่แก่งค้อยเป็น ๗๗ ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที ปริมาณน้ำที่การประปานครหลวงได้จากแม่น้ำเจ้าพระยาในฤดูแล้ง ๒๕ ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที และมีความต้องการสูงสุดถึง ๗๐ ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที ถ้าหากจะนำน้ำจากแม่น้ำป่าสักมาใช้ในกิจการประปาอาจจะช่วยได้บางส่วน แต่อาจจะไม่พอเพียงทั้งหมด เพราะต้องนำ น้ำในแม่น้ำป่าสักไปใช้ในด้านกรการชลประทานบ้าง

๖.๒.๔ ปริมาณน้ำแล้ง (Drought) ในฤดูแล้งบางแห่งภายในลุ่มแม่น้ำป่าสักตอนบน ไม่มีน้ำไหลเลย ระยะเวลาที่น้ำแล้งจะกินเวลาประมาณ ๓ เดือน ในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ มีนาคม และ เมษายน เวลาที่น้ำแล้งจัดจนการไหลเป็นศูนย์ คือไม่มีน้ำไหลนั้น จะกินเวลาประมาณ ๒-๓ วัน หรืออาจนานติดต่อกันถึง ๑ เดือน หากมีน้ำไหลบ้างจะไหลในปริมาณไม่ถึง ๑ ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที สถานีวัดน้ำที่มีลักษณะเช่นนี้ ได้แก่ สถานีวัดน้ำที่เพชรบูรณ์ (S4B) หล่มสัก บัวชุม และวิเชียรบุรี จากค่าดัชนีแปรเปลี่ยนของกลุ่มแม่น้ำป่าสักที่หาออกมา ๔ แห่งนั้น ได้ค่าสูงกว่า ๐.๕ ทั้งสิ้น แสดงว่า ลุ่มแม่น้ำป่าสักมีแอ่งกักเก็บน้ำตามธรรมชาติอยู่น้อย น้ำจะไหลหลากมากในฤดูฝน และแล้งจัดใน ฤดูแล้ง หากจะให้มีน้ำใช้ในฤดูแล้งแล้ว ก็ควรมีการสร้างเขื่อนกักเก็บน้ำไว้ใช้ตอนบนของกลุ่มแม่น้ำ

๖.๒.๕ ความสัมพันธ์ระหว่างน้ำท่าที่ไหลเฉลี่ยกับพื้นที่ลุ่มน้ำ ในรูปแบบ Exponential $Q = kA^{\pi}$ ความสัมพันธ์ระหว่างน้ำท่าที่ไหลเฉลี่ยแต่ละเดือนกับพื้นที่รับน้ำฝนอยู่ในเกณฑ์ดี แต่ในฤดูน้ำหลาก เช่น เดือนกันยายน ตุลาคม จะมีความสัมพันธ์ดีกว่าในฤดูแล้ง เช่น เดือนกุมภาพันธ์ และมีนาคม ความสัมพันธ์ระหว่างน้ำท่าที่ไหลเฉลี่ยตลอดปีกับพื้นที่ลุ่มน้ำก็อยู่ในเกณฑ์ดี แสดงว่าปริมาณน้ำท่าที่ไหลเฉลี่ย มีความสัมพันธ์กับพื้นที่ลุ่มน้ำเป็นส่วนใหญ่

๖.๒.๖ ความสัมพันธ์ระหว่างน้ำท่ากับน้ำฝน ในรูปแบบ Exponential $R = kP^{\pi}$ จะดีกว่าในแบบ Linear regression $R = aP + b$ ปริมาณน้ำท่าที่ไหลในลุ่มน้ำมีความสัมพันธ์กับปริมาณน้ำฝนที่ตกในลุ่มน้ำนั้น แต่ น้ำท่าที่ไหลนั้น ไม่ได้ขึ้นอยู่กับน้ำฝนที่ตกอย่างเดียว ยังขึ้นอยู่กับองค์ประกอบทางธรรมชาติอย่างอื่นอีก เมื่อเปรียบเทียบปริมาณน้ำท่าที่ไหลกับปริมาณน้ำฝนที่ตกลงมาเพื่อหาสัมประสิทธิ์ของน้ำท่า (Coefficient of runoff) พบว่าได้ค่าสัมประสิทธิ์ของน้ำท่าสูงสุด ๐.๒๓๘ และค่าต่ำสุด ๐.๐๖๔ และมีค่าสัมประสิทธิ์ของน้ำท่าโดยเฉลี่ย ๐.๑๒๘

๖.๓ ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยขั้นต่อไป

ควรจะได้มีการศึกษาต่อเกี่ยวกับแม่น้ำป่าสักในเรื่องต่อไปนี้ คือ

๖.๓.๑ ศึกษาเกี่ยวกับการสมดุลย์ของน้ำในลุ่มแม่น้ำป่าสัก (Water Balance)

ศึกษาปริมาณน้ำฝนที่ถูกใช้หรือหายไปในช่วงการอื่น หลังจากตกลงมาแล้ว เช่น ปริมาณน้ำที่ซึมลงดิน ปริมาณน้ำที่ระเหยไปในอากาศ ปริมาณน้ำที่ใช้ในการเกษตรกรรม และทำการคาดคะเนถึงความต้องการปริมาณน้ำที่ใช้ในอนาคตซึ่งจะเพิ่มขึ้น จากการเกษตรกรรม อุตสาหกรรม และการอุปโภค บริโภค หรือจากสาเหตุอื่น ๆ เพื่อเป็นการวางแผนจัดการแหล่งน้ำ

๖.๓.๒ ทำการศึกษารูปหน่วยไฮโดรกราฟ (Unit hydrograph) ของแม่น้ำ ป่าสักที่จุดวัดน้ำตามสถานีวัดน้ำต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นจากฝนตกในระยะเวลาต่าง ๆ กัน เพื่อคาดคะเนปริมาณน้ำไหล ที่เกิดขึ้นหลังจากฝนตก และทำการศึกษาถึงลักษณะของไฮโดรกราฟ เช่น เวลาที่เกิดน้ำหลาก เวลาที่เกิดน้ำหลากสูงสุด ปริมาณน้ำหลากสูงสุด ในรูปของ สมการ เช่น

$$t_p = K_1 (LLc / \sqrt{S})^{n_1}$$

$$t_b = K_2 (LLc / \sqrt{S})^{n_2}$$

$$q_p = K_3 (A / t_p)^{n_3}$$

เมื่อ	A	=	พื้นที่ของลุ่มน้ำ
	L	=	ความยาวของลำน้ำหลักที่ยาวที่สุด
	Lc	=	ความยาวของลำน้ำหลัก ที่วัดจากจุดวัดน้ำไปไกลจุดศูนย์กลาง (Centroid) ของพื้นที่ลุ่มแม่น้ำมากที่สุด
	S	=	ความลาดเอียงของลำน้ำหลัก
	t_p	=	เวลาที่เกิดน้ำหลากสูงสุด
	t_b	=	เวลาที่เกิดน้ำหลากทั้งหมด
	q_p	=	ปริมาณน้ำหลากสูงสุด
	K, n	=	ค่าคงที่ สำหรับลุ่มน้ำแต่ละแห่ง และเป็นค่าบอกลักษณะของรูปหน่วยไฮโดรกราฟ

๖.๓.๓ ทำการวิจัยต่อไปถึง ปัญหาการใช้ที่ดินว่ามีอิทธิพลต่อรูปหน่วยไฮโดรกราฟหรือไม่ เพราะมีการเปลี่ยนแปลงในการใช้ที่ดินอยู่เสมอ เช่น การถางป่าเพื่อการทำไร่ ทำให้พื้นที่ป่าลดลง การสร้างฝายกั้นลำน้ำเล็ก ๆ หรือการสร้างอ่างเก็บน้ำขนาดเล็กเพิ่มขึ้นตาม เขตชุมชนต่าง ๆ การเปลี่ยนแปลงในการปลูกพืช เช่น เปลี่ยนจากยาสูบไปเป็นการปลูกข้าวโพด หรือปอ ฯลฯ การเปลี่ยนแปลงเหล่านี้จะทำให้รูปหน่วยไฮโดรกราฟจากเดิมเปลี่ยนแปลงไปด้วยหรือไม่ ถ้าเปลี่ยนแล้วจะเปลี่ยนแปลงไปอย่างไร

๖.๓.๔ ควรมีการวิจัยลุ่มแม่น้ำป่าสักหรือลุ่มแม่น้ำแห่งอื่น ๆ โดยการใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Model) เพื่อศึกษาปริมาณน้ำหลากหรือรูปหน่วยไฮโดรกราฟของแม่น้ำที่จุดอื่น ๆ อีก ของจากของแม่น้ำป่าสักที่แก่งสีดา ซึ่งได้มีผู้ทำการวิจัยไว้แล้ว