

บทที่ 5

ผลการศึกษา

ในบทนี้จะกล่าวถึงผลการศึกษาให้ครอบคลุมประเด็นการพัฒนาแบบจำลองโครงข่ายใยประสาทเทียมเพื่อพยากรณ์ระดับน้ำในแม่น้ำเจ้าพระยาที่สถานีปากเกร็ด สถานีสามเสน สถานีป้อมพระจุล และระดับน้ำที่บริเวณปากแม่น้ำที่สถานีสันดอนกรุงเทพ โดยจะนำเสนอผลในแต่ละกรณีศึกษาได้แก่ หัวข้อที่ 5.1 การคัดเลือกโครงสร้างของแบบจำลอง ซึ่งประกอบด้วยการคัดเลือกตัวแปรเข้า ตัวแปรออกและจำนวนตัวแปรซ่อน หัวข้อที่ 5.2 การทดสอบค่าโมเมนต์ หัวข้อที่ 5.3 การทดสอบอัตราการเรียนรู้ หัวข้อที่ 5.4 ผลการพยากรณ์โดยแบบจำลองโครงข่ายใยประสาทเทียมในช่วงการทดสอบ หัวข้อที่ 5.5 ผลการพยากรณ์โดยแบบจำลองฮาร์โมนิก

5.1 กรณีคัดเลือกโครงสร้าง

สำหรับกรณีคัดเลือกโครงสร้าง จะประกอบด้วยการทดสอบหาโครงสร้างที่เหมาะสมสำหรับการพยากรณ์ค่าระดับน้ำรายชั่วโมงที่สถานีปากเกร็ด สถานีสามเสน สถานีป้อมพระจุล และสถานีสันดอนกรุงเทพ โดยใช้สัญลักษณ์ดังนี้

กรณีย่อยที่ 1	การคัดเลือกตัวแปรเข้า	ใช้สัญลักษณ์	C1
กรณีย่อยที่ 2	การคัดเลือกตัวแปรออก	ใช้สัญลักษณ์	C2
กรณีย่อยที่ 3	การคัดเลือกจำนวนตัวแปรซ่อน	ใช้สัญลักษณ์	C3
สถานีบางไทร		ใช้สัญลักษณ์	BS
สถานีปากเกร็ด		ใช้สัญลักษณ์	PK
สถานีสามเสน		ใช้สัญลักษณ์	SS
สถานีป้อมพระจุล		ใช้สัญลักษณ์	FC
สถานีสันดอนกรุงเทพ		ใช้สัญลักษณ์	BT

5.1.1 การคัดเลือกตัวแปรเข้า (C1)

สำหรับกรณีคัดเลือกตัวแปรเข้าในการพยากรณ์ค่าระดับน้ำรายชั่วโมง 1, 3, 6, 12, 24 ชม. และ 2, 3, 5, 7 วันล่วงหน้า รวม 9 ค่า โดยแบบจำลองโครงข่ายใยประสาทเทียม ณ. สถานีปากเกร็ด สถานีสามเสน สถานีป้อมพระจุล และสถานีสันดอนกรุงเทพ ชุดตัวแปรเข้าของแบบจำลองประกอบด้วย ค่าระดับน้ำสังเกตรายชั่วโมงที่สถานีบางไทรซึ่งเป็นตัวแทนของน้ำหลากจากทางด้าน

เหนือ ค่าระดับน้ำสังเกตรายชั่วโมงที่สถานีใกล้เคียงและความลึกฝนเป็นตัวแทนของฝนที่ตกในพื้นที่ และค่าระดับน้ำสังเกตรายชั่วโมงที่สถานีสันดอนกรุงเทพซึ่งเป็นตัวแทนของระดับน้ำทะเล

ส่วนสาเหตุที่สถานีปากเกร็ดมีจำนวนตัวแปรเข้ามากกว่าสถานีอื่นเพราะระยะทางระหว่างสถานีปากเกร็ดกับสถานีบางไทรซึ่งเป็นสถานีขอบเขตบนมีระยะทางประมาณ 60 กิโลเมตร ซึ่งมากกว่าสถานีอื่นและจากความสมบูรณ์ของข้อมูล จึงทำการเพิ่มเติมค่าความลึกฝนของสถานีวัดฝนที่ตั้งอยู่ระหว่างสถานีบางไทรและสถานีปากเกร็ด เพื่อเป็นตัวแทนของฝนที่ตกในพื้นที่

สถานีปากเกร็ด (PK)

กรณีศึกษา PK-C1-1.1, PK-C1-1.2 และ PK-C1-1.3 : ทำการคัดเลือกตัวแปรเข้าสำหรับการพยากรณ์ระดับน้ำที่สถานีปากเกร็ดโดยโครงข่ายใยประสาทเทียมมีโครงสร้าง 139-139-9 ในช่วงระดับน้ำสูง ระดับน้ำปานกลาง และระดับน้ำต่ำตามลำดับ

กรณีศึกษา PK-C1-2.1, PK-C1-2.2 และ PK-C1-2.3 : ทำการคัดเลือกตัวแปรเข้าสำหรับการพยากรณ์ระดับน้ำที่สถานีปากเกร็ดโดยโครงข่ายใยประสาทเทียมมีโครงสร้าง 114-114-9 ในช่วงเวลาเดียวกับกรณีศึกษา PK-C1-1.1 ถึง PK-C1-1.3

กรณีศึกษา PK-C1-3.1, PK-C1-3.2 และ PK-C1-3.3 : ทำการคัดเลือกตัวแปรเข้าสำหรับการพยากรณ์ระดับน้ำที่สถานีปากเกร็ดโดยโครงข่ายใยประสาทเทียมมีโครงสร้าง 89-89-9 ในช่วงเวลาเดียวกับกรณีศึกษา PK-C1-1.1 ถึง PK-C1-1.3

สถานีสามเสน (SS)

กรณีศึกษา SS-C1-1.1, SS-C1-1.2 และ SS-C1-1.3 : ทำการคัดเลือกตัวแปรเข้าสำหรับการพยากรณ์ระดับน้ำที่สถานีสามเสนโดยโครงข่ายใยประสาทเทียมมีโครงสร้าง 126-126-9 ในช่วงระดับน้ำสูง ระดับน้ำปานกลาง และระดับน้ำต่ำตามลำดับ

กรณีศึกษา SS-C1-2.1, SS-C1-2.2 และ SS-C1-2.3 : ทำการคัดเลือกตัวแปรเข้าสำหรับการพยากรณ์ระดับน้ำที่สถานีสามเสนโดยโครงข่ายใยประสาทเทียมมีโครงสร้าง 101-101-9 ในช่วงเวลาเดียวกับกรณีศึกษา SS-C1-1.1 ถึง SS-C1-1.3

กรณีศึกษา SS-C1-3.1, SS-C1-3.2 และ SS-C1-3.3 : ทำการคัดเลือกตัวแปรเข้าสำหรับการพยากรณ์ระดับน้ำที่สถานีสามเสนโดยโครงข่ายใยประสาทเทียมมีโครงสร้าง 76-76-9 ในช่วงเวลาเดียวกับกรณีศึกษา SS-C1-1.1 ถึง SS-C1-1.3

สถานีป้อมพระจุล (FC)

กรณีศึกษา FC-C1-1.1, FC-C1-1.2 และ FC-C1-1.3, กรณีศึกษา FC-C1-2.1, FC-C1-2.2 และ FC-C1-2.3, กรณีศึกษา FC-C1-3.1, FC-C1-3.2 และ FC-C1-3.3 : การพยากรณ์ระดับน้ำที่สถานีป้อมพระจุลโดยโครงข่ายไฮดรอสตาทเทียมนีมีโครงสร้างและช่วงเวลาเดียวกันกับสถานีสามเสน

สถานีสันดอนกรุงเทพ (BT)

กรณีศึกษา BT-C1-1.1, BT-C1-1.2 และ BT-C1-1.3, กรณีศึกษา BT-C1-2.1, BT-C1-2.2 และ BT-C1-2.3, กรณีศึกษา BT-C1-3.1, BT-C1-3.2 และ BT-C1-3.3: การพยากรณ์ระดับน้ำที่สถานีสันดอนกรุงเทพโดยโครงข่ายไฮดรอสตาทเทียมนีมีโครงสร้างและช่วงเวลาเดียวกันกับสถานีสามเสน

รายละเอียดของแต่ละกรณีศึกษาแสดงดังตารางที่ 5.1 สามารถเขียนให้อยู่ในรูปของความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรเข้าและตัวแปรออกดังตารางที่ 5.2 และมีโครงสร้างของแบบจำลองโครงข่ายไฮดรอสตาทเทียมนีเพื่อการพยากรณ์ค่าระดับน้ำรายชั่วโมง ณ สถานีปากเกร็ด สถานีสามเสน สถานีป้อมพระจุล และสถานีสันดอนกรุงเทพ ถูกแสดงดังรูปที่ 5.1 - 5.4 ตามลำดับ

ผลของการพยากรณ์ค่าระดับน้ำล่วงหน้า 1, 3, 6, 12, 24 ชม. และ 2, 3, 5, 7 วัน ของสถานีปากเกร็ด สถานีสามเสน สถานีป้อมพระจุล และสถานีสันดอนกรุงเทพ โดยพิจารณาผลของตัวแปรเข้า ผลการพยากรณ์ในแต่ละกรณีถูกแสดงในภาคผนวก ก. และทำการสรุปเปรียบเทียบผลดังรูปที่ 5.5 - 5.12 และแสดงผลการเปรียบเทียบระดับน้ำสังเกตและระดับน้ำพยากรณ์ในช่วงระดับน้ำสูง ปานกลาง และต่ำ ทั้ง 4 สถานีดังรูปที่ 5.13-5.20 และรูปในภาคผนวก ก.

จากผลการทดสอบดังรูปที่ 5.5-5.20 ตารางและรูปในภาคผนวก ก. สามารถสรุปเป็นตารางที่ 5.3 และพบว่า

1. สำหรับสถานีปากเกร็ด ชุดตัวแปรเข้า 139 ตัวให้ผลการพยากรณ์ที่ดีกว่ากรณีชุดตัวแปรเข้า 114 และ 89 ตัว สำหรับสถานีสามเสน สถานีป้อมพระจุล และสถานีสันดอนกรุงเทพนั้น ชุดตัวแปรเข้า 126 ตัวให้ผลการพยากรณ์ที่ดีกว่ากรณีชุดตัวแปรเข้า 101 และ 76 ตัว สำหรับทุกกรณีระดับน้ำสูง ปานกลาง และต่ำ
2. สำหรับทุกสถานี กรณีชุดตัวแปรเข้า 139 และ 126 ตัว มีค่าความผิดพลาดประสิทธิภาพ (R^2) = 0.92-0.99 ซึ่งใกล้เคียงกันทั้ง 4 สถานี ในขณะที่กรณีชุดตัวแปรเข้า 114, 101 และ 89, 76 จะมีค่าประมาณ 0.73-0.98 และ 0.80-0.99 ตามลำดับ
3. เมื่อเปรียบเทียบค่าผลต่าง (error) พบว่า กรณีชุดตัวแปรเข้า 139 และ 126 ตัว ผลการพยากรณ์ที่สถานีปากเกร็ด สถานีสามเสน สถานีป้อมพระจุล และสถานีสันดอนกรุงเทพมีค่าผลต่าง -0.38 ถึง 0.27 ม., -0.50 ถึง 0.72 ม. , -1.32 ถึง 1.14 ม. และ -0.99 ถึง 1.11 ม. ตามลำดับ โดยสาเหตุที่ค่าผลต่างของสถานีปากเกร็ดน้อยกว่าสถานี

สามเสน สถานีป้อมพระจุล และสถานีสันดอนกรุงเทพ ตามลำดับ เนื่องจากค่าเรนจ์น้ำของสถานีปากเกร็ดมีค่าน้อยที่สุด คือเฉลี่ยประมาณ 0.70 ม. ในขณะที่เรนจ์น้ำของสถานีอื่นประมาณ 0.85 1.46 1.60 ม. ตามลำดับ เมื่อค่าเรนจ์น้ำมีค่าน้อยทำให้ช่วงของการผันแปรไม่กว้างมากทำให้สามารถพยากรณ์ได้ดีกว่า โดยจากค่าผลต่างสูงสุดและต่ำสุดจะเห็นว่ามีความผิดพลาดสูง ซึ่งจริงๆ แล้วค่าผลต่างสูงจะเกิดในช่วงที่ระดับน้ำสูงสุดในช่วงน้ำเกิดและระดับน้ำต่ำสุดในช่วงน้ำตายเป็นส่วนใหญ่ โดยคิดเป็น 0.1-30.0 % ของผลการพยากรณ์ทั้งหมดที่มีความผิดพลาดมากกว่า 20 ซม. ทั้ง 4 สถานี

4. เมื่อเปรียบเทียบค่าคลาดเคลื่อนเฉลี่ยสัมบูรณ์ (MAD) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าคลาดเคลื่อน (RMSE) พบว่า กรณีชุดตัวแปรเข้า 139 และ 126 ตัว ผลการพยากรณ์ที่สถานีปากเกร็ด สถานีสามเสน สถานีป้อมพระจุล และสถานีสันดอนกรุงเทพมีค่า MAD และ RMSE ใกล้เคียงกันคือ 0.02-0.09 ม., 0.02-0.09 ม., 0.06-0.21 ม. และ 0.07-0.22 ม. ตามลำดับ แสดงว่าผลการพยากรณ์ที่สถานีปากเกร็ดและสถานีสามเสนนั้นค่าเฉลี่ยของผลต่างทั้งค่าบวกและค่าลบและมีค่าผลต่างส่วนใหญ่อยู่ในช่วง 2-9 ซม.
5. เมื่อพิจารณาช่วงของผลต่างกรณีชุดตัวแปรเข้า 139 และ 126 ตัว จะพบว่า สำหรับสถานีปากเกร็ด ร้อยละ 76 – 99 ของผลการพยากรณ์มีความผิดพลาดน้อยกว่า 10 ซม. สถานีสามเสน ร้อยละ 81 – 99 ของผลการพยากรณ์มีความผิดพลาดน้อยกว่า 10 ซม. สถานีป้อมพระจุล ร้อยละ 79 – 95 ของผลการพยากรณ์มีความผิดพลาดน้อยกว่า 20 ซม. และสถานีสันดอนกรุงเทพ ร้อยละ 70 – 92 ของผลการพยากรณ์มีความผิดพลาดน้อยกว่า 20 ซม.
6. เมื่อทำการเปรียบเทียบกรณีชุดตัวแปรเข้าจะพบว่า หากใช้เพียงระดับน้ำที่สถานีบางไทรเป็นสถานีขอบเขตบนซึ่งเป็นตัวแทนของน้ำหลากจากทางด้านเหนือ ระดับน้ำที่สถานีสันดอนกรุงเทพเป็นสถานีขอบเขตล่าง ซึ่งเป็นตัวแทนของการผันแปรน้ำทะเลในอ่าวไทย และข้อมูลความลึกฝนในพื้นที่ จะให้ผลการพยากรณ์ที่มีค่าความผิดพลาดประสิทธิภาพ (R^2) ประมาณ 0.80-0.99 แต่จะมีค่าผลต่างสูงสุดและต่ำสุดที่มีช่วงกว้างประมาณ 1-2 ม. แสดงว่าผลการพยากรณ์โดยใช้ตัวแปรเข้าชุดนี้จะมีรูปร่างของการผันแปรที่ใกล้เคียงกับระดับน้ำสังเกตแต่จะมีความผิดพลาดสูงในช่วงน้ำเกิดและน้ำตายเต็มที่ เมื่อทำการเพิ่มตัวแปรเข้าได้แก่ค่าระดับน้ำที่สถานีใกล้เคียงทำให้ช่วงความผิดพลาดลดลง โดยเมื่อใช้ชุดตัวแปรเข้า 139 และ 126 ตัว จะพบว่ามีค่าความผิดพลาดประสิทธิภาพ (R^2) เพิ่มขึ้นเป็น 0.91-0.99
7. จากการทดสอบแบบจำลองกรณีคัดเลือกตัวแปรเข้าพบว่า กรณีชุดตัวแปรเข้า 139 และ 126 ตัว จะให้ผลการพยากรณ์ที่ดีที่สุดทั้งในช่วงระดับน้ำสูง กลาง และต่ำ โดยชุดตัวแปรเข้าชุดนี้จะถูกนำไปใช้ในการคัดเลือกโครงสร้างและค่าตัวแปรอื่นต่อไป

ตารางที่ 5.1 รายละเอียดของกรณีศึกษา กรณีคัดเลือกตัวแปรเข้า

ที่	กรณีศึกษา	โครงสร้าง	ระดับน้ำ	ตัวแปรเข้า				ตัวแปรออก	ค่า โมเมนต์	อัตรา การเรียนรู้
				ระดับน้ำสังเกต			ความลึกฝน	ระดับน้ำ พยากรณ์		
				ขอบเขตบน	ขอบเขตล่าง	สถานีใกล้เคียง	สถานีฝน			
1	PK-C1-1.1	139-139-9	สูง	บางไทร	สันดอนกรุงเทพ	สามเสน, ป้อมพระจุล	32022, 32032, 32072	ปากเกร็ด	0.8	0.01
2	PK-C1-1.2		ปานกลาง							
3	PK-C1-1.3		ต่ำ							
4	PK-C1-2.1	114-114-9	สูง	บางไทร	สันดอนกรุงเทพ	ป้อมพระจุล	32022, 32032, 32072	ปากเกร็ด	0.8	0.01
5	PK-C1-2.2		ปานกลาง							
6	PK-C1-2.3		ต่ำ							
7	PK-C1-3.1	89-89-9	สูง	บางไทร	สันดอนกรุงเทพ	-	32022, 32032, 32072	ปากเกร็ด	0.8	0.01
8	PK-C1-3.2		ปานกลาง							
9	PK-C1-3.3		ต่ำ							
10	SS-C1-1.1	126-126-9	สูง	บางไทร	สันดอนกรุงเทพ	ปากเกร็ด, ป้อมพระจุล	31012, 31042	สามเสน	0.8	0.01
11	SS-C1-1.2		ปานกลาง							
12	SS-C1-1.3		ต่ำ							
13	SS-C1-2.1	101-101-9	สูง	บางไทร	สันดอนกรุงเทพ	ป้อมพระจุล	31012, 31042	สามเสน	0.8	0.01
14	SS-C1-2.2		ปานกลาง							
15	SS-C1-2.3		ต่ำ							
16	SS-C1-3.1	76-76-9	สูง	บางไทร	สันดอนกรุงเทพ	-	31012, 31042	สามเสน	0.8	0.01
17	SS-C1-3.2		ปานกลาง							
18	SS-C1-3.3		ต่ำ							

ตารางที่ 5.1 รายละเอียดของกรณีศึกษา กรณีคัดเลือกตัวแปรเข้า (ต่อ)

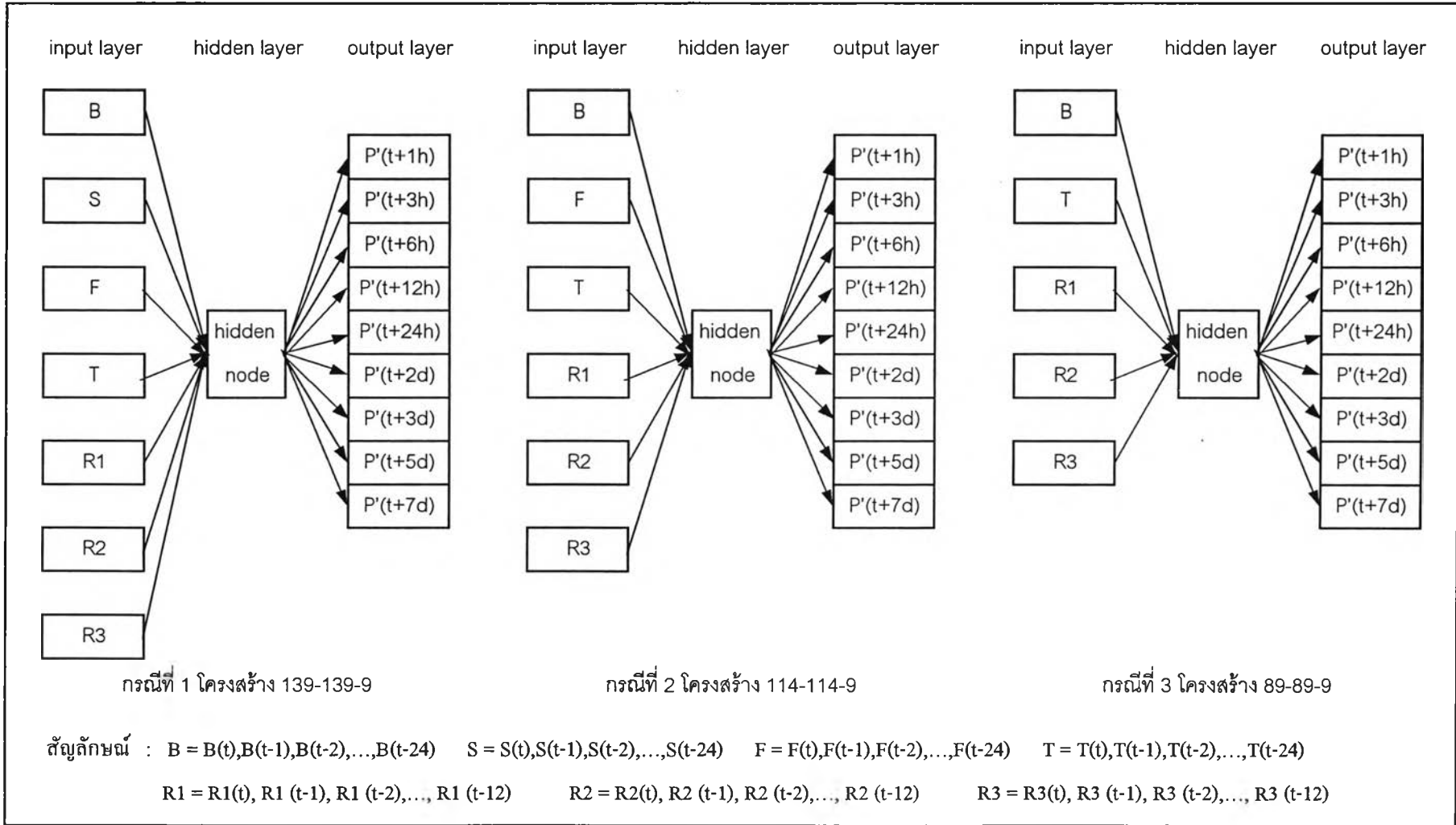
ที่	กรณีศึกษา	โครงสร้าง	ระดับน้ำ	ตัวแปรเข้า				ตัวแปรออก	ค่า โมเมนต์	อัตรา การเรียนรู้
				ระดับน้ำสังเกต			ความลึกฝน	ระดับน้ำ พยากรณ์		
				ขอบเขตบน	ขอบเขตล่าง	สถานีใกล้เคียง	สถานีฝน			
19	FC-C1-1.1	126-126-9	สูง	บางไทร	สันดอนกรุงเทพ	ปากเกร็ด, สามเสน	41013, 41192	ป้อมพระจุล	0.8	0.01
20	FC-C1-1.2		ปานกลาง							
21	FC-C1-1.3		ต่ำ							
22	FC-C1-2.1	101-101-9	สูง	บางไทร	สันดอนกรุงเทพ	สามเสน	41013, 41192	ป้อมพระจุล	0.8	0.01
23	FC-C1-2.2		ปานกลาง							
24	FC-C1-2.3		ต่ำ							
25	FC-C1-3.1	76-76-9	สูง	บางไทร	สันดอนกรุงเทพ	-	41013, 41192	ป้อมพระจุล	0.8	0.01
26	FC-C1-3.2		ปานกลาง							
27	FC-C1-3.3		ต่ำ							
28	BT-C1-1.1	126-126-9	สูง	บางไทร	-	ปากเกร็ด, สามเสน, ป้อมพระจุล	41013, 41192	สันดอนกรุงเทพ	0.8	0.01
29	BT-C1-1.2		ปานกลาง							
30	BT-C1-1.3		ต่ำ							
31	BT-C1-2.1	101-101-9	สูง	บางไทร	-	สามเสน, ป้อมพระจุล	41013, 41192	สันดอนกรุงเทพ	0.8	0.01
32	BT-C1-2.2		ปานกลาง							
33	BT-C1-2.3		ต่ำ							
34	BT-C1-3.1	76-76-9	สูง	บางไทร	-	ป้อมพระจุล	41013, 41192	สันดอนกรุงเทพ	0.8	0.01
35	BT-C1-3.2		ปานกลาง							
36	BT-C1-3.3		ต่ำ							

ตารางที่ 5.2 ความสัมพันธ์ระหว่างชุดตัวแปรเข้า-ตัวแปรออก กรณีคัดเลือกชุดตัวแปรเข้าสู่แบบจำลอง

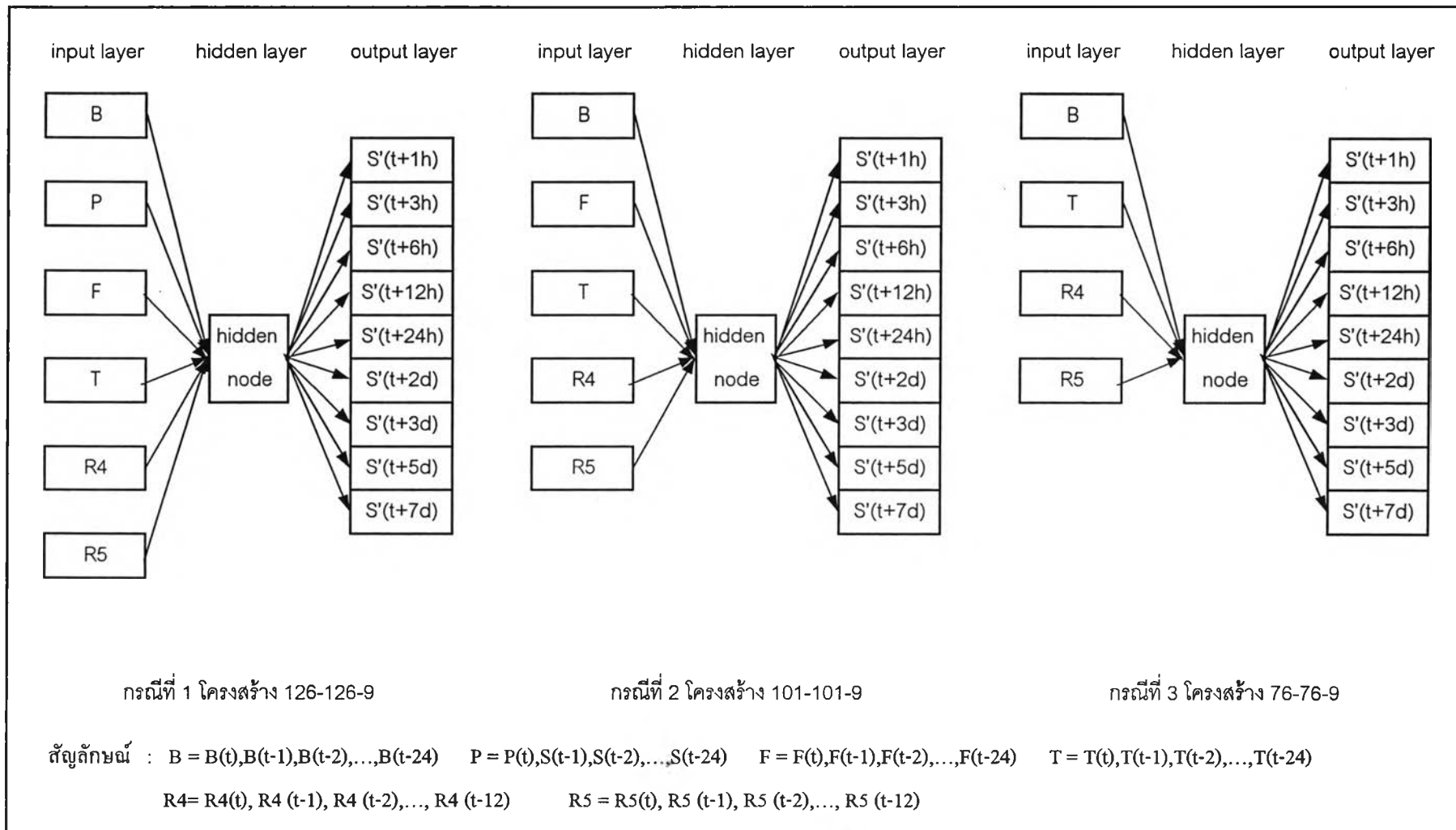
ที่	กรณีศึกษา	โครงสร้าง	ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรเข้า-ตัวแปรออก
1	PK-C1-1.1		$P'(t+1h), P'(t+3h), P'(t+6h), P'(t+12h), P'(t+24h), P'(t+2d), P'(t+3d), P'(t+5d), P'(t+7d)$
2	PK-C1-1.2	139-139-9	$= f[B(t), B(t-1), B(t-2), \dots, B(t-24), S(t), S(t-1), S(t-2), \dots, S(t-24), F(t), F(t-1), F(t-2), \dots, F(t-24), T(t), T(t-1), T(t-2), \dots, T(t-24),$
3	PK-C1-1.3		$R1(t), R1(t-1), R1(t-2), \dots, R1(t-12), R2(t), R2(t-1), R2(t-2), \dots, R2(t-12), R3(t), R3(t-1), R3(t-2), \dots, R3(t-12)]$
4	PK-C1-2.1		$P'(t+1h), P'(t+3h), P'(t+6h), P'(t+12h), P'(t+24h), P'(t+2d), P'(t+3d), P'(t+5d), P'(t+7d)$
5	PK-C1-2.2	114-114-9	$= f[B(t), B(t-1), B(t-2), \dots, B(t-24), F(t), F(t-1), F(t-2), \dots, F(t-24), T(t), T(t-1), T(t-2), \dots, T(t-24),$
6	PK-C1-2.3		$R1(t), R1(t-1), R1(t-2), \dots, R1(t-12), R2(t), R2(t-1), R2(t-2), \dots, R2(t-12), R3(t), R3(t-1), R3(t-2), \dots, R3(t-12)]$
7	PK-C1-3.1		$P'(t+1h), P'(t+3h), P'(t+6h), P'(t+12h), P'(t+24h), P'(t+2d), P'(t+3d), P'(t+5d), P'(t+7d)$
8	PK-C1-3.2	89-89-9	$= f[B(t), B(t-1), B(t-2), \dots, B(t-24), T(t), T(t-1), T(t-2), \dots, T(t-24),$
9	PK-C1-3.3		$R1(t), R1(t-1), R1(t-2), \dots, R1(t-12), R2(t), R2(t-1), R2(t-2), \dots, R2(t-12), R3(t), R3(t-1), R3(t-2), \dots, R3(t-12)]$
10	SS-C1-1.1		$S'(t+1h), S'(t+3h), S'(t+6h), S'(t+12h), S'(t+24h), S'(t+2d), S'(t+3d), S'(t+5d), S'(t+7d)$
11	SS-C1-1.2	126-126-9	$= f[B(t), B(t-1), B(t-2), \dots, B(t-24), P(t), P(t-1), P(t-2), \dots, P(t-24), F(t), F(t-1), F(t-2), \dots, F(t-24), T(t), T(t-1), T(t-2), \dots, T(t-24),$
12	SS-C1-1.3		$R4(t), R4(t-1), R4(t-2), \dots, R4(t-12), R5(t), R5(t-1), R5(t-2), \dots, R5(t-12)$
13	SS-C1-2.1		$S'(t+1h), S'(t+3h), S'(t+6h), S'(t+12h), S'(t+24h), S'(t+2d), S'(t+3d), S'(t+5d), S'(t+7d)$
14	SS-C1-2.2	101-101-9	$= f[B(t), B(t-1), B(t-2), \dots, B(t-24), F(t), F(t-1), F(t-2), \dots, F(t-24), T(t), T(t-1), T(t-2), \dots, T(t-24),$
15	SS-C1-2.3		$R4(t), R4(t-1), R4(t-2), \dots, R4(t-12), R5(t), R5(t-1), R5(t-2), \dots, R5(t-12)$
16	SS-C1-3.1		$S'(t+1h), S'(t+3h), S'(t+6h), S'(t+12h), S'(t+24h), S'(t+2d), S'(t+3d), S'(t+5d), S'(t+7d)$
17	SS-C1-3.2	76-76-9	$= f[B(t), B(t-1), B(t-2), \dots, B(t-24), T(t), T(t-1), T(t-2), \dots, T(t-24),$
18	SS-C1-3.3		$R4(t), R4(t-1), R4(t-2), \dots, R4(t-12), R5(t), R5(t-1), R5(t-2), \dots, R5(t-12)$

ตารางที่ 5.2 ความสัมพันธ์ระหว่างชุดตัวแปรเข้า-ตัวแปรออก กรณีคัดเลือกชุดตัวแปรเข้าสู่แบบจำลอง (ต่อ)

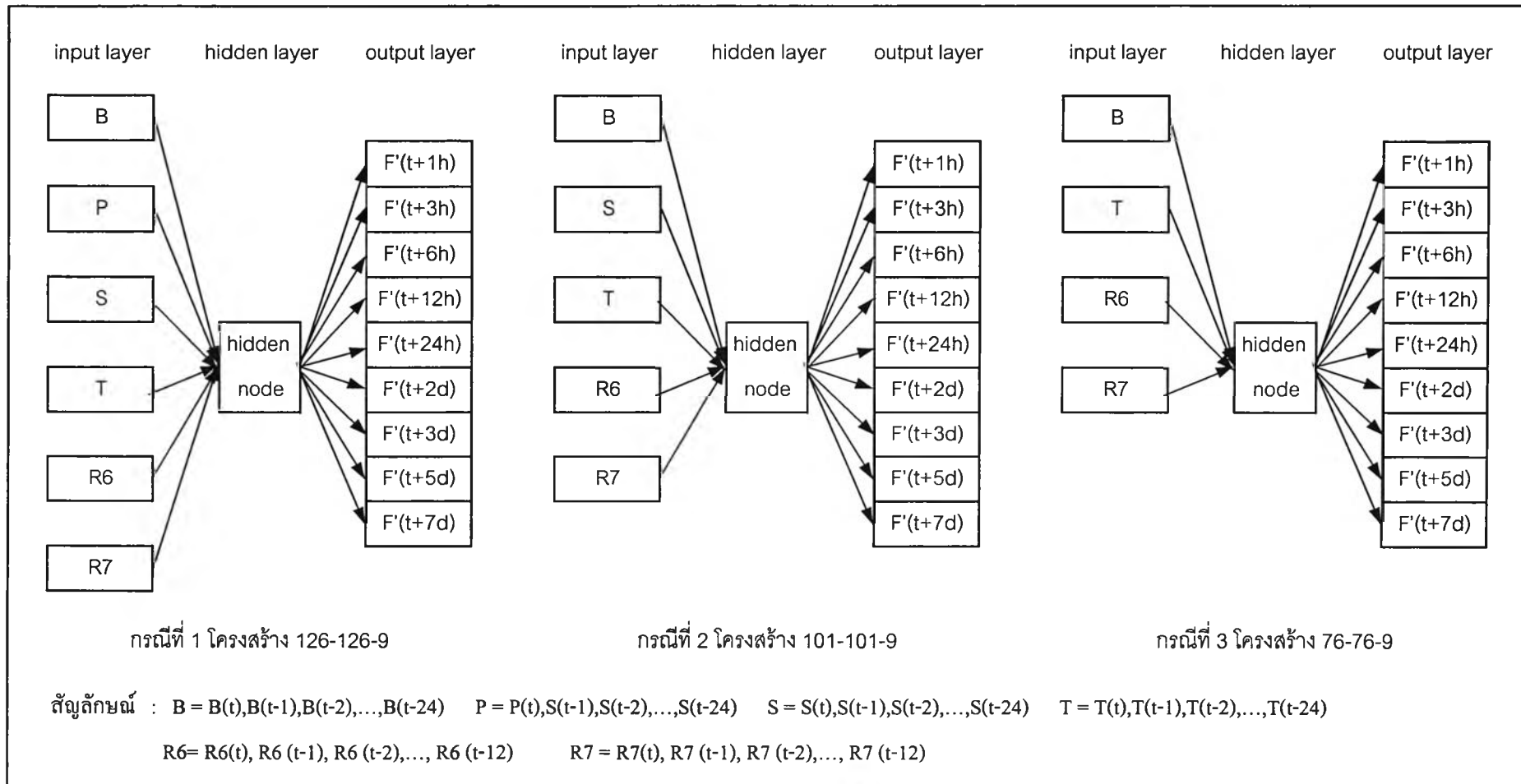
ที่	กรณีศึกษา	โครงสร้าง	ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรเข้า-ตัวแปรออก
19	FC-C1-1.1		$F'(t+1h), F'(t+3h), F'(t+6h), F'(t+12h), F'(t+24h), F'(t+2d), F'(t+3d), F'(t+5d), F'(t+7d)$
20	FC-C1-1.2	126-126-9	$= f[B(t), B(t-1), B(t-2), \dots, B(t-24), P(t), P(t-1), P(t-2), \dots, P(t-24), S(t), S(t-1), S(t-2), \dots, S(t-24), T(t), T(t-1), T(t-2), \dots, T(t-24),$
21	FC-C1-1.3		$R6(t), R6(t-1), R6(t-2), \dots, R6(t-12), R7(t), R7(t-1), R7(t-2), \dots, R7(t-12)$
22	FC-C1-2.1		$F'(t+1h), F'(t+3h), F'(t+6h), F'(t+12h), F'(t+24h), F'(t+2d), F'(t+3d), F'(t+5d), F'(t+7d)$
23	FC-C1-2.2	101-101-9	$= f[B(t), B(t-1), B(t-2), \dots, B(t-24), S(t), S(t-1), S(t-2), \dots, S(t-24), T(t), T(t-1), T(t-2), \dots, T(t-24),$
24	FC-C1-2.3		$R6(t), R6(t-1), R6(t-2), \dots, R6(t-12), R7(t), R7(t-1), R7(t-2), \dots, R7(t-12)$
25	FC-C1-3.1		$F'(t+1h), F'(t+3h), F'(t+6h), F'(t+12h), F'(t+24h), F'(t+2d), F'(t+3d), F'(t+5d), F'(t+7d)$
26	FC-C1-3.2	76-76-9	$= f[B(t), B(t-1), B(t-2), \dots, B(t-24), T(t), T(t-1), T(t-2), \dots, T(t-24),$
27	FC-C1-3.3		$R6(t), R6(t-1), R6(t-2), \dots, R6(t-12), R7(t), R7(t-1), R7(t-2), \dots, R7(t-12)$
28	BT-C1-1.1		$T'(t+1h), T'(t+3h), T'(t+6h), T'(t+12h), T'(t+24h), T'(t+2d), T'(t+3d), T'(t+5d), T'(t+7d)$
29	BT-C1-1.2	126-126-9	$= f[B(t), B(t-1), B(t-2), \dots, B(t-24), P(t), P(t-1), P(t-2), \dots, P(t-24), S(t), S(t-1), S(t-2), \dots, S(t-24), F(t), F(t-1), F(t-2), \dots, F(t-24),$
30	BT-C1-1.3		$R6(t), R6(t-1), R6(t-2), \dots, R6(t-12), R7(t), R7(t-1), R7(t-2), \dots, R7(t-12)$
31	BT-C1-2.1		$T'(t+1h), T'(t+3h), T'(t+6h), T'(t+12h), T'(t+24h), T'(t+2d), T'(t+3d), T'(t+5d), T'(t+7d)$
32	BT-C1-2.2	101-101-9	$= f[B(t), B(t-1), B(t-2), \dots, B(t-24), S(t), S(t-1), S(t-2), \dots, S(t-24), F(t), F(t-1), F(t-2), \dots, F(t-24),$
33	BT-C1-2.3		$R6(t), R6(t-1), R6(t-2), \dots, R6(t-12), R7(t), R7(t-1), R7(t-2), \dots, R7(t-12)$
34	BT-C1-3.1		$T'(t+1h), T'(t+3h), T'(t+6h), T'(t+12h), T'(t+24h), T'(t+2d), T'(t+3d), T'(t+5d), T'(t+7d)$
35	BT-C1-3.2	76-76-9	$= f[B(t), B(t-1), B(t-2), \dots, B(t-24), F(t), F(t-1), F(t-2), \dots, F(t-24),$
36	BT-C1-3.3		$R6(t), R6(t-1), R6(t-2), \dots, R6(t-12), R7(t), R7(t-1), R7(t-2), \dots, R7(t-12)$



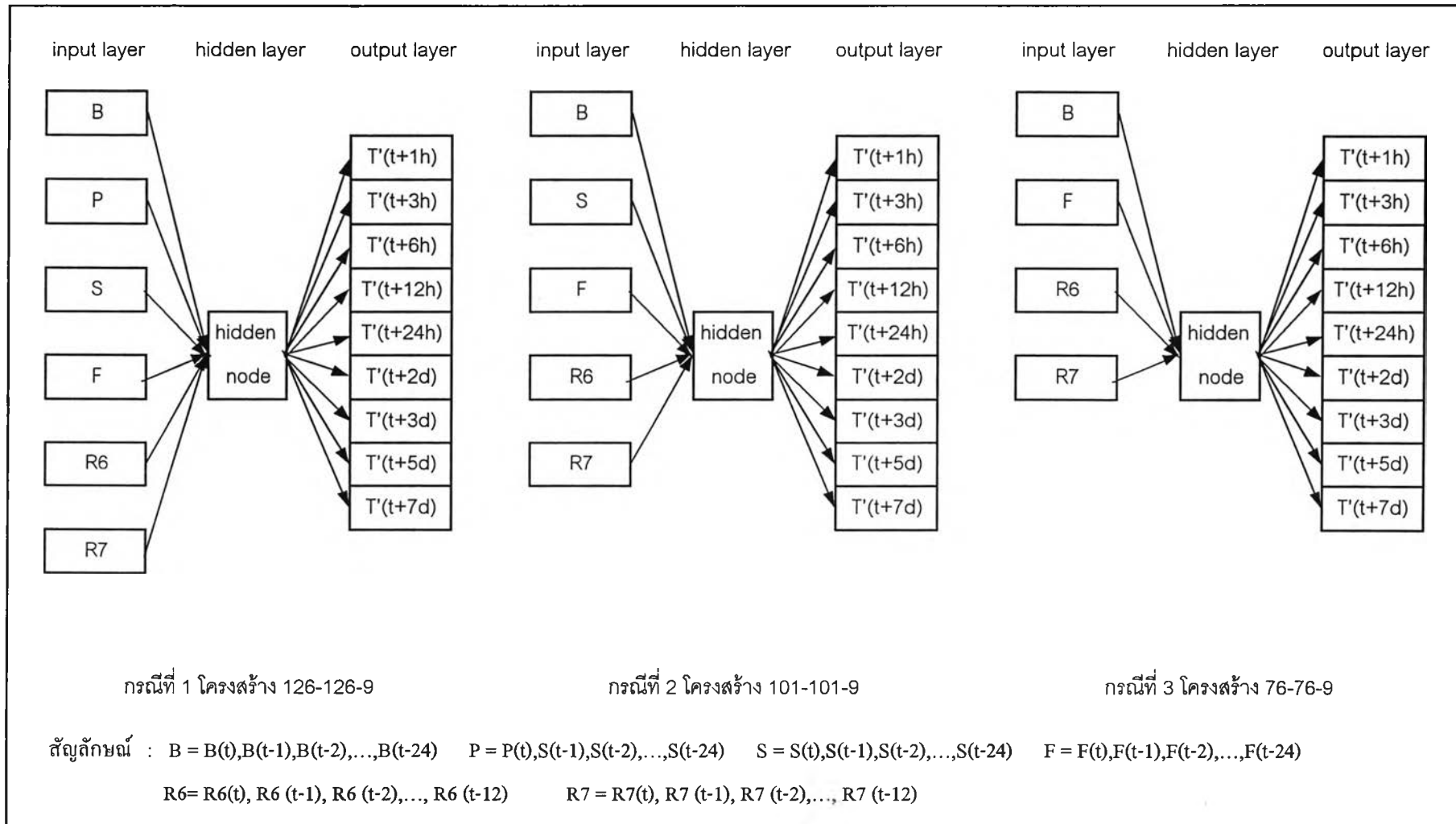
รูปที่ 5.1 โครงสร้างของแบบจำลองโครงข่ายพหุคูณเพื่อการพยากรณ์ระดับน้ำรายชั่วโมง ณ สถานีปากเกร็ด กรณีตัดเลี้ยวตัวแปรเข้า



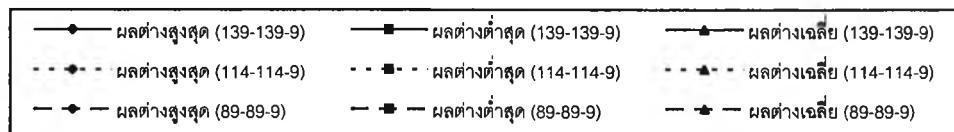
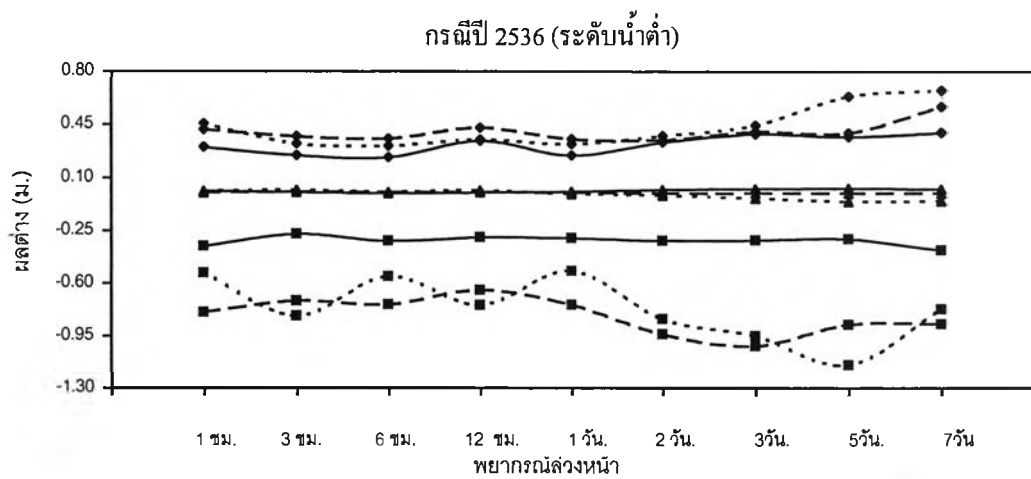
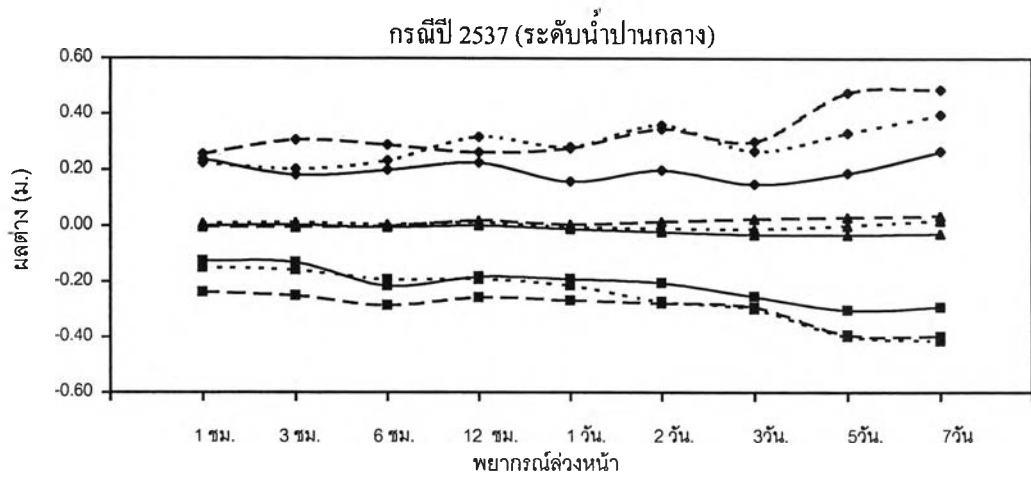
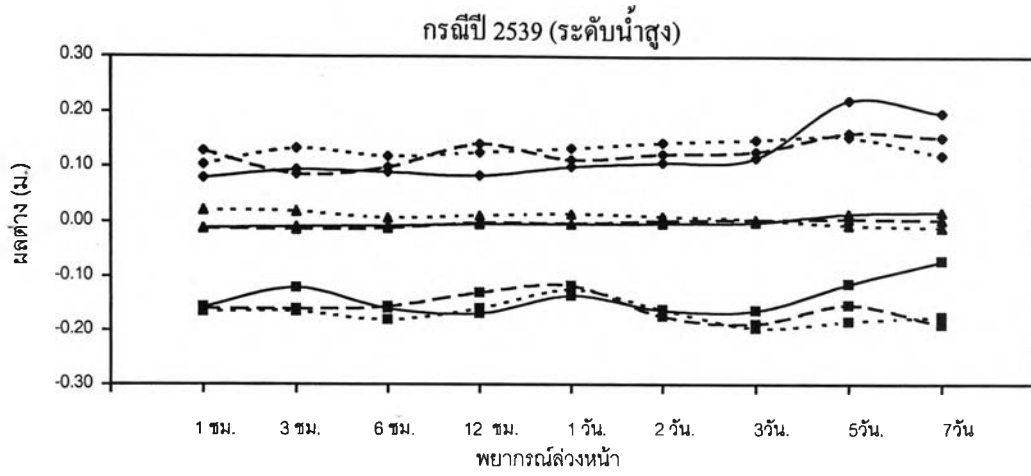
รูปที่ 5.2 โครงสร้างของแบบจำลองโครงข่ายพหุคูณเพื่อการพยากรณ์ระดับน้ำรายชั่วโมง ณ สถานีสามเสน กรณีคัดเลือกตัวแปรเข้า



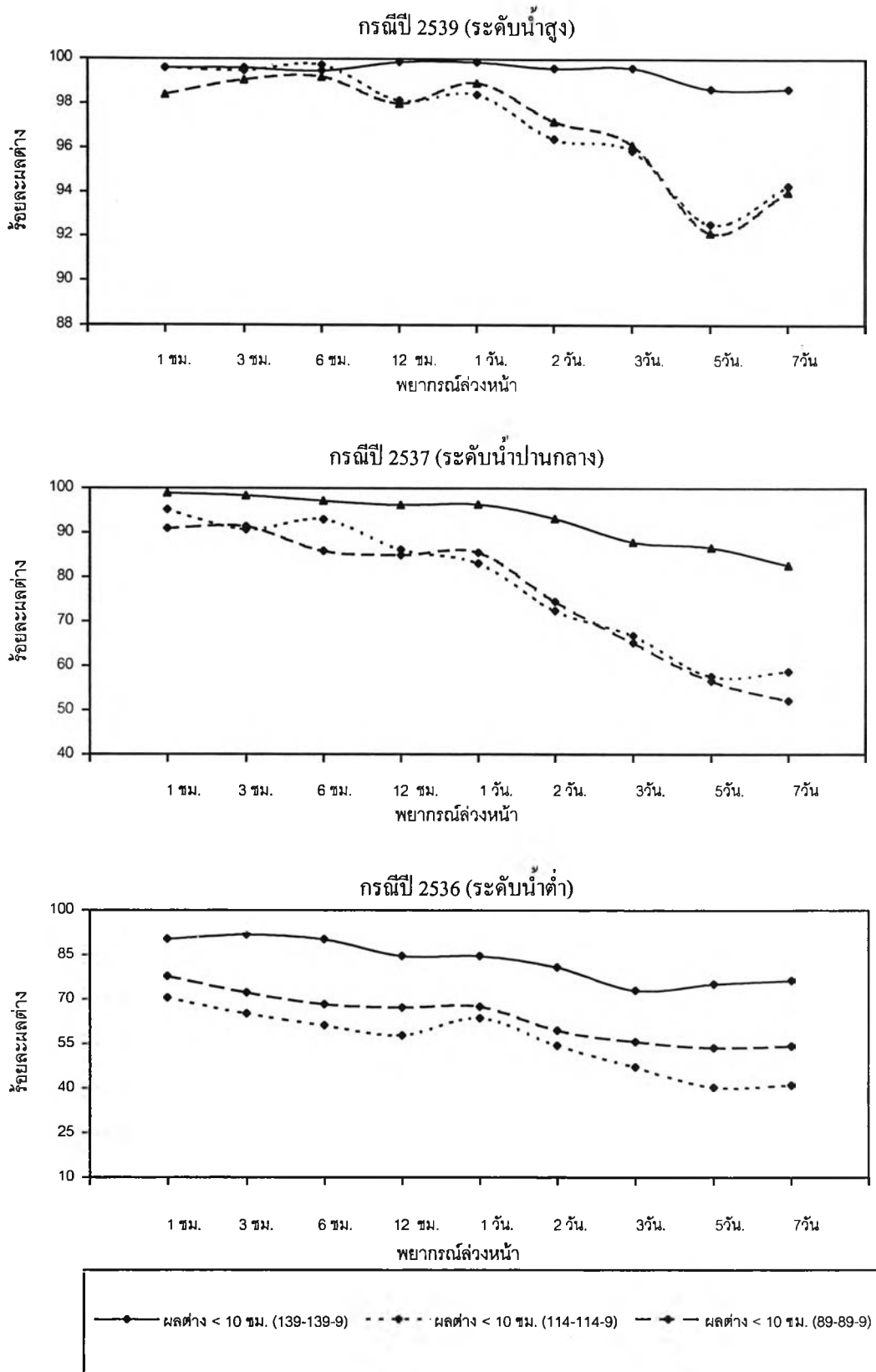
รูปที่ 5.3 โครงสร้างของแบบจำลองโครงข่ายพหุคูณเพื่อการพยากรณ์ระดับน้ำรายชั่วโมง ณ สถานีป้อมพระจุล กรณีคัดเลือกตัวแปรเข้า



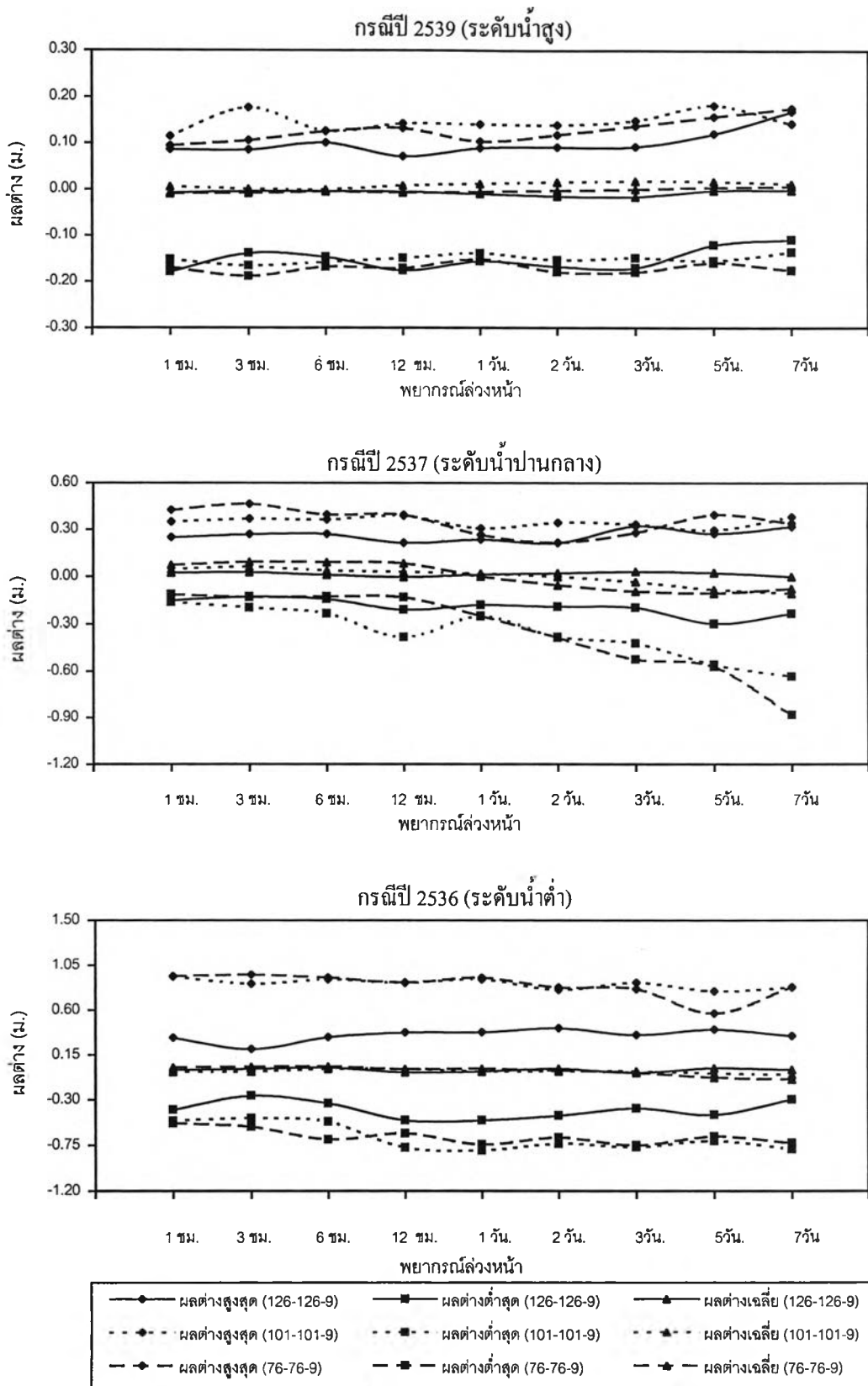
รูปที่ 5.4 โครงสร้างของแบบจำลองโครงข่ายพหุคูณเพื่อการพยากรณ์ระดับน้ำรายชั่วโมง ณ สถานีสำนดอนกรุงเทพ กรณีคัดเลือกตัวแปรเข้า



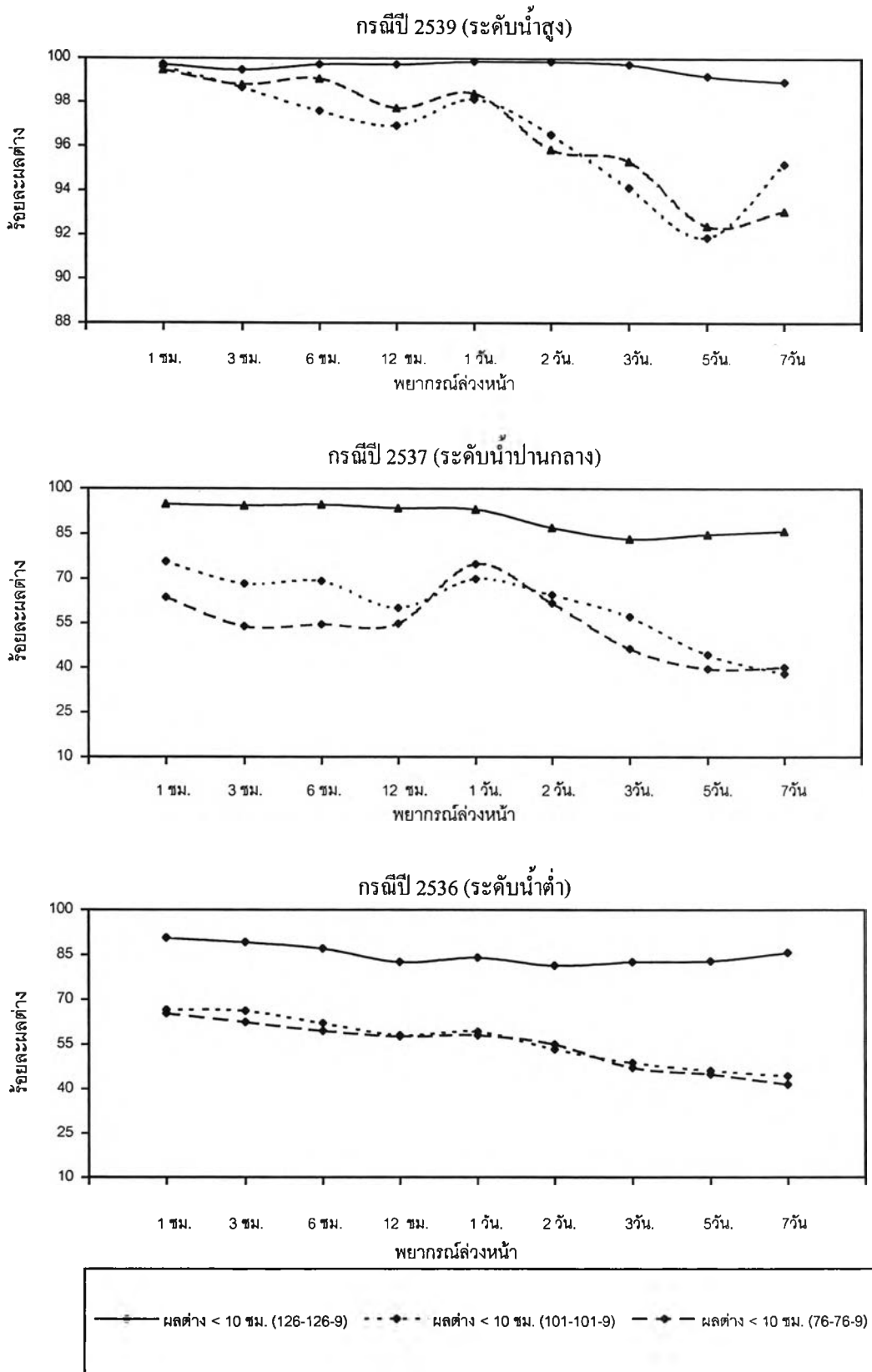
รูปที่ 5.5 ค่าสูงสุด ค่าเฉลี่ย และค่าต่ำสุดของผลต่างระหว่างค่าระดับน้ำสังเกตและค่าพยากรณ์ โดยแบบจำลองโครงข่ายใยประสาทเทียม ณ. สถานีปากเกร็ด กรณีคัดเลือกตัวแปรเข้า



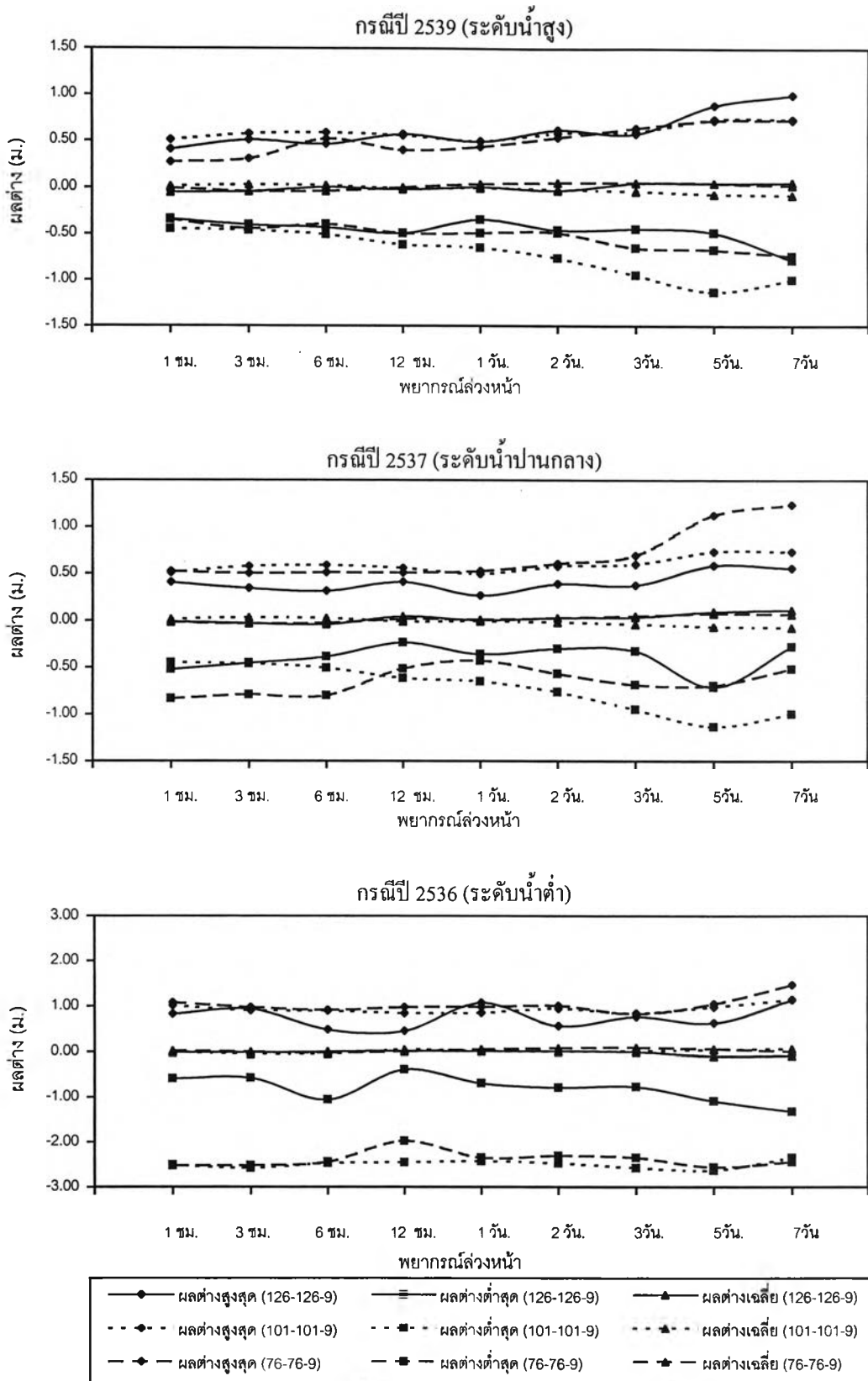
รูปที่ 5.6 ร้อยละของผลต่างระหว่างค่าสังเกตและค่าพยากรณ์ โดยแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียม ณ. สถานีปากเกร็ด กรณีคัดเลือกตัวแปรเข้า



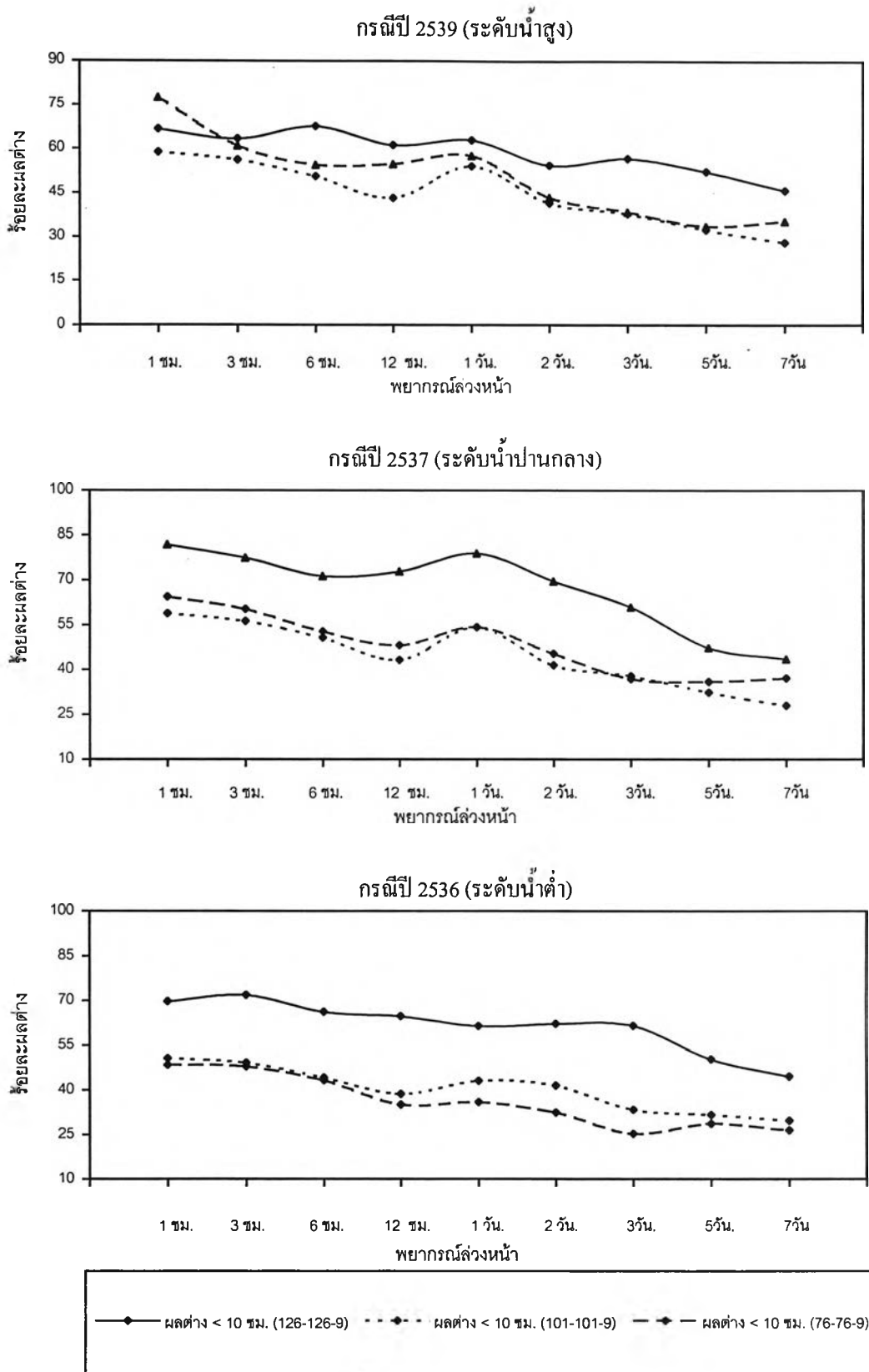
รูปที่ 5.7 ค่าสูงสุด ค่าเฉลี่ย และค่าต่ำสุดของผลต่างระหว่างค่าระดับน้ำสังเกตและค่าพยากรณ์ โดยแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียม ณ. สถานีสามเสน กรณีคัดเลือกตัวแปรเข้า



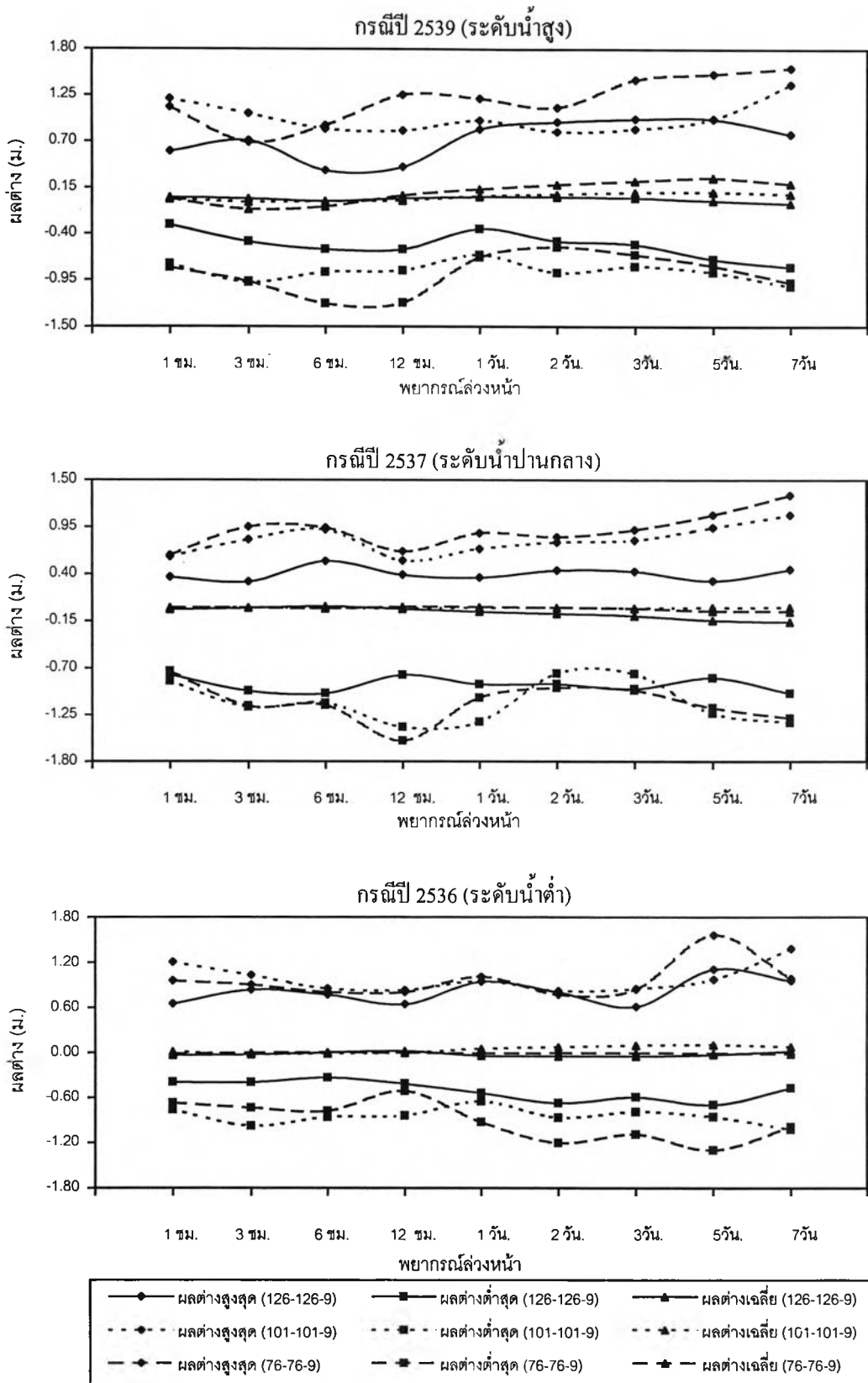
รูปที่ 5.8 ร้อยละของผลต่างระหว่างค่าสังเกตและค่าพยากรณ์ โดยแบบจำลองโครงข่าย
 ใยประสาทเทียม ณ. สถานีสามเสน กรณีคัดเลือกตัวแปรเข้า



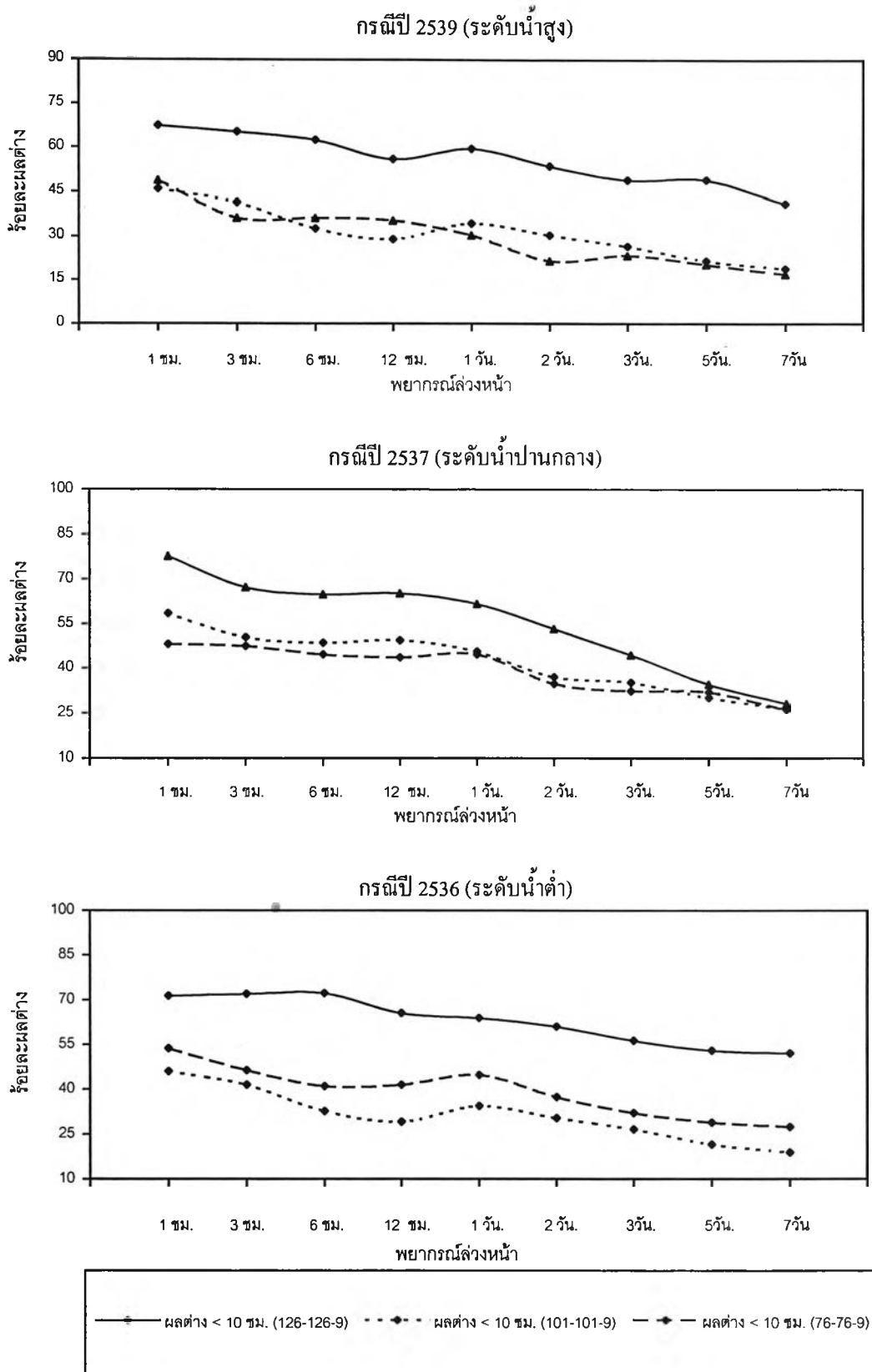
รูปที่ 5.9 ค่าสูงสุด ค่าเฉลี่ย และค่าต่ำสุดของผลต่างระหว่างค่าระดับน้ำสังเกตและค่าพยากรณ์ โดยแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียม ณ. สถานีป้อมพระจุล กรมี่คัดเลือกตัวแปรเข้า



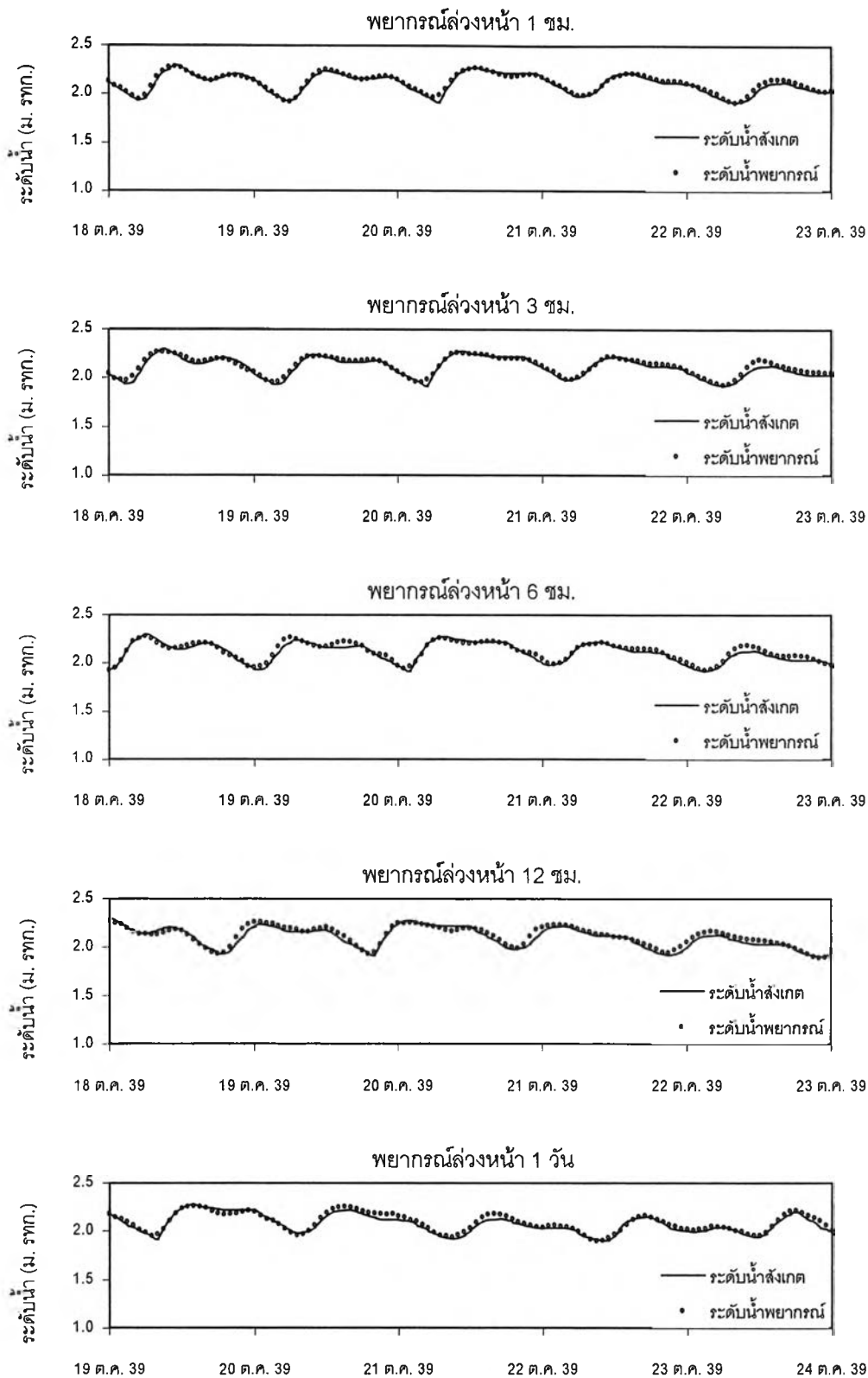
รูปที่ 5.10 ร้อยละของผลต่างระหว่างค่าสังเกตและค่าพยากรณ์ โดยแบบจำลองโครงข่าย
 โยประสาทเทียม ณ. สถานีป้อมพระจุล กรณีคัดเลือกตัวแปรเข้า



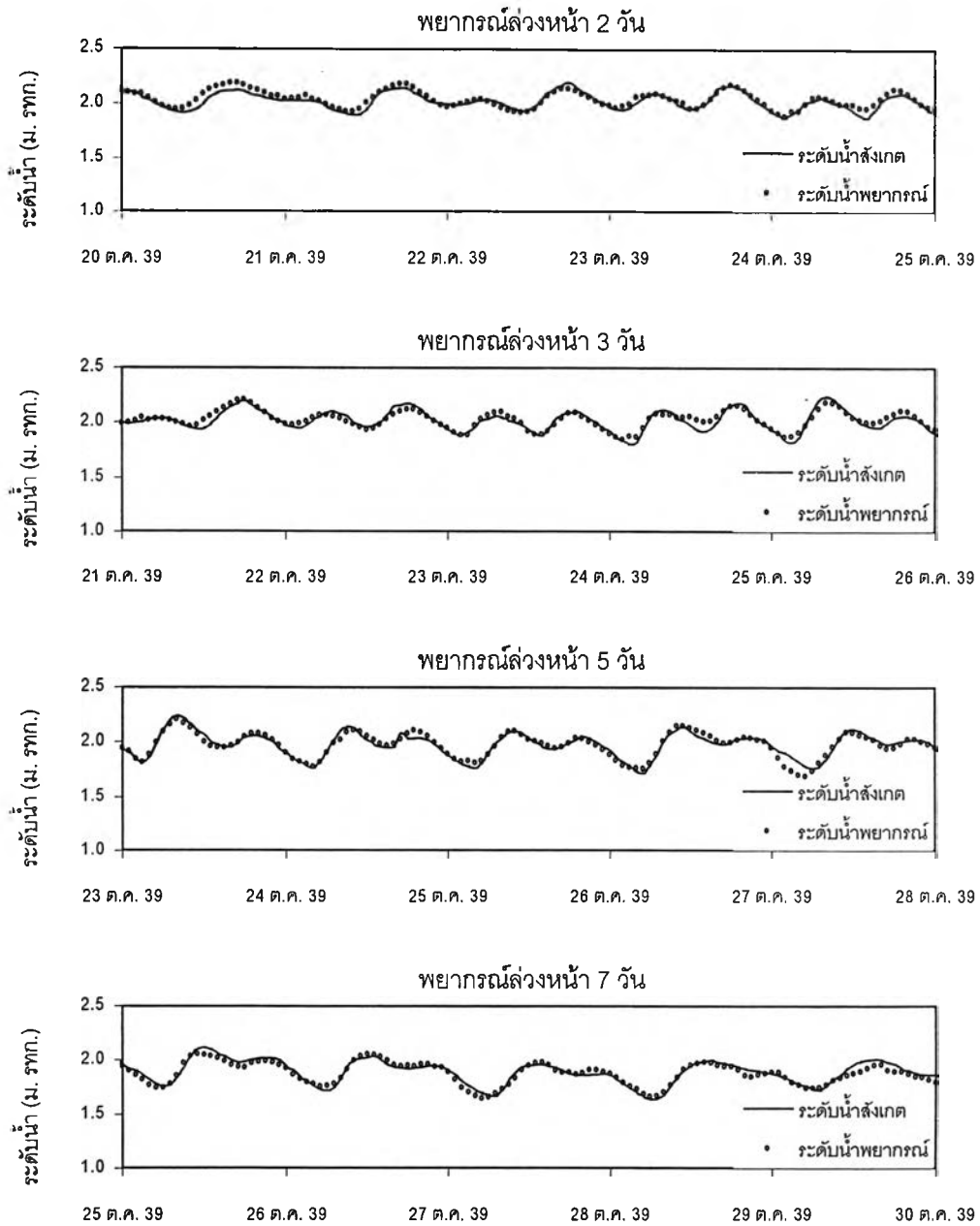
รูปที่ 5.11 ค่าสูงสุด ค่าเฉลี่ย และค่าต่ำสุดของผลต่างระหว่างค่าระดับน้ำสังเกตและค่าพยากรณ์ โดยแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียม ณ สถานีสำนคอนกรุงเทพ กรณีคัดเลือกตัวแปรเข้า



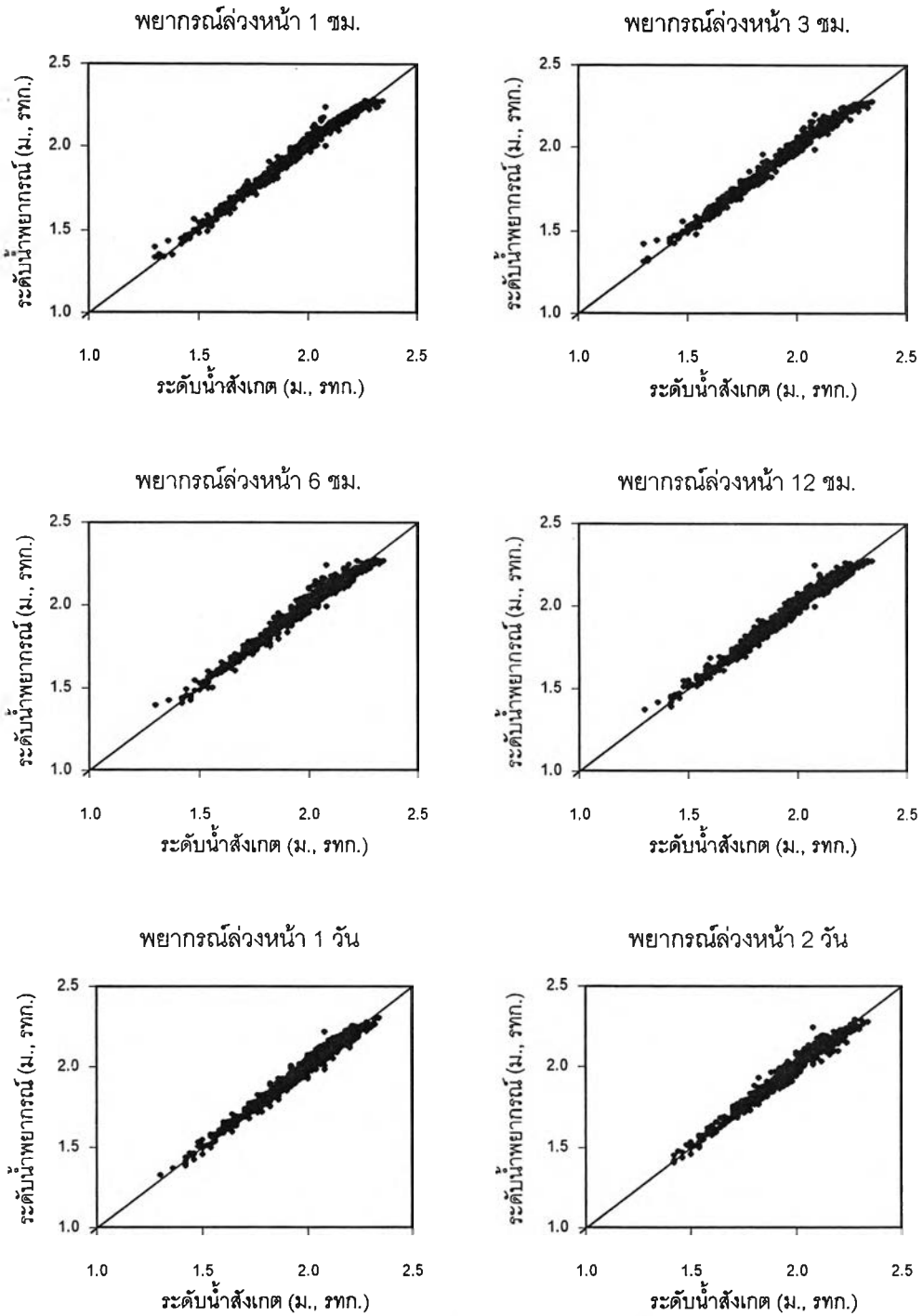
รูปที่ 5.12 ร้อยละของผลต่างระหว่างค่าสังเกตและค่าพยากรณ์ โดยแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียม ณ. สถานีสันดอนกรุงเทพ กรณีคัดเลือกตัวแปรเข้า



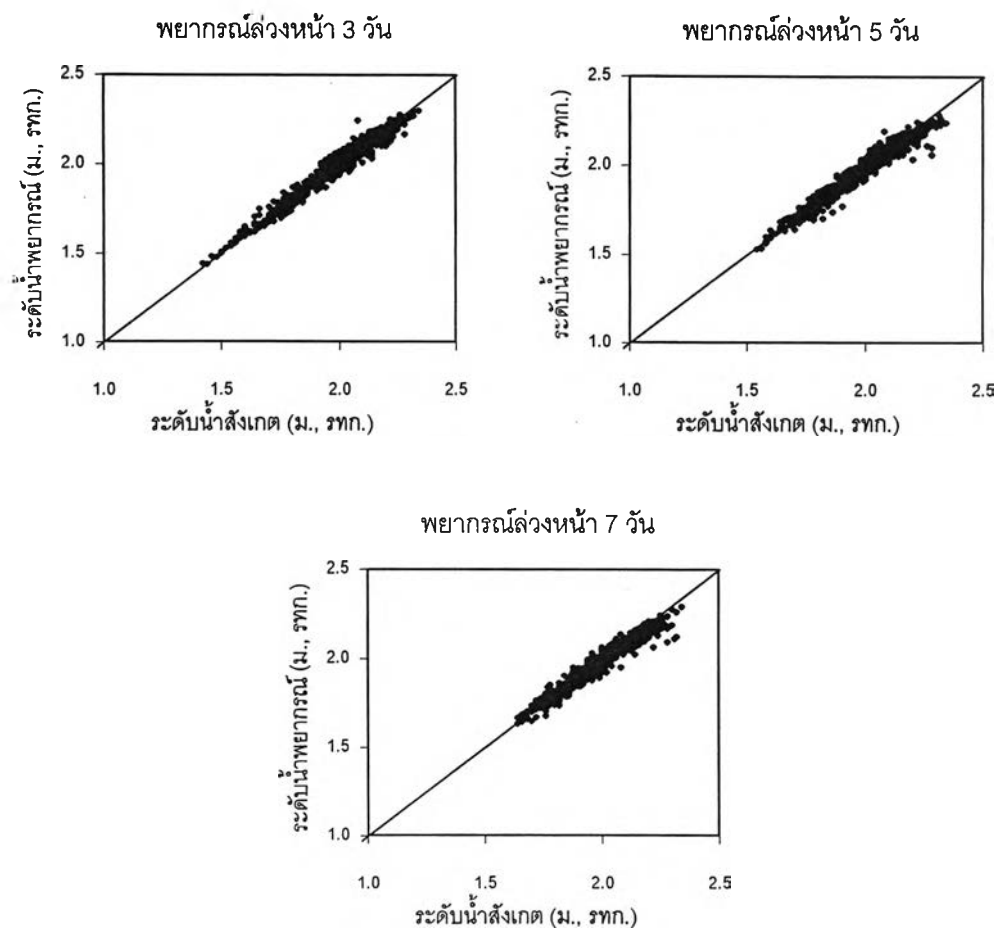
รูปที่ 5.13 การเปรียบเทียบระหว่างระดับน้ำพยากรณ์ล้วงหน้า โดยโครงข่าย
 ไบประสาทเทียม (139-139-9) และระดับน้ำสังเกต (กรณีระดับน้ำสูง)
 ณ. สถานีปากเกร็ด



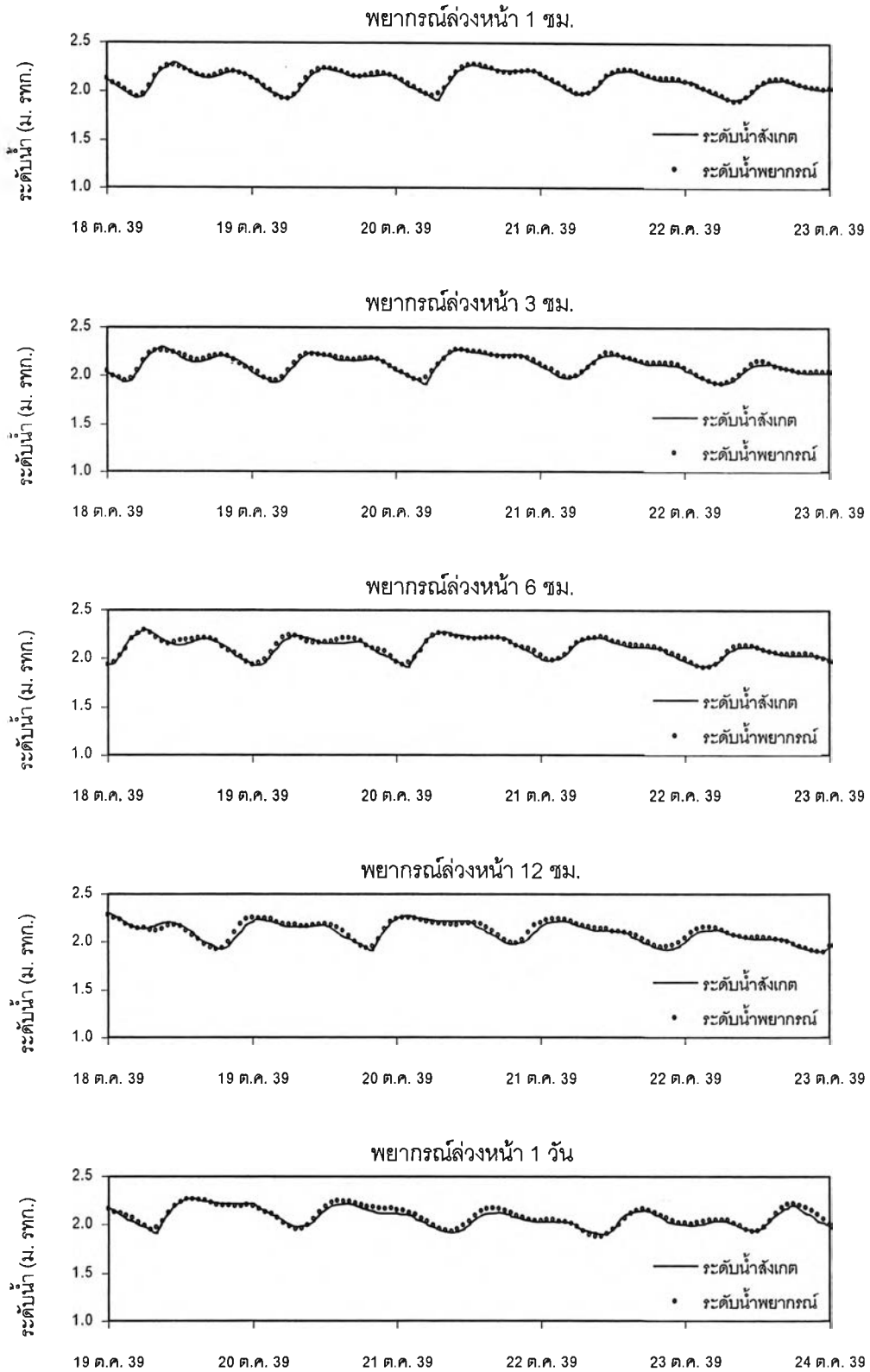
รูปที่ 5.13 การเปรียบเทียบระหว่างระดับน้ำพยากรณ์ล่วงหน้า โดยโครงข่าย
ไฮดรอสตาทเทียม (139-139-9) และระดับน้ำสังเกต (กรณีระดับน้ำสูง)
ณ. สถานีปากเกร็ด (ต่อ)



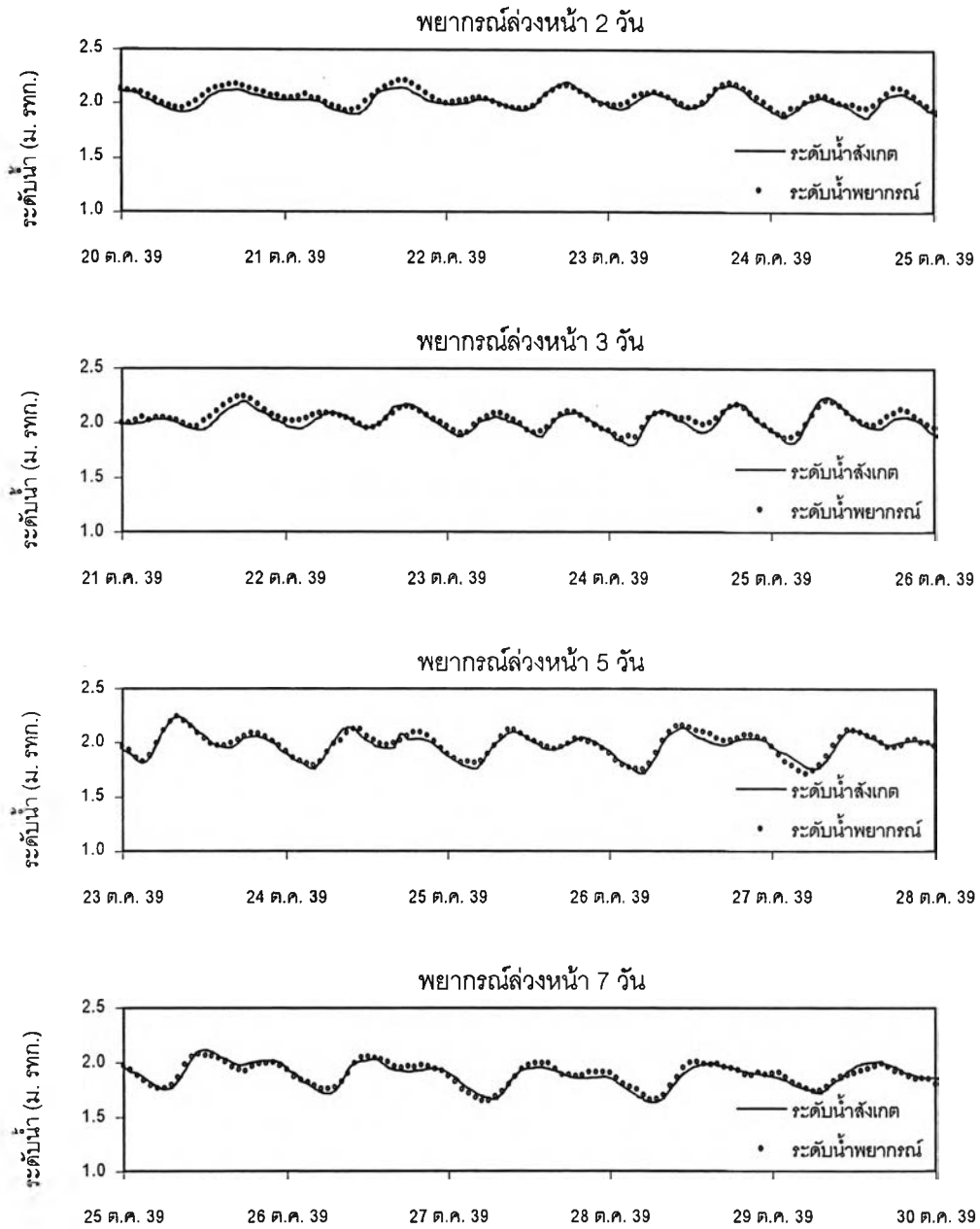
รูปที่ 5.14 การเปรียบเทียบระหว่างระดับน้ำพยากรณ์ล่วงหน้าโดยโครงข่ายใยประสาทเทียม (139-139-9) และระดับน้ำสังเกต (กรณีระดับน้ำสูง) ณ สถานีปากเกร็ด



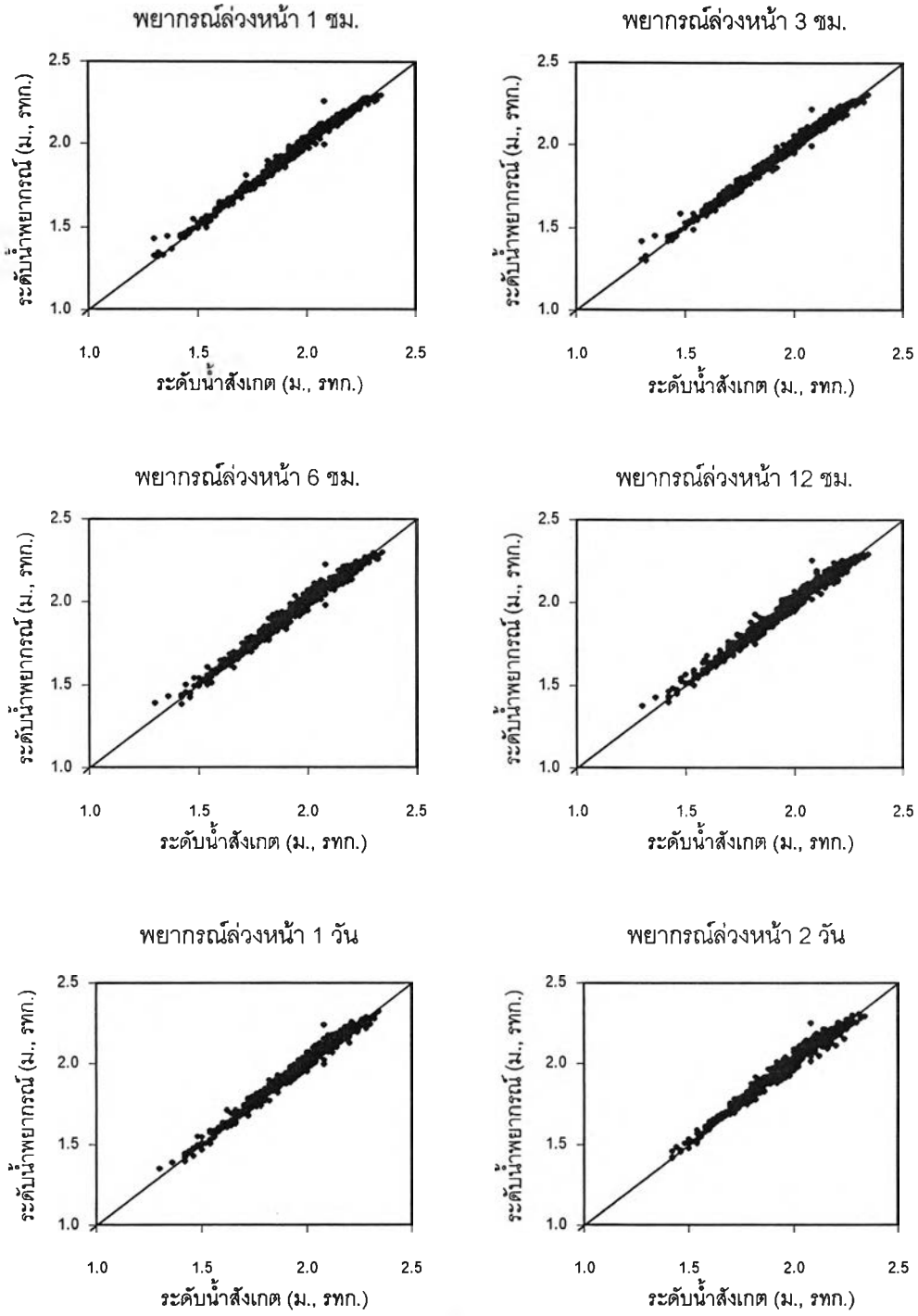
รูปที่ 5.14 การเปรียบเทียบระหว่างระดับน้ำพยากรณ์ล่วงหน้าโดยโครงการไขประสาทเทียม (139-139-9) และระดับน้ำสังเกต (กรณีระดับน้ำสูง) ณ. สถานีปากเกร็ด (ต่อ)



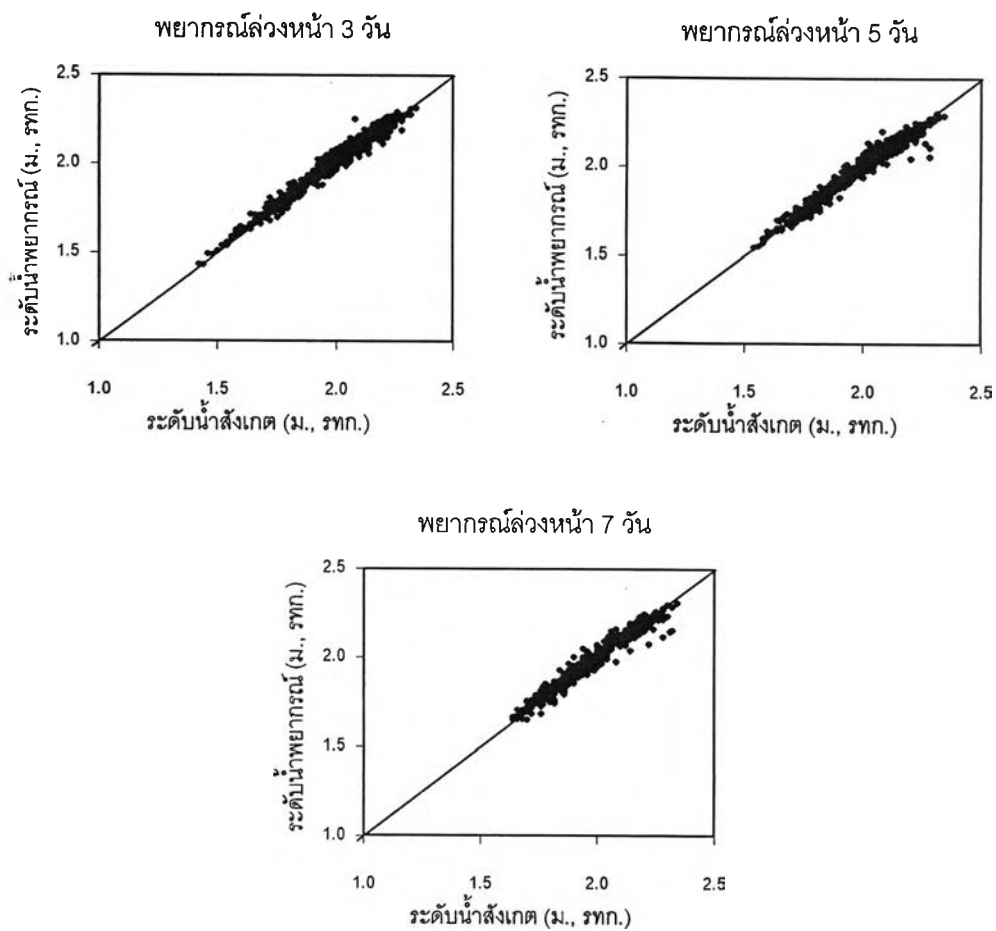
รูปที่ 5.15 การเปรียบเทียบระหว่างระดับน้ำพยากรณ์ล่องหน้า โดยโครงข่าย ไบประสาทเทียม (126-126-9) และระดับน้ำสังเกต (กรณีระดับน้ำสูง) ณ. สถานีสามเสน



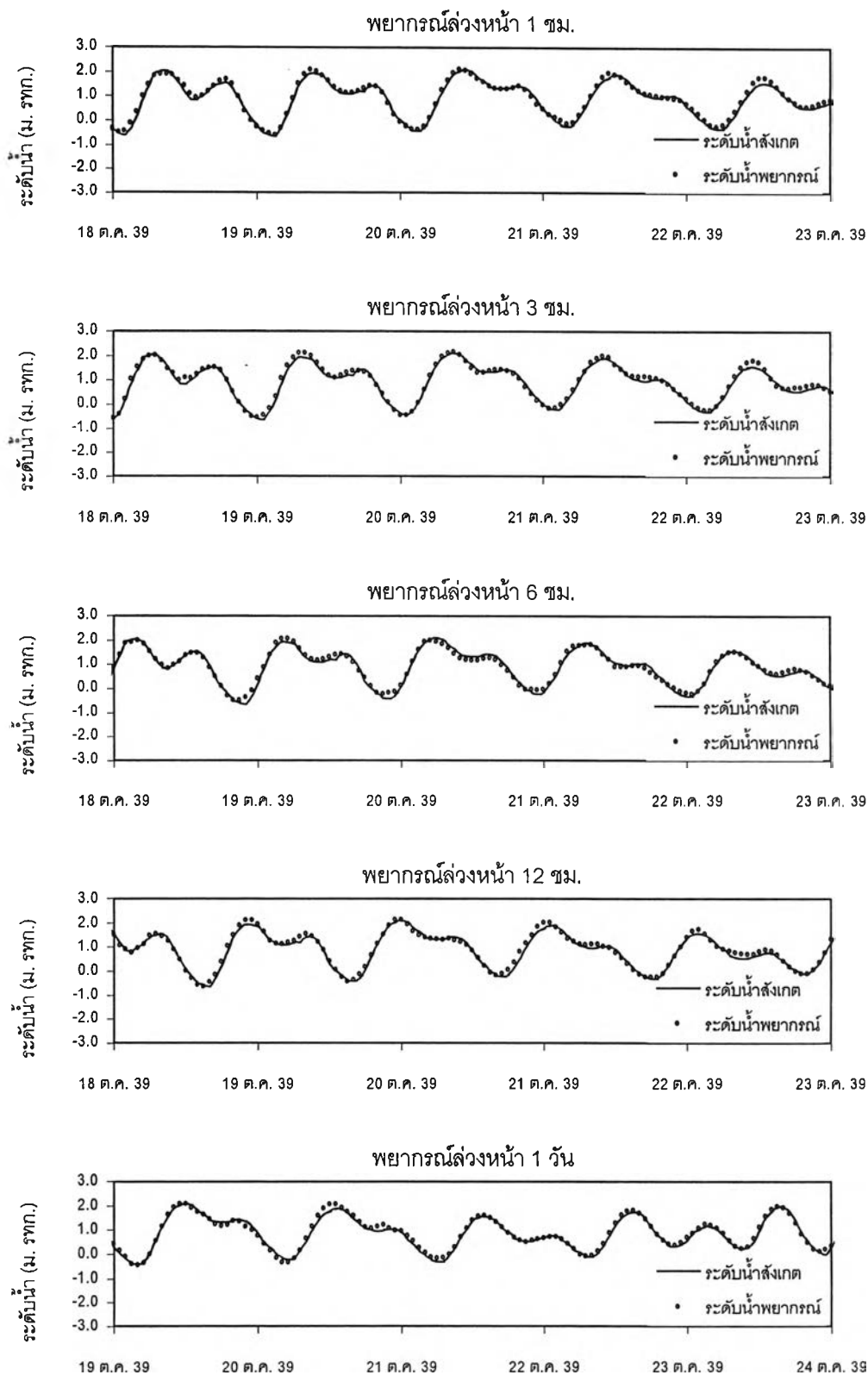
รูปที่ 5.15 การเปรียบเทียบระหว่างระดับน้ำพยากกรณล่องหน้า โดยโครงการ
 ไขประสาทเทียม (126-126-9) และระดับน้ำฝายกวด (กรณีระดับน้ำสูง)
 ณ. สถานีสามเสน (ต่อ)



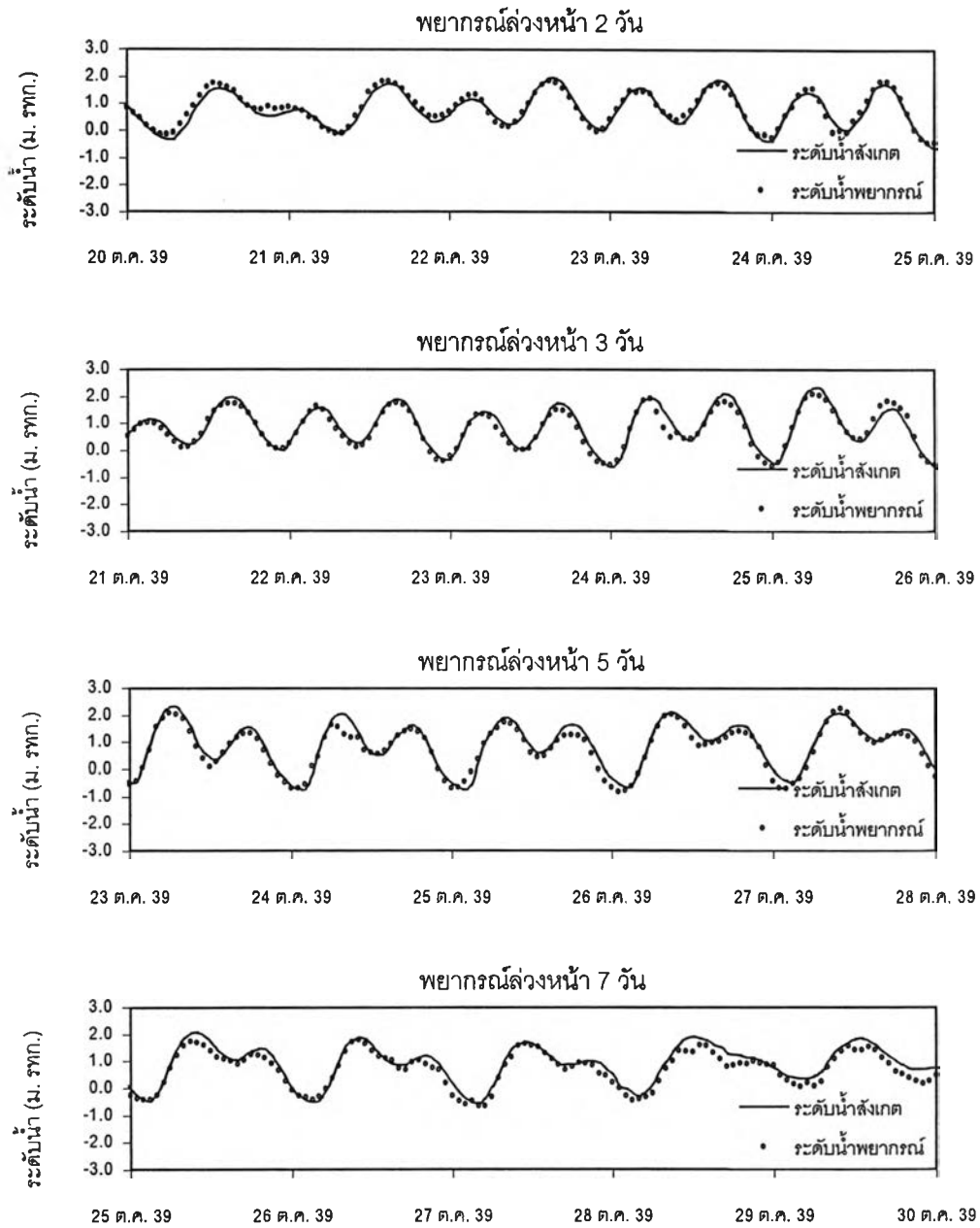
รูปที่ 5.16 การเปรียบเทียบระหว่างระดับน้ำพยากรณ์ล่วงหน้าโดยโครงข่ายใยประสาทเทียม (126-126-9) และระดับน้ำสังเกต (กรณีระดับน้ำสูง) ณ. สถานีสามเสน



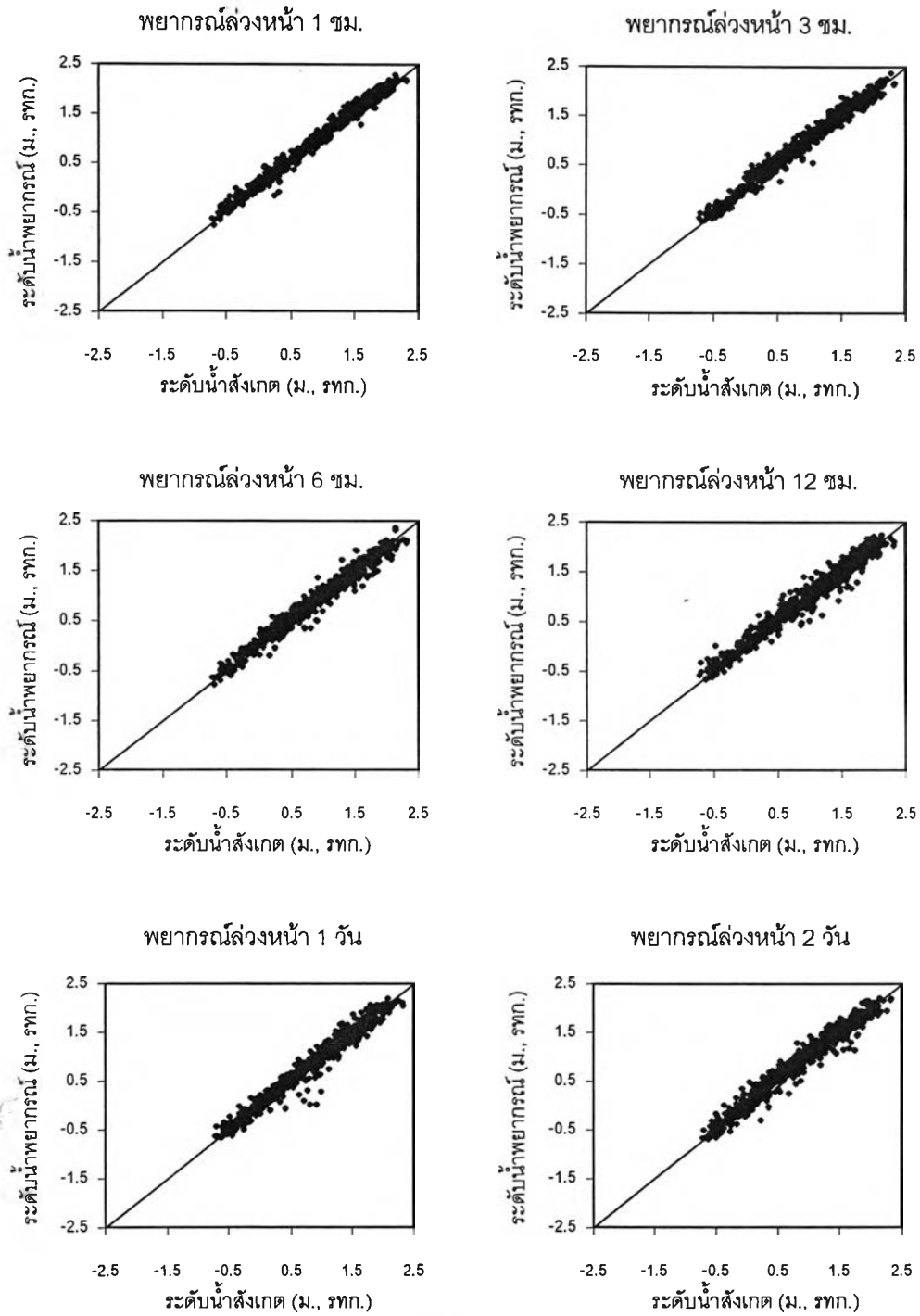
รูปที่ 5.16 การเปรียบเทียบระหว่างระดับน้ำพายกรณล่องหน้าโดยโครงข่ายใยประสาทเทียม (126-126-9) และระดับน้ำสังเกต (กรณีระดับน้ำสูง) ณ. สถานีสามเสน (ต่อ)



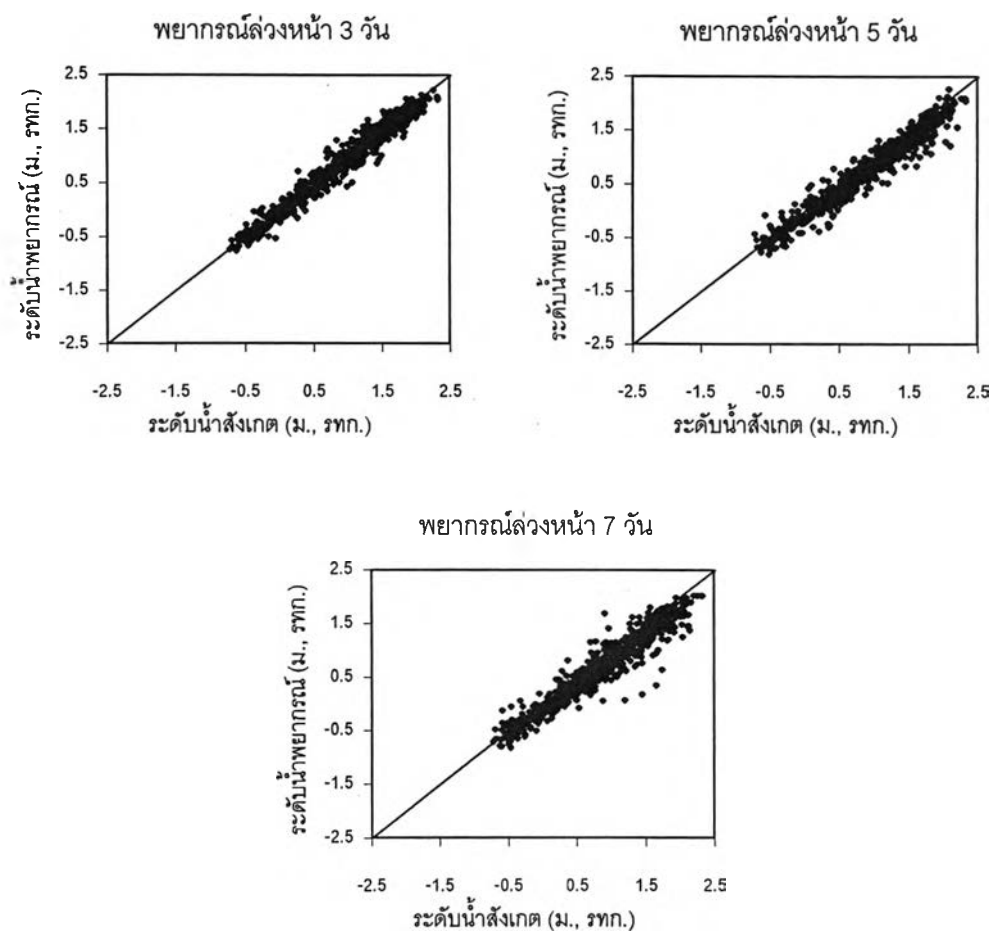
รูปที่ 5.17 การเปรียบเทียบระหว่างระดับน้ำพยากรณ์ล่วงหน้า โดยโครงข่าย
 ไบโประสาทเทียม (126-126-9) และระดับน้ำสังเกต (กรณีระดับน้ำสูง)
 ณ. สถานีป้อมพระจุล



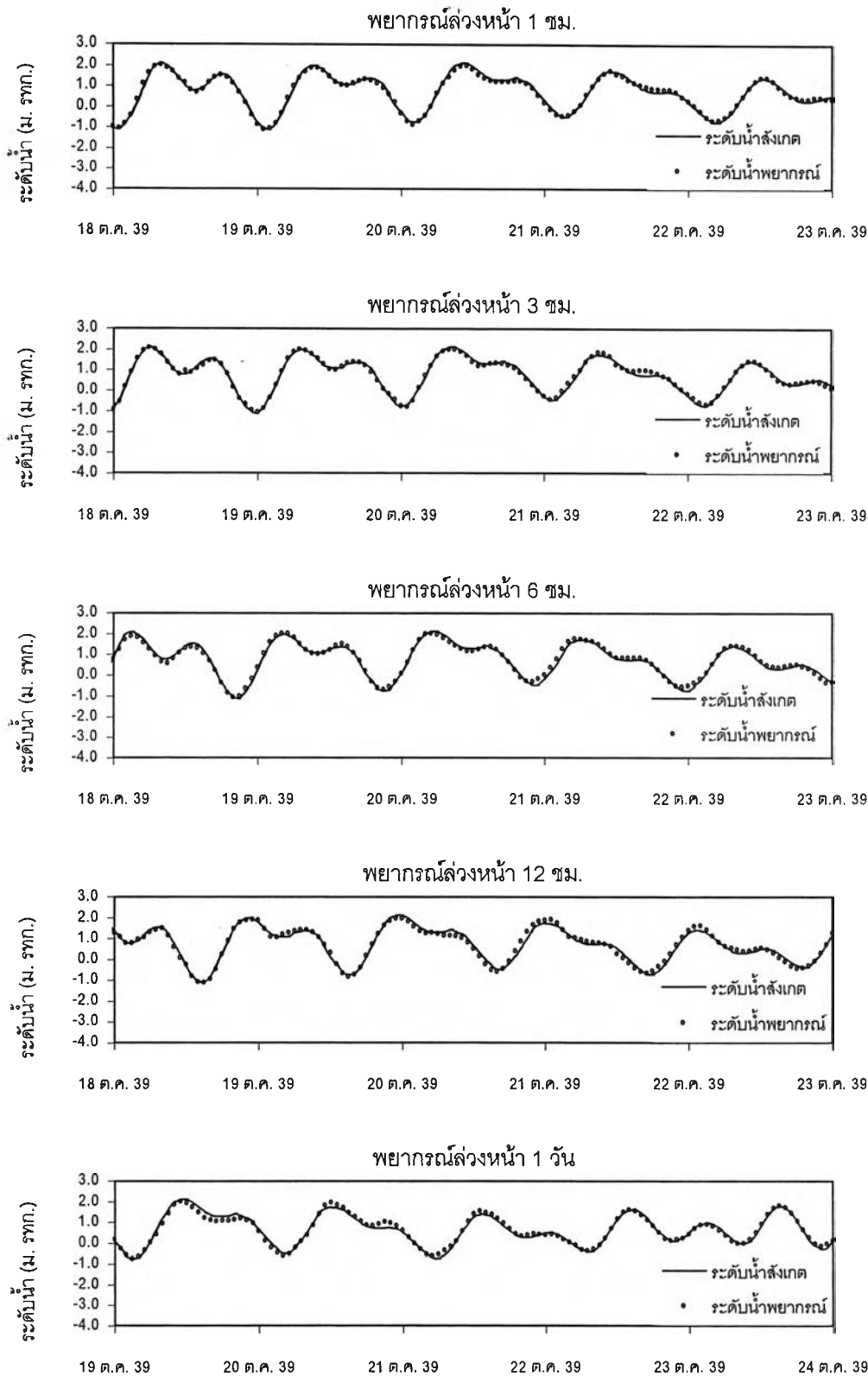
รูปที่ 5.17 การเปรียบเทียบระหว่างระดับน้ำพยากรณ์ล่วงหน้า โดยโครงข่าย
 โยประสาทเทียม (126-126-9) และระดับน้ำสังเกต (กรณีระดับน้ำสูง)
 ณ. สถานีป้อมพระจุล (ต่อ)



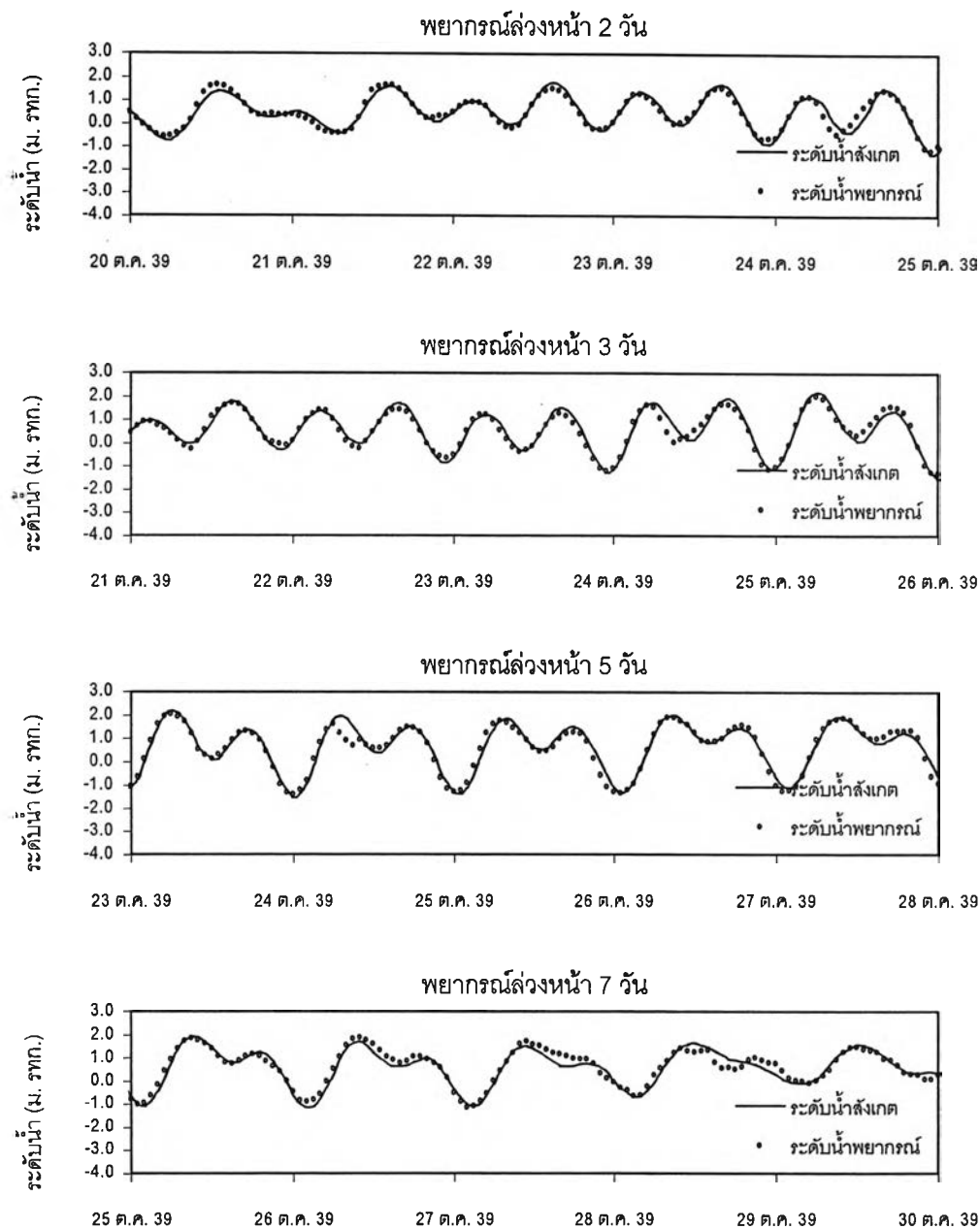
รูปที่ 5.18 การเปรียบเทียบระหว่างระดับน้ำพยากรณ์ล่องหน้าโดยโครงข่ายใยประสาทเทียม (126-126-9) และระดับน้ำสังเกต (กรณีระดับน้ำสูง) ณ. สถานีป้อมพระจุล



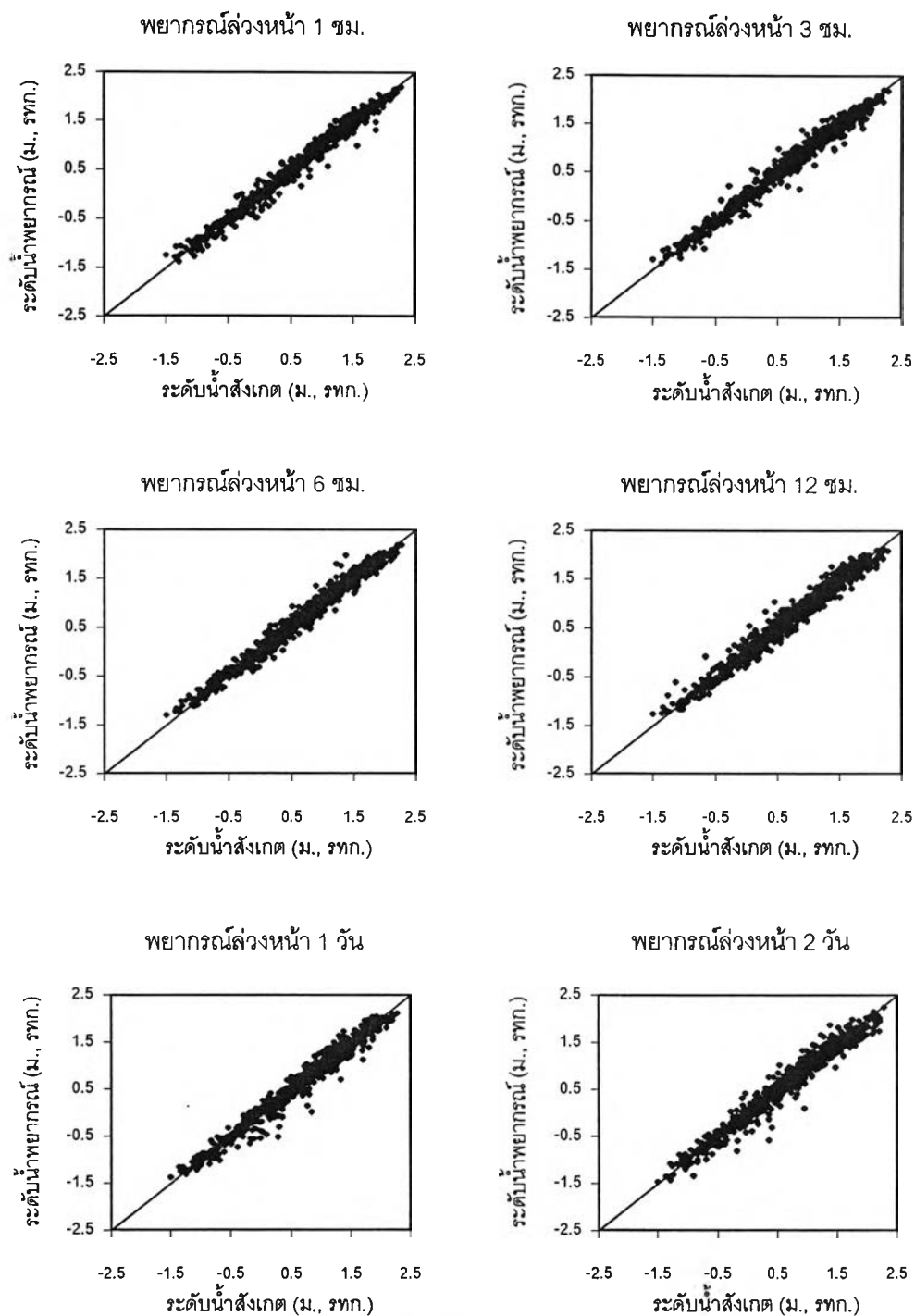
รูปที่ 5.18 การเปรียบเทียบระหว่างระดับน้ำพยากรณ์ล่วงหน้าโดยโครงข่ายใยประสาทเทียม (126-126-9) และระดับน้ำสังเกต (กรณีระดับน้ำสูง) ณ. สถานีป้อมพระจุล (ต่อ)



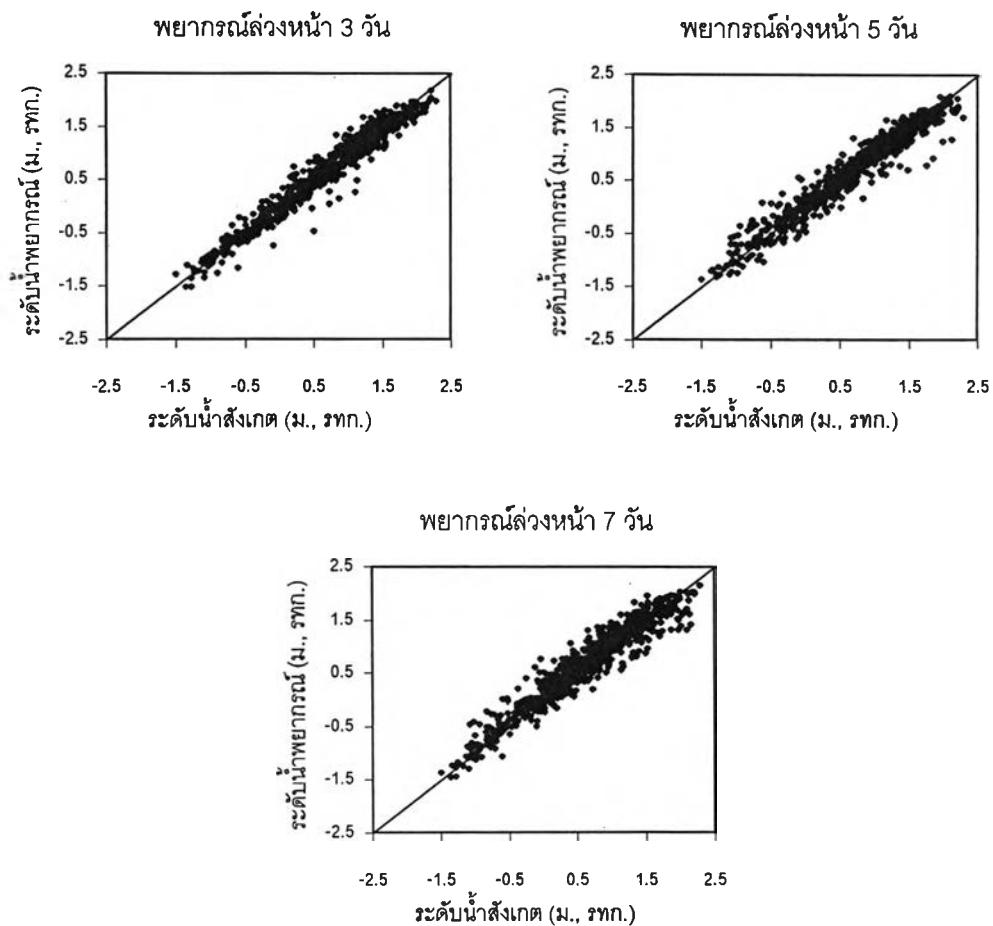
รูปที่ 5.19 การเปรียบเทียบระหว่างระดับน้ำพยากรณ์ล่องหน้า โดยโครงข่าย
 ไบประสาทเทียม (126-126-9) และระดับน้ำสังเกต (กรณีระดับน้ำสูง)
 ณ สถานีสันดอนกรุงเทพ



รูปที่ 5.19 การเปรียบเทียบระหว่างระดับน้ำพยากรณ์ล่วงหน้า โดยโครงข่าย
ใยประสาทเทียม (126-126-9) และระดับน้ำสังเกต (กรณีระดับน้ำสูง)
ณ. สถานีสินดอนกรุงเทพ (ต่อ)



รูปที่ 5.20 การเปรียบเทียบระหว่างระดับน้ำพยากรณ์ล่องหน้าโดยโครงข่ายใยประสาทเทียม (126-126-9) และระดับน้ำสังเกต (กรณีระดับน้ำสูง) ณ. สถานีต้นดอนกรุงเทพ



รูปที่ 5.20 การเปรียบเทียบระหว่างระดับน้ำพยากรณ์ล่วงหน้าโดยโครงข่ายใยประสาทเทียม (126-126-9) และระดับน้ำสังเกต (กรณีระดับน้ำสูง) ณ สถานีสันดอนกรุงเทพ (ต่อ)

ตารางที่ 5.3 สรุปผลการพยากรณ์ระดับน้ำโดยแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียม กรณีคัดเลือกตัวแปรเข้า

สถานี	ที่	กรณีศึกษา	ผลต่างระหว่างระดับน้ำสังเกตและระดับน้ำพยากรณ์ (D)					
			R ²	error	MAD	RMSE	ร้อยละของผลต่าง	
				ม.	ม.	ม.	D<10 ซม.	10<D<20 ซม.
ปากเกร็ด	1	PK-C1-1.1ถึง1.3	0.91-0.99	-0.38 - 0.27	0.02-0.08	0.02-0.09	76.1-99.9	0.1-20.4
	2	PK-C1-2.1ถึง2.3	0.73-0.97	-1.14 - 0.68	0.03-0.16	0.03-0.20	40.4-99.7	0.3-31.9
	3	PK-C1-3.1ถึง3.3	0.83-0.97	-1.02 - 0.57	0.03-0.11	0.03-0.15	53.6-99.2	0.8-32.9
สามเสน	1	SS-C1-1.1ถึง1.3	0.95-0.99	-0.50 - 0.72	0.02-0.06	0.02-0.09	81.3-99.9	0.1-15.9
	2	SS-C1-2.1ถึง2.3	0.82-0.98	-0.63 - 0.93	0.02-0.16	0.03-0.19	44.4-99.6	0.4-31.5
	3	SS-C1-3.1ถึง3.3	0.82-0.97	-0.88 - 0.95	0.03-0.16	0.03-0.19	39.6-99.6	0.5-35.3
ป้อมพระจุล	1	FC-C1-1.1ถึง1.3	0.92-0.99	-1.32 - 1.14	0.06-0.21	0.08-0.20	43.6-81.9	15.2-35.5
	2	FC-C1-2.1ถึง2.3	0.81-0.97	-2.63 - 1.15	0.10-0.24	0.13-0.33	28.0-58.8	25.2-32.3
	3	FC-C1-3.1ถึง3.3	0.80-0.99	-2.56 - 1.47	0.07-0.25	0.08-0.34	25.2-77.6	20.7-34.8
สันดอน กรุงเทพ	1	BT-C1-1.1ถึง1.3	0.93-0.99	-0.99 - 1.11	0.07-0.19	0.10-0.22	28.4-77.9	17.9-32.4
	2	BT-C1-2.1ถึง2.3	0.77-0.97	-1.34 - 1.38	0.10-0.31	0.14-0.38	18.9-58.7	18.9-46.0
	3	BT-C1-3.1ถึง3.3	0.82-0.96	-1.55 - 1.58	0.12-0.35	0.16-0.39	17.1-53.7	16.3-32.9

5.1.2 กรณีคัดเลือกตัวแปรออก (C2)

สถานีปากเกร็ด (PK)

กรณีศึกษา PK-C2-1.1, PK-C2-1.2 และ PK-C2-1.3 : ทำการคัดเลือกตัวแปรออกสำหรับการพยากรณ์ระดับน้ำที่สถานีปากเกร็ดโดยโครงข่ายประสาทเทียมมีโครงสร้าง 139-139-9 จำนวน 1 แบบจำลองในช่วงระดับน้ำสูง ระดับน้ำปานกลาง และระดับน้ำต่ำตามลำดับ

กรณีศึกษา PK-C2-2.1, PK-C2-2.2 และ PK-C2-2.3 : ทำการคัดเลือกตัวแปรออกสำหรับการพยากรณ์ระดับน้ำที่สถานีปากเกร็ดโดยโครงข่ายประสาทเทียมมีโครงสร้าง 139-139-1 จำนวน 9 แบบจำลอง ในช่วงเวลาเดียวกับกรณีศึกษา PK-C2-1.1 และ PK-C2-1.3

สถานีสามเสน (SS)

กรณีศึกษา SS-C2-1.1, SS-C2-1.2 และ SS-C2-1.3 : ทำการคัดเลือกตัวแปรออกสำหรับการพยากรณ์ระดับน้ำที่สถานีสามเสนโดยโครงข่ายประสาทเทียมมีโครงสร้าง 126-126-9 จำนวน 1 แบบจำลองในช่วงระดับน้ำสูง ระดับน้ำปานกลาง และระดับน้ำต่ำตามลำดับ

กรณีศึกษา SS-C2-2.1, SS-C2-2.2 และ SS-C2-2.3 : ทำการคัดเลือกตัวแปรออกสำหรับการพยากรณ์ระดับน้ำที่สถานีสามเสนโดยโครงข่ายไฮดรอสตาทิกที่มีโครงสร้าง 126-126-1 จำนวน 9 แบบจำลอง ในช่วงเวลาเดียวกับกรณีศึกษา SS-C2-1.1 และ SS-C2-1.3

สถานีป้อมพระจุล (FC)

กรณีศึกษา ศึกษา FC-C2-1.1, FC-C2-1.2 และ FC-C2-1.3, กรณีศึกษา FC-C2-2.1, FC-C2-2.2 และ FC-C2-2.3: การพยากรณ์ระดับน้ำที่สถานีป้อมพระจุลโดยโครงข่ายไฮดรอสตาทิกที่มีโครงสร้างและช่วงเวลาเดียวกันกับสถานีสามเสน

สถานีสันดอนกรุงเทพ (BT)

กรณีศึกษา ศึกษา BT-C2-1.1, BT-C2-1.2 และ BT-C2-1.3, กรณีศึกษา BT-C2-2.1, BT-C2-2.2 และ BT-C2-2.3: การพยากรณ์ระดับน้ำที่สถานีสันดอนกรุงเทพโดยโครงข่ายไฮดรอสตาทิกที่มีโครงสร้างและช่วงเวลาเดียวกันกับสถานีสามเสน

รายละเอียดของแต่ละกรณีศึกษาแสดงดังตารางที่ 5.4 สามารถเขียนให้อยู่ในรูปของความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรเข้าและตัวแปรออกดังตารางที่ 5.5 และมีโครงสร้างของแบบจำลองดังรูปที่ 5.21 - 5.24 ตามลำดับ ผลการทดสอบถูกแสดงในภาคผนวก ก. และดังรูปที่ 5.25-5.32

ผลของการพยากรณ์ค่าระดับน้ำล่วงหน้า 1, 3, 6, 12, 24 ชม. และ 2, 3, 5, 7 วัน ของสถานีปากเกร็ด สถานีสามเสน สถานีป้อมพระจุล และสถานีสันดอนกรุงเทพ โดยพิจารณาผลของตัวแปรออก คือชุดตัวแปรออก 9 ตัว ซึ่งหมายความว่าทำการพยากรณ์ระดับน้ำล่วงหน้า 1, 3, 6, 12, 24 ชม. และ 2, 3, 5, 7 วัน ใน 1 แบบจำลอง และชุดตัวแปรออก 1 ตัว ซึ่งหมายความว่าทำการพยากรณ์ระดับน้ำล่วงหน้าทีละตัวเช่นพยากรณ์ล่วงหน้า 1 ชม. คิดเป็น 1 แบบจำลอง พยากรณ์ล่วงหน้า 3 ชม. คิดเป็นอีก 1 แบบจำลอง ในกรณีพยากรณ์ล่วงหน้า 6, 12, 24 ชม. และ 2, 3, 5, 7 วัน ก็พิจารณาในลักษณะเดียวกัน รวมทั้งสิ้น 9 แบบจำลอง ผลการพยากรณ์ในแต่ละกรณีถูกแสดงในภาคผนวก ก. และทำการสรุปเปรียบเทียบผลดังตารางที่ 5.6 และรูปที่ 5.25 - 5.32 พบว่า

1. สำหรับทุกสถานี กรณีชุดตัวแปรออก 9 และ 1 ตัว มีค่าความผิดพลาด (R²) = 0.91-0.99 ซึ่งใกล้เคียงกันทั้ง 4 สถานี
2. เมื่อเปรียบเทียบค่าผลต่าง (error) พบว่า กรณีชุดตัวแปรออก 9 ตัว ผลการพยากรณ์ที่สถานีปากเกร็ด สถานีสามเสน สถานีป้อมพระจุล และสถานีสันดอนกรุงเทพมีค่าผลต่าง -0.38 ถึง 0.27 ม., -0.50 ถึง 0.72 ม. , -1.32 ถึง 1.14 ม. และ -0.99 ถึง 1.11 ม. ตามลำดับ ซึ่งเป็นแบบจำลองตัวเดียวกับแบบจำลองที่คัดเลือกในกรณีตัวแปรเข้า โดยเมื่อเปรียบเทียบค่าผลต่างระหว่างกรณีชุดตัวแปรออก 9 ตัว และ 1 ตัว ผลการพยากรณ์

ตารางที่ 5.4 รายละเอียดของกรณีศึกษา กรณีคัดเลือกตัวแปรออก

ที่	กรณีศึกษา	โครงสร้าง	ระดับน้ำ	ตัวแปรเข้า				ตัวแปรออก	ค่า โมเมนต์	อัตรา การเรียนรู้
				ระดับน้ำสังเกต			ความลึกฝน			
				ขอบเขตบน	ขอบเขตล่าง	สถานีใกล้เคียง	สถานีฝน			
1	PK-C2-1.1	139-139-9	สูง	บางไทร	สันดอนกรุงเทพ	สามเสน, ป้อมพระจุล	32022, 32032, 32072	ปากเกร็ด	0.8	0.01
2	PK-C2-1.2		ปานกลาง							
3	PK-C2-1.3		ต่ำ							
4	PK-C2-2.1	139-139-1	สูง	บางไทร	สันดอนกรุงเทพ	สามเสน, ป้อมพระจุล	32022, 32032, 32072	ปากเกร็ด	0.8	0.01
5	PK-C2-2.2		ปานกลาง							
6	PK-C2-2.3		ต่ำ							
7	SS-C2-1.1	126-126-9	สูง	บางไทร	สันดอนกรุงเทพ	ปากเกร็ด, ป้อมพระจุล	31012, 31042	สามเสน	0.8	0.01
8	SS-C2-1.2		ปานกลาง							
9	SS-C2-1.3		ต่ำ							
10	SS-C2-2.1	126-126-1	สูง	บางไทร	สันดอนกรุงเทพ	ปากเกร็ด, ป้อมพระจุล	31012, 31042	สามเสน	0.8	0.01
11	SS-C2-2.2		ปานกลาง							
12	SS-C2-2.3		ต่ำ							
13	FC-C2-1.1	126-126-9	สูง	บางไทร	สันดอนกรุงเทพ	ปากเกร็ด, สามเสน	41013, 41192	ป้อมพระจุล	0.8	0.01
14	FC-C2-1.2		ปานกลาง							
15	FC-C2-1.3		ต่ำ							
16	FC-C2-2.1	126-126-1	สูง	บางไทร	สันดอนกรุงเทพ	ปากเกร็ด, สามเสน	41013, 41192	ป้อมพระจุล	0.8	0.01
17	FC-C2-2.2		ปานกลาง							
18	FC-C2-2.3		ต่ำ							

ตารางที่ 5.4 รายละเอียดของกรณีศึกษา กรณีคัดเลือกตัวแปรออก (ต่อ)

ที่	กรณีศึกษา	โครงสร้าง	ระดับน้ำ	ตัวแปรเข้า				ตัวแปรออก	ค่า โมเมนต์	อัตรา การเรียนรู้
				ระดับน้ำสังเกต			ความลึกฝน	ระดับน้ำ พยากรณ์		
				ขอบเขตบน	ขอบเขตล่าง	สถานีใกล้เคียง	สถานีฝน			
19	BT-C2-1.1	126-126-9	สูง	บางไทร	-	ปากเกร็ด, สามเสน, ป้อมพระจุล	41013, 41192	สันดอนกรุงเทพ	0.8	0.01
20	BT-C2-1.2		ปานกลาง							
21	BT-C2-1.3		ต่ำ							
22	BT-C2-2.1	126-126-1	สูง	บางไทร	-	ปากเกร็ด, สามเสน, ป้อมพระจุล	41013, 41192	สันดอนกรุงเทพ	0.8	0.01
23	BT-C2-2.2		ปานกลาง							
24	BT-C2-2.3		ต่ำ							

ตารางที่ 5.5 ความสัมพันธ์ระหว่างชุดตัวแปรเข้า-ตัวแปรออก กรณีคัดเลือกชุดตัวแปรออกของแบบจำลอง

ที่	กรณีศึกษา	โครงสร้าง	ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรเข้า-ตัวแปรออก
1	PK-C2-1.1		$P'(t+1h), P'(t+3h), P'(t+6h), P'(t+12h), P'(t+24h), P'(t+2d), P'(t+3d), P'(t+5d), P'(t+7d)$
2	PK-C2-1.2	139-139-9	$= f[B(t), B(t-1), B(t-2), \dots, B(t-24), S(t), S(t-1), S(t-2), \dots, S(t-24), F(t), F(t-1), F(t-2), \dots, F(t-24), T(t), T(t-1), T(t-2), \dots, T(t-24),$
3	PK-C2-1.3		$R1(t), R1(t-1), R1(t-2), \dots, R1(t-12), R2(t), R2(t-1), R2(t-2), \dots, R2(t-12), R3(t), R3(t-1), R3(t-2), \dots, R3(t-12)]$
4	PK-C2-2.1		$P'(t+1h), P'(t+3h), P'(t+6h), P'(t+12h), P'(t+24h), P'(t+2d), P'(t+3d), P'(t+5d), P'(t+7d)$
5	PK-C2-2.2	139-139-1	$= f[B(t), B(t-1), B(t-2), \dots, B(t-24), S(t), S(t-1), S(t-2), \dots, S(t-24), F(t), F(t-1), F(t-2), \dots, F(t-24), T(t), T(t-1), T(t-2), \dots, T(t-24),$
6	PK-C2-2.3	9 โมเดล	$R1(t), R1(t-1), R1(t-2), \dots, R1(t-12), R2(t), R2(t-1), R2(t-2), \dots, R2(t-12), R3(t), R3(t-1), R3(t-2), \dots, R3(t-12)]$
7	SS-C2-1.1		$S'(t+1h), S'(t+3h), S'(t+6h), S'(t+12h), S'(t+24h), S'(t+2d), S'(t+3d), S'(t+5d), S'(t+7d)$
8	SS-C2-1.2	126-126-9	$= f[B(t), B(t-1), B(t-2), \dots, B(t-24), P(t), P(t-1), P(t-2), \dots, P(t-24), F(t), F(t-1), F(t-2), \dots, F(t-24), T(t), T(t-1), T(t-2), \dots, T(t-24),$
9	SS-C2-1.3		$R4(t), R4(t-1), R4(t-2), \dots, R4(t-12), R5(t), R5(t-1), R5(t-2), \dots, R5(t-12)$
10	SS-C2-2.1		$S'(t+1h), S'(t+3h), S'(t+6h), S'(t+12h), S'(t+24h), S'(t+2d), S'(t+3d), S'(t+5d), S'(t+7d)$
11	SS-C2-2.2	126-126-1	$= f[B(t), B(t-1), B(t-2), \dots, B(t-24), P(t), P(t-1), P(t-2), \dots, P(t-24), F(t), F(t-1), F(t-2), \dots, F(t-24), T(t), T(t-1), T(t-2), \dots, T(t-24),$
12	SS-C2-2.3	9 โมเดล	$R4(t), R4(t-1), R4(t-2), \dots, R4(t-12), R5(t), R5(t-1), R5(t-2), \dots, R5(t-12)$
13	FC-C2-1.1		$F'(t+1h), F'(t+3h), F'(t+6h), F'(t+12h), F'(t+24h), F'(t+2d), F'(t+3d), F'(t+5d), F'(t+7d)$
14	FC-C2-1.2	126-126-9	$= f[B(t), B(t-1), B(t-2), \dots, B(t-24), P(t), P(t-1), P(t-2), \dots, P(t-24), S(t), S(t-1), S(t-2), \dots, S(t-24), T(t), T(t-1), T(t-2), \dots, T(t-24),$
15	FC-C2-1.3		$R6(t), R6(t-1), R6(t-2), \dots, R6(t-12), R7(t), R7(t-1), R7(t-2), \dots, R7(t-12)$
16	FC-C2-2.1		$F'(t+1h), F'(t+3h), F'(t+6h), F'(t+12h), F'(t+24h), F'(t+2d), F'(t+3d), F'(t+5d), F'(t+7d)$
17	FC-C2-2.2	126-126-1	$= f[B(t), B(t-1), B(t-2), \dots, B(t-24), P(t), P(t-1), P(t-2), \dots, P(t-24), S(t), S(t-1), S(t-2), \dots, S(t-24), T(t), T(t-1), T(t-2), \dots, T(t-24),$
18	FC-C2-2.3	9 โมเดล	$R6(t), R6(t-1), R6(t-2), \dots, R6(t-12), R7(t), R7(t-1), R7(t-2), \dots, R7(t-12)$

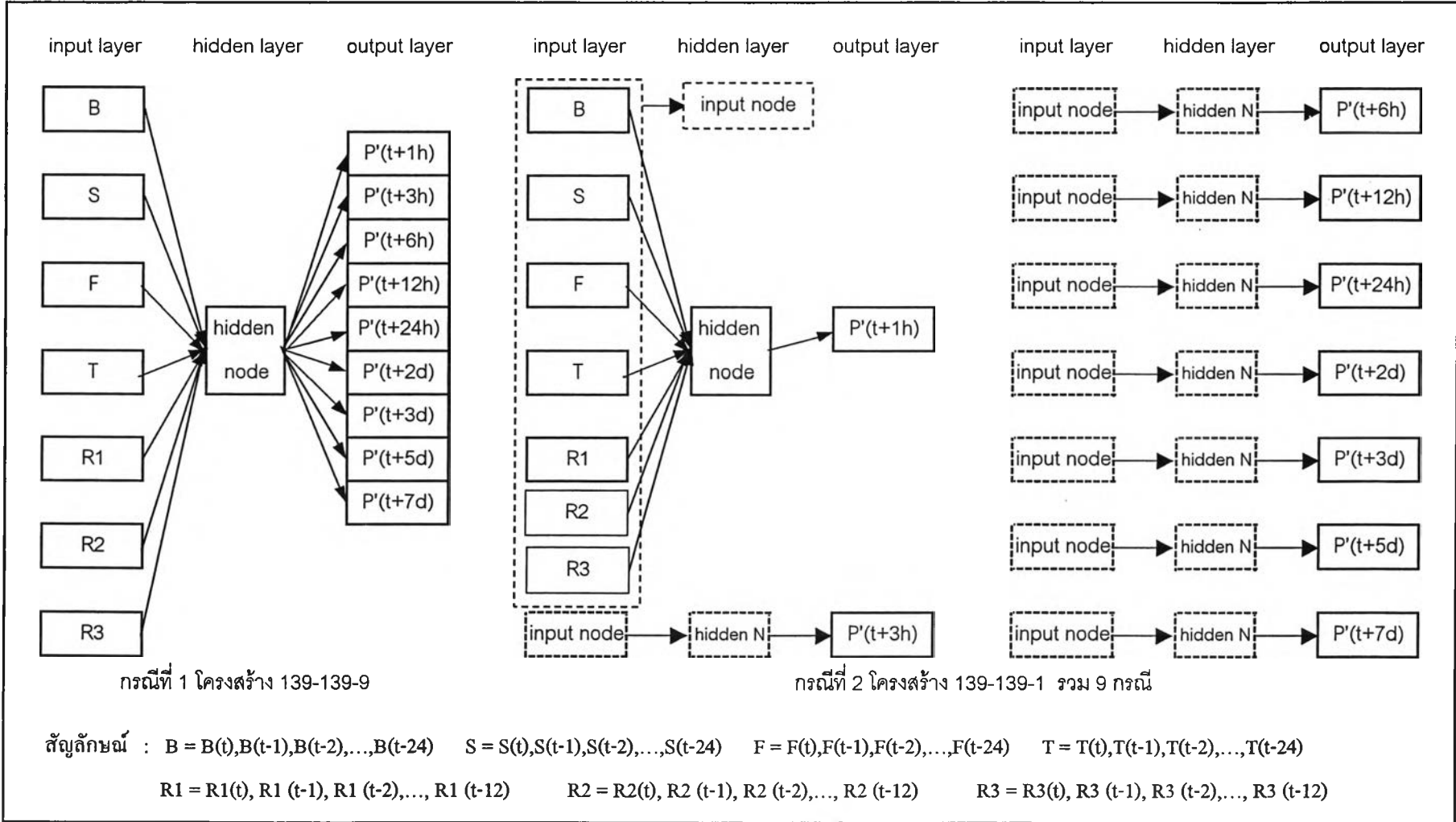
ตารางที่ 5.5 ความสัมพันธ์ระหว่างชุดตัวแปรเข้า-ตัวแปรออก กรณีคัดเลือกชุดตัวแปรออกของแบบจำลอง (ต่อ)

ที่	กรณีศึกษา	โครงสร้าง	ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรเข้า-ตัวแปรออก
19	BT-C2-1.1		$T'(t+1h), T'(t+3h), T'(t+6h), T'(t+12h), T'(t+24h), T'(t+2d), T'(t+3d), T'(t+5d), T'(t+7d)$
20	BT-C2-1.2	126-126-9	$= f[B(t), B(t-1), B(t-2), \dots, B(t-24), P(t), P(t-1), P(t-2), \dots, P(t-24), S(t), S(t-1), S(t-2), \dots, S(t-24), F(t), F(t-1), F(t-2), \dots, F(t-24),$
21	BT-C2-1.3		$R6(t), R6(t-1), R6(t-2), \dots, R6(t-12), R7(t), R7(t-1), R7(t-2), \dots, R7(t-12)$
22	BT-C2-2.1		$T'(t+1h), T'(t+3h), T'(t+6h), T'(t+12h), T'(t+24h), T'(t+2d), T'(t+3d), T'(t+5d), T'(t+7d)$
23	BT-C2-2.2	126-126-1	$= f[B(t), B(t-1), B(t-2), \dots, B(t-24), P(t), P(t-1), P(t-2), \dots, P(t-24), S(t), S(t-1), S(t-2), \dots, S(t-24), F(t), F(t-1), F(t-2), \dots, F(t-24),$
24	BT-C2-2.3	9 โมเดล	$R6(t), R6(t-1), R6(t-2), \dots, R6(t-12), R7(t), R7(t-1), R7(t-2), \dots, R7(t-12)$

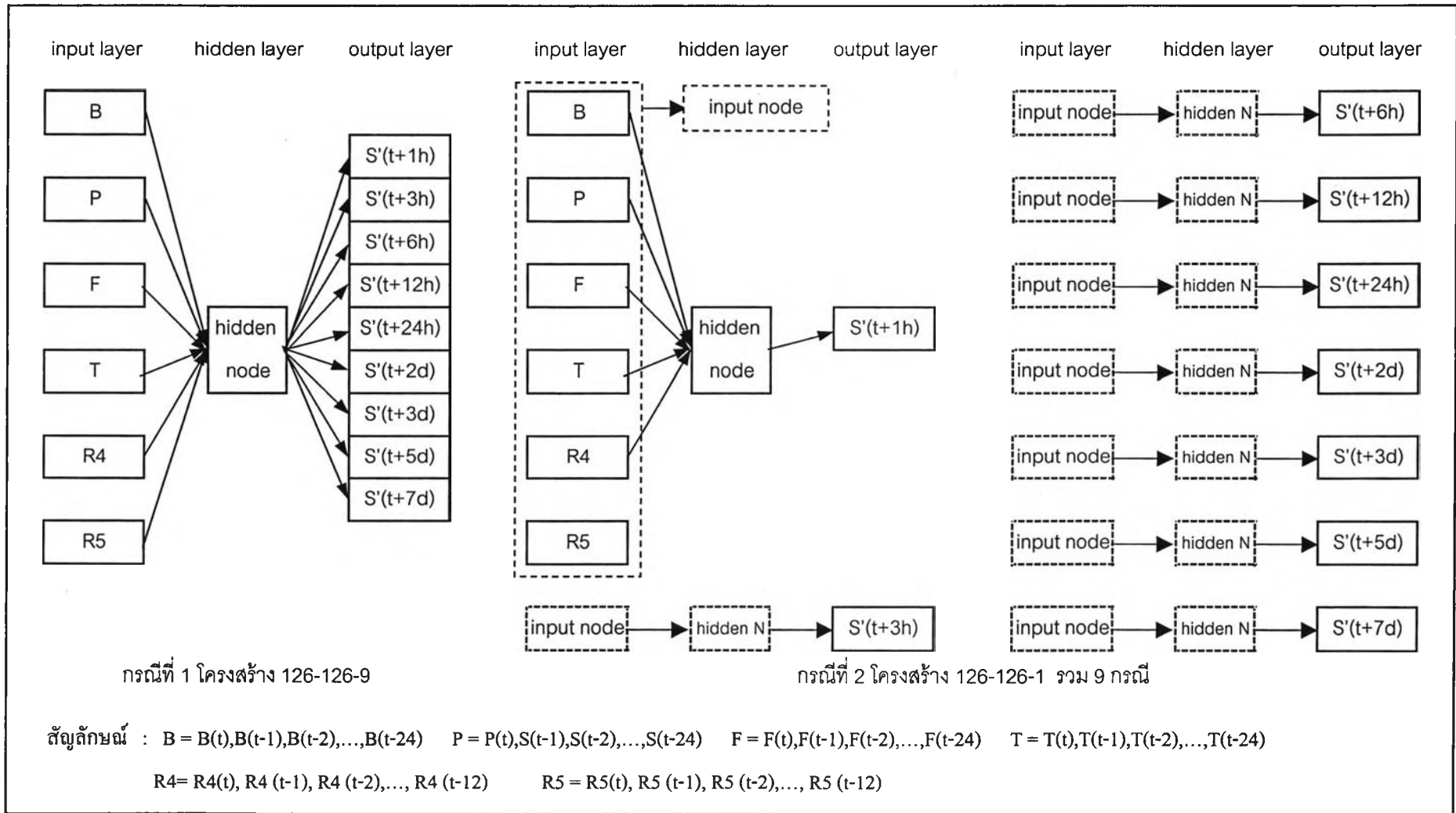
- ทั้ง 4 สถานีมีค่าใกล้เคียงกัน โดยแตกต่างกันเพียง 0.02 ม. สำหรับค่าผลต่างต่ำสุด และ 0.09 ม. สำหรับค่าผลต่างสูงสุด
- เมื่อเปรียบเทียบค่าคลาดเคลื่อนเฉลี่ยสัมบูรณ์ (MAD) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าคลาดเคลื่อน (RMSE) พบว่า เมื่อเปรียบเทียบระหว่างกรณีชุดตัวแปรออก 9 ตัว และ 1 ตัว ผลการพยากรณ์ทั้ง 4 สถานีมีค่า MAD และ RMSE ใกล้เคียงกัน โดยแตกต่างกันเพียง 0.01-0.03 ม.
 - สำหรับช่วงของผลต่างของทั้ง 4 สถานี พบว่า ผลการพยากรณ์กรณีชุดตัวแปรออก 9 และ 1 ตัวมีค่าใกล้เคียงกันทั้ง 4 สถานี
 - เมื่อทำการเปรียบเทียบกรณีชุดตัวแปรออกจะพบว่า ผลการพยากรณ์กรณีชุดตัวแปรออก 9 ตัวและ 1 ตัว ให้ผลการพยากรณ์ที่ใกล้เคียงกันแต่สำหรับเวลาที่ใช้ในการเรียนรู้และการพยากรณ์นั้น ชุดตัวแปรออก 1 ตัวใช้เวลามากกว่า ชุดตัวแปรออก 9 ตัว ถึง 9 เท่าเนื่องจากต้องใช้ถึง 9 แบบจำลองเพื่อพยากรณ์ล่วงหน้า 1, 3, 6, 12, 24 ชม. และ 2, 3, 5, 7 วัน ในขณะที่ชุดตัวแปรออก 1 ตัวใช้เพียง 1 แบบจำลองเท่านั้น
 - จากการทดสอบแบบจำลองกรณีคัดเลือกตัวแปรเข้าพบว่า กรณีชุดตัวแปรออก 9 ตัวจะให้ผลการพยากรณ์ที่ดีที่สุดทั้งในช่วงระดับน้ำสูง กลาง และต่ำ โดยชุดตัวแปรเข้าชุดนี้เป็นแบบจำลองตัวเดียวกับแบบจำลองที่คัดเลือกในกรณีตัวแปรเข้า ซึ่งจะถูกนำไปใช้ในการคัดเลือกโครงสร้างและค่าตัวแปรอื่นต่อไป

ตารางที่ 5.6 สรุปผลการพยากรณ์ระดับน้ำโดยแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียม กรณีคัดเลือกตัวแปรออก

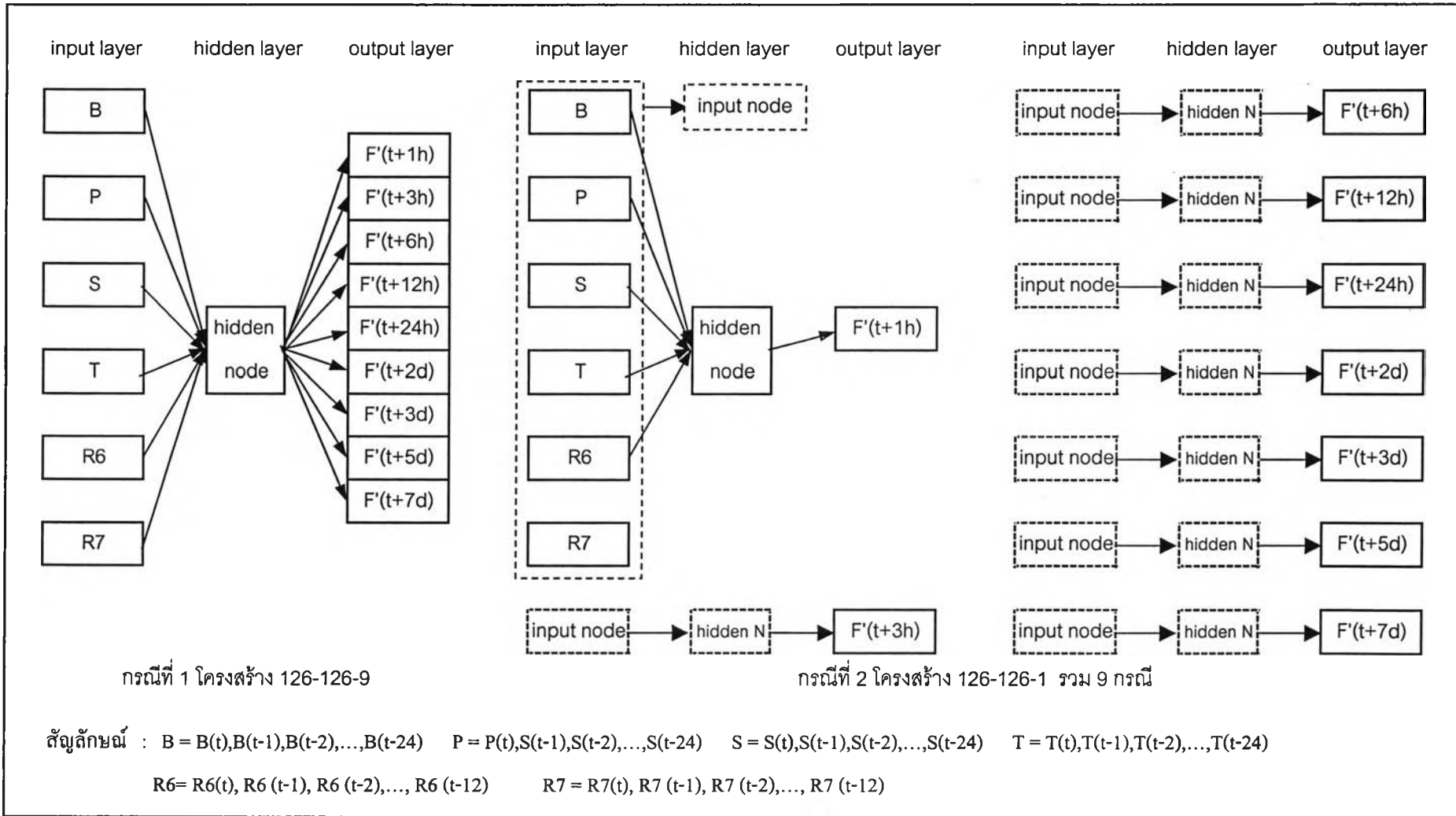
สถานี	ที่	กรณีศึกษา	ผลต่างระหว่างระดับน้ำสังเกตและระดับน้ำพยากรณ์ (D)					
			R ²	error	MAD	RMSE	ร้อยละของผลต่าง	
							ม.	ม.
ปากเกร็ด	1	PK-C2-1.1ถึง1.3	0.91-0.99	-0.38 - 0.27	0.02-0.08	0.02-0.09	76.1-98.9	0.1-20.4
	2	PK-C2-2.1ถึง2.3	0.95-0.99	-0.40 - 0.36	0.04-0.08	0.02-0.09	70.3-99.9	0.1-24.1
สามเสน	1	SS-C2-1.1ถึง1.3	0.95-0.99	-0.50 - 0.72	0.02-0.06	0.02-0.09	81.3-99.9	0.1-15.9
	2	SS-C2-2.1ถึง2.3	0.94-0.99	-0.56 - 0.68	0.01-0.08	0.02-0.10	68.3-99.9	0.1-26.7
ป้อมพระจุล	1	FC-C2-1.1ถึง1.3	0.92-0.99	-1.32 - 1.14	0.06-0.21	0.08-0.20	43.6-81.9	15.2-35.5
	2	FC-C2-2.1ถึง2.3	0.92-0.99	-1.41 - 1.20	0.06-0.21	0.08-0.21	40.1-80.0	16.3-37.8
สันดอน กรุงเทพ	1	BT-C2-1.1ถึง1.3	0.93-0.99	-0.99 - 1.11	0.07-0.19	0.10-0.22	28.4-77.9	17.9-32.4
	2	BT-C2-2.1ถึง2.3	0.93-0.99	-1.04 - 1.20	0.07-0.19	0.10-0.19	26.5-75.2	19.4-35.6



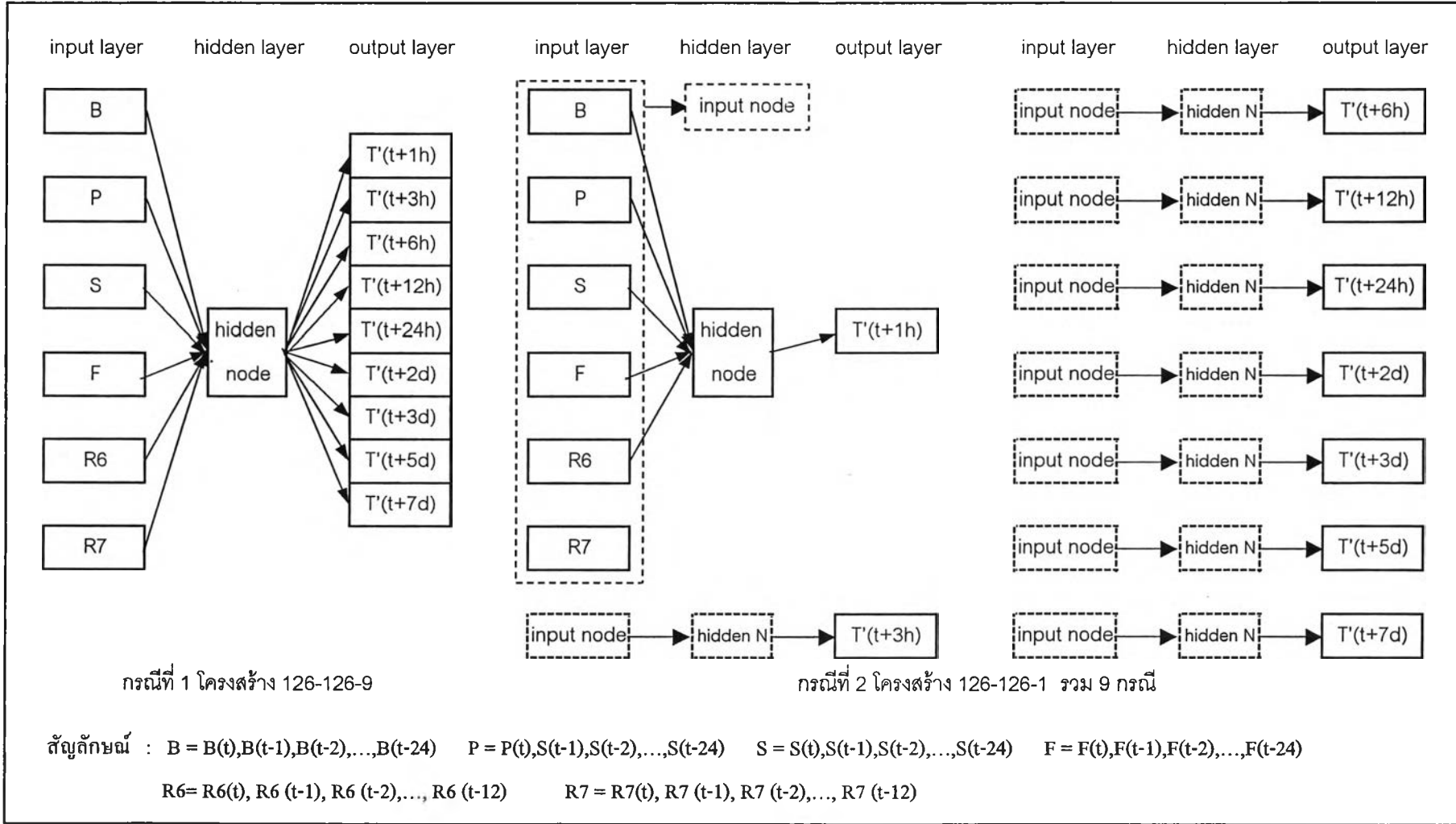
รูปที่ 5.21 โครงสร้างของแบบจำลองโครงข่ายพหุคูณเพื่อการพยากรณ์ระดับนํารายชั่วโมง ณ สถานีปากเกร็ด กรณีคัดเลือกตัวแปรออก



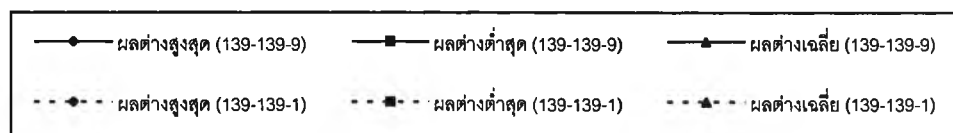
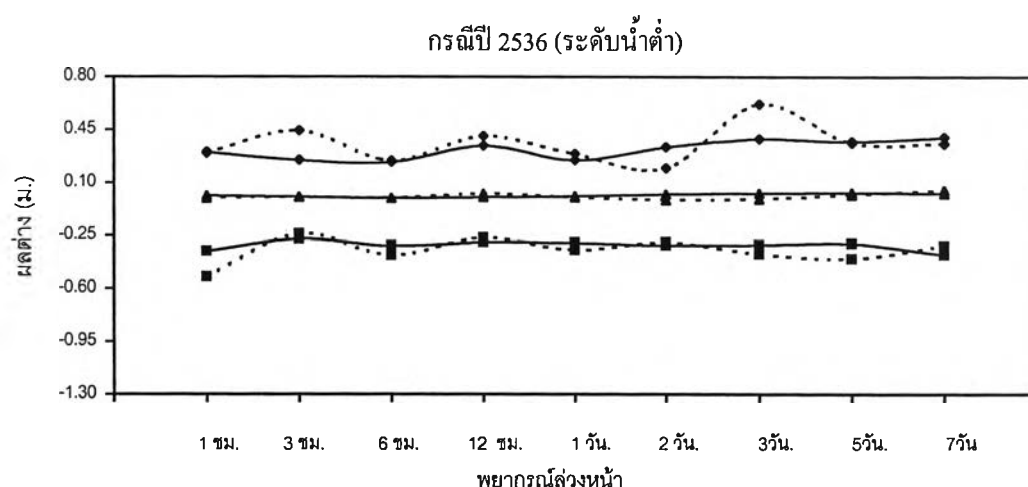
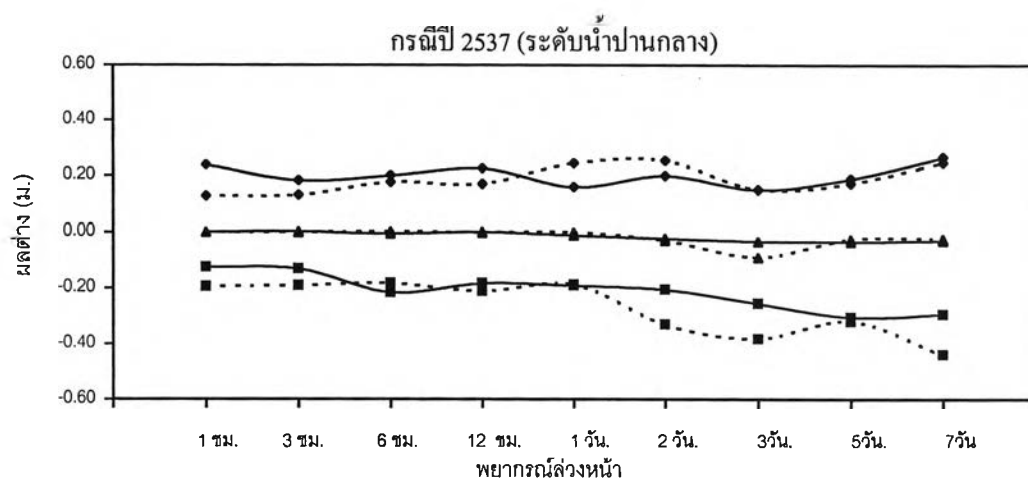
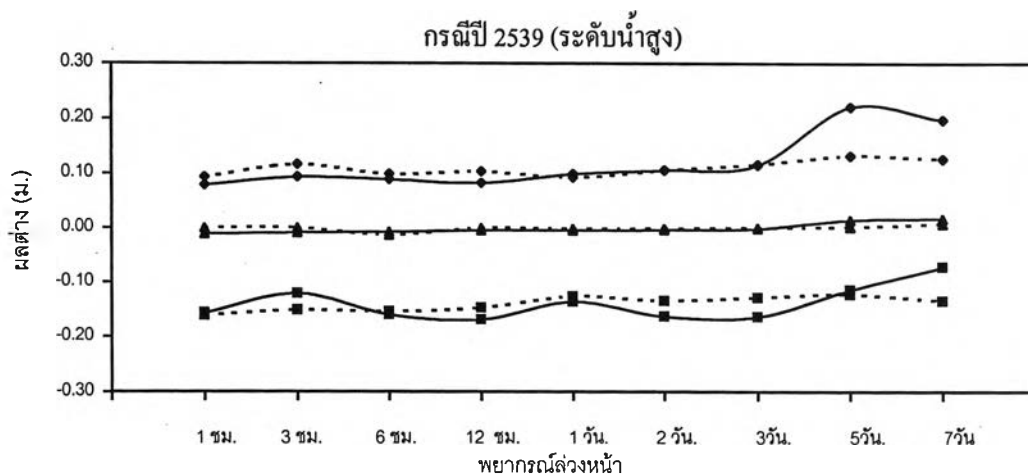
รูปที่ 5.22 โครงสร้างของแบบจำลองโครงข่ายพหุคูณเพื่อการพยากรณ์ระดับน้ำรายชั่วโมง ณ สถานีสามเสน กรณีคัดเลือกตัวแปรออก



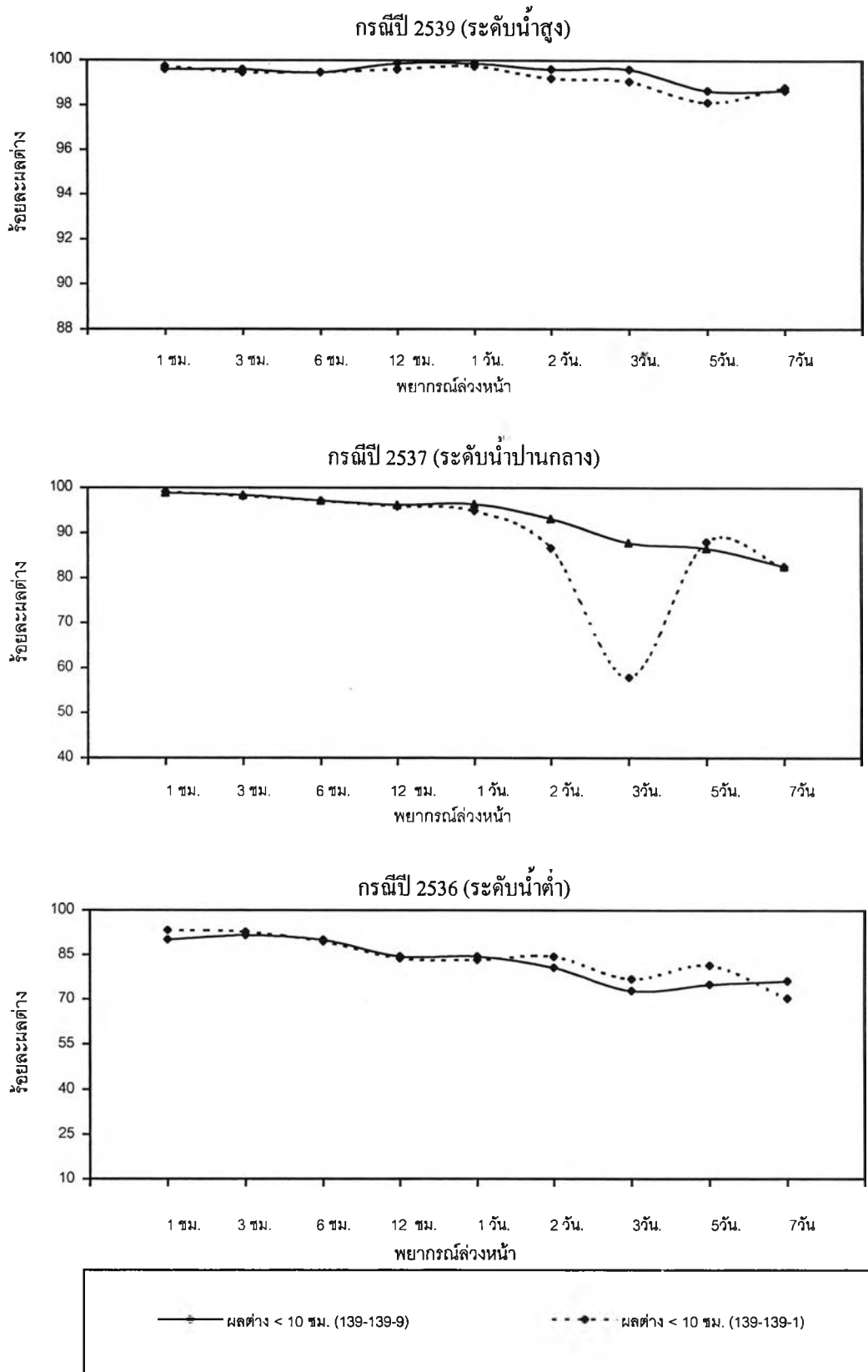
รูปที่ 5.23 โครงสร้างของแบบจำลองโครงข่ายพารามิเตอร์สำหรับการพยากรณ์ระดับน้ำรายชั่วโมง ณ สถานีป้อมพระจุล กรณีคัดเลือกว่าแปรออก



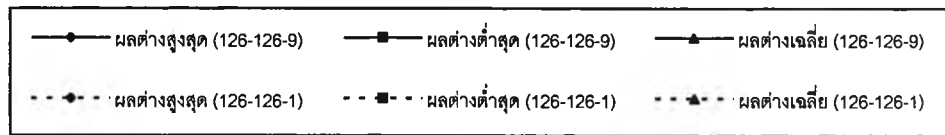
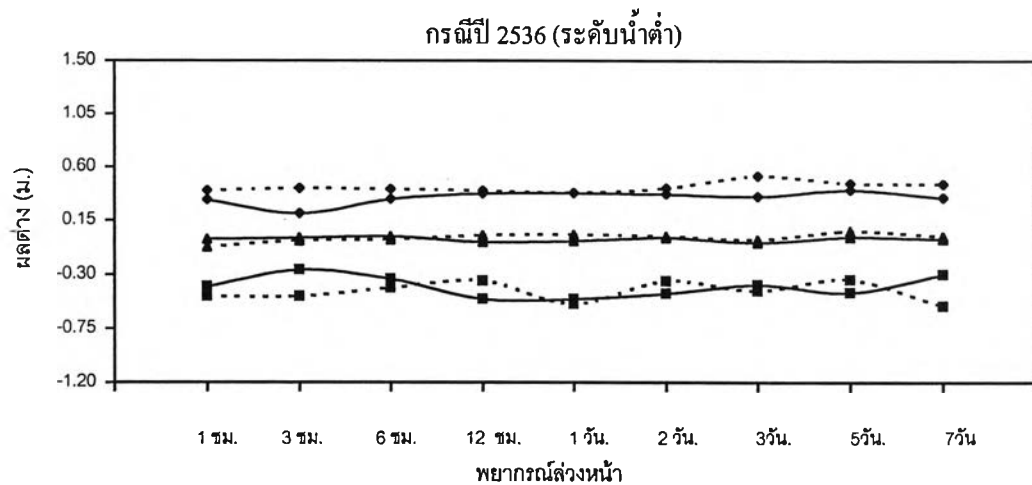
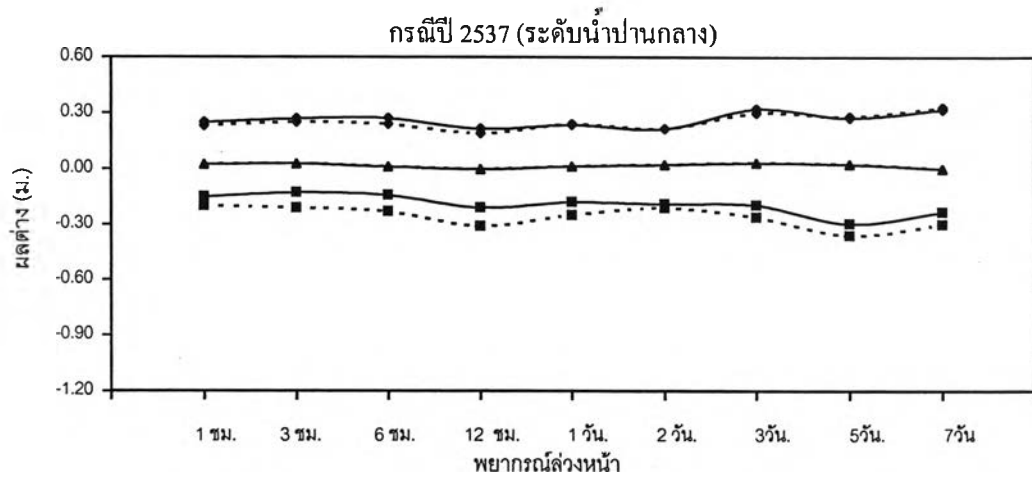
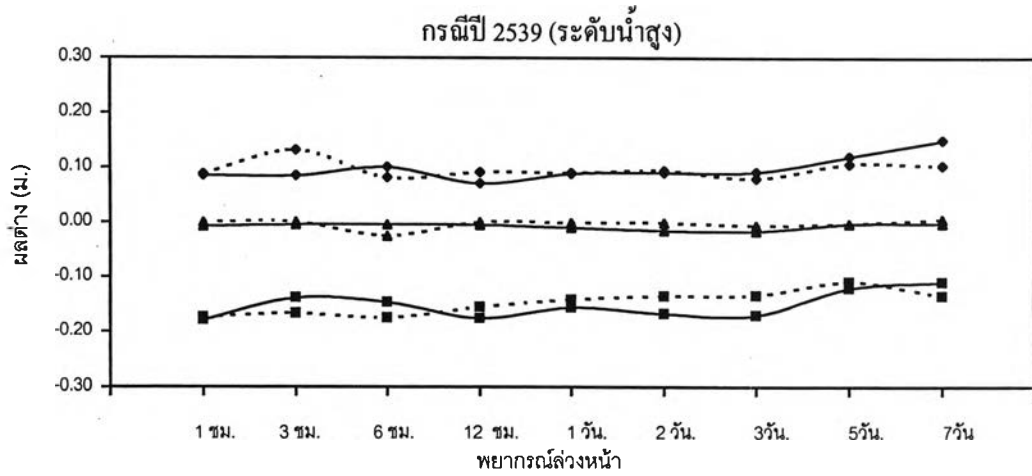
รูปที่ 5.24 โครงสร้างของแบบจำลองโครงข่ายพหุคูณเพื่อการพยากรณ์ระดับน้ำรายชั่วโมง ณ สถานีสูบน้ำคลองบางหลวง กรุงเทพมหานคร กรณีคัดเลือกตัวแปรออก



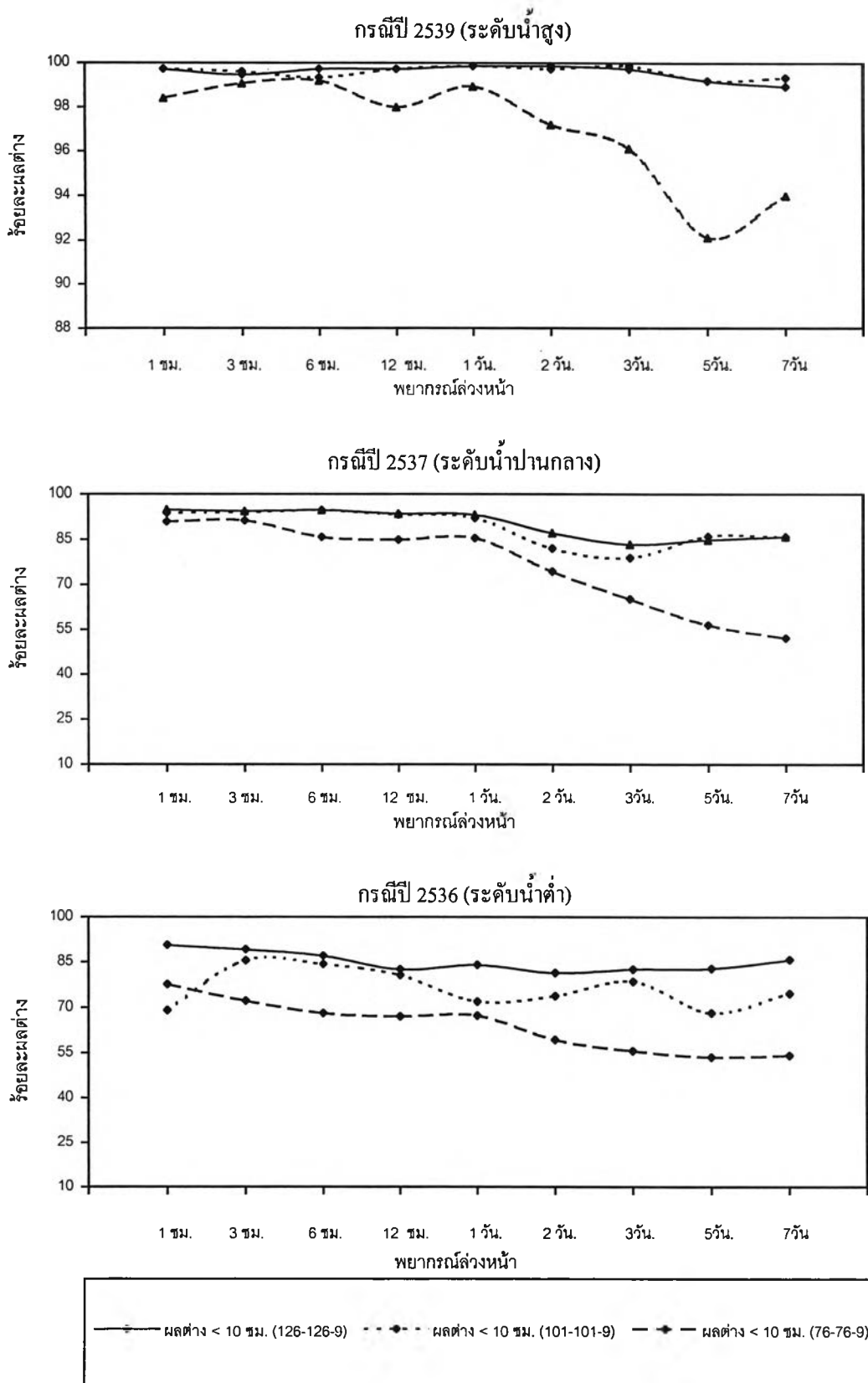
รูปที่ 5.25 ค่าสูงสุด ค่าเฉลี่ย และค่าต่ำสุดของผลต่างระหว่างค่าระดับน้ำสังเกตและค่าพยากรณ์ โดยแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียม ณ. สถานีปากเกร็ด กรณีคัดเลือกตัวแปรออก



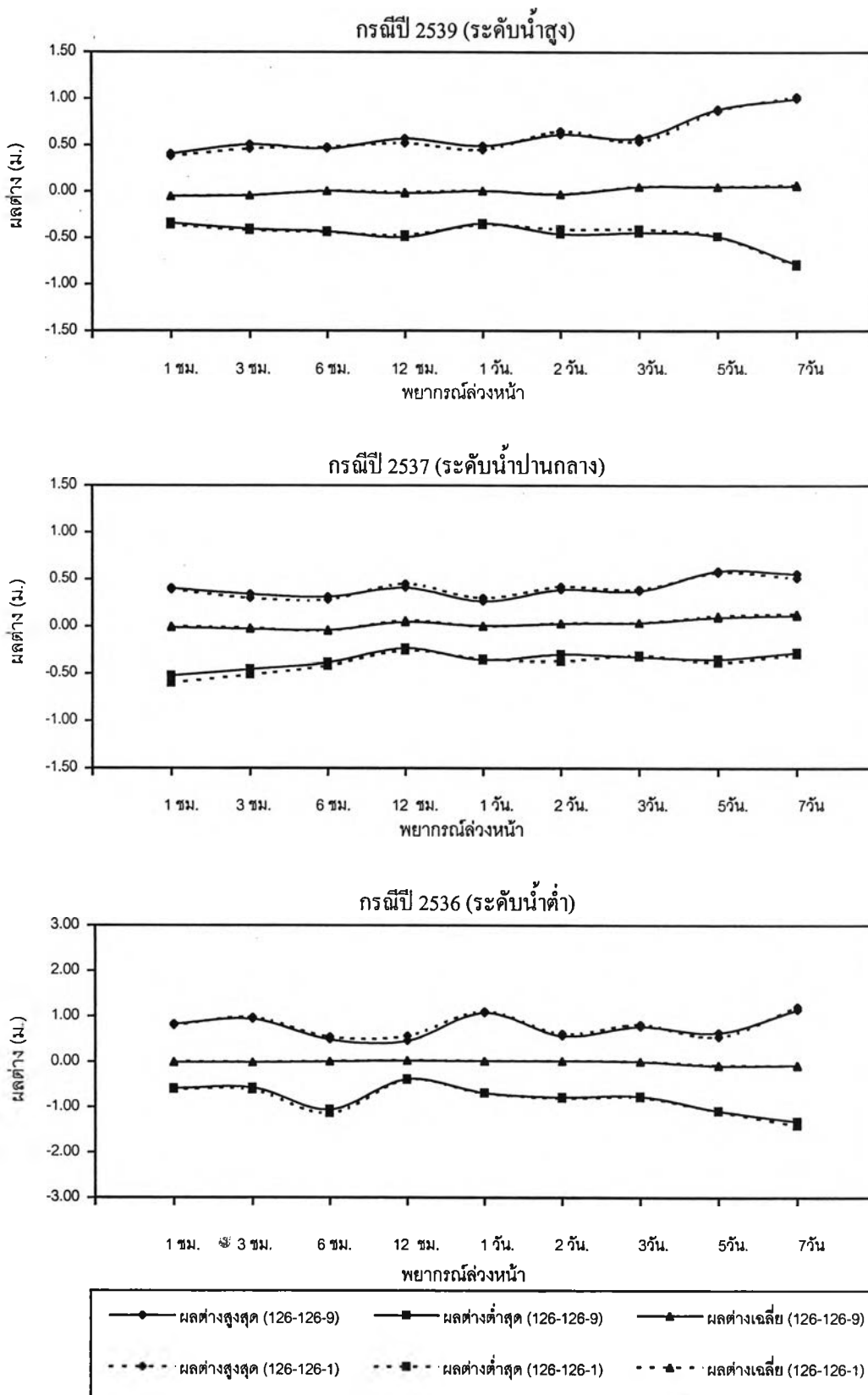
รูปที่ 5.26 ร้อยละของผลต่างระหว่างค่าสังเกตและค่าพยากรณ์ โดยแบบจำลองโครงข่าย
ใยประสาทเทียม ณ. สถานีปากเกร็ด กรณีคัดเลือกตัวแปรออก



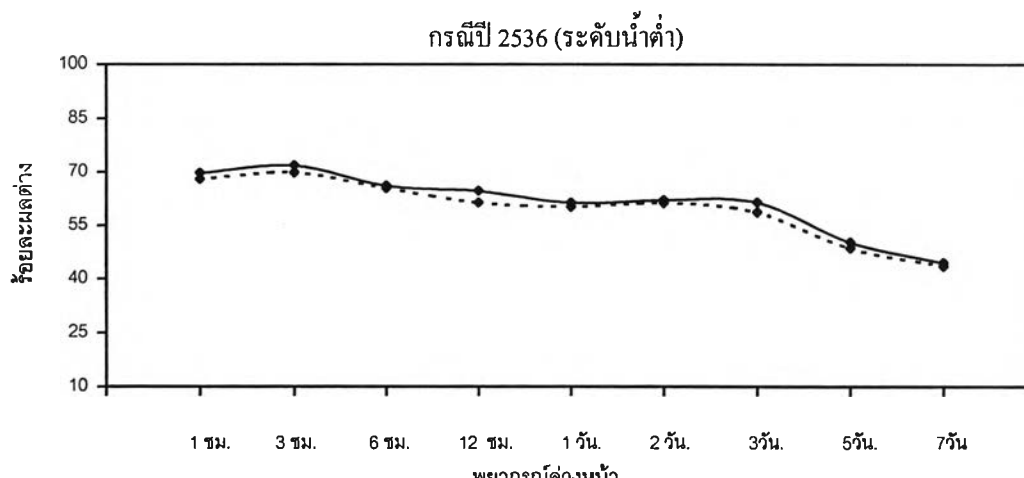
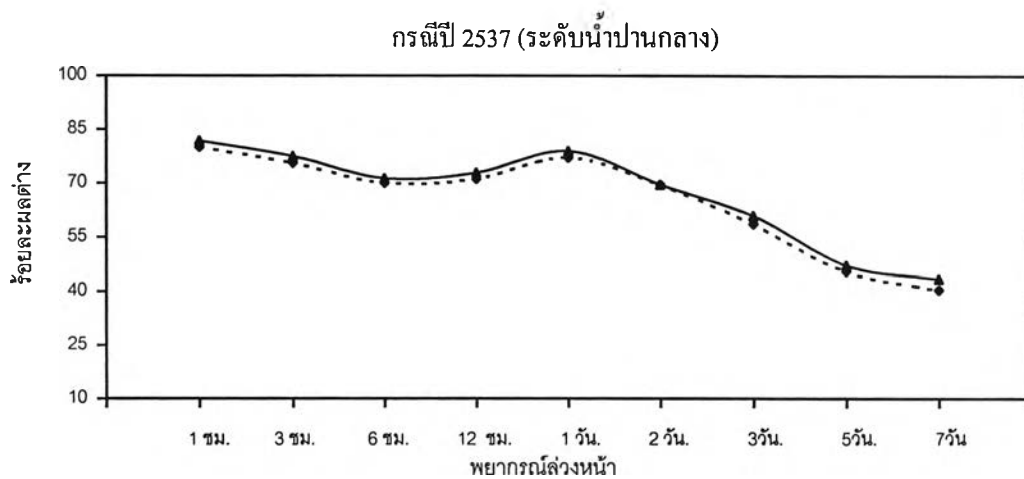
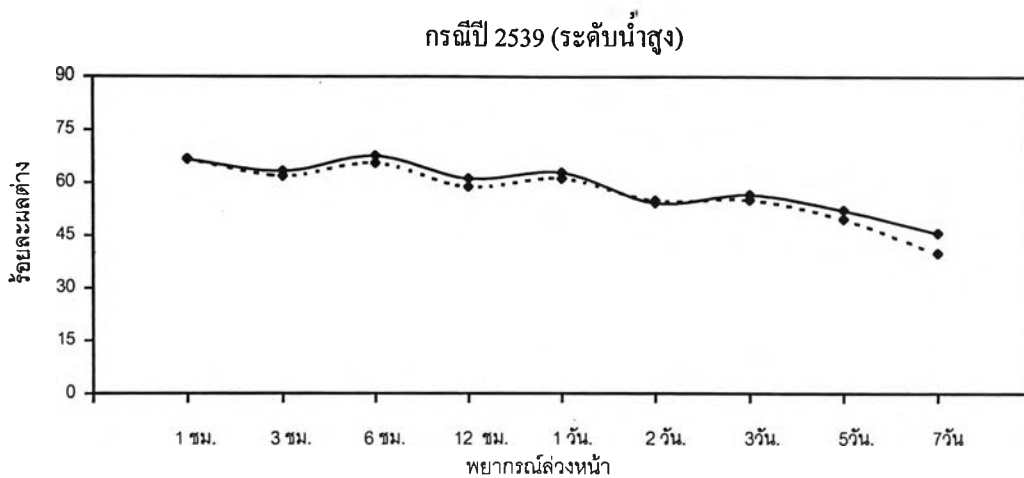
รูปที่ 5.27 ค่าสูงสุด ค่าเฉลี่ย และค่าต่ำสุดของผลต่างระหว่างค่าระดับน้ำสังเกตและค่าพยากรณ์ โดยแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียม ณ. สถานีสามเสน กรณีคัดเลือกตัวแปรออก



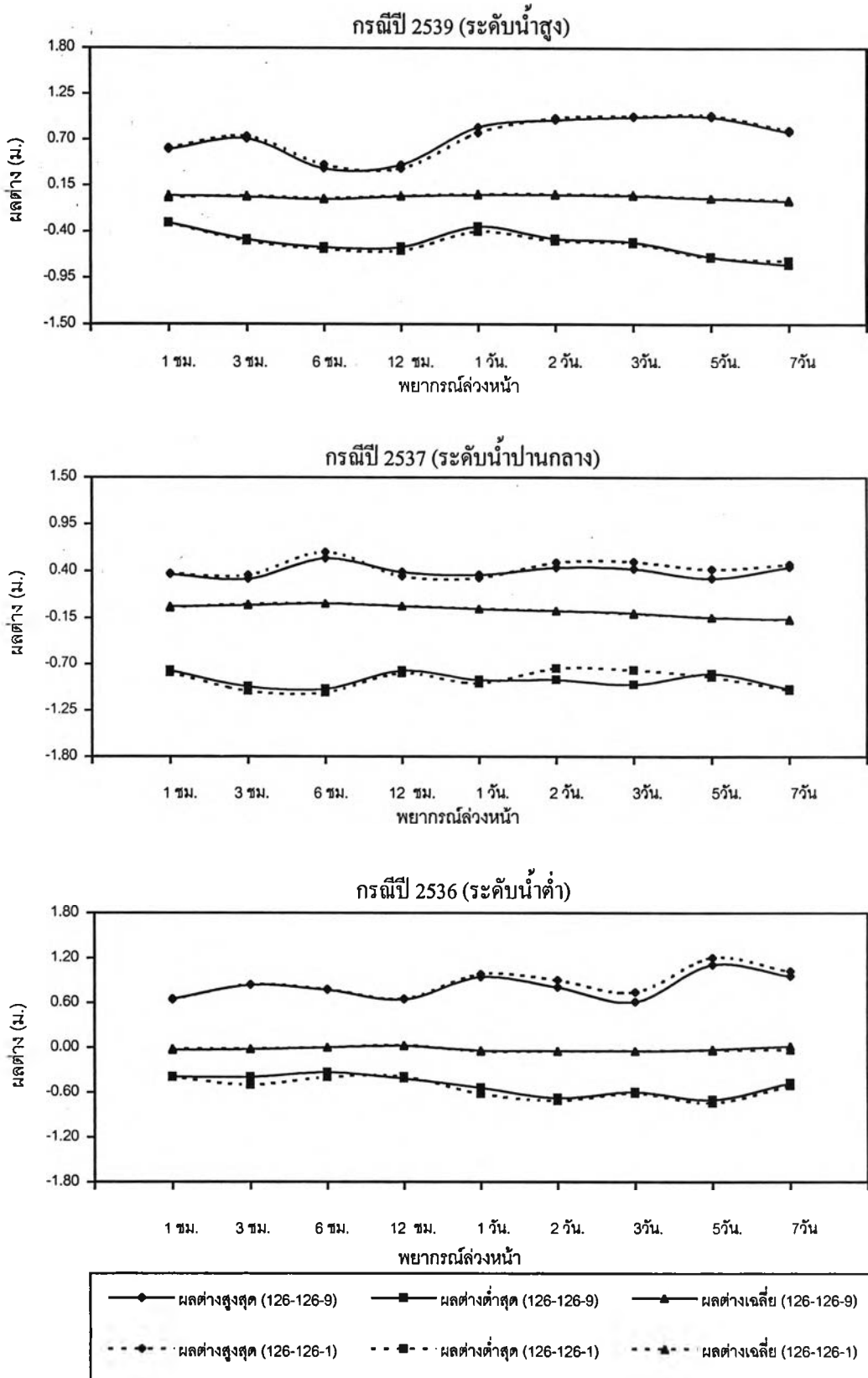
รูปที่ 5.28 ร้อยละของผลต่างระหว่างค่าสังเกตและค่าพยากรณ์ โดยแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียม ณ. สถานีสามเสน กรณีคัดเลือกตัวแปรออก



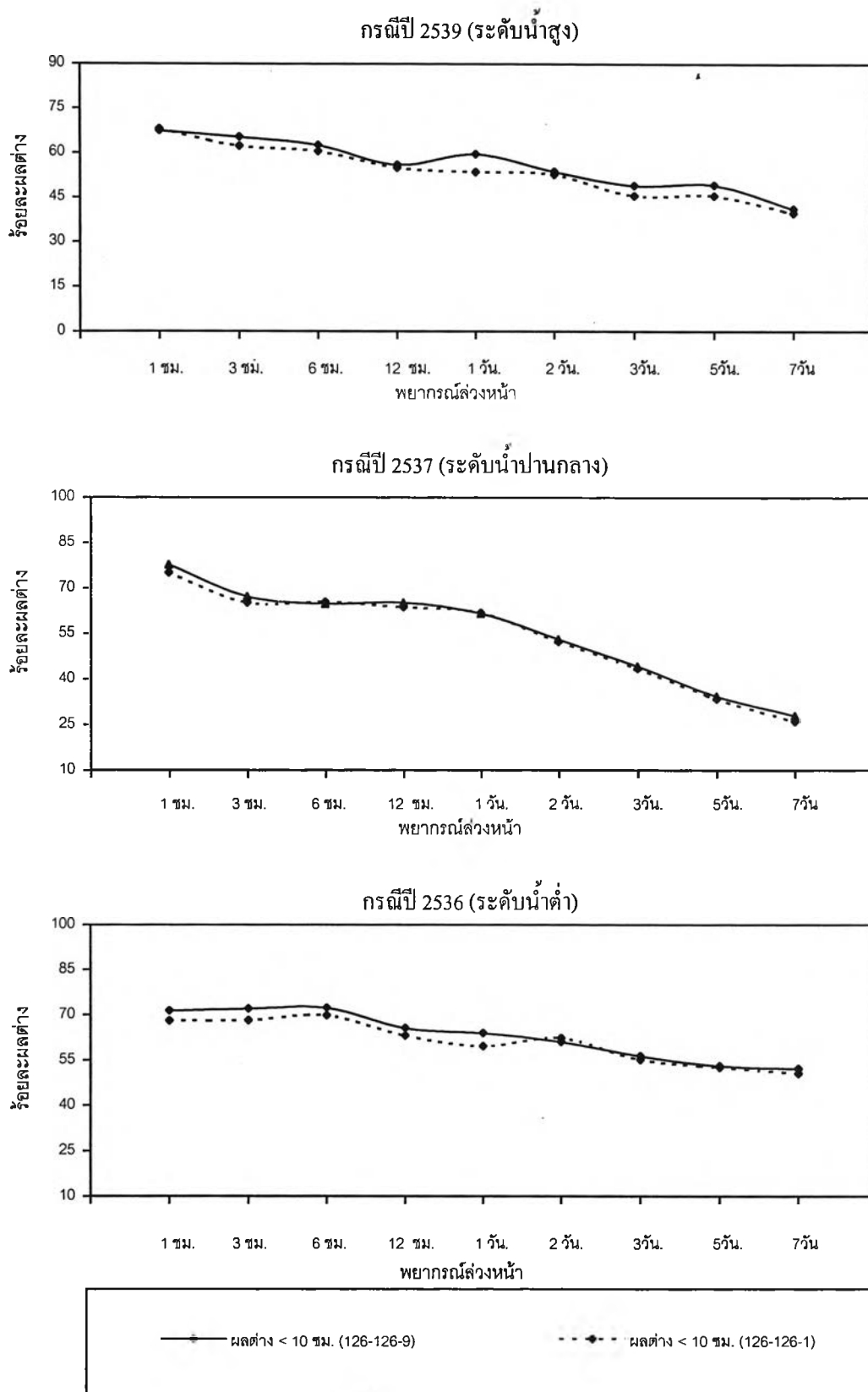
รูปที่ 5.29 ค่าสูงสุด ค่าเฉลี่ย และค่าต่ำสุดของผลต่างระหว่างค่าระดับน้ำสังเกตและค่าพยากรณ์ โดยแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียม ณ. สถานีป้อมพระจุล กรมี่คัดเลือกตัวแปรออก



รูปที่ 5.30 ร้อยละของผลต่างระหว่างค่าสังเกตและค่าพยากรณ์ โดยแบบจำลองโครงข่าย
ใยประสาทเทียม ณ. สถานีป้อมพระจุล กรณีคัดเลือกตัวแปรออก



รูปที่ 5.31 ค่าสูงสุด ค่าเฉลี่ย และค่าต่ำสุดของผลต่างระหว่างค่าระดับน้ำสังเกตและค่าพยากรณ์ โดยแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียม ณ. สถานีสันดอนกรุงเทพ กรณีคัดเลือกตัวแปรออก



รูปที่ 5.32 ร้อยละของผลต่างระหว่างค่าสังเกตและค่าพยากรณ์ โดยแบบจำลองโครงข่าย
ใยประสาทเทียม ณ. สถานีสันดอนกรุงเทพ กรณีคัดเลือกตัวแปรออก

5.1.3 กรณีคัดเลือกตัวแปรซ่อน (C3)

สถานีปากเกร็ด (PK)

กรณีศึกษา PK-C3-1.1, PK-C3-1.2 และ PK-C3-1.3 : ทำการคัดเลือกตัวแปรซ่อนสำหรับการพยากรณ์ระดับน้ำที่สถานีปากเกร็ดโดยโครงข่ายไฮดรอลิกเทียมมีโครงสร้าง 139-70-9 (จำนวนตัวแปรซ่อนเท่ากับ 0.5 เท่าของจำนวนตัวแปรซ่อน) ในช่วงระดับน้ำสูง ระดับน้ำปานกลาง และระดับน้ำต่ำตามลำดับ

กรณีศึกษา PK-C3-2.1, PK-C3-2.2 และ PK-C3-2.3 : ทำการคัดเลือกตัวแปรซ่อนสำหรับการพยากรณ์ระดับน้ำที่สถานีปากเกร็ดโดยโครงข่ายไฮดรอลิกเทียมมีโครงสร้าง 139-139-9 (จำนวนตัวแปรซ่อนเท่ากับ 1.0 เท่าของจำนวนตัวแปรซ่อน) ในช่วงเวลาเดียวกับกรณีศึกษา PK-C3-1.1 ถึง PK-C3-1.3

กรณีศึกษา PK-C3-3.1, PK-C3-3.2 และ PK-C3-3.3 : ทำการคัดเลือกตัวแปรซ่อนสำหรับการพยากรณ์ระดับน้ำที่สถานีปากเกร็ดโดยโครงข่ายไฮดรอลิกเทียมมีโครงสร้าง 139-210-9 (จำนวนตัวแปรซ่อนเท่ากับ 1.5 เท่าของจำนวนตัวแปรซ่อน) ในช่วงเวลาเดียวกับกรณีศึกษา PK-C3-1.1 ถึง PK-C3-1.3

กรณีศึกษา PK-C3-4.1, PK-C3-4.2 และ PK-C3-4.3 : ทำการคัดเลือกตัวแปรซ่อนสำหรับการพยากรณ์ระดับน้ำที่สถานีปากเกร็ดโดยโครงข่ายไฮดรอลิกเทียมมีโครงสร้าง 139-278-9 (จำนวนตัวแปรซ่อนเท่ากับ 2.0 เท่าของจำนวนตัวแปรซ่อน) ในช่วงเวลาเดียวกับกรณีศึกษา PK-C3-1.1 ถึง PK-C3-1.3

กรณีศึกษา PK-C3-5.1, PK-C3-5.2 และ PK-C3-5.3 : ทำการคัดเลือกตัวแปรซ่อนสำหรับการพยากรณ์ระดับน้ำที่สถานีปากเกร็ดโดยโครงข่ายไฮดรอลิกเทียมมีโครงสร้าง 139-9-9 (จำนวนตัวแปรซ่อนเท่ากับ 1.0 เท่าของจำนวนตัวแปรออก) ในช่วงเวลาเดียวกับกรณีศึกษา PK-C3-1.1 ถึง PK-C3-1.3

สถานีสามเสน (SS)

กรณีศึกษา SS-C3-1.1, SS-C3-1.2 และ SS-C3-1.3 : ทำการคัดเลือกตัวแปรซ่อนสำหรับการพยากรณ์ระดับน้ำที่สถานีสามเสนโดยโครงข่ายไฮดรอลิกเทียมมีโครงสร้าง 126-63-9 (จำนวนตัวแปรซ่อนเท่ากับ 0.5 เท่าของจำนวนตัวแปรซ่อน) ในช่วงระดับน้ำสูง ระดับน้ำปานกลาง และระดับน้ำต่ำตามลำดับ

กรณีศึกษา SS-C3-2.1, SS-C3-2.2 และ SS-C3-2.3 : ทำการคัดเลือกตัวแปรซ่อนสำหรับการพยากรณ์ระดับน้ำที่สถานีสามเสนโดยโครงข่ายไฮดรอลิกเทียมมีโครงสร้าง 126-126-9 (จำนวน

ตัวแปรซ่อนเท่ากับ 1.0 เท่าของจำนวนตัวแปรซ่อน) ในช่วงเวลาเดียวกับกรณีศึกษา SS-C3-1.1 ถึง SS-C3-1.3

กรณีศึกษา SS-C3-3.1, SS-C3-3.2 และ SS-C3-3.3 : ทำการคัดเลือกตัวแปรซ่อนสำหรับการพยากรณ์ระดับน้ำที่สถานีสามเสนโดยโครงข่ายไฮดรอสาทเทียมมีโครงสร้าง 126-189-9 (จำนวนตัวแปรซ่อนเท่ากับ 1.5 เท่าของจำนวนตัวแปรซ่อน) ในช่วงเวลาเดียวกับกรณีศึกษา SS-C3-1.1 ถึง SS-C3-1.3

กรณีศึกษา SS-C3-4.1, SS-C3-4.2 และ SS-C3-4.3 : ทำการคัดเลือกตัวแปรซ่อนสำหรับการพยากรณ์ระดับน้ำที่สถานีสามเสนโดยโครงข่ายไฮดรอสาทเทียมมีโครงสร้าง 126-252-9 (จำนวนตัวแปรซ่อนเท่ากับ 2.0 เท่าของจำนวนตัวแปรซ่อน) ในช่วงเวลาเดียวกับกรณีศึกษา SS-C3-1.1 ถึง SS-C3-1.3

กรณีศึกษา SS-C3-5.1, SS-C3-5.2 และ SS-C3-5.3 : ทำการคัดเลือกตัวแปรซ่อนสำหรับการพยากรณ์ระดับน้ำที่สถานีสามเสนโดยโครงข่ายไฮดรอสาทเทียมมีโครงสร้าง 126-9-9 (จำนวนตัวแปรซ่อนเท่ากับ 1.0 เท่าของจำนวนตัวแปรออก) ในช่วงเวลาเดียวกับกรณีศึกษา SS-C3-1.1 ถึง SS-C3-1.3

สถานีป้อมพระจุล (FC)

กรณีศึกษา ศึกษา FC-C3-1.1, FC-C3-1.2 และ FC-C3-1.3, กรณีศึกษา FC-C3-2.1, FC-C3-2.2 และ FC-C3-2.3, กรณีศึกษา FC-C3-3.1, FC-C3-3.2 และ FC-C3-3.3, กรณีศึกษา FC-C3-4.1, FC-C3-4.2 และ FC-C3-4.3, กรณีศึกษา FC-C3-5.1, FC-C3-5.2 และ FC-C3-5.3: การพยากรณ์ระดับน้ำที่สถานีป้อมพระจุลโดยโครงข่ายไฮดรอสาทเทียมมีโครงสร้างและช่วงเวลาเดียวกันกับสถานีสามเสน

สถานีต้นดอนกรุงเทพ (BT)

กรณีศึกษา BT-C3-1.1, BT-C3-1.2 และ BT-C3-1.3, กรณีศึกษา BT-C3-2.1, BT-C3-2.2 และ BT-C3-1.3, กรณีศึกษา BT-C3-3.1, BT-C3-3.2 และ BT-C3-3.3 ,กรณีศึกษา BT-C3-4.1, BT-C3-4.2 และ BT-C3-4.3 ,กรณีศึกษา BT-C3-5.1, BT-C3-5.2 และ BT-C3-5.3 : ทำการคัดเลือกตัวแปรซ่อนสำหรับการพยากรณ์ระดับน้ำที่สถานีต้นดอนกรุงเทพโดยโครงข่ายไฮดรอสาทเทียมมีโครงสร้างและช่วงเวลาเดียวกันกับสถานีสามเสน

ตารางที่ 5.7 รายละเอียดของกรณีศึกษา กรณีคัดเลือกตัวแปรซ่อน

ที่	กรณีศึกษา	โครงสร้าง	ระดับน้ำ	ตัวแปรเข้า				ตัวแปรออก	ค่า โมเมนต์	อัตรา การเรียนรู้
				ระดับน้ำสังเกต			ความลึกฝน	ระดับน้ำ พยากรณ์		
				ขอบเขตบน	ขอบเขตล่าง	สถานีใกล้เคียง	สถานีฝน			
1	PK-C3-1.1	139-70-9	สูง	บางไทร	สันดอนกรุงเทพ	สามเสน, ป้อมพระจุล	32022, 32032, 32072	ปากเกร็ด	0.8	0.01
2	PK-C3-1.2		ปานกลาง							
3	PK-C3-1.3		ต่ำ							
4	PK-C3-2.1	139-139-9	สูง	บางไทร	สันดอนกรุงเทพ	สามเสน, ป้อมพระจุล	32022, 32032, 32072	ปากเกร็ด	0.8	0.01
5	PK-C3-2.2		ปานกลาง							
6	PK-C3-2.3		ต่ำ							
7	PK-C3-3.1	139-210-9	สูง	บางไทร	สันดอนกรุงเทพ	สามเสน, ป้อมพระจุล	32022, 32032, 32072	ปากเกร็ด	0.8	0.01
8	PK-C3-3.2		ปานกลาง							
9	PK-C3-3.3		ต่ำ							
10	PK-C3-4.1	139-280-9	สูง	บางไทร	สันดอนกรุงเทพ	สามเสน, ป้อมพระจุล	32022, 32032, 32072	ปากเกร็ด	0.8	0.01
11	PK-C3-4.2		ปานกลาง							
12	PK-C3-4.3		ต่ำ							
13	PK-C3-5.1	139-9-9	สูง	บางไทร	สันดอนกรุงเทพ	สามเสน, ป้อมพระจุล	32022, 32032, 32072	ปากเกร็ด	0.8	0.01
14	PK-C3-5.2		ปานกลาง							
15	PK-C3-5.3		ต่ำ							

ตารางที่ 5.7 รายละเอียดของกรณีศึกษา กรณีคัดเลือกตัวแปรซ่อน (ต่อ)

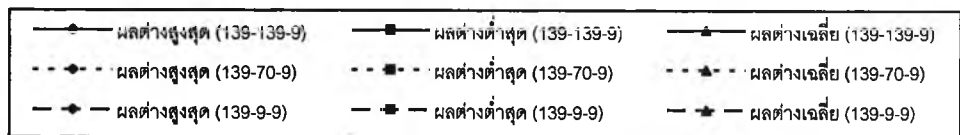
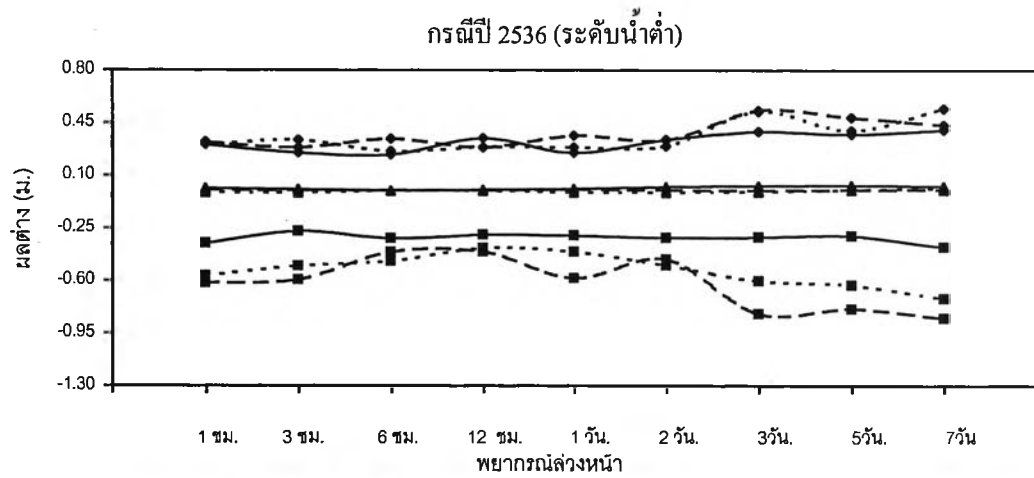
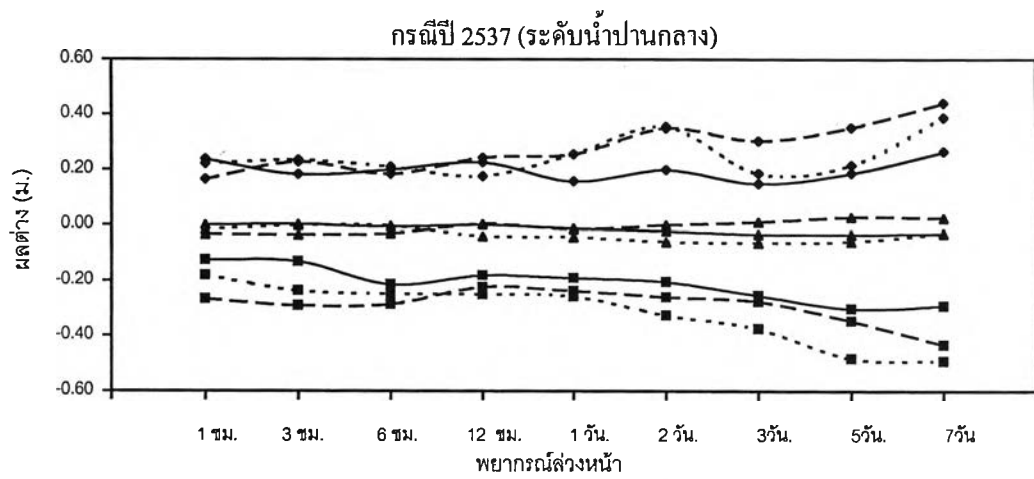
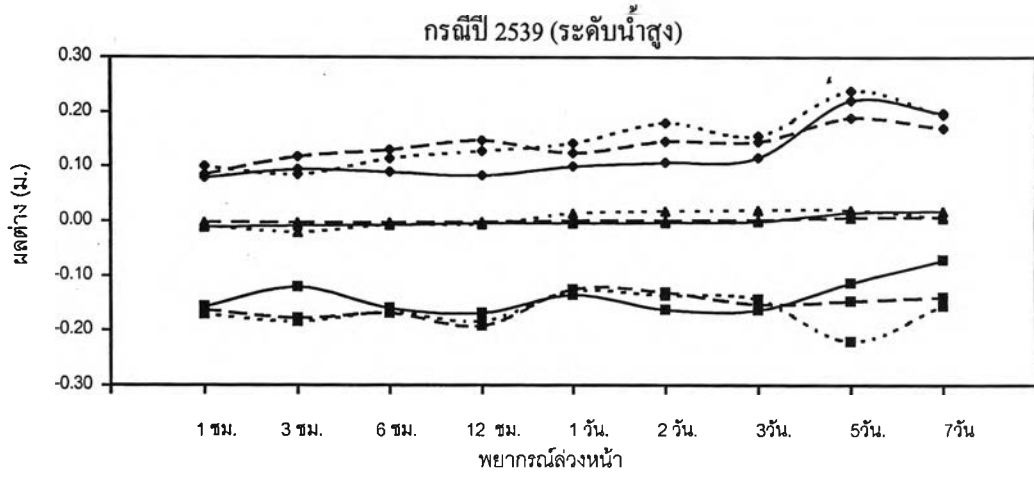
ที่	กรณีศึกษา	โครงสร้าง	ระดับน้ำ	ตัวแปรเข้า				ตัวแปรออก	ค่า โมเมนต์	อัตรา การเรียนรู้
				ระดับน้ำสังเกต			ความลึกฝน	ระดับน้ำ พยากรณ์		
				ขอบเขตบน	ขอบเขตล่าง	สถานีใกล้เคียง	สถานีฝน			
16	SS-C3-1.1	126-63-9	สูง	บางไทร	สันดอนกรุงเทพ	ปากเกร็ด, ป้อมพระจุล	31012, 31042	สามเสน	0.8	0.01
17	SS-C3-1.2		ปานกลาง							
18	SS-C3-1.3		ต่ำ							
19	SS-C3-2.1	126-126-9	สูง	บางไทร	สันดอนกรุงเทพ	ปากเกร็ด, ป้อมพระจุล	31012, 31043	สามเสน	0.8	0.01
20	SS-C3-2.2		ปานกลาง							
21	SS-C3-2.3		ต่ำ							
22	SS-C3-3.1	126-189-9	สูง	บางไทร	สันดอนกรุงเทพ	ปากเกร็ด, ป้อมพระจุล	31012, 31044	สามเสน	0.8	0.01
23	SS-C3-3.2		ปานกลาง							
24	SS-C3-3.3		ต่ำ							
25	SS-C3-4.1	126-252-9	สูง	บางไทร	สันดอนกรุงเทพ	ปากเกร็ด, ป้อมพระจุล	31012, 31045	สามเสน	0.8	0.01
26	SS-C3-4.2		ปานกลาง							
27	SS-C3-4.3		ต่ำ							
28	SS-C3-5.1	126-9-9	สูง	บางไทร	สันดอนกรุงเทพ	ปากเกร็ด, ป้อมพระจุล	31012, 31046	สามเสน	0.8	0.01
29	SS-C3-5.2		ปานกลาง							
30	SS-C3-5.3		ต่ำ							

ตารางที่ 5.7 รายละเอียดของกรณีศึกษา กรณีคัดเลือกตัวแปรซ่อน (ต่อ)

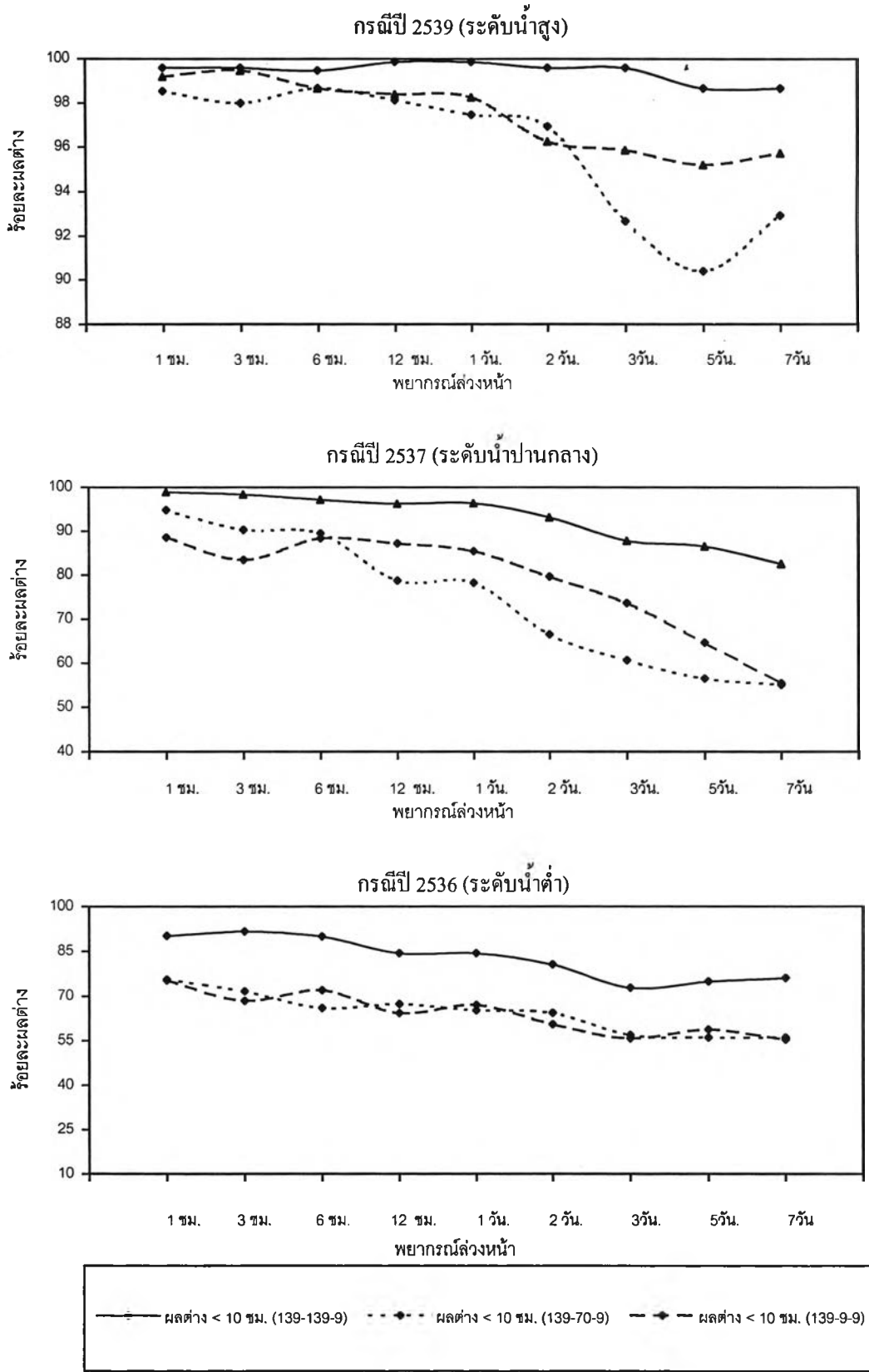
ที่	กรณีศึกษา	โครงสร้าง	ระดับน้ำ	ตัวแปรเข้า				ตัวแปรออก	ค่า	อัตรา
				ระดับน้ำสังเกต			ความลึกฝน			
				ขอบเขตบน	ขอบเขตล่าง	สถานีใกล้เคียง	สถานีฝน			
31	FC-C3-1.1	126-63-9	สูง	บางไทร	สันดอนกรุงเทพ	ปากเกร็ด, สามเสน	41013, 41192	ป้อมพระจุล	0.8	0.01
32	FC-C3-1.2		ปานกลาง							
33	FC-C3-1.3		ต่ำ							
34	FC-C3-2.1	126-126-9	สูง	บางไทร	สันดอนกรุงเทพ	ปากเกร็ด, สามเสน	41013, 41192	ป้อมพระจุล	0.8	0.01
35	FC-C3-2.2		ปานกลาง							
36	FC-C3-2.3		ต่ำ							
37	FC-C3-3.1	126-189-9	สูง	บางไทร	สันดอนกรุงเทพ	ปากเกร็ด, สามเสน	41013, 41192	ป้อมพระจุล	0.8	0.01
38	FC-C3-3.2		ปานกลาง							
39	FC-C3-3.3		ต่ำ							
40	FC-C3-4.1	126-252-9	สูง	บางไทร	สันดอนกรุงเทพ	ปากเกร็ด, สามเสน	41013, 41192	ป้อมพระจุล	0.8	0.01
41	FC-C3-4.2		ปานกลาง							
42	FC-C3-4.3		ต่ำ							
43	FC-C3-5.1	126-9-9	สูง	บางไทร	สันดอนกรุงเทพ	ปากเกร็ด, สามเสน	41013, 41192	ป้อมพระจุล	0.8	0.01
44	FC-C3-5.2		ปานกลาง							
45	FC-C3-5.3		ต่ำ							

ตารางที่ 5.7 รายละเอียดของกรณีศึกษา กรณีคัดเลือกตัวแปรซ่อน (ต่อ)

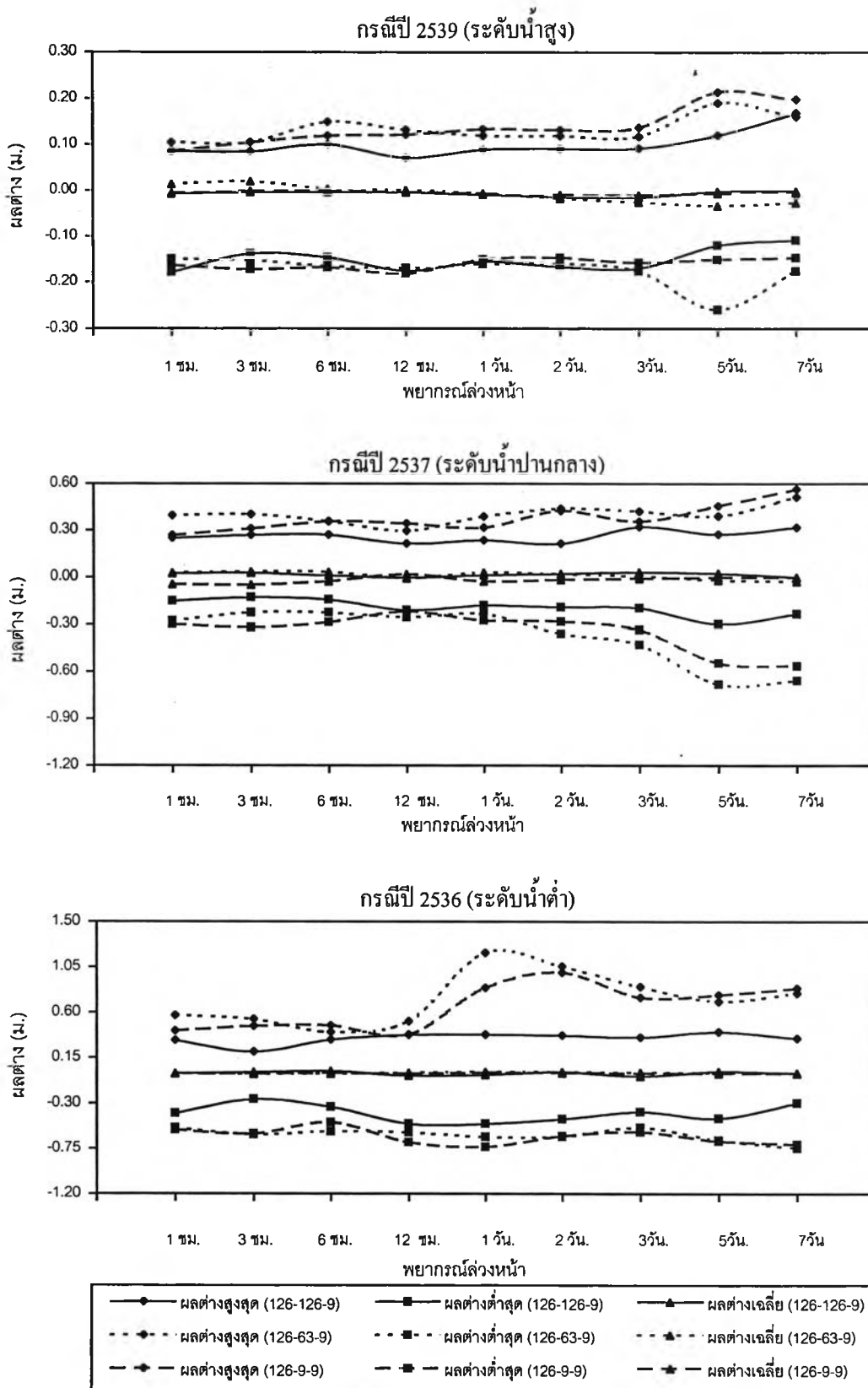
ที่	กรณีศึกษา	โครงสร้าง	ระดับน้ำ	ตัวแปรเข้า				ตัวแปรออก	ค่า โมเมนต์	อัตรา การเรียนรู้
				ระดับน้ำสังเกต			ความลึกฝน			
				ขอบเขตบน	ขอบเขตล่าง	สถานีใกล้เคียง	สถานีฝน			
46	BT-C3-1.1	126-63-9	สูง	บางไทร	-	ปากเกร็ด, สามเสน, ป้อมพระจุล	41013, 41192	สันดอนกรุงเทพ	0.8	0.01
47	BT-C3-1.2		ปานกลาง							
48	BT-C3-1.3		ต่ำ							
49	BT-C3-2.1	126-126-9	สูง	บางไทร	-	ปากเกร็ด, สามเสน, ป้อมพระจุล	41013, 41192	สันดอนกรุงเทพ	0.8	0.01
50	BT-C3-2.2		ปานกลาง							
51	BT-C3-2.3		ต่ำ							
52	BT-C3-3.1	126-189-9	สูง	บางไทร	-	ปากเกร็ด, สามเสน, ป้อมพระจุล	41013, 41192	สันดอนกรุงเทพ	0.8	0.01
53	BT-C3-3.2		ปานกลาง							
54	BT-C3-3.3		ต่ำ							
55	BT-C3-4.1	126-252-9	สูง	บางไทร	-	ปากเกร็ด, สามเสน, ป้อมพระจุล	41013, 41192	สันดอนกรุงเทพ	0.8	0.01
56	BT-C3-4.2		ปานกลาง							
57	BT-C3-4.3		ต่ำ							
58	BT-C3-5.1	126-9-9	สูง	บางไทร	-	ปากเกร็ด, สามเสน, ป้อมพระจุล	41013, 41192	สันดอนกรุงเทพ	0.8	0.01
59	BT-C3-5.2		ปานกลาง							
60	BT-C3-5.3		ต่ำ							



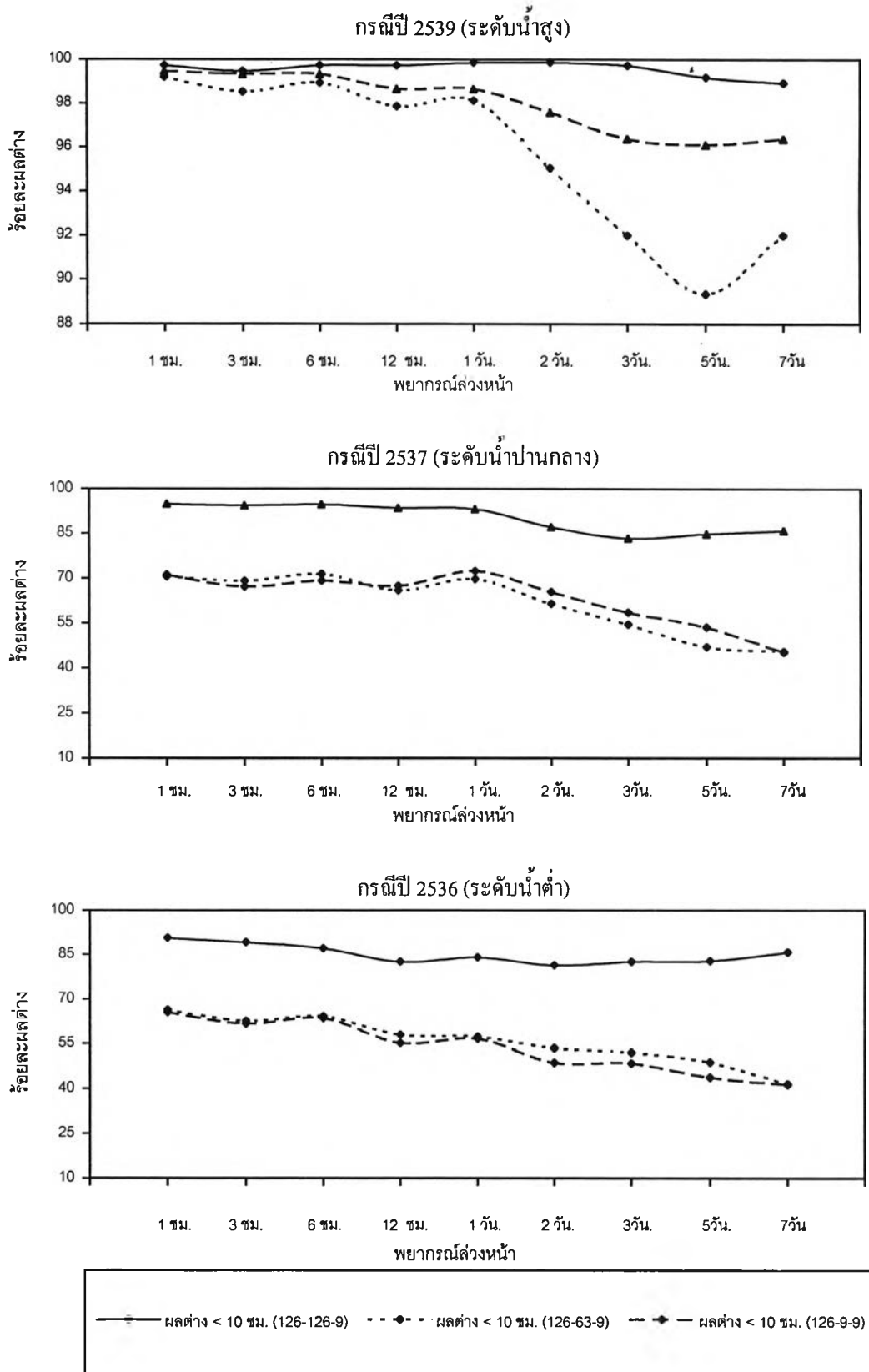
รูปที่ 5.33 ค่าสูงสุด ค่าเฉลี่ย และค่าต่ำสุดของผลต่างระหว่างค่าระดับน้ำสังเกตและค่าพยากรณ์ โดยแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียม ณ. สถานีปากเกร็ด กรณีคัดเลือกตัวแปรซ่อน



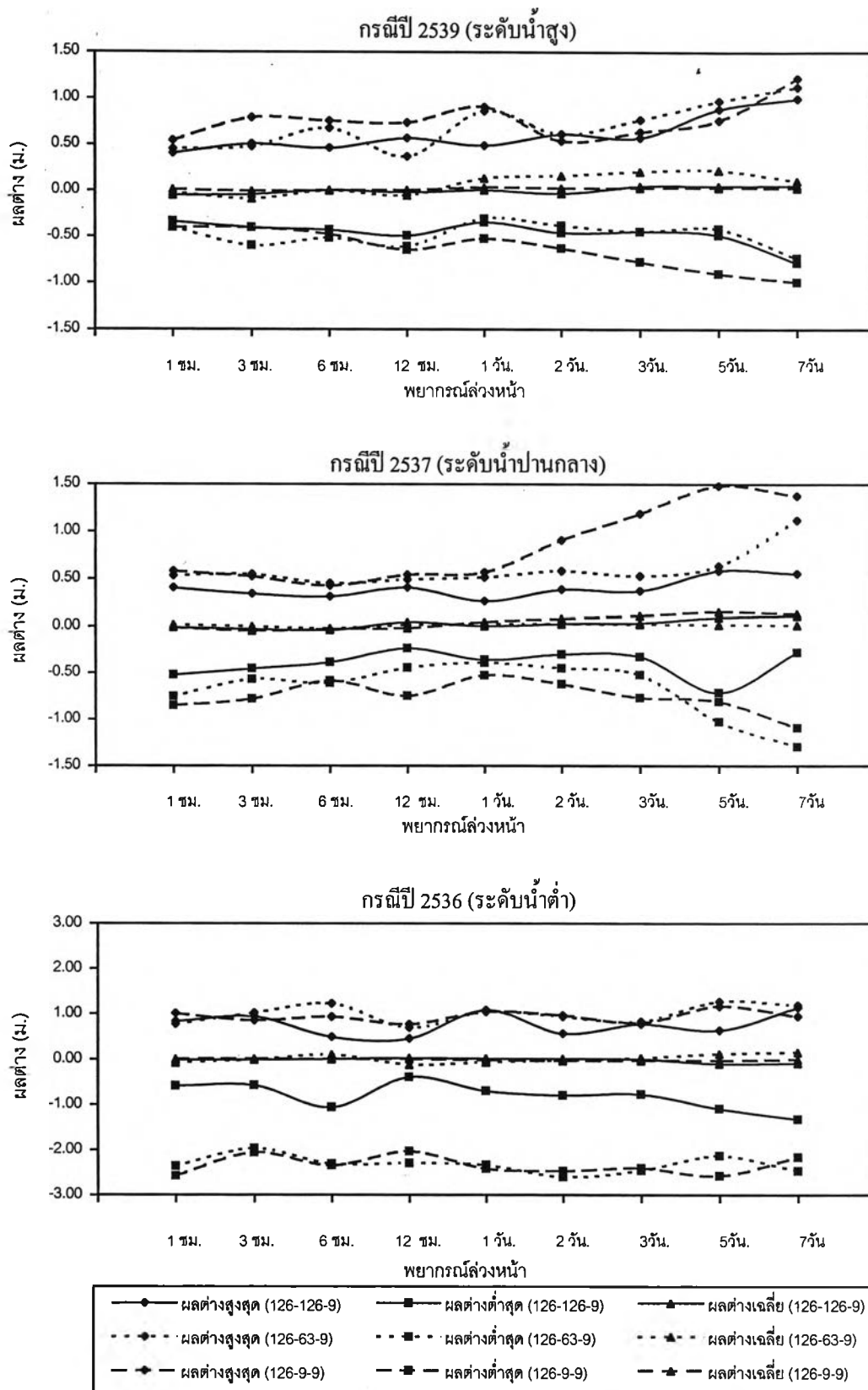
รูปที่ 5.34 ร้อยละของผลต่างระหว่างค่าสังเกตและค่าพยากรณ์ โดยแบบจำลองโครงข่าย
 ใยประสาทเทียม ณ. สถานีปากเกร็ด กรณีคัดเลือกตัวแปรซ่อน



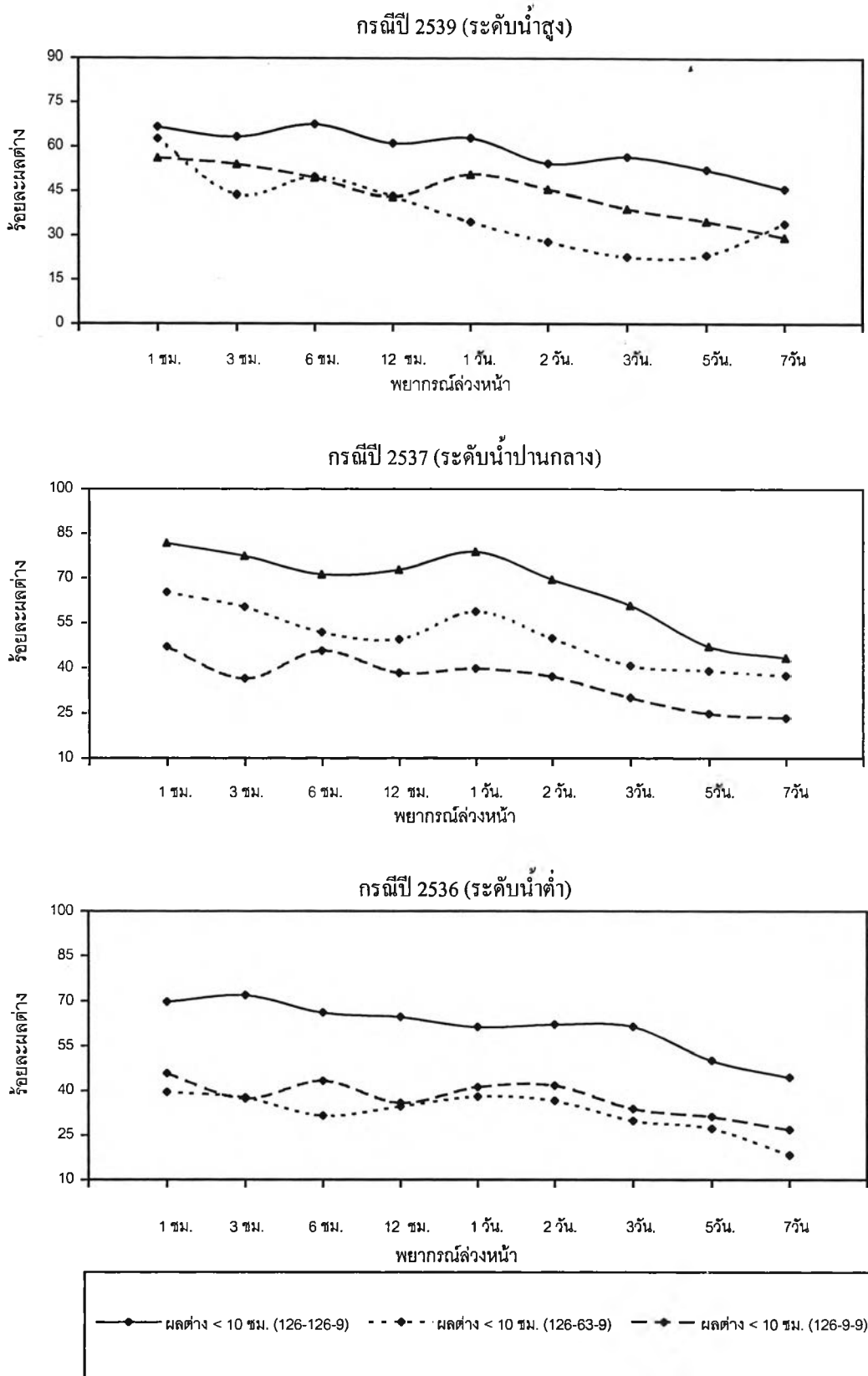
รูปที่ 5.35 ค่าสูงสุด ค่าเฉลี่ย และค่าต่ำสุดของผลต่างระหว่างค่าระดับน้ำสังเกตและค่าพยากรณ์ โดยแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียม ณ. สถานีสามเสน กรณีคัดเลือกตัวแปรซ่อน



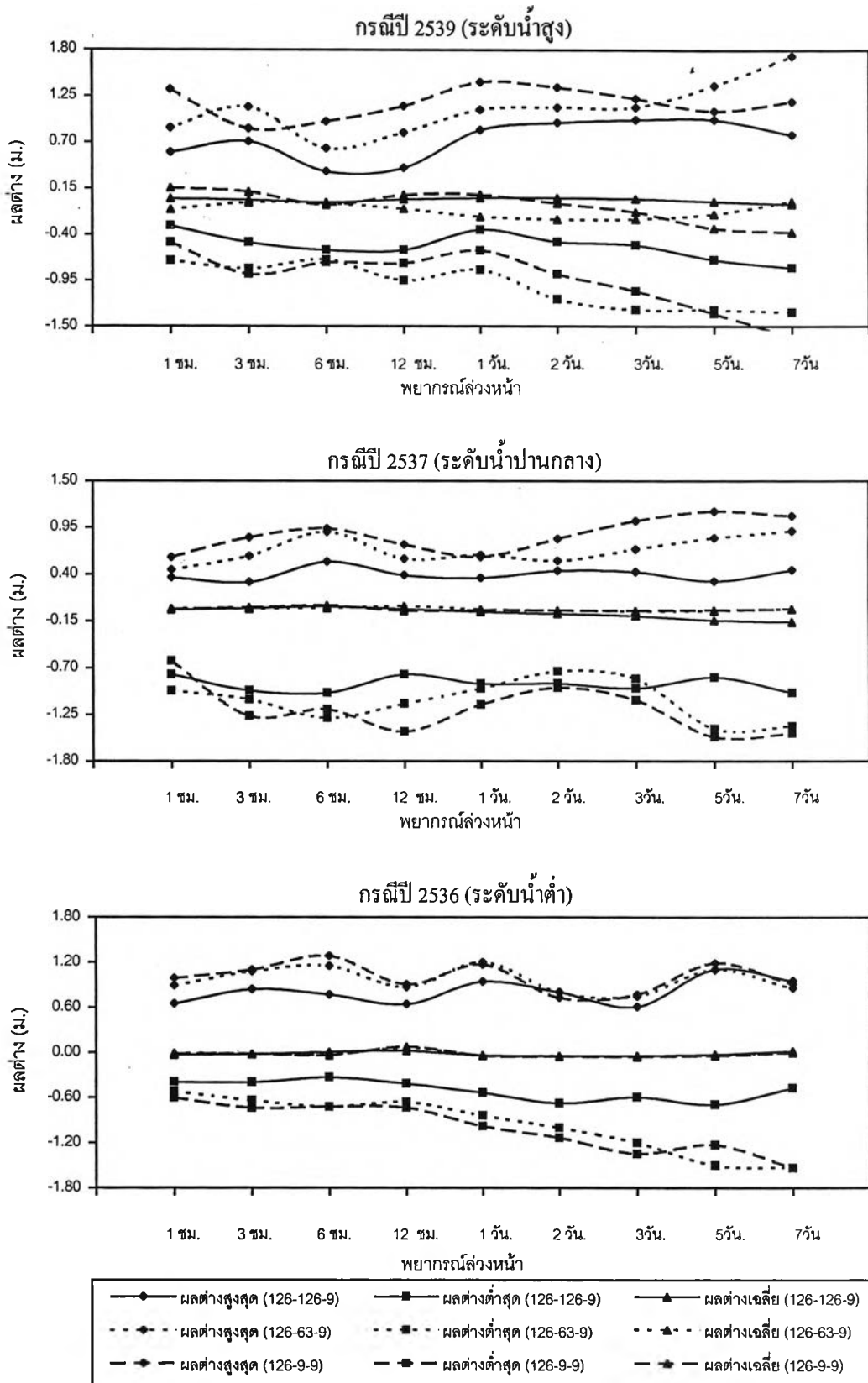
รูปที่ 5.36 ร้อยละของผลต่างระหว่างค่าสังเกตและค่าพยากรณ์ โดยแบบจำลองโครงข่าย
ใยประสาทเทียม ณ. สถานีสามเสน กรณีคัดเลือกตัวแปรซ่อน



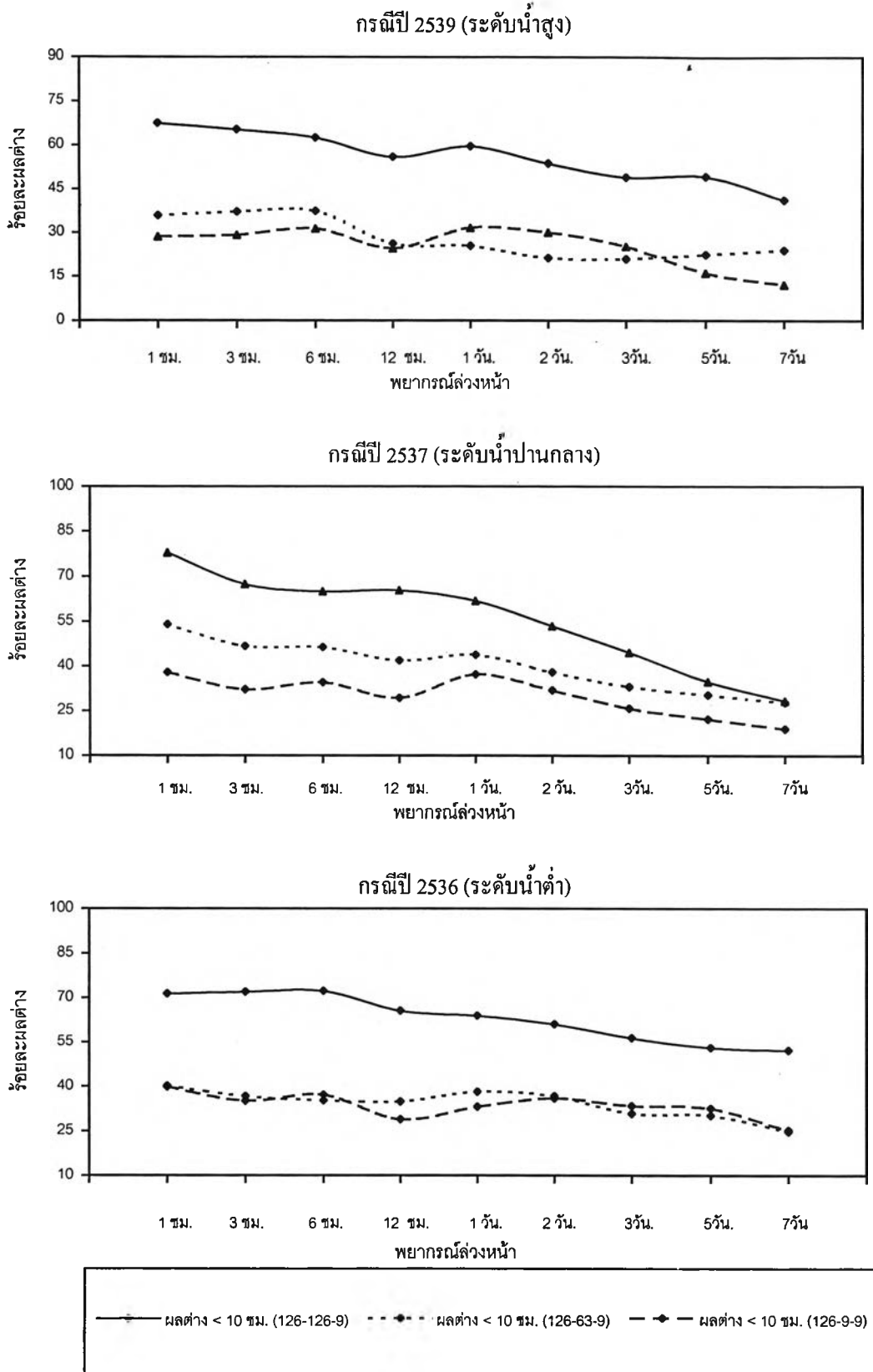
รูปที่ 5.37 ค่าสูงสุด ค่าเฉลี่ย และค่าต่ำสุดของผลต่างระหว่างค่าระดับน้ำสังเกตและค่าพยากรณ์ โดยแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียม ณ. สถานีป้อมพระจุลกรณีคัดเลือกตัวแปรซ่อน



รูปที่ 5.38 ร้อยละของผลต่างระหว่างค่าตั้งเกิดและค่าพยากรณ์ โดยแบบจำลองโครงข่าย
ใยประสาทเทียม ณ. สถานีป้อมพระจุล กรณีคัดเลือกตัวแปรซ่อน



รูปที่ 5.39 ค่าสูงสุด ค่าเฉลี่ย และค่าต่ำสุดของผลต่างระหว่างค่าระดับน้ำสังเกตและค่าพยากรณ์ โดยแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียม ณ. สถานีสันดอนกรุงเทพ กรณีคัดเลือกตัวแปรซ่อน



รูปที่ 5.40 ร้อยละของผลต่างระหว่างค่าสังเกตและค่าพยากรณ์ โดยแบบจำลองโครงข่าย
 ใยประสาทเทียม ณ. สถานีสำนคอนกรุงเทพ กรณีคัดเลือกตัวแปรซ่อน

ตารางที่ 5.8 สรุปผลการพยากรณ์ระดับน้ำโดยแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียม กรณีคัดเลือกตัวแปรซ่อน

สถานี	ที่	กรณีศึกษา	ผลต่างระหว่างระดับน้ำสังเกตและระดับน้ำพยากรณ์ (D)							
			R ²	error		MAD	RMSE	ร้อยละของผลต่าง		
				ม.	ม.			ม.	D<10 ซม.	10<D<20 ซม.
ปากเกร็ด	1	PK-C3-1.1ถึง1.3	0.84-0.97	-1.08	- 0.54	0.02-0.11	0.03-0.14	56.1-98.5	1.3-31.6	
	2	PK-C3-2.1ถึง2.3	0.91-0.99	-0.38	- 0.27	0.02-0.08	0.02-0.09	76.1-98.9	0.1-20.4	
	3	PK-C3-3.1ถึง3.3	ผลการคำนวณลู่ออก							
	4	PK-C3-4.1ถึง4.3	ผลการคำนวณลู่ออก							
	5	PK-C3-5.1ถึง5.3	0.86-0.97	-1.00	- 0.43	0.02-0.11	0.02-0.14	55.5-99.5	0.5-33.6	
สามเสน	1	SS-C3-1.1ถึง1.3	0.80-0.98	-0.74	- 1.19	0.03-0.15	0.03-0.20	41.5-99.2	0.8-34.3	
	2	SS-C3-2.1ถึง2.3	0.95-0.99	-0.50	- 0.72	0.02-0.06	0.02-0.09	81.3-99.9	0.1-15.9	
	3	SS-C3-3.1ถึง3.3	ผลการคำนวณลู่ออก							
	4	SS-C3-4.1ถึง4.3	ผลการคำนวณลู่ออก							
	5	SS-C3-5.1ถึง5.3	0.77-0.98	-0.56	- 0.99	0.02-0.16	0.03-0.21	41.3-99.5	0.5-35.3	
ป้อมพระจุล	1	FC-C3-1.1ถึง1.3	0.73-0.97	-2.46	- 1.27	0.09-0.32	0.12-0.39	18.3-65.3	18.7-35.1	
	2	FC-C3-2.1ถึง2.3	0.92-0.99	-1.32	- 1.14	0.06-0.21	0.08-0.20	43.6-81.9	15.2-35.5	
	3	FC-C3-3.1ถึง3.3	ผลการคำนวณลู่ออก							
	4	FC-C3-4.1ถึง4.3	ผลการคำนวณลู่ออก							
	5	FC-C3-5.1ถึง5.3	0.79-0.96	-2.57	- 1.48	0.13-0.30	0.17-0.35	26.8-56.3	19.1-33.9	
สันดอน กรุงเทพ	1	BT-C3-1.1ถึง1.3	0.75-0.96	-1.53	- 1.73	0.11-0.30	0.15-0.40	20.9-54.0	19.3-32.0	
	2	BT-C3-2.1ถึง2.3	0.93-0.99	-0.99	- 1.11	0.07-0.19	0.10-0.22	28.4-77.9	17.9-32.4	
	3	BT-C3-3.1ถึง3.3	ผลการคำนวณลู่ออก							
	4	BT-C3-4.1ถึง4.3	ผลการคำนวณลู่ออก							
	5	BT-C3-5.1ถึง5.3	0.68-0.94	-1.63	- 1.42	0.15-0.44	0.19-0.47	12.1-39.9	14.0-34.1	

รายละเอียดของแต่ละกรณีศึกษาแสดงดังตารางที่ 5.7 ผลของการพยากรณ์ค่าระดับน้ำของสถานีปากเกร็ด สถานีสามเสน สถานีป้อมพระจุล และสถานีสันดอนกรุงเทพ โดยพิจารณาผลของตัวแปรซ่อน ผลการพยากรณ์ในแต่ละกรณีถูกแสดงในภาคผนวก ก. และทำการสรุปเปรียบเทียบผลดังตารางที่ 5.8 และรูปที่ 5.33-5.40 พบว่า

1. สำหรับสถานีปากเกร็ด สถานีสามเสน สถานีป้อมพระจุล และสถานีสันดอนกรุงเทพ นั้น ชุดตัวแปรซ่อนที่มีจำนวนเท่ากับชุดตัวแปรเข้าให้ผลการพยากรณ์ที่ดีกว่ากรณีอื่น

2. กรณีจำนวนตัวแปรซ่อนเท่ากับ 1.5 และ 2 เท่าของจำนวนชุดตัวแปรเข้า พบว่าการคำนวณลู่ออกเนื่องมาจากการคำนวณที่ซับซ้อนและมีจำนวนมาก
3. เมื่อเปรียบเทียบค่าผลต่าง (error) พบว่า กรณีชุดตัวแปรซ่อนที่มีจำนวนเท่ากับชุดตัวแปรเข้า ผลการพยากรณ์ที่สถานีปากเกร็ด สถานีสามเสน สถานีป้อมพระจุล และสถานีสันดอนกรุงเทพมีค่าผลต่าง -0.38 ถึง 0.27 ม., -0.50 ถึง 0.72 ม. , -1.32 ถึง 1.14 ม. และ -0.99 ถึง 1.11 ม. ตามลำดับ ซึ่งเป็นแบบจำลองตัวเดียวกับแบบจำลองที่คัดเลือกในกรณีตัวแปรเข้า โดยเมื่อเปรียบเทียบค่าผลต่างระหว่างกรณีจำนวนตัวแปรซ่อนเท่ากับ 1.5 และ 2 เท่าของจำนวนตัวแปรเข้า พบว่ามีค่าความผิดพลาดมากกว่าทั้ง 4 สถานี
4. เมื่อเปรียบเทียบค่าคลาดเคลื่อนเฉลี่ยสัมบูรณ์ (MAD) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าคลาดเคลื่อน (RMSE) พบว่า กรณีชุดตัวแปรซ่อนที่มีจำนวนเท่ากับชุดตัวแปรเข้า ผลการพยากรณ์ที่สถานีปากเกร็ด สถานีสามเสน สถานีป้อมพระจุล และสถานีสันดอนกรุงเทพมีค่า MAD และ RMSE ใกล้เคียงกันคือ 0.02-0.09 ม., 0.02-0.09 ม., 0.06-0.21 ม.และ 0.07-0.22 ม. ตามลำดับ ในขณะที่อีกสองกรณีมีค่า MAD และ RMSE ประมาณ 0.02-0.14 ม., 0.03-0.21 ม., 0.09-0.35 ม.และ 0.11-0.47 ม. ตามลำดับ
5. จากการทดสอบแบบจำลองกรณีคัดเลือกตัวแปรซ่อนพบว่า กรณีชุดตัวแปรซ่อนที่มีจำนวนเท่ากับจำนวนตัวแปรเข้าจะให้ผลการพยากรณ์ที่ดีที่สุดทั้งในช่วงระดับน้ำสูง กลาง และต่ำ โดยชุดตัวแปรซ่อนชุดนี้จะถูกนำไปใช้ในการคัดเลือกโครงสร้างและค่าตัวแปรอื่นต่อไป

5.2 กรณีคัดเลือกค่าโมเมนต์ (C4)

สำหรับกรณีคัดเลือกค่าโมเมนต์ จะประกอบด้วยการทดสอบหาค่าโมเมนต์ที่เหมาะสมสำหรับการพยากรณ์ค่าระดับน้ำรายชั่วโมงที่สถานีปากเกร็ด สถานีสามเสน สถานีป้อมพระจุล และสถานีสันดอนกรุงเทพ โดยใช้สัญลักษณ์ C4

สถานีปากเกร็ด (PK)

กรณีศึกษา PK-C4-1.1, PK-C4-1.2 และ PK-C4-1.3 : ทำการคัดเลือกค่าโมเมนต์สำหรับการพยากรณ์ระดับน้ำที่สถานีปากเกร็ดโดยโครงข่ายใยประสาทเทียมมีค่าโมเมนต์เท่ากับ 0.8 ในช่วงระดับน้ำสูง ระดับน้ำปานกลาง และระดับน้ำต่ำตามลำดับ

กรณีศึกษา PK-C4-2.1, PK-C4-2.2 และ PK-C4-2.3 : ทำการคัดเลือกค่าโมเมนต์สำหรับการพยากรณ์ระดับน้ำที่สถานีปากเกร็ดโดยโครงข่ายไฮดรอสาทเทียมมีค่าโมเมนต์เท่ากับ 1.0 ในช่วงเวลาเดียวกับกรณีศึกษา PK-C4-1.1 ถึง PK-C4-1.3

กรณีศึกษา PK-C4-3.1, PK-C4-3.2 และ PK-C4-3.3 : ทำการคัดเลือกค่าโมเมนต์สำหรับการพยากรณ์ระดับน้ำที่สถานีปากเกร็ดโดยโครงข่ายไฮดรอสาทเทียมมีค่าโมเมนต์เท่ากับ 0.6 ในช่วงเวลาเดียวกับกรณีศึกษา PK-C4-1.1 ถึง PK-C4-1.3

สถานีสามเสน (SS)

กรณีศึกษา SS-C4-1.1, SS-C4-1.2 และ SS-C4-1.3, กรณีศึกษา SS-C4-2.1, SS-C4-2.2 และ SS-C4-2.3, กรณีศึกษา SS-C4-3.1, SS-C4-3.2 และ SS-C4-3.3 : ทำการคัดเลือกค่าโมเมนต์สำหรับการพยากรณ์ระดับน้ำที่สถานีสามเสนโดยโครงข่ายไฮดรอสาทเทียมมีโครงสร้างและช่วงเวลาดีวกันกับสถานีปากเกร็ด

สถานีป้อมพระจุล (FC)

กรณีศึกษา FC-C4-1.1, FC-C4-1.2 และ FC-C4-1.3, กรณีศึกษา FC-C4-2.1, FC-C4-2.2 และ FC-C4-2.3, กรณีศึกษา FC-C4-3.1, FC-C4-3.2 และ FC-C4-3.3 : ทำการคัดเลือกค่าโมเมนต์สำหรับการพยากรณ์ระดับน้ำที่สถานีป้อมพระจุลโดยโครงข่ายไฮดรอสาทเทียมมีโครงสร้างและช่วงเวลาดีวกันกับสถานีปากเกร็ด

สถานีสันดอนกรุงเทพ (BT)

กรณีศึกษา BT-C4-1.1, BT-C4-1.2 และ BT-C4-1.3, กรณีศึกษา BT-C4-2.1, BT-C4-2.2 และ BT-C4-2.3, กรณีศึกษา BT-C4-3.1, BT-C4-3.2 และ BT-C4-3.3 : ทำการคัดเลือกค่าโมเมนต์สำหรับการพยากรณ์ระดับน้ำที่สถานีสันดอนกรุงเทพโดยโครงข่ายไฮดรอสาทเทียมมีโครงสร้างและช่วงเวลาดีวกันกับสถานีปากเกร็ด

รายละเอียดของแต่ละกรณีศึกษาแสดงดังตารางที่ 5.9 ผลของการพยากรณ์ค่าระดับน้ำของสถานีปากเกร็ด สถานีสามเสน สถานีป้อมพระจุล และสถานีสันดอนกรุงเทพ โดยพิจารณาผลของค่าโมเมนต์ ผลการพยากรณ์ในแต่ละกรณีถูกแสดงในภาคผนวก ก. และทำการสรุปเปรียบเทียบผลดังตารางที่ 5.10 และรูปที่ 5.41-5.48 พบว่า

1. สำหรับสถานีปากเกร็ด สถานีสามเสน สถานีป้อมพระจุล และสถานีสันดอนกรุงเทพ นั้น ค่าโมเมนต์เท่ากับ 0.8 ให้ผลการพยากรณ์ที่ดีกว่ากรณีอื่น

ตารางที่ 5.9 รายละเอียดของกรณีศึกษา กรณีคัดเลือกค่าโมเมนต์

ที่	กรณีศึกษา	โครงสร้าง	ระดับน้ำ	ตัวแปรเข้า				ตัวแปรออก	ค่า โมเมนต์	อัตรา การเรียนรู้
				ระดับน้ำสังเกต			ความลึกฝน	ระดับน้ำ พยากรณ์		
				ขอบเขตบน	ขอบเขตล่าง	สถานีใกล้เคียง	สถานีฝน			
1	PK-C4-1.1	139-139-9	สูง	บางไทร	สันดอนกรุงเทพ	สามเสน, ป้อมพระจุล	32022, 32032, 32072	ปากเกร็ด	0.8	0.01
2	PK-C4-1.2		ปานกลาง							
3	PK-C4-1.3		ต่ำ							
4	PK-C4-2.1	139-139-9	สูง	บางไทร	สันดอนกรุงเทพ	สามเสน, ป้อมพระจุล	32022, 32032, 32072	ปากเกร็ด	1.0	0.01
5	PK-C4-2.2		ปานกลาง							
6	PK-C4-2.3		ต่ำ							
7	PK-C4-3.1	139-139-9	สูง	บางไทร	สันดอนกรุงเทพ	สามเสน, ป้อมพระจุล	32022, 32032, 32072	ปากเกร็ด	0.6	0.01
8	PK-C4-3.2		ปานกลาง							
9	PK-C4-3.3		ต่ำ							
10	SS-C4-1.1	126-126-9	สูง	บางไทร	สันดอนกรุงเทพ	ปากเกร็ด, ป้อมพระจุล	31012, 31042	สามเสน	0.8	0.01
11	SS-C4-1.2		ปานกลาง							
12	SS-C4-1.3		ต่ำ							
13	SS-C4-2.1	126-126-9	สูง	บางไทร	สันดอนกรุงเทพ	ปากเกร็ด, ป้อมพระจุล	31012, 31042	สามเสน	1.0	0.01
14	SS-C4-2.2		ปานกลาง							
15	SS-C4-2.3		ต่ำ							
16	SS-C4-3.1	126-126-9	สูง	บางไทร	สันดอนกรุงเทพ	ปากเกร็ด, ป้อมพระจุล	31012, 31042	สามเสน	0.6	0.01
17	SS-C4-3.2		ปานกลาง							
18	SS-C4-3.3		ต่ำ							

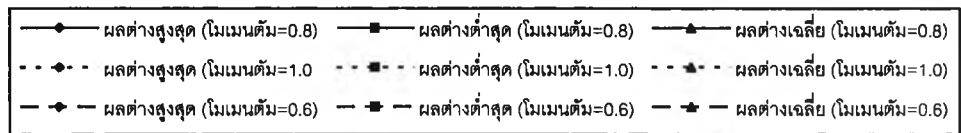
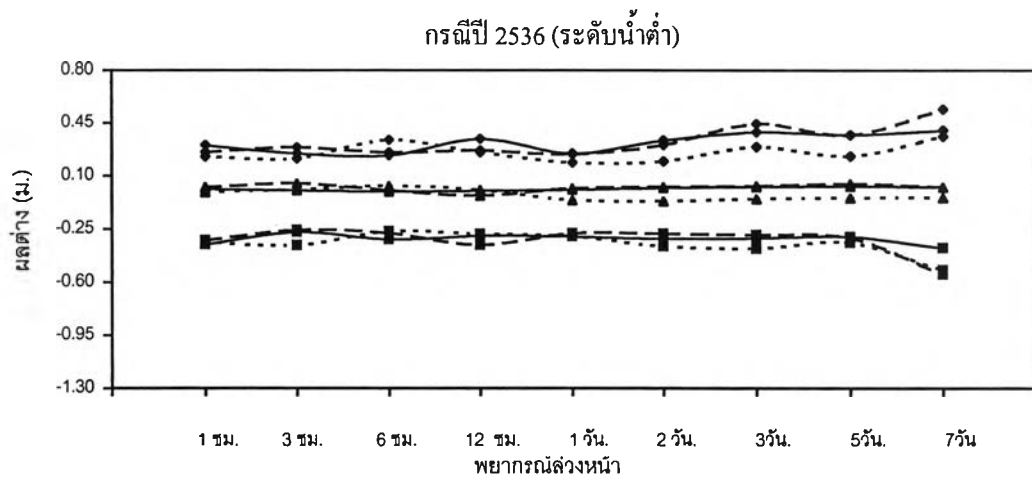
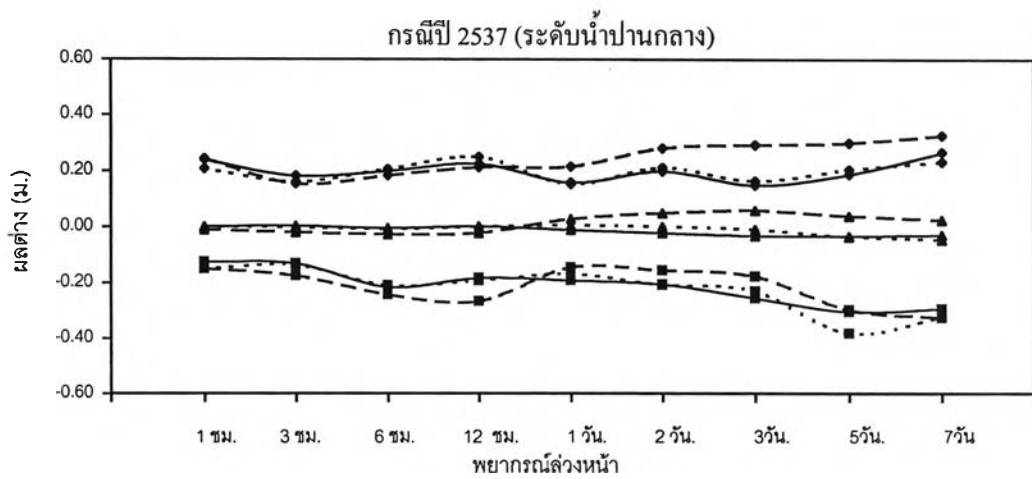
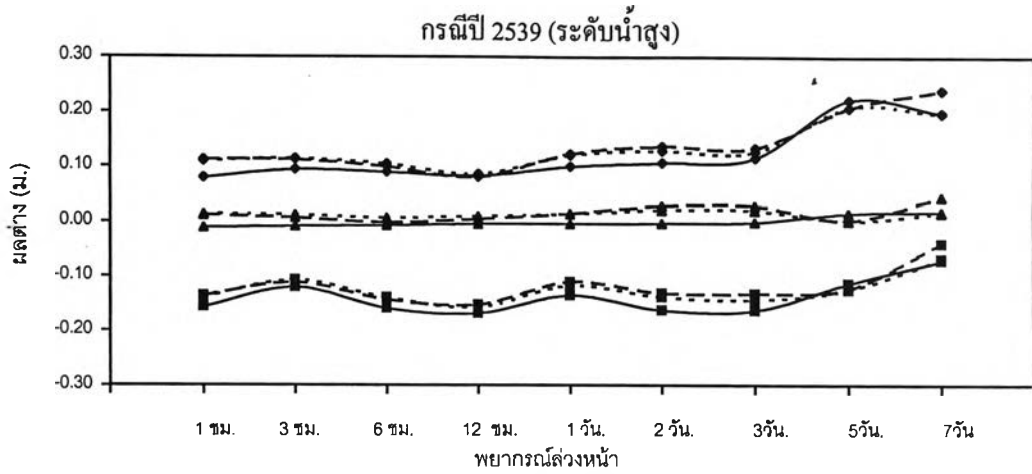
ตารางที่ 5.9 รายละเอียดของกรณีศึกษา กรณีคัดเลือกค่าโมเมนต์ (ต่อ)

ที่	กรณีศึกษา	โครงสร้าง	ระดับน้ำ	ตัวแปรเข้า				ตัวแปรออก	ค่า โมเมนต์	อัตรา การเรียนรู้
				ระดับน้ำสังเกต			ความลึกฝน	ระดับน้ำ พยากรณ์		
				ขอบเขตบน	ขอบเขตล่าง	สถานีใกล้เคียง	สถานีฝน			
19	FC-C4-1.1	126-126-9	สูง	บางไทร	สันดอนกรุงเทพ	ปากเกร็ด, สามเสน	41013, 41192	ป้อมพระจุล	0.8	0.01
20	FC-C4-1.2		ปานกลาง							
21	FC-C4-1.3		ต่ำ							
22	FC-C4-2.1	126-126-9	สูง	บางไทร	สันดอนกรุงเทพ	ปากเกร็ด, สามเสน	41013, 41192	ป้อมพระจุล	1.0	0.01
23	FC-C4-2.2		ปานกลาง							
24	FC-C4-2.3		ต่ำ							
25	FC-C4-3.1	126-126-9	สูง	บางไทร	สันดอนกรุงเทพ	ปากเกร็ด, สามเสน	41013, 41192	ป้อมพระจุล	0.6	0.01
26	FC-C4-3.2		ปานกลาง							
27	FC-C4-3.3		ต่ำ							
28	BT-C4-1.1	126-126-9	สูง	บางไทร	-	ปากเกร็ด, สามเสน, ป้อมพระจุล	41013, 41192	สันดอนกรุงเทพ	0.8	0.01
29	BT-C4-1.2		ปานกลาง							
30	BT-C4-1.3		ต่ำ							
31	BT-C4-2.1	126-126-9	สูง	บางไทร	-	ปากเกร็ด, สามเสน, ป้อมพระจุล	41013, 41192	สันดอนกรุงเทพ	1.0	0.01
32	BT-C4-2.2		ปานกลาง							
33	BT-C4-2.3		ต่ำ							
34	BT-C4-3.1	126-126-9	สูง	บางไทร	-	ปากเกร็ด, สามเสน, ป้อมพระจุล	41013, 41192	สันดอนกรุงเทพ	0.6	0.01
35	BT-C4-3.2		ปานกลาง							
36	BT-C4-3.3		ต่ำ							

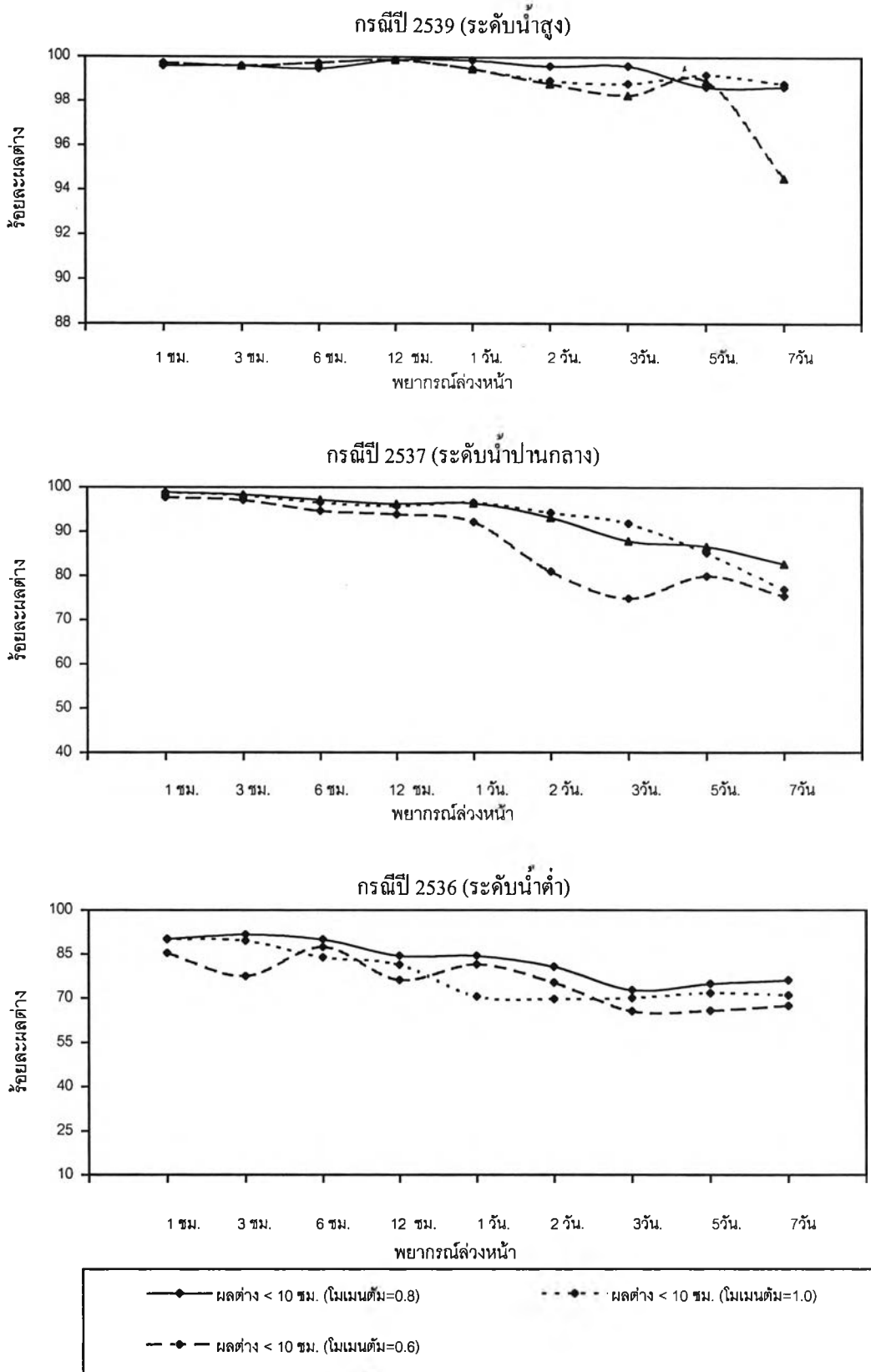
2. เมื่อเปรียบเทียบค่าผลต่าง (error) พบว่า กรณีค่าโมเมนตัมเท่ากับ 0.8 มีค่าผลต่างเท่ากับแบบจำลองที่คัดเลือกในกรณีตัวแปรเข้า โดยเมื่อเปรียบเทียบค่าผลต่างระหว่างค่าโมเมนตัมเท่ากับ 1.0 และ 0.6 พบว่ามีค่าความผิดพลาดใกล้เคียงกันทั้ง 4 สถานี
3. เมื่อเปรียบเทียบค่าคลาดเคลื่อนเฉลี่ยสัมบูรณ์ (MAD) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าคลาดเคลื่อน (RMSE) พบว่า กรณีค่าโมเมนตัมเท่ากับ 0.8 ผลการพยากรณ์ที่สถานีปากเกร็ด สถานีสามเสน สถานีป้อมพระจุล และสถานีสันดอนกรุงเทพมีค่า MAD และ RMSE ใกล้เคียงกันคือ 0.02-0.09 ม., 0.02-0.09 ม., 0.06-0.21 ม.และ 0.07-0.22 ม. ตามลำดับ ในขณะที่อีกสองกรณีมีค่า MAD และ RMSE ประมาณ 0.02-0.03 ม., 0.02-0.14 ม., 0.07-0.28 ม.และ 0.08-0.31 ม. ตามลำดับ
4. ในส่วนของเวลาในการเรียนรู้ของแบบจำลองพบว่า แบบจำลองที่มีค่าโมเมนตัมเท่ากับ 0.8 จะใช้เวลาในการเรียนรู้น้อยกว่าประมาณ 1.1-1.3 เท่า
5. จากการทดสอบพบว่า แบบจำลองที่มีค่าโมเมนตัมเท่ากับ 0.8 จะให้ผลการพยากรณ์ที่ดีที่สุดทั้งในช่วงระดับน้ำสูง กลาง และต่ำ โดยค่าโมเมนตัมเท่ากับ 0.8 นี้จะถูกนำไปใช้ในการคัดเลือกโครงสร้างและค่าตัวแปรอื่นต่อไป

ตารางที่ 5.10 สรุปผลการพยากรณ์ระดับน้ำโดยแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียม กรณีคัดเลือกค่าโมเมนตัม

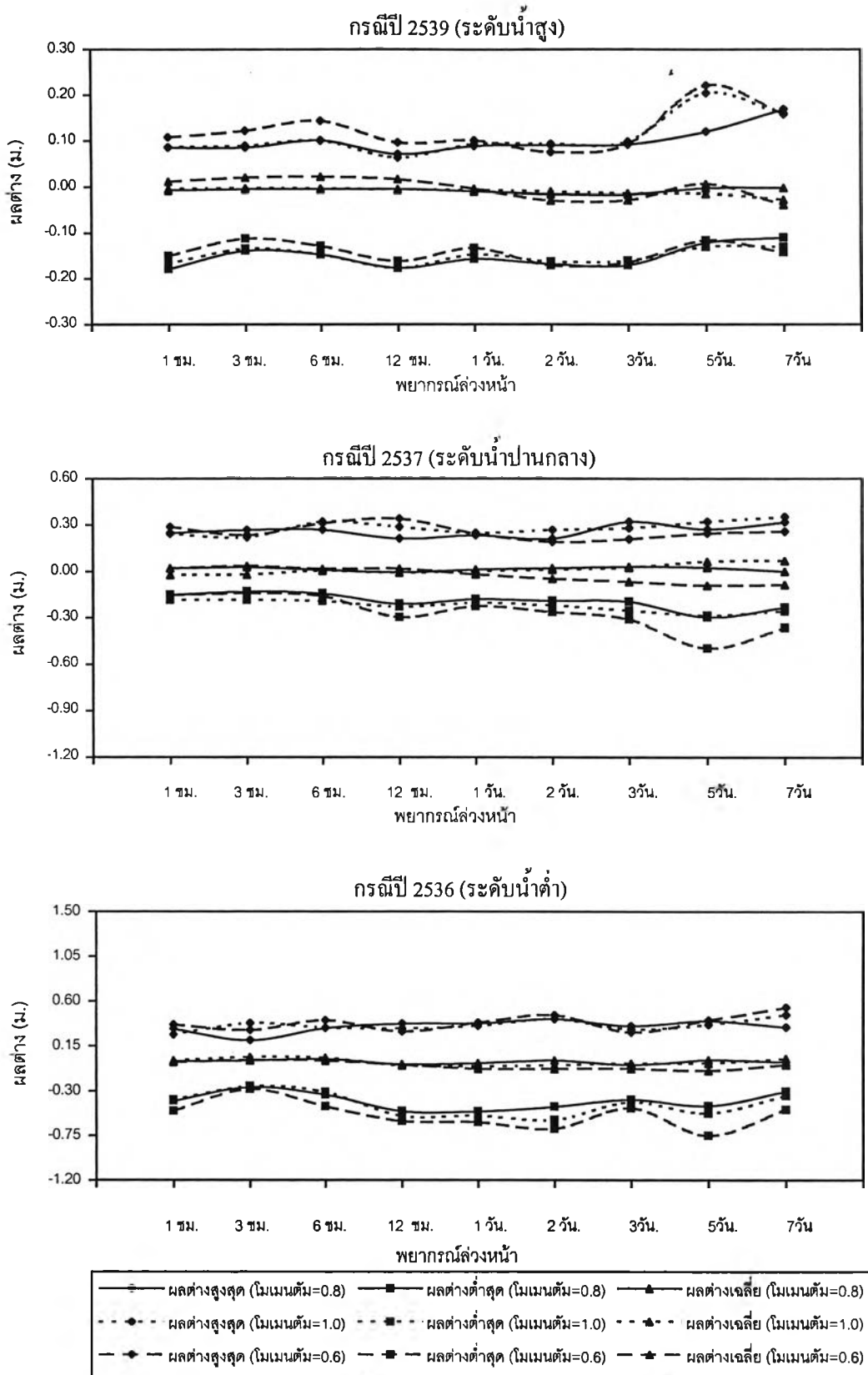
สถานี	ที่	กรณีศึกษา	ผลต่างระหว่างระดับน้ำสังเกตและระดับน้ำพยากรณ์ (D)					
			R ²	error	MAD	RMSE	ร้อยละของผลต่าง	
							ม.	ม.
ปากเกร็ด	1	PK-C4-1.1ถึง1.3	0.91-0.99	-0.38 - 0.27	0.02-0.08	0.02-0.09	76.1-98.9	0.1-20.4
	2	PK-C4-2.1ถึง2.3	0.95-0.99	-0.16 - 0.21	0.02-0.03	0.02-0.03	98.8-99.7	0.1-1.2
	3	PK-C4-3.1ถึง3.3	0.94-0.99	-0.15 - 0.24	0.02-0.05	0.02-0.03	98.3-99.7	0.1-1.7
สามเสน	1	SS-C4-1.1ถึง1.3	0.95-0.99	-0.50 - 0.72	0.02-0.06	0.02-0.09	81.3-99.9	0.1-15.9
	2	SS-C4-2.1ถึง2.3	0.92-0.99	-0.59 - 0.82	0.02-0.09	0.02-0.12	63.3-99.9	0.1-31.3
	3	SS-C4-3.1ถึง3.3	0.90-0.99	-0.75 - 0.84	0.02-0.13	0.02-0.14	47.1-99.9	0.1-33.1
ป้อมพระจุล	1	FC-C4-1.1ถึง1.3	0.92-0.99	-1.32 - 1.14	0.06-0.21	0.08-0.20	43.6-81.9	15.2-35.5
	2	FC-C4-2.1ถึง2.3	0.89-0.98	-2.28 - 1.22	0.07-0.18	0.09-0.22	36.0-73.7	22.1-36.7
	3	FC-C4-3.1ถึง3.3	0.87-0.98	-2.37 - 1.23	0.08-0.21	0.10-0.28	28.8-70.8	25.6-34.7
สันดอน กรุงเทพ	1	BT-C4-1.1ถึง1.3	0.93-0.99	-0.99 - 1.11	0.07-0.19	0.10-0.22	28.4-77.9	17.9-32.4
	2	BT-C4-2.1ถึง2.3	0.90-0.98	-1.02 - 1.28	0.08-0.28	0.11-0.25	21.5-70.8	20.9-32.9
	3	BT-C4-3.1ถึง3.3	0.88-0.98	-0.99 - 1.39	0.11-0.31	0.12-0.29	19.3-55.3	18.4-34.7



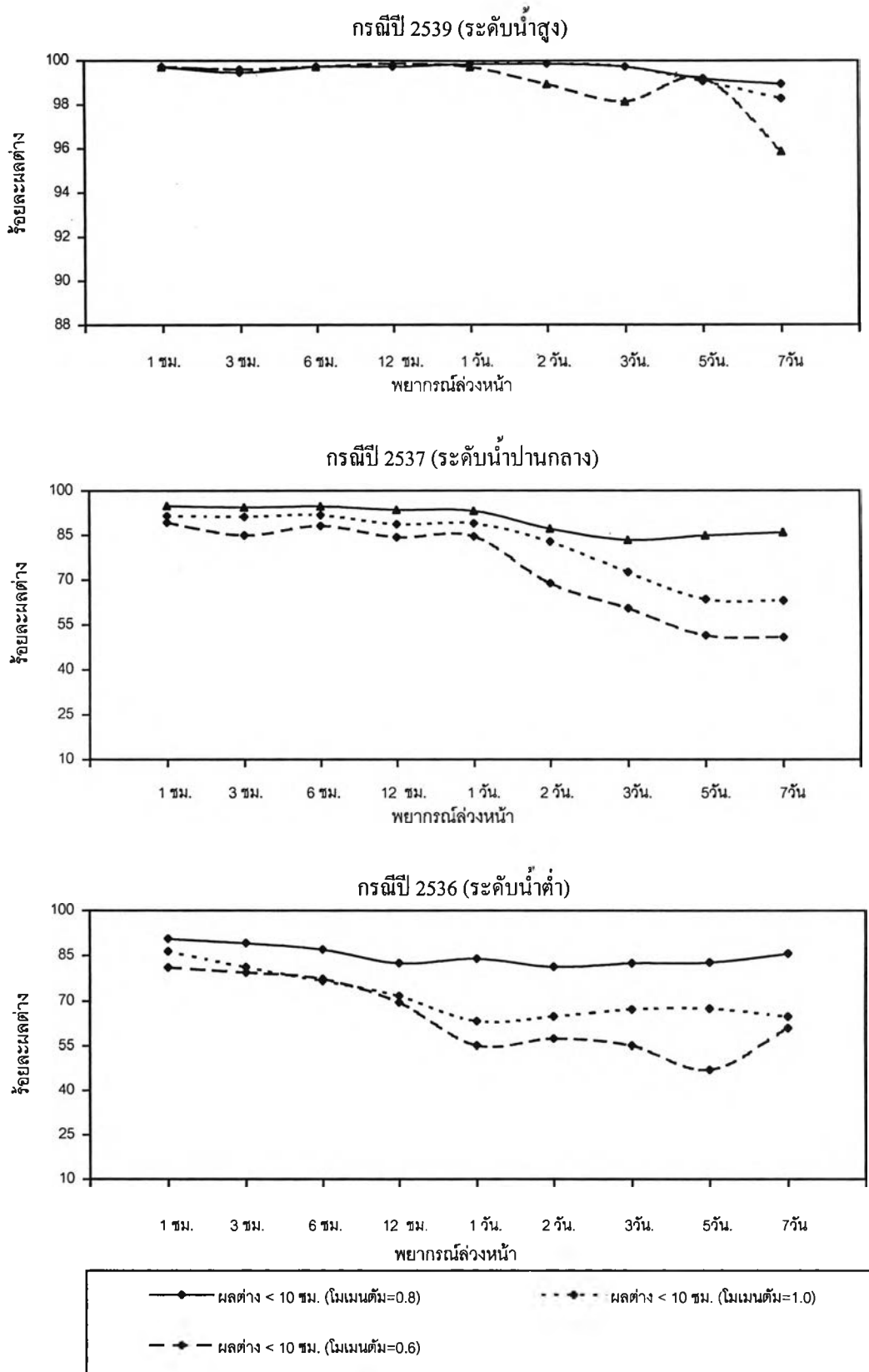
รูปที่ 5.41 ค่าสูงสุด ค่าเฉลี่ย และค่าต่ำสุดของผลต่างระหว่างค่าระดับน้ำสังเกตและค่าพยากรณ์ โดยแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียม ณ. สถานีปากเกร็ด กรณีคัดเลือกค่าโมเมนต์



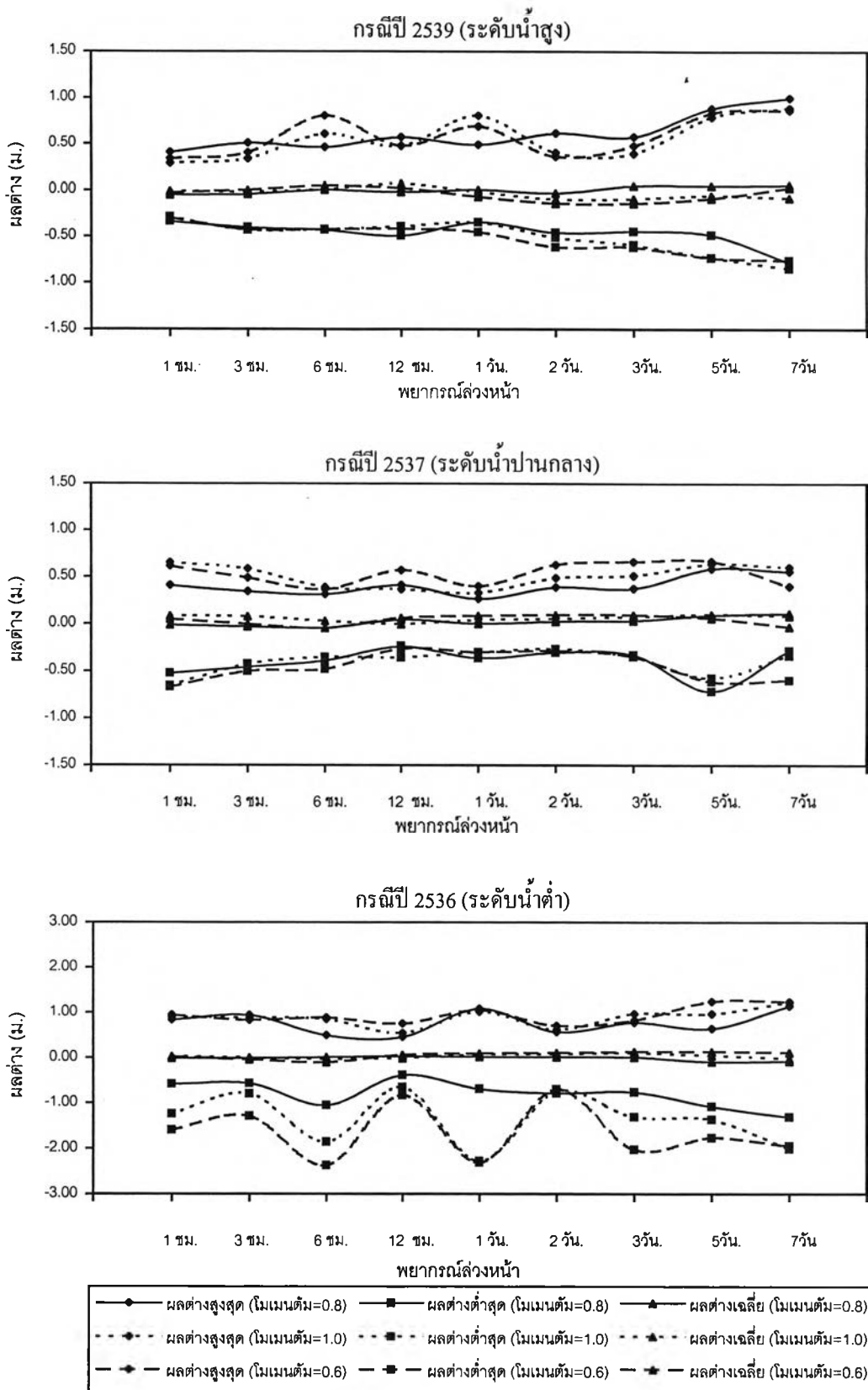
รูปที่ 5.42 ร้อยละของผลต่างระหว่างค่าสังเกตและค่าพยากรณ์ โดยแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียม ณ. สถานีปากเกร็ด กรณีคัดเลือกค่าโมเมนตัม



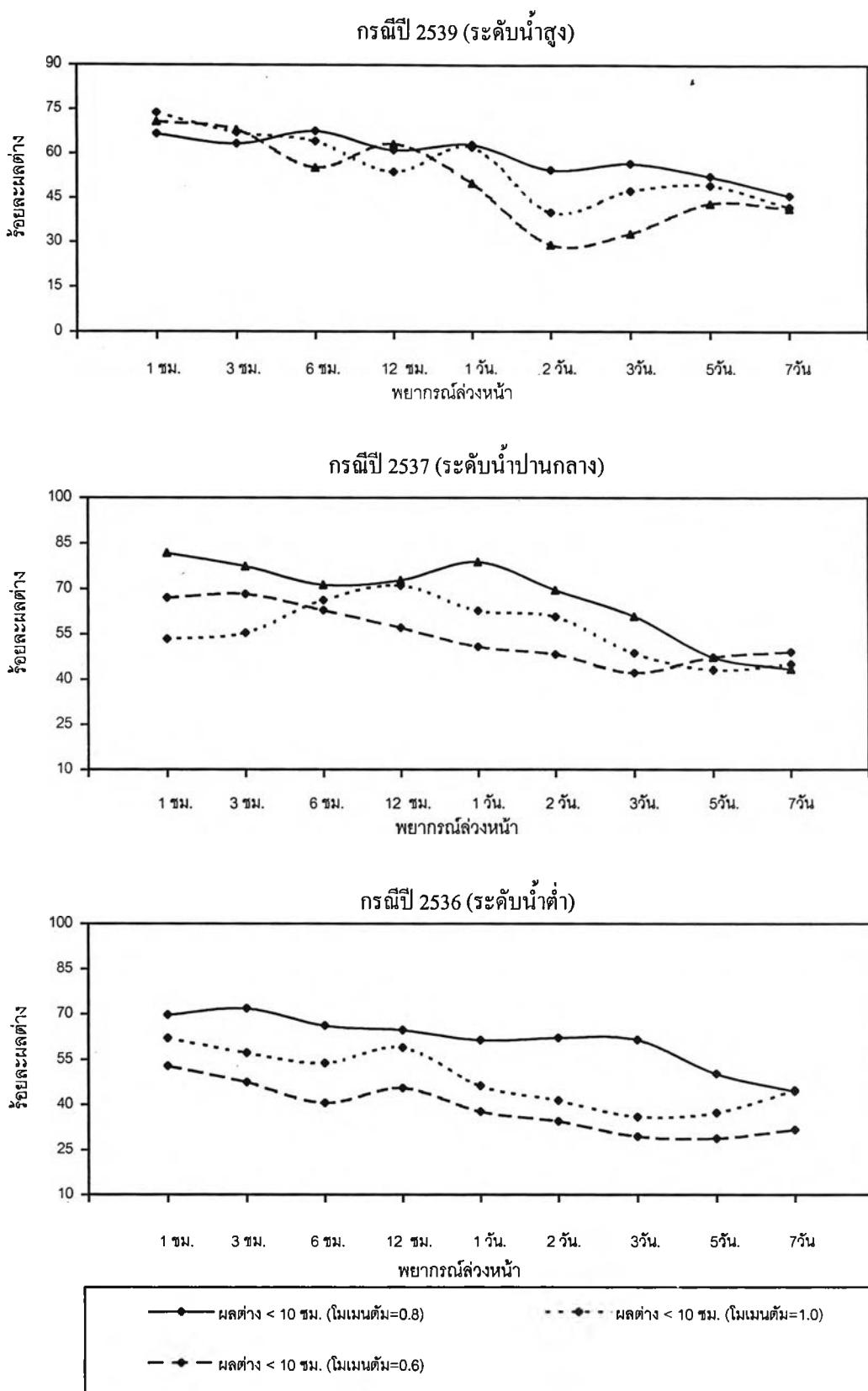
รูปที่ 5.43 ค่าสูงสุด ค่าเฉลี่ย และค่าต่ำสุดของผลต่างระหว่างค่าระดับน้ำสังเกตและค่าพยากรณ์ โดยแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียม ณ. สถานีสามเสน กรณีคัดเลือกค่าโมเมนต์



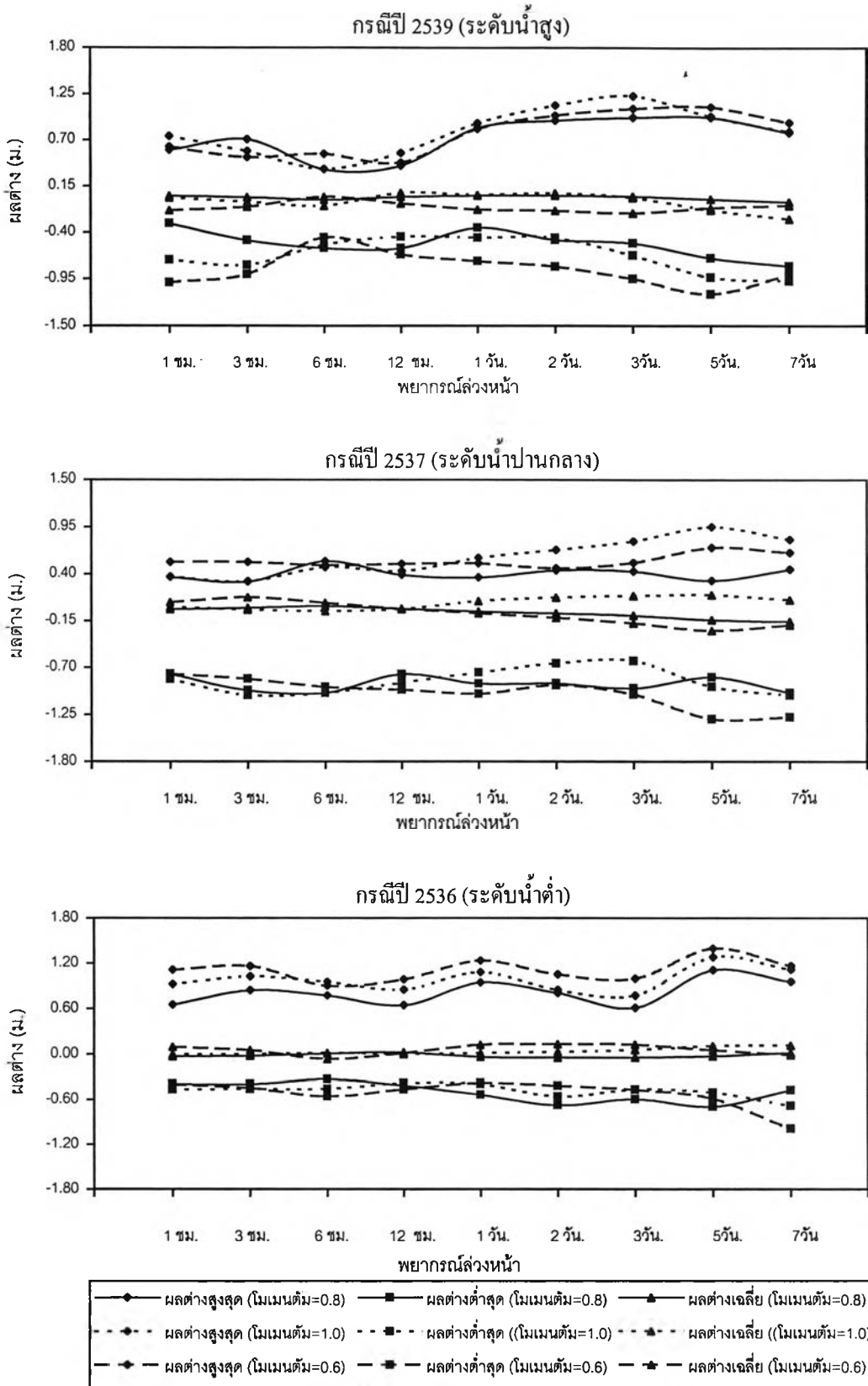
รูปที่ 5.44 ร้อยละของผลต่างระหว่างค่าสังเกตและค่าพยากรณ์ โดยแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียม ณ. สถานีสามเสน กรณีคัดเลือกค่าโมเมนต์



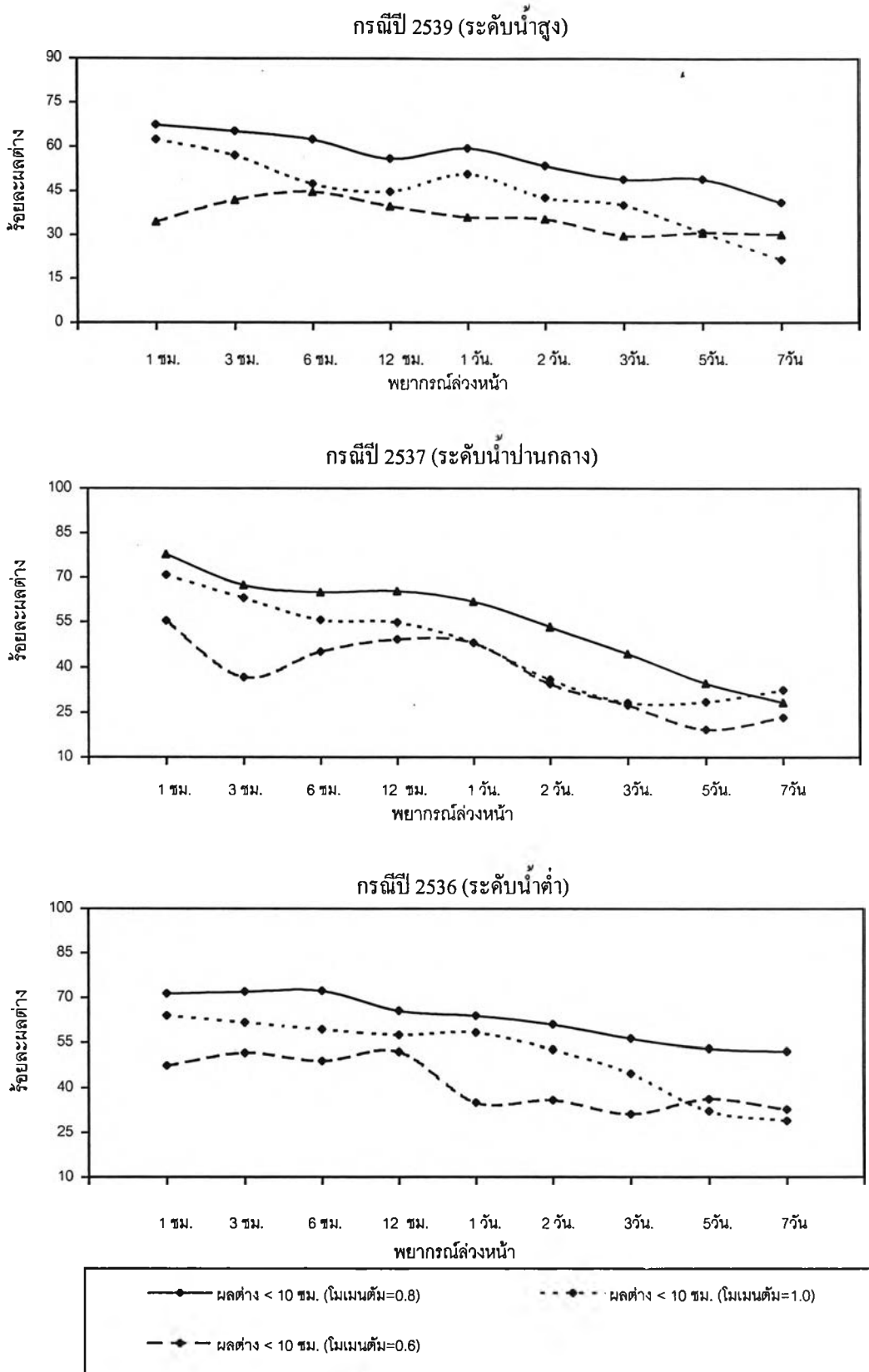
รูปที่ 5.45 ค่าสูงสุด ค่าเฉลี่ย และค่าต่ำสุดของผลต่างระหว่างค่าระดับน้ำสังเกตและค่าพยากรณ์ โดยแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียม ณ. สถานีป้อมพระจุล
 กรณีคัดเลือกค่าโมเมนต์



รูปที่ 5.46 ร้อยละของผลต่างระหว่างค่าสังเกตและค่าพยากรณ์ โดยแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียม ณ. สถานีป้อมพระจุล กรณีคัดเลือกค่าโมเมนต์



รูปที่ 5.47 ค่าสูงสุด ค่าเฉลี่ย และค่าต่ำสุดของผลต่างระหว่างค่าระดับน้ำสังเกตและค่าพยากรณ์ โดยแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียม ณ. สถานีสำนคอนกรุงเทพ กรณีคัดเลือกค่าโมเมนต์



รูปที่ 5.48 ร้อยละของผลต่างระหว่างค่าสังเกตและค่าพยากรณ์ โดยแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียม ณ. สถานีสำนคอนกรุงเทพ กรณีคัดเลือกค่าโมเมนต์

5.3 กรณีคัดเลือกค่าอัตราการเรียนรู้ (C5)

สำหรับกรณีคัดเลือกค่าอัตราการเรียนรู้ จะประกอบด้วยการศึกษาทดสอบหาค่าอัตราการเรียนรู้ที่เหมาะสมสำหรับการพยากรณ์ค่าระดับน้ำรายชั่วโมงที่สถานีปากเกร็ด สถานีสามเสน สถานีป้อมพระจุล และสถานีสันดอนกรุงเทพ โดยใช้สัญลักษณ์ C5

สถานีปากเกร็ด (PK)

กรณีศึกษา PK-C5-1.1, PK-C5-1.2 และ PK-C5-1.3 : การพยากรณ์ระดับน้ำที่สถานีปากเกร็ดโดยโครงข่ายใยประสาทเทียมมีค่าอัตราการเรียนรู้เท่ากับ 0.002 ในช่วงระดับน้ำสูง ระดับน้ำปานกลาง และระดับน้ำต่ำตามลำดับ

กรณีศึกษา PK-C5-2.1, PK-C5-2.2 และ PK-C5-2.3 : การพยากรณ์ระดับน้ำที่สถานีปากเกร็ดโดยโครงข่ายใยประสาทเทียมมีค่าอัตราการเรียนรู้เท่ากับ 0.01 ในช่วงเวลาเดียวกับกรณีศึกษา PK-C5-1.1 ถึง PK-C5-1.3

กรณีศึกษา PK-C5-3.1, PK-C5-3.2 และ PK-C5-3.3 : การพยากรณ์ระดับน้ำที่สถานีปากเกร็ดโดยโครงข่ายใยประสาทเทียมมีค่าอัตราการเรียนรู้เท่ากับ 0.05 ในช่วงเวลาเดียวกับกรณีศึกษา PK-C5-1.1 ถึง PK-C5-1.3

สถานีสามเสน (SS)

กรณีศึกษา SS-C5-1.1, SS-C5-1.2 และ SS-C5-1.3, กรณีศึกษา SS-C5-2.1, SS-C5-2.2 และ SS-C5-2.3, กรณีศึกษา SS-C5-3.1, SS-C5-3.2 และ SS-C5-3.3 : การพยากรณ์ระดับน้ำที่สถานีสามเสนโดยโครงข่ายใยประสาทเทียมมีโครงสร้างและช่วงเวลาเดียวกันกับสถานีปากเกร็ด

สถานีป้อมพระจุล (FC)

กรณีศึกษา FC-C5-1.1, FC-C5-1.2 และ FC-C5-1.3, กรณีศึกษา FC-C5-2.1, FC-C5-2.2 และ FC-C5-2.3, กรณีศึกษา FC-C5-3.1, FC-C5-3.2 และ FC-C5-3.3 : การพยากรณ์ระดับน้ำที่สถานีป้อมพระจุลโดยโครงข่ายใยประสาทเทียมมีโครงสร้างและช่วงเวลาเดียวกันกับสถานีปากเกร็ด

สถานีสันดอนกรุงเทพ (BT)

กรณีศึกษา BT-C5-1.1, BT-C5-1.2 และ BT-C5-1.3, กรณีศึกษา BT-C5-2.1, BT-C5-2.2 และ BT-C5-2.3, กรณีศึกษา BT-C5-3.1, BT-C5-3.2 และ BT-C5-3.3 : การพยากรณ์ระดับน้ำที่สถานีสันดอนกรุงเทพโดยโครงข่ายใยประสาทเทียมมีโครงสร้างและช่วงเวลาเดียวกันกับสถานีปากเกร็ด

รายละเอียดของแต่ละกรณีศึกษาแสดงดังตารางที่ 5.11 ผลของการพยากรณ์ค่าระดับน้ำของสถานีปากเกร็ด สถานีสามเสน สถานีป้อมพระจุล และสถานีสันดอนกรุงเทพ โดยพิจารณาผลของอัตราการเรียนรู้ ผลการพยากรณ์ในแต่ละกรณีถูกแสดงในภาคผนวก ก. และทำการสรุปเปรียบเทียบผลดังตารางที่ 5.11 และรูปที่ 5.49-5.56 พบว่า

1. สำหรับสถานีปากเกร็ด สถานีสามเสน สถานีป้อมพระจุล และสถานีสันดอนกรุงเทพ นั้น อัตราการเรียนรู้ เท่ากับ 0.01 ให้ผลการพยากรณ์ที่ดีกว่ากรณีอื่น
2. กรณีอัตราการเรียนรู้เท่ากับ 0.05 พบว่าการคำนวณลู่ออกเนื่องจากอัตราการเรียนรู้ที่มากเกินไปจะทำให้การคำนวณไม่สามารถหาจุดที่เหมาะสม (optimum) ของการแก้สมการได้
3. เมื่อเปรียบเทียบค่าผลต่าง (error) พบว่า กรณีอัตราการเรียนรู้เท่ากับ 0.01 มีค่าผลต่างเท่ากับแบบจำลองที่คัดเลือกในกรณีตัวแปรเข้า โดยเมื่อเปรียบเทียบค่าผลต่างระหว่างอัตราการเรียนรู้ เท่ากับ 0.002 พบว่ามีค่าความผิดพลาดใกล้เคียงกันทั้ง 4 สถานี
4. เมื่อเปรียบเทียบค่าคลาดเคลื่อนเฉลี่ยสัมบูรณ์ (MAD) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าคลาดเคลื่อน (RMSE) พบว่า กรณีค่าอัตราการเรียนรู้เท่ากับ 0.01 ผลการพยากรณ์ที่สถานีปากเกร็ด สถานีสามเสน สถานีป้อมพระจุล และสถานีสันดอนกรุงเทพมีค่า MAD และ RMSE ใกล้เคียงกันคือ 0.02-0.09 ม., 0.02-0.09 ม., 0.06-0.21 ม. และ 0.07-0.22 ม. ตามลำดับ ในขณะที่กรณีอัตราการเรียนรู้เท่ากับ 0.002 มีค่า MAD และ RMSE ประมาณ 0.05-0.11 ม., 0.01-0.13 ม., 0.06-0.27 ม. และ 0.08-0.24 ม. ตามลำดับ
5. ในส่วนของเรื่องเวลาในการเรียนรู้ของแบบจำลองพบว่า แบบจำลองที่มีค่าอัตราการเรียนรู้เท่ากับ 0.01 จะใช้เวลาในการเรียนรู้น้อยกว่าประมาณ 1.3 เท่า
6. จากการทดสอบพบว่า แบบจำลองที่มีอัตราการเรียนรู้เท่ากับ 0.01 จะให้ผลการพยากรณ์ที่ดีที่สุดทั้งในช่วงระดับน้ำสูง กลาง และต่ำ

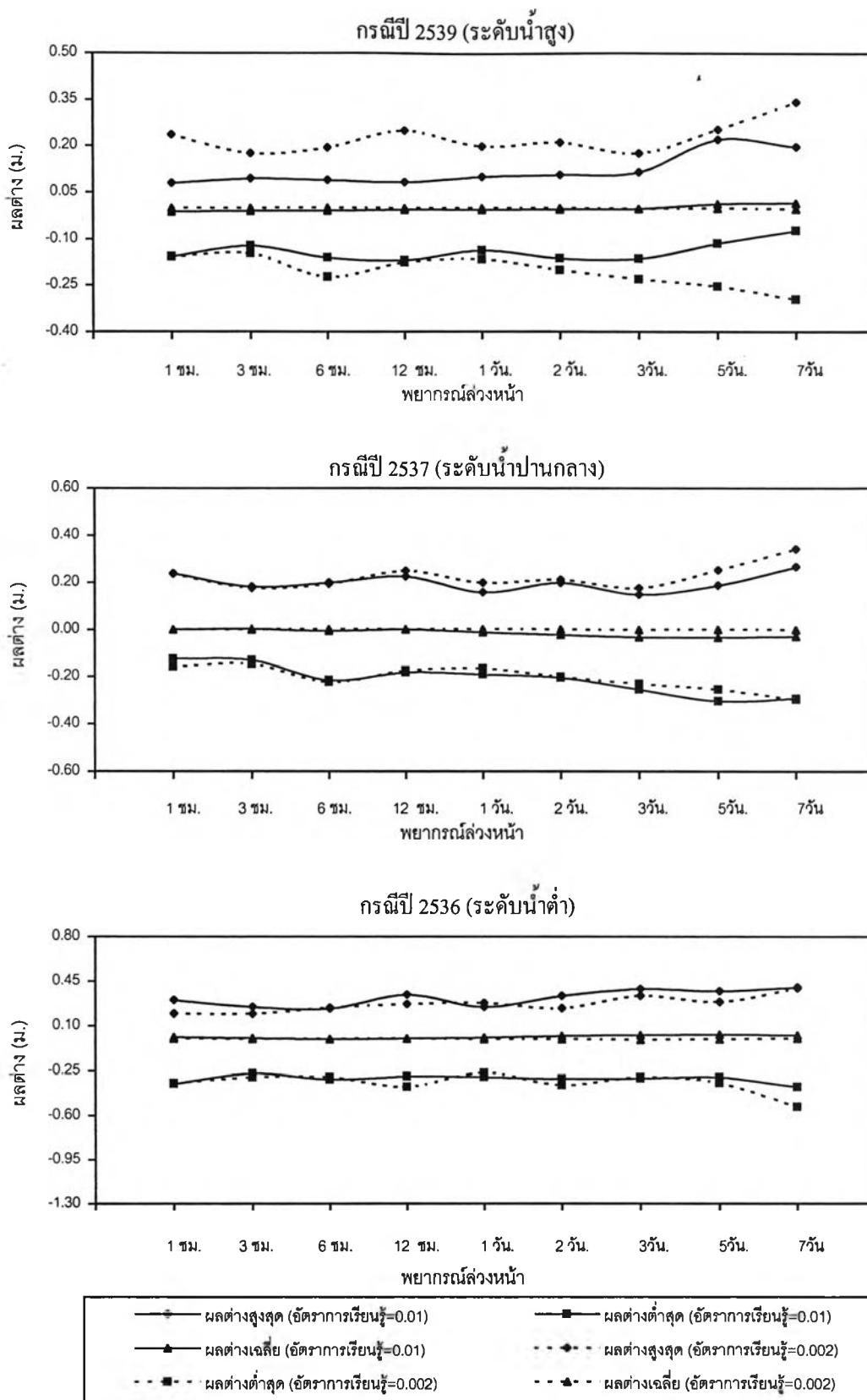
หลังจากได้ผลการศึกษาแล้ว นำกรณีที่ดีที่สุดในแต่ละหัวข้อมาทำการทดสอบอีกครั้งซึ่งจะพบว่าแบบจำลองที่ผ่านการคัดเลือกคือ แบบจำลองโครงสร้าง 139-139-9 ค่าโมเมนต์ = 0.8 อัตราการเรียนรู้ = 0.01 สำหรับสถานีปากเกร็ด และแบบจำลองโครงสร้าง 126-126-6 ค่าโมเมนต์ = 0.8 อัตราการเรียนรู้ = 0.01 สำหรับสถานีสามเสน ป้อมพระจุล และสันดอนกรุงเทพ ซึ่งแสดงผลดังรูปที่ 5.13 - 5.20 นั้นเอง

ตารางที่ 5.11 รายละเอียดของกรณีศึกษา กรณีคัดเลือกค่าอัตราการเรียนรู้

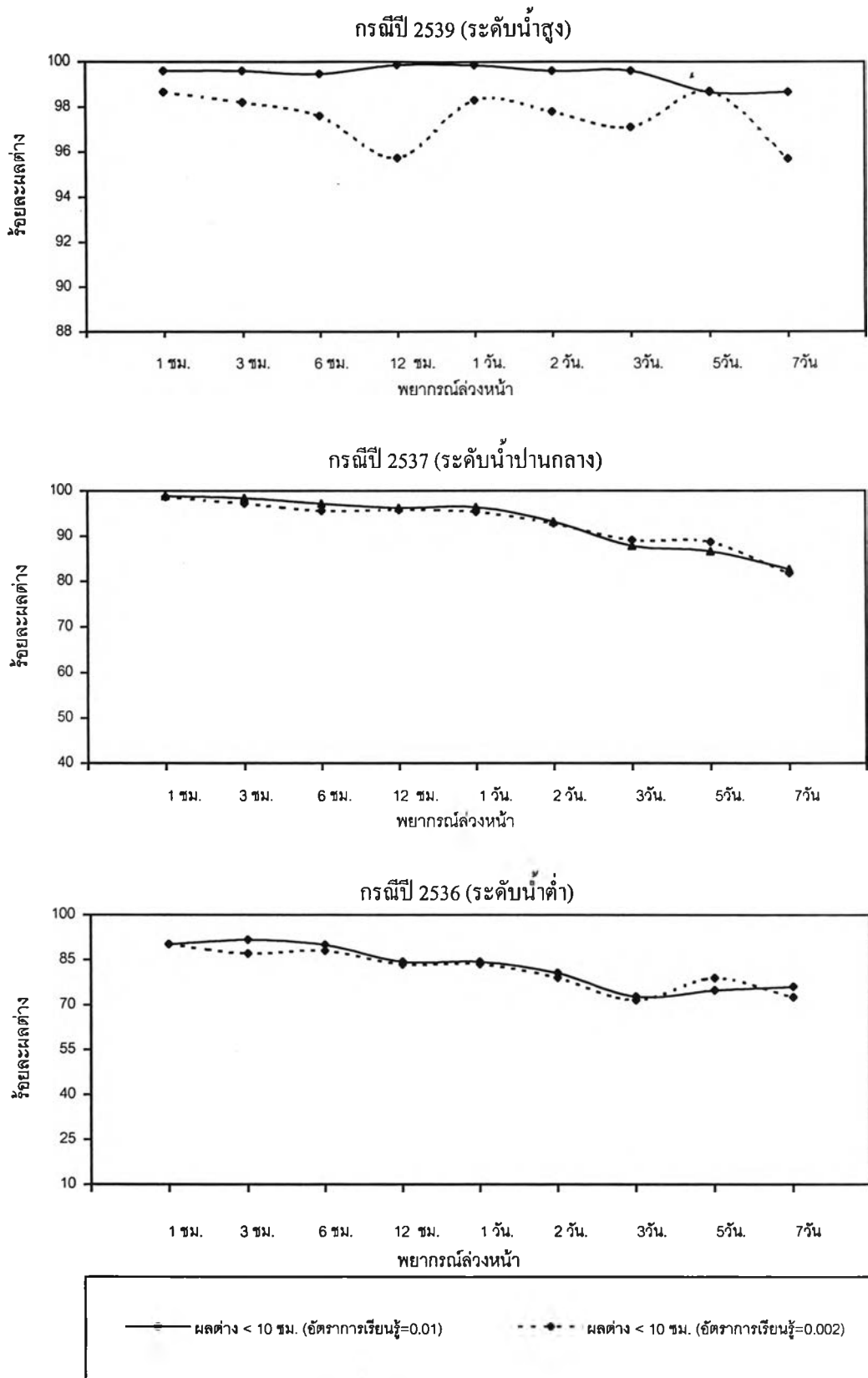
ที่	กรณีศึกษา	โครงสร้าง	ระดับน้ำ	ตัวแปรเข้า				ตัวแปรออก	ค่า โมเมนต์	อัตรา การเรียนรู้
				ระดับน้ำสังเกต			ความลึกฝน	ระดับน้ำ พยากรณ์		
				ขอบเขตบน	ขอบเขตล่าง	สถานีใกล้เคียง	สถานีฝน			
1	PK-C4-1.1	139-139-9	สูง	บางไทร	สันดอนกรุงเทพ	สามเสน, ป้อมพระจุล	32022, 32032, 32072	ปากเกร็ด	0.8	0.002
2	PK-C4-1.2		ปานกลาง							
3	PK-C4-1.3		ต่ำ							
4	PK-C4-2.1	139-139-9	สูง	บางไทร	สันดอนกรุงเทพ	สามเสน, ป้อมพระจุล	32022, 32032, 32072	ปากเกร็ด	0.8	0.01
5	PK-C4-2.2		ปานกลาง							
6	PK-C4-2.3		ต่ำ							
7	PK-C4-3.1	139-139-9	สูง	บางไทร	สันดอนกรุงเทพ	สามเสน, ป้อมพระจุล	32022, 32032, 32072	ปากเกร็ด	0.8	0.05
8	PK-C4-3.2		ปานกลาง							
9	PK-C4-3.3		ต่ำ							
10	SS-C4-1.1	126-126-9	สูง	บางไทร	สันดอนกรุงเทพ	ปากเกร็ด, ป้อมพระจุล	31012, 31042	สามเสน	0.8	0.002
11	SS-C4-1.2		ปานกลาง							
12	SS-C4-1.3		ต่ำ							
13	SS-C4-2.1	126-126-9	สูง	บางไทร	สันดอนกรุงเทพ	ปากเกร็ด, ป้อมพระจุล	31012, 31042	สามเสน	0.8	0.01
14	SS-C4-2.2		ปานกลาง							
15	SS-C4-2.3		ต่ำ							
16	SS-C4-3.1	126-126-9	สูง	บางไทร	สันดอนกรุงเทพ	ปากเกร็ด, ป้อมพระจุล	31012, 31042	สามเสน	0.8	0.05
17	SS-C4-3.2		ปานกลาง							
18	SS-C4-3.3		ต่ำ							

ตารางที่ 5.11 รายละเอียดของกรณีศึกษา กรณีคัดเลือกค่าอัตราการเรียนรู้ (ต่อ)

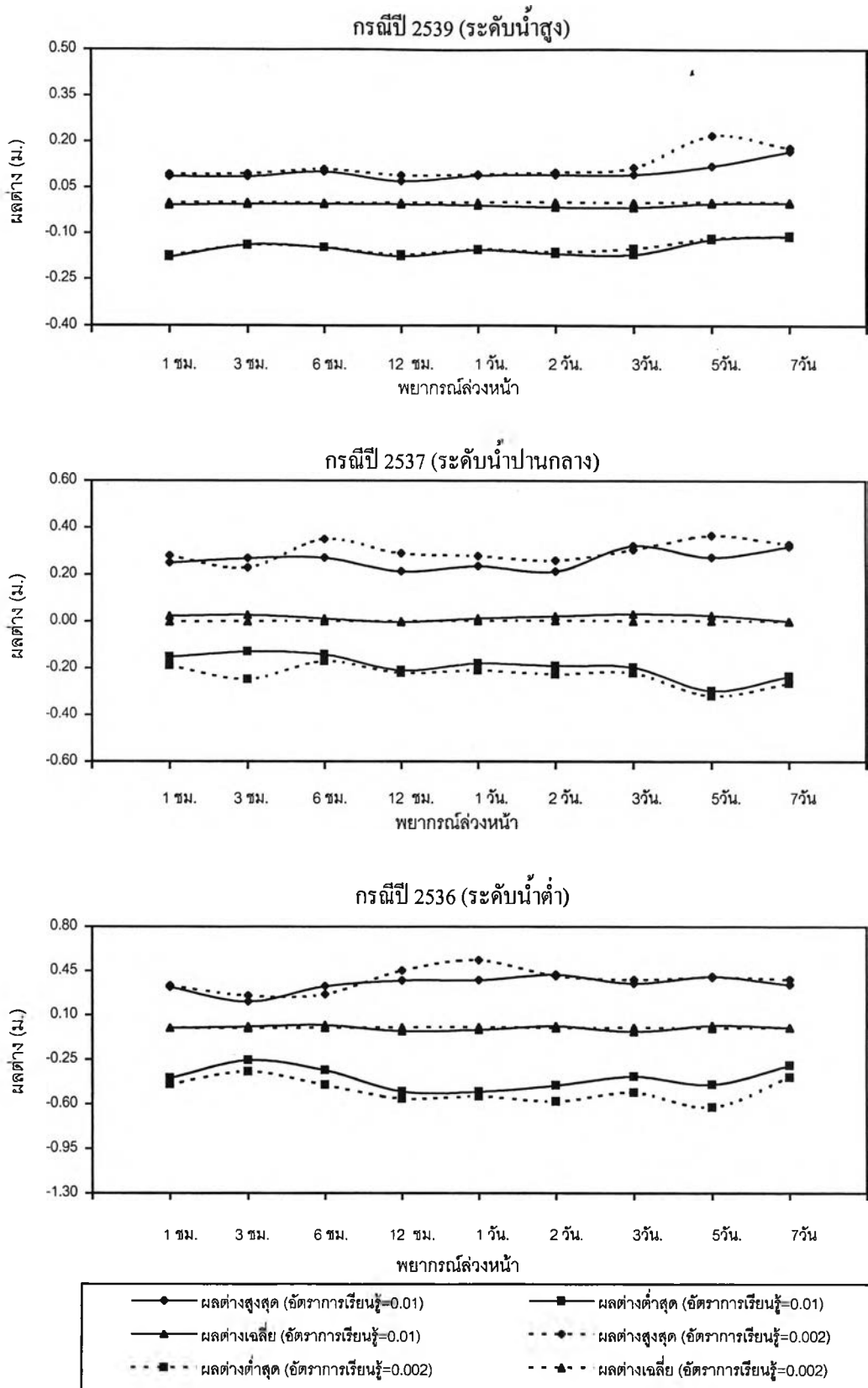
ที่	กรณีศึกษา	โครงสร้าง	ระดับน้ำ	ตัวแปรเข้า				ตัวแปรออก	ค่า โมเมนต์	อัตรา การเรียนรู้
				ระดับน้ำสังเกต			ความลึกฝน	ระดับน้ำ พยากรณ์		
				ขอบเขตบน	ขอบเขตล่าง	สถานีใกล้เคียง	สถานีฝน			
19	FC-C4-1.1	126-126-9	สูง	บางไทร	สันดอนกรุงเทพ	ปากเกร็ด, สามเสน	41013, 41192	ป้อมพระจุล	0.8	0.002
20	FC-C4-1.2		ปานกลาง							
21	FC-C4-1.3		ต่ำ							
22	FC-C4-2.1	126-126-9	สูง	บางไทร	สันดอนกรุงเทพ	ปากเกร็ด, สามเสน	41013, 41192	ป้อมพระจุล	0.8	0.01
23	FC-C4-2.2		ปานกลาง							
24	FC-C4-2.3		ต่ำ							
25	FC-C4-3.1	126-126-9	สูง	บางไทร	สันดอนกรุงเทพ	ปากเกร็ด, สามเสน	41013, 41192	ป้อมพระจุล	0.8	0.05
26	FC-C4-3.2		ปานกลาง							
27	FC-C4-3.3		ต่ำ							
28	BT-C4-1.1	126-126-9	สูง	บางไทร	-	ปากเกร็ด, สามเสน, ป้อมพระจุล	41013, 41192	สันดอนกรุงเทพ	0.8	0.002
29	BT-C4-1.2		ปานกลาง							
30	BT-C4-1.3		ต่ำ							
31	BT-C4-2.1	126-126-9	สูง	บางไทร	-	ปากเกร็ด, สามเสน, ป้อมพระจุล	41013, 41192	สันดอนกรุงเทพ	0.8	0.01
32	BT-C4-2.2		ปานกลาง							
33	BT-C4-2.3		ต่ำ							
34	BT-C4-3.1	126-126-9	สูง	บางไทร	-	ปากเกร็ด, สามเสน, ป้อมพระจุล	41013, 41192	สันดอนกรุงเทพ	0.8	0.05
35	BT-C4-3.2		ปานกลาง							
36	BT-C4-3.3		ต่ำ							



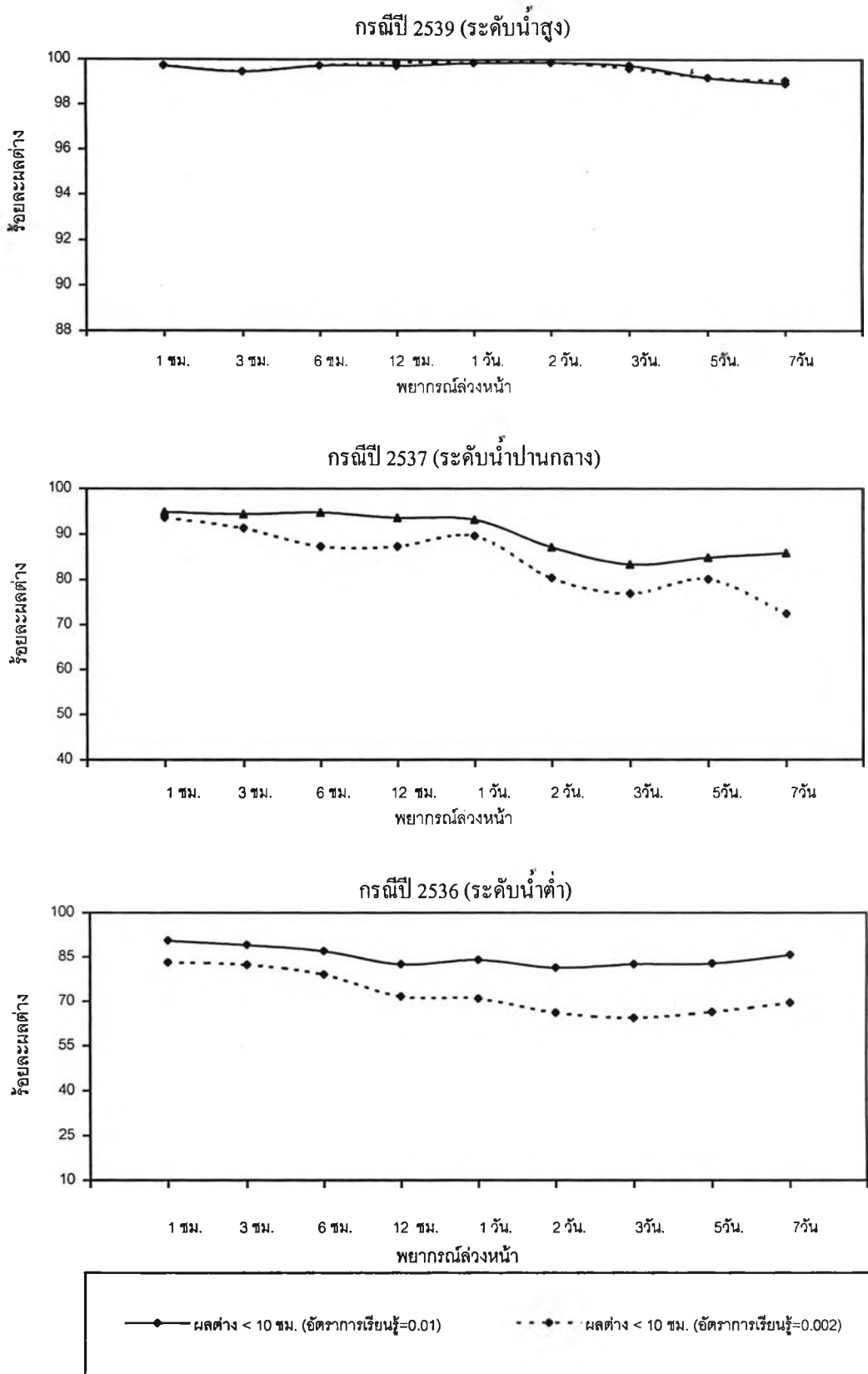
รูปที่ 5.49 ค่าสูงสุด ค่าเฉลี่ย และค่าต่ำสุดของผลต่างระหว่างค่าระดับน้ำสังเกตและค่าพยากรณ์ โดยแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียม ณ. สถานีปากเกร็ด กรณีคัดเลือกอัตราการเรียนรู้



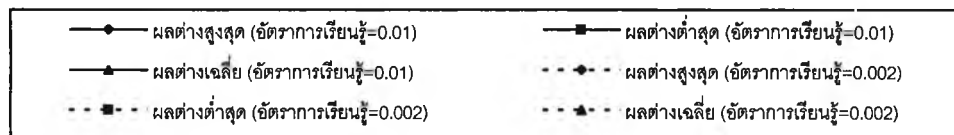
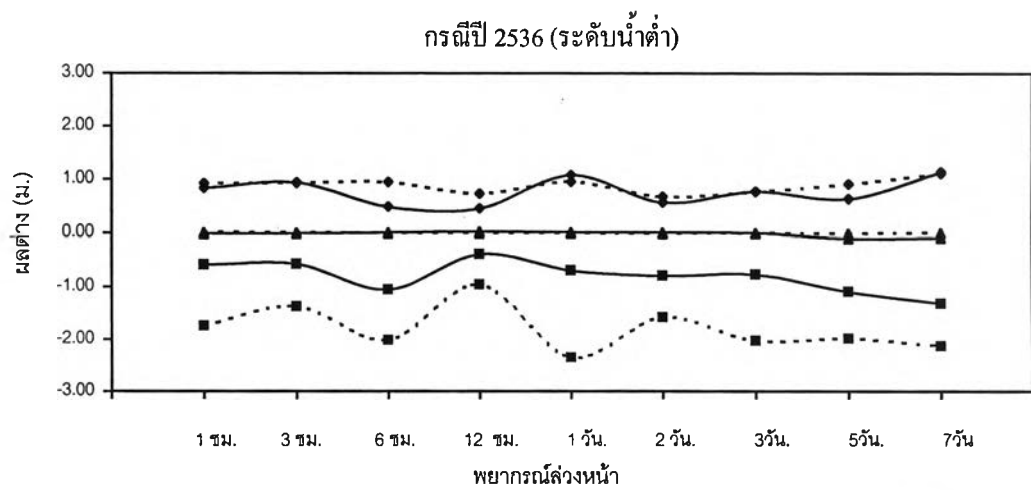
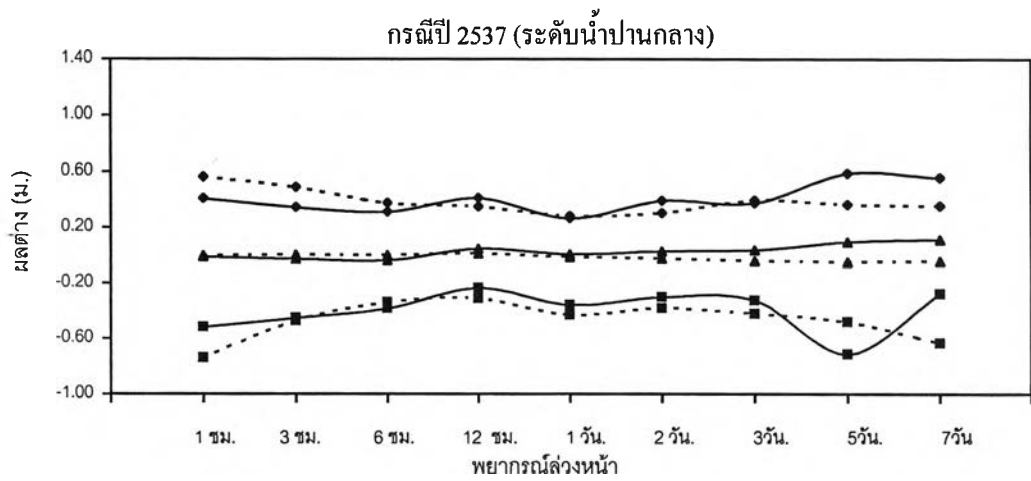
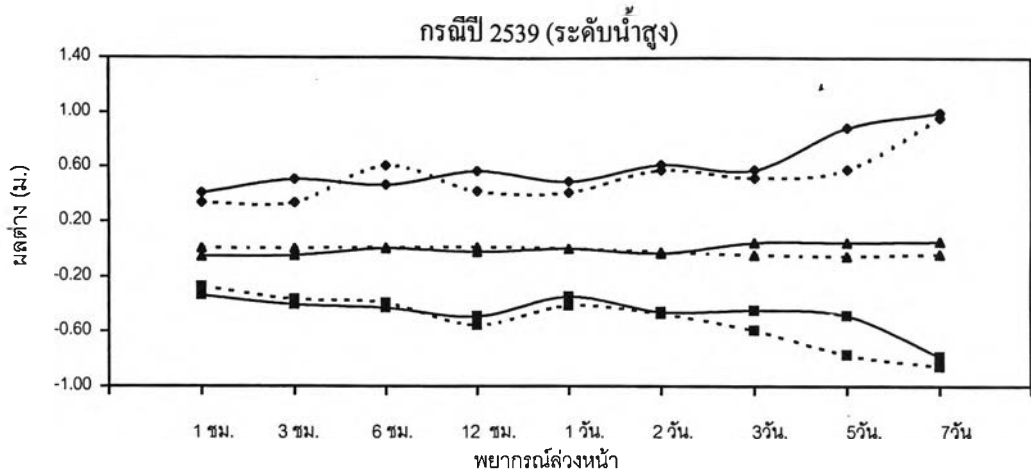
รูปที่ 5.50 ร้อยละของผลต่างระหว่างค่าสังเกตและค่าพยากรณ์ โดยแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียม ณ. สถานีปากเกร็ด กรณีคัดเลือกอัตราการเรียนรู้



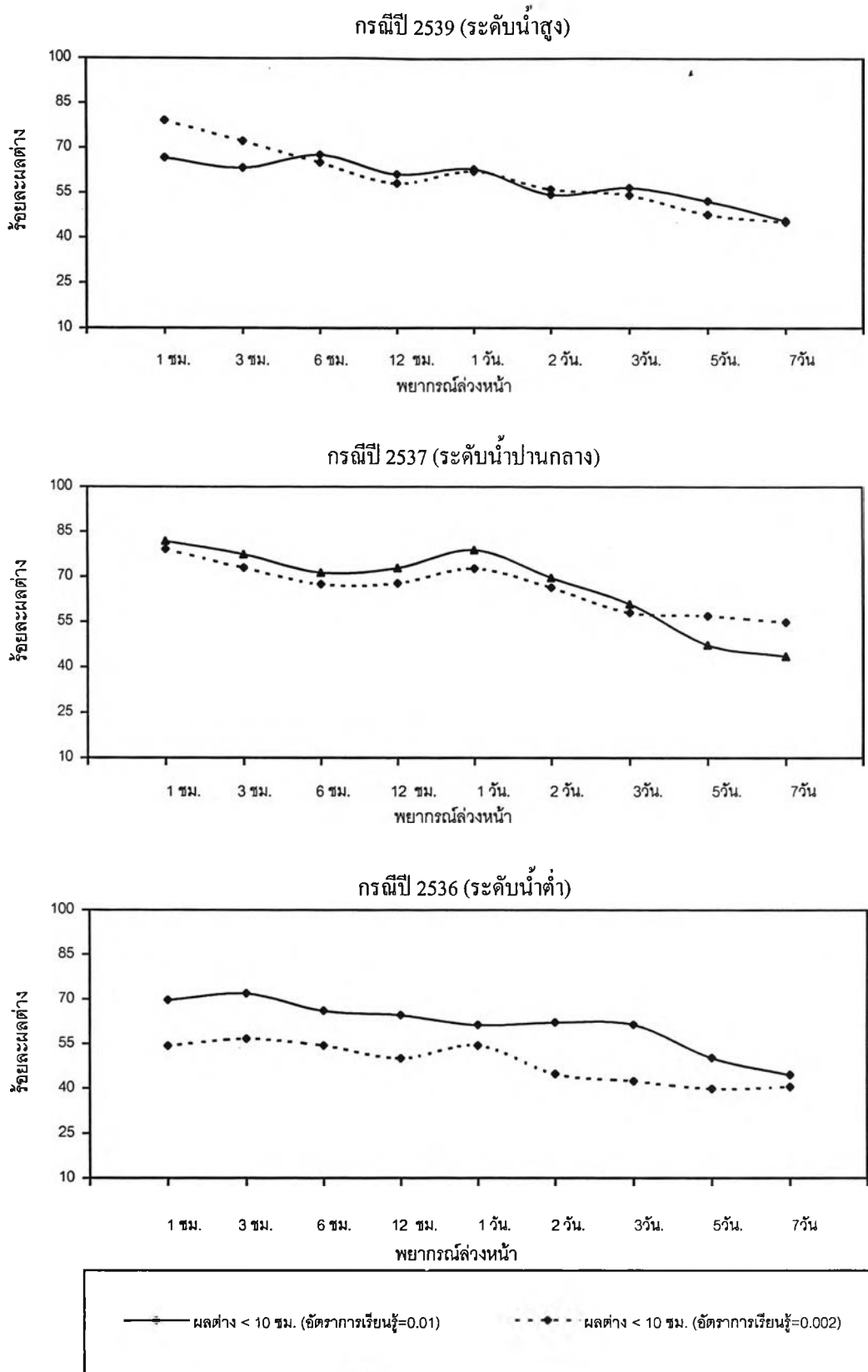
รูปที่ 5.51 ค่าสูงสุด ค่าเฉลี่ย และค่าต่ำสุดของผลต่างระหว่างค่าระดับน้ำถึงเกิดและค่าพยากรณ์ โดยแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียม ณ. สถานีสามเสน กรณีคัดเลือกอัตราการเรียนรู้



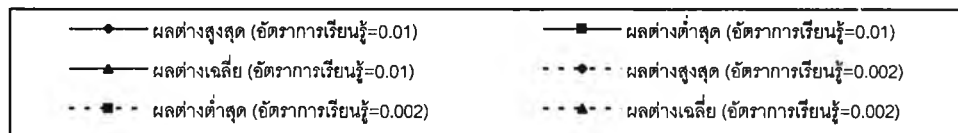
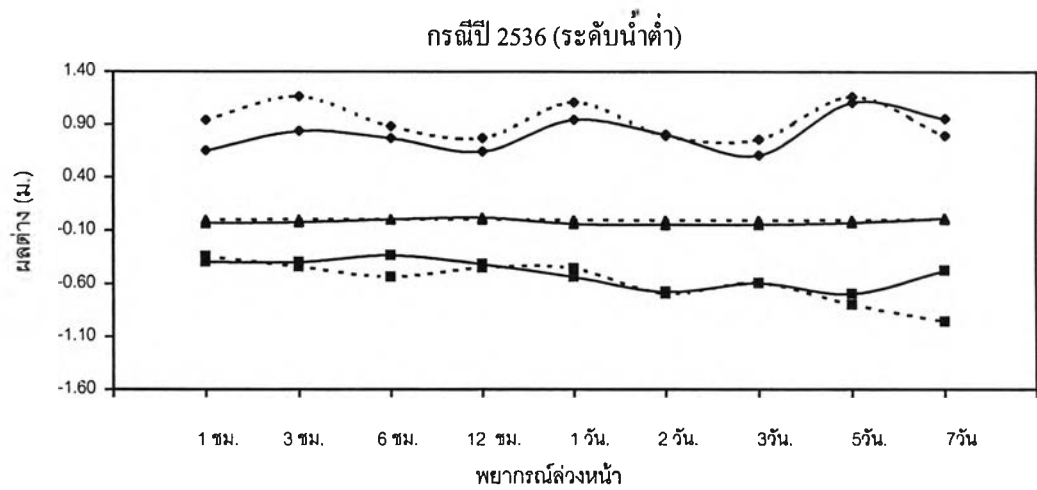
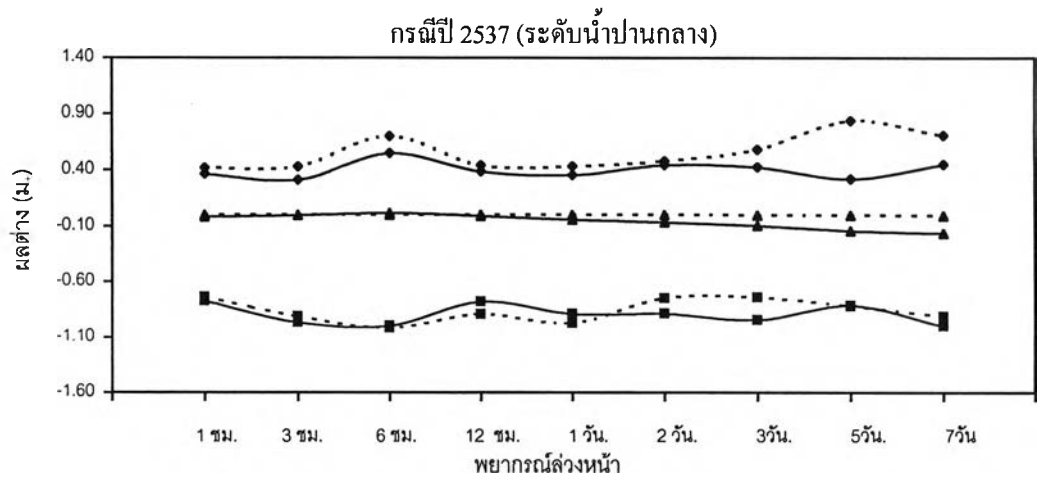
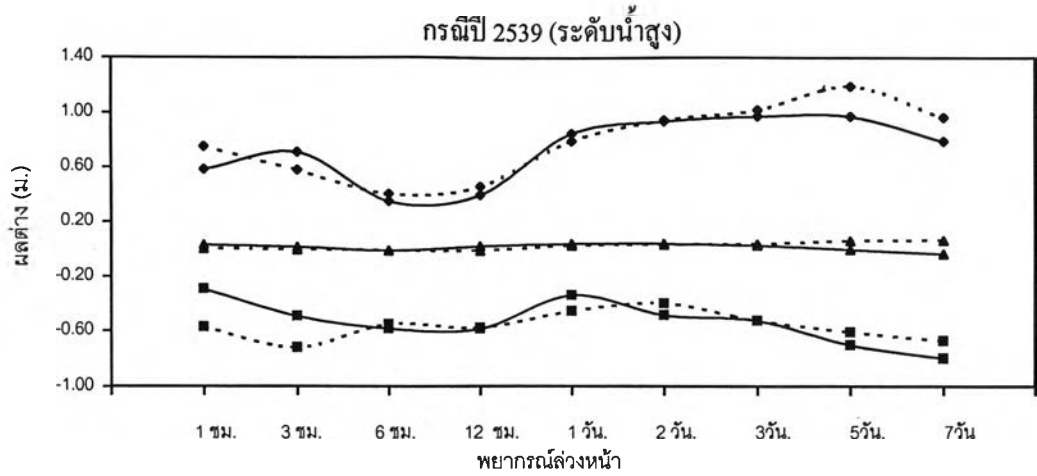
รูปที่ 5.52 ร้อยละของผลต่างระหว่างค่าสังเกตและค่าพยากรณ์ โดยแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียม ณ. สถานีสามเสน กรณีคัดเลือกอัตราการเรียนรู้



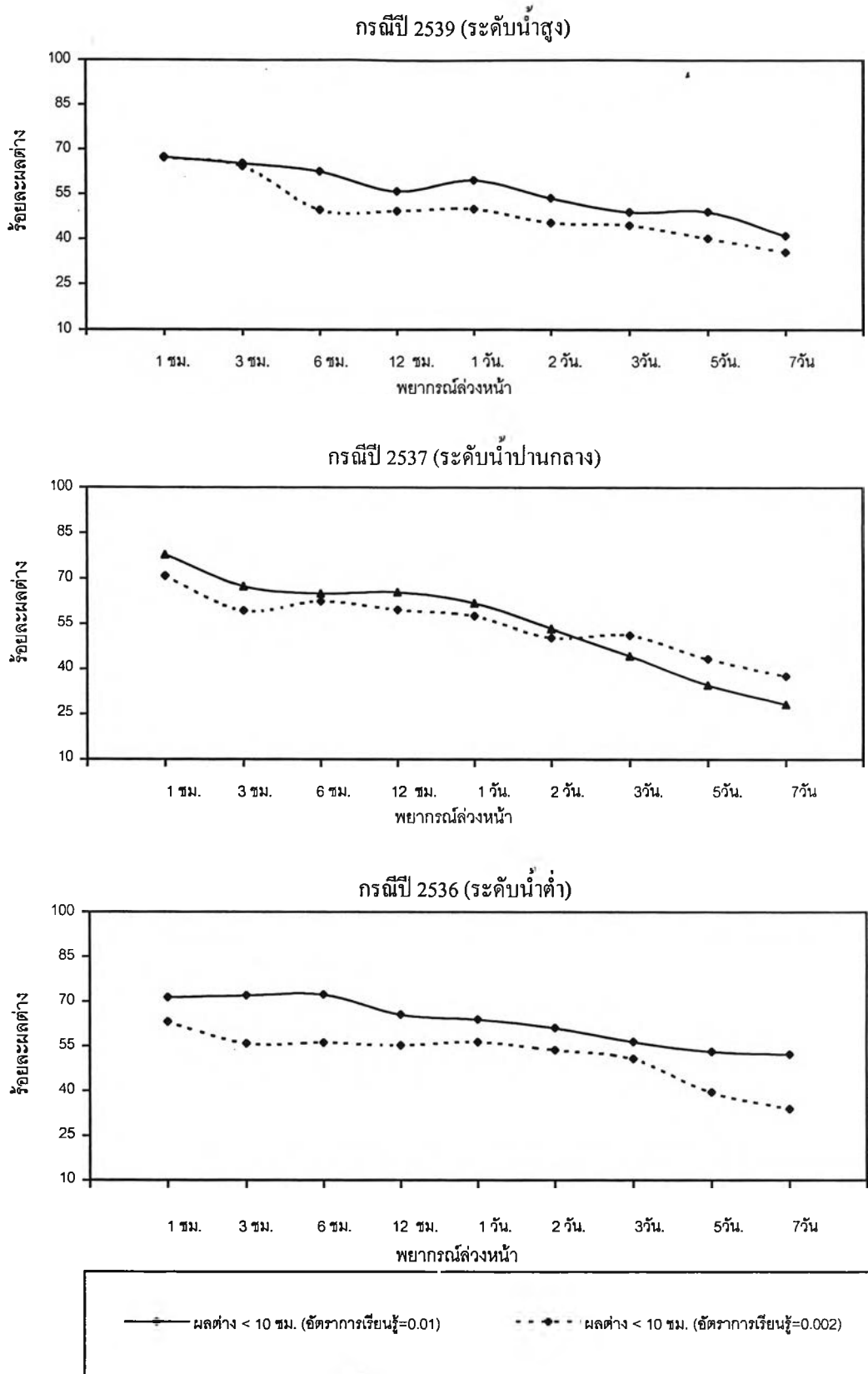
รูปที่ 5.53 ค่าสูงสุด ค่าเฉลี่ย และค่าต่ำสุดของผลต่างระหว่างค่าระดับน้ำสังเกตและค่าพยากรณ์ โดยแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียม ณ. สถานีป้อมพระจุล กรณีคัดเลือกอัตราการเรียนรู้



รูปที่ 5.54 ร้อยละของผลต่างระหว่างค่าสังเกตและค่าพยากรณ์ โดยแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียม ณ. สถานีป้อมพระจุล กรณีคัดเลือกอัตราการเรียนรู้



รูปที่ 5.55 ค่าสูงสุด ค่าเฉลี่ย และค่าต่ำสุดของผลต่างระหว่างค่าระดับน้ำสังเกตและค่าพยากรณ์ โดยแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียม ณ. สถานีสันดอนกรุงเทพ กรณีคัดเลือกอัตราการเรียนรู้



รูปที่ 5.56 ร้อยละของผลต่างระหว่างค่าสังเกตและค่าพยากรณ์ โดยแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียม ณ. สถานีสันดอนกรุงเทพ กรณีคัดเลือกอัตราการเรียนรู้

ตารางที่ 5.12 สรุปผลการพยากรณ์ระดับน้ำโดยแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียม กรณีคัดเลือกอัตราการเรียนรู้

สถานี	ที่	กรณีศึกษา	ผลต่างระหว่างระดับน้ำสังเกตและระดับน้ำพยากรณ์ (D)					
			R ²	error ม.	MAD ม.	RMSE ม.	ร้อยละของผลต่าง	
							D<10 ซม.	10<D<20 ซม.
ปากเกร็ด	1	PK-C5-1.1ถึง1.3	0.78-0.92	-0.25 - 0.22	0.05-0.11	0.06-0.07	39.1-87.6	11.9-57.7
	2	PK-C5-2.1ถึง2.3	0.91-0.99	-0.38 - 0.27	0.02-0.08	0.02-0.09	76.1-98.9	0.1-20.4
	3	PK-C5-3.1ถึง3.3	ผลการคำนวณลู่ออก					
สามเสน	1	SS-C5-1.1ถึง1.3	0.93-0.99	-0.63 - 0.81	0.01-0.09	0.02-0.13	64.4-99.9	0.1-27.1
	2	SS-C5-2.1ถึง2.3	0.95-0.99	-0.50 - 0.72	0.02-0.06	0.02-0.09	81.3-99.9	0.1-15.9
	3	SS-C5-3.1ถึง3.3	ผลการคำนวณลู่ออก					
ป้อมพระจุล	1	FC-C5-1.1ถึง1.3	0.88-0.99	-2.35 - 1.11	0.06-0.18	0.08-0.27	39.9-79.2	18.0-33.7
	2	FC-C5-2.1ถึง2.3	0.92-0.99	-1.32 - 1.14	0.06-0.21	0.08-0.20	43.6-81.9	15.2-35.5
	3	FC-C5-3.1ถึง3.3	ผลการคำนวณลู่ออก					
สันดอน กรุงเทพ	1	BT-C5-1.1ถึง1.3	0.91-0.98	-0.96 - 1.19	0.08-0.19	0.11-0.24	33.9-70.8	22.5-33.7
	2	BT-C5-2.1ถึง2.3	0.93-0.99	-0.99 - 1.11	0.07-0.19	0.10-0.22	28.4-77.9	17.9-32.4
	3	BT-C5-3.1ถึง3.3	ผลการคำนวณลู่ออก					

5.4 ผลการพยากรณ์ในช่วงการทดสอบแบบจำลองโดยแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียม

สำหรับการทดสอบแบบจำลองนั้นจะทำการพยากรณ์ระดับน้ำโดยแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียมในปี พ.ศ. 2542, 2535 และ พ.ศ. 2534 ซึ่งเป็นข้อมูลที่แบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียมไม่เคยเรียนรู้มาก่อนเพื่อจะทดสอบว่าเมื่อนำแบบจำลองไปใช้ในสถานการณ์จริงจะให้ผลการทดสอบอย่างไร โดยข้อมูลในปี พ.ศ. 2542 เป็นตัวแทนของระดับน้ำสูง ข้อมูลในปี พ.ศ. 2535 เป็นตัวแทนของระดับน้ำปานกลาง และข้อมูลในปี พ.ศ. 2534 เป็นตัวแทนของระดับน้ำต่ำ

หลังจากการทดสอบในหัวข้อ 5.1-5.5 ทำให้สามารถคัดเลือกชุดตัวแปรเข้า ตัวแปรออก ตัวแปรซ่อน โครงสร้างและตัวแปรที่เหมาะสม คือ แบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียมที่มีโครงสร้าง 139-139-9 สำหรับสถานีปากเกร็ด และ 126-126-9 สำหรับสถานีสามเสน สถานีป้อมพระจุล และสถานีสันดอนกรุงเทพ ค่าโมเมนตัมเท่ากับ 0.8 และอัตราการเรียนรู้เท่ากับ 0.01 โดยผลของการพยากรณ์ค่าระดับน้ำล่วงหน้า 1, 3, 6, 12, 24 ชม. และ 2, 3, 5, 7 วัน ของทั้ง 4 สถานี ถูกแสดงในภาคผนวก ข. และทำการสรุปเปรียบเทียบผลดังตารางที่ 5.13 และรูปที่ 5.57 - 5.72 พบว่า

1. เมื่อเปรียบเทียบผลการพยากรณ์ในแต่ละช่วงระดับน้ำสูง ปานกลาง และต่ำ ของทั้ง 4 สถานี พบว่า

- ผลการพยากรณ์ที่สถานีปากเกร็ด

ช่วงระดับน้ำสูง	ร้อยละของผลต่างที่น้อยกว่า 10 ซม. = 65.1-79.3
	ร้อยละของผลต่างที่น้อยกว่า 20 ซม. = 90.4-97.2
ช่วงระดับน้ำปานกลาง	ร้อยละของผลต่างที่น้อยกว่า 10 ซม. = 41.2-57.5
	ร้อยละของผลต่างที่น้อยกว่า 20 ซม. = 74.5-84.5
ช่วงระดับน้ำต่ำ	ร้อยละของผลต่างที่น้อยกว่า 10 ซม. = 43.1-60.4
	ร้อยละของผลต่างที่น้อยกว่า 20 ซม. = 76.4-90.0

ในช่วงระดับน้ำสูงให้ผลการพยากรณ์ที่ดีกว่าช่วงอื่นโดยพบว่าผลต่างระหว่างค่าสังเกตและค่าพยากรณ์ทั้งหมดคิดเป็นร้อยละ 65.1-79.3 ที่น้อยกว่า 10 ซม. และคิดเป็นร้อยละ 90.4-97.2 ที่น้อยกว่า 20 ซม. สาเหตุที่ทำให้ช่วงนี้ดีกว่าช่วงอื่นเพราะในช่วงระดับน้ำสูง ค่าเฉลี่ยของระดับน้ำจะมีค่าสูงแต่ค่าเรนจัน้ำหรือการผันแปรของระดับน้ำจะมีค่าต่ำ ทำให้แบบจำลองเรียนรู้และพยากรณ์ในช่วงข้อมูลที่แคบกว่าช่วงอื่น แต่สำหรับช่วงระดับน้ำปานกลางและต่ำให้ผลที่ใกล้เคียงกันเนื่องจากลักษณะการผันแปรของระดับน้ำใกล้เคียงกัน

- ผลการพยากรณ์ที่สถานีสามเสน

ช่วงระดับน้ำสูง	ร้อยละของผลต่างที่น้อยกว่า 10 ซม. = 56.0-68.8
	ร้อยละของผลต่างที่น้อยกว่า 20 ซม. = 84.8-93.1
ช่วงระดับน้ำปานกลาง	ร้อยละของผลต่างที่น้อยกว่า 10 ซม. = 32.3-46.1
	ร้อยละของผลต่างที่น้อยกว่า 20 ซม. = 63.7-75.6
ช่วงระดับน้ำต่ำ	ร้อยละของผลต่างที่น้อยกว่า 10 ซม. = 38.0-51.3
	ร้อยละของผลต่างที่น้อยกว่า 20 ซม. = 67.9-84.4

ในช่วงระดับน้ำสูงให้ผลการพยากรณ์ที่ดีกว่าช่วงอื่นเพราะเรนจัน้ำหรือการผันแปรของระดับน้ำจะมีค่าต่ำกว่า ทำให้แบบจำลองเรียนรู้และพยากรณ์ในช่วงข้อมูลที่แคบกว่าช่วงอื่น แต่สำหรับช่วงระดับน้ำปานกลางและต่ำให้ผลที่ใกล้เคียงกันเนื่องจากลักษณะการผันแปรของระดับน้ำใกล้เคียงกัน

- ผลการพยากรณ์ที่สถานีป้อมพระจุล

ช่วงระดับน้ำสูง	ร้อยละของผลต่างที่น้อยกว่า 10 ซม. = 35.6-51.2
	ร้อยละของผลต่างที่น้อยกว่า 20 ซม. = 64.0-82.0
ช่วงระดับน้ำปานกลาง	ร้อยละของผลต่างที่น้อยกว่า 10 ซม. = 20.7-26.9
	ร้อยละของผลต่างที่น้อยกว่า 20 ซม. = 39.3-49.2

ช่วงระดับน้ำต่ำ	ร้อยละของผลต่างที่น้อยกว่า 10 ซม. = 22.7-29.3
	ร้อยละของผลต่างที่น้อยกว่า 20 ซม. = 45.3-55.1

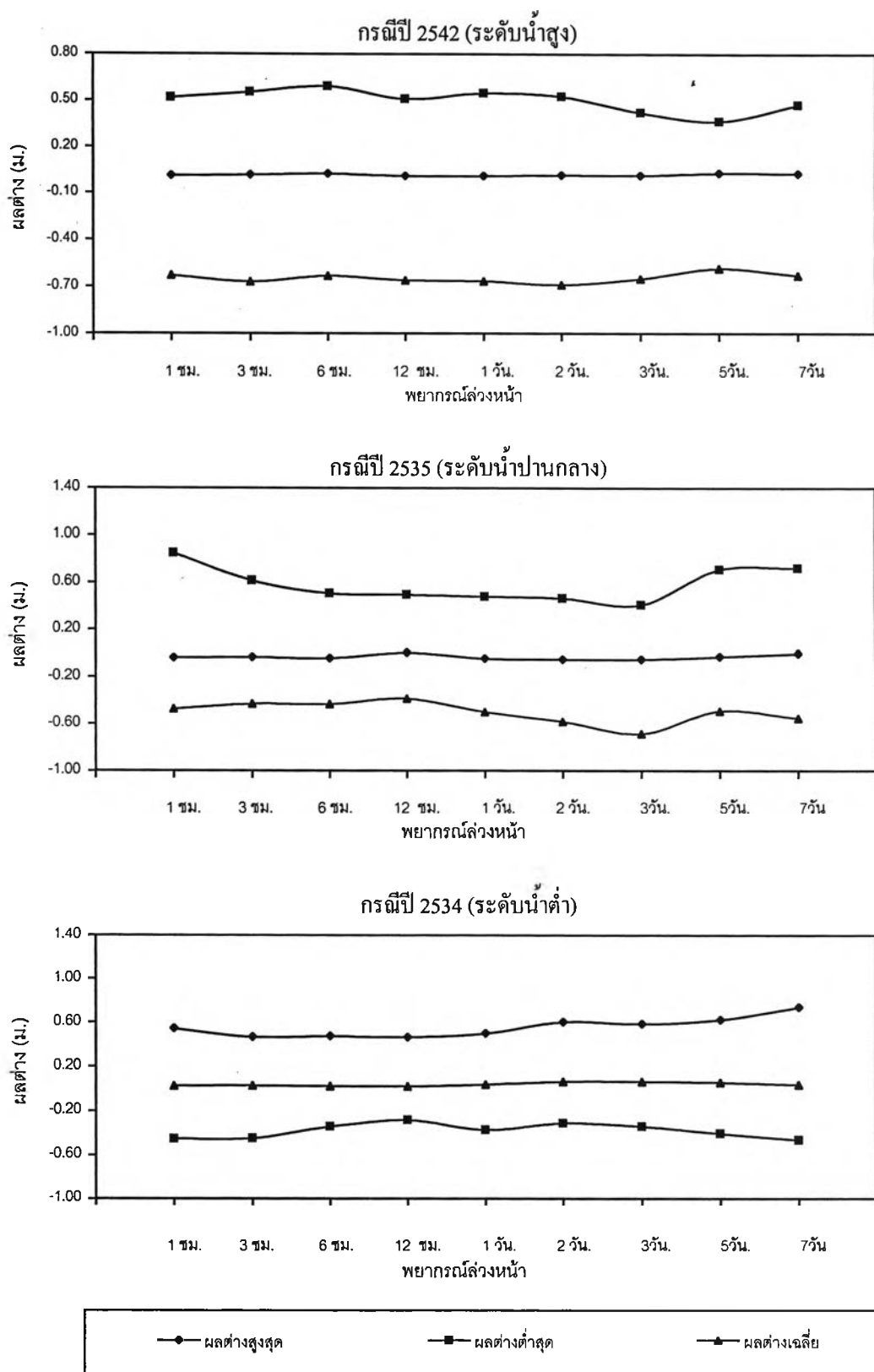
ในช่วงระดับน้ำสูงให้ผลการพยากรณ์ที่ดีกว่าช่วงอื่น แต่สำหรับช่วงระดับน้ำปานกลางและต่ำให้ผลที่ใกล้เคียงกันเนื่องจากลักษณะการผันแปรของระดับน้ำใกล้เคียงกัน ซึ่งคล้ายคลึงกับผลจากสถานีอื่น

- ผลการพยากรณ์ที่สถานีสันดอนกรุงเทพ

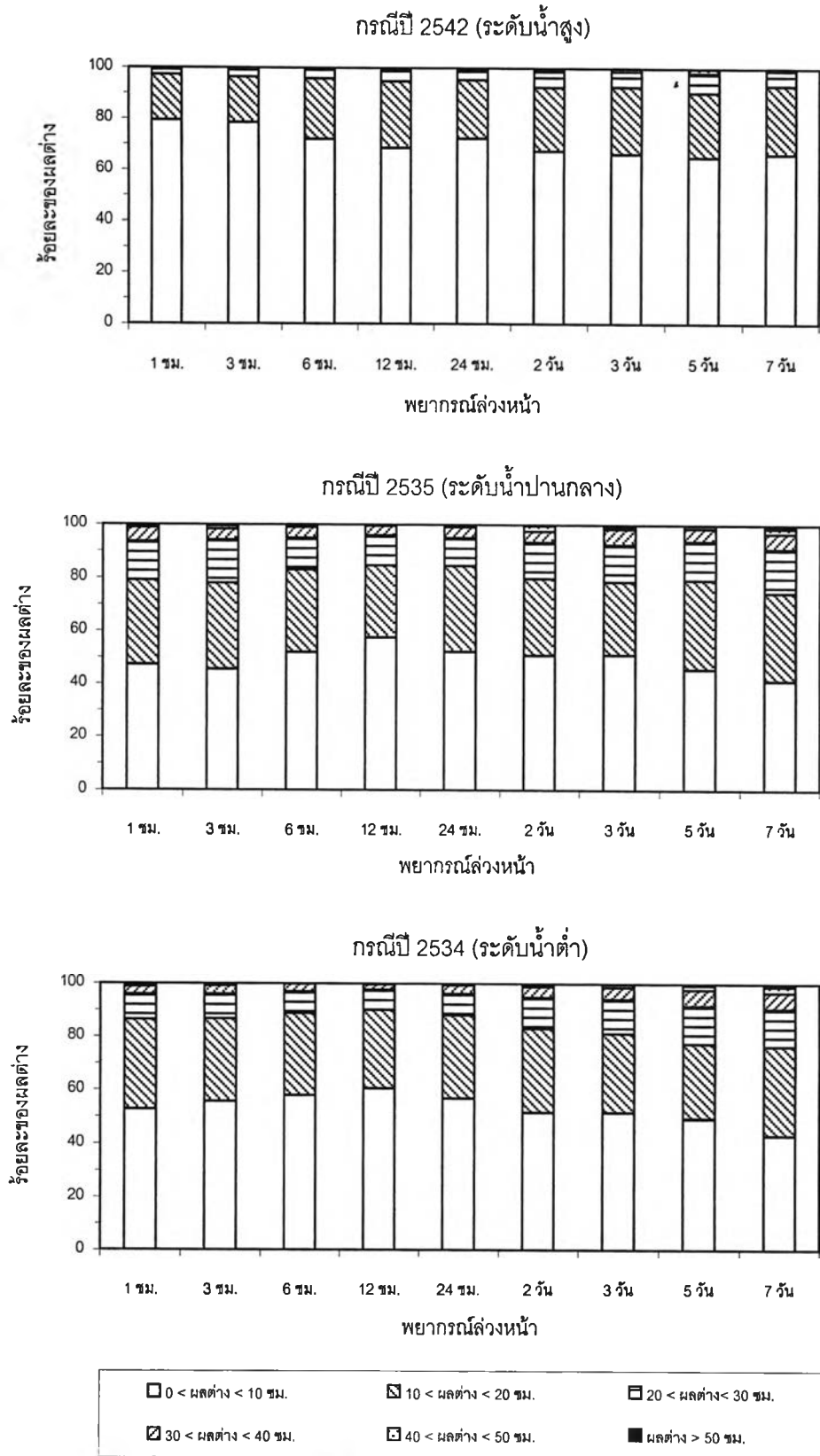
ช่วงระดับน้ำสูง	ร้อยละของผลต่างที่น้อยกว่า 10 ซม. = 28.7-35.2
	ร้อยละของผลต่างที่น้อยกว่า 20 ซม. = 53.1-64.0
ช่วงระดับน้ำปานกลาง	ร้อยละของผลต่างที่น้อยกว่า 10 ซม. = 18.7-24.5
	ร้อยละของผลต่างที่น้อยกว่า 20 ซม. = 38.1-47.7
ช่วงระดับน้ำต่ำ	ร้อยละของผลต่างที่น้อยกว่า 10 ซม. = 23.9-40.0
	ร้อยละของผลต่างที่น้อยกว่า 20 ซม. = 46.4-68.5

ในช่วงระดับน้ำสูงให้ผลการพยากรณ์ที่ใกล้เคียงกับช่วงอื่น เนื่องมาจาก การผันแปรของระดับน้ำทั้ง 3 ช่วงไม่แตกต่างกันมากนัก ซึ่งแตกต่างกับผลจากสถานีอื่น

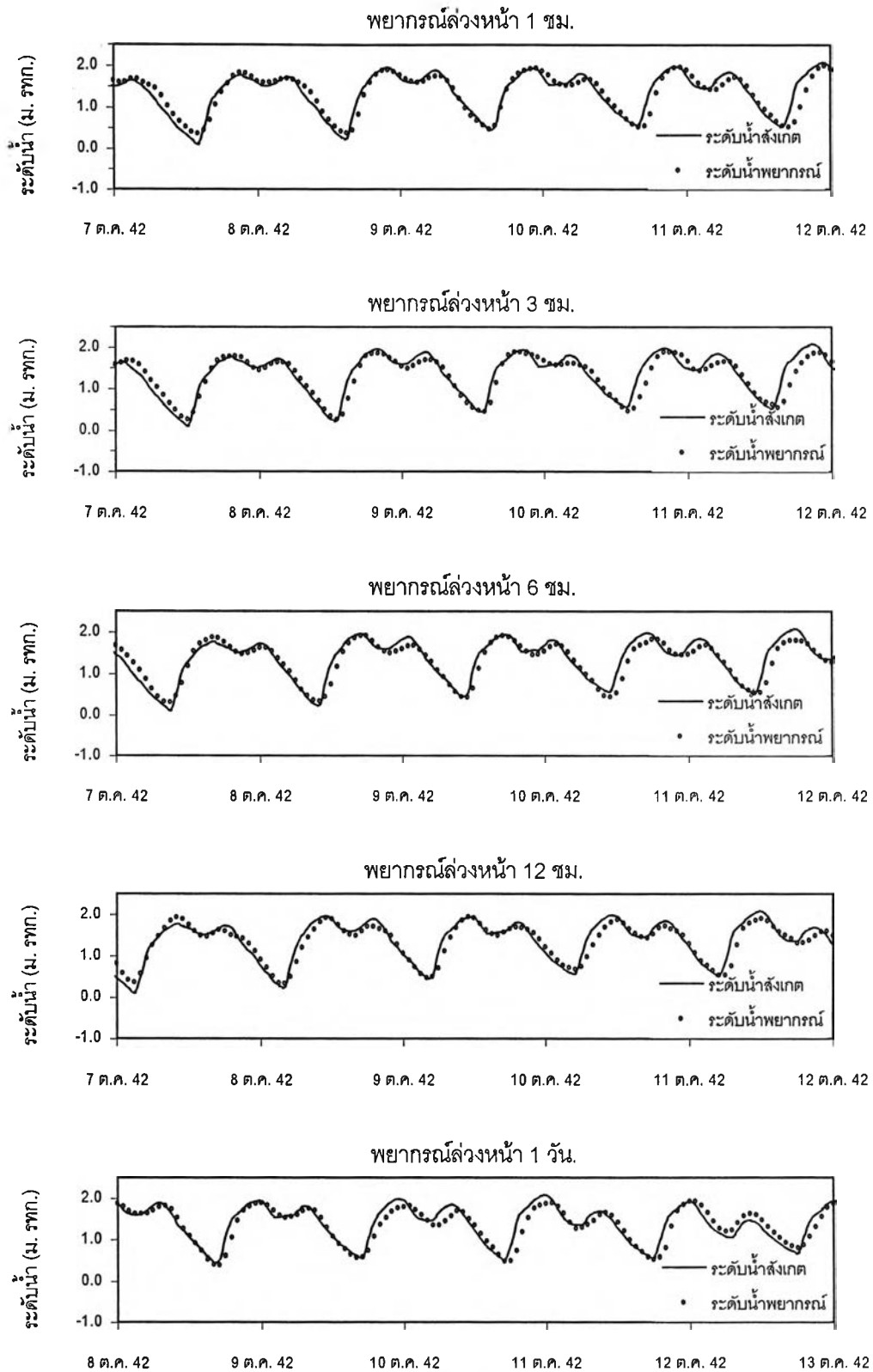
- เมื่อเปรียบเทียบผลการพยากรณ์ของทั้ง 4 สถานี พบว่า ค่าความผิดพลาดของการพยากรณ์แปรผันตามเรนจ์น้ำหรือช่วงของการผันแปรของน้ำ หากเรนจ์น้ำมีค่าน้อยกว่า จะทำให้ช่วงของข้อมูลที่แบบจำลองเรียนรู้มีค่าแคบกว่า ทำให้ผลการพยากรณ์มีความผิดพลาดน้อยกว่า
- เมื่อเปรียบเทียบผลการพยากรณ์ของทั้ง 4 สถานีในช่วงการทดสอบและการเรียนรู้ พบว่า ผลการพยากรณ์ในช่วงการเรียนรู้มีความผิดพลาดน้อยกว่าในช่วงทดสอบ
- ผลการพยากรณ์จะมีความถูกต้องลดลงเมื่อระยะเวลาพยากรณ์นานขึ้น แต่เมื่อระยะเวลาพยากรณ์เป็นจำนวนเท่าของวันจะให้ผลที่ดีกว่าช่วงอื่น เช่น พยากรณ์ล่วงหน้า 1 ชม. ดีกว่า 6 ชม. แต่ พยากรณ์ล่วงหน้า 1 วัน. ดีกว่า 12 ชม. และพยากรณ์ล่วงหน้า 1 วัน. ดีกว่า 6 วัน. เป็นต้น
- ผลการพยากรณ์โดยแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียมให้ผลที่มีความผิดพลาดมากที่สุดที่เรนจ์น้ำสูงสุดช่วงน้ำเกิด และเรนจ์น้ำต่ำสุดช่วงน้ำตาย เนื่องจากแบบจำลองเรียนรู้ช่วงการเปลี่ยนแปลงนั้นได้ไม่ดีพอ ซึ่งจะเกิดขึ้นประมาณ 1-2 วัน หลังจากนั้นแบบจำลองจะปรับตัวให้เข้ากับพฤติกรรมดังแสดงในรูปที่ 5.73



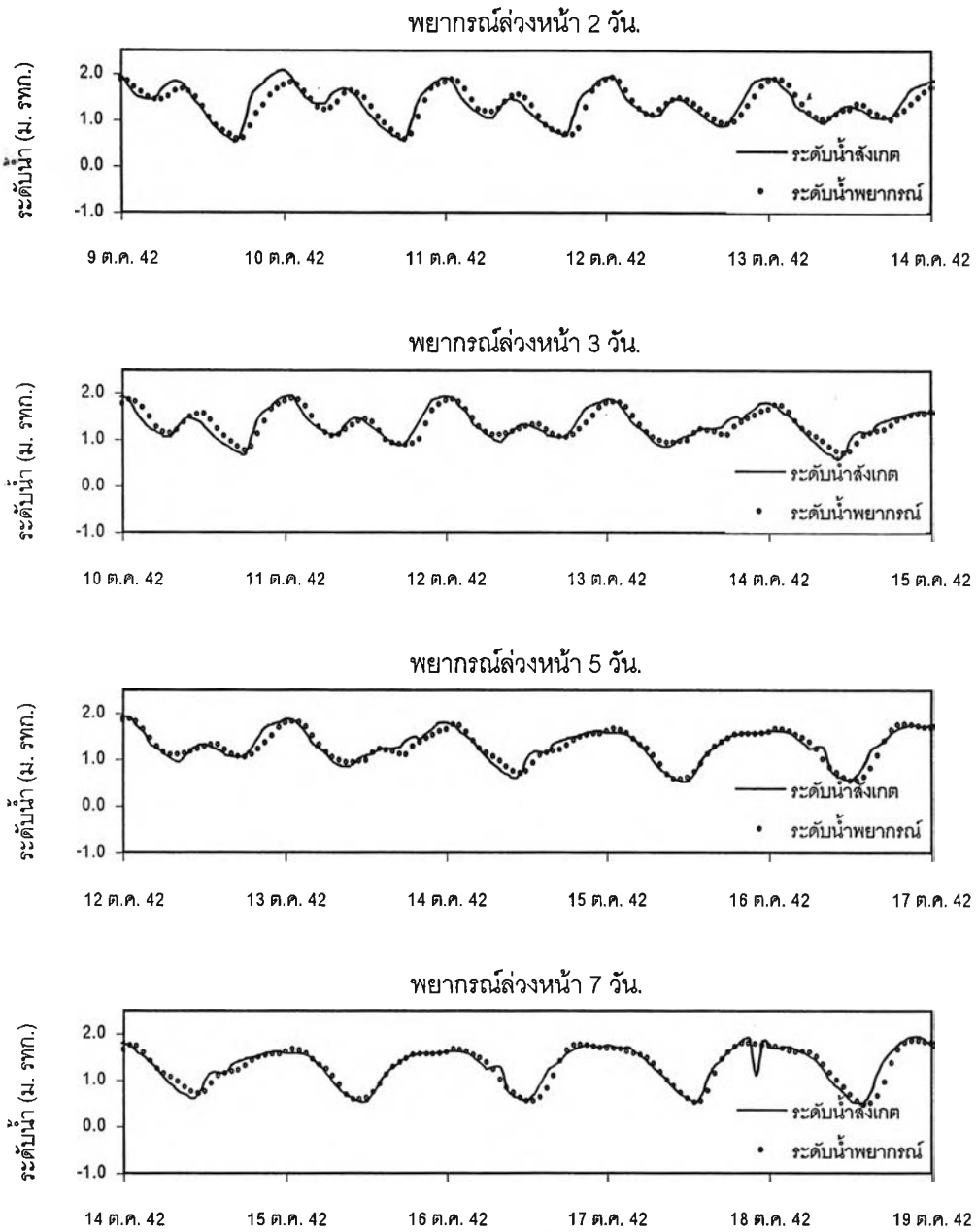
รูปที่ 5.57 ผลต่างระหว่างค่าระดับน้ำสังเกตและค่าพยากรณ์โดยแบบจำลองโครงข่าย
ใยประสาทเทียม ณ. สถานีปากเกร็ด กรณีช่วงทดสอบแบบจำลอง



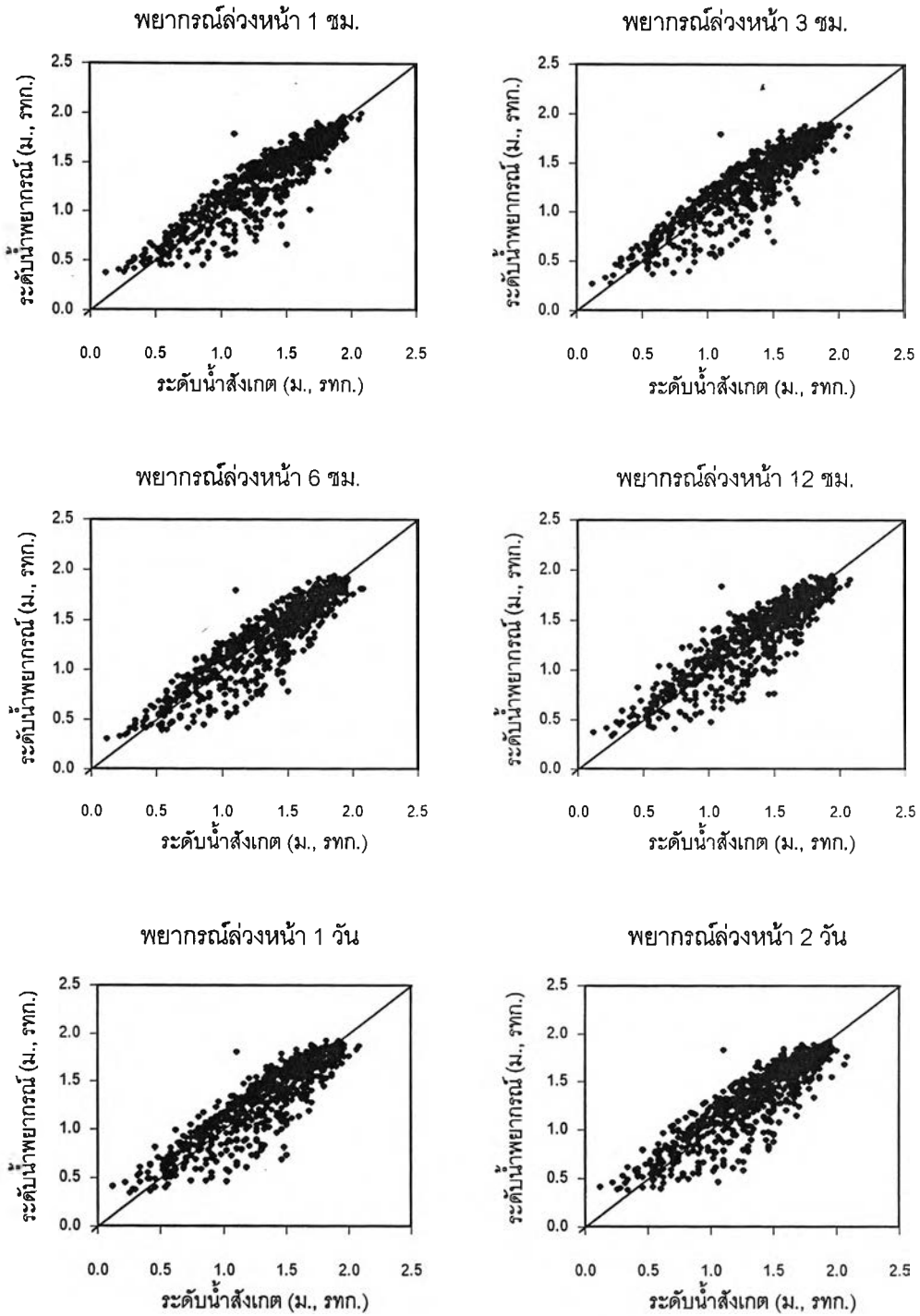
รูปที่ 5.58 ร้อยละของผลต่างระหว่างค่าสังเกตและค่าพยากรณ์ โดยแบบจำลองโครงข่าย
ใยประสาทเทียม ณ. สถานีปากเกร็ด กรณีช่วงทดสอบแบบจำลอง



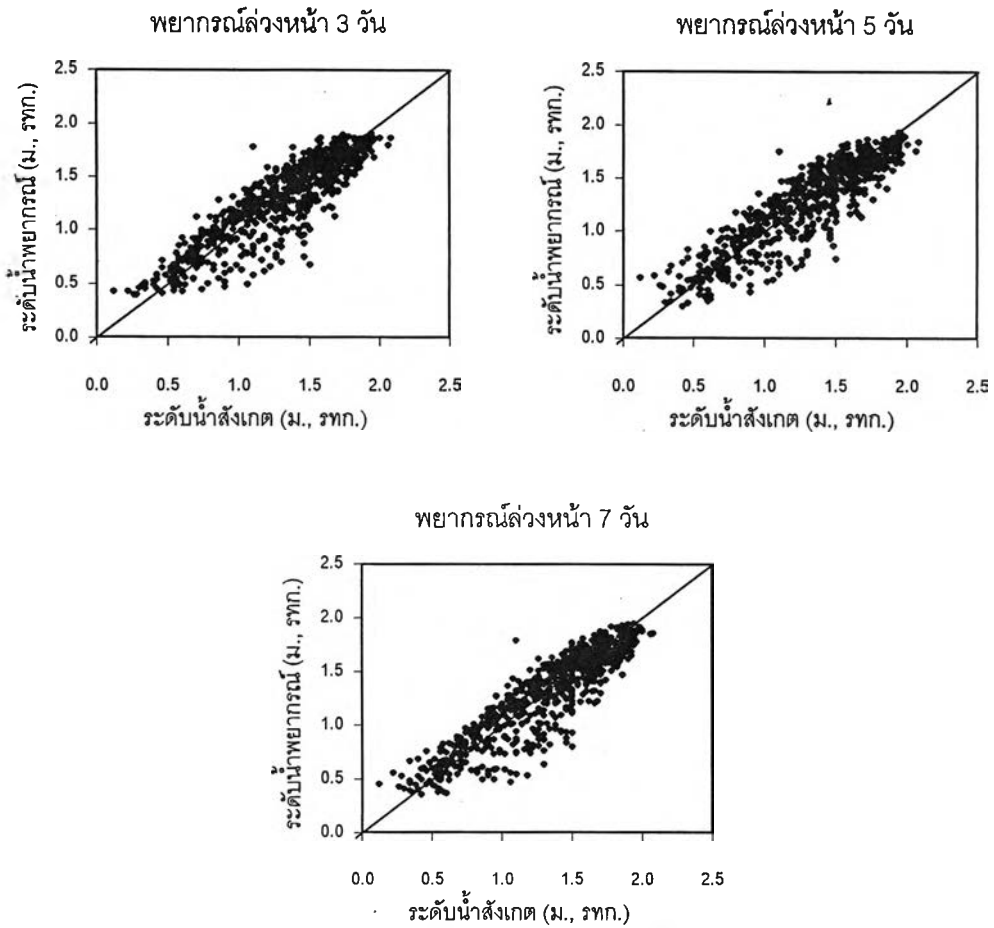
รูปที่ 5.59 ระดับน้ำสังเกตและระดับน้ำพยากรณ์ล่วงหน้า โดยโครงการ
 ไขประสาทเทียม ณ. สถานีปากเกร็ด กรณีช่วงทดสอบแบบจำลอง
 ในปี พ.ศ. 2542 (กรณีระดับน้ำสูง)



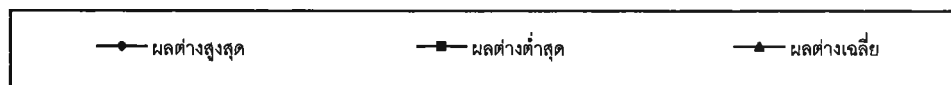
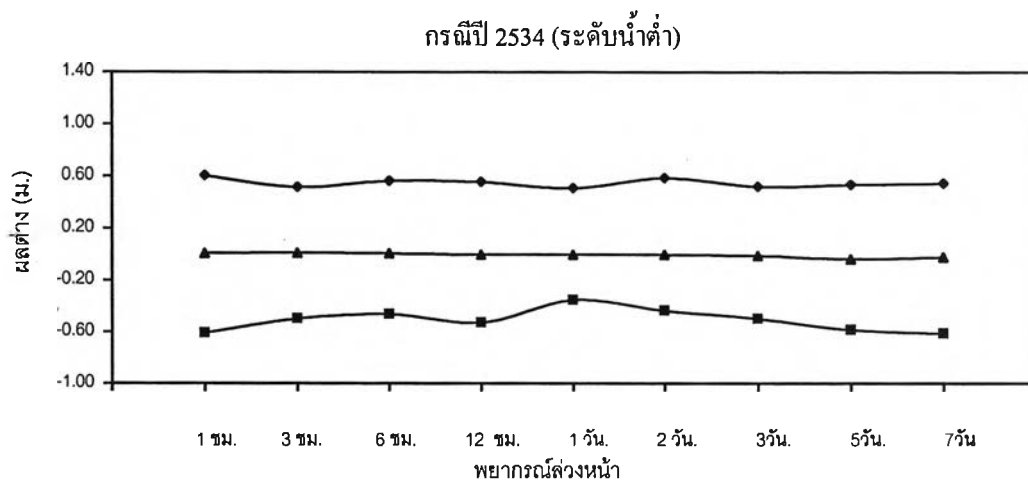
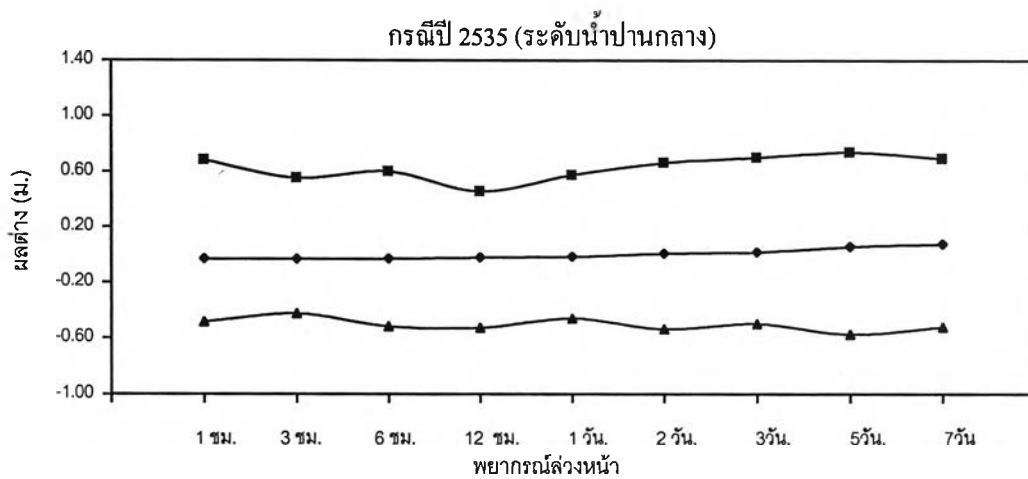
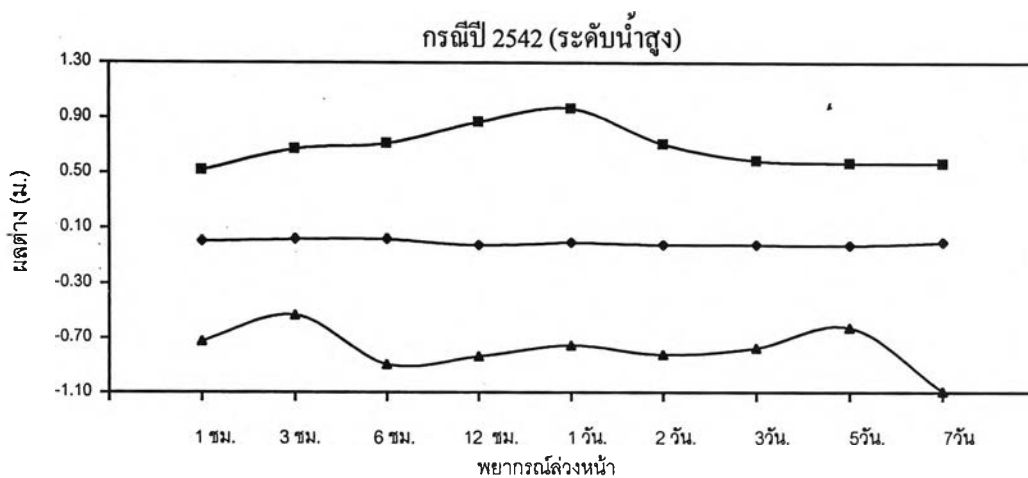
รูปที่ 5.59 ระดับน้ำสังเกตและระดับน้ำพยากรณ์ล่วงหน้า โดยโครงการ
 ไขประสาทเทียม ณ. สถานีปากเกร็ด กรณีช่วงทดสอบแบบจำลอง
 ในปี พ.ศ. 2542 (กรณีระดับน้ำสูง) (ต่อ)



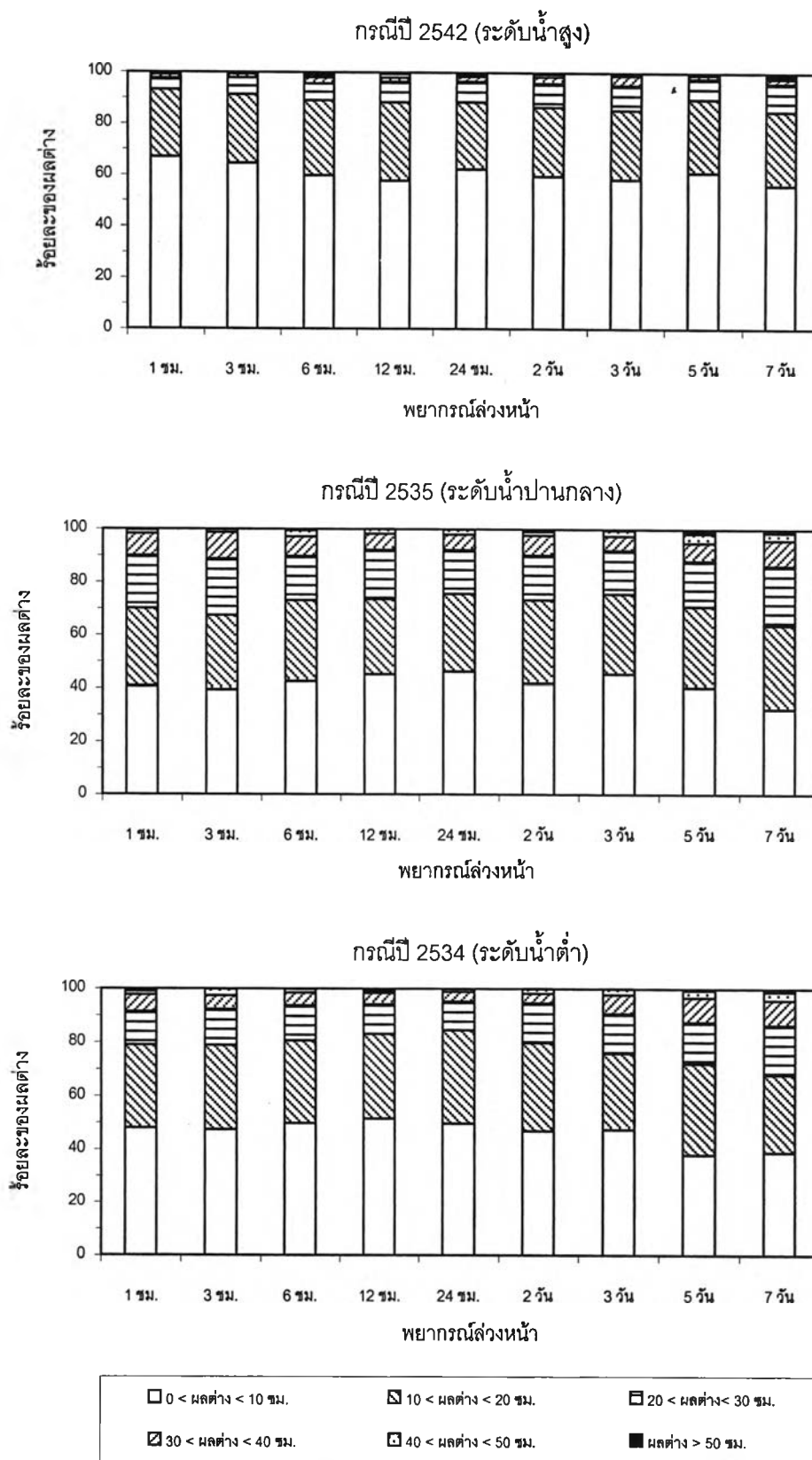
รูปที่ 5.60 เปรียบเทียบระหว่างระดับน้ำสังเกตและระดับน้ำพยากรณ์ล่วงหน้า โดยแบบจำลอง
 โครงการขุดลอกประสาธเทียม ณ. สถานีปากเกร็ด กรณีช่วงทดสอบแบบจำลอง
 ในปี พ.ศ. 2542 (กรณีระดับน้ำสูง)



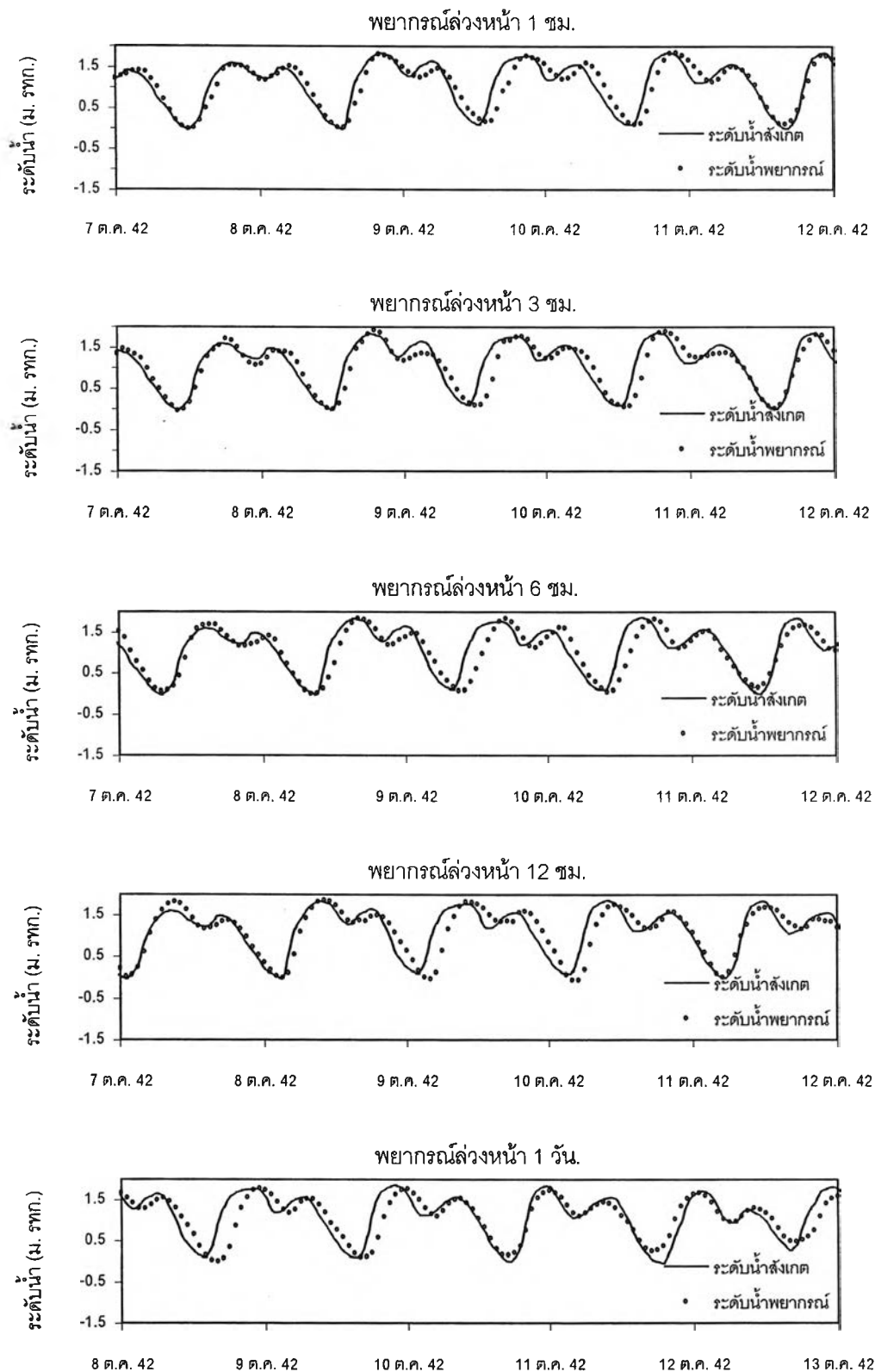
รูปที่ 5.60 เปรียบเทียบระหว่างระดับน้ำสังเกตและระดับน้ำพยากรณ์ล่วงหน้า โดยแบบจำลอง
 โครงข่ายใยประสาทเทียม ณ. สถานีปากเกร็ด กรณีช่วงทดสอบแบบจำลอง
 ในปี พ.ศ. 2542 (กรณีระดับน้ำสูง) (ต่อ)



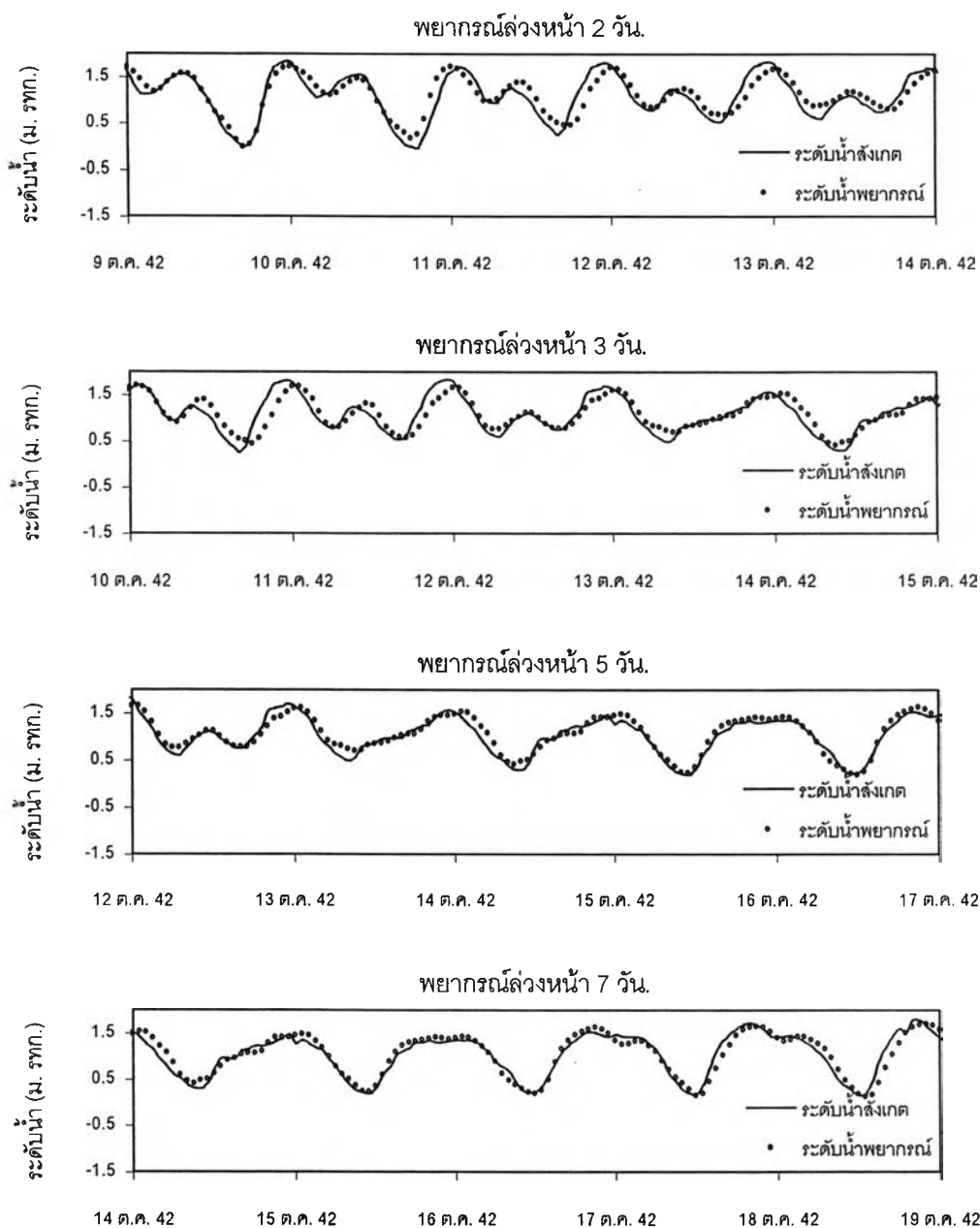
รูปที่ 5.61 ผลต่างระหว่างค่าระดับน้ำสังเกตและค่าพยากรณ์โดยแบบจำลองโครงข่าย
ใยประสาทเทียม ณ. สถานีสามเสน กรณีช่วงทดสอบแบบจำลอง



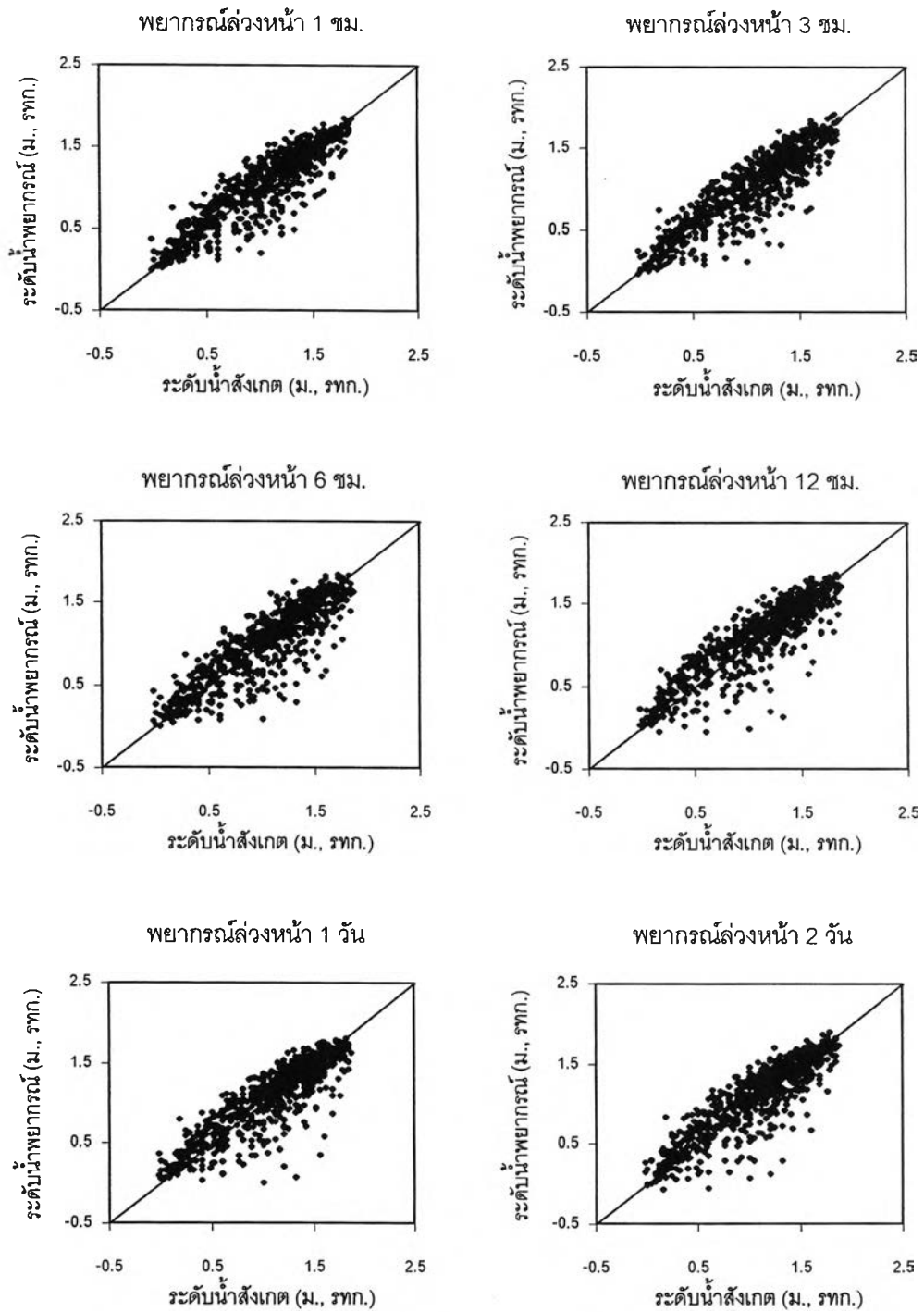
รูปที่ 5.62 ร้อยละของผลต่างระหว่างค่าสังเกตและค่าพยากรณ์ โดยแบบจำลองโครงข่าย
 ไปประสาทเทียม ณ. สถานีสามเสน กรณีช่วงทดสอบแบบจำลอง



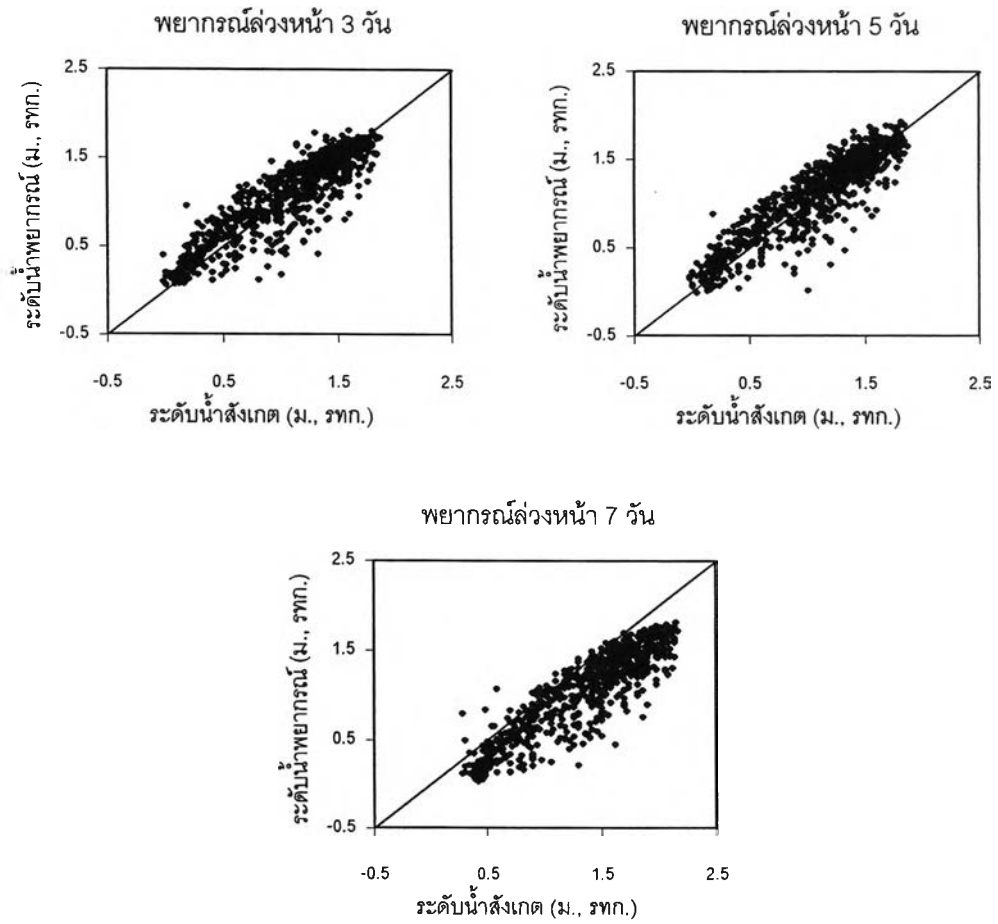
รูปที่ 5.63 ระดับน้ำสังเกตและระดับน้ำพยากรณ์ล่องหน้า โดยโครงข่าย
 ไยประสาทเทียม ณ. สถานีสามเสน กรณีช่วงทดสอบแบบจำลอง
 ในปี พ.ศ. 2542 (กรณีระดับน้ำสูง)



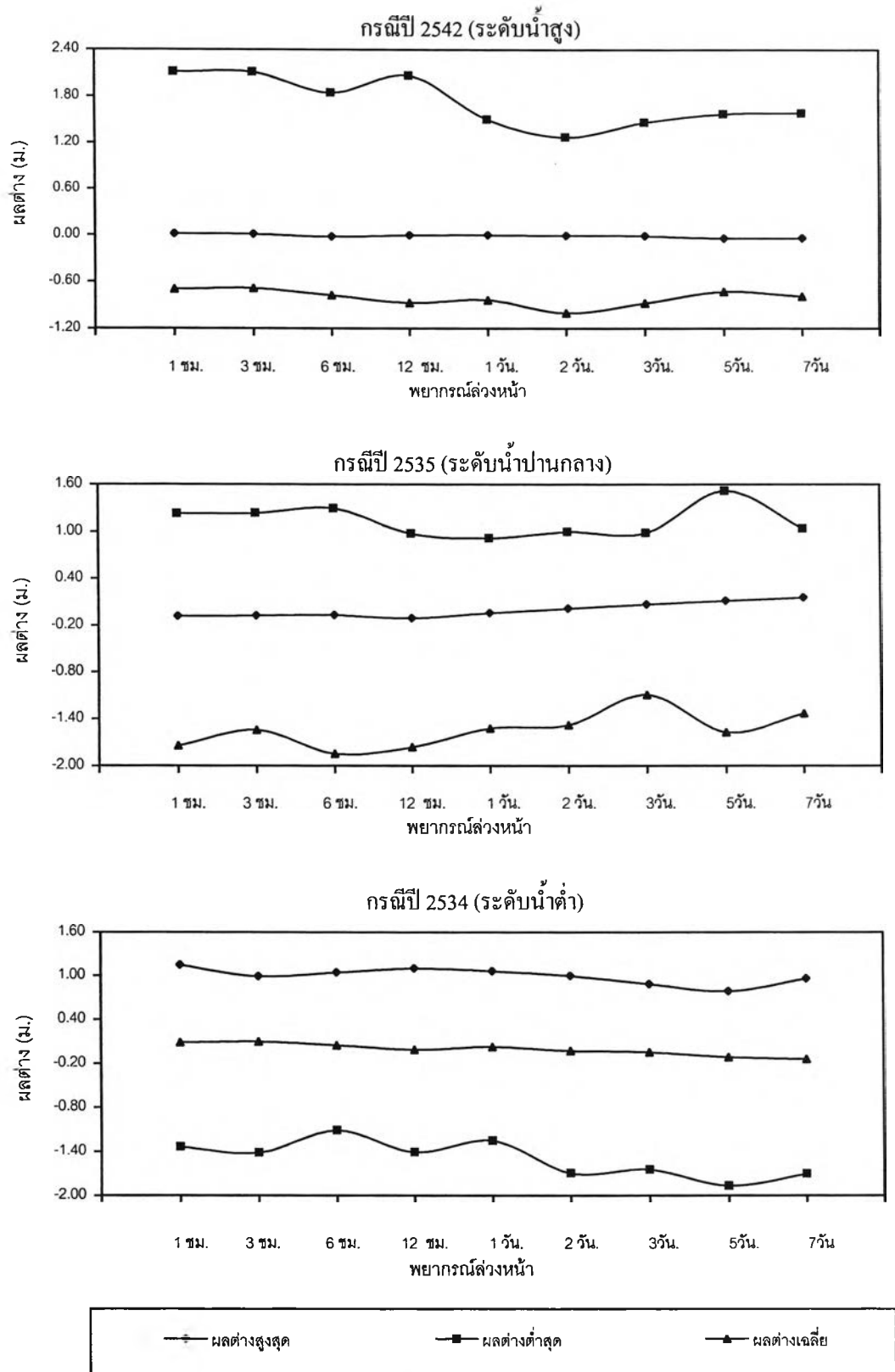
รูปที่ 5.63 ระดับน้ำสังเกตและระดับน้ำพยากรณ์ล่วงหน้า โดยโครงการ
 ใยประสาทเทียม ณ. สถานีสามเสน กรณีช่วงทดสอบแบบจำลอง
 ในปี พ.ศ. 2542 (กรณีระดับน้ำสูง) (ต่อ)



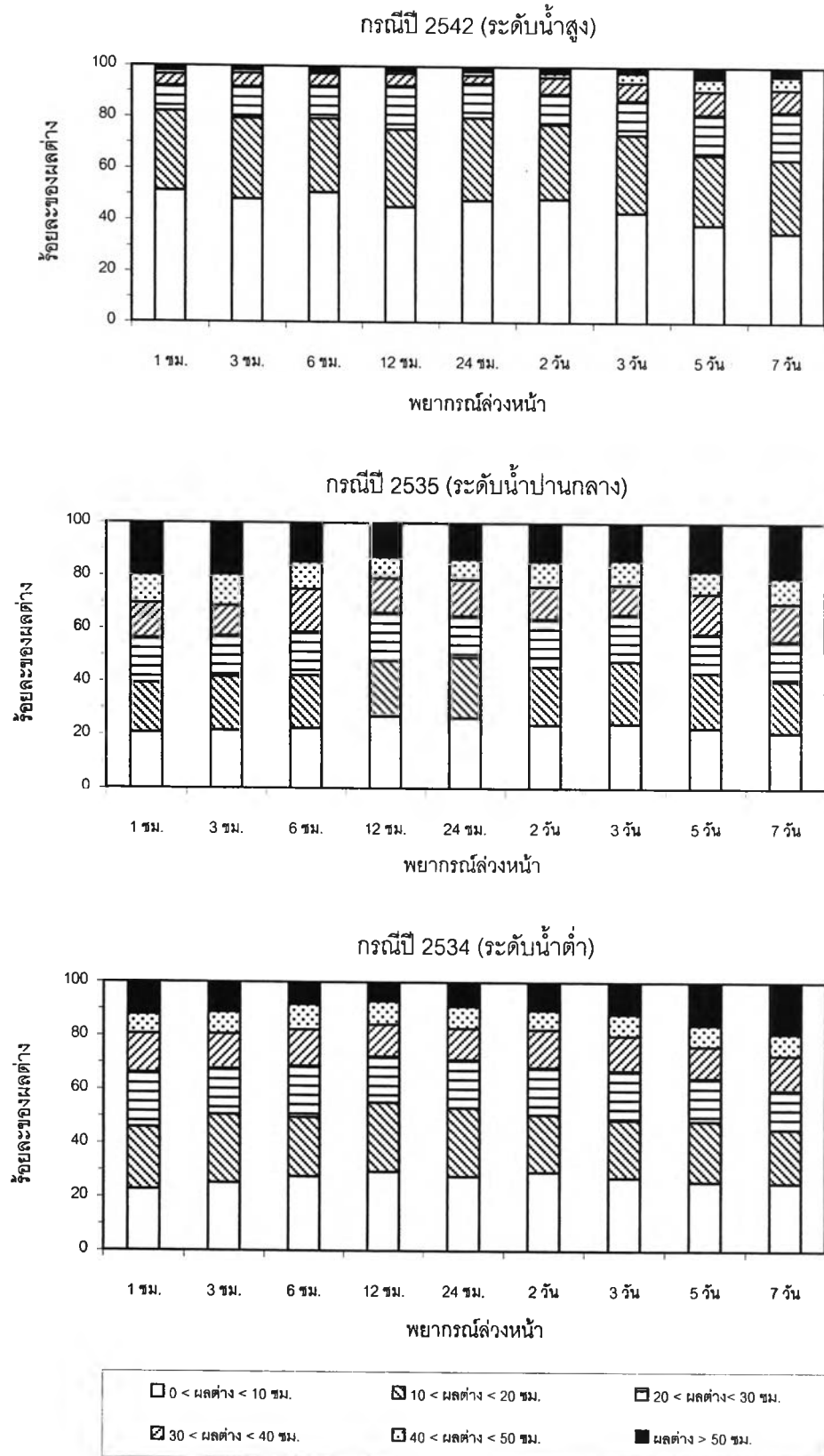
รูปที่ 5.64 เปรียบเทียบระหว่างระดับน้ำสังเกตและระดับน้ำพยากรณ์ล่วงหน้า โดยแบบจำลอง
 โครงข่ายใยประสาทเทียม ณ สถานีสามเสน กรณีช่วงทดสอบแบบจำลอง
 ในปี พ.ศ. 2542 (กรณีระดับน้ำสูง)



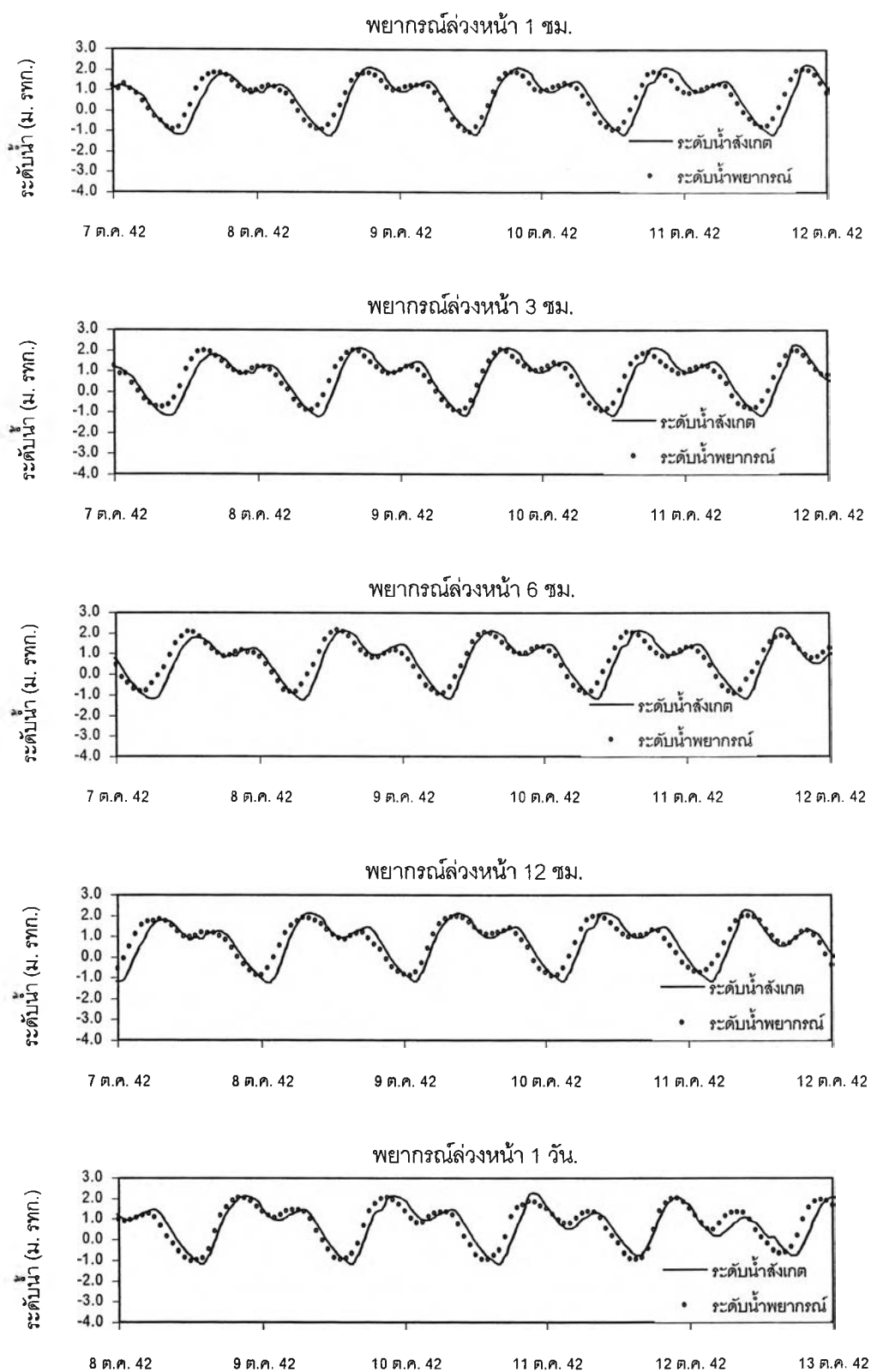
รูปที่ 5.64 เปรียบเทียบระหว่างระดับน้ำสังเกตและระดับน้ำพายุกรรณล่วงหน้า โดยแบบจำลอง
 โครงการขั้วประสาทเทียม ณ. สถานีสามเสน กรณีช่วงทดสอบแบบจำลอง
 ในปี พ.ศ. 2542 (กรณีระดับน้ำสูง) (ต่อ)



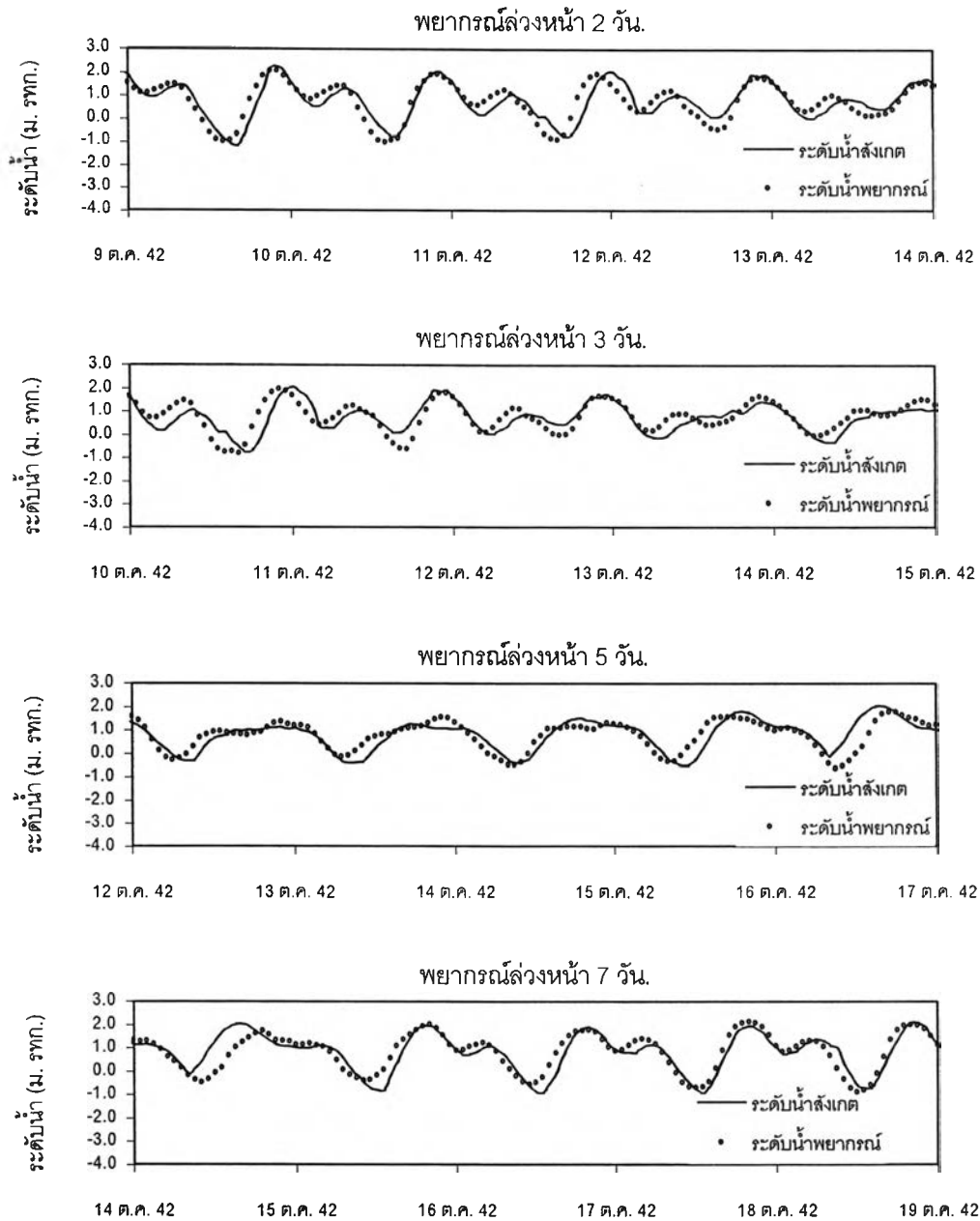
รูปที่ 5.65 ผลต่างระหว่างค่าระดับน้ำสังเกตและค่าพยากรณ์โดยแบบจำลองโครงข่าย
 ใยประสาทเทียม ณ. สถานีป้อมพระจุล กรณีช่วงทดสอบแบบจำลอง



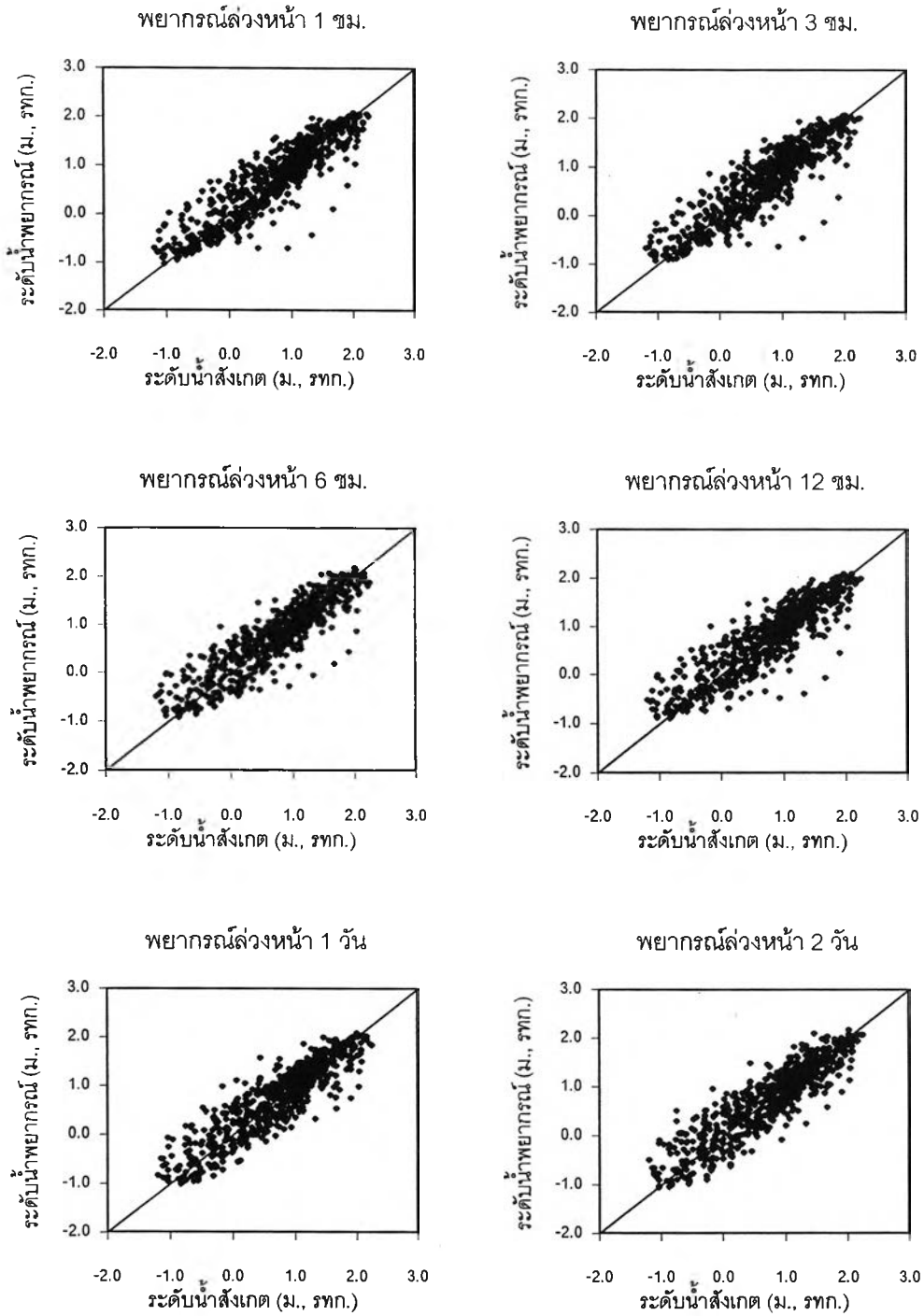
รูปที่ 5.66 ร้อยละของผลต่างระหว่างค่าสังเกตและค่าพยากรณ์ โดยแบบจำลองโครงข่าย
 ใยประสาทเทียม ณ. สถานีป้อมพระจุล กรณีช่วงทดสอบแบบจำลอง



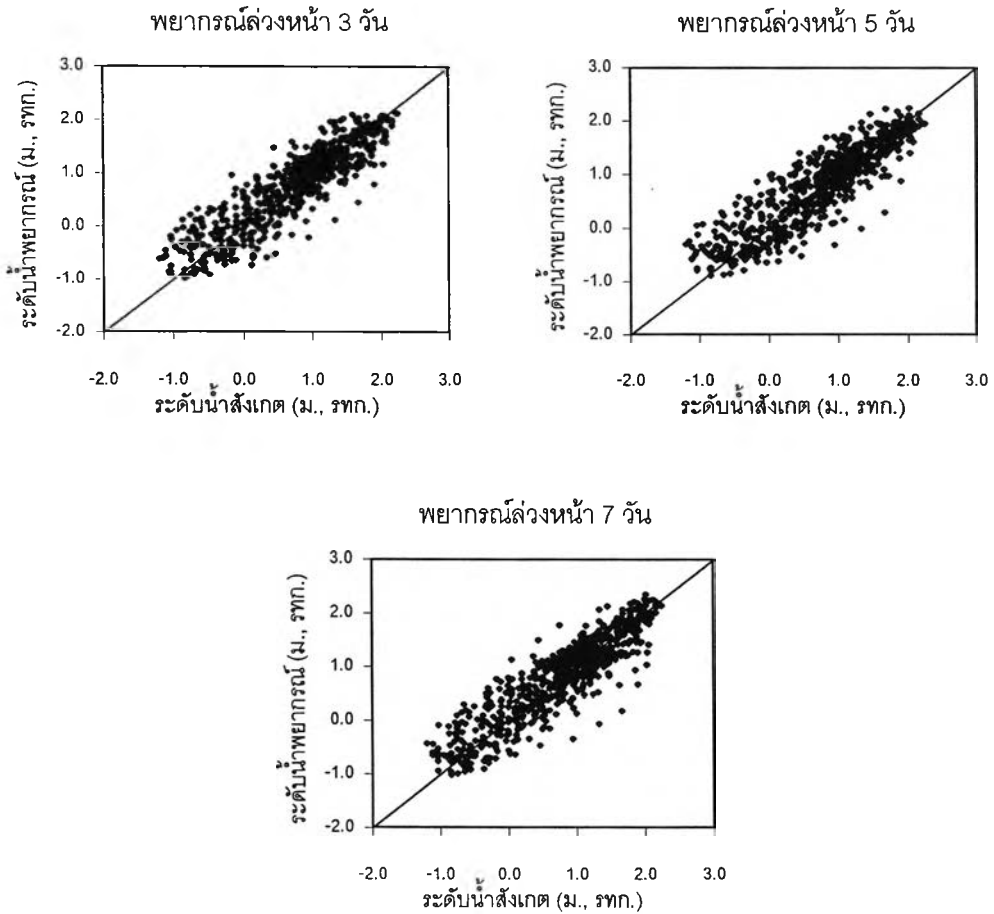
รูปที่ 5.67 ระดับน้ำสังเกตและระดับน้ำพยากรณ์ล่องหน้า โดยโครงข่าย
 ไปรษณีย์เตียม ณ. สถานีป้อมพระจุล ธานีช่วงทศอบแบบจำลอง
 ในปี พ.ศ. 2542 (กรณีระดับน้ำสูง)



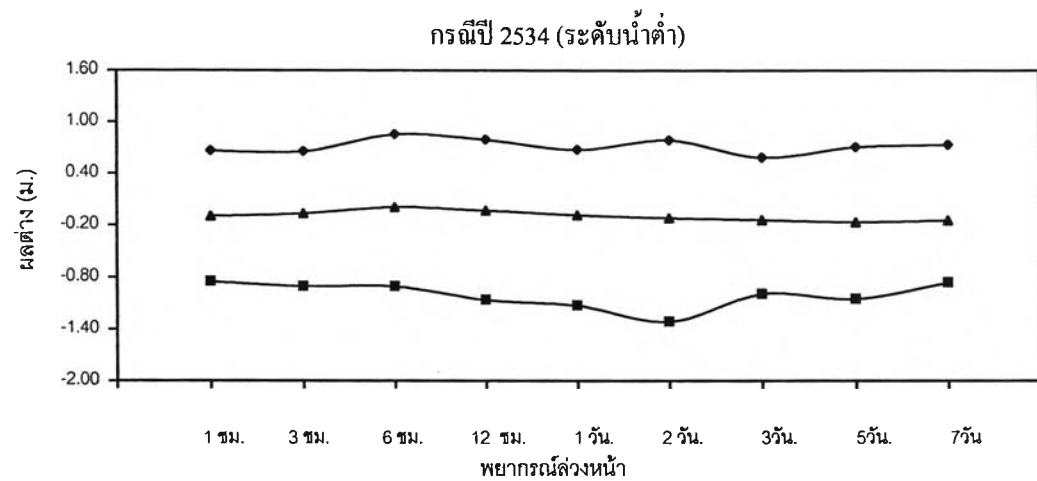
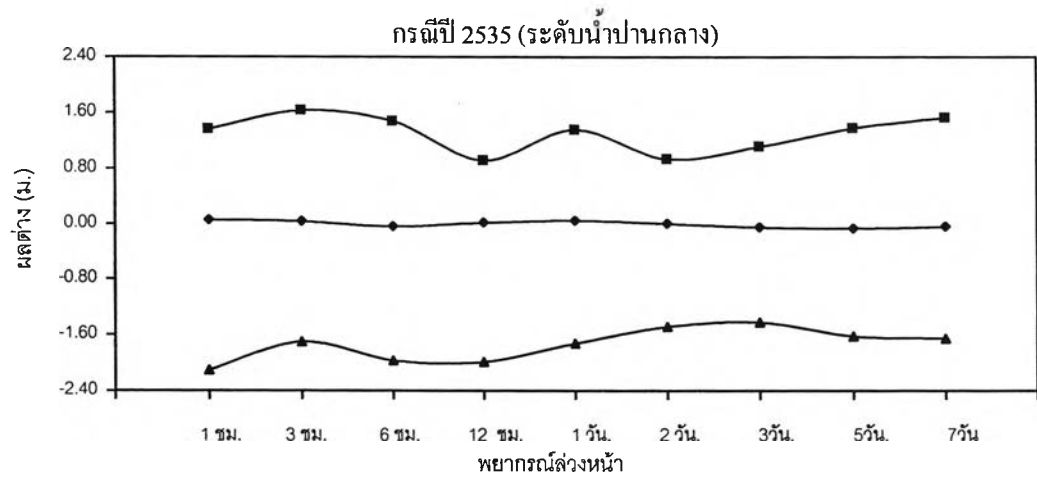
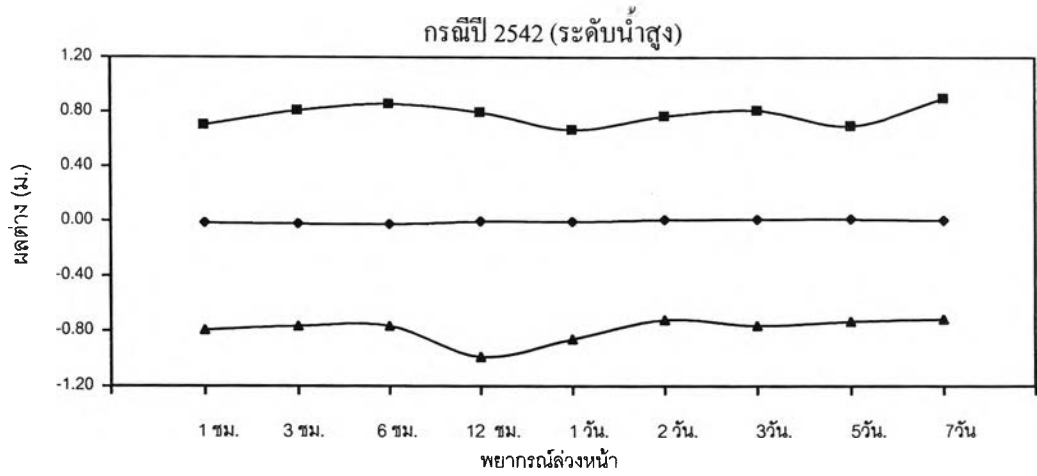
รูปที่ 5.67 ระดับน้ำสังเกตและระดับน้ำพยากรณ์ล่วงหน้า โดยโครงการ
 ใยประสาทเทียม ณ. สถานีป้อมพระจุล กรณีช่วงทดสอบแบบจำลอง
 ในปี พ.ศ. 2542 (กรณีระดับน้ำสูง) (ต่อ)



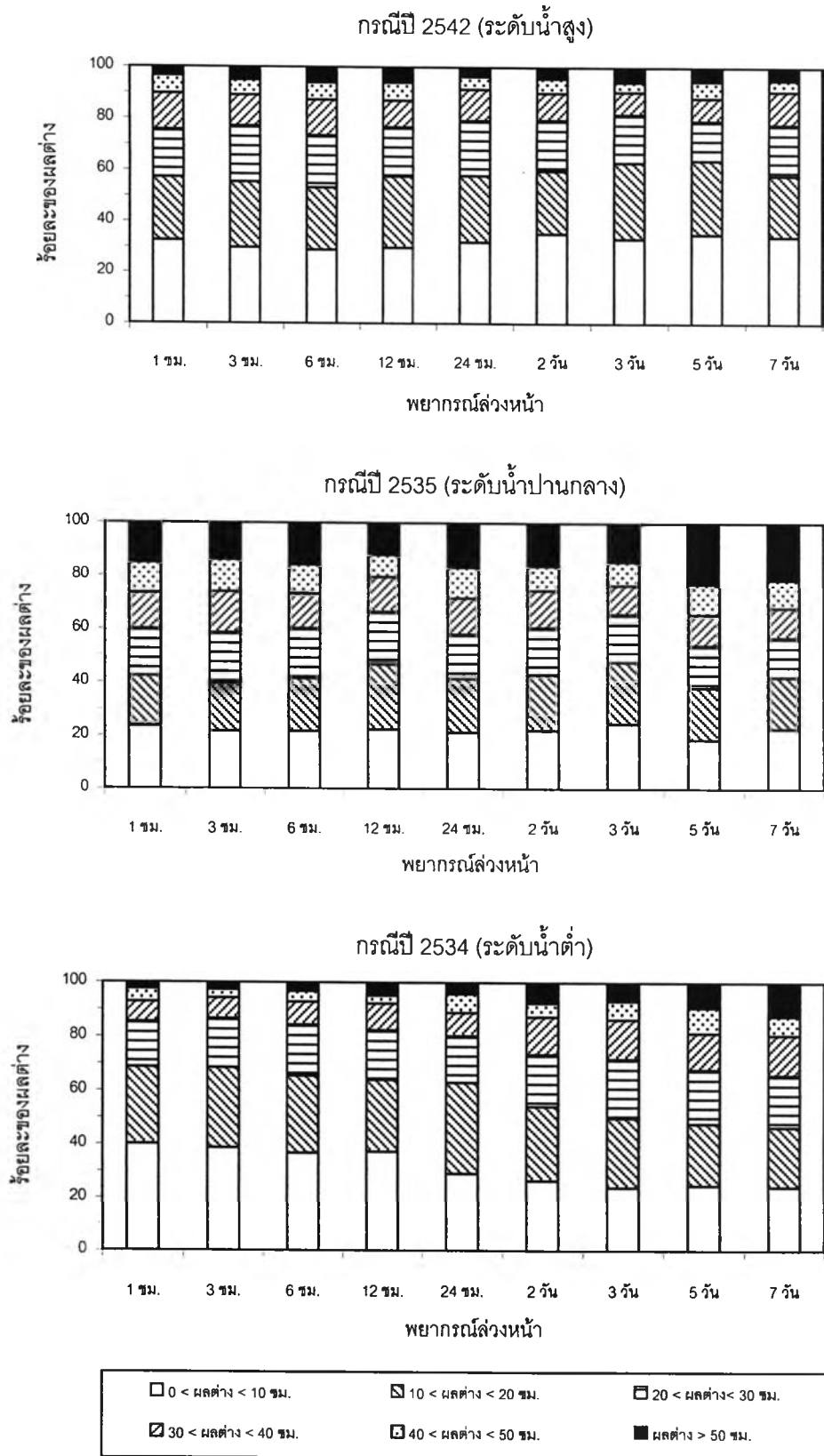
รูปที่ 5.68 เปรียบเทียบระหว่างระดับน้ำสังเกตและระดับน้ำพยากรณ์ล่วงหน้า โดยแบบจำลอง
 โครงข่ายใยประสาทเทียม ณ สถานีป้อมพระจุล กรณีช่วงทดสอบแบบจำลอง
 ในปี พ.ศ. 2542 (กรณีระดับน้ำสูง)



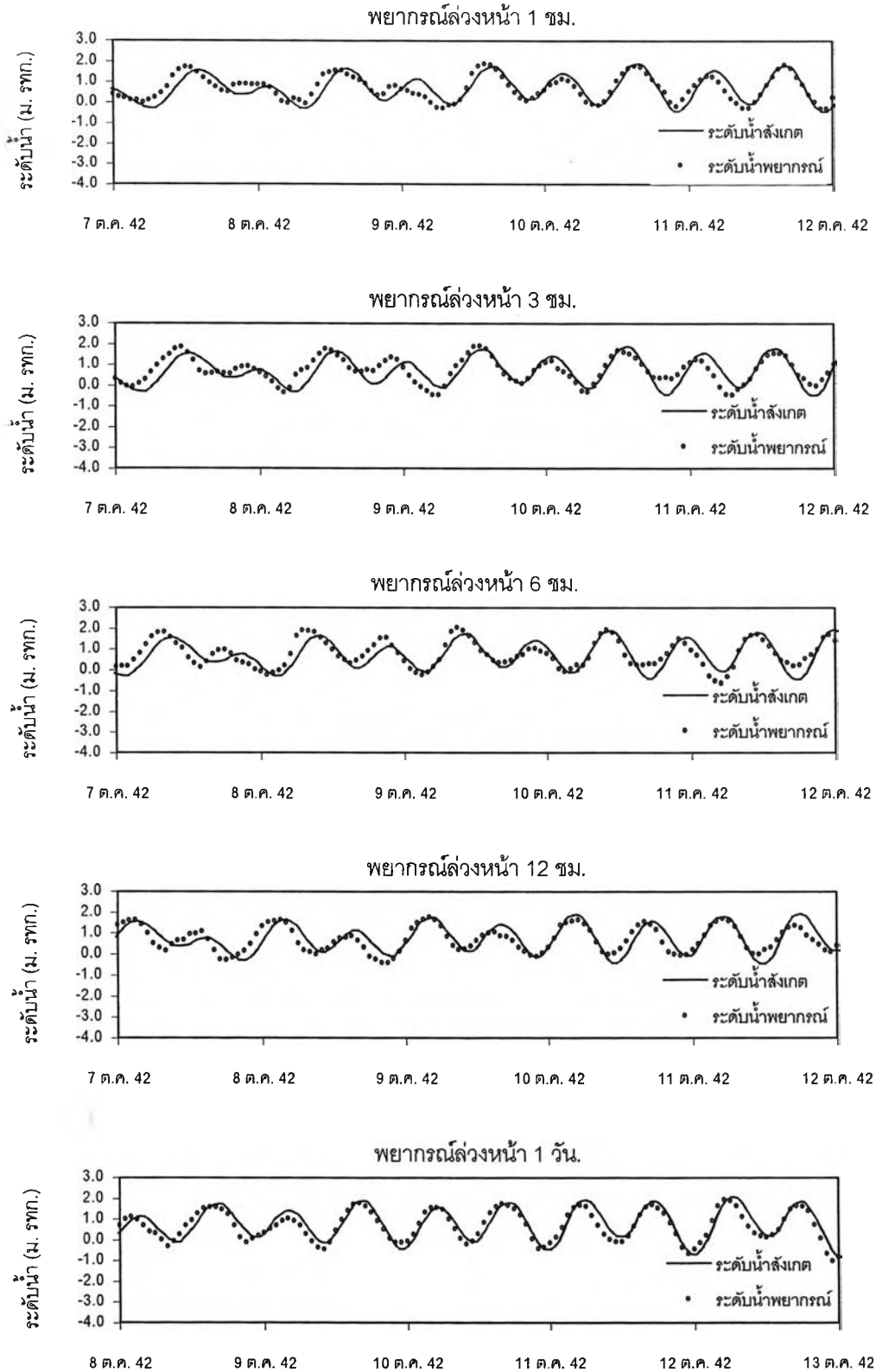
รูปที่ 5.68 เปรียบเทียบระหว่างระดับน้ำสังเกตและระดับน้ำพายุกรณ์สว่างหน้า โดยแบบจำลอง
 โครงข่ายใยประสาทเทียม ณ. สถานีป้อมพระจุล กรณีช่วงทดสอบแบบจำลอง
 ในปี พ.ศ. 2542 (กรณีระดับน้ำสูง) (ต่อ)



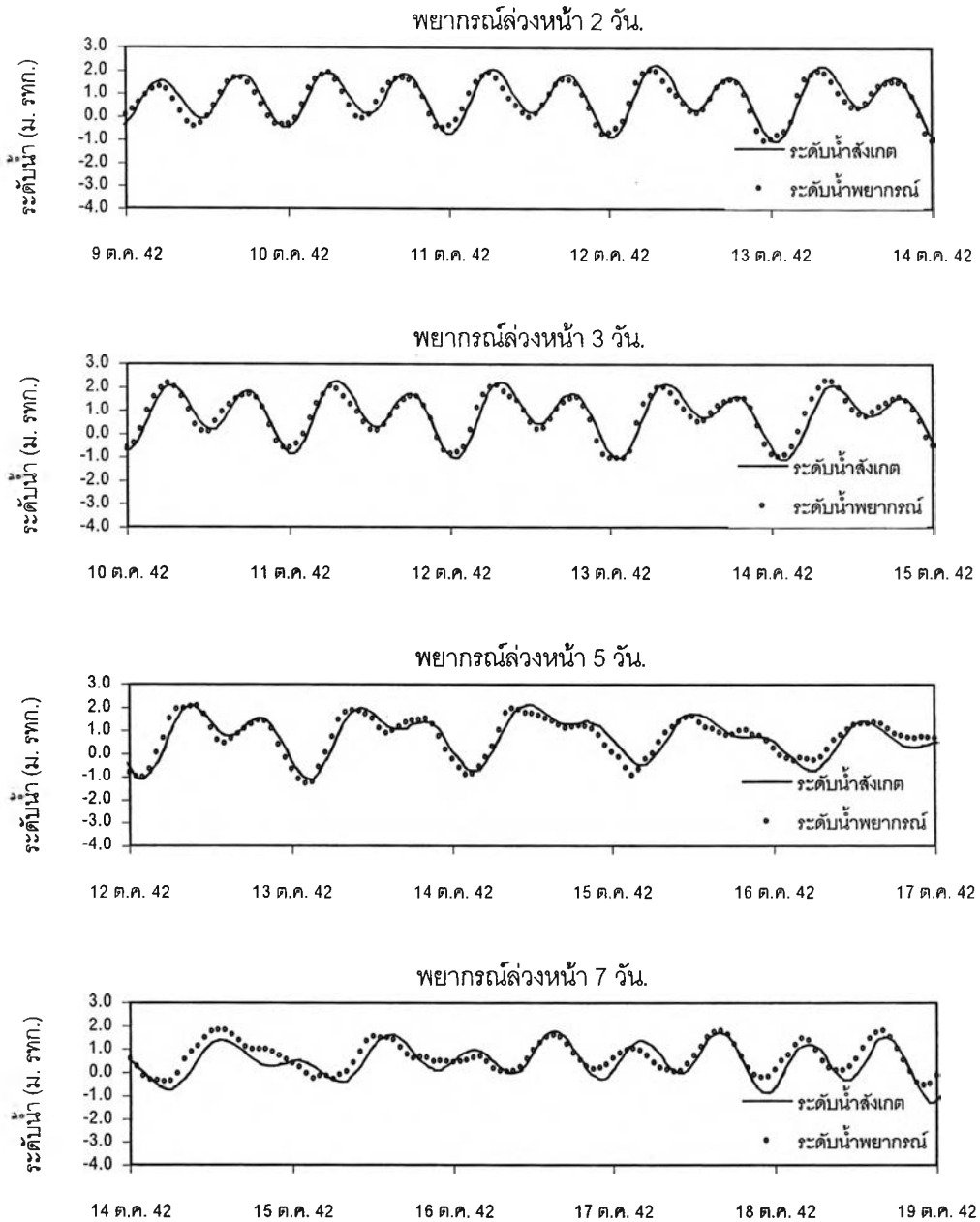
รูปที่ 5.69 ผลต่างระหว่างค่าระดับน้ำสังเกตและค่าพยากรณ์โดยแบบจำลองโครงข่าย
 ใยประสาทเทียม ณ. สถานีสำนคอนกรุงเทพ กรณีช่วงทดสอบแบบจำลอง



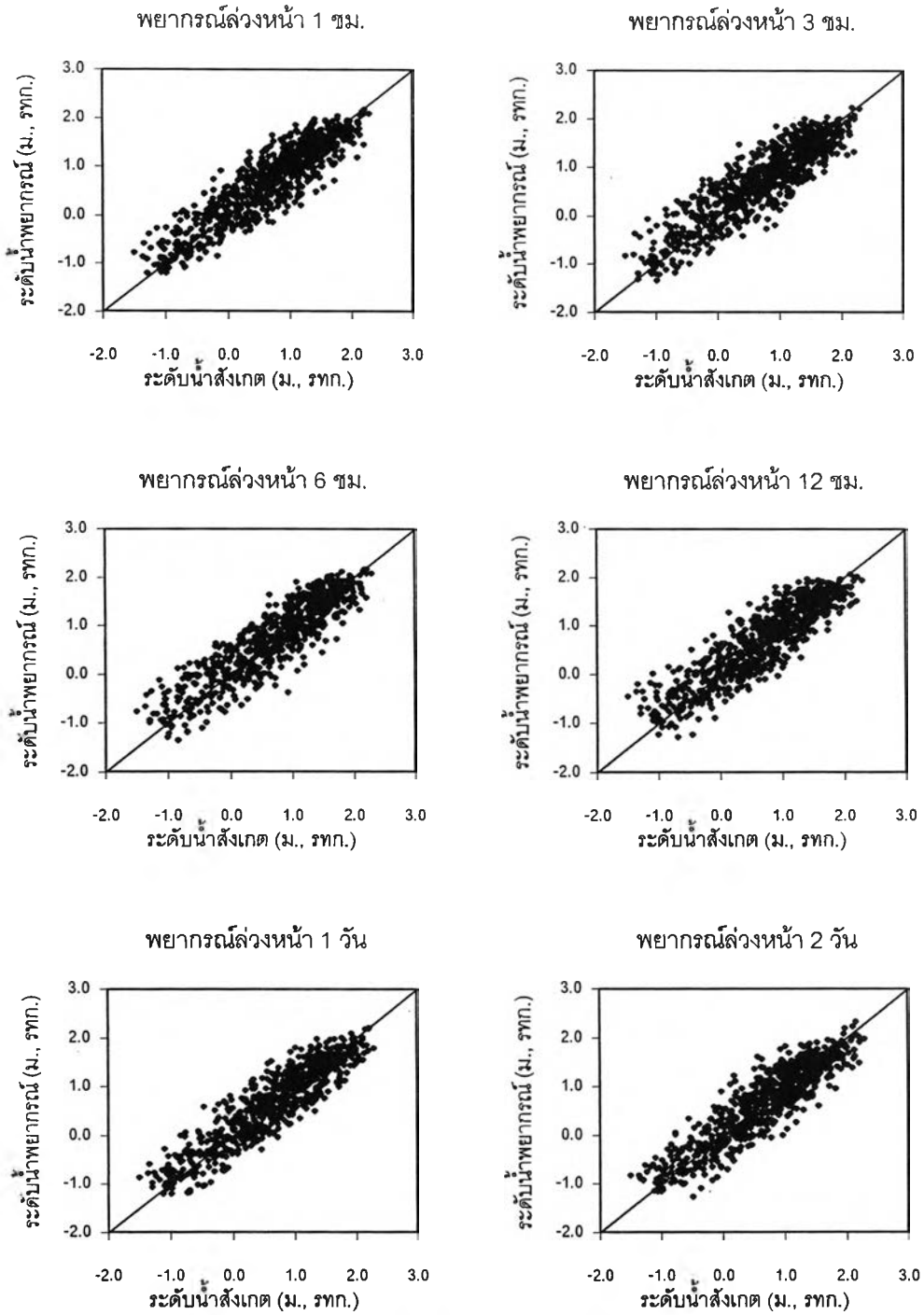
รูปที่ 5.70 ร้อยละของผลต่างระหว่างค่าสังเกตและค่าพยากรณ์ โดยแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียม ณ. สถานีสำนคอนกรุงเทพ กรณีช่วงทดสอบแบบจำลอง



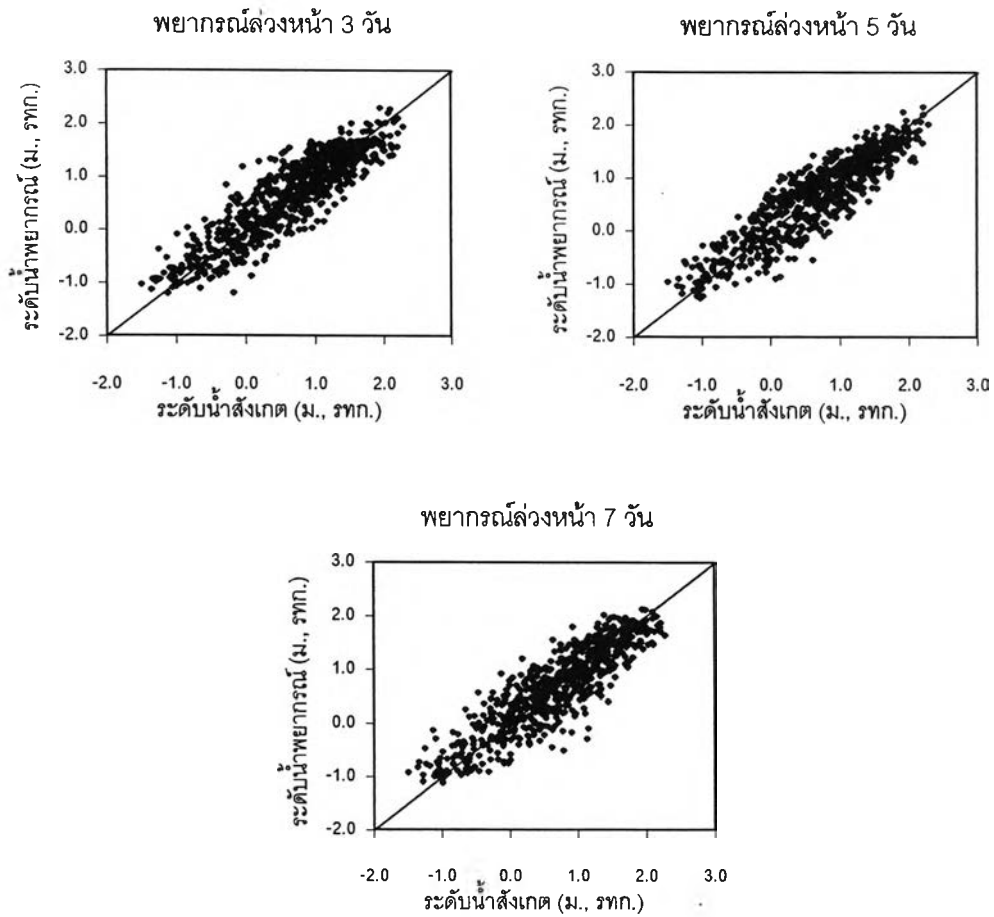
รูปที่ 5.71 ระดับน้ำสังเกตและระดับน้ำพยากรณ์ล่องหน้า โดยโครงข่าย
 ไยประสาทเทียม ณ. สถานีสันดอนกรุงเทพ กรณีช่วงทดสอบแบบจำลอง
 ในปี พ.ศ. 2542 (กรณีระดับน้ำสูง)



รูปที่ 5.71 ระดับน้ำสังเกตและระดับน้ำพยากรณ์ล่วงหน้า โดยโครงข่าย
 ไยประสาทเทียม ณ. สถานีสันดอนกรุงเทพ กรณีช่วงทดสอบแบบจำลอง
 ในปี พ.ศ. 2542 (กรณีระดับน้ำสูง) (ต่อ)



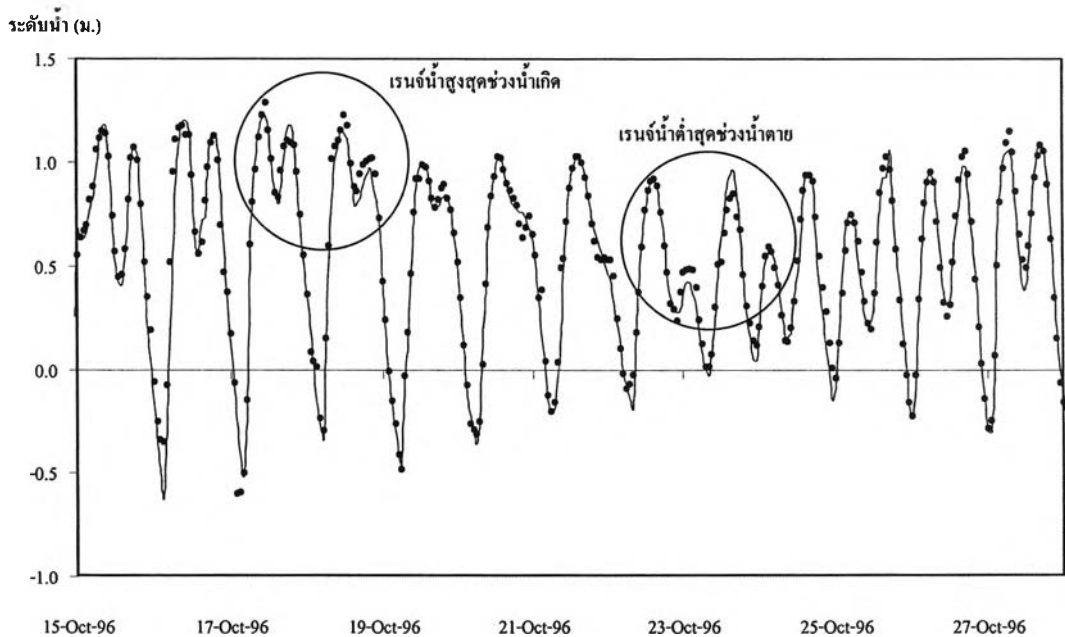
รูปที่ 5.72 เปรียบเทียบระหว่างระดับน้ำสังเกตและระดับน้ำพยากรณ์ล่วงหน้า โดยแบบจำลอง
 โครงข่ายใยประสาทเทียม ณ สถานีสำคองกรุงเทพ กรณีช่วงทดสอบแบบจำลอง
 ในปี พ.ศ. 2542 (กรณีระดับน้ำสูง)



รูปที่ 5.72 เปรียบเทียบระหว่างระดับน้ำสังเกตและระดับน้ำพยากรณ์ล่วงหน้า โดยแบบจำลอง
 โครงข่ายใยประสาทเทียม ณ. สถานีสันดอนกรุงเทพ กรณีช่วงทดสอบแบบจำลอง
 ในปี พ.ศ. 2542 (กรณีระดับน้ำสูง) (ต่อ)

ตารางที่ 5.13 สรุปผลการพยากรณ์ระดับน้ำโดยแบบจำลองโครงข่ายใยประสาทเทียม

สถานี	ที่	กรณีศึกษา	ผลต่างระหว่างระดับน้ำสังเกตและระดับน้ำพยากรณ์ (D)					
			R ²	error ม.	MAD ม.	RMSE ม.	ร้อยละของผลต่าง	
							D<10 ซม.	10<D<20 ซม.
ปากเกร็ด	1	ระดับน้ำสูง	0.92-0.95	-0.69 - 0.59	0.07-0.09	0.09-0.11	65.1-79.3	17.9-26.9
	2	ระดับน้ำปานกลาง	0.67-0.84	-0.68 - 0.85	0.11-0.15	0.14-0.18	41.2-57.5	27.1-33.3
	3	ระดับน้ำต่ำ	0.73-0.86	-0.46 - 0.73	0.10-0.14	0.12-0.17	43.1-60.4	28.0-33.7
สามเสน	1	ระดับน้ำสูง	0.90-0.94	-1.09 - 0.97	0.09-0.11	0.12-0.15	56.0-66.8	26.3-30.5
	2	ระดับน้ำปานกลาง	0.76-0.84	-0.57 - 0.74	0.13-0.17	0.17-0.20	32.3-46.1	28.0-31.5
	3	ระดับน้ำต่ำ	0.77-0.86	-0.61 - 0.59	0.12-0.16	0.15-0.20	38.0-51.3	29.1-34.9
ป้อมพระจุล	1	ระดับน้ำสูง	0.89-0.93	-1.00 - 2.12	0.14-0.18	0.20-0.25	35.6-51.2	27.1-31.2
	2	ระดับน้ำปานกลาง	0.73-0.81	-1.84 - 1.52	0.26-0.33	0.34-0.42	20.7-26.9	18.7-23.5
	3	ระดับน้ำต่ำ	0.79-0.86	-1.86 - 1.15	0.22-0.29	0.29-0.36	22.7-29.3	20.1-25.6
สันดอน กรุงเทพ	1	ระดับน้ำสูง	0.89-0.92	-0.99 - 0.99	0.19-0.20	0.24-0.27	28.7-35.2	24.0-29.9
	2	ระดับน้ำปานกลาง	0.73-0.83	-2.10 - 1.63	0.26-0.34	0.36-0.43	18.7-24.5	17.7-24.3
	3	ระดับน้ำต่ำ	0.89-0.95	-1.31 - 0.85	0.17-0.25	0.19-0.28	23.9-40.0	22.3-33.9



รูปที่ 5.73 ผลต่างจากแบบจำลองในช่วงเรนจ์น้ำสูงสุดช่วงน้ำเกิด และเรนจ์น้ำต่ำสุดช่วงน้ำตาย

5.5 ผลการพยากรณ์ในช่วงการทดสอบแบบจำลองโดยแบบจำลองฮาร์โมนิก

สำหรับการพยากรณ์ระดับน้ำโดยแบบจำลองฮาร์โมนิก จะทำการพยากรณ์ระดับน้ำในเหตุการณ์เดียวกับหัวข้อ 5.6 เพื่อทำการเปรียบเทียบผลการพยากรณ์ระหว่าง 2 แบบจำลอง

ผลของการพยากรณ์ค่าระดับน้ำล่วงหน้าของสถานีปากเกร็ด สถานีสามเสน สถานีป้อมพระจุล และสถานีสันดอนกรุงเทพ ทำการสรุปเปรียบเทียบผลดังตารางที่ 5.14 และรูปที่ 5.74 - 5.77 พบว่า

1. เมื่อเปรียบเทียบผลการพยากรณ์ในแต่ละช่วงระดับน้ำสูง ปานกลาง และต่ำ ของทั้ง 4 สถานี พบว่า
 - ผลการพยากรณ์ที่สถานีปากเกร็ด

ช่วงระดับน้ำสูง	ร้อยละของผลต่างที่น้อยกว่า 10 ซม. = 71.1
	ร้อยละของผลต่างที่น้อยกว่า 20 ซม. = 80.4
ช่วงระดับน้ำปานกลาง	ร้อยละของผลต่างที่น้อยกว่า 10 ซม. = 63.5
	ร้อยละของผลต่างที่น้อยกว่า 20 ซม. = 74.7
ช่วงระดับน้ำต่ำ	ร้อยละของผลต่างที่น้อยกว่า 10 ซม. = 70.8
	ร้อยละของผลต่างที่น้อยกว่า 20 ซม. = 86.7
 - ผลการพยากรณ์ที่สถานีสามเสน

ช่วงระดับน้ำสูง	ร้อยละของผลต่างที่น้อยกว่า 10 ซม. = 67.1
	ร้อยละของผลต่างที่น้อยกว่า 20 ซม. = 79.5
ช่วงระดับน้ำปานกลาง	ร้อยละของผลต่างที่น้อยกว่า 10 ซม. = 64.3
	ร้อยละของผลต่างที่น้อยกว่า 20 ซม. = 73.3
ช่วงระดับน้ำต่ำ	ร้อยละของผลต่างที่น้อยกว่า 10 ซม. = 68.1
	ร้อยละของผลต่างที่น้อยกว่า 20 ซม. = 83.1
 - ผลการพยากรณ์ที่สถานีป้อมพระจุล

ช่วงระดับน้ำสูง	ร้อยละของผลต่างที่น้อยกว่า 10 ซม. = 62.9
	ร้อยละของผลต่างที่น้อยกว่า 20 ซม. = 71.7
ช่วงระดับน้ำปานกลาง	ร้อยละของผลต่างที่น้อยกว่า 10 ซม. = 58.1
	ร้อยละของผลต่างที่น้อยกว่า 20 ซม. = 66.2
ช่วงระดับน้ำต่ำ	ร้อยละของผลต่างที่น้อยกว่า 10 ซม. = 58.3
	ร้อยละของผลต่างที่น้อยกว่า 20 ซม. = 68.9
 - ผลการพยากรณ์ที่สถานีสันดอนกรุงเทพ

ช่วงระดับน้ำสูง	ร้อยละของผลต่างที่น้อยกว่า 10 ซม. = 60
-----------------	--

	ร้อยละของผลต่างที่น้อยกว่า 20 ซม. = 70.1
ช่วงระดับน้ำปานกลาง	ร้อยละของผลต่างที่น้อยกว่า 10 ซม. = 60.1
	ร้อยละของผลต่างที่น้อยกว่า 20 ซม. = 69.2
ช่วงระดับน้ำต่ำ	ร้อยละของผลต่างที่น้อยกว่า 10 ซม. = 58.6
	ร้อยละของผลต่างที่น้อยกว่า 20 ซม. = 66.5

จากการเปรียบเทียบในช่วงระดับน้ำสูง กลาง และต่ำ พบว่าผลการพยากรณ์โดยแบบจำลองฮาร์โมนิกให้ผลการพยากรณ์ที่ใกล้เคียงกันเนื่องจากการคำนวณทำการวิเคราะห์ค่าฮาร์โมนิกจากข้อมูลย้อนหลังในช่วงเวลาเดียวกัน ผลการพยากรณ์จะคล้ายคลึงกับข้อมูลในช่วงวิเคราะห์

- เมื่อเปรียบเทียบผลการพยากรณ์ของทั้ง 4 สถานี พบว่า ค่าความผิดพลาดของการพยากรณ์แปรผันตามเรนจ์น้ำหรือช่วงของการผันแปรของน้ำ หากเรนจ์น้ำมีค่าน้อยกว่าจะทำให้ช่วงของข้อมูลที่แบบจำลองเรียนรู้มีค่าแคบกว่า ทำให้ผลการพยากรณ์มีความผิดพลาดน้อยกว่าซึ่งคล้ายคลึงกับผลจากแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียม

ตารางที่ 5.14 สรุปผลการพยากรณ์ระดับน้ำโดยแบบจำลองฮาร์โมนิก

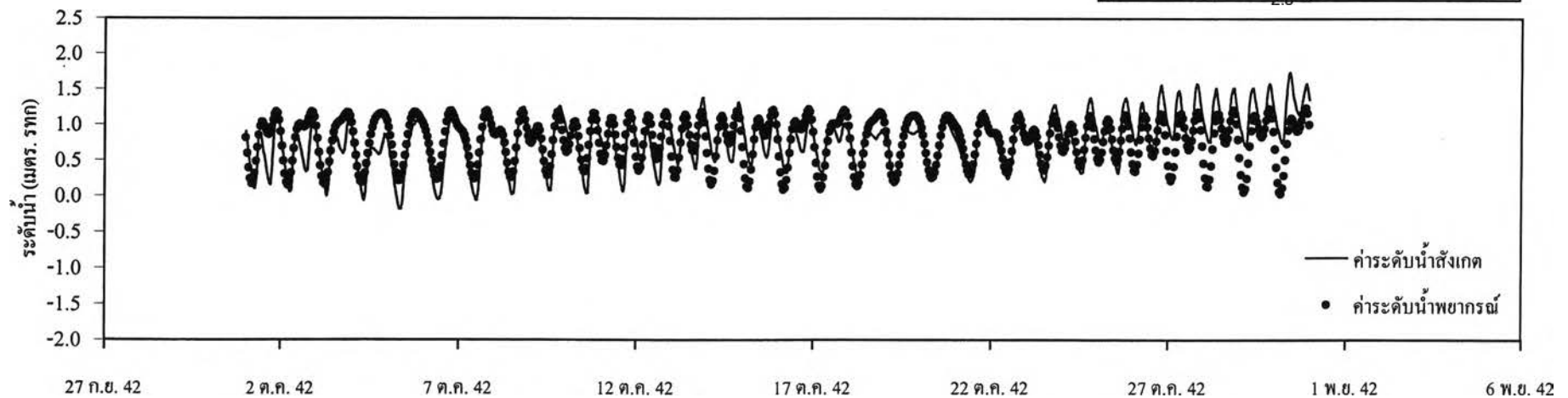
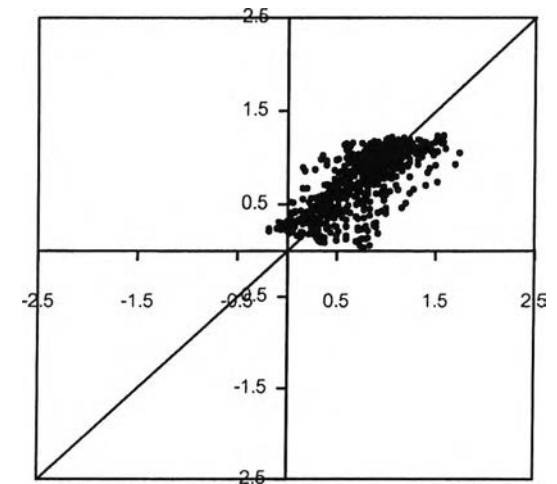
สถานี	ที่	กรณีศึกษา	ผลต่างระหว่างระดับน้ำสังเกตและระดับน้ำพยากรณ์ (D)					
			R ²	error ม.	MAD ม.	RMSE ม.	ร้อยละของผลต่าง	
							D<10 ซม.	10<D<20 ซม.
ปากเกร็ด	1	ระดับน้ำสูง	0.78	-0.88 - 0.88	0.31	0.38	58.33	10.56
	2	ระดับน้ำปานกลาง	0.70	-1.41 - 0.93	0.34	0.41	58.06	8.06
	3	ระดับน้ำต่ำ	0.75	-0.76 - 1.87	0.30	0.37	62.92	8.75
สามเสน	1	ระดับน้ำสูง	0.70	-0.42 - 0.48	0.14	0.17	70.83	15.97
	2	ระดับน้ำปานกลาง	0.59	-0.90 - 0.78	0.22	0.28	63.47	11.25
	3	ระดับน้ำต่ำ	0.52	-0.73 - 0.79	0.20	0.25	71.11	9.31
ป้อมพระจุล	1	ระดับน้ำสูง	0.75	-0.46 - 0.63	0.17	0.21	68.06	15.00
	2	ระดับน้ำปานกลาง	0.64	-0.91 - 1.07	0.24	0.30	64.31	9.03
	3	ระดับน้ำต่ำ	0.64	-0.82 - 0.77	0.21	0.26	67.08	12.36
สันดอน กรุงเทพ	1	ระดับน้ำสูง	0.75	-1.08 - 0.97	0.37	0.45	58.61	7.92
	2	ระดับน้ำปานกลาง	0.75	-1.03 - 0.94	0.33	0.41	60.14	9.17
	3	ระดับน้ำต่ำ	0.79	-0.78 - 0.97	0.28	0.34	60.00	10.97

ผลต่างระหว่างระดับน้ำสังเกตและระดับน้ำพยากรณ์โดยแบบจำลองฮาร์โมนิก

ณ.สถานีปากเกร็ด ปี 1999 (2542)

	mean	max	min	MAD	RMSE	R ²
ผลต่าง(ซม.)	0.00	0.79	-0.73	0.20	0.25	0.52

ช่วงของผลต่าง (R., ซม.)	R. < 10	10 < R. < 20	20 < R. < 30	30 < R. < 40	40 < R. < 50	R. > 50
ร้อยละของผลต่าง	71.11	9.31	7.50	4.72	2.64	4.72



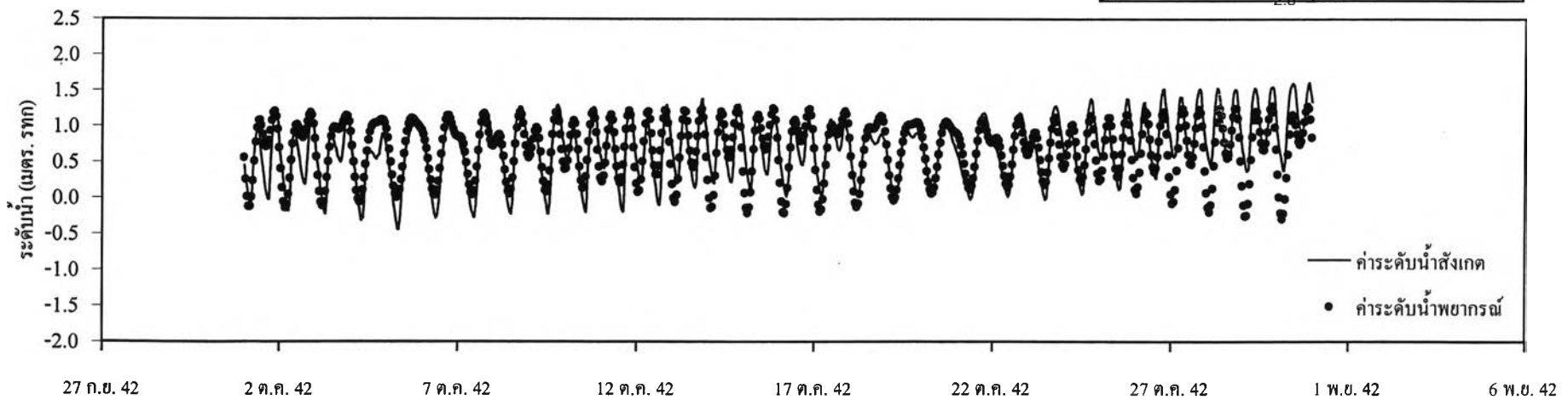
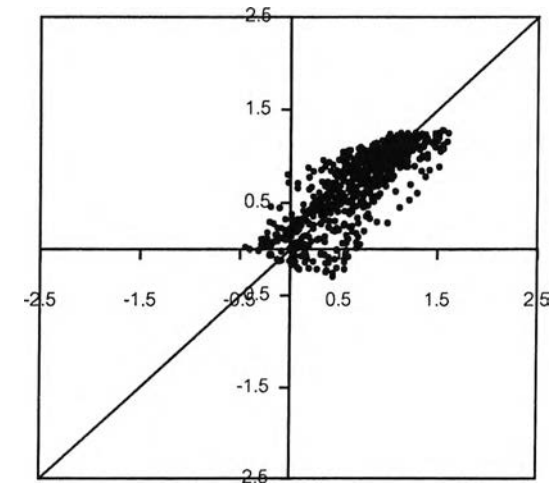
รูปที่ 5.74 ผลการพยากรณ์ระดับน้ำรายชั่วโมงโดยแบบจำลองฮาร์โมนิก ณ. สถานีปากเกร็ด ในปี 1999 (2542)

ผลต่างระหว่างระดับน้ำสังเกตและระดับน้ำพยากรณ์โดยแบบจำลองฮาร์โมนิก

ณ.สถานีสามเสน ปี 1999 (2542)

	mean	max	min	MAD	RMSE	R ²
ผลต่าง(ซม.)	0.00	0.77	-0.82	0.21	0.26	0.64

ช่วงของผลต่าง (R., ซม.)	R. < 10	10 < R. < 20	20 < R. < 30	30 < R. < 40	40 < R. < 50	R. > 50
ร้อยละของผลต่าง	67.08	12.36	8.89	4.03	3.33	4.31



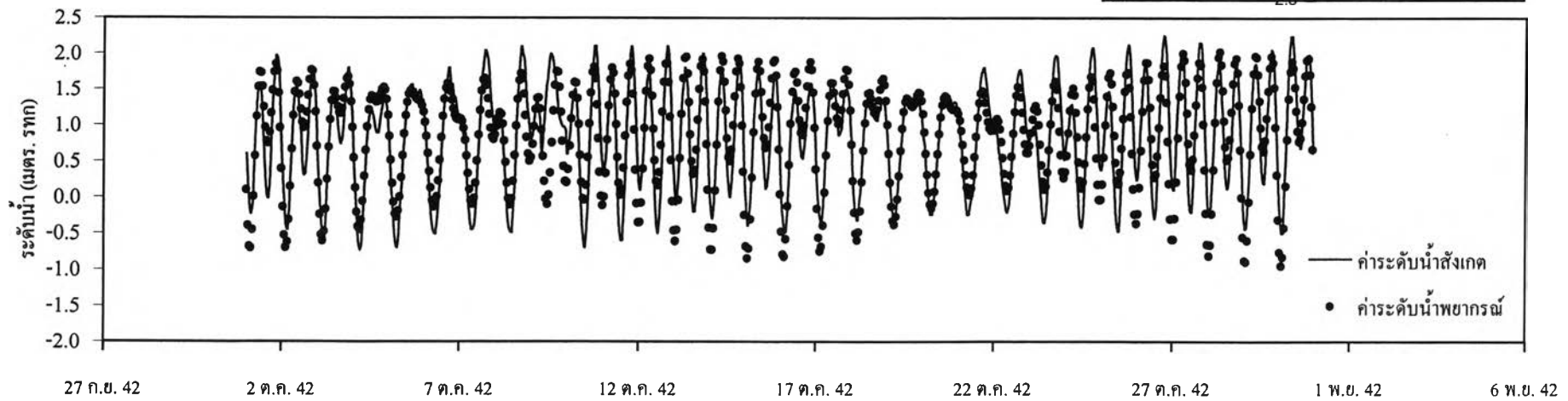
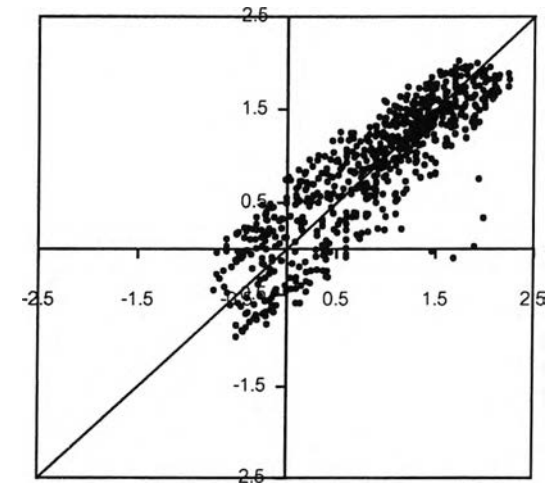
รูปที่ 5.75 ผลการพยากรณ์ระดับน้ำรายชั่วโมง โดยแบบจำลองฮาร์โมนิก ณ. สถานีสามเสน ในปี 1999 (2542)

ผลต่างระหว่างระดับน้ำสังเกตและระดับน้ำพยากรณ์โดยแบบจำลองฮาร์โมนิก

ณ.สถานีป้อมพระจุล ปี 1999 (2542)

	mean	max	min	MAD	RMSE	R ²
ผลต่าง(ซม.)	0.00	1.87	-0.76	0.30	0.37	0.75

ช่วงของผลต่าง (R., ซม.)	R. < 10	10 < R. < 20	20 < R. < 30	30 < R. < 40	40 < R. < 50	R. > 50
ร้อยละของผลต่าง	62.92	8.75	6.11	7.50	6.67	8.06



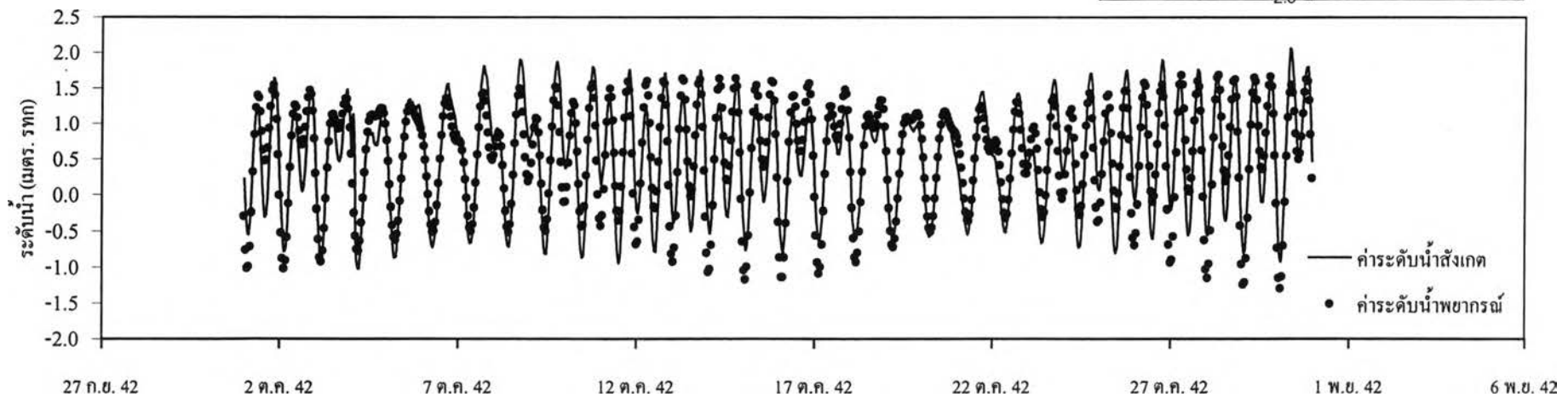
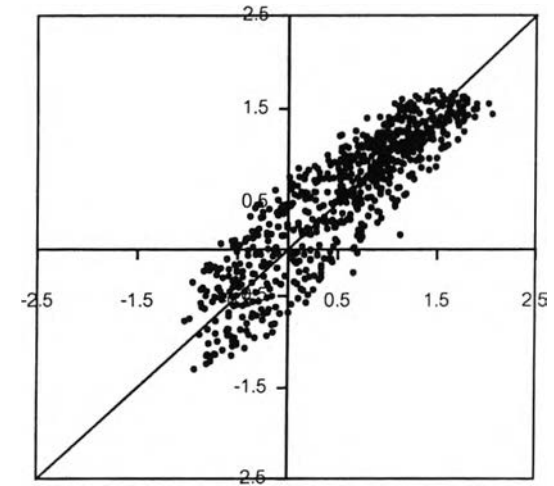
รูปที่ 5.76 ผลการพยากรณ์ระดับน้ำรายชั่วโมงโดยแบบจำลองฮาร์โมนิก ณ. สถานีป้อมพระจุล ในปี 1999 (2542)

ผลต่างระหว่างระดับน้ำสังเกตและระดับน้ำพยากรณ์โดยแบบจำลองฮาร์โมนิก

ณ.สถานีสำนคองกรุงเทพ ปี 1999 (2542)

	mean	max	min	MAD	RMSE	R^2
ผลต่าง(ซม.)	0.00	0.97	-0.78	0.28	0.34	0.79

ช่วงของผลต่าง (R., ซม.)	R. < 10	10 < R. < 20	20 < R. < 30	30 < R. < 40	40 < R. < 50	R. > 50
ร้อยละของผลต่าง	60.00	10.97	9.17	5.56	5.97	8.33



รูปที่ 5.77 ผลการพยากรณ์ระดับน้ำรายชั่วโมงโดยแบบจำลองฮาร์โมนิก ณ. สถานีสำนคองกรุงเทพ ในปี 1999 (2542)

5.6 เปรียบเทียบผลการพยากรณ์โดยแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียมและแบบจำลองฮาร์โมนิก

เมื่อทำการเปรียบเทียบผลการพยากรณ์โดยแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียมและแบบจำลองฮาร์โมนิกพบว่า

1. สถานีปากเกร็ดและสถานีสามเสน ผลการพยากรณ์ทั้ง 2 แบบจำลองให้ค่าที่ใกล้เคียงกันในช่วงผลต่างน้อยกว่า 10 ซม. แต่ในช่วงผลต่างน้อยกว่า 20 ซม. แบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียมจะให้ผลดีกว่าประมาณ 10 %
 2. สถานีป้อมพระจุลและสถานีต้นคอนกรุงเทพ ผลการพยากรณ์โดยแบบจำลองฮาร์โมนิกให้ผลดีกว่าแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียมประมาณ 10-25 %
 3. แบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียมจะให้ผลการพยากรณ์ที่ดีกว่าแบบจำลองฮาร์โมนิกเล็กน้อยสำหรับสถานีปากเกร็ดและสามเสนซึ่งได้รับอิทธิพลจากน้ำหลากทางด้านเหนือเป็นหลัก รวมถึงอิทธิพลของการผันแปรของระดับน้ำทะเลและฝนที่ตกในพื้นที่ แต่แบบจำลองฮาร์โมนิกจะให้ผลการพยากรณ์ที่ดีกว่าสำหรับสถานีป้อมพระจุลและต้นคอนกรุงเทพซึ่งอิทธิพลหลักคือการผันแปรของระดับน้ำทะเล
- โดยสามารถสรุปและแสดงดังตารางที่ 5.15

ตารางที่ 5.15 ผลเปรียบเทียบระหว่างแบบจำลอง ANN และ HAR ที่กรณีและสถานีต่างๆ

กรณี	แบบจำลอง	สถานี			
		ปากเกร็ด	สามเสน	ป้อมพระจุล	ต้นคอนกรุงเทพ
ระดับน้ำ สูงกว่า 2.00 ม.	ANN	☆☆☆	☆☆☆	☆☆	☆☆
	HAR	☆	☆	☆☆	☆☆
เรนจ์น้ำ สูงกว่า 2.00 ม.	ANN	☆☆	☆☆	☆	☆
	HAR	☆	☆	☆☆	☆☆

หมายเหตุ : ANN คือ แบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียม

HAR คือ แบบจำลองฮาร์โมนิก

☆☆☆ คือ ร้อยละ 90 ของผลการพยากรณ์มีความผิดพลาดน้อยกว่า 10 ซม.

☆☆ คือ ร้อยละ 90 ของผลการพยากรณ์มีความผิดพลาดน้อยกว่า 20 ซม.

☆ คือ ร้อยละ 90 ของผลการพยากรณ์มีความผิดพลาดน้อยกว่า 30 ซม.