การพัฒนาเกณฑ์การควบคุมบานระบายฝายชนบท จังหวัดขอนแก่น ด้วยแบบจำลองโครงข่ายใยประสาทเทียม

Development of Operation Rule for the Chonnabot Barrage in Khon Kaen Province using Artificial Neural Network Model

อำนาจ วรรณมาโส[1], อนงค์ฤทธิ์ แข็งแรง[2]*

Amnart Wannamaso[1], Anongrit Kangrang[2]*

Receied : 10 October 2017 ; Accepted : 2 July 2018

บทคัดย่อ

การบริหารจัดการฝายชนบทจังหวัดขอนแก่น ในอดีตที่ผ่านมายังไม่มีเกณฑ์การควบคุมบานระบายอย่างชัดเจน อาศัยประสบการณ์ของเจ้าหน้าที่เป็นหลัก ซึ่งบางครั้งส่งผลให้มีความเสียหายเกิดขึ้น โดยเฉพาะในช่วงปรับเปลี่ยนฤดู ทั้งจากฤดูแล้งเป็นฤดูฝน(เดือนกรกฎาคม-กันยายน)และจากฤดูฝนเป็นฤดูแล้ง(เดือนตุลาคม-ธันวาคม) การควบคุมบานระบายในช่วงเวลาดังกล่าวจะส่งผลกระทบต่อระดับน้ำด้านหน้าและด้านท้ายฝายอย่างรวดเร็ว ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงได้พัฒนาเกณฑ์การควบคุมบานระบายฝายชนบทในช่วงปรับเปลี่ยนฤดูกาล โดยเลือกใช้แบบจำลองโครงข่ายใยประสาทเทียม(Artificial Neural Network:ANN) มาประยุกต์ใช้เพื่อจำลองความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำ-ระยะยกบานระบายของฝายชนบท จังหวัดขอนแก่น ผลการศึกษาพบว่า ค่าระยะยกบานในช่วงปรับเปลี่ยนฤดูที่ได้จากแบบจำลอง ANN จะทำให้การปรับเปลี่ยนระดับน้ำด้านเหนือและด้านท้ายฝายชนบทในรอบวันน้อยกว่าการปรับบานระบายที่ผ่านมาซึ่งจะส่งผลให้ในช่วงปรับเปลี่ยนฤดูกาลจากฝนเป็นแล้งและจากแล้งเป็นฝนแพสูบน้ำขนาดเล็กทั้งด้านหน้าและด้านท้ายฝายชนบทไม่พลิกคว่ำ และการพังทลายของตลิ่งลดลง

คำสำคัญ: ฝายชนบท การควบคุมบานระบาย โครงข่ายใยประสาทเทียม

Abstract

The water operation and management of the Chonnabot barrage project in Khonkaen Province relied on the operator's experience rather than appropriate operation rules for the gate level. Consequently, problems were sometimes experienced especially when seasonal changes arise. The control of barrage gates in both dry season to rainy season (July-September) and rainy season to dry season(October-December) will abruptly affect the water level upstream and downstream. Thus, the aim of this study was to develop the operation rules for controlling the gates of the Chonnabot Barrage during the seasonal changes. The Artificial Neural Networks(ANN) model was applied to determine the relationship between the tide and the lifted up distance of the gates. As the study result, it was found that the distance value during the seasonal changes obtained from ANN model will cause less fluctuation of water level upstream and downstream during the day than those from conventional practices. As a result, when experiencing seasonal change period from dry to rainy season, small pumping pontoons at the up and down streams of Choannabot Barrage will not be overturned. In addition, The bank erosion will be less than the past record.

Keywords: Chonnabot Barrage, operation rules**,** Artificial Neural Networks

---

[1] นิสิตปริญญาโท คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ตำบลขามเรียง อำเภอกันทรวิชัย จังหวัดมหาสารคาม 44150

[2] รองศาสตราจารย์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมาสารคาม ตำบลขามเรียง อำเภอกันทรวิชัย จังหวัดมหาสารคาม 44150

** คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ตำบลขามเรียง อำเภอกันทรวิชัย จังหวัดมหาสารคาม 44150*

E-mail: anongrit.k@msu.ac.th โทรศัพท์/โทรสาร 04-754316

บทนำ

ฝายชนบทเป็นองค์ประกอบหนึ่งของโครงการละหานนา เป็นโครงการย่อยส่วนหนึ่งของ โครงการโขง-ชี-มูล ซึ่งจะนำน้ำจากแม่น้ำโขงมาใช้ในลุ่มน้ำชีและลำน้ำมูลโดยการสูบน้ำ(จนปัจจุบันยังไม่ได้ดำเนินการในส่วนนี้) โครงการฝายชนบททำหน้าที่เก็บกักและยกระดับน้ำ เพื่อไว้ใช้สำหรับการเกษตรและอื่นๆในพื้นที่ จังหวัดชัยภูมิและขอนแก่น[1]

การบริหารจัดการฝายชนบทที่ผ่านมายังไม่มีเกณฑ์ควบคุมบานระบายอย่างชัดเจนอาศัยเพียงประสบการณ์ของเจ้าหน้าที่เป็นหลัก ซึ่งบางครั้งส่งผลให้มีความเสียหายต่อแพสูบน้ำและตลิ่งพังทลายเกิดขึ้น โดยเฉพาะในช่วงปรับเปลี่ยนฤดู กล่าวคือ ในช่วงฤดูแล้งเป็นฤดูฝน (เดือนกรกฎาคม-กันยายน) จำเป็นต้องยกบานระบายเพิ่มเพื่อไม่ให้ขวางทางน้ำหากมีการยกบานระบายเร็วเกินไประดับด้านท้ายฝายจะสูงขึ้นอย่างมากใน 1 วัน ส่งผลให้แพสูบน้ำขนาดเล็กซึ่งมีอยู่มากในลำน้ำชียกระดับขึ้นตามน้ำไม่ทันเนื่องจากถูกยึดไว้ด้วยท่อส่งน้ำที่ยังไม่ได้ปรับระดับทำให้พลิกคว่ำได้ ส่วนด้านหน้าฝายก็จะประสบปัญหาตลิ่งพังทลายเนื่องจากน้ำลดระดับมากเกินไปใน 1 วัน เป็นต้น ส่วนในช่วงฤดูฝนเป็นฤดูแล้ง (เดือนตุลาคม-ธันวาคม) จำเป็นต้องลดระดับบานลงเพื่อเก็บน้ำไว้ใช้ หากมีการลดระดับบานเร็วเกินไปภายใน 1 วันจะส่งผลให้ตลิ่งด้านท้ายเกิดการพังทลายได้ ส่วนด้านหน้าก็จะประสบปัญหาน้ำท่วมขังในพื้นที่ยืดระยะยาวออกไปไกล แต่หากมีการลดบานช้าเกินไประดับน้ำจะลดลงเร็วมากส่งให้เก็บกักน้ำไว้ใช้ช่วงฤดูแล้งได้น้อย

จากปัญหาดังกล่าวข้างต้นจึงจำเป็นต้องศึกษาเกณฑ์ในการควบคุมบานระบายฝายชนบทในช่วงปรับเปลี่ยนฤดู โดยฤดูแล้งเป็นฝนช่วงเดือนกรกฎาคม-กันยายนและฤดูฝนเป็นฤดูแล้งช่วงเดือนตุลาคม-ธันวาคมเพื่อให้การควบคุมบานระบายส่งผลกระทบต่อพื้นที่ทั้งด้านเหนือน้ำและด้านท้ายน้ำน้อยที่สุด อีกทั้งด้านเหนือน้ำก็ไม่มีเขื่อนขนาดใหญ่ควบคุมน้ำไว้

โครงข่ายใยประสาทเทียม หรือ ANN เป็นแบบจำลองที่อาศัยการเลียนแบบการทำงานของสมองมนุษย์โดยมีความโดดเด่นในการเรียนรู้รูปแบบความสัมพันธ์ที่มีความสลับซับซ้อนและไม่เชิงเส้น ซึ่งการประยุกต์ใช้ในด้านอุทกวิทยานั้น มีงานวิจัยปรากฏมาอย่างมากมายที่แสดงให้เห็นถึงศักยภาพของแบบจำลอง ANN ในการประยุกต์ใช้กับปัญหาทางอุทกวิทยาต่างๆ เช่น การทำนายค่าของระดับน้ำ[5] อัตราการไหล[6] ปริมาณน้ำฝน[8] คุณภาพน้ำ[7] และอื่นๆ

ดังนั้นงานวิจัยนี้จะประยุกต์ใช้แบบจำลองโครงข่ายใยประสาทเทียม (Artificial Neural Networks :ANN) โปรแกรม WinNN 0.97 มาสร้างการเรียนรู้พฤติกรรมการยกบานระบายในอดีต เพื่อสร้างเกณฑ์การควบคุมบานระบายฝายชนบทในช่วงปรับเปลี่ยนฤดู พร้อมทั้งประเมินประสิทธิภาพของเกณฑ์การควบคุมฝายชนบทที่สร้างขึ้นใหม่

วัตถุประสงค์

เพื่อสร้างเกณฑ์การควบคุมบานระบายฝายชนบทในช่วงปรับเปลี่ยนฤดูพร้อมทั้งประเมินประสิทธิภาพของเกณฑ์การควบคุมฝายชนบท

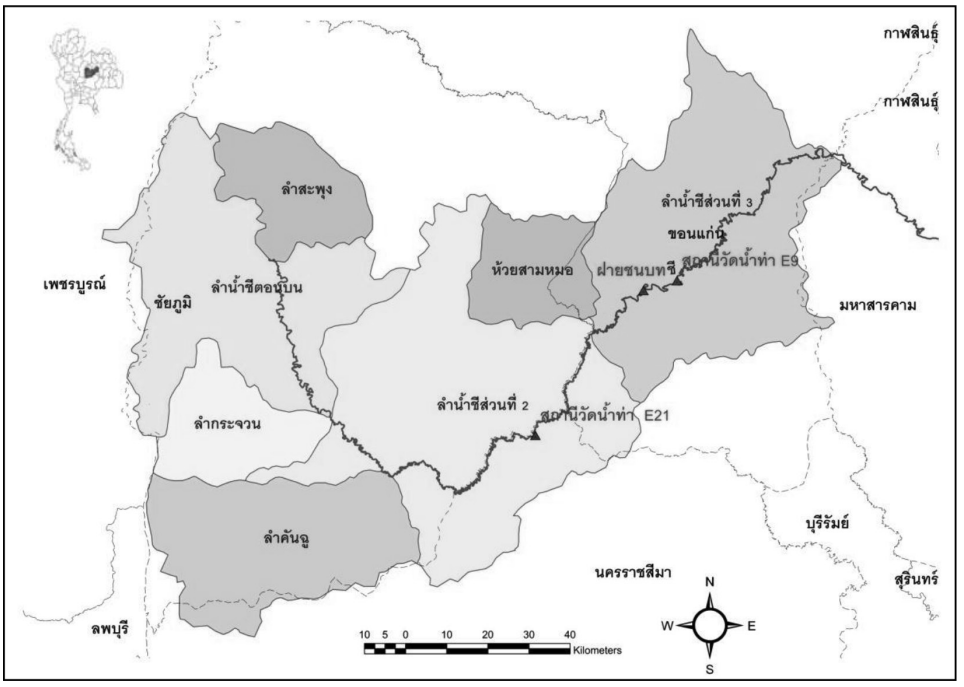

Figure 1 upper chi basin

เครื่องมืออุปกรณ์และพื้นที่ศึกษา

พื้นที่ศึกษา

ฝายชนบทตั้งอยู่ในลุ่มน้ำชีส่วนที่ 3 อยู่ห่างจากตัวอำเภอชนบท จังหวัดขอนแก่น ไปทางทิศตะวันตกประมาณ 14 กม. สภาพภูมิประเทศเป็นที่ลาดเนิน ท้องลำน้ำชีมีความลาดชันสูง ฝายชนบทเป็นฝายคอนกรีตเสริมเหล็กสร้างกั้นลำน้ำชี มีความกว้างของฐาน 76.00 ม. ตอม่อสูง 17.50 ม.ใช้ประตูเหล็กชนิด Radial Gate ขนาดกว้าง 8.60 ม.สูง 10.00 ม.จำนวน 6 บานในการควบคุมน้ำโดยมีระดับเก็บกักน้ำอยู่ที่ +162.00 ม.(รทก.) มีปริมาณน้ำท่าไหลผ่านช่วงฤดูฝนเฉลี่ย 1,610.00 ล้านลูกบาศก์เมตร/ปีและช่วงฤดูแล้งเฉลี่ย 230.00 ล้านลูกบาศก์เมตร/ปี

สถานีวัดน้ำท่า E.21 (บ้านแก่งโก จ.ชัยภูมิ) อยู่ในลำน้ำชีส่วนที่ 2 ตั้งอยู่ด้านเหนือน้ำ ห่างจากฝายชนบทประมาณ 82 กม. และสถานีวัดน้ำท่า E.9 (บ้านโจด จ.ขอนแก่น)อยู่ในลำน้ำชีส่วนที่ 3 ตั้งอยู่ด้านท้ายน้ำห่างจากฝายชนบทประมาณ 17 กม. ดังแสดงใน Figure 1[3]

โปรแกรม WinNN 0.97

โปรแกรม WinNN 0.97 เป็นโปรแกรมประมวลผลระบบโครงข่ายใยประสาทเทียม มีโครงสร้างเป็นแบบ Fully Link Multi-Layer Feedforward และมี Algorithm แบบ Back Propagation[4]

วิธีการดำเนินงานวิจัย

การดำเนินการศึกษาครั้งนี้ใช้แบบจำลองโครงข่ายใยประสาทเทียม (ANN) โปรแกรม WinNN 0.97 มาใช้ในการศึกษาหารูปแบบ ในการควบคุมบานระบายฝายชนบท โดยมีขั้นตอนสำคัญๆดังนี้

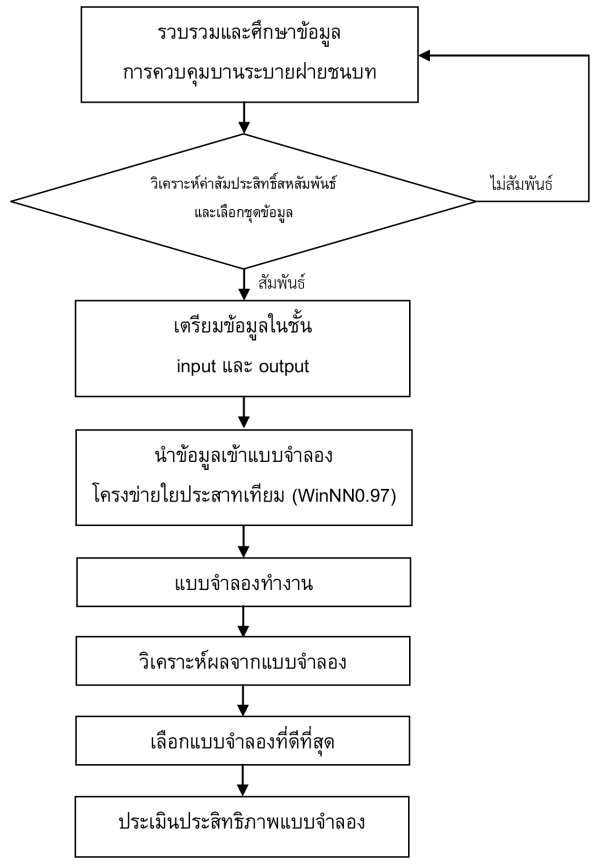

Figure 2 Flowchart of research methodology

สำหรับการศึกษาข้อมูลการควบคุมบานระบายฝายชนบทข้อมูลที่ใช้ในการศึกษามีข้อมูลที่จะนำมาศึกษาดังนี้

1. ข้อมูลระดับน้ำรายวันที่สถานีวัดน้ำท่า E.21 (บ้านแก่งโก จ.ชัยภูมิ)
2. ข้อมูลระดับน้ำด้านหน้าฝายชนบท
3. ข้อมูลระดับน้ำด้านท้ายฝายชนบท
4. ข้อมูลการยกบานระบาย
5. ข้อมูลระดับน้ำรายวันที่สถานีวัดน้ำท่า E.9 (บ้านโจด จ.ขอนแก่น) รายละเอียดของข้อมูลดังแสดงใน Table 1

Table 1 stations and years

สถานี	ช่วงปีข้อมูลที่ใช้ (ปี พ.ศ.)								
	2540	2541-2542	2543-2544	2545-2546	2547-2548	2549-2550	2551-2552	2553-2554	2555
E.21ระดับน้ำ									
ฝายชนบทระดับน้ำด้านหน้า									
ฝายชนบทระดับน้ำด้านท้าย									
ฝายชนบทระยะยกบาน									
E.9ระดับน้ำ									

หมายเหตุ มีข้อมูลช่วงก่อนหน้า ไม่มีข้อมูล มีข้อมูล

การวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์และการเลือกชุดข้อมูล

เนื่องจากฝายชนบทเริ่มเก็บน้ำเมื่อปี พ.ศ. 2541 ซึ่งสร้างปิดกั้นลำน้ำชี จะยกบานลอยเหนือน้ำทั้ง 6 บาน และจะลดระดับบานลงเพื่อเก็บน้ำเมื่อจะเข้าสู่ฤดูแล้ง ดังนั้นจะแบ่งชุดข้อมูลหลักเป็น 2 ช่วง คือ ช่วงปรับเปลี่ยนจากฤดูฝนเป็นฤดูแล้ง และจากฤดูแล้งเป็นฤดูฝน โดยกำหนดช่วงที่จะเข้าสู่ฤดูแล้งใช้เวลาปรับบานลง 32 วัน และช่วงที่จะเข้าสู่ฤดูฝนใช้เวลาปรับบานขึ้น 60 วัน โดยในที่นี้จะเริ่มใช้ข้อมูลตั้งแต่ปี พ.ศ. 2542-2555 ในการหาสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของข้อมูลได้แบ่งความสัมพันธ์ออกเป็น 2 ช่วง ได้แก่

ช่วงที่ 1 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของระยะยกบานกับระดับน้ำ ณ สถานีและเวลาต่างรายละเอียดดังแสดงใน Table 2

ช่วงที่ 2 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของระดับน้ำด้านท้ายฝายชนบทล่วงหน้า 1 วันกับค่าต่างๆ ดังแสดงใน Table

Table 2 Correlations (gate operate high & water level) in year 2542-2555(B.E.)

ปี	E21 t	E21 t-1	E21 t-2	E21 t-3	E21 t-4	CBut	CBut-1	CBut-2	CBdt	CBdt-1	CBdt-2	E9t	E9t-1	E9t-2
2542	0.46	0.47	0.22	0.33	0.47	0.07	0.30	0.21	0.45	0.46	0.45	0.57	0.53	0.50
2543	0.45	0.32	0.17	0.06	0.01	0.66	0.68	0.65	0.64	0.65	0.66	0.63	0.63	0.64
2544	0.18	0.06	0.08	0.20	0.39	0.90	0.83	0.71	0.76	0.78	0.78	0.57	0.62	0.65
2545	0.10	0.18	0.29	0.41	0.54	0.78	0.80	0.76	0.85	0.83	0.81	0.87	0.87	0.87
2546	0.89	0.93	0.95	0.93	0.89	0.64	0.57	0.51	0.77	0.71	0.65	0.74	0.69	0.64
2547	0.45	0.50	0.51	0.47	0.40	0.27	0.33	0.40	0.95	0.91	0.86	0.95	0.91	0.85
2548	0.97	0.98	0.92	0.79	0.61	0.30	0.23	0.16	0.95	0.91	0.80	0.94	0.89	0.76
2549	0.10	0.00	0.00	0.00	0.02	0.41	0.39	0.13	0.72	0.67	0.62	0.71	0.65	0.59
2550	0.44	0.57	0.88	0.83	0.48	0.08	0.00	0.03	0.73	0.72	0.70	0.74	0.71	0.67
2551	0.46	0.52	0.57	0.56	0.54	0.09	0.00	0.20	0.39	0.35	0.31	0.35	0.31	0.28
2552	0.94	0.92	0.90	0.87	0.83	0.00	0.05	0.19	0.62	0.56	0.51	0.59	0.53	0.48
2553	0.89	0.91	0.93	0.93	0.91	0.19	0.45	0.62	0.70	0.64	0.59	0.67	0.60	0.53
2554	0.86	0.83	0.80	0.76	0.72	0.90	0.93	0.94	0.59	0.56	0.54	0.48	0.44	0.41
2555	0.88	0.85	0.82	0.79	0.76	0.32	0.27	0.23	0.68	0.63	0.57	0.66	0.61	0.56

$E.21_t$ = ระดับน้ำที่สถานี E.21 ที่วันปัจจุบัน (ม.รทก.)
$E.21_{t-1}$ = ระดับน้ำที่สถานี E.21 ย้อนหลัง 1 วัน (ม.รทก.)
$E.21_{t-2}$ = ระดับน้ำที่สถานี E.21 ย้อนหลัง 2 วัน (ม.รทก.)
$E.21_{t-3}$ = ระดับน้ำที่สถานี E.21 ย้อนหลัง 3 วัน (ม.รทก.)
$E.21_{t-4}$ = ระดับน้ำที่สถานี E.21 ย้อนหลัง 4 วัน (ม.รทก.)
CBu_t = ระดับน้ำหน้าฝายชนบทวันปัจจุบัน (ม.รทก.)
CBu_{t-1} = ระดับน้ำหน้าฝายชนบทย้อนหลัง 1 วัน (ม.รทก.)
CBu_{t-2} = ระดับน้ำหน้าฝายชนบทย้อนหลัง 2 วัน (ม.รทก.)
$E.9_t$ = ระดับน้ำที่สถานี E.9 วันปัจจุบัน (ม.รทก.)
$E.9_{t-1}$ = ระดับน้ำที่สถานี E.9 ย้อนหลัง 1 วัน (ม.รทก.)
$E.9_{t-2}$ = ระดับน้ำที่สถานี E.9 ย้อนหลัง 2 วัน (ม.รทก.)
CBd_t = ระดับน้ำท้ายฝายชนบทวันปัจจุบัน (ม.รทก.)
CBd_{t-1} = ระดับน้ำท้ายฝายชนบทย้อนหลัง 1 วัน (ม.รทก.)
CBd_{t-2} = ระดับน้ำท้ายฝายชนบทย้อนหลัง 1 วัน (ม.รทก.)
ปีที่จะนำข้อมูลไปใช้กับแบบจำลอง ANN

Table 3 Correlations between Chonnabot Barrage downstream lag time 1 day and other stations

ปี พ.ศ.	E.21 t	E.21 t-1	E.21 t-2	E.21 t-3	E.21 t-4	CBut	CBdt	CBdt-1	CBdt-2	E.9t	E.9t-1	L_E.9t-2	CBt	CBt-1
2542	0.64	0.65	0.60	0.63	0.65	0.09	0.87	0.69	0.58	0.71	0.62	0.57	0.39	0.20
2543	0.21	0.07	0.00	0.03	0.15	0.73	0.93	0.87	0.85	0.91	0.86	0.84	0.61	0.03
2544	0.63	0.46	0.44	0.48	0.53	0.76	0.98	0.96	0.96	0.82	0.84	0.86	0.72	0.22
2545	0.02	0.09	0.20	0.34	0.46	0.92	0.98	0.96	0.96	0.97	0.96	0.96	0.87	0.21
2546	0.82	0.85	0.87	0.88	0.90	0.93	0.99	0.97	0.95	0.99	0.97	0.95	0.80	0.24
2547	0.48	0.51	0.50	0.46	0.40	0.20	0.98	0.96	0.93	0.98	0.96	0.93	0.97	0.00
2548	0.93	0.90	0.81	0.67	0.49	0.24	0.97	0.89	0.75	0.96	0.87	0.72	0.94	0.07
2549	0.10	0.16	0.09	0.01	0.00	0.71	0.94	0.87	0.81	0.92	0.85	0.79	0.77	0.40
2550	0.82	0.78	0.72	0.64	0.56	0.12	0.99	0.97	0.94	0.98	0.95	0.91	0.73	0.18
2551	0.29	0.46	0.63	0.74	0.82	0.00	0.97	0.95	0.92	0.95	0.93	0.90	0.42	0.42
2552	0.79	0.83	0.86	0.89	0.92	0.15	0.97	0.96	0.94	0.97	0.95	0.92	0.68	0.78
2553	0.58	0.68	0.75	0.82	0.86	0.03	0.99	0.97	0.95	0.98	0.96	0.93	0.75	0.36
2554	0.85	0.89	0.92	0.95	0.97	0.54	0.99	0.99	0.98	0.97	0.95	0.92	0.62	0.16
2555	0.94	0.96	0.98	0.99	0.99	0.78	0.99	0.97	0.95	0.99	0.97	0.94	0.73	0.60

$E.21_t$ = ระดับน้ำที่สถานี E.21 ที่วันปัจจุบัน (ม.รทก.)
$E.21_{t-1}$ = ระดับน้ำที่สถานี E.21 ย้อนหลัง 1 วัน (ม.รทก.)
$E.21_{t-2}$ = ระดับน้ำที่สถานี E.21 ย้อนหลัง 2 วัน (ม.รทก.)
$E.21_{t-3}$ = ระดับน้ำที่สถานี E.21 ย้อนหลัง 3 วัน (ม.รทก.)
$E.21_{t-4}$ = ระดับน้ำที่สถานี E.21 ย้อนหลัง 4 วัน (ม.รทก.)
CBu_t = ระดับน้ำหน้าฝายชนบทวันปัจจุบัน (ม.รทก.)
CBd = ระดับน้ำท้ายฝายชนบทย้อนหลัง 1 วัน (ม.รทก.)
CBd_{t-1} = ระดับน้ำท้ายฝายชนบทย้อนหลัง 2 วัน (ม.รทก.)
$E.9_t$ = ระดับน้ำที่สถานี E.9 วันปัจจุบัน (ม.รทก.)
$E.9_{t-1}$ = ระดับน้ำที่สถานี E.9 ย้อนหลัง 1 วัน (ม.รทก.)
$E.9_{t-2}$ = ระดับน้ำที่สถานี E.9 ย้อนหลัง 2 วัน (ม.รทก.)
CBd_t = ระดับน้ำท้ายฝายชนบทวันปัจจุบัน (ม.รทก.)
CBd_{t-1} = ระดับน้ำท้ายฝายชนบทย้อนหลัง 1 วัน (ม.รทก.)
CBd_{t-2} = ระดับน้ำท้ายฝายชนบทย้อนหลัง 1 วัน (ม.รทก.)
ปีที่จะนำข้อมูลไปใช้กับแบบจำลอง ANN

การเตรียมข้อมูลและนำเข้าโปรแกรม

1. เลือกข้อมูลของปีที่มีความสัมพันธ์กัน ในช่วงปรับเปลี่ยนจากฤดูฝนเป็นฤดูแล้งใช้ข้อมูล จากปี พ.ศ. 2545, 2547, 2552, 2553 และ 2554 ส่วนในช่วงปรับเปลี่ยนจากฤดูแล้งเป็นฤดูฝนใช้ข้อมูล จากปีพ.ศ. 2548, 2549, 2550, 2552 และ 2553 แบ่งเป็นชุดเพื่อให้ ANN เรียนรู้และให้ทดสอบทั้งเพื่อหาระยะยกบานและนำระยะยกบานที่ได้ ไปให้โปรแกรมเรียนรู้ต่อเพื่อหาระดับน้ำด้านท้ายฝายชนบทล่วงหน้า 1 วัน ของทั้งช่วงฤดูฝนเป็นฤดูแล้งและฤดูแล้งเป็นฤดูฝนดังแสดงใน Table4

Table 4 Model and input data

No.	แบบจำลอง	ค่าระดับน้ำ											ค่าระยะ		จำนวนตัวแปร
		$E.21_t$	$E.21_{t-1}$	$E.21_{t-2}$	$E.21_{t-4}$	CBu_{t-1}	CBd_{t+1}	CBd_t	CBd_{t-1}	CBd_{t-2}	$E.9_t$	$E.9_{t-2}$	H_CB_t	H_CB_{t-1}	
1	WETtoDRY1	-	-	o	-	o	-	o	-	-	-	-	o	-	4
2	WETtoDRY2	-	-	o	-	-	-	o	-	-	o	-	o	-	4
3	WETtoDRY3	-	-	o	-	o	-	o	-	-	-	-	o	-	4
4	WETtoDRY4	o	-		-	-	-	o	-	-	-	-	o	-	3
5	WETtoDRY5	-	-	o	-	o	-	o	-	-	-	-	o	-	4
6	WETtoDRY6	-	-	o	-	-	-	o	-	-	o	-	o	-	4
7	WETtoDRY7	-	-	o	-	o	-	o	-	-	-	-	o	-	4
8	WETtoDRY8	o	-	-	-	-	-	o	-	-	-	-	o	-	3
9	WETtoDRY9	o	-	-	-	-	-	o	-	-	-	-	o	-	3
10	WETtoDRY10	o	-	-	-	-	o	-	-	-	o	-	o	-	4
11	WETtoDRY11	o	-	-	-	-	o	-	-	-	o	-	o	-	4
12	DRYtoWET1	o	-	-	-	-	-	o	-	-	o	-	o	-	4
13	DRYtoWET2	-	-	-	o	-	-	-	-	o	-	o	o	-	4
14	DRYtoWET3	o	-	-	-	-	-	o	-	-	o	-	o	-	4
15	DRYtoWET4	o	-	-	-	-	o	-	-	-	o	-	o	-	4
16	DRYtoWET5	-	o	-	-	-	-	-	-	o	-	-	o	-	3
17	DRYtoWET6	o	-	-	-	-	-	o	-	-	o	-	o	-	4
18	DRYtoWET7	o	-	-	-	-	-	o	-	-	o	-	o	-	4
19	DRYtoWET8	-	o	-	-	-	-	-	o	-	o	-	-	o	4
20	DRYtoWET9	-	o	-	-	-	-	-	o	-	o	-	-	o	4

$E.21_t$ = ระดับน้ำที่สถานี E.21 ที่วันปัจจุบัน (ม.รทก.)
$E.21_{t-1}$ = ระดับน้ำที่สถานี E.21 ย้อนหลัง 1 วัน (ม.รทก.)
$E.21_{t-2}$ = ระดับน้ำที่สถานี E.21 ย้อนหลัง 2 วัน (ม.รทก.)
$E.21_{t-4}$ = ระดับน้ำที่สถานี E.21 ย้อนหลัง 4 วัน (ม.รทก.)
CBd_{t-1} = ระดับน้ำท้ายฝายชนบทย้อนหลัง 1 วัน (ม.รทก.)
CBd_{t-2} = ระดับน้ำท้ายฝายชนบทย้อนหลัง 2 วัน (ม.รทก.)
O ตัวแปรที่เลือกใช้ในแบบจำลองนั้น

$E.9_t$ = ระดับน้ำที่สถานี E.9 วันปัจจุบัน (ม.รทก.)
$E.9_{t-2}$ = ระดับน้ำที่สถานี E.9 ย้อนหลัง 2 วัน (ม.รทก.)
$CBut_{-1}$ = ระดับน้ำหน้าฝายชนบทย้อนหลัง 1 วัน (ม.รทก.)
CBd_{t+1} = ระดับน้ำท้ายฝายชนบทล่วงหน้า 1 วัน (ม.รทก.)
CBd_t = ระดับน้ำท้ายฝายชนบทวันปัจจุบัน (ม.รทก.)
H_CB_t = ระยะยกบานของฝายชนบทวันปัจจุบัน (ม.)
H_CB_{t-1} = ระยะยกบานของฝายชนบทย้อนหลัง 1 วัน (ม.)

2. นำชุดข้อมูลการเรียนรู้และการทดสอบของ แบบจำลองที่กำหนดไว้เข้า โปรแกรม Microsoft Office Excel โดยให้เวลา lag กันตามที่ได้จากค่าความสัมพันธ์ ในที่นี้ทุกแบบจำลองจะกำหนดให้มีการเรียนรู้ 3 ปี สำหรับฤดูฝนปรับเปลี่ยนเป็นฤดูแล้ง จะใช้ชุดข้อมูลเรียนรู้ 96 ชุด และชุดข้อมูลทดสอบ 64 ชุด ส่วนช่วงฤดูแล้งปรับเปลี่ยนเป็นฤดูฝนจะใช้ชุดข้อมูลเรียนรู้ 180 ชุด และชุดทดสอบ 120 ชุดตัวแปรนำเข้าจะใช้แบบจำลองละ 3 และ 4 ตัวแปรต่างกันไปตามที่คัดเลือกมา 5 รูปแบบตัวอย่างการเตรียมข้อมูลสำหรับการนำเข้าข้อมูล 4 ตัวแปร สำหรับแบบจำลองช่วงฤดูฝนเป็นฤดูแล้งแสดงดัง Table 5

Table 5 Format for run ANN

Testing Pattern	ปี พ.ศ.	Period Date	ระดับน้ำ(ม.รทก.)			ระยะยกบาน (ม.)	Testing Pattern	ปี พ.ศ.	Period Dates	ระดับน้ำ (ม.รทก.)			ระยะยกบาน (ม.)
			E.21	หน้าฝาย	ท้ายฝาย					E.21	หน้าฝาย	ท้ายฝาย	
			$L_E.21_{t-2}$	L_CBu_{t-1}	$L_E.9_t$	H_CB_t				$L_E.21_{t-2}$	L_CBu_{t-1}	$L_E.9_t$	H_CB_t
1	2547	11 ต.ค. 53	171.160	161.190	160.313	9.00	1	2553	17 พ.ย. 53	171.340	162.620	161.613	22.00
2		12 ต.ค. 47	170.630	161.200	160.163	8.00	2		18 พ.ย. 53	170.640	162.620	161.463	22.00
3		13 ต.ค. 47	170.010	161.150	160.063	5.00	3		19 พ.ย. 53	169.885	162.470	161.433	18.00
4		14 ต.ค. 47	169.560	161.130	159.413	3.50	4		20 พ.ย. 53	169.280	162.190	161.423	12.00
5		15 ต.ค. 47	169.010	161.140	158.873	2.50	5		21 พ.ย. 53	168.940	162.020	160.573	6.00
6		16 ต.ค. 47	168.530	161.240	158.253	2.10	6		22 พ.ย. 53	168.558	161.770	159.523	2.00
7		17 ต.ค. 47	168.180	161.280	157.433	1.70	7		23 พ.ย. 53	168.196	161.800	158.483	2.00
8		18 ต.ค. 47	167.990	161.450	156.963	1.40	8		24 พ.ย. 53	167.593	162.040	158.103	1.10
9		19 ต.ค. 47	168.520	161.520	156.713	1.40	9		25 พ.ย. 53	167.497	162.060	157.613	1.10
10		20 ต.ค. 47	168.580	161.560	156.513	1.30	10		26 พ.ย. 53	167.429	162.160	156.553	0.60
11		21 ต.ค. 47	168.570	161.570	156.243	1.10	11		27 พ.ย. 53	167.410	162.130	156.193	0.60
12		22 ต.ค. 47	168.460	161.600	155.963	1.00	12		28 พ.ย. 53	167.354	162.200	155.913	0.60
13		23 ต.ค. 47	168.310	161.660	155.613	0.80	13		29 พ.ย. 53	167.256	162.340	155.713	0.60
14		24 ต.ค. 47	168.180	161.690	155.083	0.60	14		30 พ.ย. 53	167.248	162.290	155.613	0.50
15		25 ต.ค. 47	168.070	161.760	154.913	0.50	15		1 ธ.ค. 53	167.230	162.260	155.603	0.30
16		26 ต.ค. 47	168.010	161.810	154.693	0.50	16		2 ธ.ค. 53	167.787	162.230	155.623	0.35
17		27 ต.ค. 47	167.950	161.850	154.453	0.50	17		3 ธ.ค. 53	167.872	162.260	155.623	0.35
18		28 ต.ค. 47	167.960	161.900	154.193	0.40	18		4 ธ.ค. 53	167.788	162.250	155.623	0.35
19		29 ต.ค. 47	167.950	161.990	154.093	0.40	19		5 ธ.ค. 53	167.759	162.200	155.593	0.30
20		30 ต.ค. 47	167.910	162.000	154.173	0.42	20		6 ธ.ค. 53	167.730	162.070	155.593	0.30
21		31 ต.ค. 47	167.880	162.000	154.313	0.44	21		7 ธ.ค. 53	167.725	162.140	154.913	0.30
22		1 พ.ย. 47	167.840	162.000	154.363	0.44	22		8 ธ.ค. 53	167.726	162.170	154.373	0.30
23		2 พ.ย. 47	167.840	161.980	154.213	0.42	23		9 ธ.ค. 53	167.694	162.200	154.353	0.30
24		3 พ.ย. 47	167.830	161.970	153.983	0.35	24		10 ธ.ค. 53	167.656	162.170	154.333	0.30
25		4 พ.ย. 47	167.810	161.960	153.833	0.35	25		11 ธ.ค. 53	167.614	162.150	154.313	0.30
26		5 พ.ย. 47	167.800	161.980	153.783	0.35	26		12 ธ.ค. 53	167.629	162.090	154.063	0.10
27		6 พ.ย. 47	167.780	161.980	153.683	0.35	27		13 ธ.ค. 53	167.602	162.030	153.943	0.10
28		7 พ.ย. 47	167.770	161.980	153.603	0.35	28		14 ธ.ค. 53	167.610	162.060	153.913	0.10
29		8 พ.ย. 47	167.770	161.970	153.573	0.25	29		15 ธ.ค. 53	167.603	162.070	153.893	0.10
30		9 พ.ย. 47	167.750	161.970	153.423	0.25	30		16 ธ.ค. 53	167.552	162.090	153.873	0.10
31		10 พ.ย. 47	167.730	161.950	153.433	0.20	31		17 ธ.ค. 53	167.550	162.100	153.613	0.05
32		11 พ.ย. 47	167.730	161.970	153.273	0.20	32		18 ธ.ค. 53	167.526	162.080	153.523	0.05

การนำเข้าและการทำงานโปรแกรม WinNN 0.97 มีขั้นตอนดังนี้

1. เตรียมข้อมูลที่ใช้สำหรับ Training และ Testing
2. กำหนด Architecture (input-hidden-output) ที่ตัวโปรแกรม ให้ตรงกับ input file
3. นำข้อมูลใช้สำหรับ Training และ Testing เข้าสู่โปรแกรม
4. ทำการ Normalized ข้อมูล input และ output
5. เลือก Algorithm ที่จะใช้ Training
6. กำหนด Parameters ต่างๆที่ใช้ในการ Training
7. ให้โปรแกรมทำงานและหยุดเมื่อ Good Patterns= 100% หรือค่า Good Patterns และ RMSE คงที่ หรือเปลี่ยนแปลงน้อยมาก
8. ทำการบันทึกแบบจำลอง

การนำไปใช้งาน

หลังจากโปรแกรมทำงานและได้เลือกแบบจำลองที่ดีที่สุดเป็นที่เรียบร้อยแล้ว ขั้นตอนนำไปใช้งาน เป็นดังนี้

1. กรอกข้อมูลจริงที่จะพยากรณ์ บน Microsoft Office Excel ให้ตรงตาม Pattern ของแบบจำลองดัง Table 5
2. เปิด file นามสกุล .net ที่ใช้เป็นแบบจำลอง จาก

นั้นทำการ copy ข้อมูลที่จะพยากรณ์ แล้วไป Pasted Test Pats (Linked) ที่ Edit Menu

3. หลังจากนั้นจึงทำการ copy Test Outputsที่Edit Menu แล้วไป Paste ลงที่ Microsoft Office Excel

ผลการทดลอง

การศึกษาเกณฑ์การควบคุมบานระบายฝายชนบท โดยใช้แบบจำลองโครงข่ายใยประสาทเทียม (ANN) สอนให้แบบจำลองรู้จักความสัมพันธ์ของข้อมูลที่เกี่ยวเนื่องกัน โดยศึกษาจากผลการทำงานโปรแกรม ANN โดยเลือกใช้แบบจำลอง ทั้งสิ้น 20 แบบจำลอง ดังแสดงใน Table 6 ส่วนตัวอย่างผลการแสดงจากโปรแกรม WinNN 0.97 ดัง Figure 3 โดยมีข้อมูลเปรียบเทียบระยะยกบานจริงกับผลที่ได้จากแบบจำลอง ดังแสดงใน Figure 4 และค่าความแตกต่างของระยะยกบานจริงกับระยะยกบานจากแบบจำลองแสดงใน Figure 5

1. ช่วงฤดูฝนปรับเปลี่ยนเป็นฤดูแล้ง จาก Table 6 แบบจำลองที่ 1-9 จะเป็นแบบจำลองที่ศึกษาระดับน้ำ ณ ที่สถานี E.21 ฝายชนบท และสถานี E.9 ให้แบบจำลองเรียนรู้และทดสอบ เพื่อหาค่าระยะการปรับบานระบายฝายชนบท เมื่อได้ค่าปรับบานแล้วจึงนำระยะปรับบานนั้นเข้าไปในแบบจำลองที่ 10-11 เพื่อพยากรณ์ระดับน้ำด้านท้ายฝายชนบทล่วงหน้า 1 วัน เพื่อศึกษาการขึ้น-ลงของน้ำ ไม่ให้เพิ่มขึ้น-ลดลงมากเกินจนสร้างความเสียหายต่อตลิ่งและการระบายน้ำออกจากทุ่งลงน้ำชี

2. ช่วงฤดูแล้งปรับเปลี่ยนเป็นฤดูฝนจาก Table 6 แบบจำลองที่ 12-18 จะเป็นแบบจำลองที่ศึกษาระดับน้ำ ณ ที่สถานี E.21 ฝายชนบท และสถานี E.9 โดยให้แบบจำลองเรียนรู้และทดสอบเพื่อหาค่าระยะการปรับบานระบายฝายชนบท เมื่อได้ค่าปรับบานแล้ว จึงนำระยะปรับบานนั้นเข้าไปในแบบจำลองที่ 19-20 พยากรณ์ระดับน้ำด้านท้ายฝายชนบทล่วงหน้า 1 วัน เพื่อศึกษาการขึ้น-ลงของน้ำ ไม่ให้เพิ่มขึ้น-ลดลงมากเกินจนกลายเป็นปัญหาน้ำท่วมหรือบานระบายขวางทางน้ำ

Table 6 Training and testing from ANN mode

No		9	10	15	19
แบบจำลอง		WETto DRY9	WETtoDRY10	DRYtoWET4	DRYtoWET8
ตัวแปรนำเข้า		$E.21_{t}$ - CBd_{t}-H_CB_{t}	$E.21_{t-4}$ $E9_{t}$ H_CB_{t} Bd_{t+1}	$E.21_{t-4}$ CBd_{t-2} $E9_{t-2}$ H_CB_{t}	$E.21_{t-1}$ $E9_{t}$ H_CB_{t} CBd_{t+1}
จำนวนชั้น		4	3	3	3
โครงสร้าง		2-4-3-1	3-4-1	3-3-1	3-4-1
ช่วงการเรียนรู้	ปีที่ 1	2005	2003	2005	2005
	ปีที่ 2	2009	2011	2006	2007
	ปีที่ 3	2010	2012	2010	2009
	จำนวนรูปแบบ	96	96	180	180
ช่วงการทดสอบ	ปีที่ 1	2003	2005	2007	2006
	ปีที่ 2	2002	2012	2009	2010
	จำนวนรูปแบบ	64	64	120	120
ผลการเรียนรู้	RMSError	0.0113	0.0232	0.0344	0.0319
	Good Pats	100%	100%	87%	89%
ผลการทดสอบ	RMSError	0.0113	0.0232	0.0658	0.031
	Good Pats	100%	99%	74.20%	80.80%

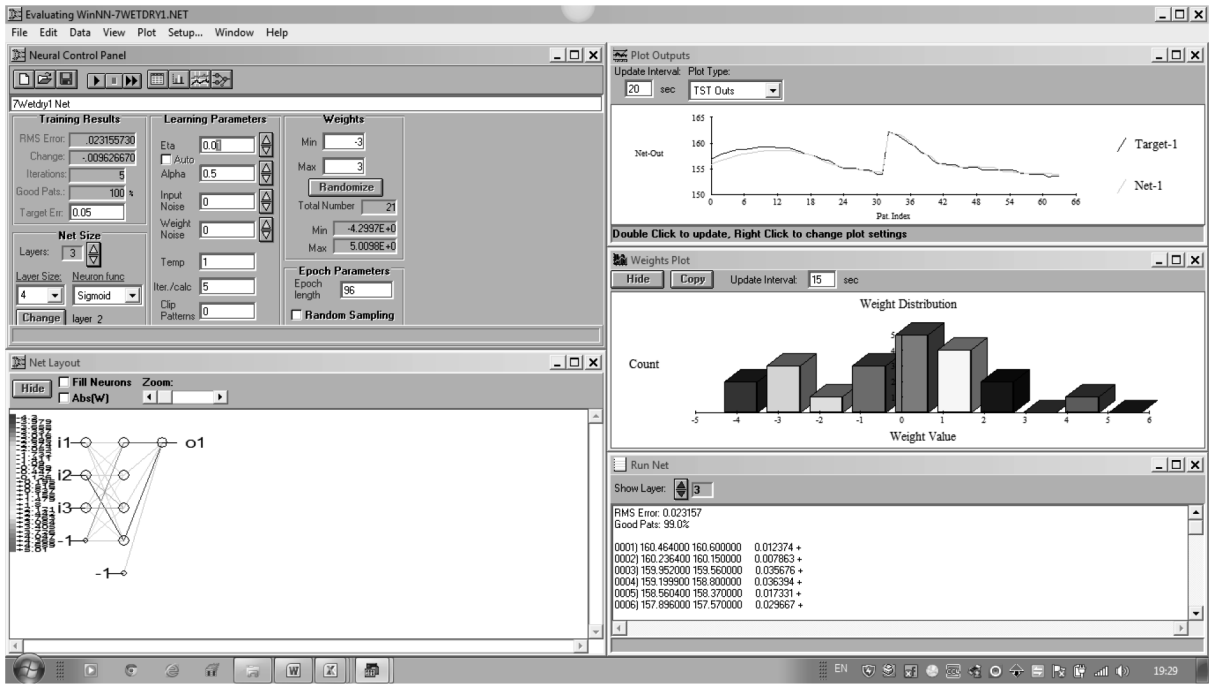

Figure 3 Training and testing from Model10 (3-4-1)

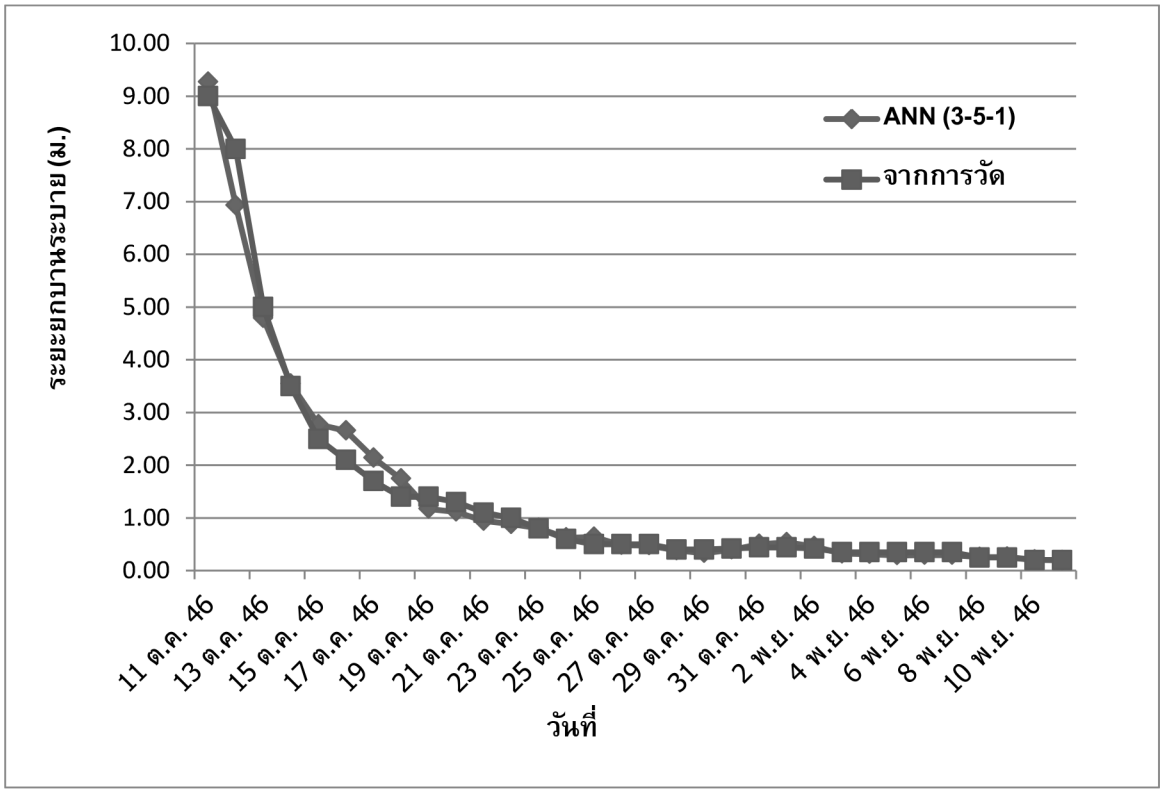

Figure 4 Gate operate high from observation and from Model 1(3-4-1)

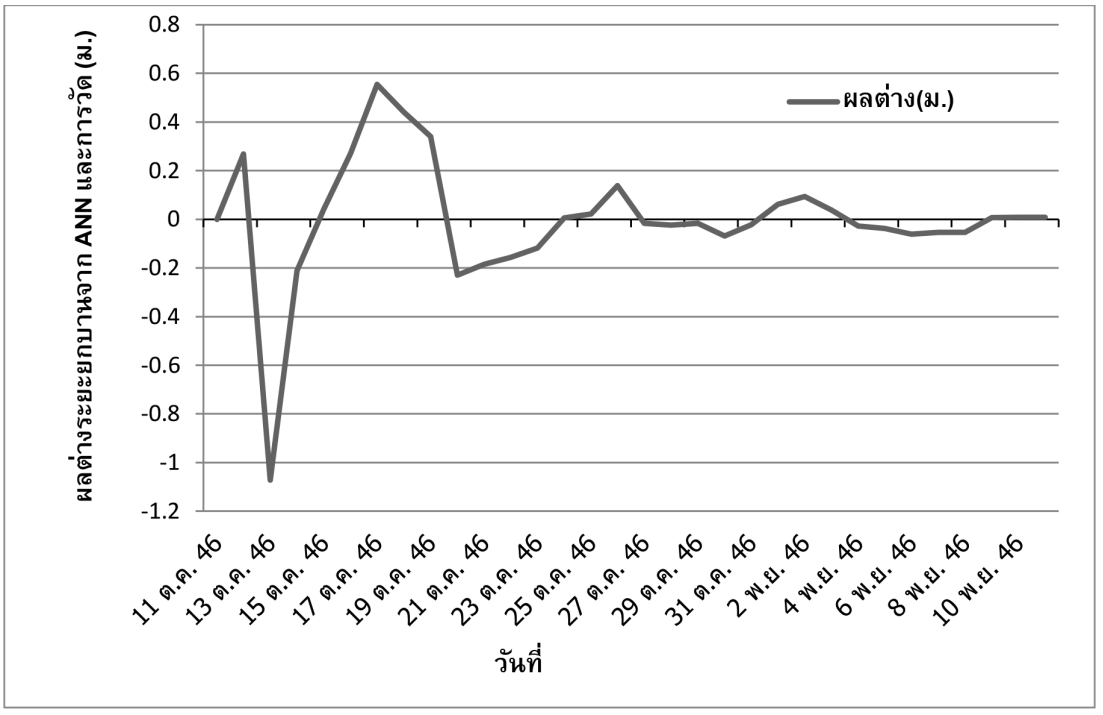

Figure 5 Differences between gates operate high from observation and from Model 1(3-4-1)

สรุปและวิจารณ์

แบบจำลองโครงข่ายใยประสาทเทียม (ANN) โปรแกรม WinNN 0.97 สามารถนำมาใช้เป็นเครื่องมือเบื้องต้นในการสร้างเกณฑ์การควบคุมบานระบายฝายชนบท ทั้งในช่วงปรับเปลี่ยนจากฤดูฝนเป็นฤดูแล้งและจากฤดูแล้งเป็นฤดูฝน

ในช่วงปรับเปลี่ยนจากฤดูฝนเป็นฤดูแล้งเป็นช่วงที่เจ้าหน้าที่จะต้องเฝ้าระวังสถานการณ์น้ำ น้ำเก็บกักหน้าฝายส่วนหนึ่งถูกนำไปใช้เพื่อเตรียมแปลงตกกล้า จึงเป็นสาเหตุหลักที่ทำให้ไม่สามารถยกบานระบายแต่เนิ่นได้รวมทั้งไม่มีเครื่องมือที่ใช้ในการตัดสินใจว่าจะต้องยกบานระบายให้สูงเพียงใดเพื่อให้เหมาะสมที่สุด เพื่อไม่ให้เป็นต้นเหตุในการขวางทางน้ำจนเกิดอุทกภัย และในช่วงปรับเปลี่ยนจากฤดูฝนเป็นฤดูแล้งบานระบายที่ยกลอยเหนือน้ำทุกบานจำเป็นต้องโรยลงมาเพื่อเก็บน้ำไว้ใช้ในช่วงฤดูแล้ง ซึ่งก็ไม่สามารถลดบานลงได้อย่างทันทีทันใด เพราะจะทำให้ตลิ่งด้านท้ายฝายพังทลายได้ หรือหากเก็บน้ำไว้หน้าฝายก่อนที่จะสิ้นสุดช่วงน้ำหลากก็จะทำให้พื้นที่น้ำท่วมบริเวณหน้าฝายใช้เวลานานออกไป

ในช่วงฤดูฝนปรับเป็นฤดูแล้งแบบจำลอง ANN ที่เหมาะสมที่สุดที่จะใช้วิเคราะห์การยกบานระบายในวันนั้นๆ คือ แบบจำลองที่ใช้ตัวแปรนำเข้าข้อมูลระดับน้ำที่สถานี E.21 และระดับน้ำท้ายฝายชนบท โดยเลือกใช้ขนาด 4 ชั้น โครงสร้าง 2-4-3-1

ส่วนในช่วงฤดูแล้งปรับเป็นฤดูฝนแบบจำลอง ANN ที่เหมาะสมที่สุดที่จะใช้วิเคราะห์การยกบานระบายในวันนั้นๆ คือ แบบจำลองที่ใช้ตัวแปร ระดับน้ำที่สถานี E21 ย้อนหลัง 4 วัน, ระดับน้ำท้ายฝายชนบทย้อนหลัง 2 วัน และระดับน้ำ E.9 ย้อนหลัง 2 วัน โดยเลือกใช้ขนาด 3 ชั้น โครงสร้าง 3-3-1

การประเมินประสิทธิภาพของการนำค่า การยกบานระบายจาก ANN ไปใช้ในช่วงจะเข้าสู่ฤดูแล้งนั้น ให้นำค่าการยกบานที่ได้ ระดับน้ำที่สถานี E.21 ย้อนหลัง 4 วัน และ ระดับน้ำที่สถานี E.9 ไป RUN ในแบบจำลอง ANN ขนาด 4 ชั้น โครงสร้าง 3-3-2-1 เพื่อพยากรณ์ค่าระดับน้ำท้ายฝายชนบทล่วงหน้า 1 วัน แล้วนำไปเปรียบเทียบกับที่วัดได้จริงว่าอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้หรือไม่

ส่วนการประเมินประสิทธิภาพของการนำค่า การยกบานระบายจาก ANN ไปใช้ในช่วงจะเข้าสู่ฤดูฝนนั้น ให้นำค่าการยกบานที่ได้ ระดับน้ำที่สถานี E.21 ย้อนหลัง 1 วันและระดับน้ำที่สถานี E.9 ไปทำงานในแบบจำลอง ANN ขนาด 3 ชั้น โครงสร้าง 3-4-1 เพื่อพยากรณ์ค่าระดับน้ำท้ายฝายชนบทล่วงหน้า 1 วัน แล้วนำไปเปรียบเทียบกับที่วัดได้จริง

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณกรมชลประทานกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์ข้อมูลน้ำท่าและขั้นตอนการทำงานของโปรแกรม ANN, ขอขอบคุณท่านอาจารย์สุดารัตน์ คำปลิวที่ให้คำแนะนำและแนวทางการของ โปรแกรม ANN

เอกสารอ้างอิง

1. รายงานครั้งสุดท้าย โครงการละหานนา ฝายชนบท. กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม, 2536.
2. คณะทำงานประยุกต์ใช้โครงข่ายประสาทเทียม. เอกสารประกอบการฝึกอบรมครั้งที่ 1 การประยุกต์ใช้ระบบโครงข่ายประสาทเทียม. กรมชลประทาน, 2546.
3. ธนพล พิมาน. การศึกษาความเหมาะสมของโครงข่ายใยประสาทเทียมสำหรับการพยากรณ์น้ำท่ารายวันในพื้นที่ลุ่มน้ำปราจีนบุรี, วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมแหล่งน้ำ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2545.
4. เลอพงศ์ อ่ำสุริยา. การประยุกต์ใช้โครงข่ายใยประสาทเทียมในการจำลองความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำ– อัตราการไหล,วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมแหล่งน้ำ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2546.
5. พิเชษฐ์ วรุณโชติกุล. การพยากรณ์ระดับน้ำล่วงหน้า 1 วัน ที่สถานี N1 โดยโครงข่ายใยประสาทเทียม. วารสารชมรมนักอุทกวิทยา.ปีที่ 8 ฉบับที่ 7, 2546.
6. Elshorbagy,A., Simonovic, S.P., Panu, U.S., and Fellow, P.E. Performance Evaluation of Artificial Neural Networks For Runoff Prediction.
7. Siang, J.J. Application of Back Propagation Method in Forecasting Problem. M.Eng Thesis, Asian Institute of Technology, Thailand, 1992.
8. Thirumalaiah, K. and Deo, M.C.River Stage Forcasting Using Artificial Neural Networks, Journal of Hydrologic Engineering, 3. No.1(1998): 26-32.