บทคัดย่อ

การวิเคราะห์กราฟหนึ่งหน่วยน้ำท่าของลุ่มน้ำภาคเหนือจากสถานีที่มีข้อมูลสถิติน้ำท่าก็เพื่อหาวิธีการหรือรูปแบบในการสร้างกราฟหนึ่งหน่วยน้ำท่า เพื่อนำไปใช้ในการคำนวณหาขนาดน้ำท่า เพื่อใช้ในการออกแบบอาคารชลศาสตร์และอาคารที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาแหล่งน้ำ การวิเคราะห์ดังกล่าวเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับนำไปใช้ในการออกแบบขนาดน้ำท่วมสำหรับลุ่มน้ำภาคเหนือที่ยังไม่มีข้อมูลน้ำท่าที่อยู่ใกล้เคียงหรือมีสภาพภูมิประเทศคล้ายคลึงกันเชิงอุทกวิทยา

ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาคือ ข้อมูลน้ำท่าในช่วงที่เกิดน้ำนองของสถานีวัดน้ำท่าจำนวน 43 สถานีในภาคเหนือของประเทศไทย มีสถิติตั้งแต่ 2 ถึง 13 ปี และขนาดพื้นที่ลุ่มน้ำตั้งแต่ 6 ถึง 229 ตารางกิโลเมตร

ผลการวิเคราะห์ได้สมการแสดงความสัมพันธ์ โดยแยกเป็นลุ่มน้ำหลักได้ 6 ลุ่มน้ำครอบคลุมพื้นที่ทั่วภาคเหนือคือ

ลุ่มน้ำปิง $t_p = 1.0663\left(LL_c/\sqrt{S}\right)^{0.2713}$ และ $q_p/A = 4.46\left(t_p\right)^{-1.2546}$

ลุ่มน้ำวัง $t_p = 1.7844\left(LL_c/\sqrt{S}\right)^{0.1779}$ และ $q_p/A = 1.3811\left(t_p\right)^{-0.6292}$

ลุ่มน้ำยม $t_p = 3.284\left(LL_c/\sqrt{S}\right)^{0.1180}$ และ $q_p/A = 4.0183\left(t_p\right)^{-1.1594}$

ลุ่มน้ำน่าน $t_p = 1.728\left(LL_c/\sqrt{S}\right)^{0.1822}$ และ $q_p/A = 0.5041\left(t_p\right)^{-0.2562}$

ลุ่มน้ำโขง(เหนือ) $t_p = 2.0781\left(LL_c/\sqrt{S}\right)^{0.1344}$ และ $q_p/A = 0.4768\left(t_p\right)^{-0.1025}$

และลุ่มน้ำสาละวิน $t_p = 0.8802\left(LL_c/\sqrt{S}\right)^{0.288}$ และ $q_p/A = 0.9724\left(t_p\right)^{-0.4194}$

ความสัมพันธ์ระหว่างพารามิเตอร์ของกราฟหนึ่งหน่วยน้ำท่าและพารามิเตอร์แสดงคุณลักษณะทางกายภาพของลุ่มน้ำ และกราฟหนึ่งหน่วยน้ำท่าในรูปแบบไม่มีหน่วยที่คำนวณได้นี้ จะสามารถนำไปใช้สร้างกราฟหนึ่งหน่วยน้ำท่าสำหรับลุ่มน้ำขนาดเล็กที่ไม่มีสถิติข้อมูลน้ำท่าในภาคเหนือของประเทศไทย

Abstract

The purpose of this study are to develope the method or the model for the derivation of unit hydrograph which is necessary for the determination of flood hydrographs required in the design of the hydraulic structures and structures related to water resources development. Such analysis is necessary for the design of flood hydrographs region basins of ungauged stations which are located or are hydrologically similar in topography.

The data used in the study are nearby streamflow records during the period of high floods of 43 streamflow gauging stations in the northern part of Thailand. The period of available records varies from 2 to 13 years and the catchments area varies from 6 to 229 square kilometers.

The results of analysis give rise to the relationships classified into 6 principal river basins covering the whole area of the northern region :

Ping River basin $t_p = 1.0663\left(LL_c/\sqrt{S}\right)^{0.2713}$ and $q_p/A = 4.46\left(t_p\right)^{-1.2546}$

Wang River basin $t_p = 1.7844\left(LL_c/\sqrt{S}\right)^{0.1779}$ and $q_p/A = 1.3811\left(t_p\right)^{-0.6292}$

Yom River basin $t_p = 3.284\left(LL_c/\sqrt{S}\right)^{0.1180}$ and $q_p/A = 4.0183\left(t_p\right)^{-1.1594}$

Nan River basin $t_p = 1.728\left(LL_c/\sqrt{S}\right)^{0.1822}$ and $q_p/A = 0.5041\left(t_p\right)^{-0.2562}$

Upper Khong River basin $t_p = 2.0781\left(LL_c/\sqrt{S}\right)^{0.1344}$ and $q_p/A = 0.4768\left(t_p\right)^{-0.1025}$

And Salawin River basin $t_p = 0.8802\left(LL_c/\sqrt{S}\right)^{0.288}$ and $q_p/A = 0.9724\left(t_p\right)^{-0.4194}$

The obtained relationships between the parameters of the unit hydrograph and the physical catchments characteristics as well as the dimensionless unit hydrographs can be applied in the derivation of the unit hydrograph of small ungauged watershed in the northern part of Thailand.

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ค
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญรูปภาพ	ช
คำอธิบายสัญลักษณ์	ฌ
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ	1
1.2 วัตถุประสงค์	2
บทที่ 2 แนวคิด หลักการ และทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	
2.2 ลักษณะภูมิประเทศภาคเหนือตอนบน	3
2.2 ลุ่มน้ำในภาคเหนือ	3
2.3 กระบวนการไหลของน้ำในห้วยธาร	13
2.4 การจำแนกองค์ประกอบของน้ำส่วนที่ไหล	13
2.5 การศึกษาที่เกี่ยวข้องกับกราฟหนึ่งหน่วยน้ำท่าและการออกแบบขนาดน้ำท่วม	15
2.6 การสังเคราะห์กราฟหนึ่งหน่วยน้ำท่าด้วยวิธีของ Sherman, L.K (1932)	28
2.7 การสังเคราะห์กราฟหนึ่งหน่วยน้ำท่าด้วยวิธีของ Snyder	28
บทที่ 3 ระเบียบวิธีวิจัย	
3.1 หลักการพิจารณา	31
3.2 การวิเคราะห์ความถดถอย (Regression Analysis)	30
3.3 การรวบรวมข้อมูล	31
3.4 ข้อมูลและการวิเคราะห์	32

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	
4.1 พารามิเตอร์ของกราฟหนึ่งหน่วยน้ำท่า	37
4.2 ความสัมพันธ์ระหว่าง t_p กับ $LL_c/\sqrt{S}$ และ q_p/A กับ t_p	37
4.3 กราฟหนึ่งหน่วยน้ำท่าในรูปแบบไม่มีหน่วย	48
4.4 การเปรียบเทียบสัมประสิทธิ์ C_p และ C_t ในสูตร Snyder	58
4.5 การเปรียบเทียบพารามิเตอร์ของกราฟหนึ่งหน่วยน้ำท่าที่คำนวณจากวิธีต่าง ๆ	58
บทที่ 5 สรุปและข้อเสนอแนะ	
5.1 สรุป	69
5.2 ข้อเสนอแนะ	71
บรรณานุกรม	72
ประวัติผู้วิจัย	73

สารบัญภาพ

หน้า

รูปที่ 2.1 แผนภาพลุ่มน้ำปิง 4

รูปที่ 2.2 แผนภาพลุ่มน้ำวัง 6

รูปที่ 2.3 แผนภาพลุ่มน้ำยม 7

รูปที่ 2.4 แผนภาพลุ่มน้ำน่าน 8

รูปที่ 2.5 แผนภาพลุ่มน้ำโขง (เหนือ) 9

รูปที่ 2.6 แผนภาพลุ่มน้ำสาละวิน 10

รูปที่ 2.7 ภาพโมเสคจากข้อมูลดาวเทียม JERS-1 OPS การใช้ที่ดินในภาคเหนือ 11

รูปที่ 2.8 แสดงค่าจำกัดความของพารามิเตอร์กราฟหนึ่งหน่วยน้ำท่าที่ใช้ในวิธีของ Snyder (1988) 20

รูปที่ 2.9 แสดงคำจำกัดความ ที่เสนอโดย Illangasekare (1974) 24

รูปที่ 2.10 แสดงคำจำกัดความของพารามิเตอร์แสดงคุณลักษณะลุ่มน้ำที่เสนอโดย Illagasekare 25

รูปที่ 4.1 ความสัมพันธ์ระหว่างเวลาเกิดปริมาณการไหลสูงสุดของกราฟหนึ่งหน่วยน้ำท่า t_p และอัตราส่วน $LL_c/\sqrt{S}$ สำหรับลุ่มน้ำปิง 42

รูปที่ 4.2 ความสัมพันธ์ระหว่างเวลาเกิดปริมาณการไหลสูงสุดของกราฟหนึ่งหน่วยน้ำท่า t_p และ อัตราส่วน $LL_c/\sqrt{S}$ สำหรับลุ่มน้ำวัง 42

รูปที่ 4.3 ความสัมพันธ์ระหว่างเวลาเกิดปริมาณการไหลสูงสุดของกราฟหนึ่งหน่วยน้ำท่า t_p และอัตราส่วน $LL_c/\sqrt{S}$ สำหรับลุ่มน้ำยม 43

รูปที่ 4.4 ความสัมพันธ์ระหว่างเวลาเกิดปริมาณการไหลสูงสุดของกราฟหนึ่งหน่วยน้ำท่า t_p และอัตราส่วน $LL_c/\sqrt{S}$ สำหรับลุ่มน้ำน่าน 43

รูปที่ 4.5 ความสัมพันธ์ระหว่างเวลาเกิดปริมาณการไหลสูงสุดของกราฟหนึ่งหน่วยน้ำท่า t_p และอัตราส่วน $LL_c/\sqrt{S}$ สำหรับลุ่มน้ำโขง(เหนือ) 44

รูปที่ 4.6 ความสัมพันธ์ระหว่างเวลาเกิดปริมาณการไหลสูงสุดของกราฟหนึ่งหน่วยน้ำท่า t_p และอัตราส่วน $LL_c/\sqrt{S}$ สำหรับลุ่มน้ำสาละวิน 44

รูปที่ 4.7 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณการไหลสูงสุดต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่ q_p/A และเวลาการเกิดปริมาณการไหลสูงสุด t_p สำหรับลุ่มน้ำปิง 45

สารบัญภาพ (ต่อ)

หน้า

รูปที่ 4.8 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณการไหลสูงสุดต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่ q_p/A และเวลาการเกิดปริมาณการไหลสูงสุด t_p สำหรับลุ่มน้ำวัง 45

รูปที่ 4.9 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณการไหลสูงสุดต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่ และ q_p/A เวลาการเกิดปริมาณการไหลสูงสุด t_p สำหรับลุ่มน้ำยม 46

รูปที่ 4.10 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณการไหลสูงสุดต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่ และ q_p/A เวลาการเกิดปริมาณการไหลสูงสุด t_p สำหรับลุ่มน้ำน่าน 46

รูปที่ 4.11 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณการไหลสูงสุดต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่ และ q_p/A เวลาการเกิดปริมาณการไหลสูงสุด t_p สำหรับลุ่มน้ำโขง(เหนือ) 47

รูปที่ 4.12 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณการไหลสูงสุดต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่ และ q_p/A เวลาการเกิดปริมาณการไหลสูงสุด t_p สำหรับลุ่มน้ำสาละวิน 47

รูปที่ 4.13 กราฟหนึ่งหน่วยน้ำท่าในรูปแบบไม่มีหน่วย สำหรับสถานีต่างๆ ในลุ่มน้ำปิง 50

รูปที่ 4.14 การเฉลี่ยกราฟหนึ่งหน่วยน้ำท่าในรูปแบบไม่มีหน่วย สำหรับลุ่มน้ำปิง 50

รูปที่ 4.15 กราฟหนึ่งหน่วยน้ำท่าในรูปแบบไม่มีหน่วย สำหรับสถานีต่างๆ ในลุ่มน้ำวัง 51

รูปที่ 4.16 การเฉลี่ยกราฟหนึ่งหน่วยน้ำท่าในรูปแบบไม่มีหน่วย สำหรับลุ่มน้ำวัง 51

รูปที่ 4.17 กราฟหนึ่งหน่วยน้ำท่าในรูปแบบไม่มีหน่วย สำหรับสถานีต่างๆ ในลุ่มน้ำยม 52

รูปที่ 4.18 การเฉลี่ยกราฟหนึ่งหน่วยน้ำท่าในรูปแบบไม่มีหน่วย สำหรับลุ่มน้ำยม 52

รูปที่ 4.19 กราฟหนึ่งหน่วยน้ำท่าในรูปแบบไม่มีหน่วย สำหรับสถานีต่างๆ ในลุ่มน้ำน่าน 53

รูปที่ 4.20 การเฉลี่ยกราฟหนึ่งหน่วยน้ำท่าในรูปแบบไม่มีหน่วย สำหรับลุ่มน้ำน่าน 53

รูปที่ 4.21 กราฟหนึ่งหน่วยน้ำท่าในรูปแบบไม่มีหน่วย สำหรับสถานีต่างๆ ในลุ่มน้ำโขง (เหนือ) 54

รูปที่ 4.22 การเฉลี่ยกราฟหนึ่งหน่วยน้ำท่าในรูปแบบไม่มีหน่วย สำหรับลุ่มน้ำโขง(เหนือ) 54

รูปที่ 4.23 กราฟหนึ่งหน่วยน้ำท่าในรูปแบบไม่มีหน่วย สำหรับสถานีต่างๆ ในลุ่มน้ำสาละวิน 55

รูปที่ 4.24 การเฉลี่ยกราฟหนึ่งหน่วยน้ำท่าในรูปแบบไม่มีหน่วย สำหรับลุ่มน้ำสาละวิน 55

รูปที่ 4.25 แสดงการเปรียบเทียบค่าพารามิเตอร์เวลาการเกิดปริมาณการไหลสูงสุด t_p กับอัตราส่วน $LL_c/\sqrt{S}$ จากสามวิธี 63-65

รูปที่ 4.26 แสดงการเปรียบเทียบค่าพารามิเตอร์ปริมาณการไหลสูงสุด q_p กับพื้นที่ลุ่มน้ำ A จากสามวิธี 66-68

รายการตาราง ประกอบ

หน้า

ตารางที่ 1 ค่าสัมประสิทธิ์รีเกรชชั่นสำหรับพารามิเตอร์ต่าง ๆ ของกราฟหนึ่งหน่วยน้ำท่าแบบสามเหลี่ยมเชิงซ้อนสองรูปที่เสนอโดย Illangasekare (1974) 26-27

ตารางที่ 2 พารามิเตอร์ของกราฟหนึ่งหน่วยน้ำท่าและพารามิเตอร์แสดงคุณลักษณะกายภาพของลุ่มน้ำที่ใช้ในการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ t_p กับ $LL_c/\sqrt{S}$ และ q_p/A กับ t_p 37-40

ตารางที่ 3 ผลการคำนวณความสัมพันธ์ระหว่าง t_p กับ $LL_c/\sqrt{S}$ และ q_p/A กับ t_p 41

ตารางที่ 4 แสดงการเปรียบเทียบกราฟหนึ่งหน่วยน้ำท่าในรูปแบบไม่มีหน่วย(ความสัมพันธ์ระหว่าง อัตราส่วน t/t_p และ q/q_p) สำหรับลุ่มน้ำในภาคเหนือของประเทศไทย 49

ตารางที่ 5 รายละเอียดการคำนวณค่าสัมประสิทธิ์เกี่ยวกับเวลา C_t และค่าสัมประสิทธิ์เกี่ยวกับปริมาณการไหลสูงสุด C_p ในสูตร Snyder (1938) 56-57

ตารางที่ 6 แสดงการเปรียบเทียบค่าเวลาการเกิดปริมาณการไหลสูงสุด t_p และปริมาณการไหลสูงสุด q_p ของกราฟหนึ่งหน่วยน้ำท่า ที่คำนวณได้จากวิธีต่าง ๆ 59-62

คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ

C สัมประสิทธิ์น้ำท่า (runoff coefficient) ขึ้นอยู่กับลักษณะเชิงอุทกวิทยาของลุ่มน้ำ

I ความเข้มข้นของฝน (rainfall intensity) ในช่วงเวลา (duration) และรอบปีการเกิดซ้ำเฉลี่ย (return period) ที่กำหนด

A พื้นที่รับน้ำฝนหรือพื้นที่ลุ่มน้ำ (watershed area)

H ความแตกต่างระดับ มีหน่วยเป็นเมตร ซึ่งเท่ากับผลคูณของความลาดเทเฉลี่ยของลำน้ำ และความยาวตามลำน้ำสายใหญ่ L

t_r ช่วงเวลาฝนวิกฤต มีหน่วยเป็นชั่วโมง

L ความยาวตามลำน้ำสายใหญ่จากจุดออกถึงจุดไกลสุดบนสันปันน้ำ มีหน่วยเป็นกิโลเมตร

L_1 อัตราส่วน L_c/L

L_c ความยาวตามลำน้ำสายใหญ่จากจุดออกถึงจุดที่ใกล้จุดศูนย์ถ่วงของลุ่มน้ำมากที่สุดมีหน่วยเป็นกิโลเมตร

K_P ค่าสัมประสิทธิ์ปริมาณการไหลสูงสุด (peak discharge coefficient) มีค่าประมาณ 28 ถึง 34 ขึ้นอยู่กับความลาดชันของลุ่มน้ำและพืชปกคลุมดิน

α สัมประสิทธิ์ลดขนาดความเข้มของฝนที่สถานี (Reduction factor)

i ความเข้มน้ำฝน (rainfall intensity) มีหน่วยเป็นมิลลิเมตร/ชั่วโมง

ϕ ความสามารถให้น้ำซึมผ่านได้ของดิน (Infiltration capacity) มีหน่วยเป็นมิลลิเมตร/ชั่วโมง

t_P basin lag มีหน่วยเป็นชั่วโมง

C ค่าสัมประสิทธิ์เกี่ยวกับเวลา

S ความลาดชันเฉลี่ย

q ปริมาณการไหลที่เวลา t ชั่วโมง มีหน่วยเป็นลูกบาศก์เมตรต่อวินาที

c จุดศูนย์ถ่วงของกราฟน้ำท่า

G ระยะเวลาจากปริมาณการไหลสูงสุดถึง c มีหน่วยเป็นชั่วโมง

U_P ปริมาณการไหลสูงสุดของกราฟหนึ่งหน่วยน้ำท่า มีหน่วยเป็น มม./ชั่วโมง

T_P เวลาที่เกิดปริมาณการไหลสูงสุด มีหน่วยเป็นชั่วโมง

T_R เวลานับจากเวลาที่เกิดปริมาณการไหลสูงสุดในสามเหลี่ยมที่แสดง initial response ถึงเวลาที่เกิดปริมาณการไหลสูงสุดในสามเหลี่ยมที่แสดง delayed response

คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ (ต่อ)

T_L เวลานับจากเวลาที่เกิดปริมาณการไหลสูงสุดของสามเหลี่ยมที่แสดง delayed response ถึงปลายสุดของโค้งการลดลง

CR แฟคเตอร์แสดงรูปร่างของลุ่มน้ำ ซึ่งคำนวณจากอัตราส่วนระหว่างความยาวและความกว้างของลุ่มน้ำที่ลากผ่านจุดศูนย์ถ่วง

ST ความลาดเทเฉลี่ยของลุ่มน้ำ

C_1 ค่าคงที่เท่ากับ 0.75 สำหรับระบบเมตริก และ 1.0 สำหรับระบบอังกฤษ

C_2 ค่าคงที่เท่ากับ 2.75 สำหรับหน่วยเมตริก และ 640 สำหรับหน่วยอังกฤษ

C_p สำประสิทธิ์เกี่ยวกับอัตรากานไหลของลุ่มน้ำ หาได้จากข้อมูลลุ่มน้ำเมื่อ กำหนดให้พื้นที่ลุ่มน้ำ

t_b เวลาที่ฐานของเอกชลภาพ (hr)

C_3 ค่าคงที่เท่ากับ 5.56 สำหรับระบบเมตริก และ 1290 สำหรับระบบอังกฤษ

W ความกว้างของเอกชลภาพ (hr)

C_W ค่าคงที่ขึ้นอยู่กับตำแหน่งที่พิจารณาความกว้างของเอกชลภาพดังตาราง