

การประชุมทางวิชาการ 11th THAICID National Symposium

การพยากรณ์ปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำ
โดยใช้โครงข่ายประสาทเทียม

(Forecasting of Reservoir Inflow
using Artificial Neural Networks)

นางสาวธิษณ์ปัทมา คนโทฉิมพลี

20 มิถุนายน พ.ศ. 2561 โรงแรมริชมอนด์

หัวข้อการนำเสนอ

1. ที่มา วัตถุประสงค์ และขอบเขตของการศึกษาวิจัย

2. แบบจำลองโครงข่ายใยประสาทเทียมและการประยุกต์ใช้งาน

3. พื้นที่ศึกษา

4. ขั้นตอนและวิธีการศึกษา

5. ผลการศึกษา

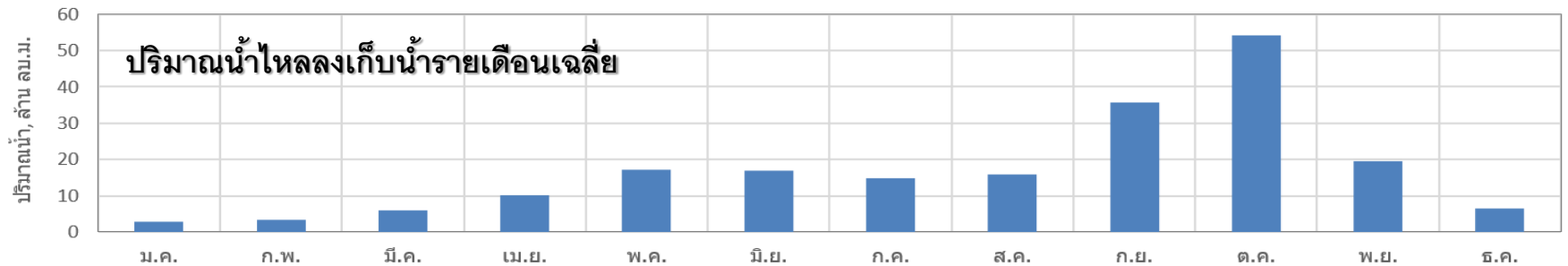
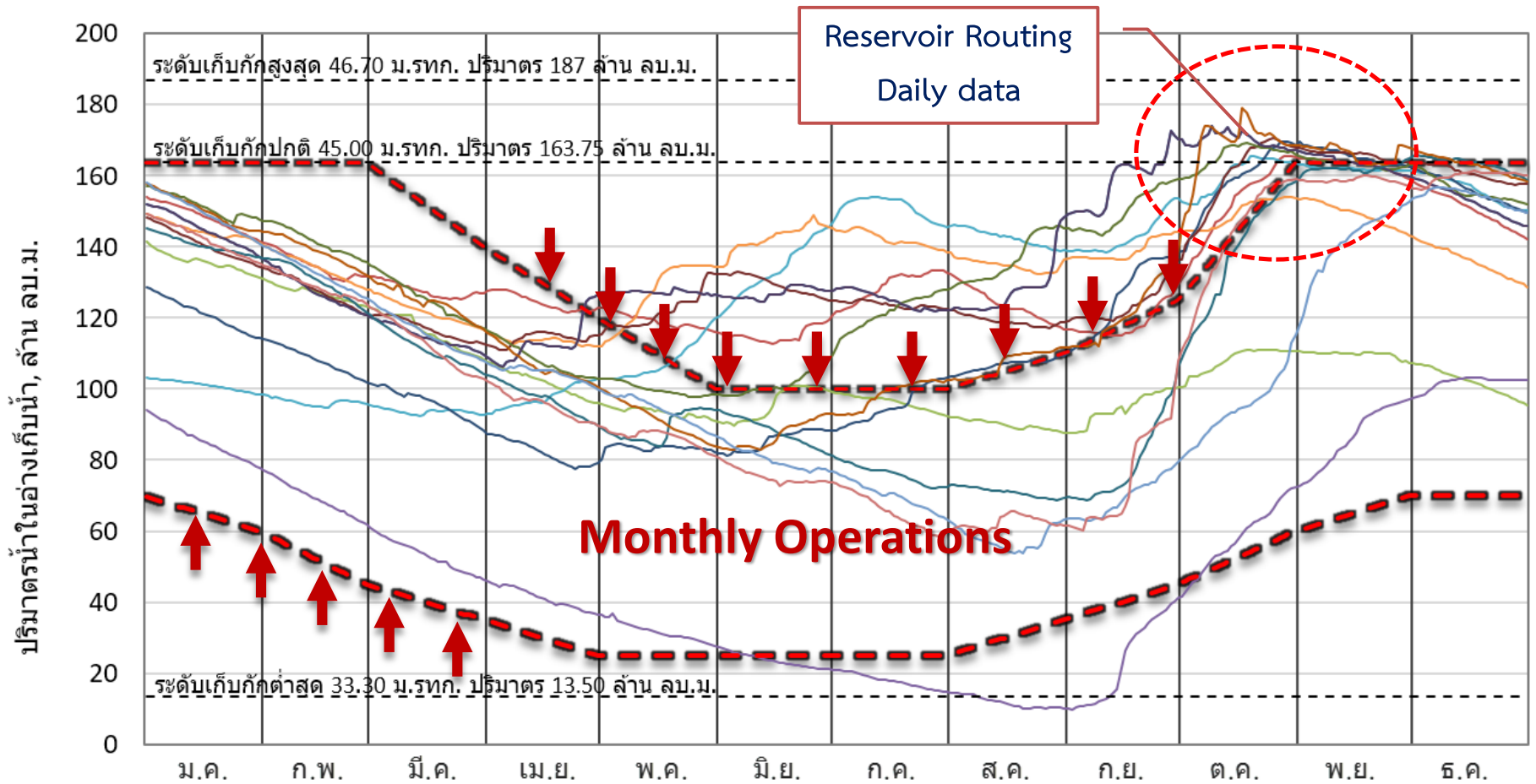
6. สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ

ความสำคัญของการศึกษา

- การบริหารจัดการน้ำในอ่างเก็บน้ำ ปัญหาหนึ่งคือการคาดการณ์ปริมาณน้ำที่จะไหลเข้าอ่างเก็บน้ำในช่วงเวลาต่อไป เพื่อวางแผนการจัดการน้ำได้อย่างเหมาะสม
- สามารถจัดสรรน้ำให้กับผู้ใช้น้ำและควบคุมปริมาณน้ำไม่ให้เกินความจุของอ่างเก็บน้ำ โดยการระบายน้ำออกจากอ่างเก็บน้ำบางส่วนเพื่อให้มีความจุเหลือพอที่จะรองรับปริมาณน้ำที่จะไหลเข้ามาเพิ่มเติม
- การพร่องน้ำดังกล่าวจะช่วยทำให้ไม่เกิดการระบายน้ำอย่างฉุกฉินทันทีทันใด อันจะทำให้เกิดปัญหาน้ำท่วมพื้นที่ท้ายอ่างเก็บน้ำ
- การศึกษานี้ จะเสนอการประยุกต์ใช้แบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียม (Artificial neural networks model) สำหรับการพยากรณ์ปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำเป็นรายสัปดาห์และรายเดือนสำหรับการบริหารจัดการน้ำ
- และพยากรณ์ปริมาณน้ำเป็นรายวันสำหรับการระบายน้ำเพื่อเตรียมรับกับสถานการณ์อุทกภัยที่จะเกิดขึ้นได้



แนวทางการบริหารจัดการอ่างเก็บน้ำในช่วงเวลาต่างๆ



Reservoir Operation Study (รายเดือน)

ที่	รายละเอียด	หน่วย	เดือน												หมายเหตุ
			ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	
1.3	ปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำเวลาเริ่มแรก	ล้าน ลบ.ม.	60.000	58.384	52.059	43.433	38.100	47.000	51.813	29.945	21.998	41.780	83.447	85.788	กำหนดให้ค่าแรก
1.4	พื้นที่คือน้ำในอ่างเก็บน้ำ	ล้าน ตร.ม.	10.200	10.100	10.000	8.000	6.500	8.500	9.800	6.200	5.900	7.800	16.000	16.200	จากโค้งความสัมพัทธ์
2 ปริมาณน้ำเข้าอ่างเก็บน้ำ															
2.1	ปริมาณน้ำท่าจากพื้นที่รับน้ำ	ล้าน ลบ.ม.	0.740	0.450	1.220	3.730	15.210	6.950	8.330	15.370	47.030	61.230	7.700	1.890	จากการประเมิน
2.2	ปริมาณฝนที่ตกลงในอ่างเก็บน้ำ	มม.	6.400	23.100	48.800	95.800	145.100	82.700	107.100	117.800	242.700	205.700	33.400	5.100	จากการคาดการณ์
2.3	ปริมาณฝนที่ตกลงในอ่างเก็บน้ำ	ล้าน ลบ.ม.	0.065	0.233	0.488	0.766	0.943	0.703	1.050	0.730	1.432	1.604	0.534	0.083	(ข้อ 1.4*ข้อ 2.2)/1,000
2.4	ปริมาณน้ำที่ปล่อยจากอ่างเก็บน้ำด้านเหนือ	ล้าน ลบ.ม.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	จากสถิติข้อมูล
2.5	ปริมาณน้ำจากการสูบเข้ามาในอ่างเก็บน้ำ	ล้าน ลบ.ม.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	จากสถิติข้อมูล
รวมปริมาณน้ำเข้าอ่างเก็บน้ำทั้งหมด		ล้าน ลบ.ม.	0.805	0.683	1.708	4.496	16.153	7.653	9.380	16.100	48.462	62.834	8.234	7.073	(2.1+2.3+2.4+2.5)
3 ปริมาณน้ำออกจากอ่างเก็บน้ำ															
3.1	ปริมาณการระเหยจากอ่างเก็บน้ำ	มม.	140.600	149.700	190.800	192.100	176.100	170.900	168.100	158.200	131.300	133.700	130.000	137.700	จากค่าเฉลี่ย
3.2	ปริมาณการระเหยจากอ่างเก็บน้ำ	ล้าน ลบ.ม.	1.076	1.134	1.431	1.153	0.858	1.089	1.236	0.736	0.581	0.782	1.560	1.673	(ข้อ 1.4*ข้อ 3.1*75%)/1000
3.3	ปริมาณน้ำที่รั่วซึมจากอ่างเก็บน้ำ	ล้าน ลบ.ม.	0.085	0.084	0.083	0.067	0.054	0.071	0.082	0.052	0.049	0.065	0.133	0.135	(ข้อ 1.4)*1/(12)
3.4	ปริมาณน้ำที่ไหลล้นออกจากอ่างเก็บน้ำ	ล้าน ลบ.ม.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	จากสถิติข้อมูล
3.5	ปริมาณน้ำที่ส่งจากอ่างเก็บน้ำ เพื่อ	ล้าน ลบ.ม.													
3.5.1	การอุปโภค-บริโภค	ล้าน ลบ.ม.	0.350	0.350	0.350	0.350	0.350	0.350	0.350	0.350	0.350	0.350	0.350	0.350	จากการคำนวณ
3.5.2	การเกษตร	ล้าน ลบ.ม.	0.240	4.770	7.800	7.590	5.320	0.660	28.910	22.240	27.030	19.300	3.180	-	จากการคำนวณ
3.5.3	การอุตสาหกรรม	ล้าน ลบ.ม.	0.180	0.180	0.180	0.180	0.180	0.180	0.180	0.180	0.180	0.180	0.180	0.180	จากการคำนวณ
3.5.4	การรักษาพยาบาล	ล้าน ลบ.ม.	0.490	0.490	0.490	0.490	0.490	0.490	0.490	0.490	0.490	0.490	0.490	0.490	จากการคำนวณ
3.5.5	อื่นๆ	ล้าน ลบ.ม.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	จากการคำนวณ
รวมปริมาณน้ำที่ส่งจากอ่างเก็บน้ำ		ล้าน ลบ.ม.	1.260	5.790	8.820	8.610	6.340	1.680	29.930	23.260	28.050	20.320	4.200	1.020	(3.5.1+3.5.2+3.5.3+3.5.4+3.5.5)
รวมปริมาณน้ำออกจากอ่างเก็บน้ำทั้งหมด		ล้าน ลบ.ม.	2.421	7.008	10.334	9.829	7.253	2.840	31.247	24.047	28.680	21.167	5.893	2.828	(3.2+3.3+3.4+3.5)
4 สมดุลน้ำในอ่างเก็บน้ำ															
4.1	ปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำที่ปลายเวลา	ล้าน ลบ.ม.	58.384	52.059	43.433	38.100	47.000	51.813	29.945	21.998	41.780	83.447	85.788	90.032	(ข้อ 1.3+รวมน้ำเข้า-รวมน้ำออก)
4.2	ปริมาณน้ำไหลล้นจากอ่างเก็บน้ำ	ล้าน ลบ.ม.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	(ข้อ 1.3+รวมน้ำเข้า-รวมน้ำออก)>ข้อ 1.1
4.3	ปริมาณน้ำขาด	ล้าน ลบ.ม.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	(ข้อ 1.3+รวมน้ำเข้า-รวมน้ำออก)<ข้อ 1.2

Reservoir Operation Study (รายสัปดาห์)

การศึกษาการใช้น้ำของอ่างเก็บน้ำ (ROS) ฤดูแล้ง

พื้นที่รับน้ำฝน	666.0 ตร.กม.	ระดับเก็บกัก	201.00 ม.(ร.ส.ม)	ความจุ	118,362,000 ลบ.ม.
ปริมาณฝน	954.6 มม.	ระดับธรรมชาติ	194.83 ม.(ร.ส.ม)	Dead Storage	6,594,000 ลบ.ม.
ระดับหลังคันดิน	ม.(ร.ส.ม)	อัตราไหล ทรบ.ฝั่งซ้าย	cms	อัตราไหล ทรบ.ฝั่งขวา	cms

สัปดาห์ ที่	ฝน (มม.)	ระเหย (มม.)	รั่วซึม (มม.)	INFLOW (ลบ.ม)	เริ่มสัปดาห์			ความต้องการน้ำเนื่องจากกิจกรรมต่างๆ(ลบ.ม)				Shortage (ลบ.ม)	Spill (ลบ.ม)	ปลายสัปดาห์	
					ระดับ	ปริมาณน้ำ	พื้นที่ผิวน้ำ	น้ำชลประทาน	ประปา	อุตสาหกรรม	ระบายน้ำ			ปริมาณน้ำ	ระดับ
2	1.1	24.9	17.5	14,773	200.00	88,992,000	26,740,000	1,515,075	429,450	21,000		0	0	86,137,235	199.88
3	1.1	24.9	17.5	14,773	199.88	86,137,235	26,205,640	1,677,103	429,450	21,000		0	0	83,138,507	199.76
4	1.1	24.9	17.5	14,773	199.76	83,138,507	25,671,280	2,034,471	429,450	21,000		0	0	79,800,477	199.62
5	3.5	27.4	17.5	85,717	199.62	79,800,477	25,047,860	2,641,560	429,450	21,000		0	0	75,964,053	199.46
6	5.4	29.3	17.5	138,925	199.46	75,964,053	24,335,380	1,701,937	429,450	21,000		0	0	73,156,223	199.35
7	5.4	29.3	17.5	138,925	199.35	73,156,223	23,845,550	1,860,508	429,450	21,000		0	0	70,205,811	199.23
8	5.4	29.3	17.5	138,925	199.23	70,205,811	23,311,190	1,964,771	429,450	21,000		0	0	67,168,580	199.10
9	7.5	32.3	17.5	274,145	199.10	67,168,580	22,732,300	2,285,495	429,450	21,000		0	0	63,967,036	198.97
10	9.2	34.5	17.5	375,559	198.97	63,967,036	22,163,340	2,394,740	429,450	21,000		0	0	60,777,855	198.81
11	9.2	34.5	17.5	375,559	198.81	60,777,855	21,503,820	2,343,353	429,450	21,000		0	0	57,661,472	198.66
12	9.2	34.5	17.5	375,559	198.66	57,661,472	20,885,520	2,193,156	429,450	21,000		0	0	54,715,361	198.51
13	9.7	34.8	17.5	415,252	198.51	54,715,361	20,267,220	2,057,859	429,450	21,000		0	0	51,971,678	198.38
14	13.0	36.4	17.5	653,409	198.38	51,971,678	19,731,360	1,908,393	429,450	21,000		0	0	49,675,843	198.26
15	13.0	36.4	17.5	653,409	198.26	49,675,843	19,236,720	1,707,423	429,450	21,000		0	0	47,595,778	198.16
16	13.0	36.4	17.5	653,409	198.16	47,595,778	18,824,520	1,466,553	429,450	21,000		0	0	45,768,917	198.07
17	13.0	36.4	17.5	653,409	198.07	45,768,917	18,453,540	1,198,220	429,450	21,000		0	0	44,221,490	197.99

Reservoir Operation Study (รายวัน)

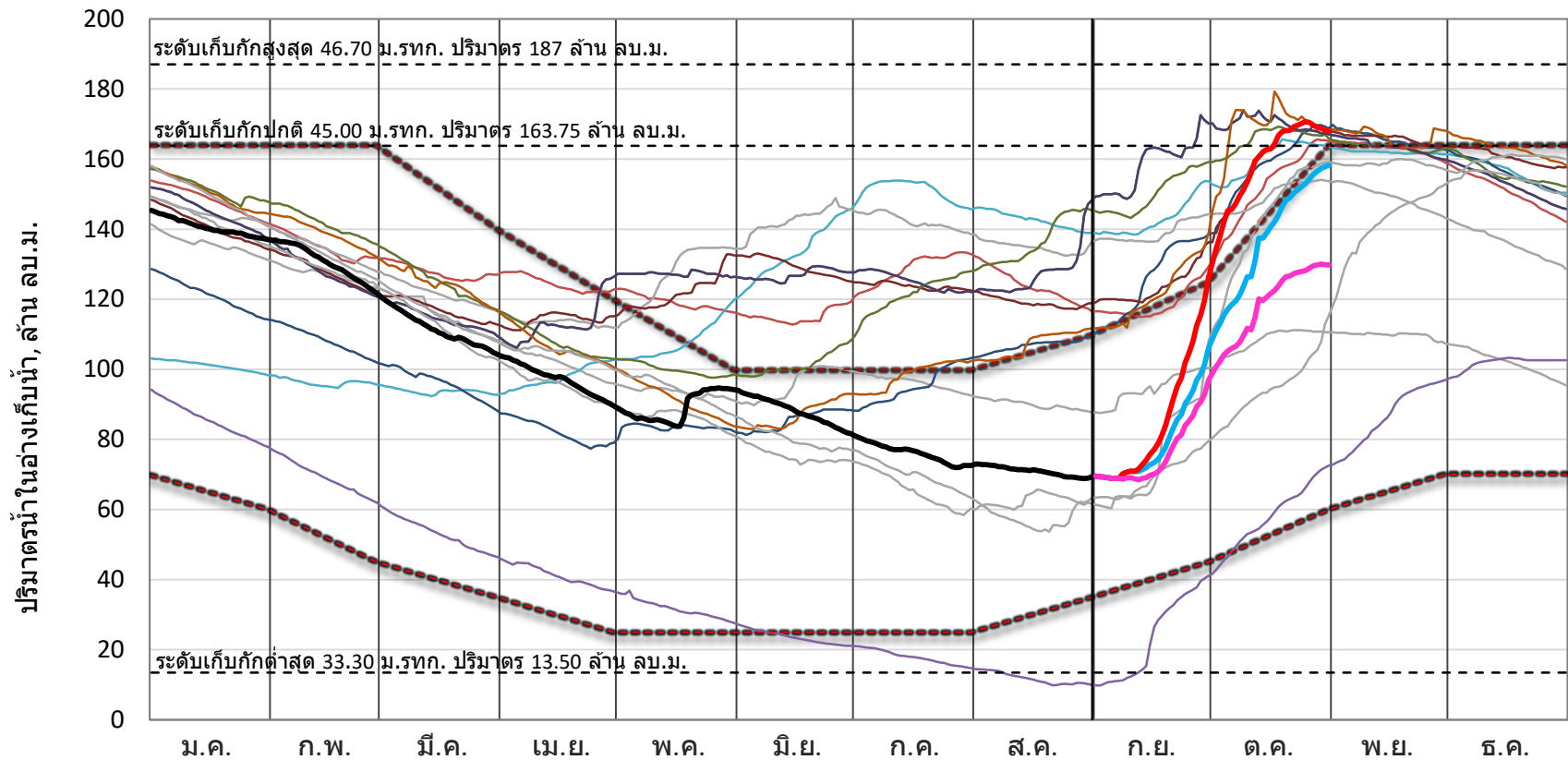
Reservoir Operation Study

พื้นที่รับน้ำฝน	2,700 ตร.กม.	ระดับสันเขื่อน	285.000 ม.(รทก.) ปริมาณน้ำไหลลงอ่างเฉลี่ยทั้งปี	304 ล้าน ม. ³
พื้นที่ผิวน้ำที่ระดับเก็บกัก	16 ตร.กม.	ระดับน้ำสูงสุด	285.000 ม.(รทก.) ปริมาณน้ำสูงสุด	3.55 ล้าน ม. ³
ฝนสะสมเฉลี่ยทั้งปี	1,400 มม.	ระดับน้ำเก็บกัก	285.000 ม.(รทก.) ปริมาณน้ำเก็บกัก	265 ล้าน ม. ³
ระเหยเฉลี่ยทั้งปี	1,488 มม.	ระดับน้ำต่ำสุด	270.000 ม.(รทก.) ปริมาณน้ำต่ำสุด	3.55 ล้าน ม. ³
การเกษตรฤดูแล้งรวม(ไร่)	13,435	การเกษตรฤดูฝนรวม(ไร่)	29,843	ปริมาณน้ำในอ่างฯต้นฤดูแล้ง วันที่ 1 พฤศจิกายน 2551
ข้าวนาปรัง(ไร่)	3,000	พืชไร่-ผัก(ไร่)	9,700	ไม่ผล-ไม่ยืนต้น(ไร่)
ข้าวนาปี(ไร่)	29,108	พืชไร่-ผักฤดูฝน(ไร่)	-	ไม่ผล-ไม่ยืนต้นฤดูฝน(ไร่)
				บ่อกัก-บ่อปลา(ไร่)
				บ่อกัก-บ่อปลา(ฤดูฝนไร่)

(1) สัปดาห์ ที่	(2) วันที่ วันที่	(3) ระดับน้ำ m.msl.	(4) ปริมาณน้ำ เริ่มต้น ปริมาณน้ำ	(5) อัตรา ระเหย mm.	(6) อัตราระเหย สุทธิ mm.	(7) พื้นที่ผิวน้ำ sq.km.	(8) ปริมาณน้ำ ระเหย mcm.	(9) Inflow mcm.	(10) ปริมาณน้ำ 2 mcm.	(11) อุปโภค บริโภค mcm.	(12) น้ำใช้ อื่นๆ mcm.	(13) อุตสาหกรรม mcm.	(14) รักษาระบบ นิเวศน์ mcm.	(15) การเกษตร mcm.	(16) ฝนใช้การ mcm.	(17) ปลง %	(18) ความต้องการ น้ำ ขป. mcm.	(19) ปริมาณการ ส่งน้ำ mcm.	(20) ปริมาณน้ำ คงเหลือ mcm.	ความจุที่ ระดับเก็บกัก	ความจุ ต่ำสุด	LRC	URC
1	1 Nov	283.590	85.00	2.90	2.03	13.90	0.03	1.46	86.44	0.20	0.00	0.00	0.12	0.01	0.00	20.00	0.02	0.34	86.09	285.00	3.55	3.55	96.51
1	2 Nov	283.670	86.09	2.90	2.03	14.06	0.03	1.45	87.51	0.02	0.00	0.00	0.12	0.01	0.00	20.00	0.02	0.16	87.35	285.00	3.55	3.55	96.51
1	3 Nov	283.761	87.35	2.90	2.03	14.23	0.03	1.15	88.47	0.02	0.00	0.00	0.12	0.01	0.00	20.00	0.02	0.16	88.30	285.00	3.55	3.55	96.51
1	4 Nov	283.831	88.30	2.90	2.03	14.37	0.03	1.15	89.42	0.02	0.00	0.00	0.12	0.01	0.00	20.00	0.02	0.16	89.26	285.00	3.55	3.55	96.51
1	5 Nov	283.901	89.26	2.90	2.03	14.51	0.03	1.47	90.70	0.02	0.00	0.00	0.12	0.01	0.00	20.00	0.02	0.16	90.53	285.00	3.55	3.55	96.51
1	6 Nov	283.994	90.53	2.90	2.03	14.69	0.03	1.51	92.02	0.02	0.00	0.00	0.12	0.01	0.00	20.00	0.02	0.16	91.85	285.00	3.55	3.55	96.51
1	7 Nov	284.079	91.85	2.90	2.03	14.84	0.03	3.26	95.08	0.02	0.00	0.00	0.12	0.01	0.00	20.00	0.02	0.16	94.92	285.00	3.55	3.55	96.51
2	8 Nov	284.276	94.92	2.90	2.03	15.19	0.03	3.26	98.15	0.02	0.00	0.00	0.12	0.01	0.00	20.00	0.02	0.16	97.99	285.00	3.55	20.64	99.26
2	9 Nov	284.472	97.99	2.90	2.03	15.55	0.03	3.25	101.21	0.02	0.00	0.00	0.12	0.01	0.00	20.00	0.02	0.16	101.04	285.00	3.55	20.64	99.26
2	10 Nov	284.668	101.04	2.90	2.03	15.90	0.03	1.91	102.92	0.02	0.00	0.00	0.12	0.01	0.00	20.00	0.02	0.16	102.76	285.00	3.55	20.64	99.26
2	11 Nov	284.778	102.76	2.90	2.03	16.09	0.03	0.93	103.65	0.02	0.00	0.00	0.12	0.01	0.00	20.00	0.02	0.16	103.49	285.00	3.55	20.64	99.26
2	12 Nov	284.825	103.49	2.90	2.03	16.18	0.03	0.62	104.07	0.02	0.00	0.00	0.12	0.01	0.00	20.00	0.02	0.16	103.91	285.00	3.55	20.64	99.26
2	13 Nov	284.852	103.91	2.90	2.03	16.22	0.03	0.62	104.49	0.02	0.00	0.00	0.12	0.01	0.00	20.00	0.02	0.16	104.32	285.00	3.55	20.64	99.26
2	14 Nov	284.879	104.32	2.90	2.03	16.27	0.03	0.99	105.28	0.02	0.00	0.00	0.12	0.01	0.00	20.00	0.02	0.16	105.11	285.00	3.55	20.64	99.26
3	15 Nov	284.929	105.11	2.90	2.03	16.36	0.03	1.11	106.19	0.02	0.00	0.00	0.12	0.01	0.00	20.00	0.02	0.16	106.02	285.00	3.55	45.86	101.69
3	16 Nov	284.988	106.02	2.90	2.03	16.47	0.03	1.11	107.10	0.02	0.00	0.00	0.12	0.01	0.00	20.00	0.02	0.16	106.22	285.00	3.55	45.86	101.69
3	17 Nov	285.008	106.22	2.90	2.03	16.49	0.03	1.11	107.30	0.02	0.00	0.00	0.12	0.01	0.00	20.00	0.02	0.16	106.22	285.00	3.55	45.86	101.69
3	18 Nov	285.008	106.22	2.90	2.03	16.49	0.03	1.11	107.30	0.02	0.00	0.00	0.12	0.01	0.00	20.00	0.02	0.16	106.22	285.00	3.55	45.86	101.69
3	19 Nov	285.008	106.22	2.90	2.03	16.49	0.03	1.11	107.30	0.02	0.00	0.00	0.12	0.01	0.00	20.00	0.02	0.16	106.22	285.00	3.55	45.86	101.69
3	20 Nov	285.008	106.22	2.90	2.03	16.49	0.03	1.91	108.09	0.02	0.00	0.00	0.12	0.01	0.00	20.00	0.02	0.16	106.22	285.00	3.55	45.86	101.69
3	21 Nov	285.008	106.22	2.90	2.03	16.49	0.03	2.27	108.45	0.02	0.00	0.00	0.12	0.01	0.00	20.00	0.02	0.16	106.22	285.00	3.55	45.86	101.69
4	22 Nov	285.008	106.22	2.90	2.03	16.49	0.03	0.67	106.86	0.02	0.00	0.00	0.12	0.01	0.00	20.00	0.02	0.16	106.22	285.00	3.55	70.04	104.12
4	23 Nov	285.008	106.22	2.90	2.03	16.49	0.03	0.52	106.70	0.02	0.00	0.00	0.12	0.01	0.00	20.00	0.02	0.16	106.22	285.00	3.55	70.04	104.12
4	24 Nov	285.008	106.22	2.90	2.03	16.49	0.03	0.52	106.70	0.02	0.00	0.00	0.12	0.01	0.00	20.00	0.02	0.16	106.22	285.00	3.55	70.04	104.12
4	25 Nov	285.008	106.22	2.90	2.03	16.49	0.03	0.52	106.70	0.02	0.00	0.00	0.12	0.01	0.00	20.00	0.02	0.16	106.22	285.00	3.55	70.04	104.12
4	26 Nov	285.008	106.22	2.90	2.03	16.49	0.03	0.52	106.70	0.02	0.00	0.00	0.12	0.01	0.00	20.00	0.02	0.16	106.22	285.00	3.55	70.04	104.12
4	27 Nov	285.008	106.22	2.90	2.03	16.49	0.03	1.33	107.52	0.02	0.00	0.00	0.12	0.01	0.00	20.00	0.02	0.16	106.22	285.00	3.55	70.04	104.12
4	28 Nov	285.008	106.22	2.90	2.03	16.49	0.03	1.45	107.63	0.02	0.00	0.00	0.12	0.01	0.00	20.00	0.02	0.16	106.22	285.00	3.55	70.04	104.12
5	29 Nov	285.008	106.22	2.90	2.03	16.49	0.03	0.26	106.45	0.02	0.00	0.00	0.12	0.01	0.00	20.00	0.03	0.17	106.22	285.00	3.55	70.04	104.12
5	30 Nov	285.008	106.22	2.90	2.03	16.49	0.03	0.42	106.60	0.02	0.00	0.00	0.12	0.01	0.00	20.00	0.03	0.17	106.22	285.00	3.55	70.04	104.12
5	1 Dec	285.008	106.22	2.62	1.84	16.49	0.03	0.23	106.42	0.02	0.00	0.00	0.12	0.01	0.00	20.00	0.03	0.17	106.22	285.00	3.55	87.18	106.22

แนวทางการบริหารจัดการอ่างเก็บน้ำในกรณีต่างๆ

- ช่วยประเมินแนวโน้มสถานการณ์น้ำในอ่างเก็บน้ำจากปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างฯ กรณีต่างๆ
 - **ปีน้ำปกติ**
 - **ปีน้ำมาก**
 - **ปีน้ำน้อย**



วัตถุประสงค์ของการศึกษาวิจัย

1

เพื่อศึกษาการประยุกต์ใช้โครงข่ายประสาทเทียมในการพยากรณ์ปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำในจังหวัดระยองเป็นรายเดือน รายสัปดาห์ และรายวัน

2

เพื่อศึกษารูปแบบโครงสร้างระหว่างปริมาณน้ำที่ไหลลงอ่างเก็บน้ำและปริมาณฝน และความสัมพันธ์ของข้อมูลปริมาณน้ำไหลลงอ่างเก็บน้ำย้อนหลังในแต่ละวัน รวมถึงพารามิเตอร์ต่างๆ ที่ใช้ในการพยากรณ์ด้วยแบบจำลอง ANNs ที่เหมาะสมในแต่ละอ่างเก็บน้ำ

3

เพื่อศึกษาหาจำนวนวันล่วงหน้าสูงสุดที่จะสามารถพยากรณ์ปริมาณน้ำไหลเข้าในแต่ละอ่างเก็บน้ำได้

ขอบเขตการศึกษา

1. พื้นที่ที่ศึกษา ได้แก่ อ่างเก็บน้ำในจังหวัดระยอง จำนวน 4 อ่างฯ ประกอบด้วย อ่างเก็บน้ำดอกกราย อ่างเก็บน้ำหนองปลาไหล อ่างเก็บน้ำคลองใหญ่ และอ่างเก็บน้ำประแสร์
2. ศึกษาการประยุกต์ใช้โครงข่ายประสาทเทียมที่มีกระบวนการเรียนรู้แบบแพร่กระจายย้อนกลับ (Back Propagation Technique) ด้วยแบบจำลอง ANNs
3. ศึกษารูปแบบโครงสร้างและพารามิเตอร์ของแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียมเพื่อใช้ในการพยากรณ์ปริมาณน้ำไหลลงอ่างเก็บน้ำเป็นรายเดือน รายสัปดาห์ และรายวัน
4. ข้อมูลปริมาณฝนและอัตราการระเหยได้จากการตรวจวัดจากห้วงงานในแต่ละอ่างเก็บน้ำ
5. ศึกษาหาจำนวนวันสูงสุดที่สามารถพยากรณ์น้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำล่วงหน้าได้ และจะทำการพยากรณ์ล่วงหน้า 1 สัปดาห์และล่วงหน้า 1 เดือน สำหรับการพยากรณ์เป็นรายสัปดาห์และรายเดือน

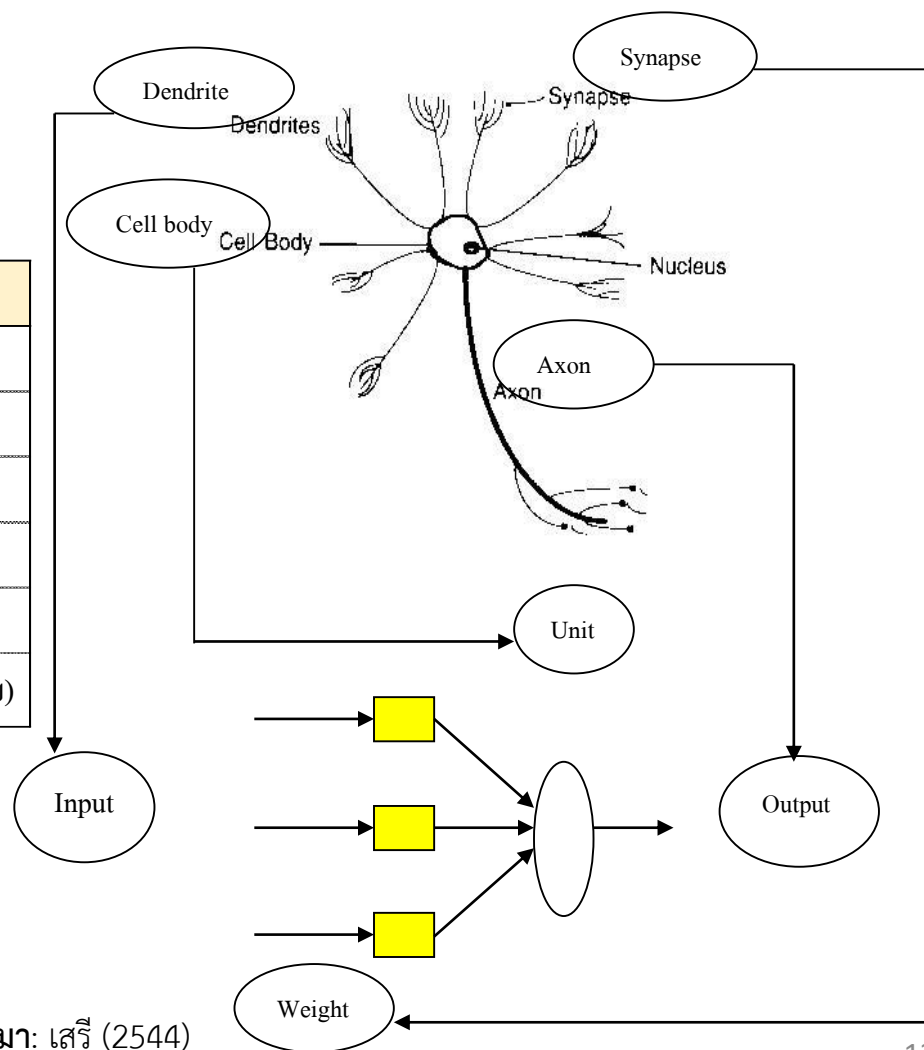


การทำงานของเซลล์ประสาทของมนุษย์

- โครงข่ายใยประสาทเทียมเป็นการเลียนแบบการทำงานของระบบเซลล์ประสาทของมนุษย์
- ประกอบไปด้วยหน่วยประมวลผลซึ่งมีอยู่หลายเซลล์ แต่ละเซลล์ทำหน้าที่คล้ายกับเซลล์สมองของมนุษย์และโยงใยติดต่อกัน

เปรียบเทียบเซลล์ประสาทและเซลล์ประสาทเทียม

เซลล์ประสาท	เซลล์ประสาทเทียม
ตัวเซลล์ (Cell Body)	ยูนิต (Unit)
เดนไดรต์ (Dendrites)	ตัวแปรอินพุต (Input)
แอกซอน (Axon)	ตัวแปรเอาต์พุต (Output)
ไซแนปส์ (Synapse)	ค่าถ่วงน้ำหนัก (Weight)
ความเร็วในการทำงานช้า	ความเร็วในการทำงานสูง
มีเซลล์จำนวนมาก (ประมาณ 10^9 ยูนิต)	มีเซลล์จำนวนน้อยกว่า (เป็นหลักร้อย)

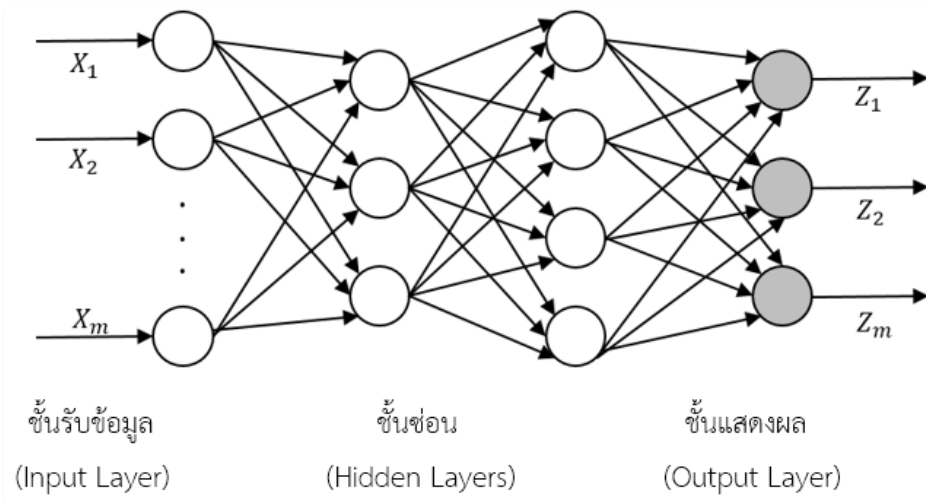


ที่มา: เสรี (2544)

หลักการทํางานของโครงข่ายใยประสาทเทียม

- โครงข่ายใยประสาทเทียมจะมี Input หลายตัวที่เป็นตัวกระตุ้นให้เกิด Output โดยที่แต่ละ Input จะมีอิทธิพลต่อ Output แตกต่างกััน ซึ่งวัดได้จากค่าถ่วงน้ำหนัก
- โครงสร้างประกอบด้วยชั้นรับข้อมูล (Input Layer) ชั้นซ่อน (Hidden Layer) และชั้นแสดงผล (Output Layer) โดยมีการจำลองแบบเป็นชั้นๆ
- ในแต่ละชั้นจะประกอบด้วย Node ที่ทำหน้าที่ส่งผ่านข้อมูล ทั้งระหว่างชั้น เช่น Hidden Layer ไปยัง Output Layer หรือส่งผ่านตัวแปรภายใน Output Layer เอง
- แต่ละชั้นจะมีการเชื่อมต่อ (Link) แต่ละการเชื่อมต่อจะมีค่าถ่วงน้ำหนัก (Weights) เฉพาะเพื่อทำหน้าที่แทนค่าความแข็งแรง (Strength) ของการเชื่อมต่อของเซลล์สมอง

มนุษย์



โครงสร้างของระบบ
โครงข่ายใยประสาทเทียม

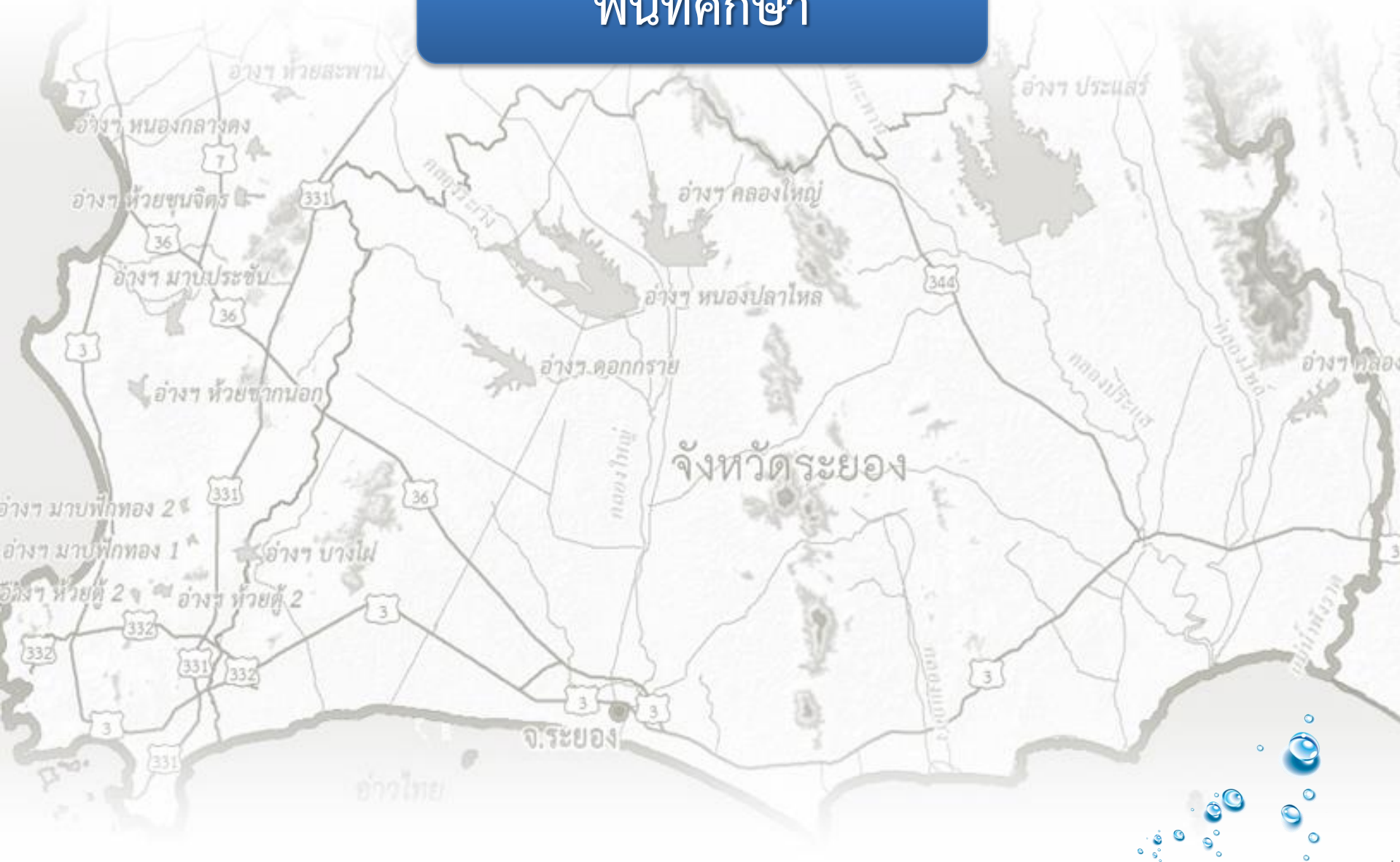
Back Propagation Technique

- 1) สุ่มค่าถ่วงน้ำหนัก และทำการคำนวณไปข้างหน้า (Forward Pass) ทีละ Pattern
- 2) ตรวจสอบ ถ้า $RMSE > Target\ Error$ ที่ตั้งไว้ เช่น 5% หรือ 0.05 เก็บค่าไว้
- 3) เริ่มการทำงานที่ Pattern ต่อไป --> ตรวจสอบ RMSE --> เก็บค่า
- 4) คำนวณไปข้างหน้าจนครบทุก Pattern แล้วคำนวณผลรวมของความแตกต่าง (Sum of Square Error) = $\sum(\text{ค่าจริง} - \text{ค่าพยากรณ์})^2$ ของทุก Patterns
- 5) ถ้าค่าที่ได้ > 0.05 ให้เริ่มคำนวณย้อนกลับ โดยการปรับแก้ค่าถ่วงน้ำหนัก (Weight Change) จาก Output Layer ย้อนไป Hidden Layer และ จาก Hidden Layer ย้อนไป Input Layer
- 6) คำนวณย้อนกลับโดยการปรับแก้ค่าถ่วงน้ำหนักจนครบทุก Pattern
- 7) จากนั้นให้ปรับค่าถ่วงน้ำหนักใหม่ทั้งหมด จากสูตร
$$\text{ค่าถ่วงน้ำหนัก (ใหม่)} = \text{ค่าถ่วงน้ำหนัก (เดิม)} + \text{ค่าปรับแก้ค่าถ่วงน้ำหนัก}$$
- 8) ใช้ค่าถ่วงน้ำหนักใหม่ แทนค่าสุ่มครั้งแรก แล้วคำนวณไปข้างหน้าตามรูปแบบข้อ 1) จนกระทั่งได้ค่า $RMSE < 0.05$

การประยุกต์ใช้งานโครงข่ายประสาทเทียม

- 1) การเดินทางของพนักงานขายที่มีประสิทธิภาพ (Constraint Satisfaction)
- 2) จัดจำความสัมพันธ์ Input และ Output (Content Addressable Memories)
- 3) ใช้ควบคุมหุ่นยนต์ (Controls)
- 4) เลือกข้อมูลที่มีประโยชน์ เช่น ภาพถ่ายดาวเทียม (Data Compression)
- 5) วินิจฉัยโรคทางการแพทย์ (Diagnostics)
- 6) ใช้งานพยากรณ์ เช่น ปริมาณน้ำ หุ่น ยอดขาย จุดที่ตั้งร้านค้า (Forecasting)
- 7) จัดจำแล้วสอน เช่น เลียงดนตรี (General Mapping)
- 8) ระบบความปลอดภัย (Multisensor Data Fusions)
- 9) หาคความเหมาะสม หาผลตอบแทนสูงสุด (Optimization)
- 10) จำ วิเคราะห์ แผลข้อความ (Pattern Recognition)

พื้นที่ศึกษา



พื้นที่ศึกษา

จังหวัดระยอง ตั้งอยู่ในภาคตะวันออก มีเนื้อที่ประมาณ 3,552 ตารางกิโลเมตร หรือประมาณ 2,220,000 ไร่ อยู่ห่างจากกรุงเทพมหานครไปทางทิศตะวันออกเฉียงใต้ประมาณ 179 กิโลเมตร พื้นที่ศึกษา ได้แก่ อ่างเก็บน้ำในจังหวัดระยอง จำนวน 4 อ่างเก็บน้ำ ดังนี้

1. อ่างเก็บน้ำดอกกราย
2. อ่างเก็บน้ำหนองปลาไหล
3. อ่างเก็บน้ำคลองใหญ่
4. อ่างเก็บน้ำประแสร์



อ่างเก็บน้ำดอกกราย ตั้งอยู่ที่ ต.แม่น้ำคู้ อ.ปลวกแดง จ.ระยอง เริ่มก่อสร้างเมื่อปี พ.ศ.2518 และได้ทำการปรับปรุงเพิ่มความจุของอ่างเก็บน้ำเป็น 79.40 ล้าน ลบ.ม. เมื่อปี พ.ศ.2534 ถึงปี พ.ศ.2537 และเพิ่มความจุเป็น 79.411 ล้าน ลบ.ม. เมื่อปี พ.ศ.2558 ถึงปี พ.ศ.2559 มีพื้นที่รับน้ำ 291 ตารางกิโลเมตร ส่งน้ำให้พื้นที่ชลประทาน 1,200 ไร่ และเพื่ออุปโภคบริโภคเพื่อการอุตสาหกรรมและรักษาระบบนิเวศน์



อ่างเก็บน้ำหนองปลาไหล ตั้งอยู่ที่ ต.ละหาร อ.ปลวกแดง จ.ระยอง เริ่มก่อสร้างเมื่อปี พ.ศ.2533 แล้วเสร็จในปี พ.ศ.2536 มีความจุ 163.75 ล้าน ลบ.ม. มีพื้นที่รับน้ำ 408 ตารางกิโลเมตร สามารถส่งน้ำสนับสนุนให้พื้นที่ชลประทานในเขตอำเภอบ้านค่าย 30,000 ไร่ รวมทั้งส่งน้ำเพื่ออุปโภคบริโภคเพื่อเป็นอุตสาหกรรมและเพื่อรักษาระบบนิเวศน์



อ่างเก็บน้ำคลองใหญ่ ตั้งอยู่ที่ ต.ละหาร อ.ปลวกแดง จ.ระยอง เริ่มก่อสร้างเมื่อปี พ.ศ.2545 แล้วเสร็จในปี พ.ศ.2548 มีความจุ 40.10 ล้าน ลบ.ม. มีพื้นที่รับน้ำ 218 ตารางกิโลเมตร สามารถส่งน้ำให้พื้นที่เกษตรกรรมในอนาคต (บ้านค่ายขยาย) จำนวน 200 ไร่ และส่งน้ำเพื่ออุปโภคบริโภคเพื่อการเกษตรกรรม และรักษาระบบนิเวศน์

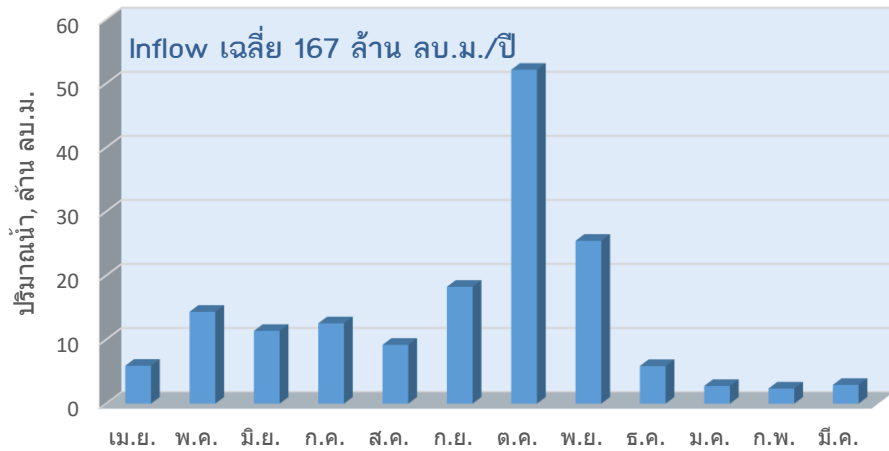


อ่างเก็บน้ำประแสร์ ตั้งอยู่ที่ ต.ชุมแสง อ.วังจันทร์ จ.ระยอง เริ่มก่อสร้างเมื่อปี พ.ศ.2543 แล้วเสร็จในปี พ.ศ.2547 มีความจุ 248 ล้าน ลบ.ม. มีพื้นที่รับน้ำ 603 ตารางกิโลเมตร สามารถส่งน้ำให้พื้นที่ชลประทาน 137,000 ไร่ โดยส่งน้ำเพื่อเกษตรกรรม 170 ล้าน ลบ.ม. ต่อปี เพื่ออุปโภคบริโภค 10 ล้าน ลบ.ม. ต่อปี เพื่อการอุตสาหกรรม 8 ล้าน ลบ.ม. ต่อปี และเพื่อรักษาระบบนิเวศน์ 42 ล้าน ลบ.ม. ต่อปี

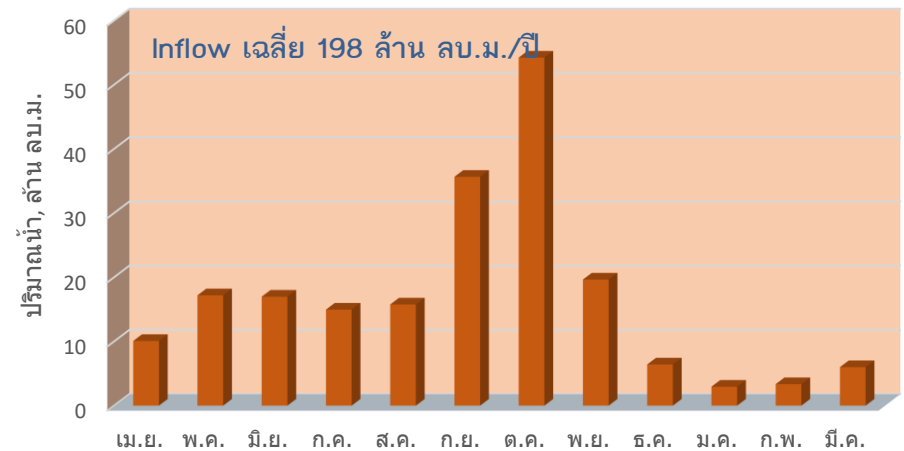


สถิติปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำเฉลี่ยรายเดือน

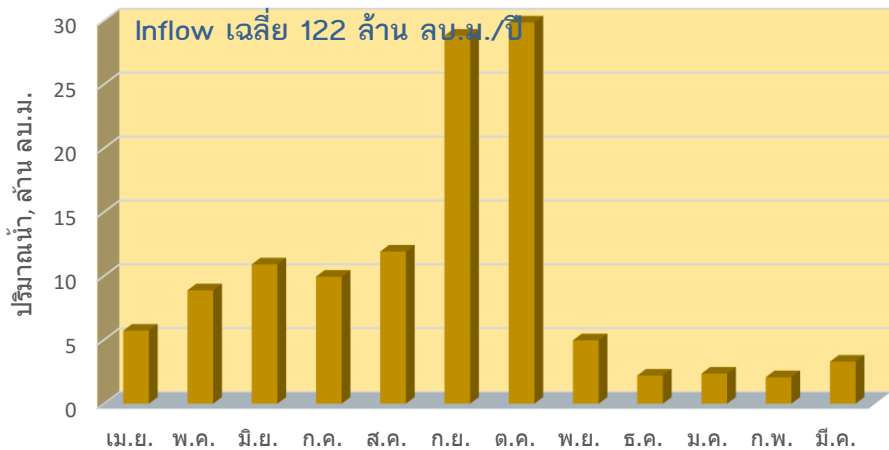
ปริมาณน้ำไหลลงอ่างเก็บน้ำดอกกราย



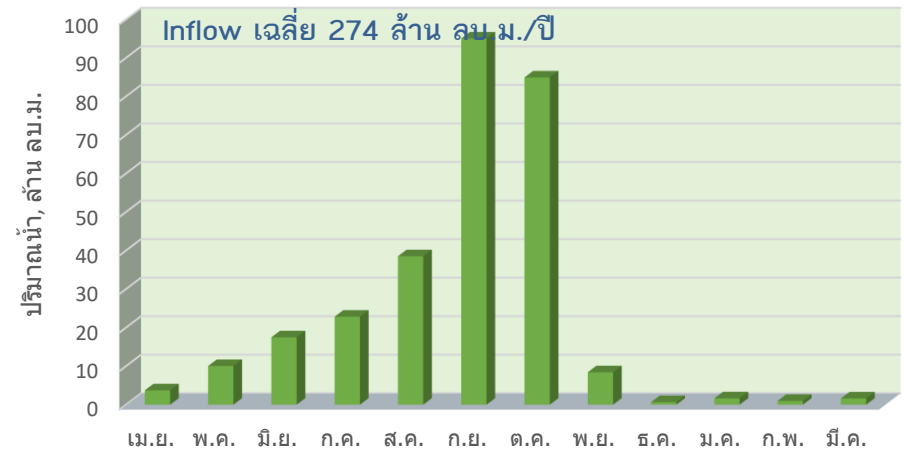
ปริมาณน้ำไหลลงอ่างเก็บน้ำหนองปลาไหล



ปริมาณน้ำไหลลงอ่างเก็บน้ำคลองใหญ่

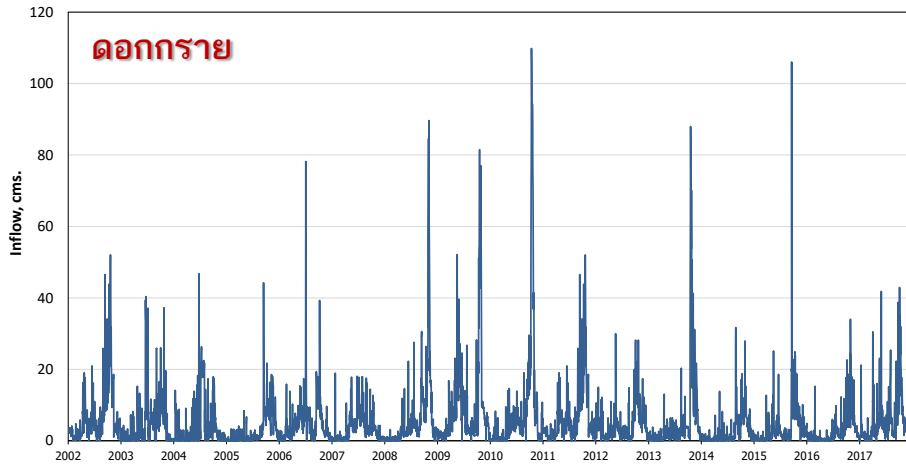


ปริมาณน้ำไหลลงอ่างเก็บน้ำประแสร์

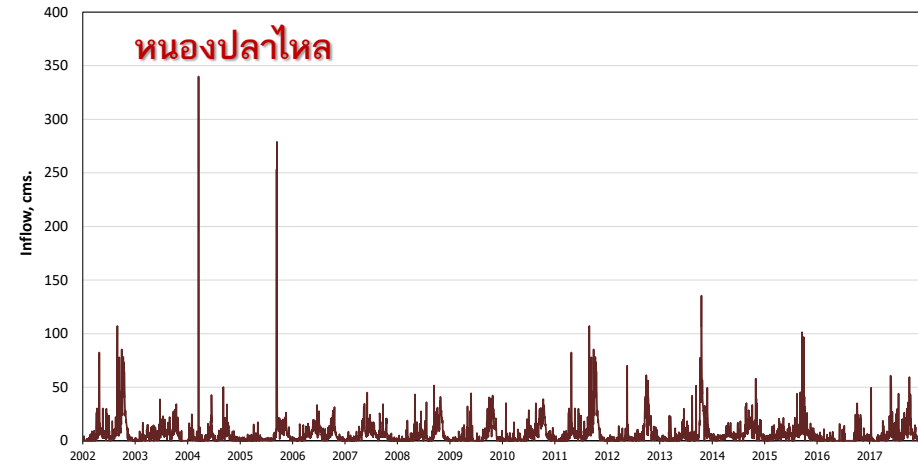


สถิติปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำรายวัน

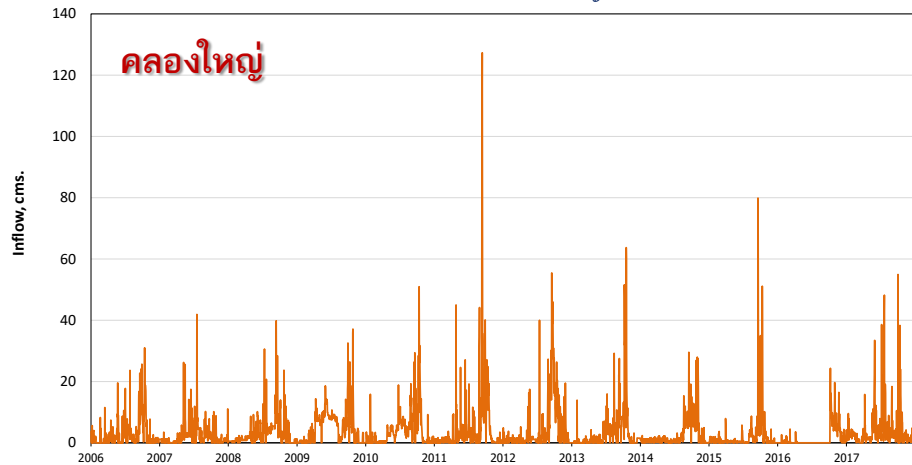
ปริมาณน้ำไหลลงอ่างเก็บน้ำดอกกรายรายวัน



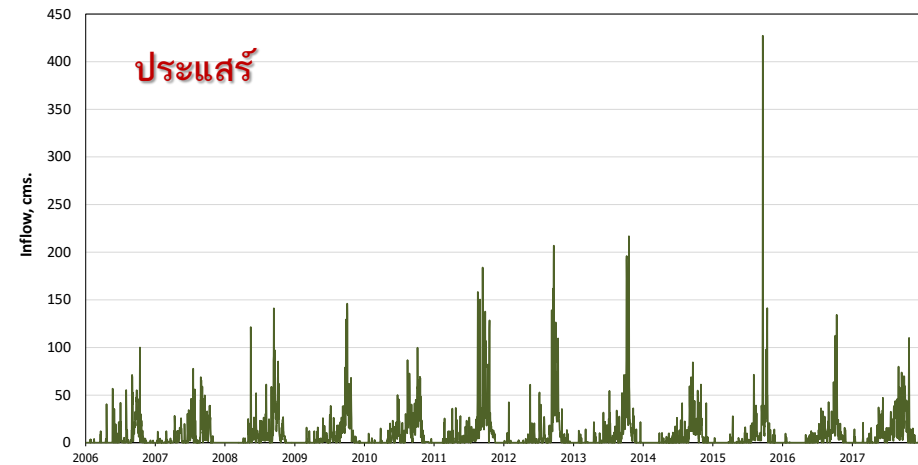
ปริมาณน้ำไหลลงอ่างเก็บน้ำหนองปลาไหลรายวัน



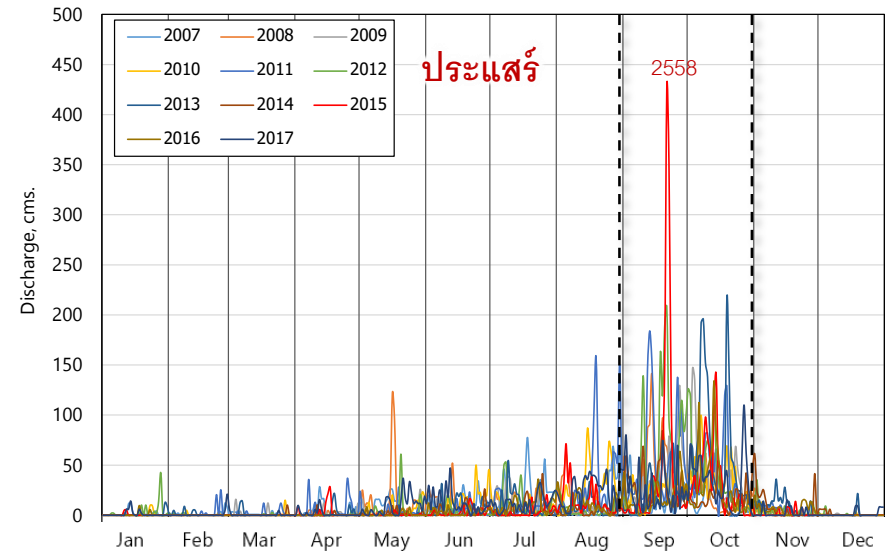
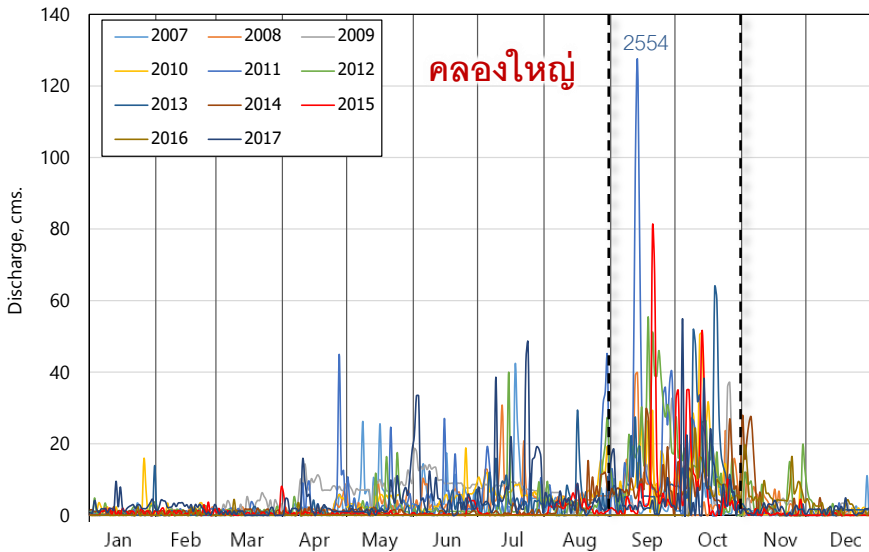
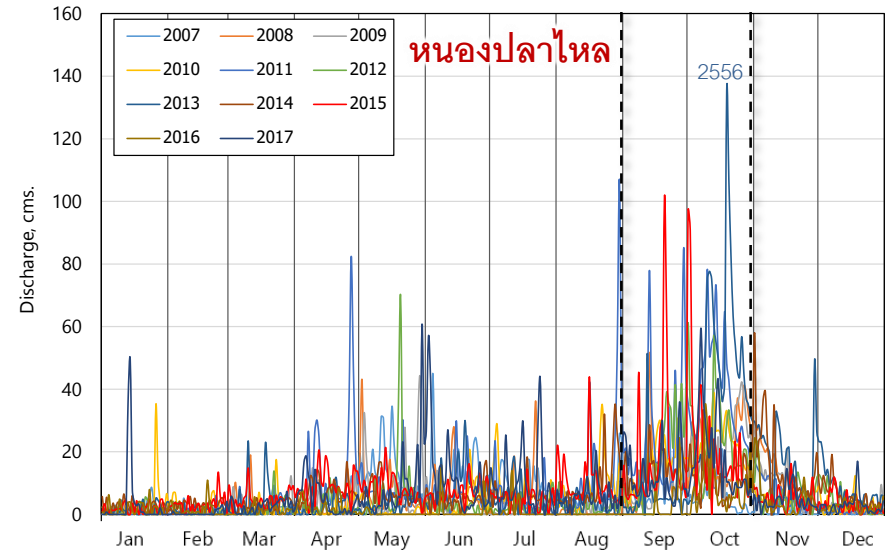
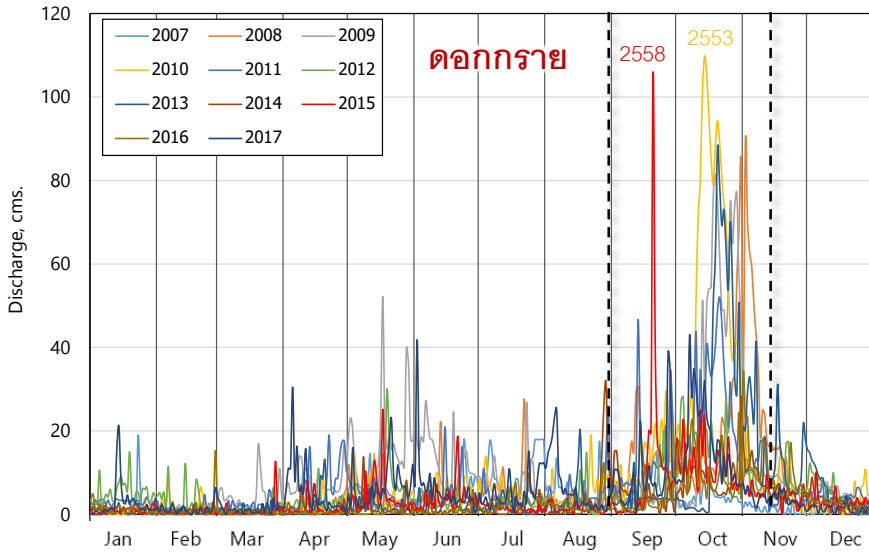
ปริมาณน้ำไหลลงอ่างเก็บน้ำคลองใหญ่รายวัน



ปริมาณน้ำไหลลงอ่างเก็บน้ำประแสร์รายวัน



สถิติปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำรายวัน 10 ปีย้อนหลัง



WinNN - [Neural Control Panel]

File Edit Data View Plot Setup... Window Help

New Net

Training Results

RMS Error:

Change:

Iterations:

Good Pats.:

Target Err:

Alpha

Input Noise

Weight Noise

Temp

Iter./calc.

Clip Patterns

Max:

Randomize

Total Number:

Min:

Max:

Net Size

Layers:

Layer Size:

Neuron func:

Change layer: 1

Epoc Parameters

Epoch length

Random Sampling

Files

Patterns

Weight

Test File

Network Init Completed...

ขั้นตอนและวิธีการศึกษา



ขั้นตอนและวิธีการศึกษา

1. รวบรวมข้อมูลปริมาณน้ำไหลลงอ่างเก็บน้ำเป็นรายวัน และปริมาณฝนจากสถานีวัดน้ำฝนที่ตั้งอยู่บริเวณห้วยงานของแต่ละอ่างเก็บน้ำจากโครงการชลประทานระยอง
2. กำหนดรูปแบบโครงสร้างของแบบจำลอง แบบ 3 ชั้น (Layer) คือ Input Layer, Hidden Layer และ Output Layer
3. กำหนดสมมติฐานในการคำนวณแบบจำลอง
 - ช่วงเวลาย้อนหลังของปริมาณน้ำที่ไหลเข้าอ่างเก็บน้ำ
 - จำนวน node ใน Hidden Layer ให้มีค่าตั้งแต่ 2-10, $0.5n$, n , $2n$ และ $5n$ โดยที่ n เท่ากับจำนวนตัวแปรนำเข้า
 - จำนวนวันที่สามารถพยากรณ์ล่วงหน้า (กรณีรายวัน)
 - ถ้าเป็นการพยากรณ์รายสัปดาห์และรายเดือนจะทำการพยากรณ์ล่วงหน้า 1 ช่วงเวลา

ขั้นตอนและวิธีการศึกษา (ต่อ)

4. แบ่งกลุ่มข้อมูลสำหรับ Training และ Testing
5. Normalization Data สำหรับ Input Data และ Output Data เพื่อปรับค่าของข้อมูลที่แตกต่างกันให้อยู่ในช่วงที่กำหนด (0.05 – 0.95)
6. ทำการฝึกและทดสอบแบบจำลอง (โดยใช้โปรแกรม WinNN)
7. ตรวจสอบประสิทธิภาพของแบบจำลองทั้ง Training และ Testing Period กรณีรายวันเดือน รายสัปดาห์ และรายวัน
8. สรุปผลการคัดเลือกโครงสร้างที่ให้ผลการพยากรณ์ที่ดีที่สุดสำหรับการพยากรณ์น้ำล้นหน้าในแต่ละอ่างเก็บน้ำ

รูปแบบโครงสร้างของแบบจำลอง ANNs

ช่วงเวลา: รายวัน, รายสัปดาห์

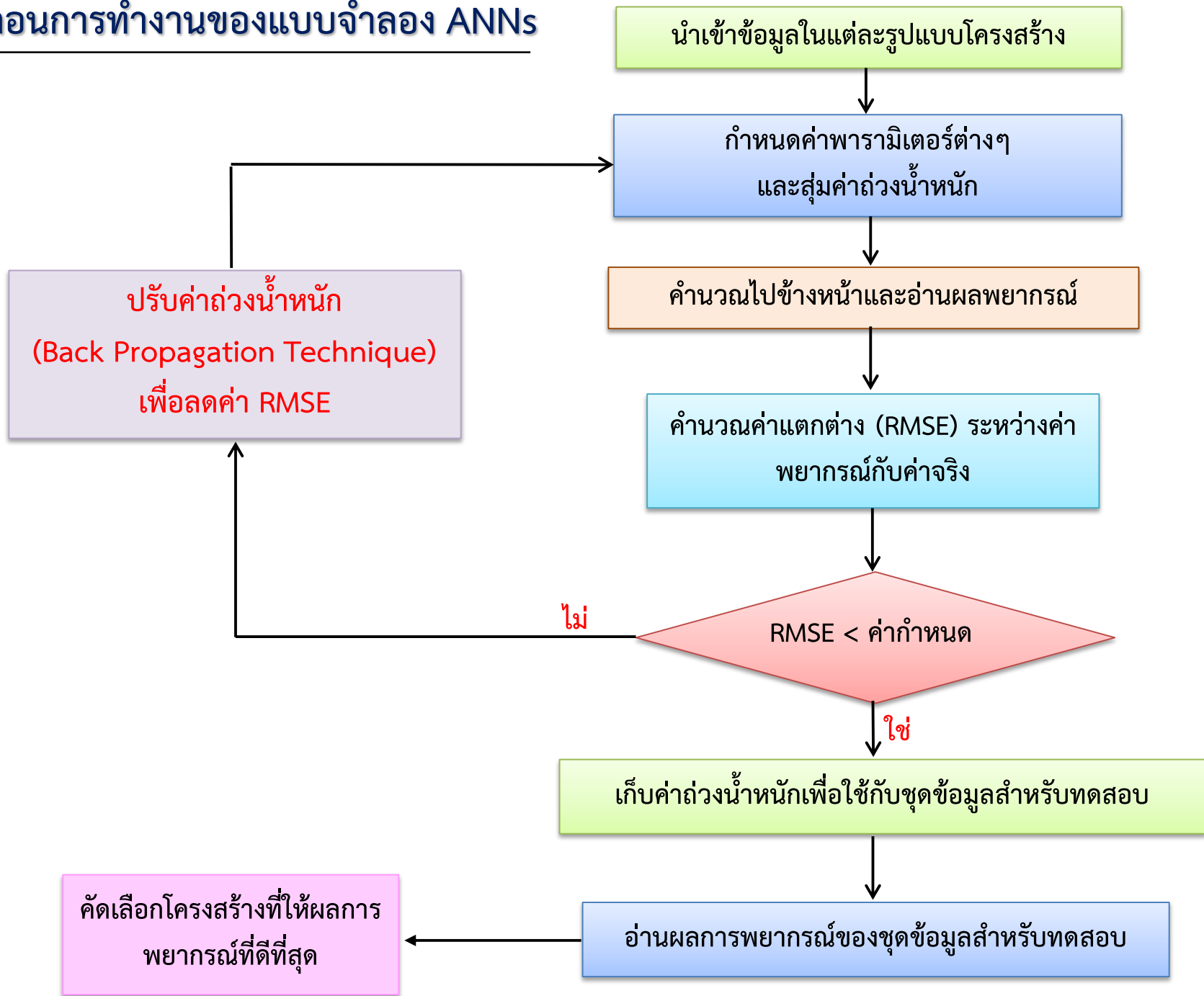
รูปแบบ ที่	รูปแบบ โครงสร้าง	ตัวแปรนำเข้า	จำนวนเซลล์ ในชั้นที่ซ่อน
1	6-X-1	$I_{(t)}, I_{(t-1)}, I_{(t-2)}, I_{(t-3)}, I_{(t-4)}, I_{(t-5)}$	2-10, 0.5n, n, 2n, 5n
2	7-X-1	$I_{(t)}, I_{(t-1)}, I_{(t-2)}, I_{(t-3)}, I_{(t-4)}, I_{(t-5)}, I_{(t-6)}$	2-10, 0.5n, n, 2n, 5n
3	8-X-1	$I_{(t)}, I_{(t-1)}, I_{(t-2)}, I_{(t-3)}, I_{(t-4)}, I_{(t-5)}, I_{(t-6)}, I_{(t-7)}$	2-10, 0.5n, n, 2n, 5n
4	X-X-1	$I_{(t)}, I_{(t-1)}, \dots, I_{(t \text{ ที่คัดเลือก})}, R_{(t)}$	จำนวนที่เลือก
5	X-X-1	$I_{(t)}, I_{(t-1)}, \dots, I_{(t \text{ ที่คัดเลือก})}, R_{(t)}, R_{(t+1)}$	จำนวนที่เลือก
6	X-X-1	$I_{(t)}, I_{(t-1)}, \dots, I_{(t \text{ ที่คัดเลือก})}, R_{(t)}, R_{(t+1)}, I_{(t-mva3)}$	จำนวนที่เลือก

รูปแบบโครงสร้างของแบบจำลอง ANNs

ช่วงเวลา: รายเดือน

รูปแบบ ที่	รูปแบบ โครงสร้าง	ตัวแปรนำเข้า	จำนวนเซลล์ ในชั้นที่ซ่อน
1	4-X-1	$I_{(t)}, I_{(t-1)}, I_{(t-2)}, I_{(t-3)}$	2-10, 0.5n, n, 2n, 5n
2	6-X-1	$I_{(t)}, I_{(t-1)}, I_{(t-2)}, I_{(t-3)}, I_{(t-11)}, I_{(t-12)}$	2-10, 0.5n, n, 2n, 5n
3	8-X-1	$I_{(t)}, I_{(t-1)}, I_{(t-2)}, I_{(t-3)}, I_{(t-11)}, I_{(t-12)}, R_{(t)}, R_{(t+1)}$	2-10, 0.5n, n, 2n, 5n
4	9-X-1	$I_{(t)}, I_{(t-1)}, I_{(t-2)}, I_{(t-3)}, I_{(t-11)}, I_{(t-12)}, R_{(t)}, R_{(t+1)}, E_{(t)}$	2-10, 0.5n, n, 2n, 5n

ขั้นตอนการทำงานของแบบจำลอง ANNs



การประเมินประสิทธิภาพของแบบจำลอง

ตัวแปรทางสถิติ	สมการ
สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation Coefficient, r)	$r = \frac{\sum_{i=1}^N (Q_{mi} - \bar{Q}_m) \times (Q_{ci} - \bar{Q}_c)}{\sqrt{\left[\sum_{i=1}^N (Q_{mi} - \bar{Q}_m)^2 \times \sum_{i=1}^N (Q_{ci} - \bar{Q}_c)^2 \right]}}$
Root Mean Square Error (RMSE)	$RMSE = \left(\frac{\sum_{i=1}^N (Q_{mi} - Q_{ci})^2}{N} \right)^{0.5}$
Efficiency Index (EI)	$EI = \frac{\sum_{i=1}^N (Q_{mi} - \bar{Q}_m)^2 - \sum_{i=1}^N (Q_{mi} - Q_{ci})^2}{\sum_{i=1}^N (Q_{mi} - \bar{Q}_m)^2} \times 100\%$

- เมื่อ
- Q_{mi} = อัตราการไหลที่ได้จากการตรวจวัดที่เวลา i
 - \bar{Q}_m = ค่าเฉลี่ยของอัตราการไหลที่ได้จากการตรวจวัด
 - Q_{ci} = อัตราการไหลที่ได้จากแบบจำลองที่เวลา i
 - \bar{Q}_c = ค่าเฉลี่ยของอัตราการไหลที่ได้จากแบบจำลอง
 - N = จำนวนของข้อมูล

- **สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation Coefficient, r)** โดยปกติแล้วค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) มีค่าอยู่ระหว่าง -1 ถึง 1 ถ้า r มีค่าเข้าใกล้ 1 แสดงว่าข้อมูลที่คำนวณได้และที่ตรวจวัดได้จากภาคสนามมีความสัมพันธ์แบบปฏิภาคโดยตรงที่ดี แต่เมื่อไรก็ตามที่ r มีค่าเข้าใกล้ 0 แสดงว่าข้อมูลทั้งสองมีความสัมพันธ์กันน้อยหรือแทบไม่มีเลย โดยทั่วไปแล้วในการศึกษาด้านอุทกวิทยา ค่า r ควรจะมีค่ามากกว่า 0.7 จึงจะถือว่าข้อมูลทั้งสองมีความสัมพันธ์กันอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้
- **Efficiency Index (EI)** เป็นตัวแปรทางสถิติที่แสดงระดับความสัมพันธ์ (degree of association) ระหว่างข้อมูลที่ได้จากการคำนวณด้วยแบบจำลองและข้อมูลที่ได้จากการตรวจวัด ถ้ามีค่าเท่ากับ 100% แสดงว่าผลการวิเคราะห์ที่ได้จากแบบจำลองมีค่าเท่ากับปริมาณน้ำท่าที่ได้จากการตรวจวัดทุกข้อมูล โดยทั่วไปแล้วในการศึกษาด้านอุทกวิทยา ค่า EI ควรจะมีค่ามากกว่า 70% จึงจะถือว่าข้อมูลทั้งสองมีความสัมพันธ์กันอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้
- **Root Mean Square Error (RMSE)** เป็นตัวแปรทางสถิติที่แสดงความคลาดเคลื่อนสมบูรณ์ (absolute error) ระหว่างข้อมูลที่ได้จากการคำนวณด้วยแบบจำลองและข้อมูลที่ได้จากการตรวจวัด ในกรณีที่มีค่าเข้าใกล้ศูนย์แสดงว่ามีความสัมพันธ์ที่ดีมาก

ผลการศึกษาวิจัย



ผลการแบ่งกลุ่มข้อมูล

แบบจำลองในลักษณะของ Learning-based จะต้องมีฐานข้อมูลที่ค่อนข้างมากพอสมควร ดังนั้น จะใช้ข้อมูล 2 ใน 3 สำหรับการฝึกแบบจำลอง และใช้ข้อมูล 1 ใน 3 ในการทดสอบพารามิเตอร์

อ่างเก็บน้ำ	จำนวนข้อมูล	ช่วงเวลาดำเนินงาน (พ.ศ.)	
		ฝึกแบบจำลอง	ทดสอบแบบจำลอง
ดอกกราย	16 ปี	2545 - 2555	2556 - 2560
หนองปลาไหล	16 ปี	2545 - 2555	2556 - 2560
คลองใหญ่	12 ปี	2549 - 2555	2556 - 2560
ประแสร์	12 ปี	2549 - 2555	2556 - 2560

หน้าต่างการคำนวณและรูปแบบโครงสร้างจากโปรแกรม WinNN

The screenshot displays the WinNN software interface, divided into two main panels: the Neural Control Panel on the left and the Net Layout on the right.

Neural Control Panel:

- Training Results:** RMS Error: .031175540, Change: -.000282701, Iterations: 3260, Good Pats.: 92, Target Err: 0.05.
- Learning Parameters:** Eta: 0.0188, Alpha: 0.5, Input Noise: 0, Weight Noise: 0, Temp: 1, Iter./calc.: 5, Clip Patterns: 0.
- Weights:** Min: -.3, Max: 3, Total Number: 261. Includes a "Randomize" button.
- Epoc Parameters:** Epoch length: 2557, Random Sampling: .
- Net Size:** Layers: 3, Layer Size: 11, Neuron func: Sigmoid, layer: 1.
- Files:** Patterns: d:\0\test-dk_1day.pat (2557), Weight: Click here to Open File, Test File: d:\0\test-dk_1day.tst (1826).

Net Layout:

- Shows a fully connected neural network with 11 input nodes, 11 hidden nodes, and 1 output node.
- Weights are color-coded according to a scale on the left, ranging from -3.991 (dark blue) to +3.623 (dark red).
- Labels: "Input", "Hidden", "Output".
- Zoom: | |

Network Init Completed...

โครงสร้างและตัวแปรนำเข้าที่เหมาะสมในแต่ละช่วงเวลาพยากรณ์

พยากรณ์	รูปแบบ	ตัวแปร	LR	MR
ล่วงหน้า	โครงสร้าง	นำเข้า		

อ่างเก็บน้ำดอกกราย

1 วัน	11-20-1	$I_{(t)}, I_{(t-1)}, \dots, I_{(t-7)}, I_{(t-mva3)}, R_{(t)}, R_{(t+1)}$	0.015	0.5
2 วัน	11-20-1	$I_{(t)}, I_{(t-1)}, \dots, I_{(t-7)}, I_{(t-mva3)}, R_{(t)}, R_{(t+2)}$	0.014	0.5
3 วัน	11-20-1	$I_{(t)}, I_{(t-1)}, \dots, I_{(t-7)}, I_{(t-mva3)}, R_{(t)}, R_{(t+3)}$	0.013	0.5
1 สัปดาห์	11-40-1	$I_{(t)}, I_{(t-1)}, \dots, I_{(t-7)}, I_{(t-mva3)}, R_{(t)}, R_{(t+1)}$	0.033	0.5
1 เดือน	9-40-20-1	$I_{(t)}, I_{(t-1)}, I_{(t-2)}, I_{(t-3)}, I_{(t-11)}, I_{(t-12)}, R_{(t)}, R_{(t+1)}, E_{(t)}$	0.063	0.5

อ่างเก็บน้ำหนองปลาไหล

1 วัน	11-15-1	$I_{(t)}, I_{(t-1)}, \dots, I_{(t-7)}, I_{(t-mva3)}, R_{(t)}, R_{(t+1)}$	0.017	0.5
2 วัน	11-15-1	$I_{(t)}, I_{(t-1)}, \dots, I_{(t-7)}, I_{(t-mva3)}, R_{(t)}, R_{(t+2)}$	0.015	0.5
3 วัน	11-15-1	$I_{(t)}, I_{(t-1)}, \dots, I_{(t-7)}, I_{(t-mva3)}, R_{(t)}, R_{(t+3)}$	0.014	0.5
1 สัปดาห์	11-30-1	$I_{(t)}, I_{(t-1)}, \dots, I_{(t-7)}, I_{(t-mva3)}, R_{(t)}, R_{(t+1)}$	0.018	0.5
1 เดือน	9-40-20-1	$I_{(t)}, I_{(t-1)}, I_{(t-2)}, I_{(t-3)}, I_{(t-11)}, I_{(t-12)}, R_{(t)}, R_{(t+1)}, E_{(t)}$	0.086	0.5

โครงสร้างและตัวแปรนำเข้าที่เหมาะสมในแต่ละช่วงเวลาพยากรณ์ (ต่อ)

พยากรณ์	รูปแบบ	ตัวแปร	LR	MR
ล่วงหน้า	โครงสร้าง	นำเข้า		

อ่างเก็บน้ำคลองใหญ่

1 วัน	9-6-1	$I_{(t)}, I_{(t-1)}, \dots, I_{(t-7)}, I_{(t-mva3)}$	0.042	0.5
2 วัน	9-6-1	$I_{(t)}, I_{(t-1)}, \dots, I_{(t-7)}, I_{(t-mva3)}$	0.055	0.5
3 วัน	9-6-1	$I_{(t)}, I_{(t-1)}, \dots, I_{(t-7)}, I_{(t-mva3)}$	0.020	0.5
1 สัปดาห์	9-8-1	$I_{(t)}, I_{(t-1)}, \dots, I_{(t-7)}, I_{(t-mva3)}$	0.089	0.5
1 เดือน	7-10-6-1	$I_{(t)}, I_{(t-1)}, I_{(t-2)}, I_{(t-3)}, I_{(t-11)}, I_{(t-12)}, E_{(t)}$	0.088	0.5

อ่างเก็บน้ำประแสร์

1 วัน	11-20-1	$I_{(t)}, I_{(t-1)}, \dots, I_{(t-7)}, I_{(t-mva3)}, R_{(t)}, R_{(t+1)}$	0.019	0.5
2 วัน	11-20-1	$I_{(t)}, I_{(t-1)}, \dots, I_{(t-7)}, I_{(t-mva3)}, R_{(t)}, R_{(t+2)}$	0.020	0.5
3 วัน	11-20-1	$I_{(t)}, I_{(t-1)}, \dots, I_{(t-7)}, I_{(t-mva3)}, R_{(t)}, R_{(t+3)}$	0.015	0.5
1 สัปดาห์	11-40-1	$I_{(t)}, I_{(t-1)}, \dots, I_{(t-7)}, I_{(t-mva3)}, R_{(t)}, R_{(t+1)}$	0.039	0.5
1 เดือน	9-20-10-1	$I_{(t)}, I_{(t-1)}, I_{(t-2)}, I_{(t-3)}, I_{(t-11)}, I_{(t-12)}, R_{(t)}, R_{(t+1)}, E_{(t)}$	0.088	0.5

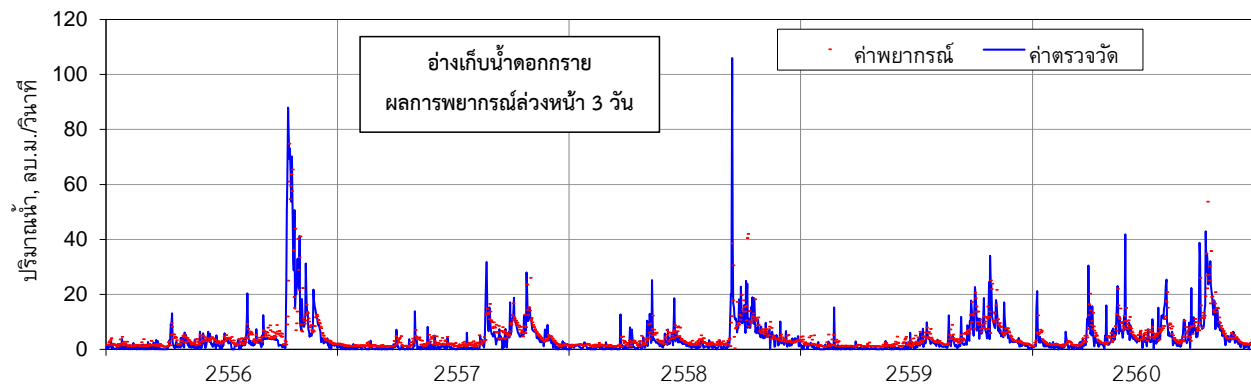
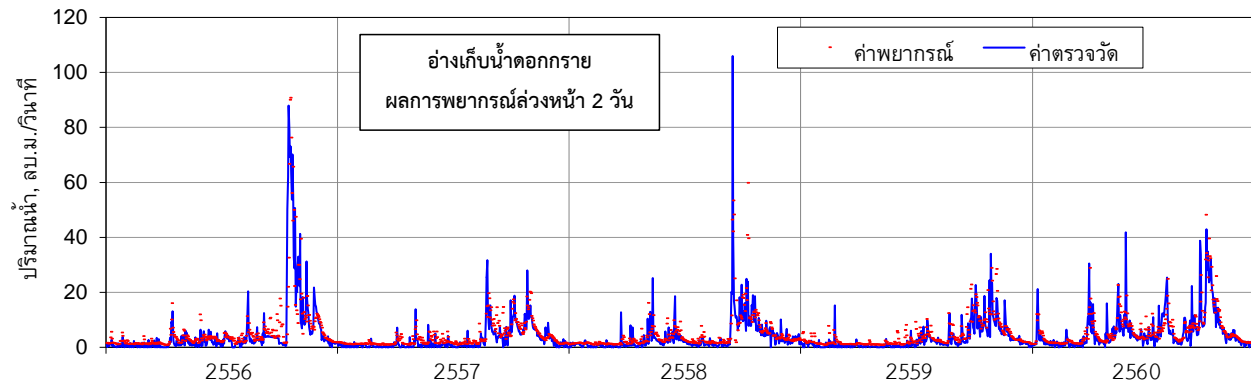
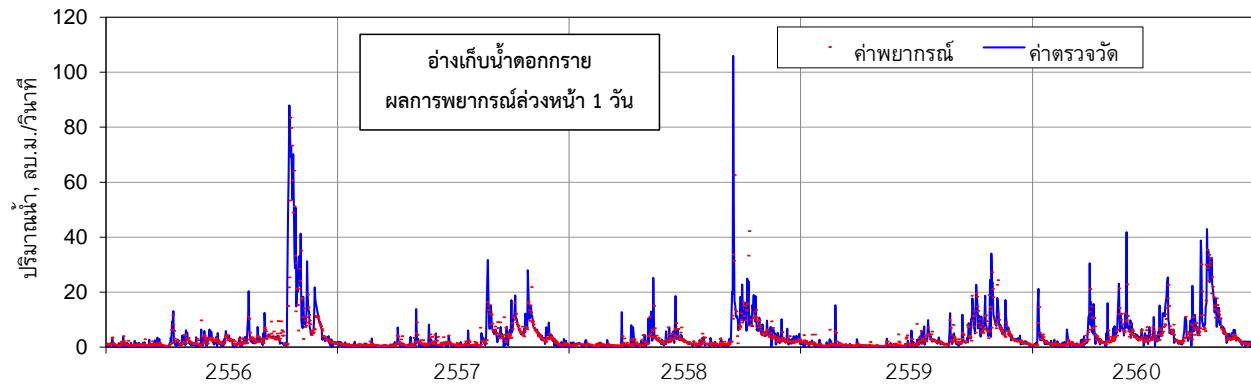
ประสิทธิภาพการพยากรณ์ในแต่ละช่วงเวลา

พยากรณ์ ล่วงหน้า	ช่วงการฝึกแบบจำลอง			ช่วงการทดสอบแบบจำลอง		
	r	EI	RMSE (cms.)	r	EI	RMSE (cms.)
อ่างเก็บน้ำดอกกราย						
1 วัน	0.94	0.88	2.96	0.89	0.79	3.46
2 วัน	0.92	0.84	4.31	0.86	0.76	4.01
3 วัน	0.87	0.75	5.36	0.86	0.74	3.91
1 สัปดาห์	0.97	0.93	15.88	0.87	0.71	24.54
1 เดือน	0.99	0.98	28.61	0.90	0.76	73.21
อ่างเก็บน้ำหนองปลาไหล						
1 วัน	0.91	0.81	4.18	0.91	0.80	4.76
2 วัน	0.84	0.71	5.17	0.84	0.68	5.95
3 วัน	0.85	0.69	5.32	0.85	0.65	6.25
1 สัปดาห์	0.93	0.86	23.02	0.87	0.75	30.2
1 เดือน	1.00	0.99	21.06	0.86	0.73	116.36

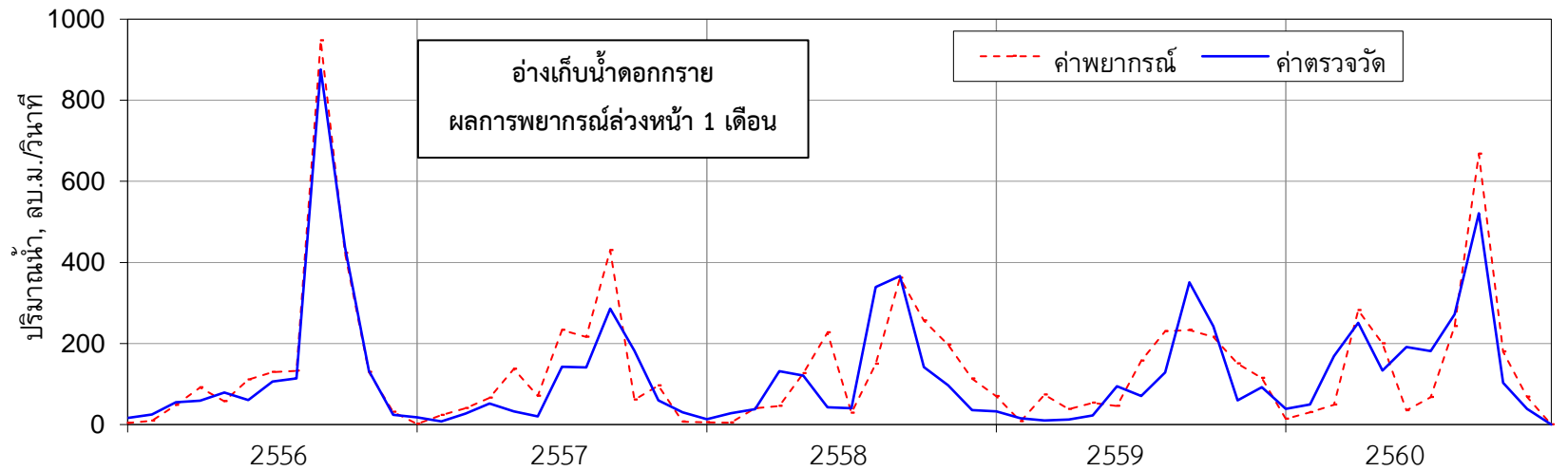
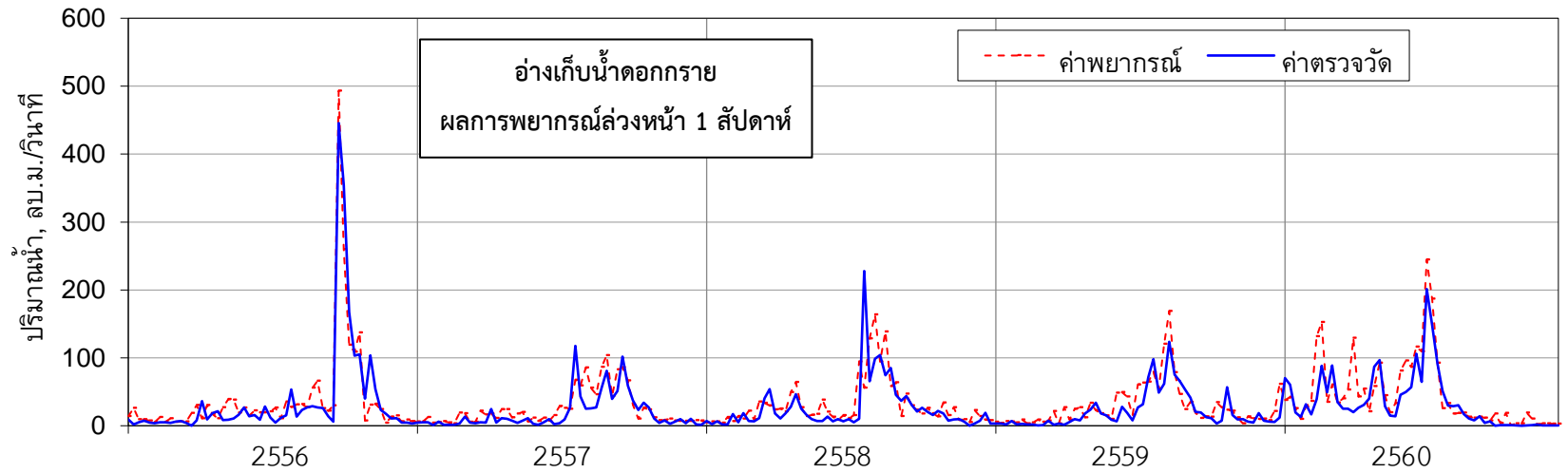
ประสิทธิภาพการพยากรณ์ในแต่ละช่วงเวลา (ต่อ)

พยากรณ์ ล่วงหน้า	ช่วงการฝึกแบบจำลอง			ช่วงการทดสอบแบบจำลอง		
	r	EI	RMSE (cms.)	r	EI	RMSE (cms.)
อ่างเก็บน้ำคลองใหญ่						
1 วัน	0.96	0.89	2.34	0.97	0.90	1.92
2 วัน	0.93	0.77	3.44	0.96	0.82	2.62
3 วัน	0.84	0.64	4.25	0.87	0.67	3.59
1 สัปดาห์	0.91	0.82	17.1	0.91	0.81	13.7
1 เดือน	1.00	0.99	12.92	0.90	0.79	50.24
อ่างเก็บน้ำประแสร์						
1 วัน	0.94	0.88	6.89	0.91	0.81	9.64
2 วัน	0.86	0.7	10.96	0.82	0.64	13.21
3 วัน	0.79	0.6	12.53	0.73	0.52	15.13
1 สัปดาห์	0.98	0.95	25.57	0.89	0.78	50.34
1 เดือน	1.00	0.99	35.96	0.83	0.68	213.65

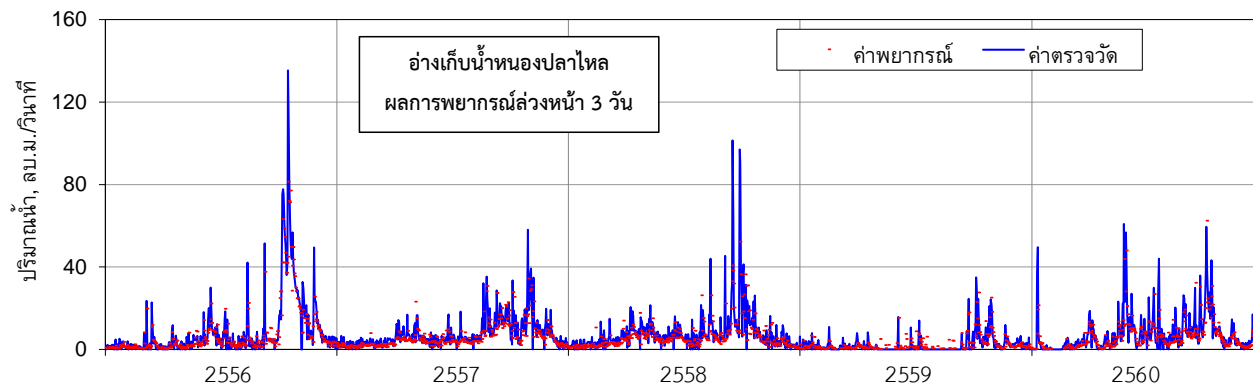
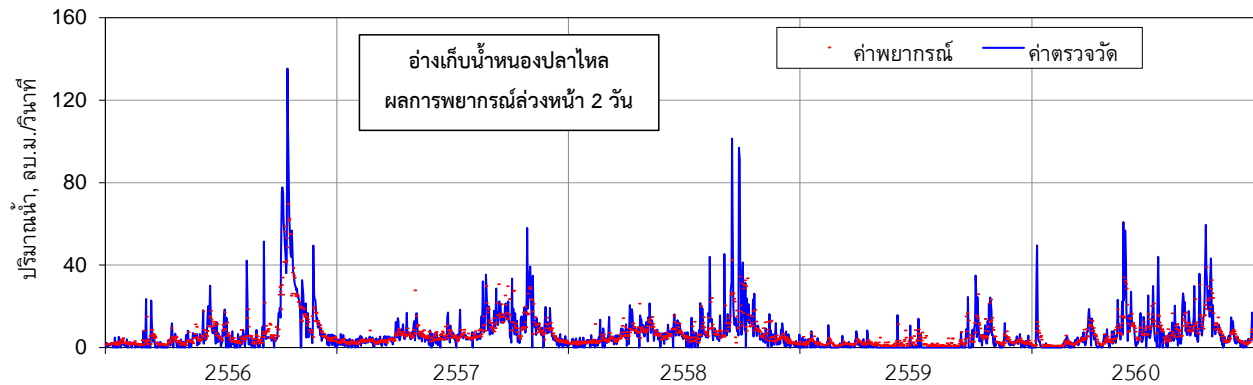
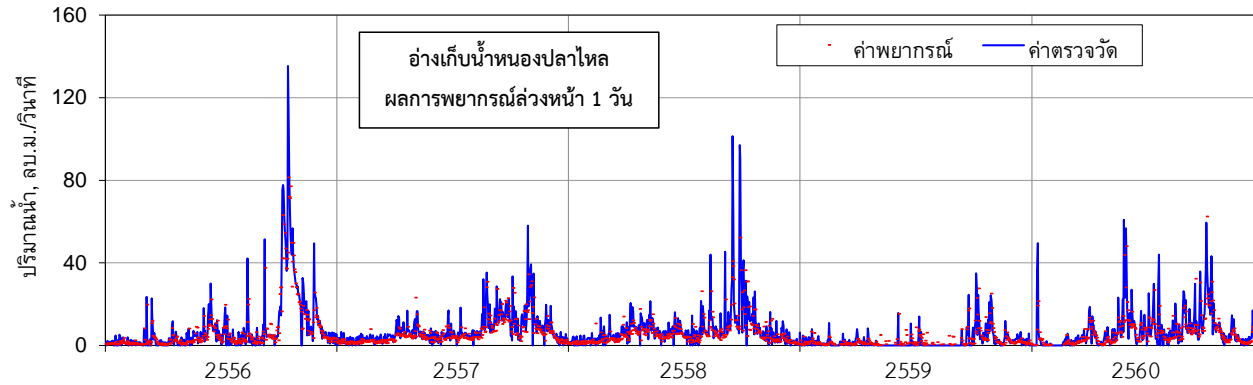
อ่างเก็บน้ำดอกกราย ผลการพยากรณ์ล่วงหน้า 1 - 3 วัน



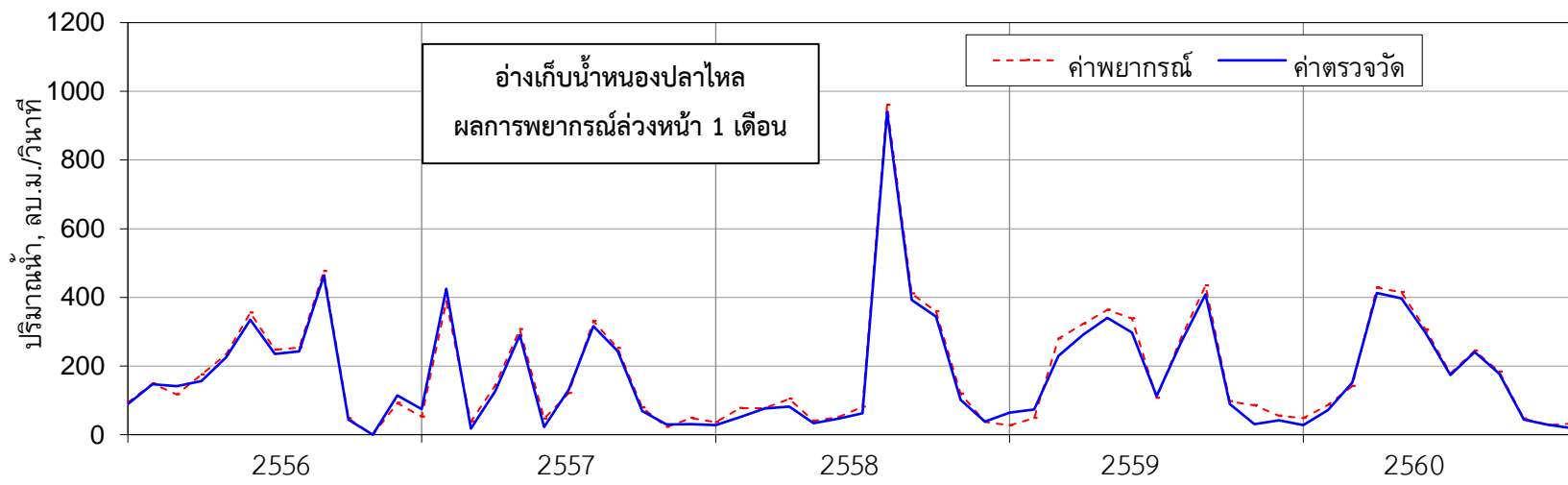
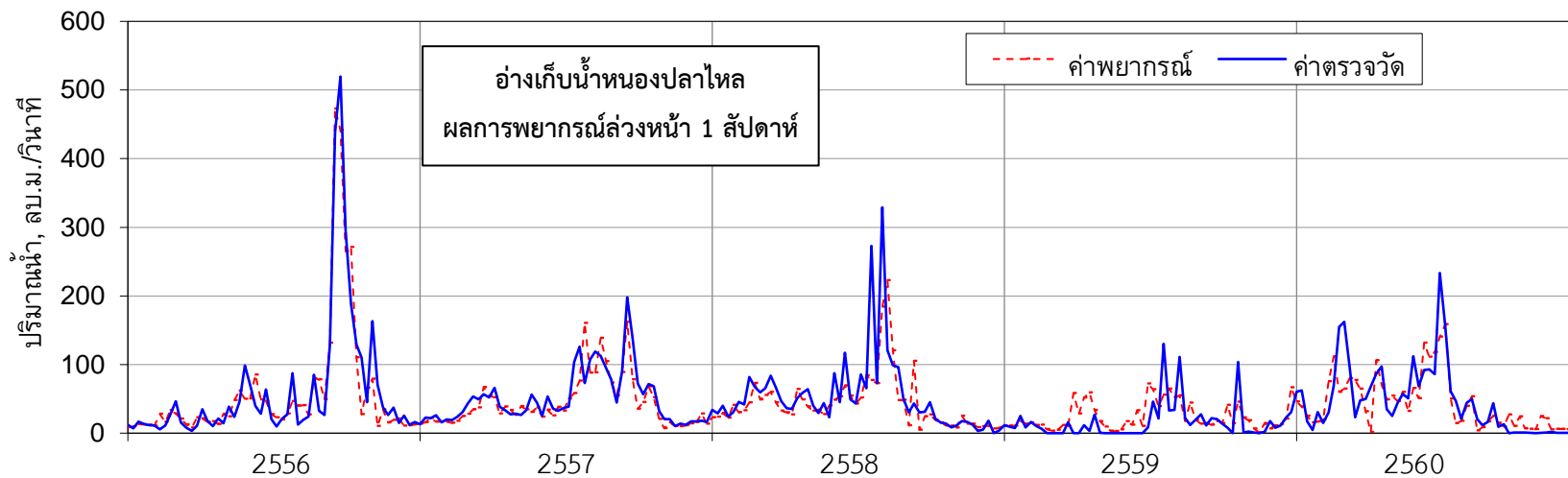
อ่างเก็บน้ำดอกกราย ผลการพยากรณ์ล่วงหน้า 1 สัปดาห์ และ 1 เดือน



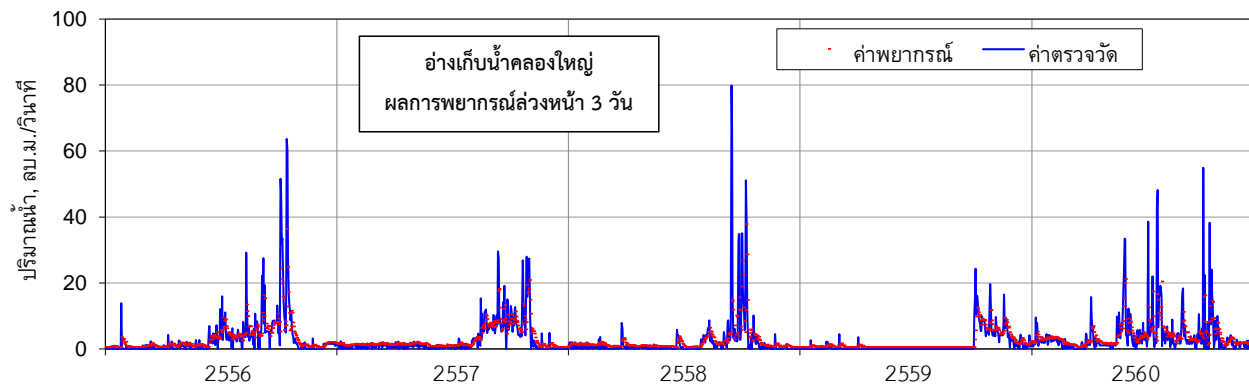
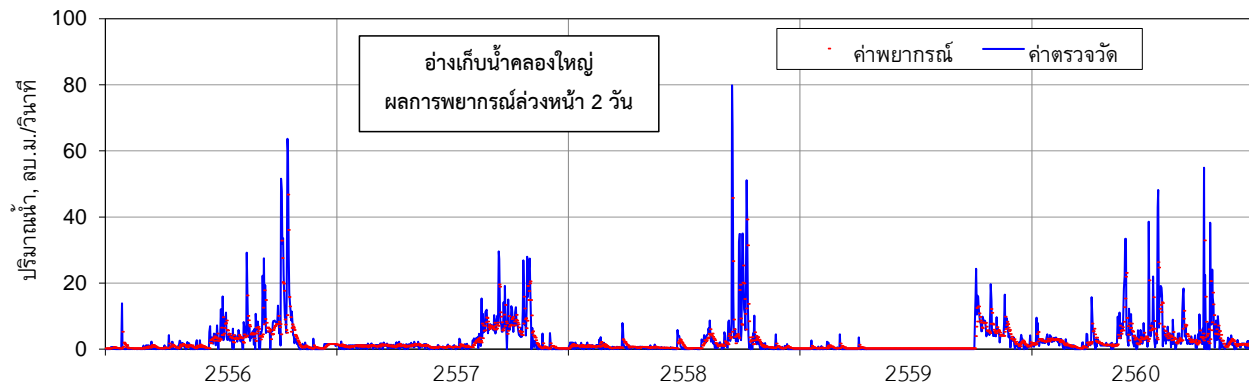
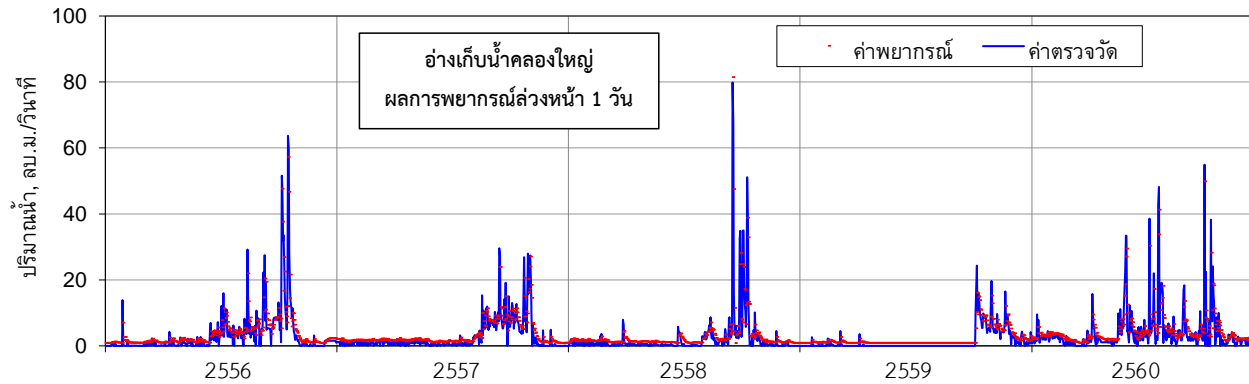
อ่างเก็บน้ำหนองปลาไหล ผลการพยากรณ์ล่วงหน้า 1 - 3 วัน



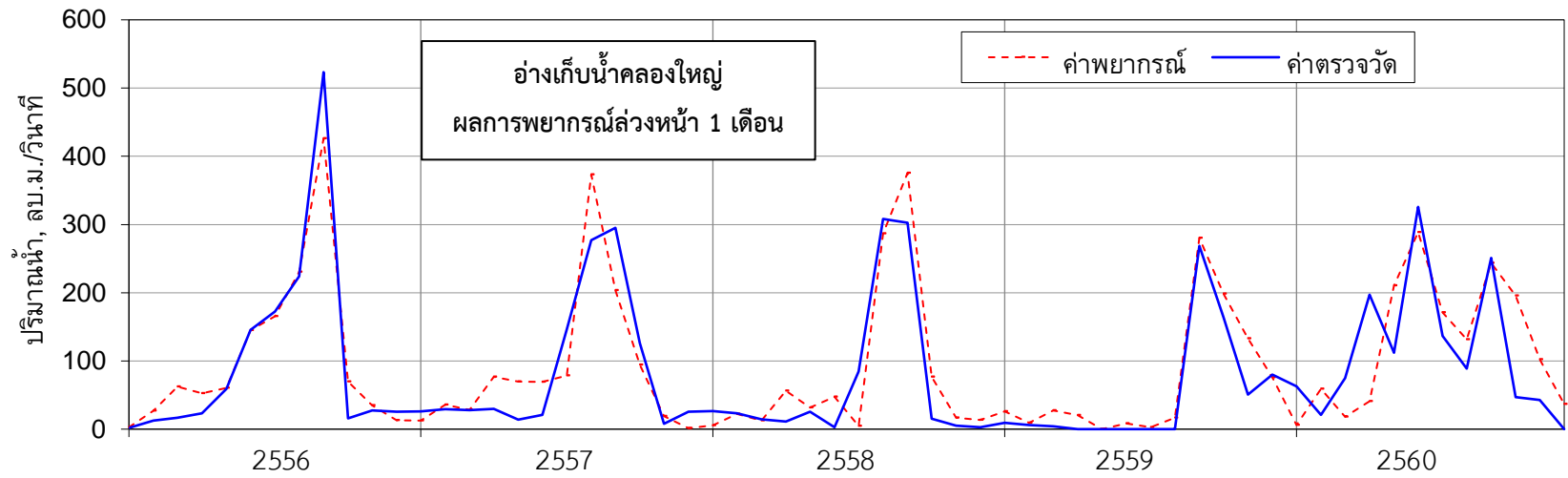
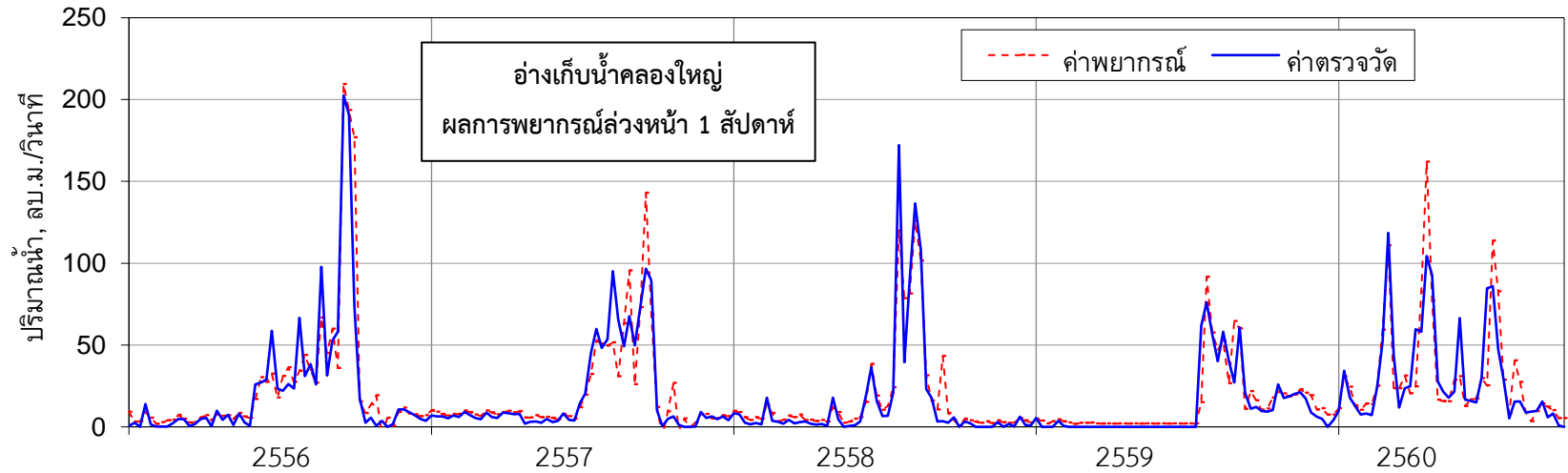
อ่างเก็บน้ำหนองปลาไหล ผลการพยากรณ์ล่วงหน้า 1 สัปดาห์ และ 1 เดือน



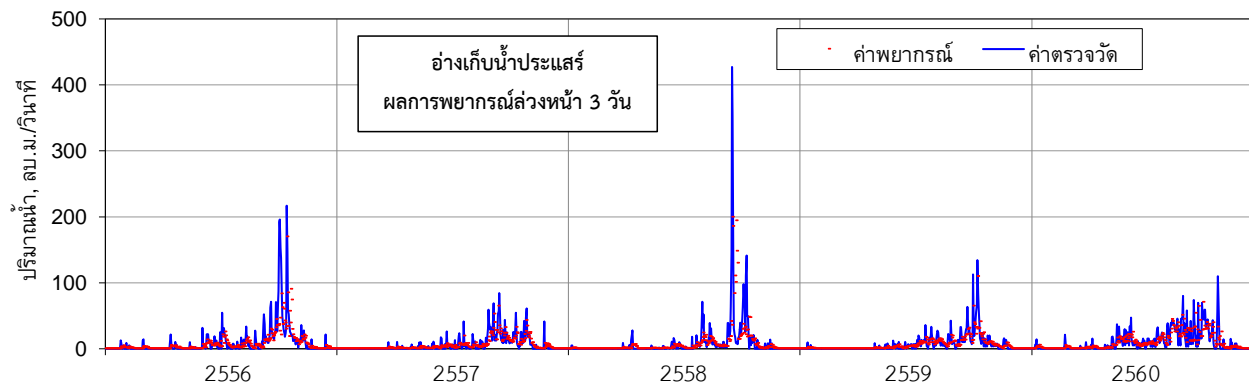
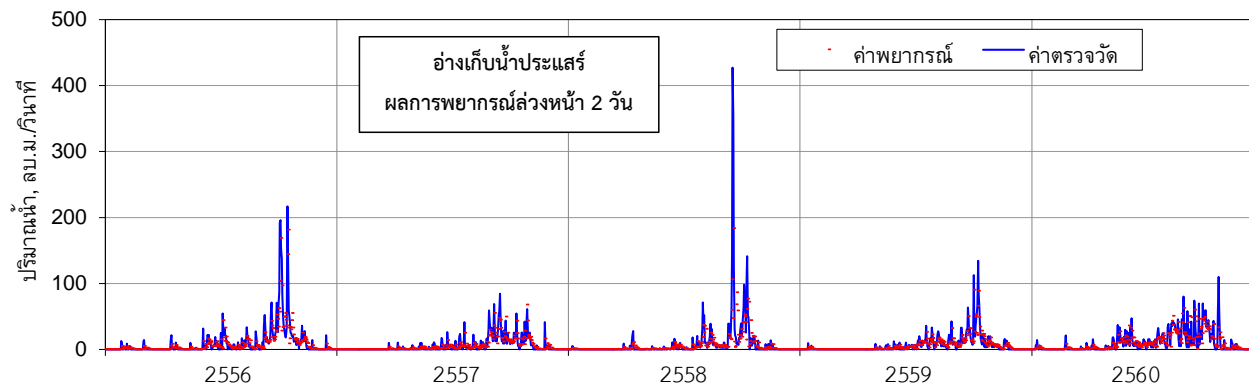
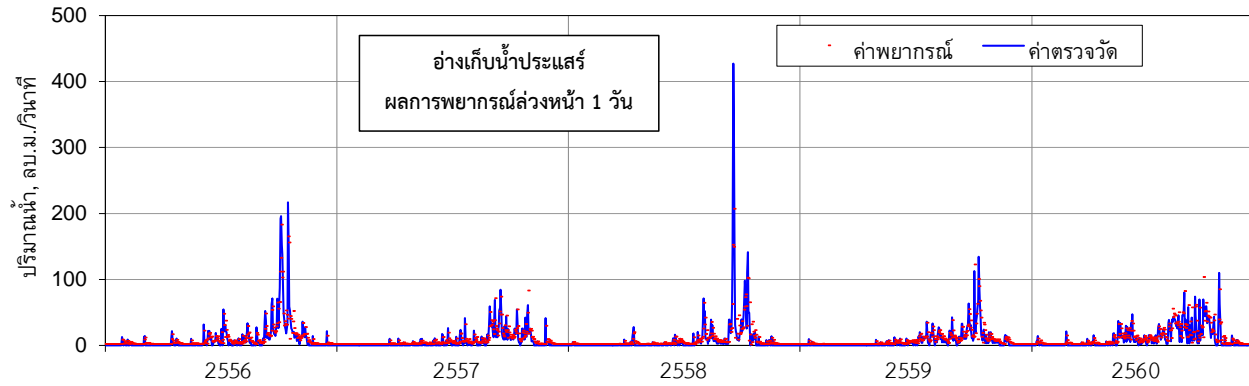
อ่างเก็บน้ำคลองใหญ่ ผลการพยากรณ์ล่วงหน้า 1 - 3 วัน



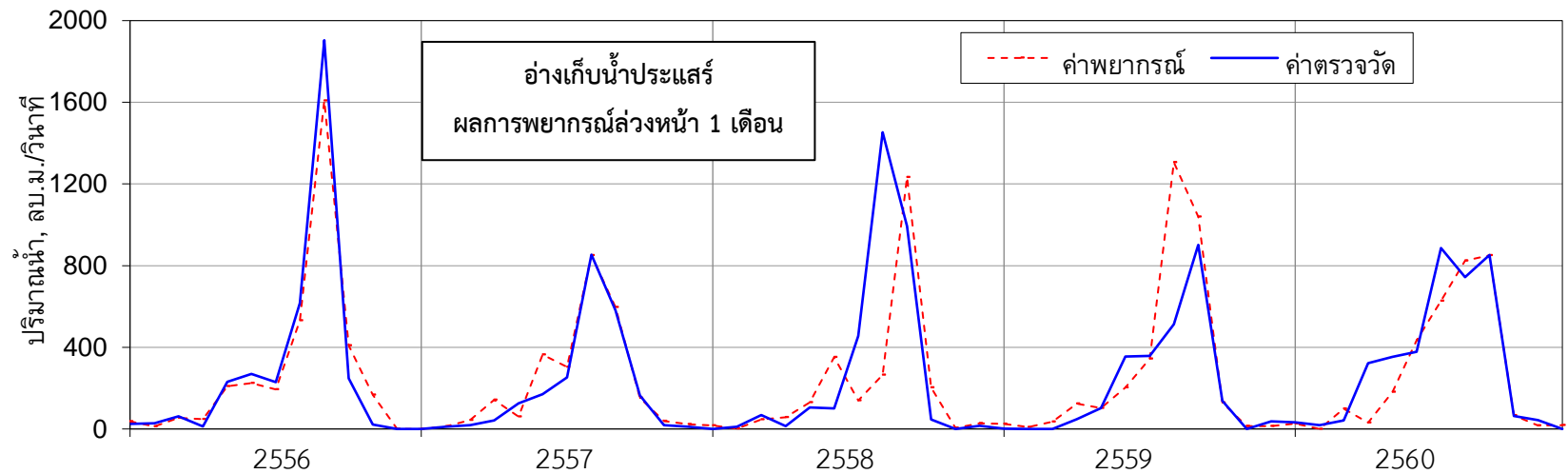
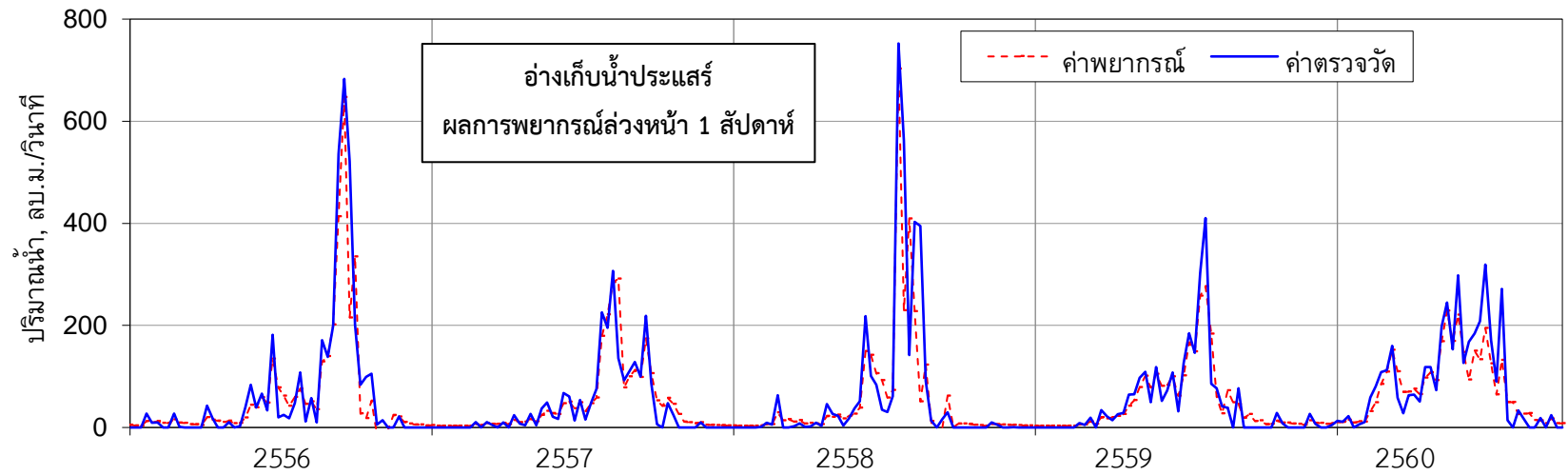
อ่างเก็บน้ำคลองใหญ่ ผลการพยากรณ์ล่วงหน้า 1 สัปดาห์ และ 1 เดือน



อ่างเก็บน้ำประแสร์ ผลการพยากรณ์ล่วงหน้า 1 - 3 วัน



อ่างเก็บน้ำประแสร์ ผลการพยากรณ์ล่วงหน้า 1 สัปดาห์ และ 1 เดือน



สรุปผลและข้อเสนอแนะ



สรุปผลการวิจัย

- การพยากรณ์รายวันและรายสัปดาห์ จะใช้จำนวนชั้นของโครงสร้าง (Net Size) 3 ชั้น และสำหรับการพยากรณ์รายเดือนซึ่งมีจำนวนข้อมูล (เดือน) ในการฝึกแบบจำลองน้อย จะใช้จำนวนชั้นของโครงสร้าง 4 ชั้น (Hidden 2 Layer)
- จำนวน Node ใน Hidden Layer มีจำนวนตั้งแต่ 6-40 Node
- เพื่อลดการแกว่งของผลการพยากรณ์รายวัน ได้อาศัยค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ 3 วันของปริมาณน้ำไหลลงอ่างเก็บน้ำร่วมเป็นข้อมูลนำเข้า
- อ่างเก็บน้ำคลองใหญ่ ได้ใช้เฉพาะข้อมูลปริมาณน้ำไหลลงอ่างแต่เพียงอย่างเดียว เนื่องจากปริมาณฝนที่ตรวจวัดได้ ไม่มีความสัมพันธ์กับข้อมูลปริมาณน้ำที่ไหลลงอ่างเก็บน้ำ
- จำนวนเซลล์ใน Hidden Layer ไม่จำเป็นจะต้องใช้ค่าเดียวกันทุกค่าสำหรับในแต่ละช่วงเวลาการพยากรณ์

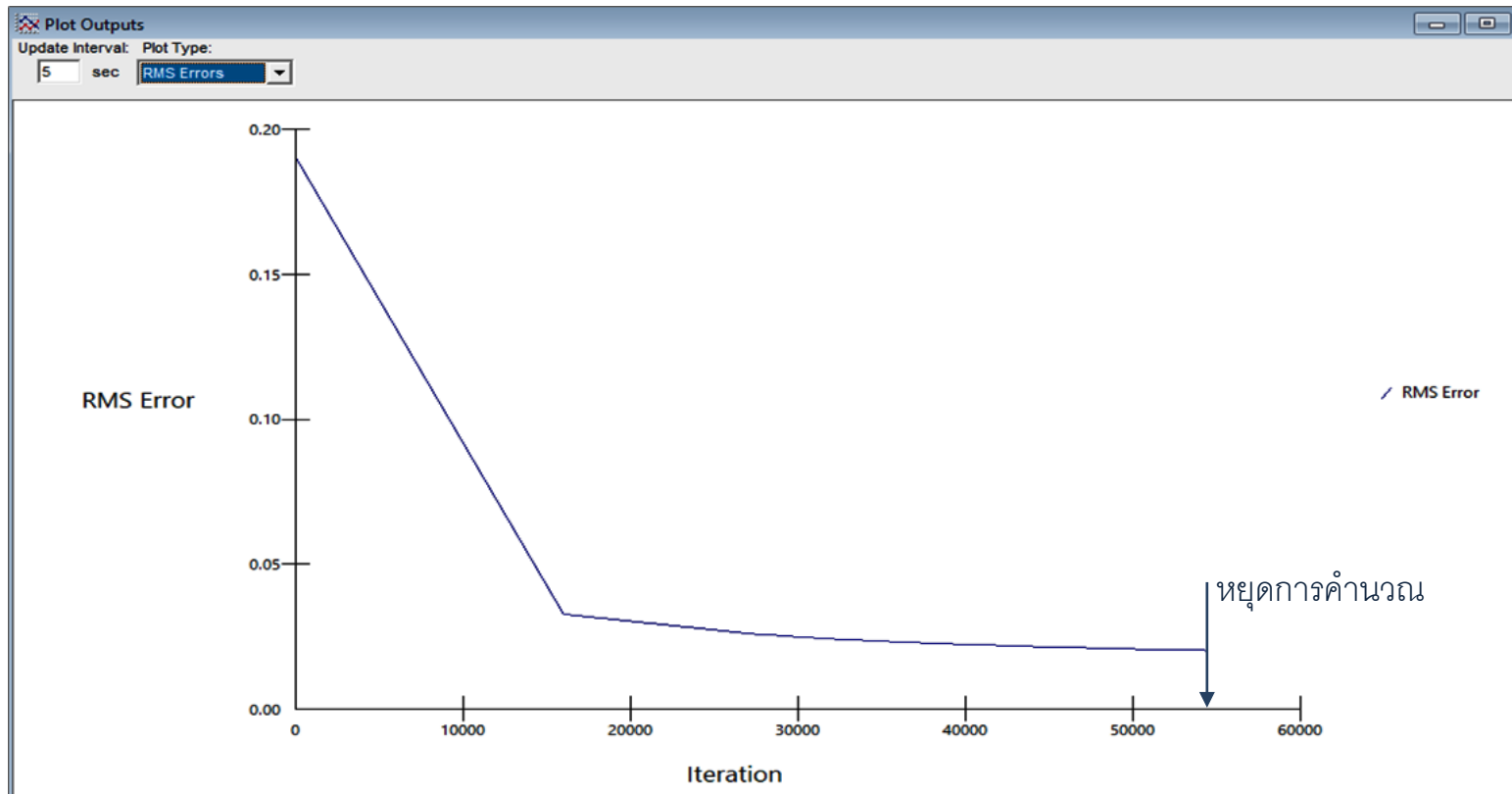
สรุปผลการวิจัย (ต่อ)

- ผลการพยากรณ์ปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำทั้ง 4 อ่างฯ ให้ผลเป็นที่ยอมรับได้ โดยพิจารณา ร่วมกันจากค่า r , EI และ RMSE โดยพิจารณาในช่วงทดสอบแบบจำลองเป็นหลัก
- การพยากรณ์ปริมาณน้ำไหลลงอ่างเก็บน้ำล่วงหน้า 1 วัน จะให้ผลการพยากรณ์ที่แม่นยำที่สุด และการพยากรณ์ล่วงหน้า 2 และ 3 วัน จะให้ผลการพยากรณ์ที่มีความแม่นยำน้อยลงไปตาม ระยะเวลาการพยากรณ์ที่ยาวนานขึ้น

พยากรณ์ ล่วงหน้า	ช่วงการฝึกแบบจำลอง			ช่วงการทดสอบแบบจำลอง		
	r	EI	RMSE (cms.)	r	EI	RMSE (cms.)
1 วัน	0.91 - 0.96	0.81 - 0.89	2.37 - 6.89	0.89 - 0.90	0.79 - 0.90	1.92 - 9.64
2 วัน	0.84 - 0.93	0.70 - 0.84	3.44 - 10.96	0.82 - 0.96	0.64 - 0.82	2.62 - 13.21
3 วัน	0.79 - 0.87	0.60 - 0.75	4.25 - 12.53	0.73 - 0.87	0.52 - 0.74	3.59 - 15.13
1 สัปดาห์	0.91 - 0.98	0.82 - 0.95	15.88 - 25.57	0.87 - 0.91	0.71 - 0.81	13.70 - 50.34
1 เดือน	0.99 - 1.00	0.98 - 0.99	12.92 - 35.96	0.83 - 0.90	0.68 - 0.79	50.24 - 213.65

สรุปผลการวิจัย (ต่อ)

- จำนวนรอบ (Iterations) ในการคำนวณ ในกรณีที่ค่า Good Patterns ไม่ถึง 100 (*Good Pats. = 100* แบบจำลองจะสิ้นสุดการคำนวณเอง ตาม *Target Error* ที่กำหนดไว้) จะพิจารณาสิ้นสุดการคำนวณจากแนวโน้มการลดลงของ Root Mean Square Error (RMSE) ที่มีค่าคงที่แล้ว แม้ว่ารอบการคำนวณจะเพิ่มขึ้น



สรุปผลการวิจัย (ต่อ)

- จากผลการศึกษาดังกล่าว แสดงให้เห็นว่าแบบจำลอง ANNs ซึ่งเป็นแบบจำลองที่อาศัยความสัมพันธ์ของสถิติข้อมูลในอดีต สามารถให้ผลการพยากรณ์ที่มีความน่าเชื่อถือและนำไปใช้ในการพยากรณ์ปริมาณน้ำไหลลงอ่างเก็บน้ำล่งหน้าเพื่อช่วยในการวางแผนจัดการน้ำของอ่างเก็บน้ำในจังหวัดระยองได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ข้อเสนอแนะ

- เนื่องจากอ่างเก็บน้ำคลองใหญ่และอ่างเก็บน้ำประแสร์ มีข้อมูลรายเดือนสำหรับการฝึกและทดสอบแบบจำลองไม่มากนัก กล่าวคือ มีช่วงเวลาฝึกแบบจำลอง 84 เดือน และช่วงเวลาทดสอบแบบจำลอง 60 เดือน เห็นควรให้ดำเนินการจัดทำแบบจำลอง ANNs เมื่อมีการเก็บข้อมูลมากเพียงพอ หรืออย่างน้อย 130 ชุดข้อมูลในช่วงของการฝึกแบบจำลองตามข้อเสนอแนะของแบบจำลอง WinNN
- เพื่อการพยากรณ์ปริมาณน้ำไหลลงอ่างเก็บน้ำล่องหน้าที่มีประสิทธิภาพ เสนอแนะให้พิจารณาติดตั้งสถานีวัดน้ำฝนและสถานีวัดน้ำท่าไว้ในบริเวณพื้นที่รับน้ำเหนืออ่างเก็บน้ำ และใช้เป็นข้อมูลร่วมในการนำเข้าแบบจำลองเมื่อมีการเก็บข้อมูลที่มากพอ
- ในช่วงฤดูฝนที่มีปริมาณน้ำหลากไหลลงสู่อ่างเก็บน้ำจำนวนมากและมีระดับน้ำอยู่ในเกณฑ์สูง สมควรทำการพยากรณ์ปริมาณน้ำไหลลงอ่างเก็บน้ำ **ทุกๆ 1 วัน** โดยมีระยะเวลาในการพยากรณ์ 3 วันล่วงหน้า เพื่อให้เห็นแนวโน้มของปริมาณน้ำที่จะไหลเข้าอ่างเก็บน้ำและวางแผนการบริหารจัดการน้ำได้ทันต่อสถานการณ์ที่จะเกิดขึ้น

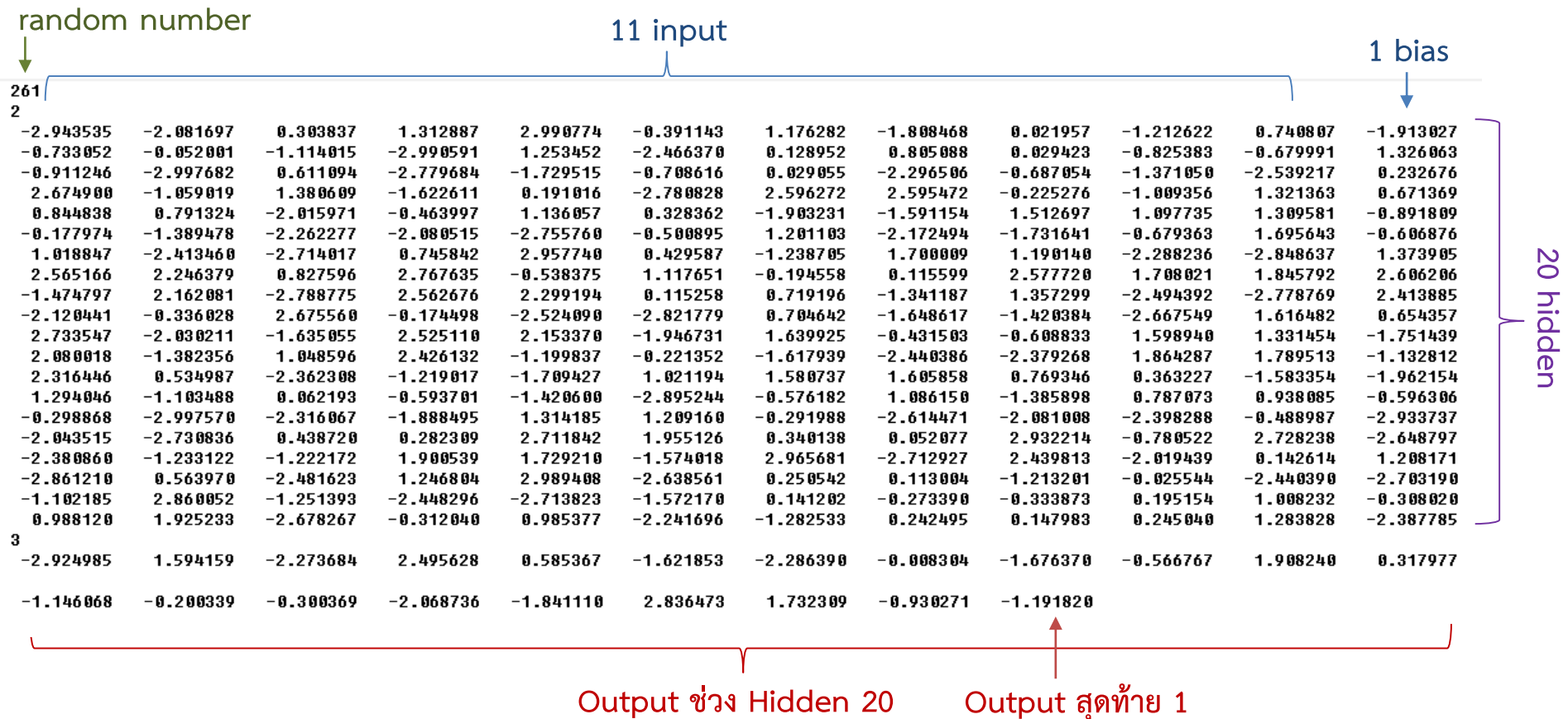
ขอขอบคุณค่ะ



ตัวอย่างผลการปรับ Weighted

อ่างเก็บน้ำดอกกราย พยากรณ์ 1 วัน

โครงสร้าง 11-20-1



ตำแหน่งสถานีวัดน้ำฝนที่อยู่โดยรอบอ่างเก็บน้ำในพื้นที่ศึกษา



ผลการทำ Normalization Data

ก่อน

Normalize Data

LOADED PAT. DATA

	INs	OUTs
Min:	-2.7	-2.7
Max:	305.1	206.94

NORMALIZE TO

New Min:	0.05	0.05
New Max:	0.95	0.95

Inputs

Normalize

Linear

Log

Outputs

Normalize

Linear

Log

Linear Normalization $Y=a*x+b$, Log Normalization $Y=a*\log(x)+b$

Method

Global

By Node

หลัง

Normalize Data

LOADED PAT. DATA

	INs	OUTs
Min:	0.05	0.05
Max:	0.95	0.95

NORMALIZE TO

New Min:	0.05	0.05
New Max:	0.95	0.95

Inputs

Normalize

Linear

Log

Outputs

Normalize

Linear

Log

Linear Normalization $Y=a*x+b$, Log Normalization $Y=a*\log(x)+b$

Method

Global

By Node

หน้าต่างโปรแกรม WinNN

คุณสมบัติเด่น

- ทำงานบนระบบปฏิบัติการ Windows 32 บิต
- ทำงานได้ตั้งแต่ Windows 7 เป็นต้นไป
- สนับสนุนการแลกเปลี่ยนข้อมูลกับ MS Excel
- สามารถพล็อตกราฟโครงสร้าง ANNs และผลลัพธ์ได้ในตัวโปรแกรม
- ทุกไฟล์เขียนด้วยภาษา ASCII อย่างง่าย สามารถนำไปใช้ได้กับทุกโปรแกรม
- Neural Network ที่ถูกฝึกแล้ว สามารถนำไปใช้ได้กับภาษาโปรแกรม ทุกๆ ภาษา
- WinNN ถูกใช้และพัฒนาอย่างต่อเนื่อง มาตั้งแต่ปี 1994

