หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 4
ผลการวิเคราะห์

ในบทนี้ จะกล่าวถึงผลการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำ และลักษณะของกระแสน้ำทะเลในอ่าวไทยตอนบน โดยการประยุกต์ใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ วิธีไฟไนท์เอเลเมนต์ การศึกษาเพื่อหาการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำและลักษณะกระแสน้ำจะเริ่มต้นโดยทำการคำนวณปรับเทียบจำลองที่จะประยุกต์ใช้ เพื่อหาค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ที่เหมาะสมสำหรับอ่าวไทยตอนบน เมื่อได้ค่าพารามิเตอร์ดังกล่าวแล้ว จะนำไปใช้คำนวณหาลักษณะการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำและกระแสน้ำทะเลที่เกิดขึ้นในกรณีและช่วงเวลาที่พิจารณา

4.1 ผลการปรับเทียบแบบจำลอง

การประยุกต์ใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์กับพื้นที่ใดพื้นที่หนึ่ง โดยทั่วไปจะต้องเริ่มต้นด้วยการปรับเทียบแบบจำลองเพื่อให้มั่นใจในค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสม สำหรับพื้นที่ศึกษานั้น ๆ แล้วจึงนำพารามิเตอร์นั้นไปใช้ในการคำนวณต่อไป ในการศึกษานี้ค่าพารามิเตอร์ดังกล่าวได้แก่ค่า C (Chezy Constant) ซึ่งจากการศึกษาที่ผ่านมามีผู้ใช้ค่า C ในพื้นที่ศึกษาต่าง ๆ ดังตัวอย่างต่อไปนี้คือ

ผู้ศึกษา	ค.ศ.	พื้นที่ศึกษา	ค่า C ที่ใช้ ($m^{1/2}/s$)
Dronker	1964	ชายฝั่งของประเทศ Netherlands	60
Kawachi	1978	Lagoon of Nakaumi ทางตอนใต้ของประเทศญี่ปุ่น	45
Smith L.H., Cheng R.T.	1986	Suisun Bay, California	50-140
Winai	1979	อ่าวไทยตอนบน	60
Santi	1988	อ่าวไทยตอนบน	60

นอกจากการกำหนดค่า C ให้มีค่าคงที่ตลอดทั้งพื้นที่ศึกษาแล้ว Dronker ยังได้เสนอให้ใช้ค่า C ที่แปรเปลี่ยนตามความลึกของท้องน้ำตามสมการ $C = \sqrt{g}/K \ln(12H/d)$ (ดูเพิ่มเติมในภาคผนวก จ) ซึ่งจะได้ค่า C ที่ถูกต้องมากขึ้น โดยที่ค่า d (bottom roughness height) มีค่าคงที่ทั้งพื้นที่ศึกษา จากการศึกษาที่ผ่านมามีผู้ใช้ค่า d เพื่อคำนวณหาค่า C เช่น Kawachi ได้ใช้ค่า

d = Ø.1 ม. ในการคำนวณหากระแสน้ำที่ Nakaumi-Shinjiko Estuarine Basin ทางตอนใต้ของประเทศญี่ปุ่น

ในการศึกษานี้ จะทำการคำนวณปรับเทียบแบบจำลอง เพื่อหาค่า d ที่เหมาะสม โดยกำหนดค่า d เท่ากับ Ø.1, Ø.3, Ø.5, Ø.7 และ Ø.9 ซึ่งจะทำการคำนวณเปรียบเทียบค่าระดับน้ำที่คำนวณได้จากแบบจำลองกับข้อมูลระดับน้ำที่ทำการตรวจวัดจากสถานีวัดระดับน้ำที่ตั้งอยู่ในอ่าวไทยตอนบน ได้แก่สถานีเกาะสีชังและสถานีสันดอนกรุงเทพ การพิจารณาเลือกค่า d ที่เหมาะสมจะพิจารณาจากค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าระดับน้ำที่คำนวณได้กับค่าระดับน้ำที่มีการตรวจวัด โดยเลือกระยะเวลาทำการคำนวณในระหว่างวันที่ 18-19 มี.ค. 2522 วันที่ 29 มี.ค. ถึง 2 เม.ย.2522 และวันที่ 5-8 เม.ย.2522 รวม 3 ช่วง ทั้งนี้เพราะในช่วงเวลาดังกล่าวเป็นช่วงที่มีการตรวจวัดกระแสน้ำจำนวน 8 สถานี ในบริเวณอ่าวไทยตอนบนโดยกรมอุทกศาสตร์กองทัพเรือ และจะทำการเปรียบเทียบผลการคำนวณกระแสน้ำจากแบบจำลองกับข้อมูลกระแสน้ำ ที่มีการตรวจวัดดังกล่าว

การคำนวณแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ วิธีไฟไนต์เอเลเมนต์นี้ ได้ทำการคำนวณด้วยเครื่อง มินิคอมพิวเตอร์ PRIME ของศูนย์คอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ โดยใช้ CPU time ในการคำนวณแต่ละ time step ประมาณ 225 วินาที และได้ทำการคำนวณด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์ IBM PC compatible รุ่น AT 386-2Ø พร้อมติดตั้ง Math-Coprocessor โดยใช้เวลาในการคำนวณแต่ละ time step ประมาณ 49Ø วินาที ซึ่งผลที่ได้จากการคำนวณด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์ทั้งสองได้ผลเหมือนกัน

ผลของการคำนวณค่าระดับน้ำจากแบบจำลองเปรียบเทียบกับค่าระดับน้ำวัดจริงที่สถานีวัดระดับน้ำเกาะสีชัง ในระหว่างวันที่ 18-19 มีนาคม 2522 โดยกำหนดค่า d เท่ากับ Ø.1, Ø.3, Ø.5, Ø.7 และ Ø.9 แสดงในรูปที่ 4-1 และตารางที่ 4-1 ถึง 4-2 เมื่อพิจารณารูปที่ 4-1 ด้วยวิธีการดูเปรียบเทียบผลการคำนวณค่าระดับน้ำกับค่าระดับน้ำวัดจริง จะเห็นได้ว่าระดับน้ำที่คำนวณได้มีค่าใกล้เคียงกับระดับน้ำที่มีการวัดจริงจากสถานีทั้งสองโดยที่ผลของการเปลี่ยนแปลงค่า d มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่าระดับน้ำที่คำนวณได้ไม่ชัดเจนนัก ซึ่งเมื่อทำการคำนวณหาค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของผลการคำนวณค่าระดับน้ำในกรณีที่มีการใช้ค่า d ต่าง ๆ กันได้ดังนี้ คือ

d (ม.)	ความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน	
	เกาะสีชัง	สันดอนกรุงเทพ
Ø.1	Ø.Ø7	Ø.Ø7
Ø.3	Ø.Ø7	Ø.Ø8
Ø.5	Ø.Ø8	Ø.Ø9
Ø.7	Ø.Ø9	Ø.1Ø
Ø.9	Ø.Ø9	Ø.11

จากผลการคำนวณค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าระดับน้ำ จะเห็นได้ว่าในกรณีของ d เท่ากับ Ø.1 และ Ø.3 มีค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานใกล้เคียงกัน และในกรณีของ d เท่ากับ Ø.5, Ø.7 และ Ø.9 มีค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าระดับน้ำเพิ่มมากขึ้นตามลำดับ การคำนวณปรับเทียบแบบจำลองในช่วงเวลาอื่น ๆ จึงจะใช้ค่า d เท่ากับ Ø.3 ซึ่งเมื่อใช้ d คำนวณหาค่า C (Chezy Constant) จะได้ค่าสำหรับความลึกของน้ำทะเลในอ่าวไทยตอนบนระหว่าง 3.Ø เมตร ถึง 5Ø.Ø เมตร จะมีค่า C อยู่ในช่วงประมาณ 4Ø $m^{1/2}/s$ ถึง 6Ø $m^{1/2}/s$ เมื่อทำการคำนวณหาค่าระดับน้ำจากแบบจำลองเปรียบเทียบกับค่าระดับน้ำที่มีการตรวจวัดที่สถานีเกาะสีชัง และสันดอนกรุงเทพ ในช่วงเวลาอื่น ๆ ได้ผลการคำนวณแสดงในรูปที่ 4-2 ซึ่งผลการคำนวณค่าระดับน้ำจากแบบจำลองมีค่าใกล้เคียงกับค่าระดับน้ำวัดจริงตลอดทุกช่วงการคำนวณ

สำหรับผลการคำนวณค่ากระแสน้ำจากแบบจำลองเปรียบเทียบกับค่ากระแสน้ำที่มีการตรวจวัดจริง จำนวน 8 สถานี โดยกำหนดค่า d = Ø.3 ม. แสดงในรูปที่ 4-3 ถึง 4-1Ø เมื่อพิจารณาโดยเปรียบเทียบผลการคำนวณค่ากระแสน้ำกับค่ากระแสน้ำที่มีการตรวจวัดจริง จะเห็นได้ว่าในบางช่วงเวลาผลการคำนวณกระแสน้ำมีค่าใกล้เคียงกับค่าตรวจวัด และมีบางช่วงเวลาที่มีค่าแตกต่างจากค่าตรวจวัดบ้าง ทั้งนี้อาจเป็นเพราะผลการคำนวณกระแสน้ำที่ได้ เป็นค่าความเร็วเฉลี่ยตลอดความลึกของท้องน้ำในขณะที่ค่ากระแสน้ำตรวจวัดเป็นค่าที่ตรวจวัดที่ระดับความลึกต่าง ๆ แล้วนำมาคำนวณหาค่าเฉลี่ยของกระแสน้ำตรวจวัดอีกครั้งหนึ่ง นอกจากนี้ความคลาดเคลื่อนจากการตรวจวัดอาจเกิดขึ้นได้บ้าง เนื่องจากความเร็วของกระแสน้ำมีค่าน้อย คือ มีค่าอยู่ในช่วงระหว่าง Ø.Ø ถึง Ø.7 ม./ว. เท่านั้น อย่างไรก็ตามแนวโน้มของการเปลี่ยนแปลงทิศทางและขนาดความเร็วของกระแสน้ำจากผลการคำนวณด้วยแบบจำลองและข้อมูลวัดจริง มีการเปลี่ยนแปลงที่สอดคล้องกันรวมทั้งช่วงของความเร็วต่ำสุดถึงสูงสุดก็มีค่าใกล้เคียงกันดังแสดงต่อไปนี้คือ

สถานี	กระแสน้ำตรวจวัด		กระแสน้ำคำนวณ	
	ความเร็ว(ม./ว.)	ทิศทาง(องศา)	ความเร็ว(ม./ว.)	ทิศทาง(องศา)
1	Ø.Ø1Ø-Ø.178	12-351	Ø.Ø39-Ø.182	4-349
2	Ø.Ø31-Ø.192	23-33Ø	Ø.ØØ5-Ø.143	1-36Ø
3	Ø.Ø37-Ø.4Ø5	Ø-339	Ø.Ø18-Ø.414	7-33Ø
4	Ø.Ø63-Ø.669	15Ø-374	Ø.Ø12-Ø.394	18Ø-358
5	Ø.ØØ4-Ø.518	21-358	Ø.Ø45-Ø.431	19-368
6	Ø.Ø47-Ø.5Ø3	12-368	Ø.Ø52-Ø.421	7-359
7	Ø.Ø18-Ø.484	4-371	Ø.Ø37-Ø.368	6-37Ø
8	Ø.Ø13-Ø.347	5Ø-382	Ø.Ø3Ø-Ø.374	5-355

โดยสรุปแล้ว การคำนวณโดยแบบจำลองให้ค่าที่ใกล้เคียงกับค่าตรวจวัดในสนาม นั่นคือแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่ใช้สามารถจำลองสภาพของระดับน้ำและกระแสน้ำในพื้นที่อ่าวไทยตอนบนได้ดีพอสมควร และค่า Chezy Constant ที่เหมาะสมจะได้จากการแทนค่าสมการความเสียดทาน โดยใช้ d = Ø.3 ม.

4.2 ผลการคำนวณระดับน้ำ

การประยุกต์ใช้แบบจำลองเพื่อคำนวณค่าระดับน้ำ และลักษณะกระแสน้ำทะเลในอ่าวไทยตอนบน โดยกำหนดค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ตามที่ได้จากการทดสอบปรับเทียบแบบจำลอง สำหรับช่วงเวลาที่ทำการคำนวณจะพิจารณาเลือกช่วงเวลาที่เป็นตัวแทนของลักษณะน้ำขึ้นน้ำลงในแต่ละเดือน โดยพิจารณาแบ่งลักษณะพิสัยน้ำขึ้นน้ำลง (tidal range) ออกเป็น 3 กรณี ได้แก่ กรณีของพิสัยน้ำขึ้นน้ำลงสูงสุด พิสัยน้ำขึ้นน้ำลงปานกลางและพิสัยน้ำขึ้นน้ำลงต่ำสุด ในแต่ละกรณีจะพิจารณาช่วงเวลาที่เป็นตัวแทนของเดือนต่าง ๆ ตลอดทั้งปีรวมเป็นการคำนวณทั้งสิ้น 36 ชุด การคำนวณในแต่ละชุด จะทำการคำนวณครอบคลุมทั้งคาบน้ำขึ้นน้ำลง (tidal cycle) คือ 25 ชั่วโมงโดยต้องใช้เวลาในการทำ free run ก่อนที่จะทำการคำนวณจริงอีก 6 ชั่วโมง รวมเป็นช่วงเวลาที่ทำการคำนวณในแต่ละชุด 31 ชั่วโมง การพิจารณาเลือกช่วงเวลาที่มีพิสัยน้ำขึ้นน้ำลงสูงสุด พิสัยน้ำขึ้นน้ำลงปานกลางและพิสัยน้ำขึ้นน้ำลงต่ำสุดของแต่ละเดือน จะพิจารณาจากค่าระดับน้ำที่สถานีสัตหีบ ซึ่งเป็นสถานีวัดระดับน้ำที่ขอบเขตเปิดเป็นเกณฑ์ในการเลือก โดยพิจารณาข้อมูลในระหว่างปี พ.ศ.

2517 ถึง 2528 เนื่องจากได้มีการบันทึกข้อมูลระดับน้ำรายชั่วโมงบนเทปแม่เหล็ก โดยการไฟฟ้าฝ่ายผลิตฯ ในช่วงเวลาดังกล่าว การพิจารณาเลือกช่วงเวลาของกรณีพิสัยน้ำขึ้นน้ำลงสูงสุดและกรณีพิสัยน้ำขึ้นน้ำลงต่ำสุด สามารถพิจารณาเลือกได้จากข้อมูลในปีที่เกิดจริง ส่วนกรณีพิสัยน้ำขึ้นน้ำลงปานกลาง จะทำการคำนวณหาค่าเฉลี่ยของพิสัยน้ำขึ้นน้ำลงสูงสุด และพิสัยน้ำขึ้นน้ำลงต่ำสุดของแต่ละเดือนได้เป็นค่าพิสัยน้ำขึ้นน้ำลงปานกลาง แล้วพิจารณาเลือกช่วงเวลาที่มีพิสัยน้ำขึ้นน้ำลงปานกลางของแต่ละเดือนจากข้อมูลระดับน้ำในปี 2528 ช่วงเวลาที่พิจารณาเป็นตัวแทนในการคำนวณของแต่ละกรณีแสดงในตารางที่ 4-3

การพิจารณาผลการคำนวณจากแบบจำลองจะพิจารณาแยกเป็นกรณีพิสัยน้ำขึ้นน้ำลงสูงสุด พิสัยน้ำขึ้นน้ำลงปานกลางและพิสัยน้ำขึ้นน้ำลงต่ำสุดของแต่ละเดือน นอกจากนี้หลังจากที่ได้พิจารณาผลการคำนวณกระแสน้ำทะเลทำให้สามารถแบ่งพื้นที่อ่าวไทยตอนบนเป็นพื้นที่ย่อยได้ 4 พื้นที่ ดังแสดงในรูปที่ 4-11 พื้นที่ย่อยทั้ง 4 พื้นที่นี้ได้แก่ พื้นที่บริเวณปากแม่น้ำรวมทั้งแนวชายฝั่งด้านทิศเหนือของอ่าว และโซนต่าง ๆ อีก 3 โซน รายละเอียดของการแบ่งพื้นที่อ่าวไทยตอนบนออกเป็นพื้นที่ย่อยตามลักษณะของกระแสน้ำทะเลนี้ จะกล่าวถึงในหัวข้อต่อไป

ผลการคำนวณระดับน้ำจากแบบจำลองในกรณีพิสัยน้ำขึ้นน้ำลงต่าง ๆ ได้ค่าระดับน้ำที่มีการเปลี่ยนแปลงขึ้นหรือลง ตามเวลาที่ตำแหน่ง NODE ต่าง ๆ ในรอบ 25 ชม. เมื่อนำค่าระดับน้ำที่คำนวณได้มาวิเคราะห์ด้วยวิธีฮาร์โมนิกได้เป็นค่าองค์ประกอบฮาร์โมนิกหลักสี่องค์ประกอบ ในช่วง 25 ชม. คือ องค์ประกอบ M_2, S_2, O_1 และ K_1 ดังแสดงในตารางที่ 4-4 ถึง 4-6 ซึ่งแสดงช่วงของค่าองค์ประกอบฮาร์โมนิกทั้งสี่ ของทั้งพื้นที่อ่าวไทยตอนบนในกรณีพิสัยน้ำขึ้นน้ำลงสูงสุด พิสัยน้ำขึ้นน้ำลงปานกลางและพิสัยน้ำขึ้นน้ำลงต่ำสุดของแต่ละเดือน ตามลำดับ รูปที่ 4-12 และ 4-13 แสดงตัวอย่างของค่าแอมปลิจูดและมุมเฟสขององค์ประกอบฮาร์โมนิกในระหว่างเดือนมกราคมถึงเดือนมีนาคม ของกรณีพิสัยน้ำขึ้นน้ำลงสูงสุด สำหรับกรณีอื่น ๆ ได้แสดงรูปของแอมปลิจูดและมุมเฟสขององค์ประกอบฮาร์โมนิกไว้ในภาคผนวก ค ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบฮาร์โมนิกสามารถพิจารณาตามกรณีพิสัยน้ำขึ้นน้ำลงได้ดังนี้

1. กรณีพิสัยน้ำขึ้นน้ำลงสูงสุด ค่าแอมปลิจูดขององค์ประกอบฮาร์โมนิกกรณีพิสัยน้ำขึ้นน้ำลงสูงสุดในแต่ละเดือนแสดงในตารางที่ 4-4 พบว่า องค์ประกอบฮาร์โมนิกในแต่ละเดือนมีค่าแอมปลิจูดขององค์ประกอบ M_2 ใกล้เคียงกับองค์ประกอบ S_2 และค่าแอมปลิจูดขององค์ประกอบ O_1 มีค่าใกล้เคียงกับองค์ประกอบ K_1 โดยที่ค่าแอมปลิจูดขององค์ประกอบ O_1 หรือ K_1 มีค่ามากกว่าแอมปลิจูดขององค์ประกอบ M_2 หรือ S_2 เมื่อพิจารณาค่าแอมปลิจูดขององค์ประกอบฮาร์โมนิกของทุกเดือน ในโซนต่าง ๆ ได้ค่าดังต่อไปนี้ คือ

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

องค์ประกอบ	แอมปลิจูดขององค์ประกอบฮาร์โมนิก (ม.) กรณีพิสัยน้ำขึ้นน้ำลงสูงสุด			
	โซนที่ 1	โซนที่ 2	โซนที่ 3	ปากแม่น้ำ
M_2	0.35-0.72	0.32-0.73	0.19-0.75	0.38-0.82
S_2	0.42-0.75	0.38-0.77	0.24-0.70	0.46-0.82
O_1	0.85-1.26	0.85-1.26	1.10-1.25	1.26-1.28
K_1	0.92-1.21	0.86-1.22	0.72-1.20	0.95-1.24

จะเห็นได้ว่าค่าแอมปลิจูดขององค์ประกอบฮาร์โมนิกแต่ละองค์ประกอบในโซนที่ 1 และโซนที่ 2 มีค่าแอมปลิจูดใกล้เคียงกัน ในขณะที่โซนที่ 3 ซึ่งครอบคลุมพื้นที่บริเวณตอนกลางของอ่าวไปจนถึงปากอ่าวมีค่าแอมปลิจูดขององค์ประกอบฮาร์โมนิกน้อยที่สุด ส่วนในบริเวณปากแม่น้ำและบริเวณก้นอ่าวมีค่าแอมปลิจูดขององค์ประกอบฮาร์โมนิกสูงที่สุด

สำหรับมุมเฟสขององค์ประกอบฮาร์โมนิกกรณีพิสัยน้ำขึ้นน้ำลงสูงสุด พบว่า ในแต่ละเดือนค่ามุมเฟสของแต่ละองค์ประกอบ จะมีช่วงระหว่างค่ามุมเฟสสูงสุดและค่ามุมเฟสต่ำสุดมีค่าต่างกันไม่มากนักทั่วทั้งอ่าว กล่าวคือ ค่ามุมเฟสขององค์ประกอบ M_2 มีช่วงแตกต่างกันประมาณ 54 องศา เช่นเดียวกับค่ามุมเฟสขององค์ประกอบ S_2 มีช่วงแตกต่างกันประมาณ 54 องศา ค่ามุมเฟสขององค์ประกอบ O_1 มีช่วงแตกต่างกันประมาณ 17 องศา และค่ามุมเฟสขององค์ประกอบ K_1 มีช่วงแตกต่างกันประมาณ 17 องศา

2. กรณีพิสัยน้ำขึ้นน้ำลงปานกลาง ค่าแอมปลิจูดขององค์ประกอบฮาร์โมนิกกรณีพิสัยน้ำขึ้นน้ำลงปานกลางในแต่ละเดือนแสดงในตารางที่ 4-5 ค่าแอมปลิจูดขององค์ประกอบที่คำนวณได้แต่ละองค์ประกอบมีค่าน้อยกว่าค่าแอมปลิจูดขององค์ประกอบกรณีพิสัยน้ำขึ้นน้ำลงสูงสุดแต่ลักษณะขององค์ประกอบฮาร์โมนิกกรณีพิสัยน้ำขึ้นน้ำลงปานกลาง มีลักษณะคล้ายกันกับองค์ประกอบฮาร์โมนิกกรณีพิสัยน้ำขึ้นน้ำลงสูงสุด กล่าวคือ ในแต่ละเดือนค่าแอมปลิจูดขององค์ประกอบ M_2 มีค่าใกล้เคียงกับแอมปลิจูดขององค์ประกอบ S_2 และค่าแอมปลิจูดขององค์ประกอบ O_1 มีค่าใกล้เคียงกับองค์ประกอบ K_1 โดยที่ค่าแอมปลิจูดขององค์ประกอบ O_1 หรือ K_1 มีค่ามากกว่าค่าแอมปลิจูดขององค์ประกอบ M_2 หรือ S_2 การพิจารณาค่าแอมปลิจูดขององค์ประกอบฮาร์โมนิกของทุกเดือนแบ่งตามโซนต่าง ๆ ได้ดังต่อไปนี้คือ

องค์ประกอบ	แอมปลิจูดขององค์ประกอบฮาร์โมนิก (ม.) กรณีพิสัยน้ำขึ้นน้ำลงปานกลาง			
	โซนที่ 1	โซนที่ 2	โซนที่ 3	ปากแม่น้ำ
M_2	Ø.12-Ø.6Ø	Ø.11-Ø.6Ø	Ø.Ø4-Ø.55	Ø.15-Ø.86
S_2	Ø.Ø8-Ø.65	Ø.Ø7-Ø.66	Ø.Ø2-Ø.6Ø	Ø.1Ø-Ø.67
O_1	Ø.5Ø-1.18	Ø.48-1.19	1.45-1.15	Ø.5Ø-1.2Ø
K_1	Ø.51-1.15	Ø.51-1.15	Ø.47-1.12	Ø.51-1.16

ค่าแอมปลิจูดขององค์ประกอบฮาร์โมนิกแต่ละองค์ประกอบในโซนที่ 1 โซนที่ 2 และบริเวณปากแม่น้ำมีค่าแอมปลิจูดใกล้เคียงกัน โดยที่บริเวณปากแม่น้ำมีค่าแอมปลิจูดขององค์ประกอบต่าง ๆ สูงกว่าค่าแอมปลิจูดขององค์ประกอบในโซนที่ 1 และโซนที่ 2 เพียงเล็กน้อย ในขณะที่ โซนที่ 3 มีค่าแอมปลิจูดขององค์ประกอบฮาร์โมนิกน้อยที่สุด

ค่ามุมเฟสขององค์ประกอบฮาร์โมนิกกรณีพิสัยน้ำขึ้นน้ำลงปานกลางในแต่ละเดือนจะมีช่วงแตกต่างระหว่างค่ามุมเฟสสูงสุดและค่ามุมเฟสที่ต่ำสุดของแต่ละองค์ประกอบคือ ค่ามุมเฟสขององค์ประกอบ M_2 มีช่วงแตกต่างกันประมาณ 47 องศา ค่ามุมเฟสขององค์ประกอบ S_2 มีช่วงแตกต่างกันประมาณ 53 องศา ค่ามุมเฟสขององค์ประกอบ O_1 มีช่วงแตกต่างกันประมาณ 13 องศา และค่ามุมเฟสขององค์ประกอบ K_1 มีช่วงแตกต่างกันประมาณ 14 องศา

3. กรณีพิสัยน้ำขึ้นน้ำลงต่ำสุด ค่าแอมปลิจูดขององค์ประกอบฮาร์โมนิก กรณีพิสัยน้ำขึ้นน้ำลงต่ำสุดในแต่ละเดือนแสดงในตารางที่ 4-6 พบว่า ในแต่ละเดือนค่าแอมปลิจูดขององค์ประกอบ M_2 มีค่าใกล้เคียงกับแอมปลิจูดขององค์ประกอบ S_2 และค่าแอมปลิจูดขององค์ประกอบ O_1 มีค่าใกล้เคียงกับแอมปลิจูดขององค์ประกอบ K_1 การพิจารณาค่าแอมปลิจูดขององค์ประกอบฮาร์โมนิกของทุกเดือนแบ่งตามโซนต่าง ๆ ได้ดังต่อไปนี้

องค์ประกอบ	แอมปลิจูดขององค์ประกอบฮาร์โมนิก (ม.) กรณีพิสัยน้ำขึ้นน้ำลงต่ำสุด			
	โซนที่ 1	โซนที่ 2	โซนที่ 3	ปากแม่น้ำ
M_2	Ø.Ø8-Ø.66	Ø.Ø7-Ø.67	Ø.Ø3-Ø.6Ø	Ø.Ø9-Ø.67
S_2	Ø.11-Ø.7Ø	Ø.1Ø-Ø.7Ø	Ø.Ø5-Ø.65	Ø.12-Ø.72
O_1	Ø.21-Ø.62	Ø.21-Ø.61	Ø.22-Ø.6Ø	Ø.2Ø-Ø.65
K_1	Ø.23-Ø.58	Ø.23-Ø.57	Ø.21-Ø.6Ø	Ø.25-Ø.65

จะเห็นได้ว่าค่าแอมปลิจูดขององค์ประกอบฮาร์โมนิกแต่ละองค์ประกอบในโซนต่าง ๆ มีค่าใกล้เคียงกันมาก โดยที่ค่าแอมปลิจูดขององค์ประกอบในโซนที่ 3 จะน้อยกว่าค่าแอมปลิจูดขององค์ประกอบในโซนที่ 1 และโซนที่ 2 เพียงเล็กน้อย ในขณะที่ค่าแอมปลิจูดขององค์ประกอบที่บริเวณปากแม่น้ำมีค่ามากกว่าค่าแอมปลิจูดขององค์ประกอบในโซนที่ 1 และโซนที่ 2 เพียงเล็กน้อย

ค่ามุมเฟสขององค์ประกอบฮาร์โมนิกกรณีพิสัยน้ำขึ้นน้ำลงต่ำสุดในแต่ละเดือน จะมีช่วงแตกต่างระหว่างค่ามุมเฟสสูงสุดและค่ามุมเฟสที่ต่ำที่สุดของแต่ละองค์ประกอบมากกว่ากรณีของพิสัยน้ำขึ้นน้ำลงสูงสุดและกรณีพิสัยน้ำขึ้นน้ำลงปานกลาง กล่าวคือ ค่ามุมเฟสขององค์ประกอบ M_2 มีช่วงแตกต่างกันทั่วทั้งอ่าวประมาณ 59 องศา ค่ามุมเฟสขององค์ประกอบ S_2 มีช่วงแตกต่างกันประมาณ 54 องศา ค่ามุมเฟสขององค์ประกอบ O_1 มีช่วงแตกต่างกันประมาณ 28 องศา และค่ามุมเฟสขององค์ประกอบ K1 มีช่วงแตกต่างกันประมาณ 30 องศา

จากลักษณะของค่าแอมปลิจูดและมุมเฟสขององค์ประกอบฮาร์โมนิกในทุกกรณีที่กล่าวมาแล้วนี้ จะเห็นได้ว่าค่าแอมปลิจูดขององค์ประกอบฮาร์โมนิกทุกองค์ประกอบจะมีค่าแอมปลิจูดน้อยที่สุดในโซนที่ 3 คือ บริเวณปากอ่าวและมีค่าแอมปลิจูดขององค์ประกอบฮาร์โมนิกมากที่สุด ในบริเวณปากแม่น้ำและแนวชายฝั่งที่กั้นอ่าวด้านทิศเหนือ แสดงว่าพิสัยน้ำขึ้นน้ำลงของอ่าวไทยตอนบนมีค่าน้อยที่สุดที่บริเวณปากอ่าว และมีค่าเพิ่มขึ้นเข้าไปภายในอ่าวโดยมีค่าพิสัยน้ำขึ้นน้ำลงมากที่สุดที่บริเวณก้นอ่าว สำหรับค่ามุมเฟสขององค์ประกอบฮาร์โมนิกแต่ละองค์ประกอบในกรณีต่าง ๆ มีช่วงแตกต่างระหว่างค่ามุมเฟสสูงสุดและค่ามุมเฟสที่ต่ำที่สุดทั่วทั้งอ่าวไม่มากนัก คือ องค์ประกอบ M_2 และ S_2 ซึ่งเป็นองค์ประกอบฮาร์โมนิกชนิด semi-diurnal มีคาบการเกิดน้ำขึ้นน้ำลงประมาณ 12 ชั่วโมง โดยที่ค่ามุมเฟสที่ตำแหน่งต่าง ๆ ทั่วทั้งอ่าวขององค์ประกอบ M_2 หรือ S_2 มีค่าแตกต่างกันสูงสุดประมาณ 59 องศา นั่นคือ เวลาในการเกิดน้ำขึ้นสูงสุดหรือน้ำลงต่ำสุด เนื่องจากองค์ประกอบ M_2 หรือ S_2 ที่ตำแหน่งต่าง ๆ ในอ่าวไทยตอนบน จะเกิดที่เวลาแตกต่างกันมากที่สุด ประมาณ 12/360*59 ชั่วโมง หรือเท่ากับ 1 ชม. 58 นาที และสำหรับองค์ประกอบ O_1 และ K_1 ซึ่งเป็นองค์ประกอบฮาร์โมนิกชนิด diurnal มีคาบการเกิดน้ำขึ้นน้ำลงประมาณ 24 ชั่วโมง โดยที่ค่ามุมเฟสที่ตำแหน่งต่าง ๆ ทั่วทั้งอ่าวขององค์ประกอบ O_1 หรือ K_1 มีค่าแตกต่างกันสูงสุดประมาณ 30 องศา นั่นคือ เวลาในการเกิดน้ำขึ้นสูงสุดหรือน้ำลงต่ำสุดเนื่องจากองค์ประกอบ O_1 หรือ K_1 จะเกิดที่เวลาแตกต่างกันประมาณ 24/360*30 = 2 ชั่วโมง ที่ตำแหน่งต่าง ๆ กันในบริเวณอ่าวไทยตอนบน ตัวอย่างของระดับน้ำขึ้นน้ำลงที่บริเวณปากอ่าว ตอนกลาง และที่บริเวณก้นอ่าวแสดงในรูปที่ 4-14 ซึ่งแสดงให้เห็นได้ชัดเจนว่าพิสัยน้ำขึ้นน้ำลงมีค่าเพิ่มมากขึ้นจากปากอ่าวเข้าไปภายในอ่าว แต่เมื่อพิจารณาพิสัยน้ำขึ้นน้ำลงที่ตำแหน่งซึ่งอยู่ในแนวตะวันออก-ตะวันตก พบว่าพิสัยน้ำขึ้นน้ำลงที่ตำแหน่งซึ่งอยู่ในแนวเดียวกันจะมีพิสัยน้ำขึ้นน้ำลงใกล้เคียงกัน เมื่อพิจารณาเวลาในการเกิดน้ำขึ้นน้ำลง พบว่าที่บริเวณปากอ่าวจะเกิดน้ำขึ้นน้ำลงเร็วกว่าบริเวณก้นอ่าว และที่บริเวณก้นอ่าวนี้พบว่าการเกิดน้ำขึ้นน้ำลงที่ตำแหน่งด้านตะวันออกจะเกิดเร็วกว่าที่ตำแหน่งด้านตะวันตกเล็กน้อย

ระดับน้ำขึ้นน้ำลงที่กล่าวมาแล้วนี้ จะเห็นได้ว่ามีลักษณะที่สอดคล้องกับลักษณะทางกายภาพของอ่าวไทยตอนบน ซึ่งมีรูปร่างเป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสขนาดประมาณ 100 x 100 กม. มีชายฝั่งบริเวณก้นอ่าวเกือบจะเป็นปลายปิด (closed end) และมีความลึกเฉลี่ยประมาณ 15 เมตร โดยเมื่อมีคลื่นเคลื่อนที่จากปากอ่าวเข้ามาภายในอ่าวรูปสี่เหลี่ยมที่มีปลายปิด จะเกิดปรากฏการณ์ resonance ขึ้น คือมีการขยายตัว (amplification) ของแอมปลิจูดของคลื่นที่เคลื่อนที่เข้ามา ซึ่งการขยายตัวของแอมปลิจูดจะมีการขยายตัวมากที่สุดที่ก้นอ่าว เมื่ออัตราส่วนของความยาวของอ่าวต่อความยาวคลื่นมีค่าเท่ากับ 1/4 , 3/4 ฯลฯ (Dronker , 1964 และ Ippen , 1966) เมื่อพิจารณาความยาวคลื่นขององค์ประกอบฮาร์โมนิกชนิด semi-diurnal (M_2 , S_2) ซึ่งมีความยาวคลื่น (L) มีค่าเท่ากับ wave celerity (c) * wave period (T)

นั่นคือ

$$L = \sqrt{gh_o} * T$$

$$\sim \sqrt{9.81 * 15} * 12 * 3600 / 1000 \quad \text{กม.}$$

$$\sim 524 \quad \text{กม.}$$

ทำนองเดียวกัน ความยาวคลื่นขององค์ประกอบฮาร์โมนิกชนิด diurnal (O_1 , K_1) มีค่า

$$L \sim \sqrt{9.81 * 15} * 24 * 3600 / 1000 \quad \text{กม.}$$

$$\sim 1048 \quad \text{กม.}$$

ดังนั้นอัตราส่วนของความยาวคลื่นขององค์ประกอบฮาร์โมนิกชนิด semi-diurnal และชนิด diurnal มีค่าเท่ากับ 1/5.24 และ 1/10.48 ตามลำดับ จะเห็นได้ว่าอัตราส่วนความยาวอ่าวต่อความยาวคลื่นขององค์ประกอบฮาร์โมนิกชนิด semi-diurnal มีค่าใกล้เคียงกับค่า 1/4 มากกว่าขององค์ประกอบฮาร์โมนิกชนิด diurnal นั่นคือ อัตราการขยายตัวของแอมปลิจูดขององค์ประกอบฮาร์โมนิกชนิด semi-diurnal มีค่ามากกว่าอัตราการขยายตัวของแอมปลิจูดขององค์ประกอบฮาร์โมนิกชนิด diurnal ซึ่งสอดคล้องกับผลการคำนวณจากแบบจำลองดังแสดงในรูปที่ 4-12 สำหรับเวลาที่ยอดคลื่นหรือท้องคลื่นขององค์ประกอบฮาร์โมนิกแต่ละองค์ประกอบ จะเคลื่อนที่จากปากอ่าวเข้าไปถึงบริเวณก้นอ่าว เมื่อพิจารณาจากอัตราส่วนของความยาวอ่าวต่อความยาวคลื่นมีค่าเท่ากับ 1/5.24 และ 1/10.48 นั่นคือเวลาที่ยอดคลื่นหรือท้องคลื่นขององค์ประกอบ M_2 หรือ S_2 จะเคลื่อนที่จากปากอ่าวเข้าไปถึงก้นอ่าวใช้เวลาประมาณ 1/5.24 * 12 = 2 ชม. 17 นาที และขององค์ประกอบ O_1 หรือ K_1 ใช้เวลาประมาณ 1/10.48 * 24 = 2 ชม. 17 นาที ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับเวลาที่จะแตกต่างกันในการเกิดน้ำขึ้นสูงสุดหรือน้ำลงต่ำสุด ที่ตำแหน่งต่าง ๆ ทั่วทั้งอ่าวที่ได้จากผลการคำนวณด้วยแบบจำลอง

4.3 ผลการคำนวณกระแสน้ำ

ผลการคำนวณกระแสน้ำจากแบบจำลองได้ขนาดความเร็วและทิศทางของกระแสน้ำ ซึ่งเป็นผลมาจากการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำขึ้นน้ำลงในอ่าวไทยตอนบน ความเร็วและทิศทางของกระแสน้ำมีการเปลี่ยนแปลงตามเวลาที่ตำแหน่งต่าง ๆ คล้ายกันกับการเกิดน้ำขึ้นน้ำลง โดยทั่วไปความเร็วของกระแสน้ำที่เกิดจากน้ำขึ้นน้ำลงจะมีขนาดความเร็วสูงสุดในขณะที่ระดับน้ำกำลังขึ้น (flood tide) หรือขณะที่ระดับน้ำกำลังลดลง (ebb tide) และจะมีความเร็วน้อยในขณะที่ระดับน้ำขึ้นสูงสุดหรือลงต่ำสุด ตัวอย่างผลการคำนวณลักษณะของความเร็วและทิศทางของกระแสน้ำจากแบบจำลอง ในขณะที่ระดับน้ำกำลังขึ้นและในขณะที่ระดับน้ำกำลังลดลงแสดงในรูปที่ 4-15ก และ 4-15ข ซึ่งเป็นผลการคำนวณจากกรณีพิสัยน้ำขึ้นน้ำลงสูงสุด สำหรับลักษณะของความเร็วและทิศทางของกระแสน้ำในขณะที่ระดับน้ำกำลังขึ้นและระดับน้ำกำลังลดลงในกรณีอื่น ๆ แสดงอยู่ในภาคผนวก ง ตัวอย่างของขนาดความเร็วและทิศทางของกระแสน้ำซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงตามเวลาที่ตำแหน่งต่าง ๆ ในกรณีพิสัยน้ำขึ้นน้ำลงสูงสุดของเดือนมกราคมแสดงในรูปที่ 4-16ก ถึง 4-16ง จากรูปที่ 4-16ก แสดงขนาดความเร็วและทิศทางของกระแสน้ำในแนวเหนือ-ใต้ที่บริเวณกึ่งกลางของอ่าวจะเห็นได้ว่าที่บริเวณปากอ่าวมีขนาดความเร็วของกระแสน้ำมากกว่าบริเวณภายในอ่าวและมีขนาดความเร็วน้อยที่สุดที่ปริเวณก้นอ่าว โดยที่ทิศทางของกระแสน้ำในแนวที่มีทิศทางเหมือนกันตลอดทั้งแนว รูปที่ 4-16ข ถึง 4-16ง แสดงขนาดความเร็วและทิศทางของกระแสน้ำในแนวตะวันออก-ตะวันตกที่บริเวณใกล้ปากอ่าว ตอนกลางของอ่าวและบริเวณใกล้ก้นอ่าวตามลำดับ จากรูปที่ 4-16ข แสดงให้เห็นว่าขนาดความเร็วของกระแสน้ำที่บริเวณด้านตะวันตกมีขนาดความเร็วน้อยกว่าที่บริเวณด้านตะวันออกโดยมีทิศทางของกระแสน้ำเหมือนกัน จากรูปที่ 4-16ค แสดงให้เห็นว่าที่บริเวณกึ่งกลางของอ่าวมีขนาดความเร็วของกระแสน้ำน้อยกว่าบริเวณด้านตะวันออกและบริเวณด้านตะวันตกเล็กน้อย โดยมีทิศทางของกระแสน้ำเหมือนกัน ในรูปที่ 4-16ง แสดงให้เห็นว่าขนาดความเร็วของกระแสน้ำที่บริเวณกึ่งกลางของอ่าวมีขนาดความเร็วของกระแสน้ำน้อยกว่าบริเวณด้านตะวันออกและบริเวณด้านตะวันตก โดยมีทิศทางของกระแสน้ำที่แตกต่างกันอย่างเห็นได้ชัด

การพิจารณาลักษณะความเร็วและทิศทางของกระแสน้ำจะพิจารณาแบ่งตามกรณีพิสัยน้ำขึ้นน้ำลงสูงสุด พิสัยน้ำขึ้นน้ำลงปานกลางและพิสัยน้ำขึ้นน้ำลงต่ำสุดในเดือนต่าง ๆ และจากการพิจารณาลักษณะความเร็วของกระแสน้ำทำให้สามารถแบ่งพื้นที่อ่าวไทยตอนบนออกเป็นพื้นที่ย่อย จำนวน 4 พื้นที่ดังแสดงในรูปที่ 4-11 กล่าวคือ ในโซนที่ 1 จะเป็นบริเวณที่มีขนาดความเร็วของกระแสน้ำน้อยที่สุด โซนที่ 2 เป็นบริเวณที่มีการเปลี่ยนแปลงความเร็วของกระแสน้ำตามระยะทางมากที่สุด โซนที่ 3 เป็นบริเวณที่มีความเร็วของกระแสน้ำมากที่สุดของอ่าวไทยตอนบนเมื่อไม่คำนึงถึงความเร็วของกระแสน้ำที่บริเวณปากแม่น้ำ โดยที่บริเวณปากแม่น้ำและแนวชายฝั่งที่ก้นอ่าวด้านทิศเหนือ จะแบ่งเป็นพื้นที่ย่อยอีกพื้นที่หนึ่ง ทั้งนี้เพราะบริเวณปากแม่น้ำมีการเปลี่ยนแปลงของกระแสน้ำแตกต่างจากบริเวณอื่น เนื่องจากขนาดของแม่น้ำมีขนาดเล็กมากเมื่อเทียบกับความกว้างของอ่าวไทยตอนบน

เมื่อน้ำทะเลไหลผ่านเข้าออกที่บริเวณปากแม่น้ำ จึงมีความเร็วและมีการเปลี่ยนแปลงของกระแสน้ำสูง การพิจารณาความเร็วและทิศทางของกระแสน้ำที่ปากแม่น้ำจะพิจารณาที่ตำแหน่งห่างจากปากแม่น้ำและแนวชายฝั่งประมาณ 3-5 กม. ผลการคำนวณลักษณะกระแสน้ำทะเลในอ่าวไทยตอนบนจากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ สามารถแบ่งการพิจารณาได้ดังนี้ คือ

1) กรณีพิสัยน้ำขึ้นน้ำลงสูงสุด ลักษณะของกระแสน้ำทะเลที่คำนวณจากแบบจำลองในกรณีพิสัยน้ำขึ้นน้ำลงสูงสุดเมื่อนำกระแสน้ำที่ตำแหน่งต่าง ๆ มาพิจารณาในรอบ 24 ชม. ได้ดังรูปที่ 4-17 ซึ่งแสดงตัวอย่างทิศทางและขนาดความเร็วของกระแสน้ำในเดือนมกราคม และรูปที่ 4-18 แสดงทิศทางและขนาดความเร็วของกระแสน้ำในเดือนต่าง ๆ ในกรณีพิสัยน้ำขึ้นน้ำลงสูงสุด จากผลการคำนวณที่ได้ พบว่า ทิศทางของกระแสน้ำทะเลในอ่าวไทยตอนบนมีลักษณะคล้างคลึงกันในทุกเดือน กล่าวคือ ทิศทางของกระแสน้ำมีทิศทางหลักในแนวเหนือ-ใต้ ทั่วทั้งอ่าว ยกเว้นในบริเวณก้นอ่าวที่กระแสน้ำมีทิศทางหลักในแนวตั้งฉากกับแนวชายฝั่ง สำหรับขนาดความเร็วของกระแสน้ำกรณีพิสัยน้ำขึ้นน้ำลงสูงสุด เมื่อพิจารณาขนาดความเร็วสูงสุดที่ตำแหน่งต่าง ๆ (ไม่คำนึงถึงทิศทาง) แสดงได้ดังรูปที่ 4-19 การพิจารณาขนาดความเร็วสูงสุดโดยแบ่งการพิจารณาตามโซนต่าง ๆ พบว่าขนาดความเร็วสูงสุดของกระแสน้ำในแต่ละโซนของทุกเดือนมีขนาดความเร็วสูงสุดใกล้เคียงกัน ดังแสดงในตารางที่ 4-7 คือ ในโซนที่ 1 มีขนาดความเร็วสูงสุดของกระแสน้ำมีค่าน้อยที่สุดอยู่ในช่วงระหว่าง Ø.2-Ø.5 ม./ว. ในโซนที่ 2 มีขนาดความเร็วสูงสุดของกระแสน้ำอยู่ในช่วงระหว่าง Ø.3-Ø.7 ม./ว. โดยมีการเปลี่ยนแปลงขนาดความเร็วของกระแสน้ำตามระยะทางในบริเวณพื้นที่ของโซนมากที่สุด โซนที่ 3 มีขนาดความเร็วสูงสุดของกระแสน้ำมากที่สุดของบริเวณพื้นที่ในอ่าวไทยตอนบน (ไม่คำนึงถึงความเร็วของกระแสน้ำที่บริเวณปากแม่น้ำ) คือ มีขนาดความเร็วสูงสุดอยู่ในช่วงระหว่าง Ø.4-Ø.8 ม./ว. ตำแหน่งที่มีขนาดความเร็วสูงที่สุดอยู่ที่บริเวณปากอ่าวเยื้องมาทางด้านสัตหีบ ส่วนในบริเวณพื้นที่ปากแม่น้ำและแนวชายฝั่งที่ก้นอ่าว มีขนาดความเร็วสูงสุดอยู่ในช่วง Ø.3-1.Ø ม./ว.

2) กรณีพิสัยน้ำขึ้นน้ำลงปานกลาง ลักษณะของกระแสน้ำทะเลที่คำนวณจากแบบจำลองในกรณีพิสัยน้ำขึ้นน้ำลงปานกลางเมื่อนำมาพิจารณาขนาดความเร็วที่ตำแหน่งต่าง ๆ ในรอบ 24 ชม. ได้ดังรูปที่ 4-2Ø พบว่า ทิศทางของกระแสน้ำมีลักษณะคล้ายกันกับในกรณีพิสัยน้ำขึ้นน้ำลงสูงสุด คือ ทิศทางของกระแสน้ำมีทิศทางหลักในแนวเหนือ-ใต้ ทั่วทั้งอ่าว ยกเว้นในบริเวณก้นอ่าวที่กระแสน้ำมีทิศทางหลักในแนวตั้งฉากกับแนวชายฝั่ง สำหรับขนาดความเร็วของกระแสน้ำกรณีพิสัยน้ำขึ้นน้ำลงปานกลางจะพิจารณาคำนวณค่าความเร็วเฉลี่ยที่ตำแหน่งต่าง ๆ (ไม่คำนึงถึงทิศทาง) จากค่าขนาดความเร็วของกระแสน้ำที่เวลาต่าง ๆ ในรอบ 24 ชม. ขนาดความเร็วเฉลี่ยของกระแสน้ำที่ได้แสดงในรูปที่ 4-21 และเมื่อพิจารณาขนาดความเร็วเฉลี่ยของกระแสน้ำในโซนต่าง ๆ พบว่า ขนาดความเร็วเฉลี่ยในแต่ละโซนของทุกเดือนมีขนาดความเร็วเฉลี่ยใกล้เคียงกันดังแสดงในตารางที่ 4-8 คือ ในโซนที่ 1 มีขนาดความเร็วเฉลี่ยของอยู่ในช่วงระหว่าง Ø.Ø6-Ø.15 ม./ว. โซนที่ 2 มีขนาดความเร็วเฉลี่ยของกระแสน้ำอยู่ในช่วงระหว่าง Ø.1Ø-Ø.23 ม./ว. โซนที่ 3 มีขนาดความ

เร็วเฉลี่ยอยู่ในช่วงระหว่าง ๐.๑๐-๐.๒๕ ม./ว. บริเวณที่มีขนาดความเร็วเฉลี่ยของกระแสน้ำมากที่สุดในอ่าวไทยตอนบนอยู่ที่บริเวณปากอ่าว สำหรับบริเวณปากแม่น้ำ และแนวชายฝั่งที่ก้นอ่าวมีขนาดความเร็วเฉลี่ยอยู่ในช่วง ๐.๑-๐.๒๕ ม./ว.

3) กรณีพิสัยน้ำขึ้นน้ำลงต่ำสุด ลักษณะของกระแสน้ำทะเลที่คำนวณได้ในกรณีพิสัยน้ำขึ้นน้ำลงต่ำสุด มีขนาดความเร็วและทิศทางของกระแสน้ำในรอบ 24 ชม. ของเดือนต่าง ๆ แสดงในรูปที่ 4-22 ลักษณะทิศทางของกระแสน้ำกรณีพิสัยน้ำขึ้นน้ำลงต่ำสุด มีลักษณะคล้ายกันกับทิศทางของกระแสน้ำกรณีพิสัยน้ำขึ้นน้ำลงสูงสุด และกรณีพิสัยน้ำขึ้นน้ำลงปานกลาง กล่าวคือ ทิศทางของกระแสน้ำมีทิศทางหลักในแนวเหนือ-ใต้ ทั่วทั้งอ่าว ยกเว้นในบริเวณก้นอ่าวด้านทิศเหนือ ที่กระแสน้ำมีทิศทางหลักในแนวตั้งฉากกับแนวชายฝั่ง แต่ขนาดความเร็วของกระแสน้ำทะเลกรณีพิสัยน้ำขึ้นน้ำลงต่ำสุด มีขนาดความเร็วน้อยที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับขนาดความเร็วของกระแสน้ำในกรณีพิสัยน้ำขึ้นน้ำลงสูงสุด และกรณีพิสัยน้ำขึ้นน้ำลงปานกลาง

จากลักษณะของกระแสน้ำทะเลในอ่าวไทยตอนบน ในกรณีต่าง ๆ ที่กล่าวมาแล้วนี้ จะเห็นได้ว่า ทิศทางของกระแสน้ำทะเลในอ่าวไทยตอนบนมีทิศทางหลักในแนวเหนือ-ใต้ ทั่วทั้งอ่าวยกเว้นบริเวณก้นอ่าวด้านทิศเหนือที่กระแสน้ำมีทิศทางหลักในแนวตั้งฉากกับแนวชายฝั่ง สำหรับความเร็วของกระแสน้ำทะเลในอ่าวไทยตอนบน พบว่า บริเวณที่มีความเร็วของกระแสน้ำน้อยที่สุดคือบริเวณของโซนที่ 1 ซึ่งอยู่ที่บริเวณทิศใต้ของสันดอนกรุงเทพ บริเวณที่มีความเร็วของกระแสน้ำมากที่สุดอยู่ที่บริเวณปากอ่าวเยื้องมาทางด้านสัตหีบ ลักษณะของความเร็วของกระแสน้ำที่มีขนาดความเร็วน้อยที่สุดที่บริเวณก้นอ่าวนั้น เป็นผลมาจากบริเวณก้นอ่าวมีลักษณะเกือบจะเป็นปลายปิด (closed end) ดังนั้นกระแสน้ำจึงไม่สามารถไหลผ่านบริเวณก้นอ่าวไปได้ ทำให้ความเร็วของกระแสน้ำมีขนาดความเร็วน้อยกว่าส่วนอื่น ๆ ของอ่าว

4.4 การไหลวนของมวลน้ำ

หลังจากที่ได้ทำการคำนวณหาลักษณะของกระแสน้ำทะเลในอ่าวไทยตอนบน พบว่าลักษณะของกระแสน้ำจะมีขนาดความเร็ว และทิศทางการเคลื่อนที่เปลี่ยนแปลงไปตามเวลา คือ จะมีทิศการเคลื่อนที่ออกจากอ่าวในขณะที่ระดับน้ำกำลังลดลง และมีทิศทางการเคลื่อนที่เข้าไปภายในอ่าวในขณะที่ระดับน้ำกำลังสูงขึ้น ดังนั้นในรอบหนึ่งวันถ้าน้ำขึ้นน้ำลงเป็นชนิดน้ำเดี่ยว (น้ำขึ้นสูงสุดและลงต่ำสุดอย่างละครั้ง) กระแสน้ำก็จะมีทิศทางการไหลเข้าและไหลออกวันละครั้ง แต่ถ้าน้ำขึ้นน้ำลงเป็นชนิดน้ำคู่ (น้ำขึ้นสูงสุดและลงต่ำสุดสองครั้ง) กระแสน้ำก็จะมีทิศทางการไหลเข้าและไหลออกวันละสองครั้ง ลักษณะการเปลี่ยนแปลงทิศทางของกระแสน้ำดังกล่าวก่อให้เกิดการเคลื่อนที่ของมวลน้ำทะเลในรูปแบบของการไหลวนขึ้น ซึ่งจากผลการคำนวณกระแสน้ำในหัวข้อที่ผ่านมา สามารถนำมาหาลักษณะการไหลวนของมวลน้ำในอ่าวไทยตอนบนได้ โดยวิธีการประมาณค่าขนาดความเร็วและทิศทางของกระแสน้ำในแต่ละชั่วโมงให้มีขนาดความเร็วและทิศทางคงที่ในชั่วโมงนั้น ๆ ทำให้สามารถ

คำนวณระยะทางที่มวลน้ำ ณ ตำแหน่งหนึ่ง ๆ เคลื่อนที่ไปในเวลาหนึ่งชั่วโมงได้ เมื่อทราบตำแหน่งใหม่ที่มวลน้ำเคลื่อนที่ไป ก็จะใช้ขนาดความเร็วและทิศทางของกระแสน้ำในชั่วโมงต่อมาที่ตำแหน่งใหม่นั้น คำนวณหาระยะทางที่มวลน้ำจะเคลื่อนที่ไปในชั่วโมงต่อไปได้ ผลที่ได้ คือ จะได้การเคลื่อนที่ของมวลน้ำในลักษณะของการไหลวน สำหรับขนาดความเร็วและทิศทางของกระแสน้ำที่ตำแหน่งใด ๆ สามารถคำนวณได้จากการใช้สมการที่ (16) - (18) หาค่า interpolation function ของ NODE ต่าง ๆ ในเอเลเมนต์ ซึ่งตำแหน่งที่ต้องการหาค่ากระแสน้ำอยู่ในเอเลเมนต์ใดก็จะใช้ค่า interpolation function ของ NODE ต่าง ๆ ในเอเลเมนต์นั้นคำนวณหาค่ากระแสน้ำที่ตำแหน่งใด ๆ ภายในเอเลเมนต์ จากค่ากระแสน้ำที่ NODE ต่าง ๆ ของเอเลเมนต์นั้นได้

ลักษณะการไหลวนของมวลน้ำ ในกรณีพิสัยน้ำขึ้นน้ำลงสูงสุดของเดือนต่าง ๆ ในรอบ 24 ชม. แสดงในรูปที่ 4-23 ถึง 4-34 พบว่า การไหลวนของมวลน้ำในทุกเดือน จะมีการไหลในทิศทางเข้า-ออกจากอ่าวเป็นหลัก กล่าวคือการไหลของน้ำทะเลมีลักษณะการไหลวนของมวลน้ำน้อยมาก ซึ่งบริเวณที่มีการไหลวนของมวลน้ำอยู่บ้าง ได้แก่บริเวณด้านทิศตะวันตกและแนวกึ่งกลางของก้นอ่าว รวมทั้งบริเวณใกล้ปากอ่าว ส่วนบริเวณอื่น ๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งบริเวณด้านทิศตะวันออกของอ่าวมีการไหลของน้ำทะเลในทิศทางเข้า-ออกเท่านั้น สำหรับทิศทางการไหลวนของมวลน้ำที่บริเวณด้านทิศตะวันตกและแนวกึ่งกลางของก้นอ่าวพบว่ามีทิศทางทวนเข็มนาฬิกาในทุกเดือน และที่บริเวณใกล้ปากอ่าวพบว่าโดยส่วนใหญ่แล้วมีทิศทางการไหลวนของมวลน้ำในทิศทางตามเข็มนาฬิกา นอกจากนี้ระยะทางในการเคลื่อนที่ของมวลน้ำที่ตำแหน่งต่าง ๆ ในบริเวณอ่าวพบว่าสอดคล้องกับลักษณะของขนาดความเร็วของกระแสน้ำที่ได้กล่าวมาแล้วในหัวข้อ 4.3 กล่าวคือบริเวณที่มีขนาดความเร็วกระแสน้ำสูงก็จะมีระยะทางในการเคลื่อนที่ของมวลน้ำมากกว่าบริเวณที่มีขนาดความเร็วกระแสน้ำต่ำ ลักษณะการไหลวนของมวลน้ำสามารถสรุปโดยรวมได้ดังรูปที่ 4-35 ซึ่งเมื่อพิจารณาลักษณะการไหลวนของมวลน้ำเปรียบเทียบกับรูปร่างของอ่าวไทยตอนบน จะเห็นได้ว่าอ่าวไทยตอนบนมีขนาดแคบลงที่บริเวณตอนกลางและขยายออกที่บริเวณก้นอ่าว ดังนั้นกระแสน้ำเมื่อไหลผ่านตอนกลางเข้าสู่บริเวณก้นอ่าวจะเกิดการเปลี่ยนทิศทางตามลักษณะการขยายตัวของก้นอ่าว ก่อให้เกิดการไหลวนของมวลน้ำขึ้นเล็กน้อย สำหรับลักษณะการไหลวนของน้ำในกรณีพิสัยน้ำขึ้นน้ำลงปานกลางและพิสัยน้ำขึ้นน้ำลงต่ำสุดจะมีลักษณะการไหลวนคล้ายกับกรณีพิสัยน้ำขึ้นน้ำลงสูงสุด คือ มีทิศทางการไหลวนคล้ายกันแต่มีระยะการเคลื่อนที่น้อยกว่าตามลำดับ

ตารางที่ 4-1 ผลของการเปลี่ยนค่า d ต่อระดับน้ำ ที่เกาะสีชัง

เวลา (ชม.)	ระดับน้ำตรวจวัด (ม.)	ระดับน้ำคำนวณ (ม.) Bottom Roughness Height , d (ม.)				
		0.1	0.3	0.5	0.7	0.9
0	-0.060	-0.130	-0.103	-0.088	-0.077	-0.068
1	-0.478	-0.545	-0.506	-0.482	-0.464	-0.449
2	-0.836	-0.878	-0.832	-0.805	-0.784	-0.767
3	-1.059	-1.085	-1.048	-1.026	-1.009	-0.995
4	-1.100	-1.119	-1.104	-1.093	-1.085	-1.078
5	-0.957	-0.989	-1.001	-1.007	-1.011	-1.013
6	-0.665	-0.722	-0.753	-0.772	-0.784	-0.795
7	-0.291	-0.352	-0.394	-0.418	-0.435	-0.449
8	0.083	0.039	-0.006	-0.032	-0.051	-0.067
9	0.383	0.366	0.326	0.302	0.282	0.266
10	0.556	0.575	0.552	0.536	0.521	0.509
11	0.587	0.636	0.635	0.630	0.627	0.622
12	0.496	0.565	0.580	0.590	0.596	0.599
13	0.332	0.412	0.441	0.459	0.468	0.479
14	0.161	0.244	0.264	0.279	0.289	0.301
15	0.044	0.128	0.135	0.141	0.150	0.157
16	0.020	0.110	0.111	0.109	0.110	0.108
17	0.101	0.193	0.183	0.176	0.171	0.167
18	0.261	0.346	0.330	0.321	0.315	0.309
19	0.450	0.515	0.503	0.494	0.488	0.480
20	0.603	0.632	0.625	0.620	0.614	0.612
21	0.661	0.631	0.630	0.631	0.628	0.630
22	0.583	0.491	0.499	0.504	0.509	0.511
23	0.362	0.240	0.255	0.263	0.271	0.276
STANDARD ERROR		0.065	0.068	0.075	0.081	0.087

ตารางที่ 4-2 ผลของการเปลี่ยนค่า d ต่อระดับน้ำ ที่สันดอนกรุงเทพ

เวลา (ชม.)	ระดับน้ำตรวจวัด (ม.)	ระดับน้ำคำนวณ (ม.) Bottom Roughness Height , d				
		0.1	0.3	0.5	0.7	0.9
0	-0.005	-0.057	-0.032	-0.014	0.000	0.011
1	-0.476	-0.519	-0.461	-0.432	-0.410	-0.392
2	-0.889	-0.888	-0.832	-0.796	-0.770	-0.748
3	-1.156	-1.108	-1.059	-1.031	-1.009	-0.992
4	-1.222	-1.175	-1.156	-1.142	-1.131	-1.120
5	-1.076	-1.062	-1.074	-1.078	-1.081	-1.082
6	-0.758	-0.770	-0.804	-0.826	-0.841	-0.853
7	-0.340	-0.389	-0.439	-0.468	-0.487	-0.503
8	0.084	0.027	-0.035	-0.066	-0.091	-0.113
9	0.427	0.380	0.330	0.296	0.274	0.255
10	0.629	0.610	0.581	0.559	0.538	0.522
11	0.666	0.685	0.684	0.678	0.671	0.659
12	0.559	0.605	0.622	0.632	0.640	0.649
13	0.364	0.429	0.454	0.474	0.487	0.497
14	0.155	0.237	0.267	0.284	0.294	0.306
15	0.005	0.103	0.115	0.124	0.137	0.148
16	-0.036	0.068	0.066	0.067	0.073	0.074
17	0.046	0.148	0.139	0.131	0.123	0.117
18	0.228	0.323	0.306	0.294	0.289	0.280
19	0.453	0.519	0.502	0.493	0.485	0.479
20	0.646	0.654	0.644	0.637	0.626	0.621
21	0.738	0.678	0.679	0.678	0.677	0.678
22	0.677	0.559	0.567	0.572	0.576	0.578
23	0.453	0.309	0.318	0.326	0.330	0.335
STANDARD ERROR		0.069	0.079	0.090	0.100	0.109

ตารางที่ 4-3 เวลาที่ทำการคำนวณ

เดือน	ปี/วัน/เวลา ที่เริ่มทำการคำนวณ (พิสัยน้ำขึ้นน้ำลง , ม.)		
	กรณีพิสัยน้ำขึ้นน้ำลง		
	สูงสุด	ปานกลาง	ต่ำสุด
มกราคม	2527/19/15:00 (2.69)	2528/17/01:00 (1.71)	2524/28/16:00 (0.73)
กุมภาพันธ์	2528/ 6/03:00 (2.44)	2528/13/12:00 (1.61)	2520/23/13:00 (0.77)
มีนาคม	2528/ 5/13:00 (2.10)	2528/20/01:00 (1.46)	2525/13/11:00 (0.77)
เมษายน	2525/28/06:00 (2.24)	2528/15/11:00 (1.50)	2527/28/08:00 (0.68)
พฤษภาคม	2517/23/16:00 (2.67)	2528/28/08:00 (1.70)	2528/14/23:00 (0.69)
มิถุนายน	2528/ 5/17:00 (2.75)	2528/25/07:00 (1.62)	2527/23/02:00 (0.58)
กรกฎาคม	2526/12/04:00 (2.69)	2528/ 7/18:00 (1.79)	2518/ 2/01:00 (0.74)
สิงหาคม	2528/ 1/15:00 (2.43)	2528/11/13:00 (1.61)	2521/11/00:00 (0.81)
กันยายน	2526/ 6/02:00 (2.26)	2528/ 8/11:00 (1.57)	2528/ 3/22:00 (0.87)
ตุลาคม	2528/20/23:00 (2.34)	2528/23/22:00 (1.51)	2517/27/18:00 (0.61)
พฤศจิกายน	2528/16/05:00 (2.45)	2528/20/08:00 (1.55)	2518/13/17:00 (0.63)
ธันวาคม	2528/14/04:00 (2.67)	2528/ 5/07:00 (1.66)	2527/ 3/17:00 (0.65)

ตารางที่ 4-4 องค์ประกอบฮาร์โมนิกของระดับน้ำกรณีพิสัยน้ำขึ้นน้ำลงสูงสุด

เดือน	M_2	S_2	O_1	K_1
มกราคม	A 0.37 - 0.80 P 269 - 323	0.32 - 0.72 253 - 311	0.93 - 1.08 143 - 157	0.95 - 1.10 127 - 142
กุมภาพันธุ์	A 0.32 - 0.68 P 285 - 335	0.40 - 0.78 276 - 321	0.92 - 1.03 328 - 346	0.87 - 1.00 314 - 331
มีนาคม	A 0.35 - 0.67 P 265 - 316	0.30 - 0.67 248 - 301	0.87 - 1.00 152 - 162	0.90 - 1.00 135 - 147
เมษายน	A 0.30 - 0.65 P 319 - 360	0.27 - 0.60 307 - 358	0.87 - 0.98 141 - 153	0.90 - 1.00 127 - 139
พฤษภาคม	A 0.38 - 0.82 P 326 - 376	0.35 - 0.70 314 - 371	0.97 - 1.07 149 - 167	0.98 - 1.15 135 - 153
มิถุนายน	A 0.37 - 0.75 P 334 - 393	0.40 - 0.75 320 - 373	1.10 - 1.25 331 - 351	1.05 - 1.22 315 - 335
กรกฎาคม	A 0.40 - 0.82 P 316 - 366	0.35 - 0.75 302 - 359	0.97 - 1.08 158 - 170	0.98 - 1.10 144 - 156
สิงหาคม	A 0.32 - 0.63 P 315 - 374	0.35 - 0.70 304 - 356	1.07 - 1.20 336 - 354	1.02 - 1.15 321 - 339
กันยายน	A 0.26 - 0.50 P 300 - 345	0.22 - 0.47 285 - 330	0.89 - 1.00 160 - 170	0.89 - 1.00 144 - 156
ตุลาคม	A 0.35 - 0.82 P 310 - 373	0.32 - 0.82 298 - 368	0.70 - 1.00 128 - 152	0.72 - 1.05 114 - 139
พฤศจิกายน	A 0.38 - 0.75 P -18 - 40	0.40 - 0.79 325 - 379	1.07 - 1.22 322 - 341	1.02 - 1.20 305 - 325
ธันวาคม	A 0.35 - 0.70 P -22 - 39	0.32 - 0.70 322 - 378	1.10 - 1.28 328 - 347	1.07 - 1.24 312 - 331

หมายเหตุ : A คือ แอมปลิจูด หน่วยเป็นเมตร
P คือ มุมเฟส หน่วยเป็นองศา

ตารางที่ 4-5 องค์ประกอบฮาร์โมนิกของระดับน้ำกรณีพิสัยน้ำขึ้นน้ำลงปานกลาง

เดือน	M_2	S_2	O_1	K_1
มกราคม	A 0.17 - 0.40 P 328 - 378	0.20 - 0.40 315 - 359	0.75 - 0.86 346 - 357	0.72 - 0.82 330 - 342
กุมภาพันธุ์	A 0.04 - 0.21 P 7 - 49	0.02 - 0.18 0 - 86	0.77 - 0.88 178 - 189	0.74 - 0.88 164 - 176
มีนาคม	A 0.22 - 0.60 P 272 - 316	0.32 - 0.65 264 - 306	0.77 - 0.87 336 - 349	0.74 - 0.84 323 - 336
เมษายน	A 0.12 - 0.30 P 291 - 340	0.09 - 0.25 264 - 327	0.92 - 1.07 163 - 174	0.90 - 1.06 148 - 160
พฤษภาคม	A 0.12 - 0.27 P 297 - 353	0.09 - 0.22 281 - 355	0.57 - 0.68 145 - 157	0.58 - 0.68 130 - 143
มิถุนายน	A 0.25 - 0.46 P 334 - 365	0.22 - 0.45 321 - 356	0.45 - 0.51 155 - 168	0.47 - 0.53 141 - 155
กรกฎาคม	A 0.29 - 0.61 P 334 - 382	0.35 - 0.67 321 - 365	0.72 - 0.84 335 - 353	0.72 - 0.78 319 - 338
สิงหาคม	A 0.05 - 0.22 P 40 - 92	0.07 - 0.25 19 - 60	0.97 - 1.13 -1 - 10	0.94 - 1.08 344 - 356
กันยายน	A 0.18 - 0.37 P 64 - 112	0.17 - 0.37 42 - 86	1.02 - 1.20 352 - 363	1.00 - 1.16 336 - 349
ตุลาคม	A 0.12 - 0.30 P 2 - 45	0.11 - 0.25 -1 - 60	0.89 - 1.13 159 - 171	0.88 - 1.03 145 - 157
พฤศจิกายน	A 0.24 - 0.51 P 7 - 59	0.25 - 0.52 -11 - 36	0.89 - 1.05 332 - 348	0.87 - 1.01 316 - 332
ธันวาคม	A 0.24 - 0.48 P -19 - 28	0.22 - 0.52 326 - 366	0.65 - 0.78 323 - 338	0.64 - 0.76 307 - 322

หมายเหตุ : A คือ แอมปลิจูด หน่วยเป็นเมตร
P คือ มุมเฟส หน่วยเป็นองศา

ตารางที่ 4-6 องค์ประกอบฮาร์โมนิกของระดับน้ำกรณีพิสัยน้ำขึ้นน้ำลงต่ำสุด

เดือน	M_2	S_2	O_1	K_1
มกราคม	A 0.09 - 0.22 P 177 - 207	0.09 - 0.23 172 - 198	0.35 - 0.45 218 - 233	0.34 - 0.43 207 - 223
กุมภาพันธุ์	A 0.20 - 0.57 P 185 - 236	0.28 - 0.57 173 - 227	0.37 - 0.48 188 - 240	0.36 - 0.44 174 - 230
มีนาคม	A 0.32 - 0.75 P 249 - 299	0.29 - 0.72 236 - 288	0.32 - 0.56 77 - 93	0.30 - 0.60 63 - 79
เมษายน	A 0.20 - 0.47 P 139 - 194	0.22 - 0.50 125 - 173	0.27 - 0.41 110 - 139	0.27 - 0.40 92 - 123
พฤษภาคม	A 0.09 - 0.25 P 278 - 336	0.10 - 0.25 279 - 328	0.53 - 0.62 -1 - 9	0.50 - 0.59 346 - 358
มิถุนายน	A 0.03 - 0.17 P 22 - 136	0.05 - 0.20 29 - 117	0.20 - 0.25 94 - 153	0.21 - 0.26 81 - 139
กรกฎาคม	A 0.17 - 0.37 P 89 - 173	0.17 - 0.38 88 - 158	0.25 - 0.32 161 - 189	0.23 - 0.50 145 - 176
สิงหาคม	A 0.24 - 0.51 P 119 - 169	0.27 - 0.56 112 - 159	0.45 - 0.65 182 - 196	0.42 - 0.65 169 - 183
กันยายน	A 0.30 - 0.67 P 127 - 167	0.34 - 0.72 115 - 154	0.27 - 0.37 154 - 179	0.23 - 0.33 140 - 167
ตุลาคม	A 0.12 - 0.40 P 317 - 355	0.12 - 0.40 306 - 347	0.32 - 0.39 10 - 49	0.30 - 0.36 0 - 6
พฤศจิกายน	A 0.14 - 0.28 P 177 - 275	0.12 - 0.27 167 - 257	0.22 - 0.35 147 - 179	0.22 - 0.26 128 - 167
ธันวาคม	A 0.12 - 0.37 P 257 - 295	0.09 - 0.32 241 - 283	0.32 - 0.47 101 - 122	0.32 - 0.50 87 - 108

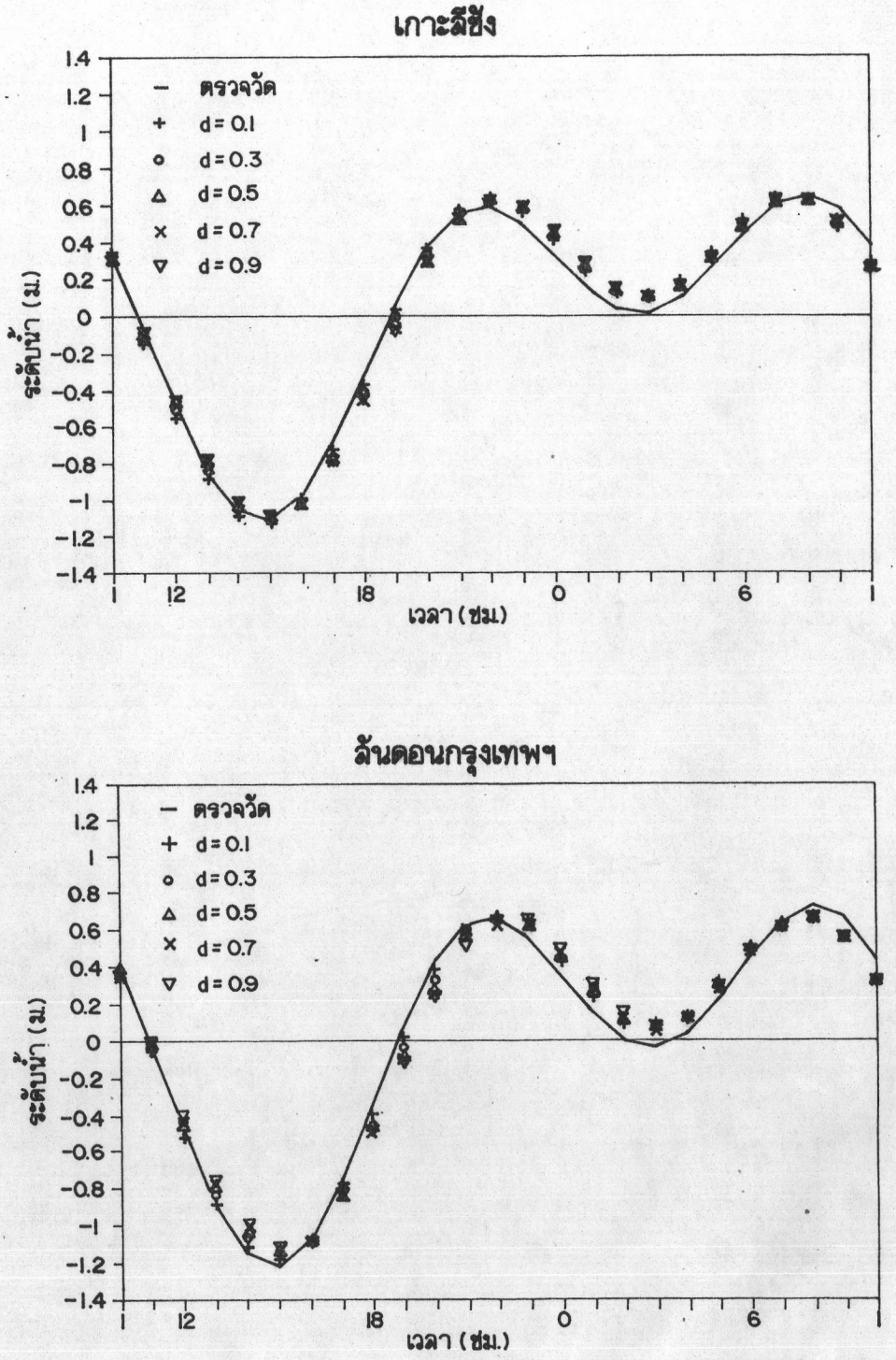
หมายเหตุ : A คือ แอมปลิจูด หน่วยเป็นเมตร
P คือ มุมเฟส หน่วยเป็นองศา

ตารางที่ 4-7 ขนาดความเร็วสูงสุดของกระแสน้ำกรณีพิสัยน้ำขึ้นน้ำลงสูงสุด

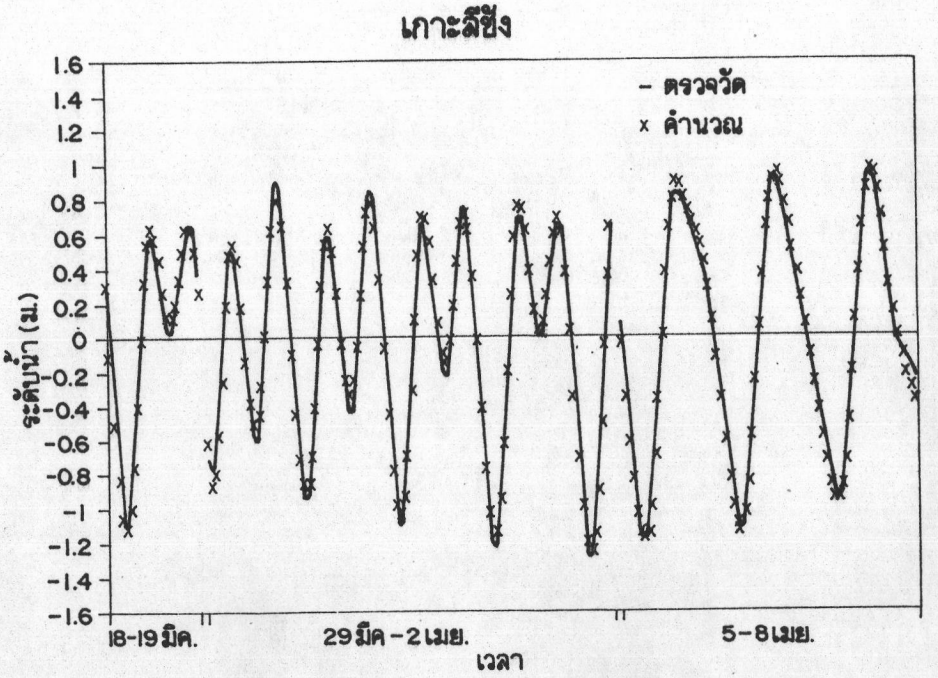
เดือน	ความเร็วสูงสุดของกระแสน้ำ (ม./ว.)			
	โซนที่ 1	โซนที่ 2	โซนที่ 3	ปากแม่น้ำ
มกราคม	0.2 - 0.4	0.3 - 0.5	0.4 - 0.6	0.4 - 0.9
กุมภาพันธ์	0.2 - 0.4	0.4 - 0.6	0.5 - 0.7	0.4 - 0.9
มีนาคม	0.2 - 0.4	0.3 - 0.5	0.4 - 0.5	0.4 - 0.8
เมษายน	0.2 - 0.4	0.3 - 0.5	0.4 - 0.5	0.3 - 0.8
พฤษภาคม	0.2 - 0.4	0.4 - 0.5	0.5 - 0.6	0.4 - 0.7
มิถุนายน	0.2 - 0.5	0.5 - 0.7	0.5 - 0.8	0.4 - 1.0
กรกฎาคม	0.2 - 0.4	0.4 - 0.6	0.4 - 0.6	0.4 - 0.8
สิงหาคม	0.2 - 0.5	0.4 - 0.7	0.5 - 0.8	0.4 - 1.0
กันยายน	0.2 - 0.3	0.3 - 0.4	0.4 - 0.5	0.4 - 0.8
ตุลาคม	0.2 - 0.3	0.3 - 0.5	0.4 - 0.6	0.2 - 0.9
พฤศจิกายน	0.2 - 0.5	0.4 - 0.7	0.5 - 0.8	0.4 - 1.0
ธันวาคม	0.2 - 0.5	0.4 - 0.7	0.5 - 0.8	0.4 - 0.9

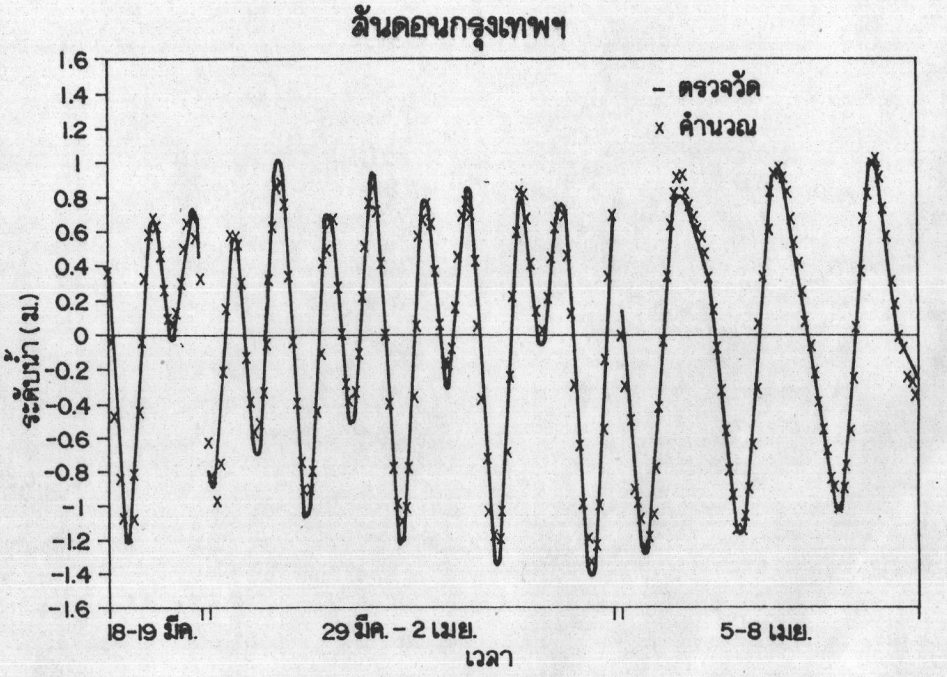
ตารางที่ 4-8 ขนาดความเร็วเฉลี่ยของกระแสน้ำกรณีพิสัยน้ำขึ้นน้ำลงปานกลาง

เดือน	ความเร็วเฉลี่ยของกระแสน้ำ (ม./ว.)			
	โซนที่ 1	โซนที่ 2	โซนที่ 3	ปากแม่น้ำ
มกราคม	0.06 - 0.10	0.10 - 0.15	0.13 - 0.17	0.10 - 0.17
กุมภาพันธ์	0.06 - 0.10	0.10 - 0.13	0.10 - 0.16	0.10 - 0.17
มีนาคม	0.09 - 0.15	0.15 - 0.23	0.15 - 0.24	0.10 - 0.24
เมษายน	0.07 - 0.13	0.10 - 0.15	0.15 - 0.20	0.10 - 0.24
พฤษภาคม	0.06 - 0.10	0.10 - 0.15	0.15 - 0.20	0.10 - 0.24
มิถุนายน	0.06 - 0.10	0.10 - 0.13	0.12 - 0.16	0.10 - 0.20
กรกฎาคม	0.09 - 0.15	0.15 - 0.23	0.20 - 0.24	0.12 - 0.25
สิงหาคม	0.08 - 0.12	0.10 - 0.18	0.15 - 0.20	0.12 - 0.21
กันยายน	0.09 - 0.15	0.12 - 0.20	0.18 - 0.23	0.10 - 0.23
ตุลาคม	0.07 - 0.12	0.10 - 0.15	0.15 - 0.20	0.12 - 0.24
พฤศจิกายน	0.09 - 0.15	0.15 - 0.23	0.18 - 0.25	0.12 - 0.25
ธันวาคม	0.08 - 0.12	0.12 - 0.20	0.15 - 0.22	0.10 - 0.25

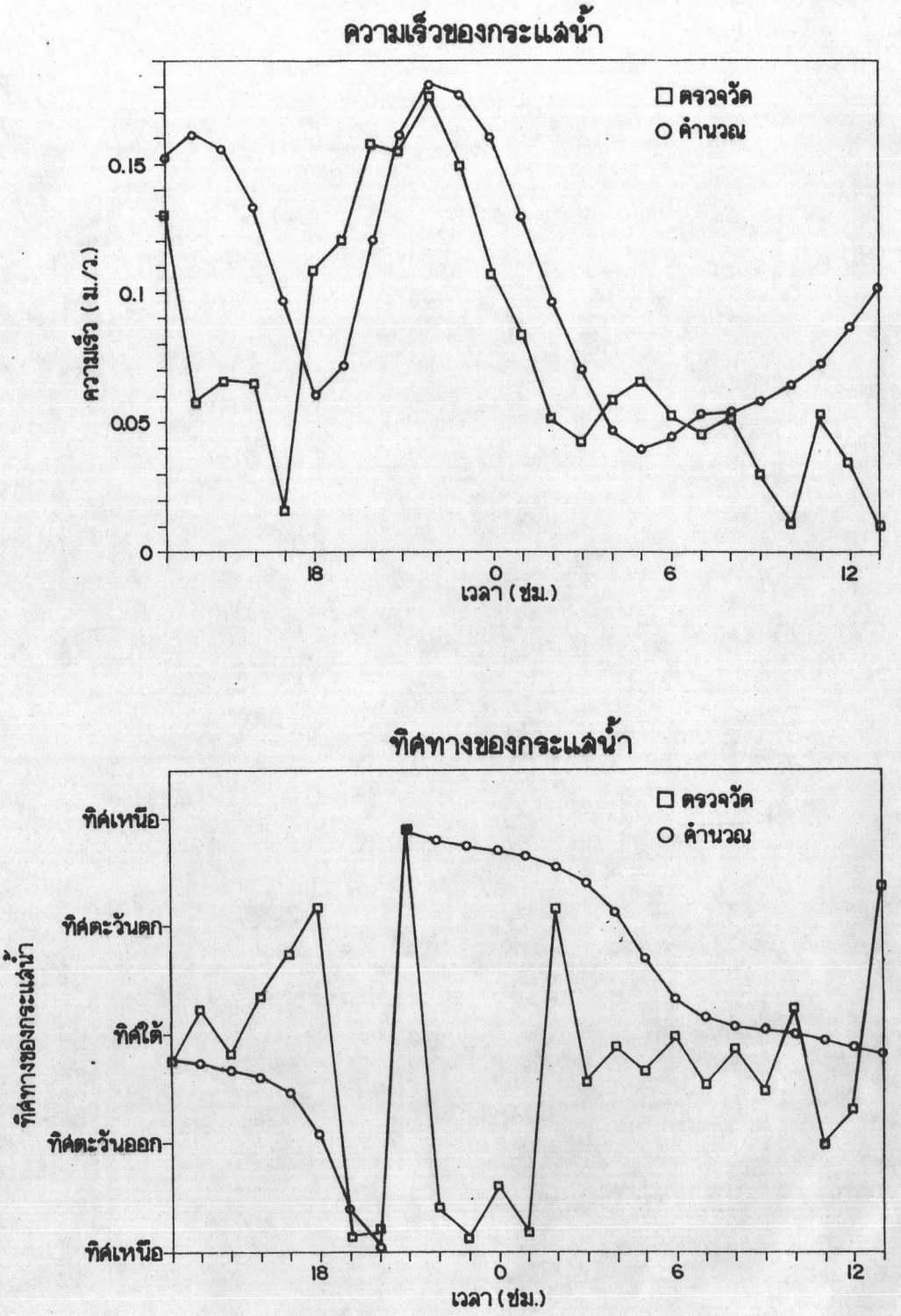


รูปที่ 4-1 ผลของการเปลี่ยนค่า d ต่อระดับน้ำ

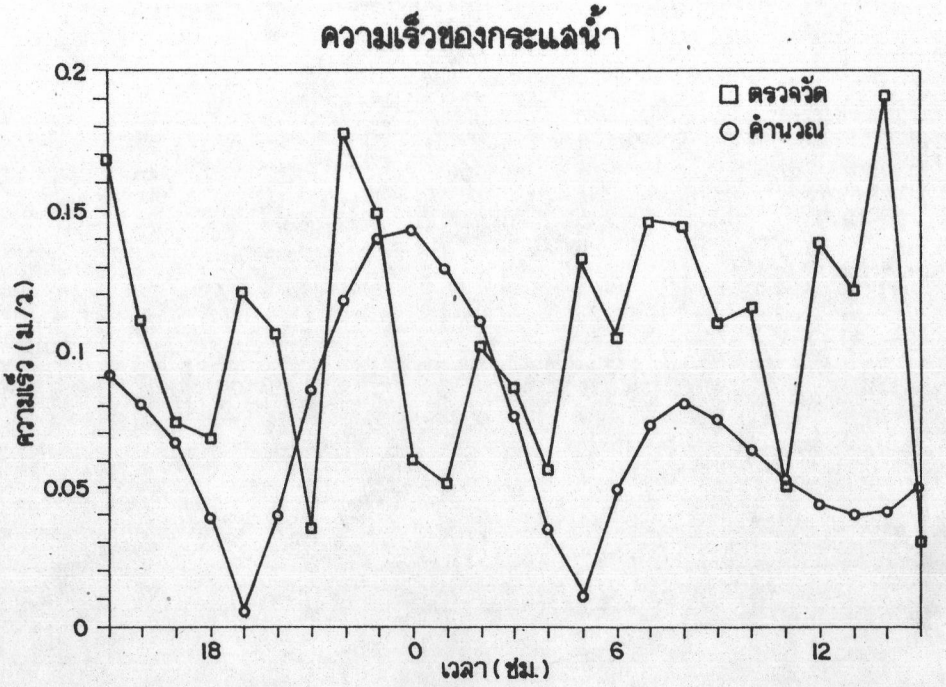


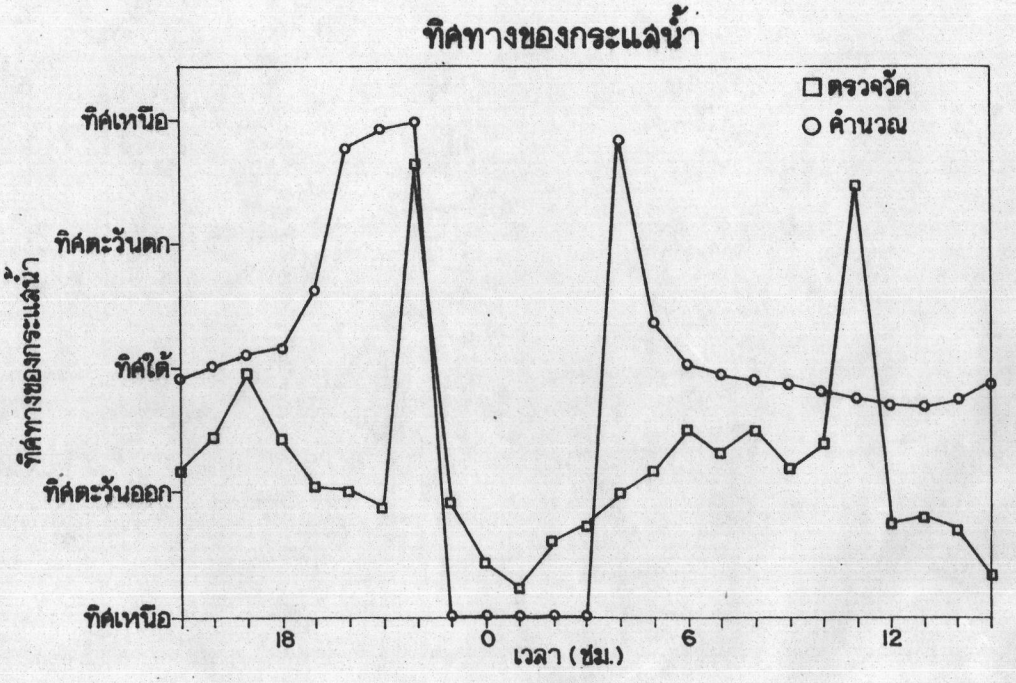


รูปที่ 4-2 ผลการปรับเทียบระดับน้ำที่สถานีเกาะสีชังและสันดอนกรุงเทพ

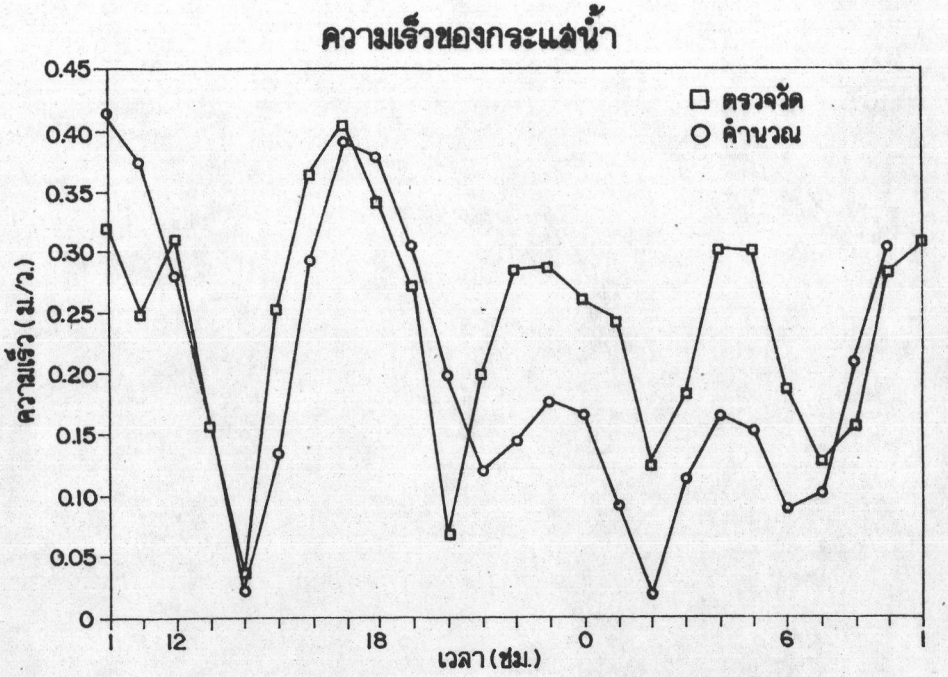


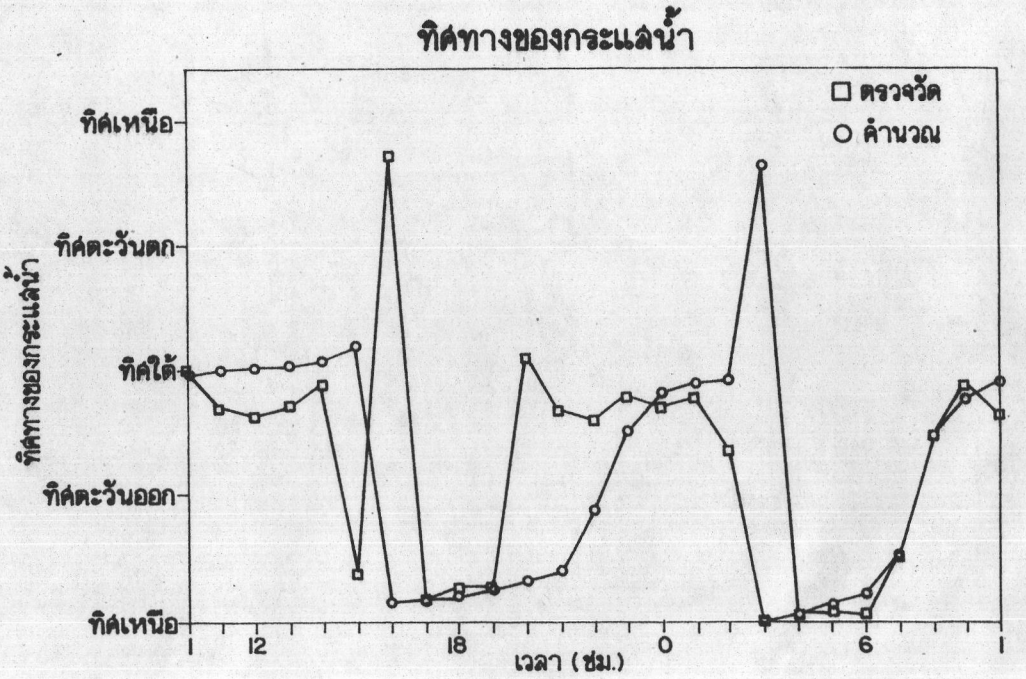
รูปที่ 4-3 ผลการคำนวณปรับเทียบกระแสน้ำที่สถานีที่ 1





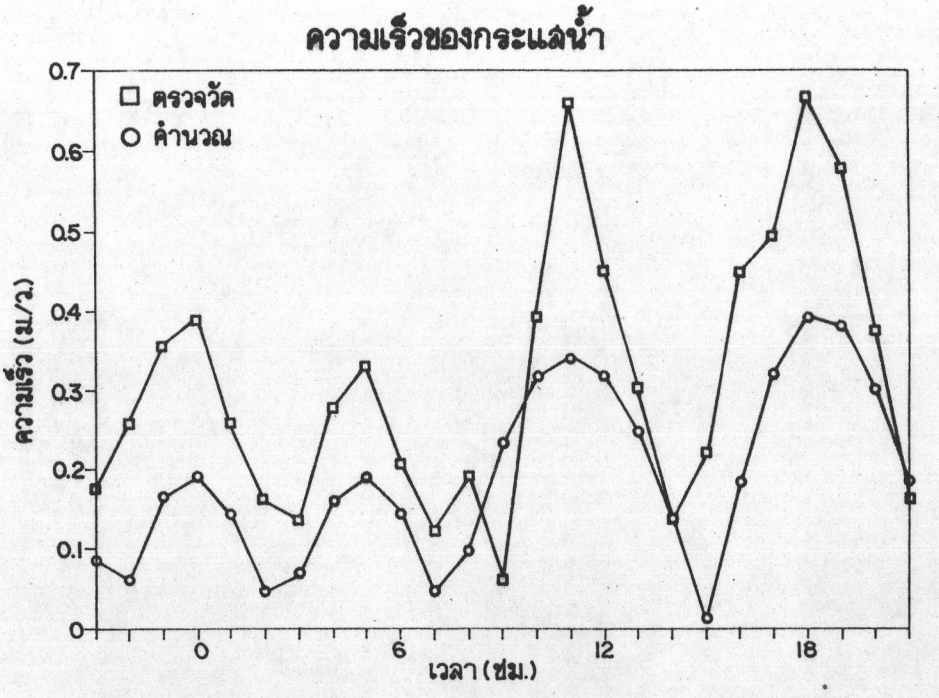
รูปที่ 4-4 ผลการคำนวณปรับเทียบกระแสน้ำที่สถานีที่ 2

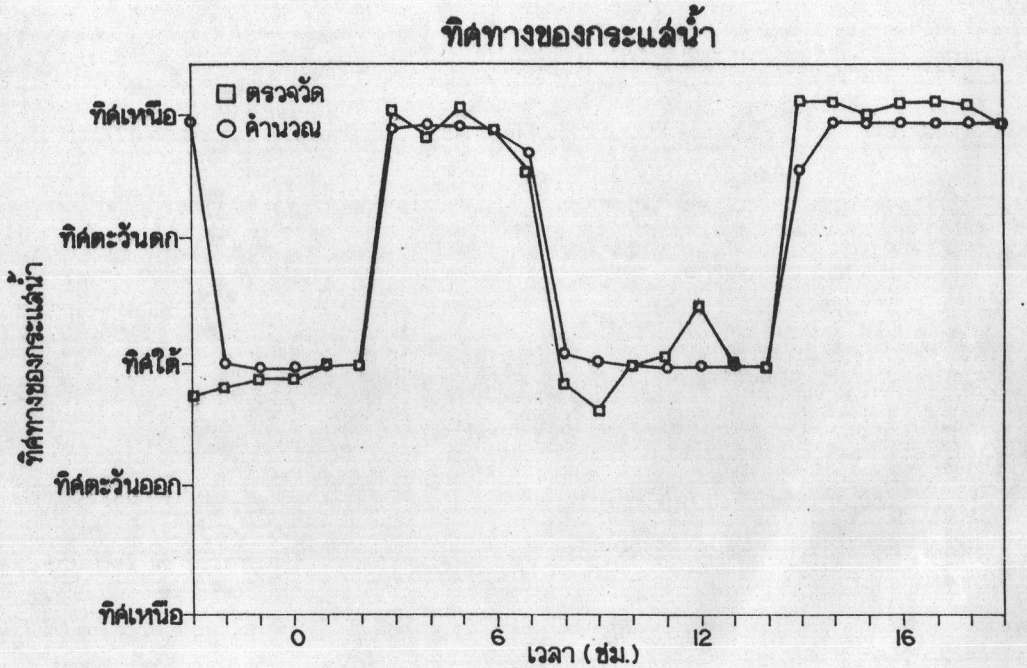




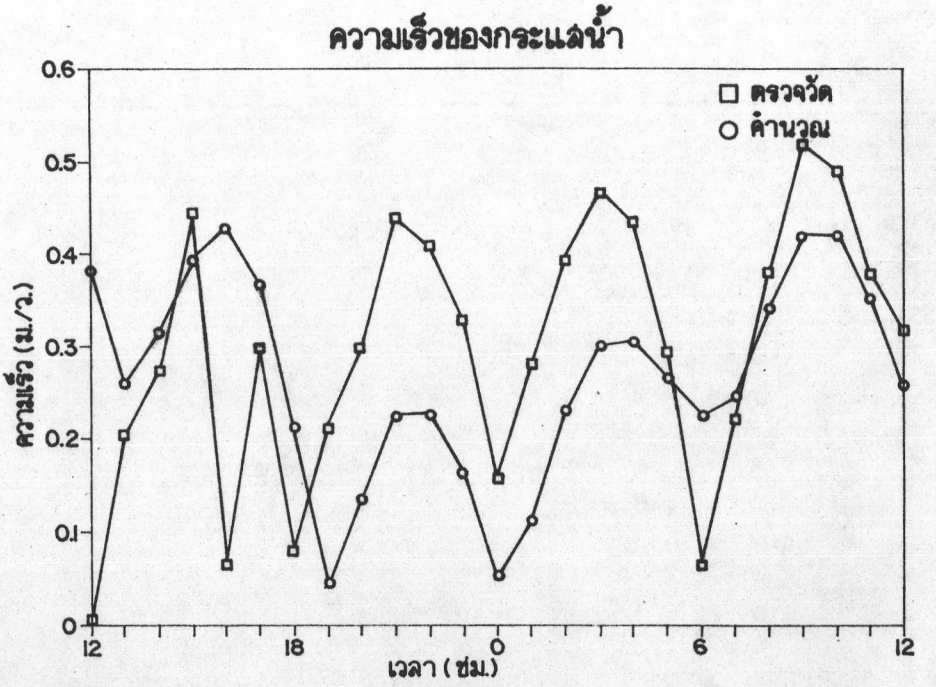
รูปที่ 4-5 ผลการคำนวณปรับเทียบกระแสน้ำที่สถานีที่ 3

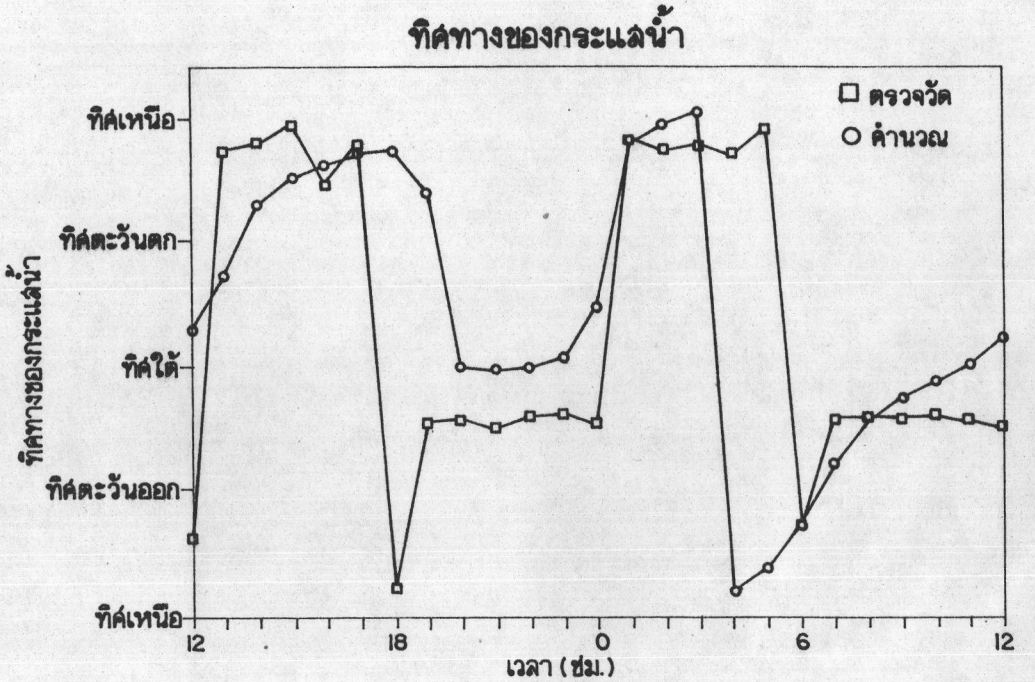
หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



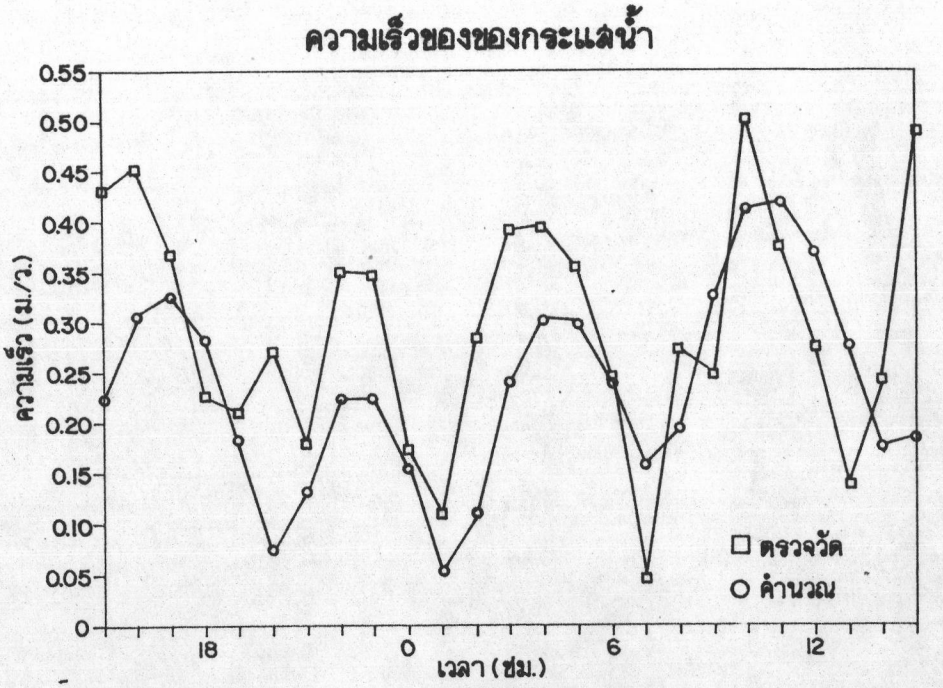


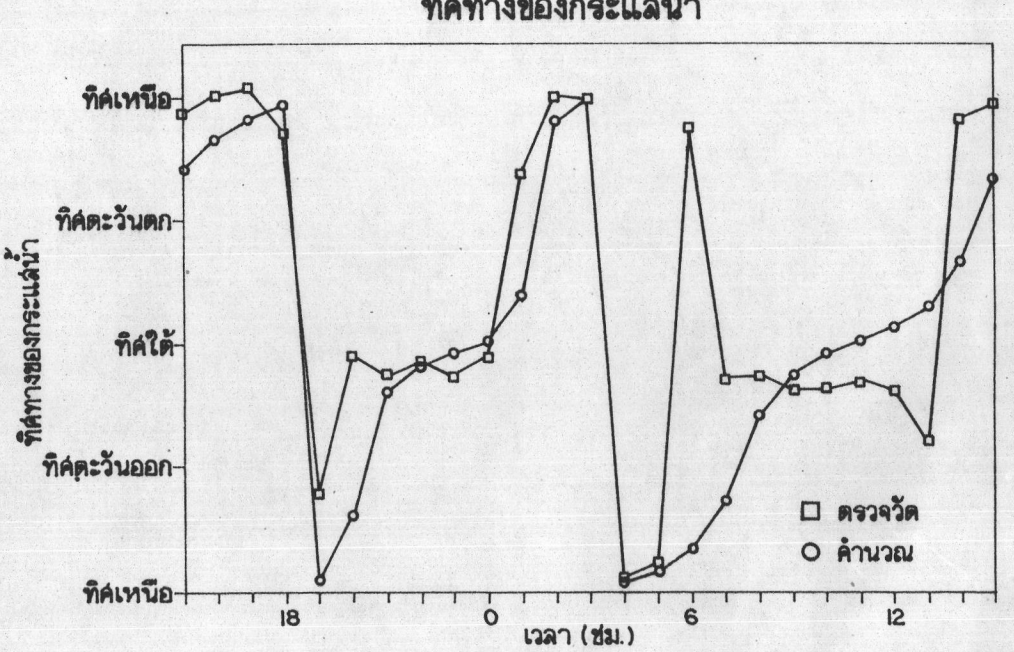
รูปที่ 4-6 ผลการคำนวณปรับเทียบกระแสน้ำที่สถานีที่ 4



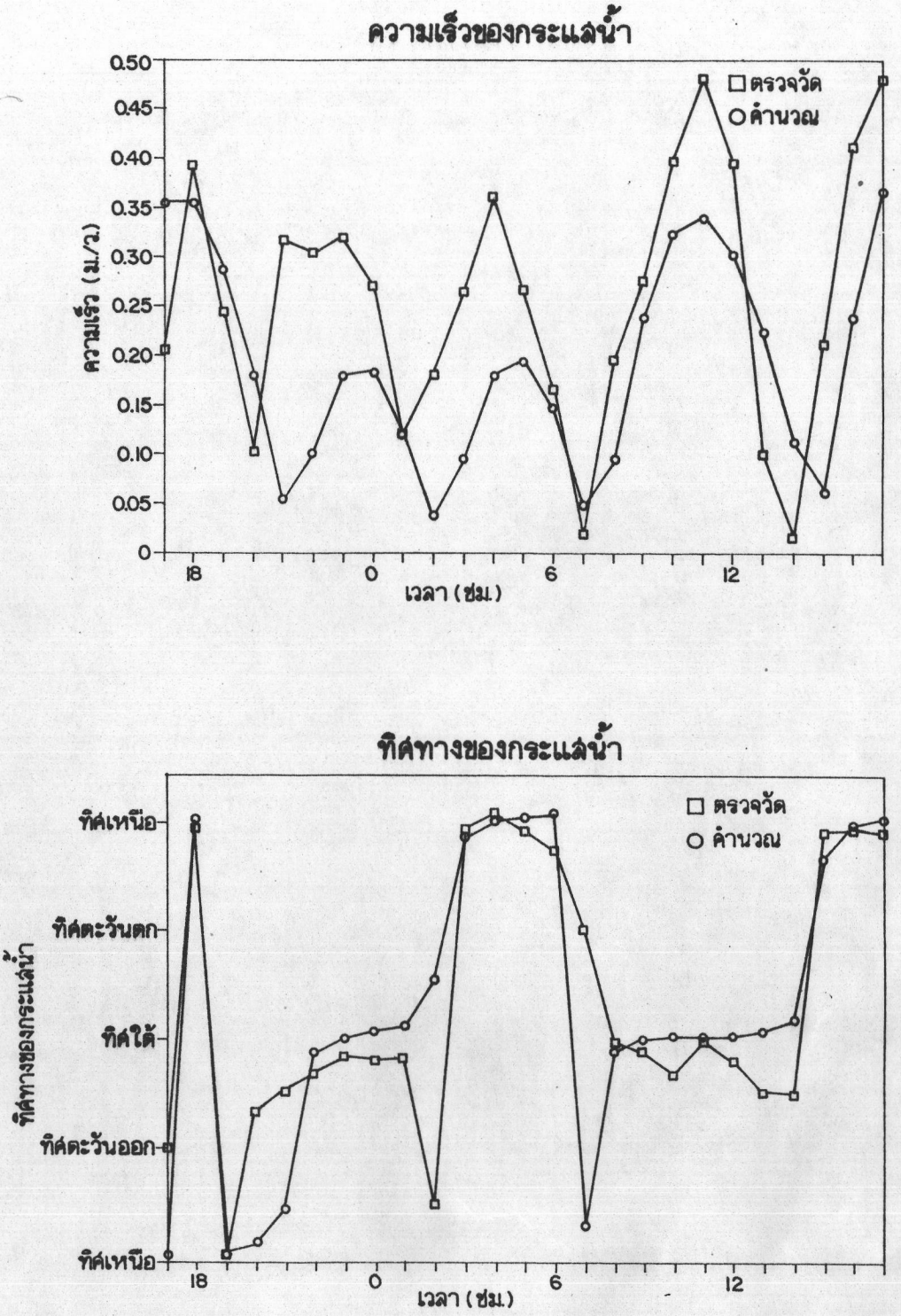


รูปที่ 4-7 ผลการคำนวณปรับเทียบกระแสน้ำที่สถานีที่ 5

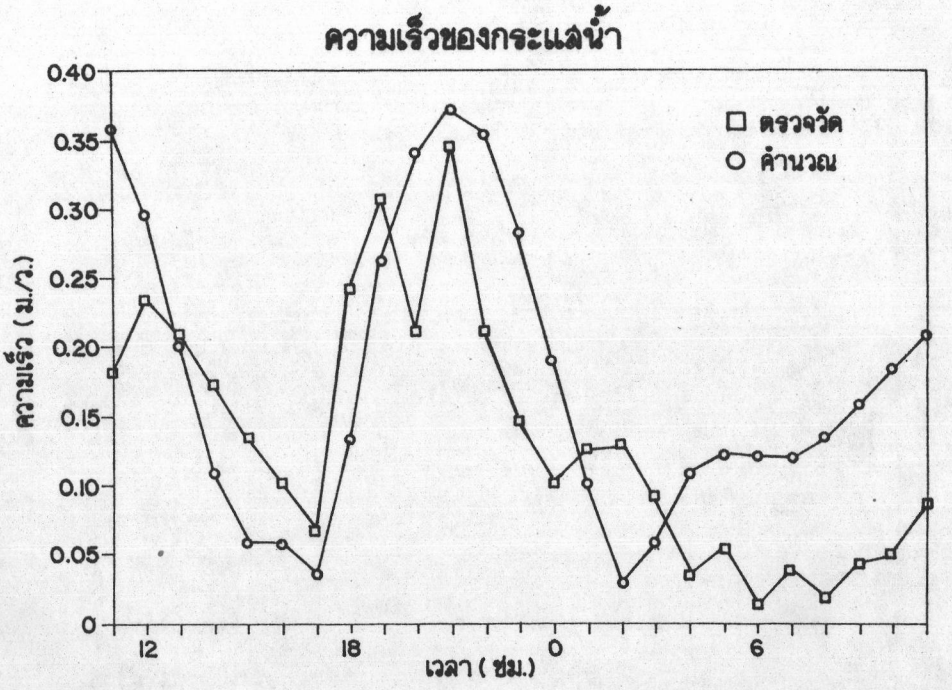


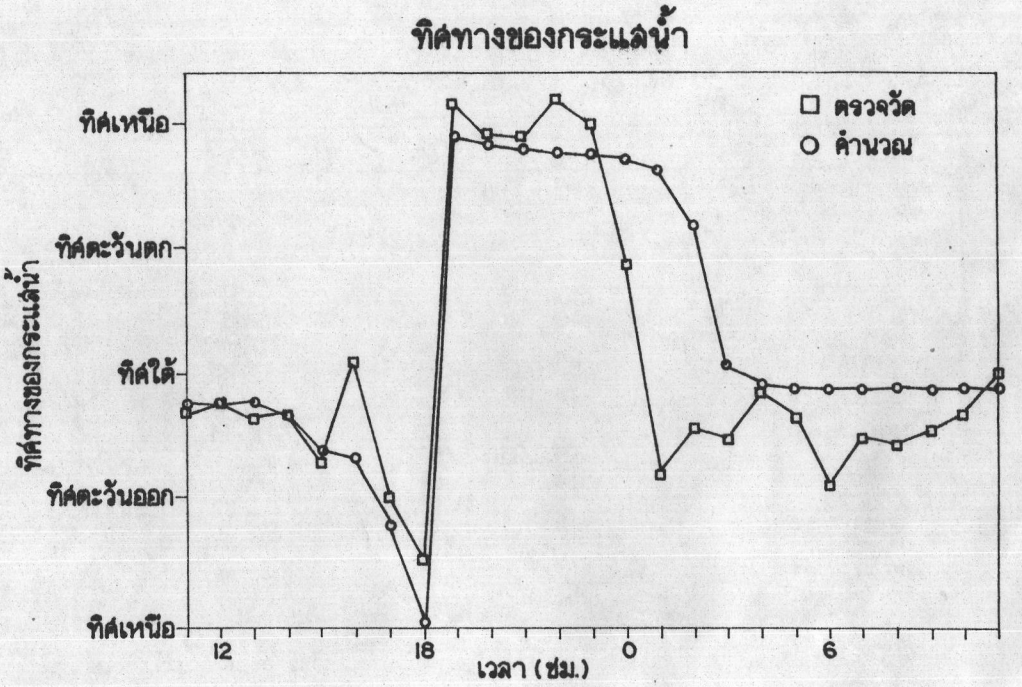


รูปที่ 4-8 ผลการคำนวณปรับเทียบกระแสน้ำที่สถานีที่ 6

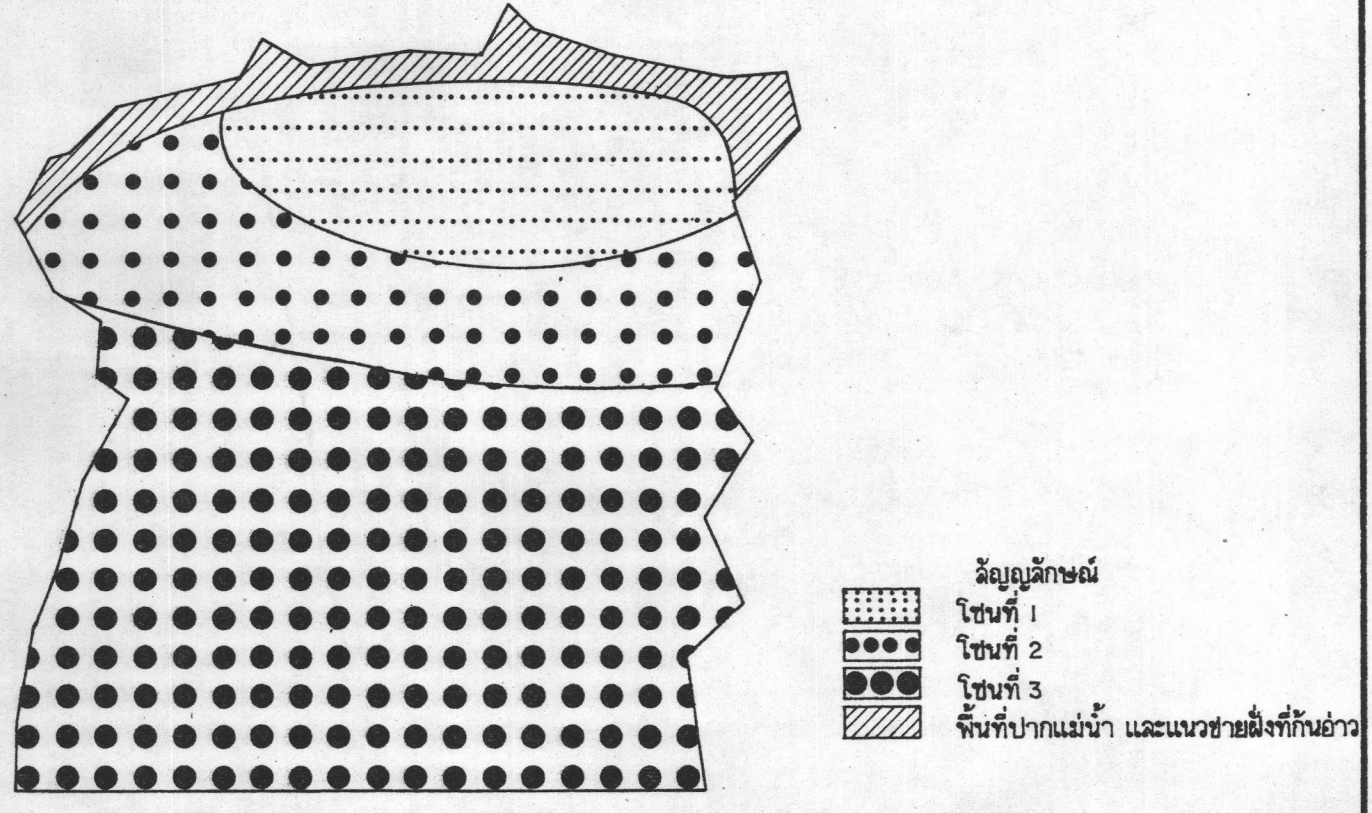


รูปที่ 4-9 ผลการคำนวณปรับเทียบกระแสน้ำที่สถานีที่ 7

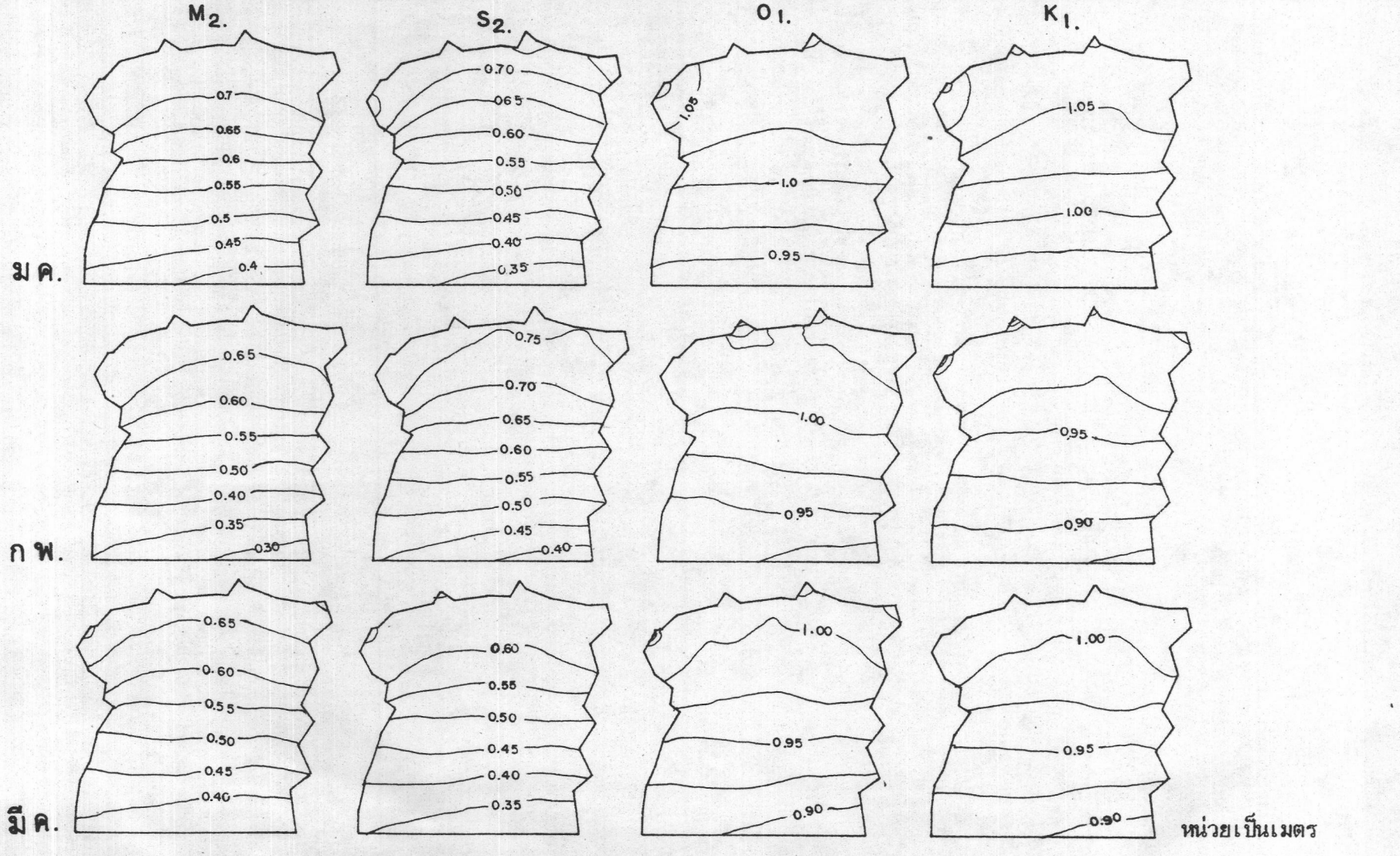




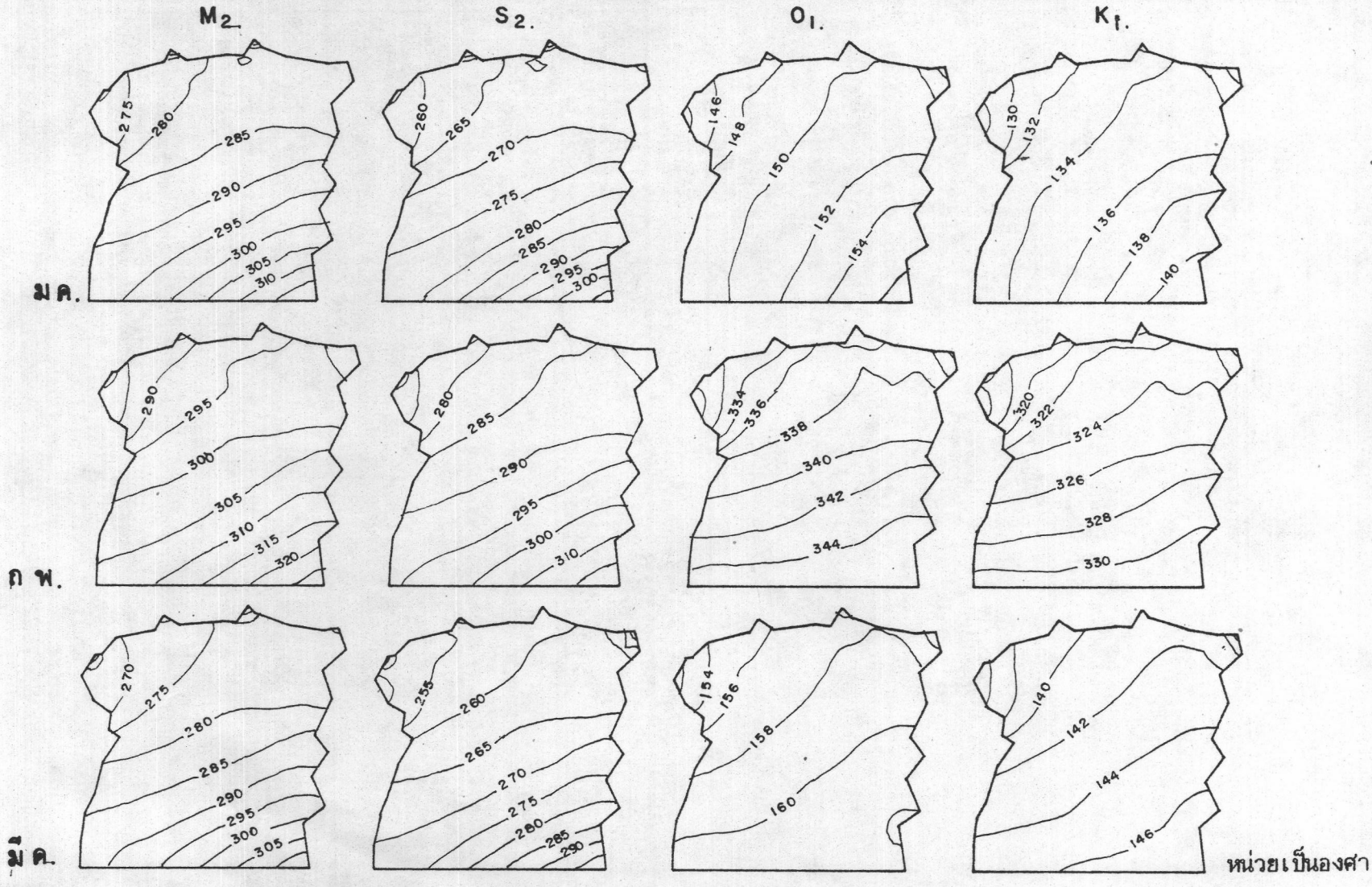
รูปที่ 4-10 ผลการคำนวณปรับเทียบกระแสน้ำที่สถานีที่ 8



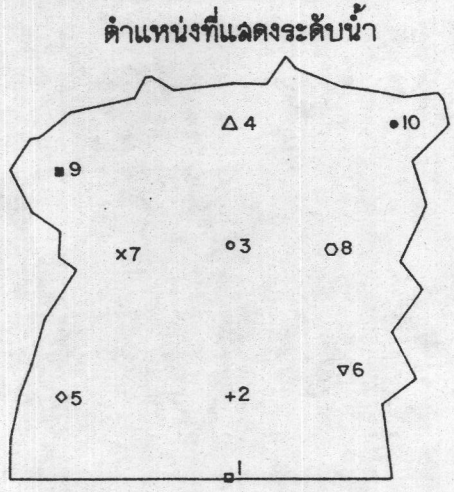
รูปที่ 4-11 การแบ่งพื้นที่ศึกษาออกเป็นพื้นที่ย่อย ตามลักษณะความเร็วของกระแสน้ำ

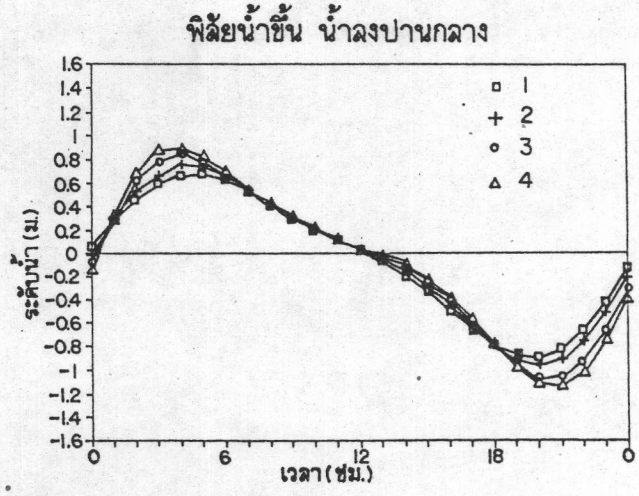


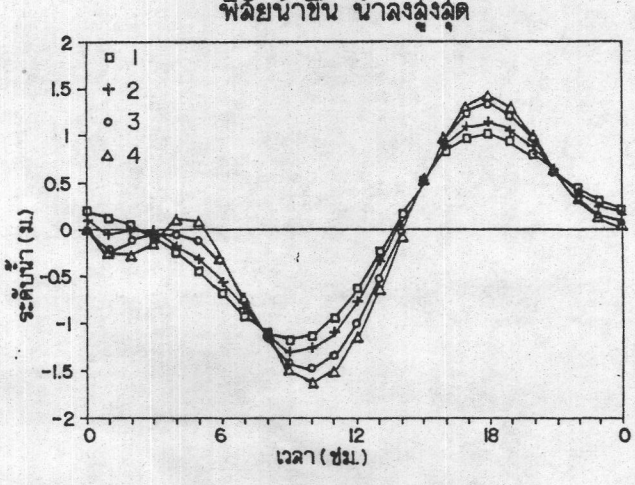
รูปที่ 4-12 แอมปลิจูดขององค์ประกอบฮาร์โมนิกในเดือน ม.ค.-มี.ค. กรณีพิสัยน้ำขึ้นน้ำลงสูงสุด

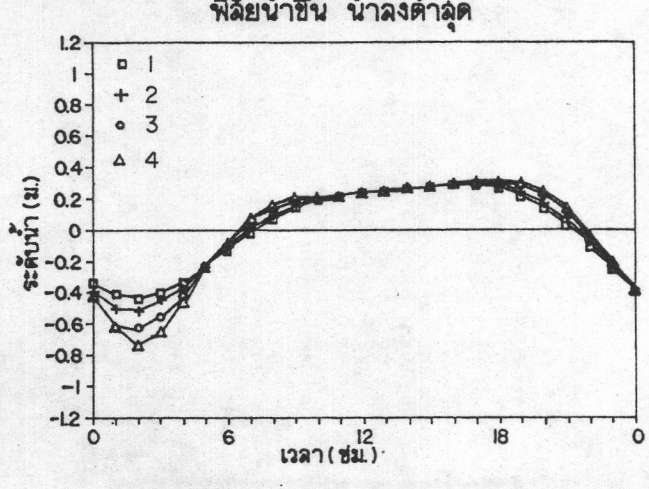


รูปที่ 4-13 มุมเฟสขององค์ประกอบฮาร์โมนิกในเดือน ม.ค.-มี.ค. กรณีพิสัยน้ำขึ้นน้ำลงสูงสุด

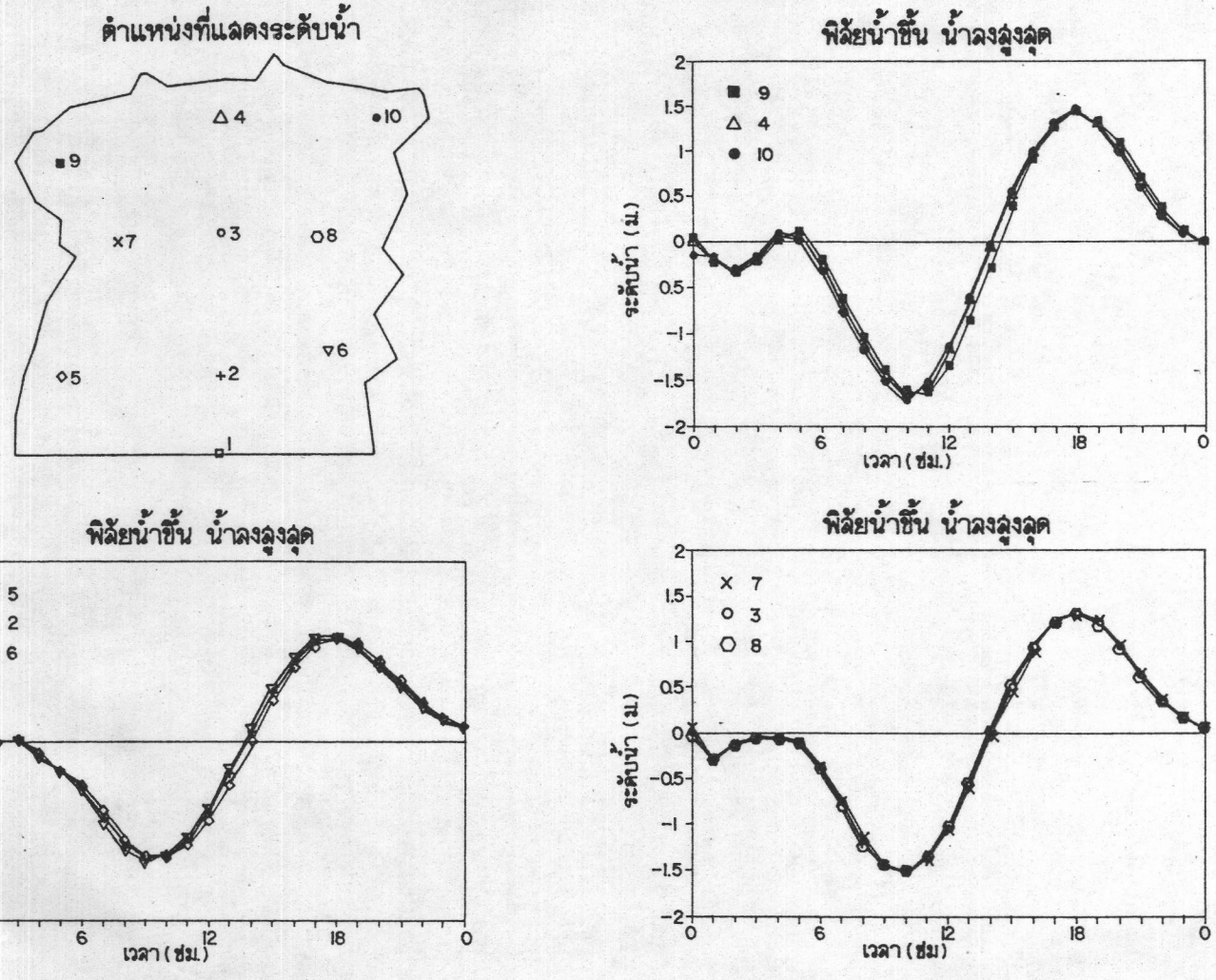




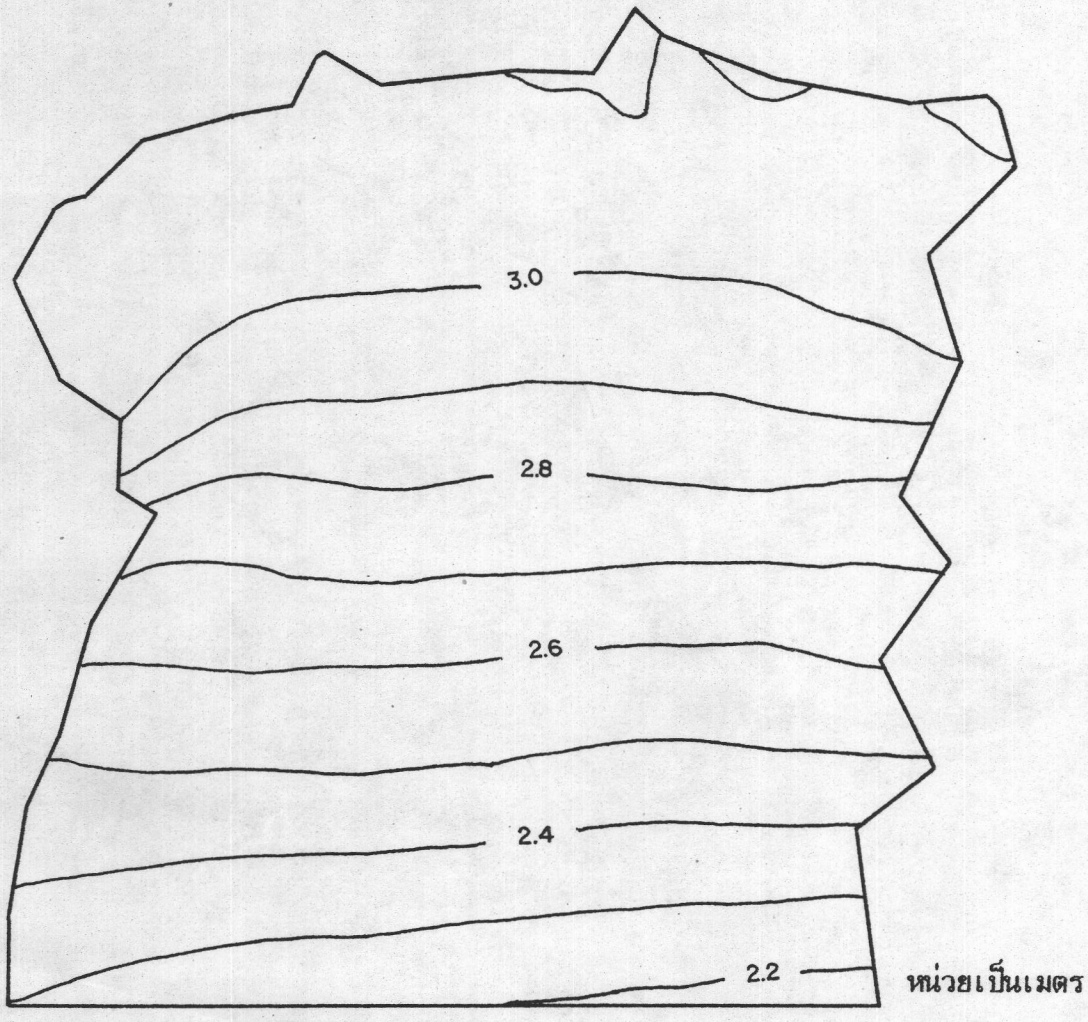




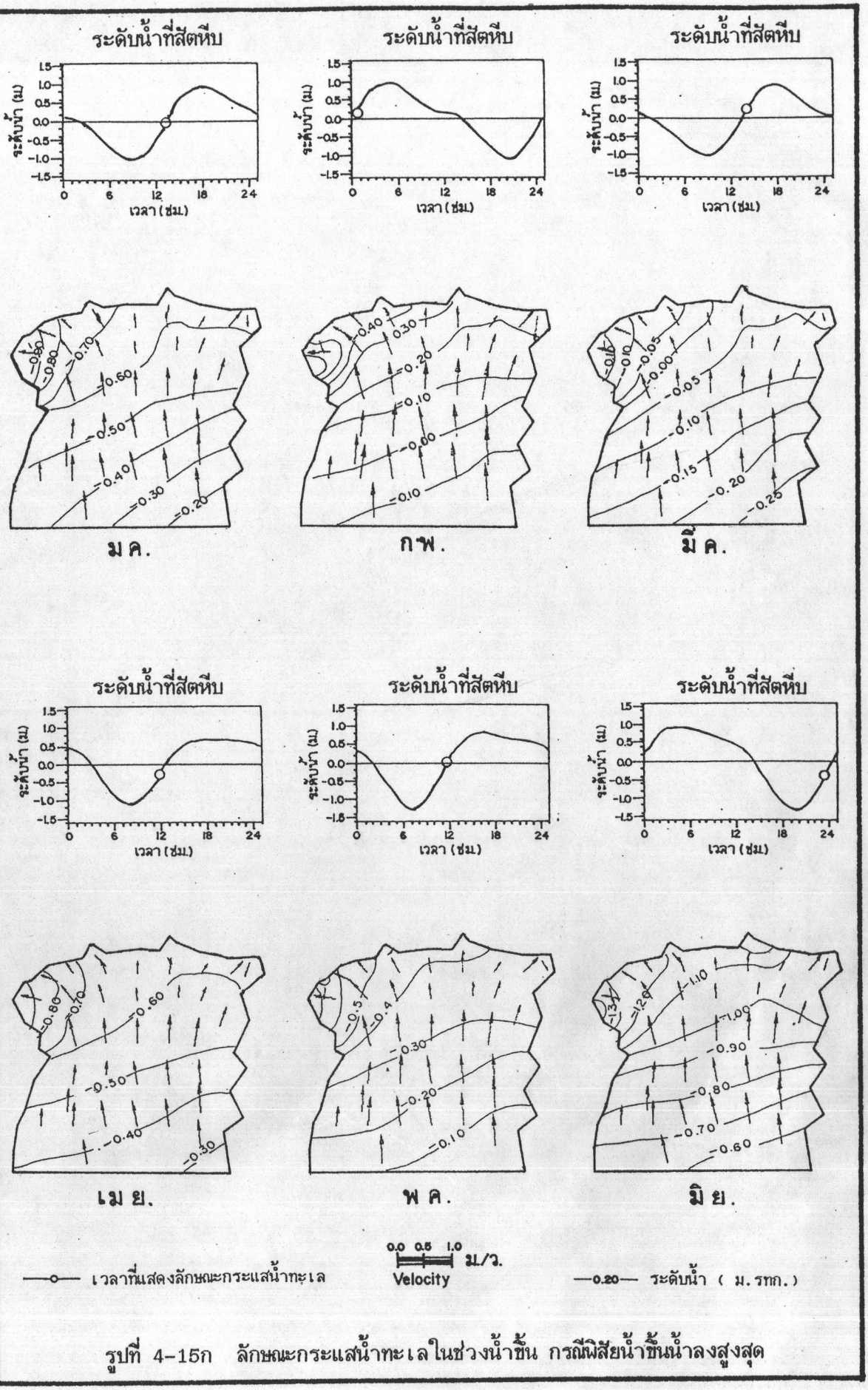
รูปที่ 4-14ก ตัวอย่างของน้ำขึ้นน้ำลงที่ตำแหน่งต่าง ๆ ในเดือนมกราคม


ตำแหน่งที่แสดงระดับน้ำ
4
10
9
7
3
8
6
5
2
1
พลัยน้ำขึ้น น้ำลงสูงสุด
9
4
10
ระดับน้ำ (ม.)
เวลา (ชม.)
พลัยน้ำขึ้น น้ำลงสูงสุด
5
2
6
ระดับน้ำ (ม.)
เวลา (ชม.)
พลัยน้ำขึ้น น้ำลงสูงสุด
7
3
8
ระดับน้ำ (ม.)
เวลา (ชม)

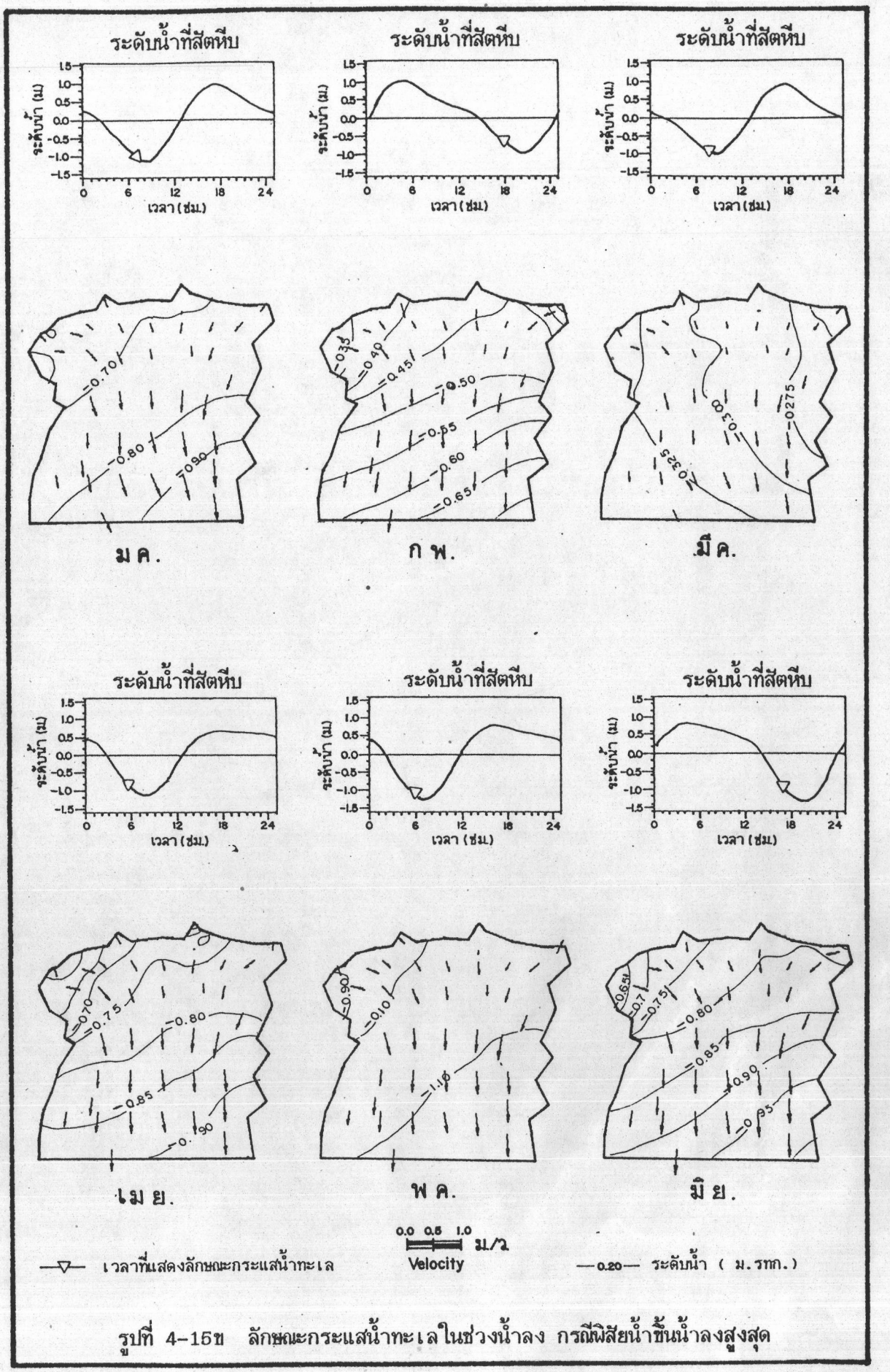
รูปที่ 4-14ก (ต่อ)



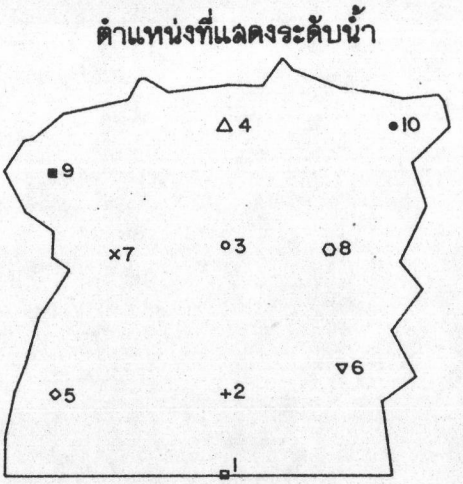
รูปที่ 4-14ข ตัวอย่างของพิสัยน้ำขึ้นน้ำลงสูงสุดที่ตำแหน่งต่าง ๆ

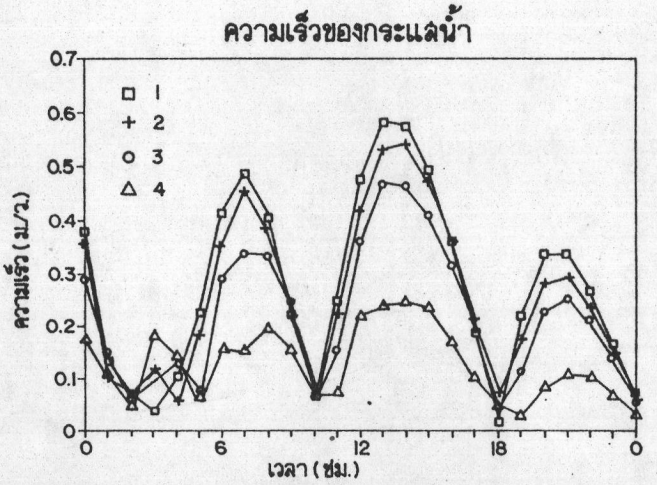


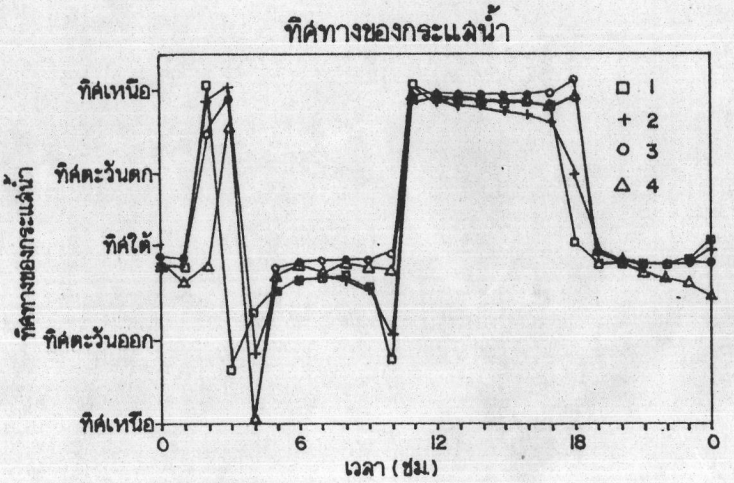
รูปที่ 4-15ก ลักษณะกระแสน้ำทะเลในช่วงน้ำขึ้น กรณีพิสัยน้ำขึ้นน้ำลงสูงสุด



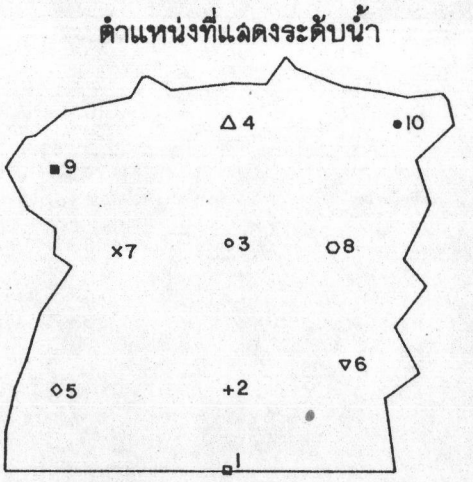
รูปที่ 4-15ข ลักษณะกระแสน้ำทะเลในช่วงน้ำลง กรณีพิสัยน้ำขึ้นน้ำลงสูงสุด



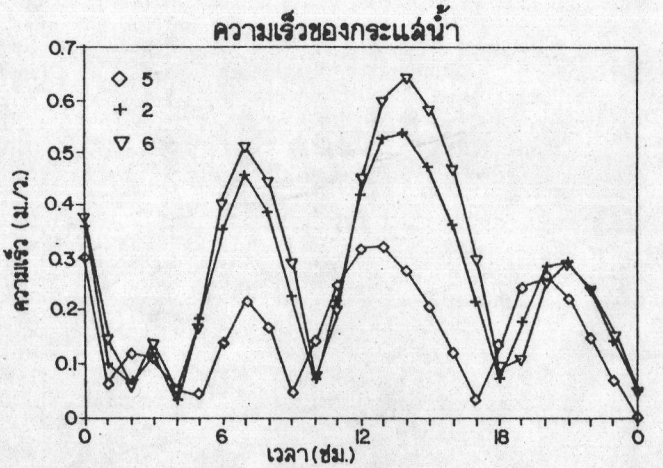


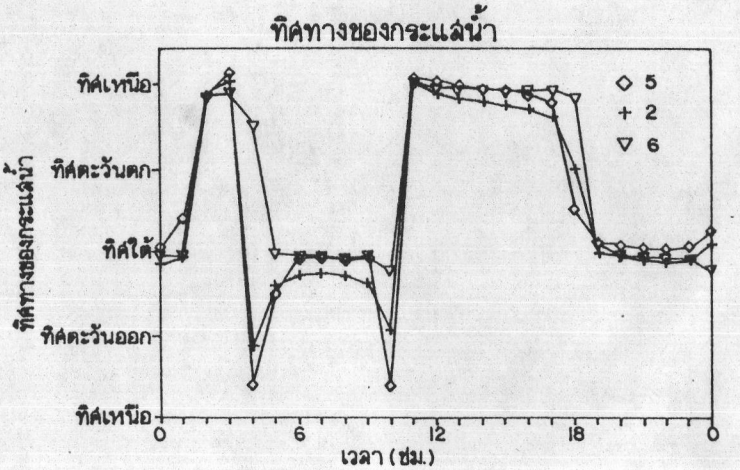


รูปที่ 4-16ก ตัวอย่างแสดงขนาดและทิศทางของกระแสน้ำที่ตำแหน่งต่าง ๆ (แนวเหนือ-ใต้ ที่กึ่งกลางของอ่าว)

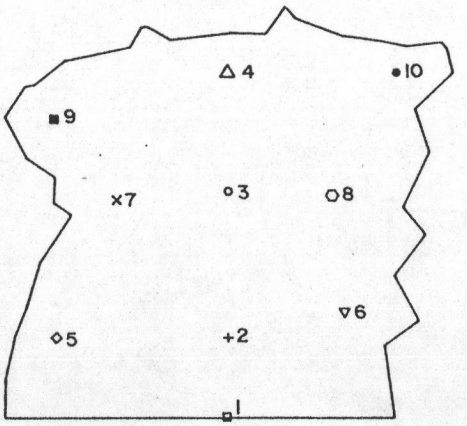


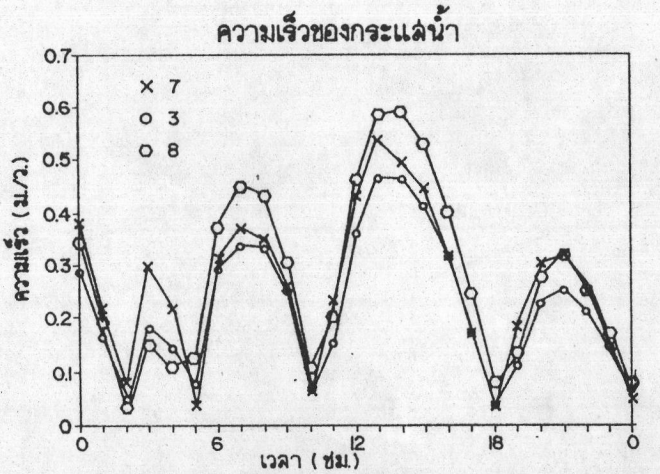
หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

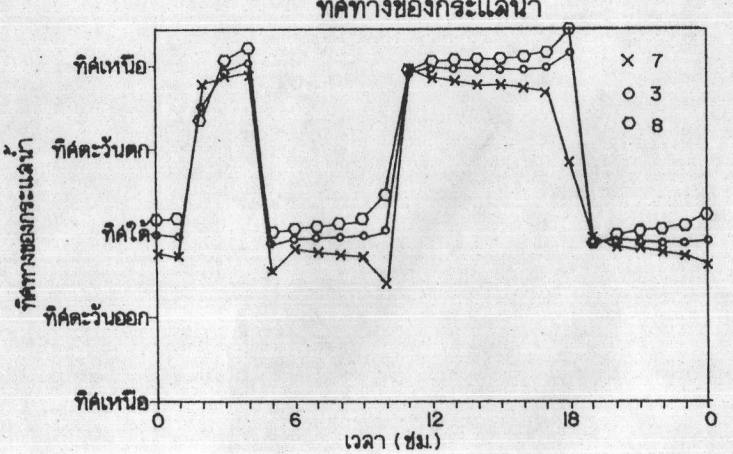




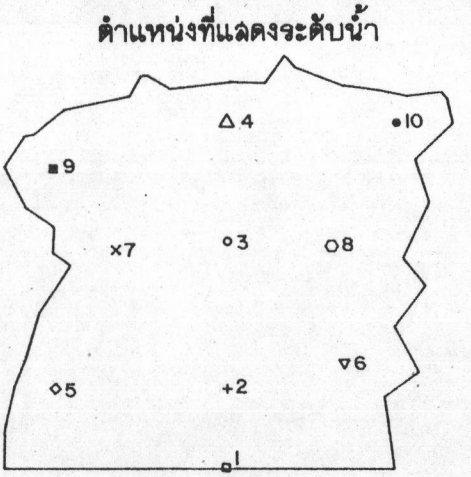
รูปที่ 4-16ข ตัวอย่างแสดงขนาดและทิศทางของกระแสน้ำที่ตำแหน่งต่าง ๆ (แนวตะวันออก-ตะวันตก ที่บริเวณใกล้ปากอ่าว)

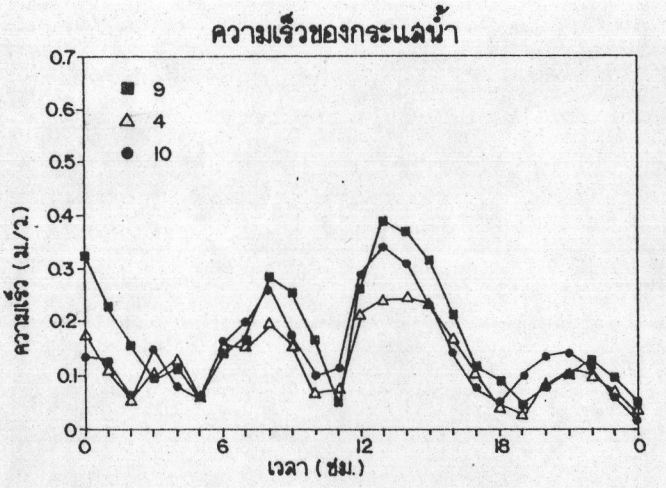


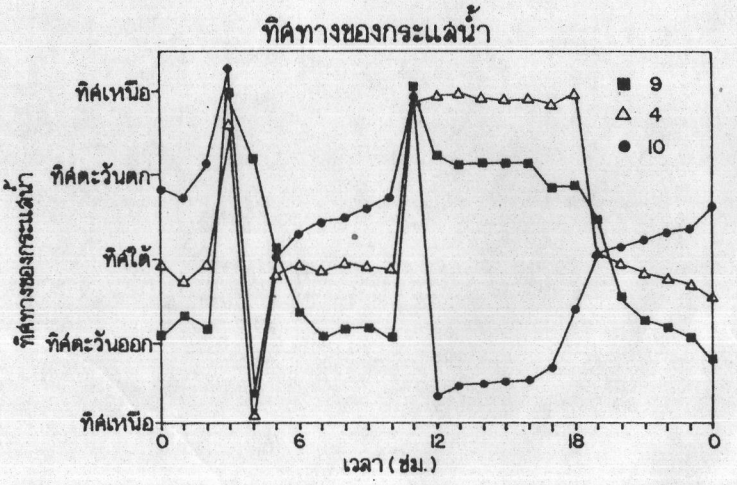




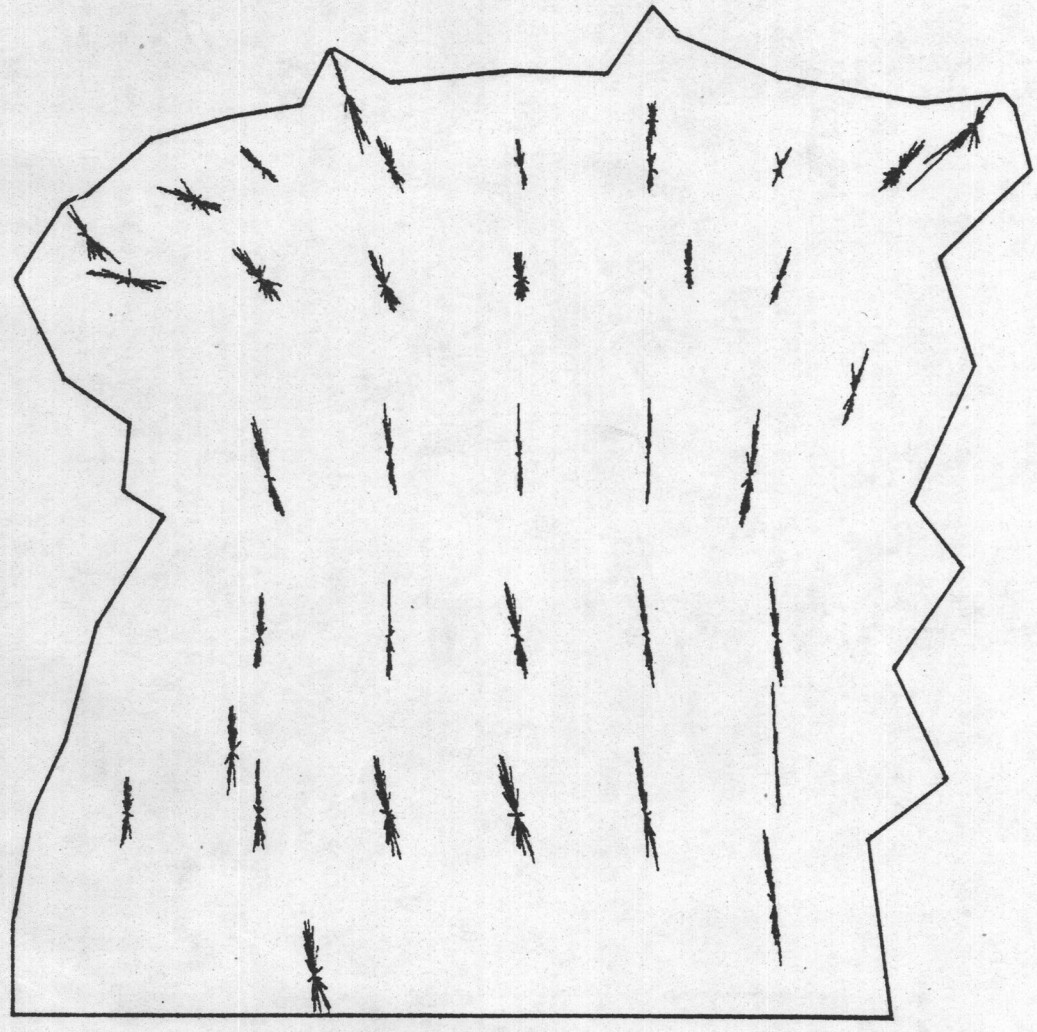
รูปที่ 4-16ค ตัวอย่างแสดงขนาดและทิศทางของกระแสน้ำที่ตำแหน่งต่าง ๆ (แนวตะวันออก-ตะวันตก ที่บริเวณตอนกลางของอ่าว)



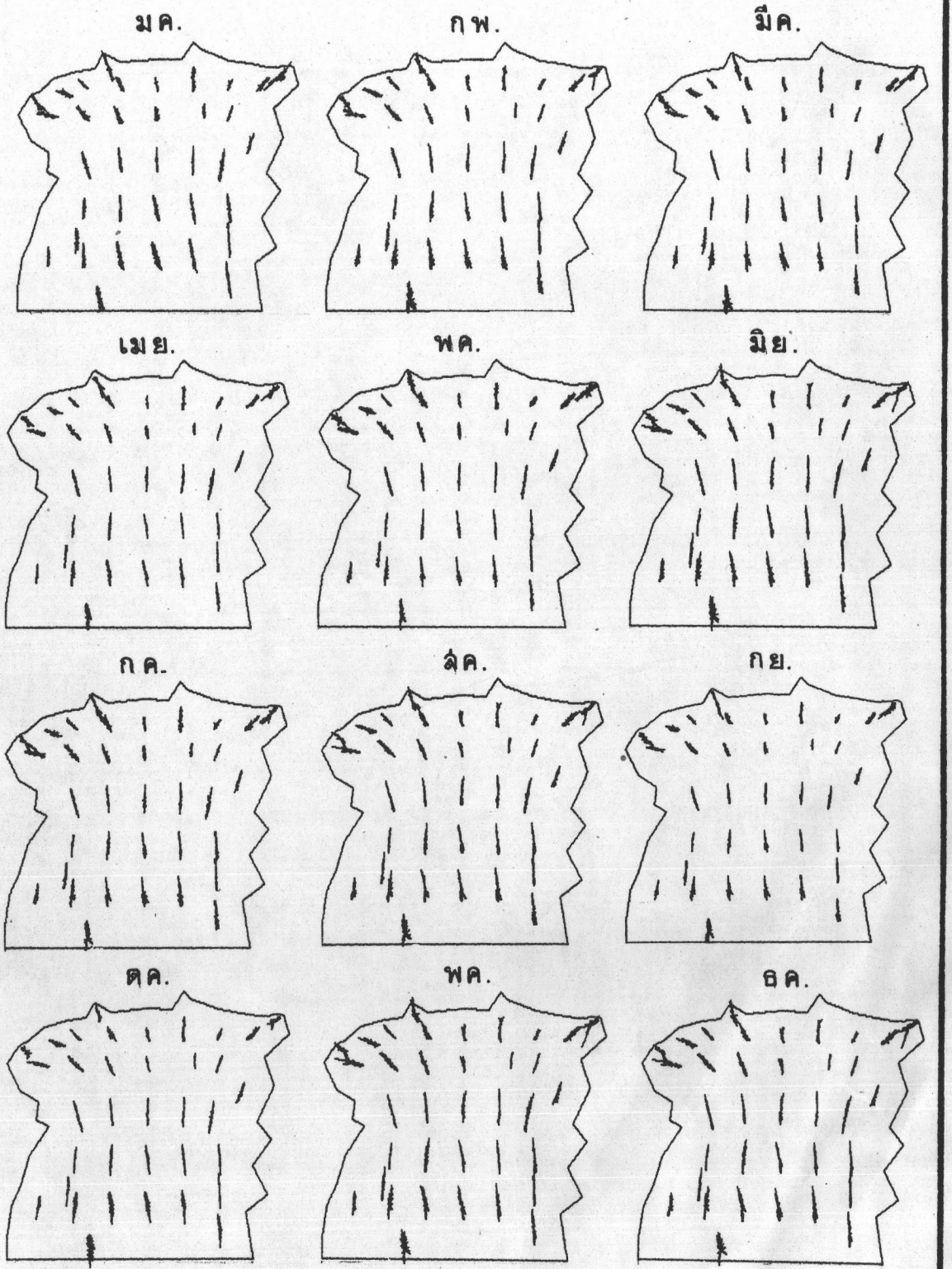




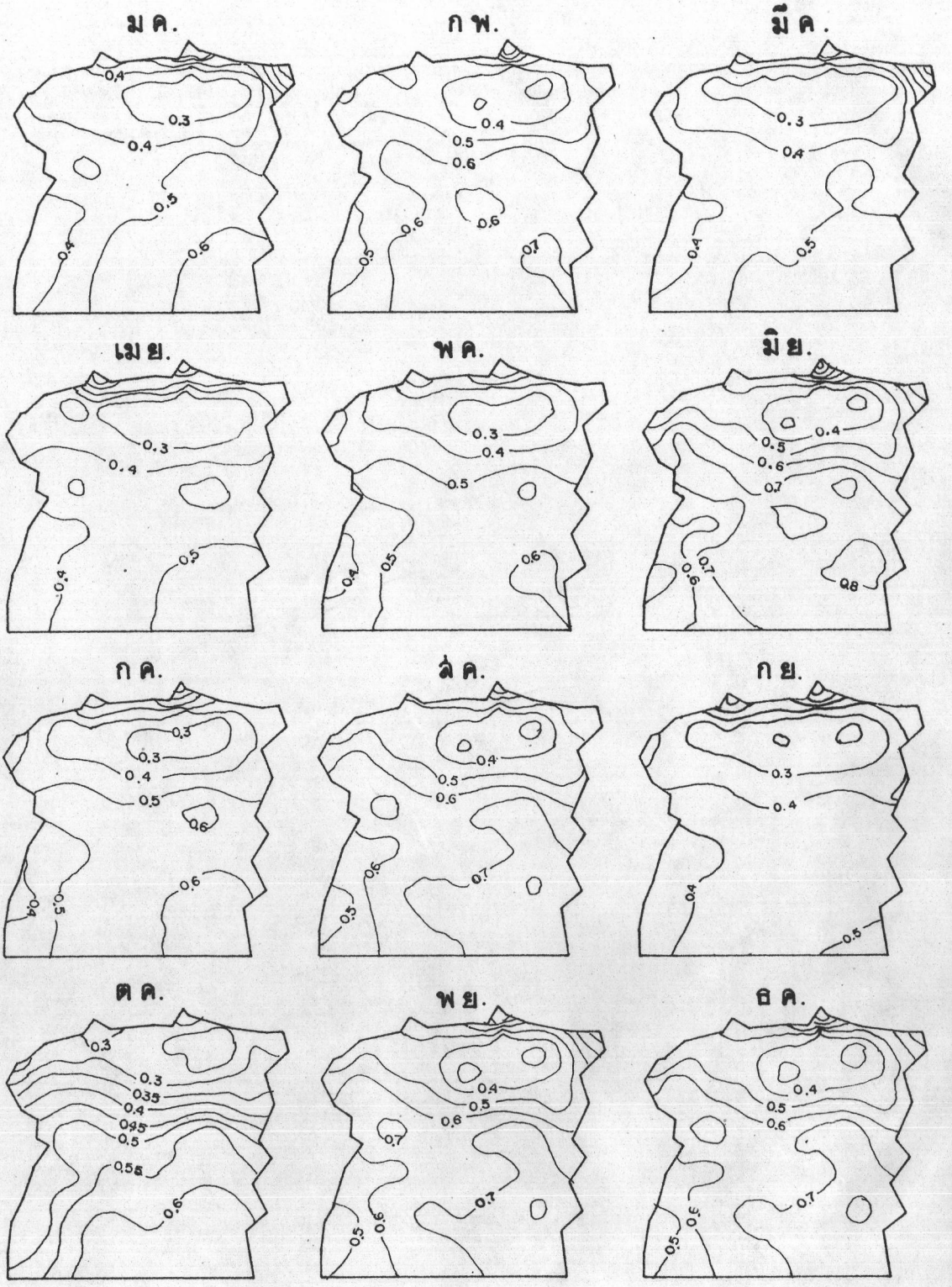
รูปที่ 4-16ง ตัวอย่างแสดงขนาดและทิศทางของกระแสน้ำที่ตำแหน่งต่าง ๆ (แนวตะวันออก-ตะวันตก ที่บริเวณใกล้ก้นอ่าว)



รูปที่ 4-17 ตัวอย่างทิศทางของกระแสน้ำในรอบ 24 ชม. ในเดือนมกราคม กรณีพิสัยน้ำขึ้นน้ำลงสูงสุด

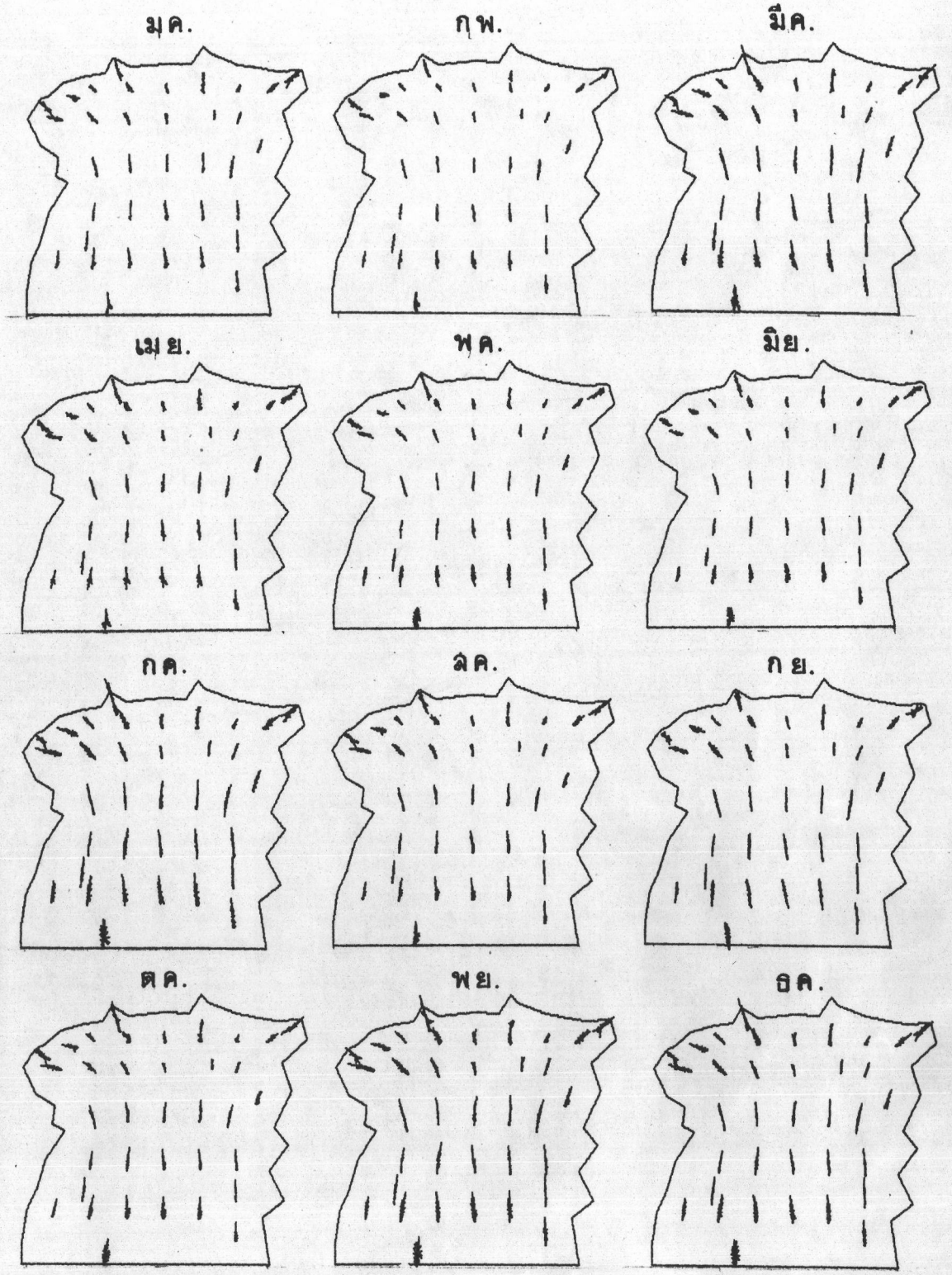


รูปที่ 4-18 ทิศทางของกระแสน้ำในรอบ 24 ชม. กรณีพิสัยน้ำขึ้นน้ำลงสูงสุด

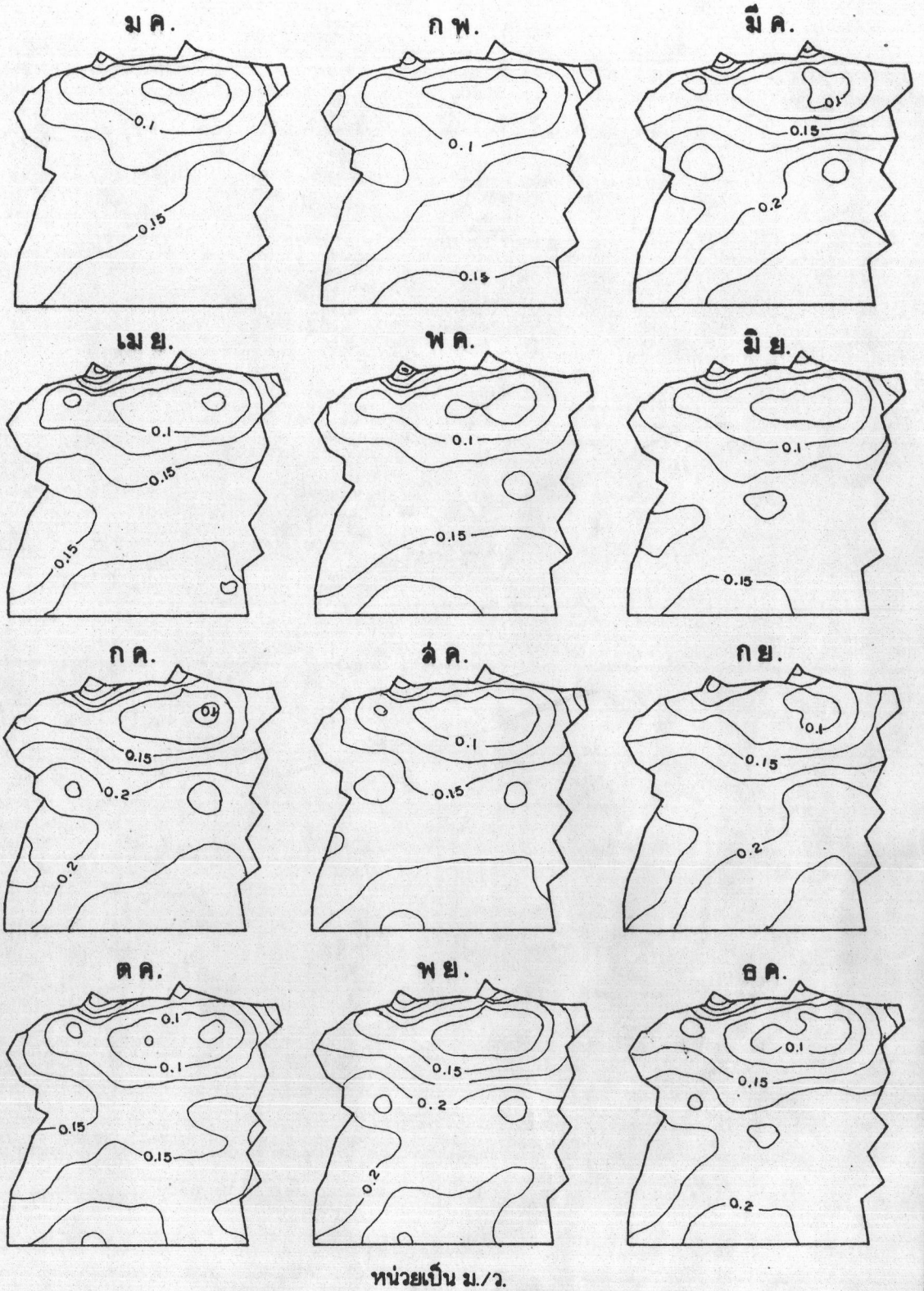


รูปที่ 4-19 ขนาดความเร็วสูงสุดกรณีพิสัยน้ำขึ้นน้ำลงสูงสุด

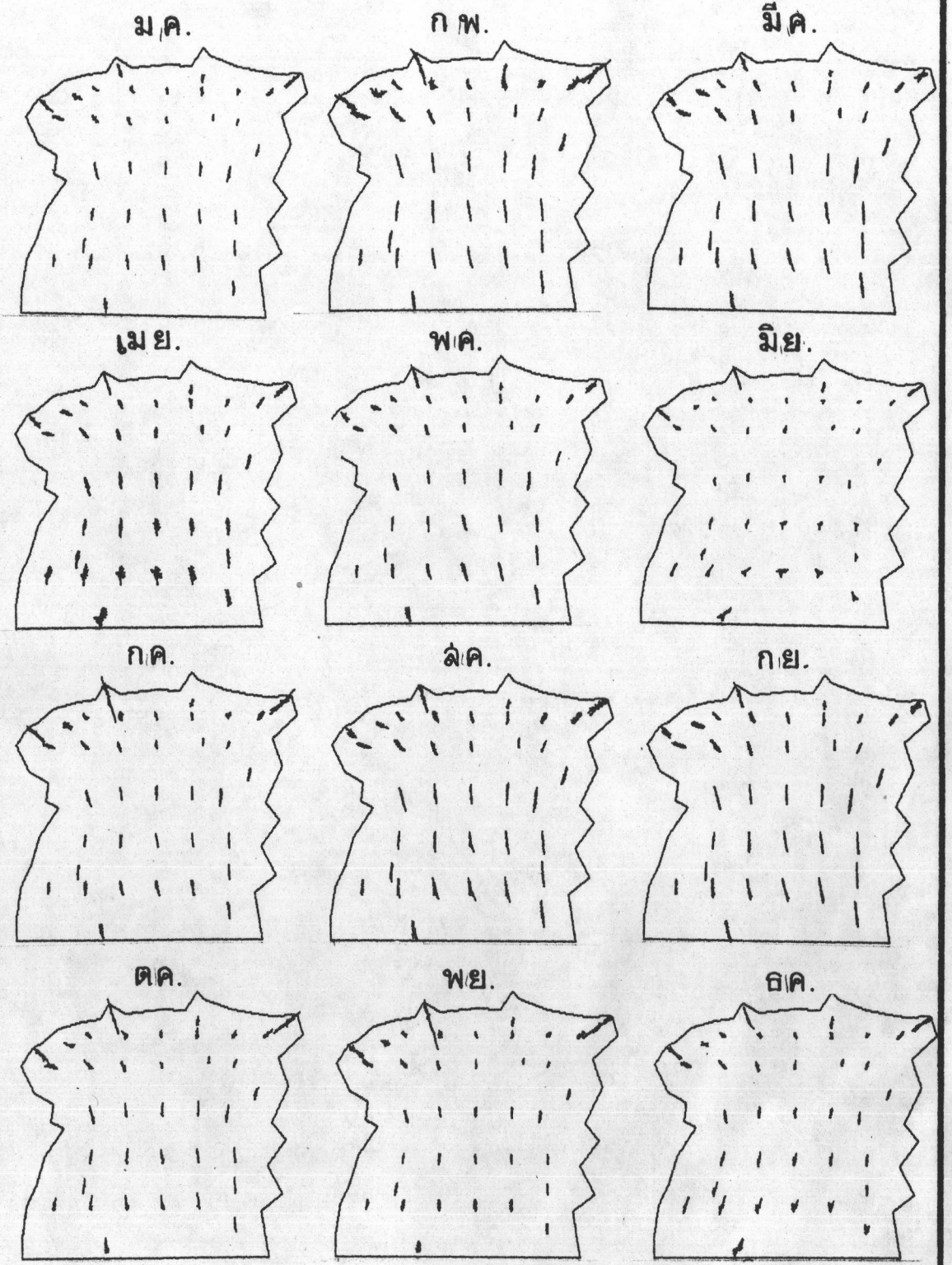
หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



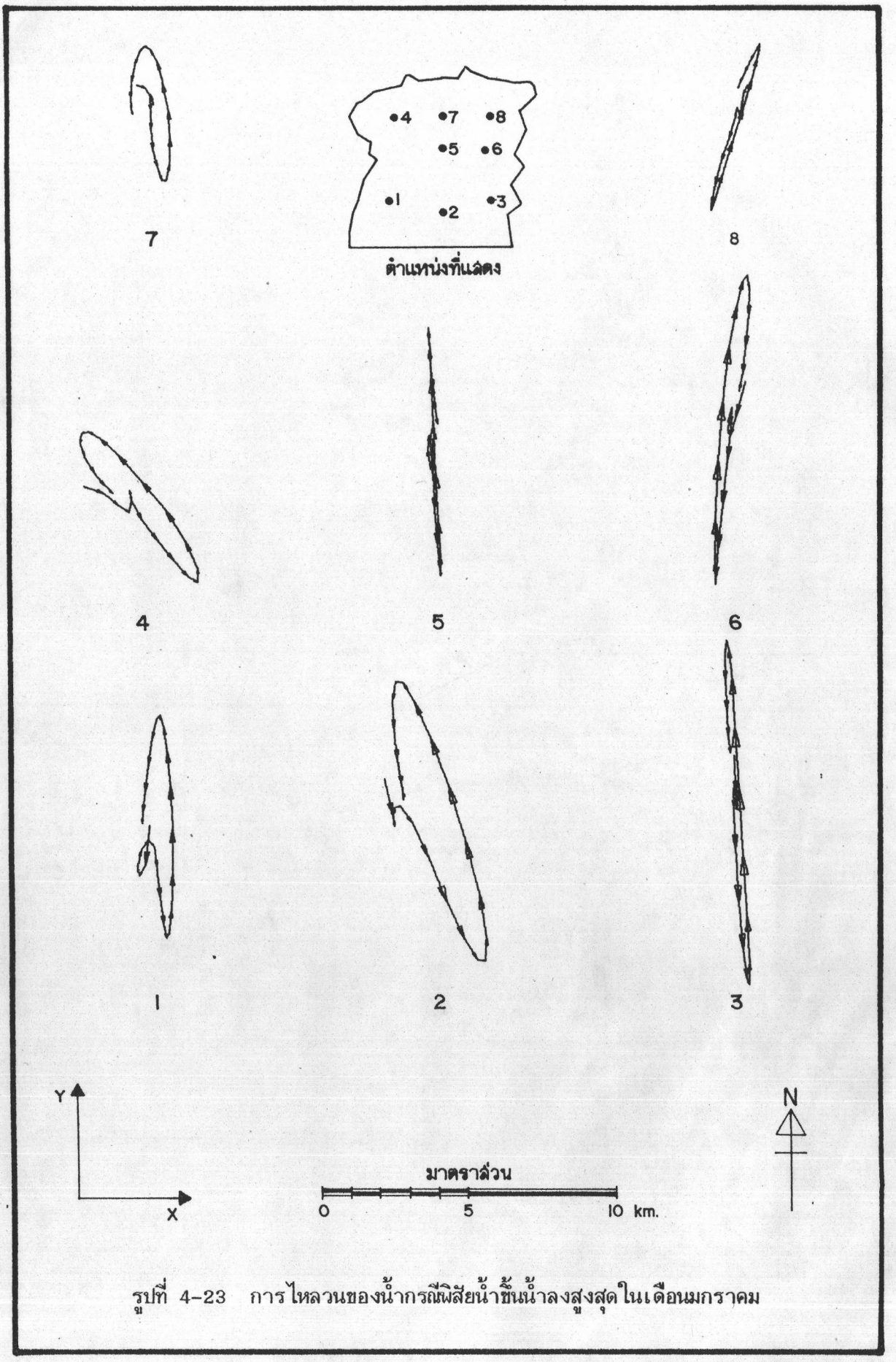
รูปที่ 4-20 ทิศทางของกระแสน้ำในรอบ 24 ชม. กรณีพิสัยน้ำขึ้นน้ำลงปานกลาง



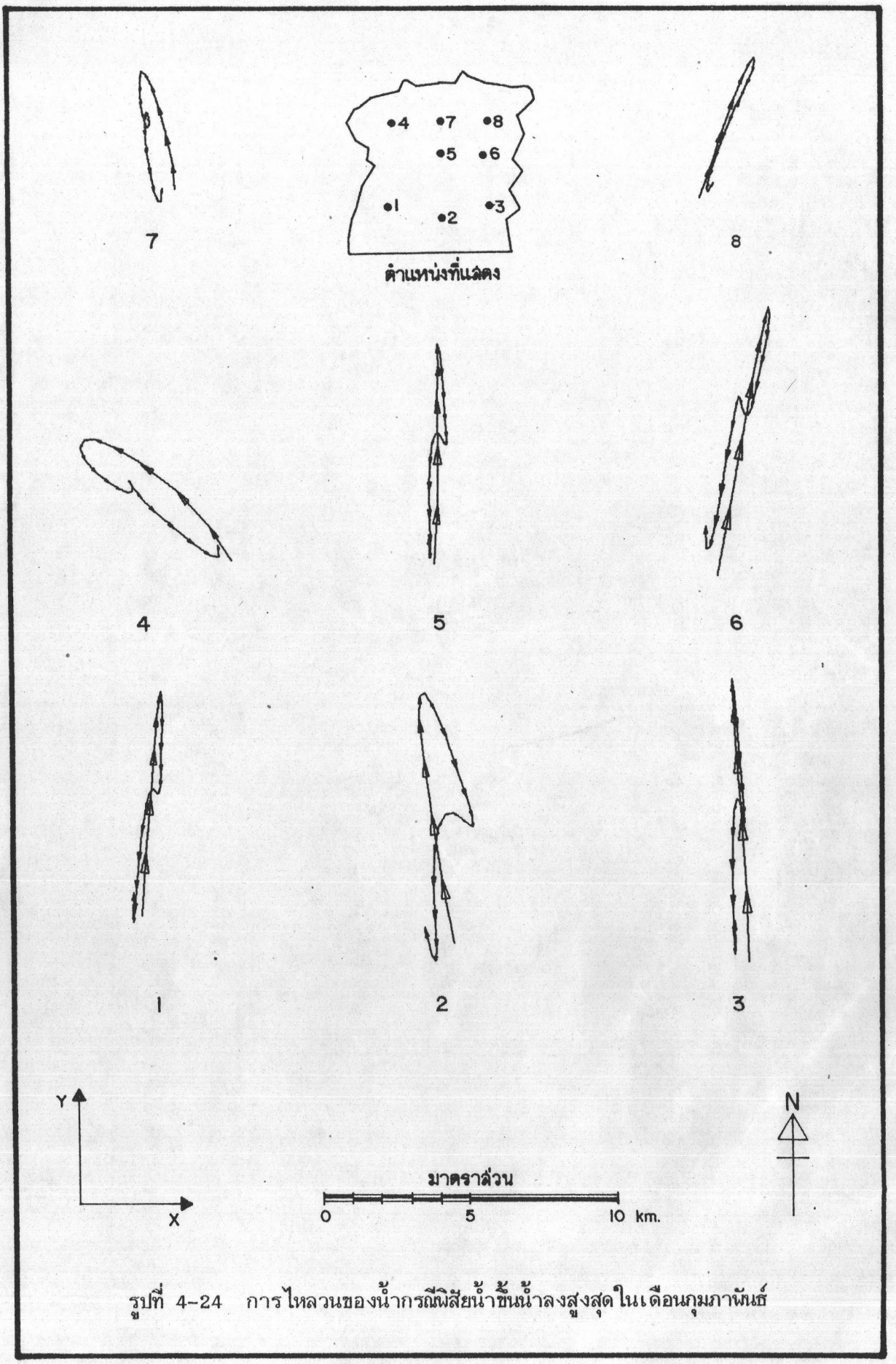
รูปที่ 4-21 ขนาดความเร็วเฉลี่ยกรณีพิสัยน้ำขึ้นน้ำลงปานกลาง



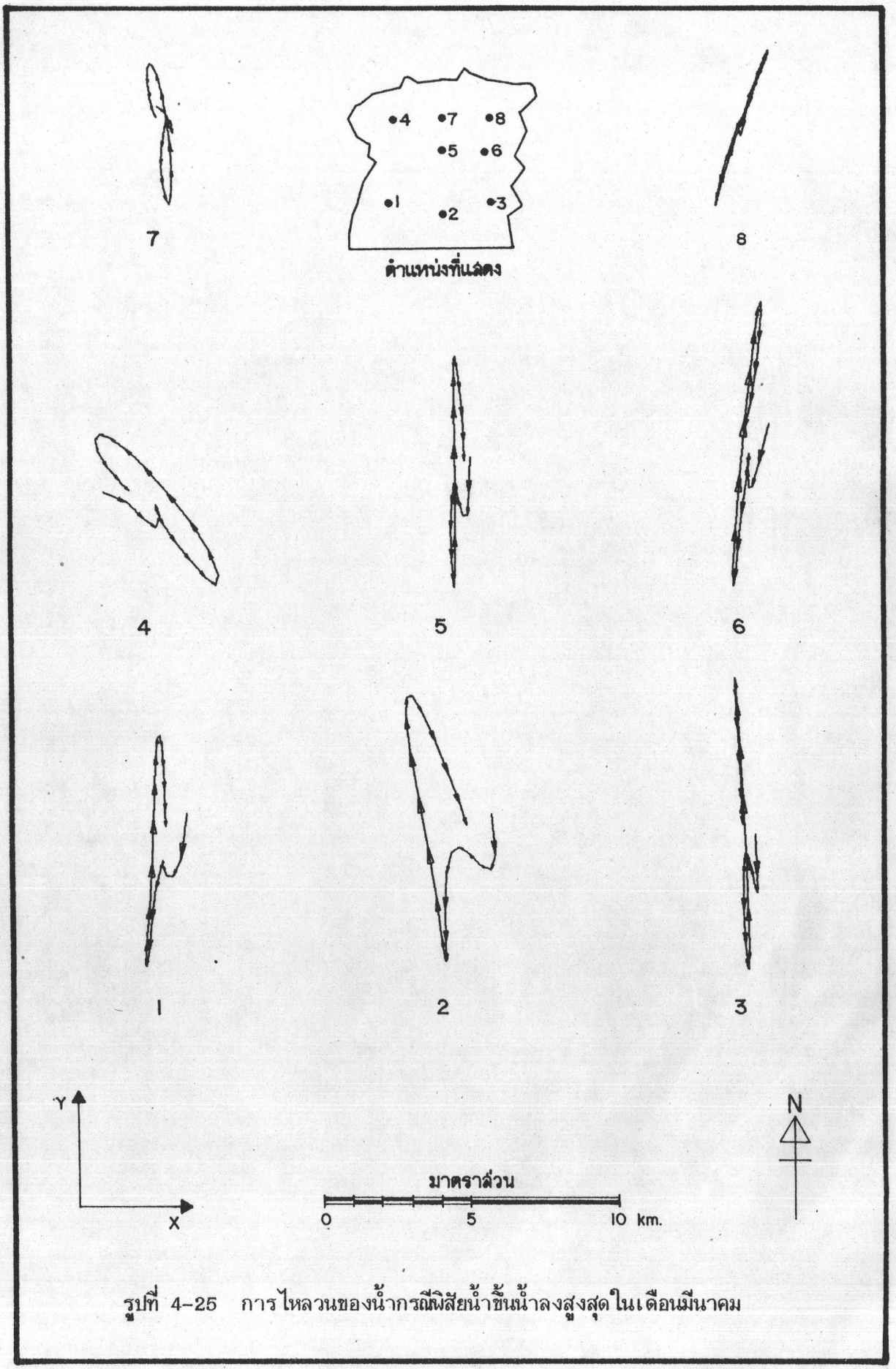
รูปที่ 4-22 ทิศทางของกระแสน้ำในรอบ 24 ชม. กรณีพิสัยน้ำขึ้นน้ำลงต่ำสุด



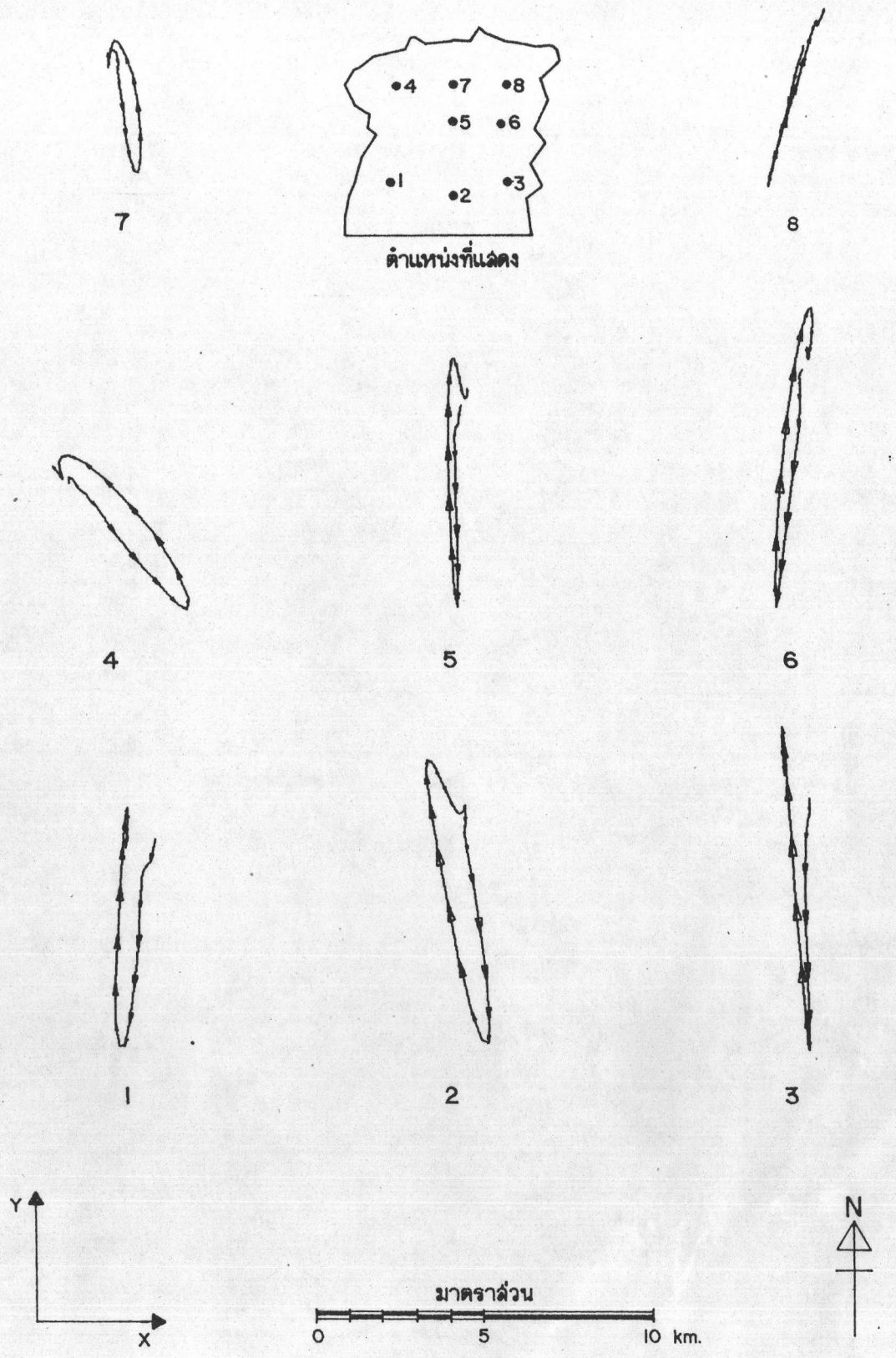
รูปที่ 4-23 การไหลวนของน้ำกรณีพิสัยน้ำขึ้นน้ำลงสูงสุดในเดือนมกราคม



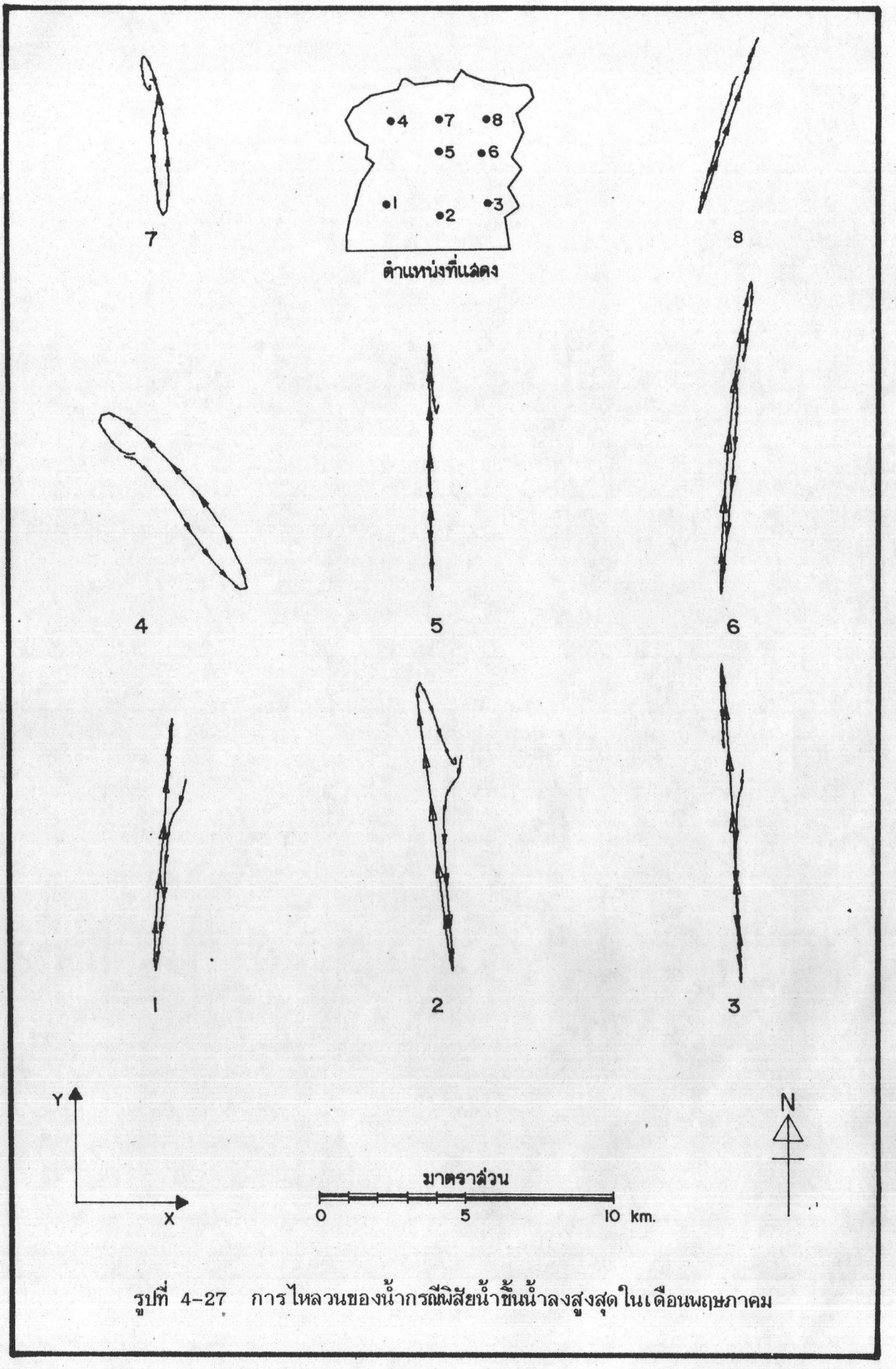
รูปที่ 4-24 การไหลวนของน้ำกรณีพิสัยน้ำขึ้นน้ำลงสูงสุดในเดือนกุมภาพันธ์



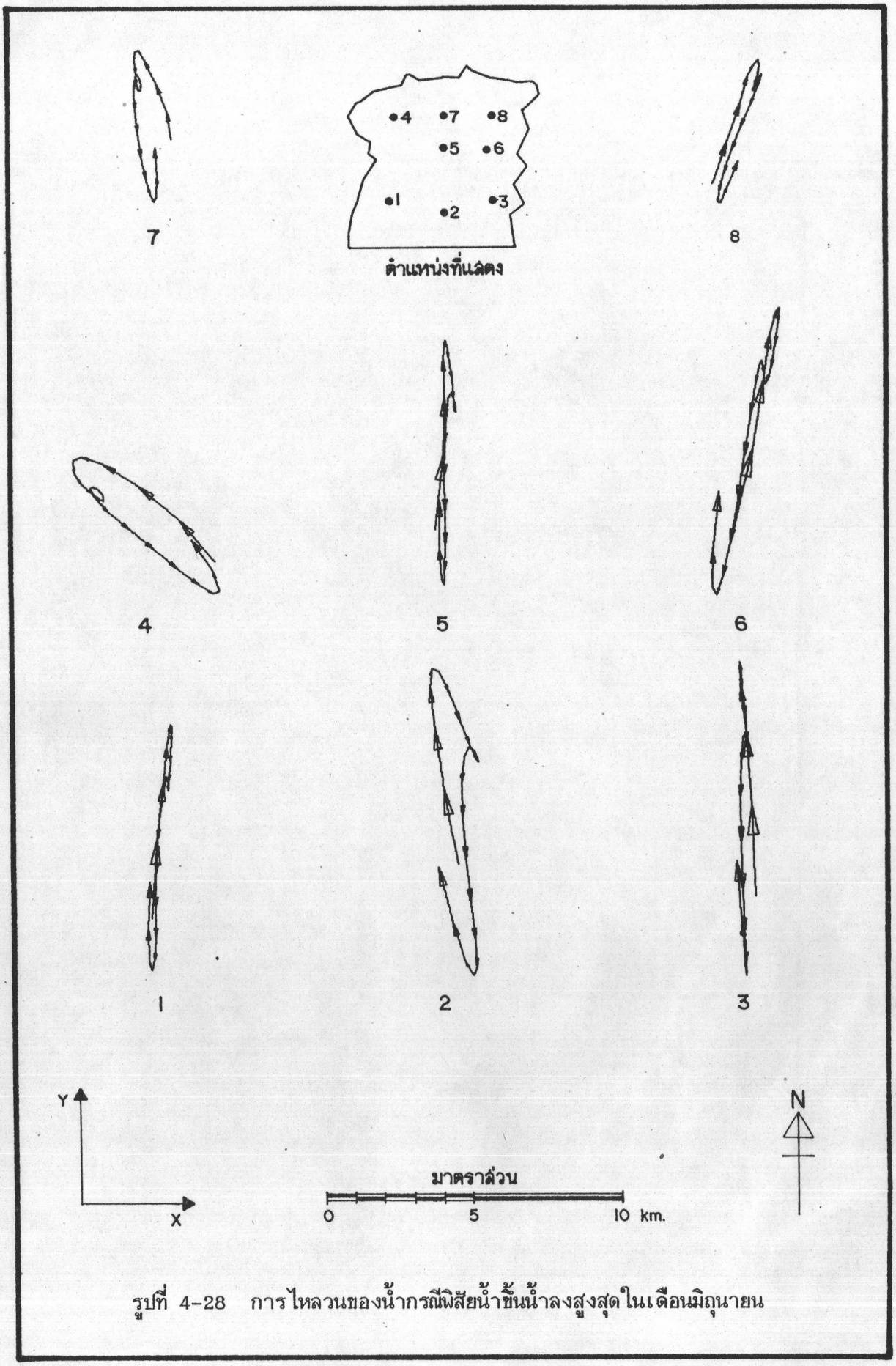
รูปที่ 4-25 การไหลวนของน้ำกรณีพิสัยน้ำขึ้นน้ำลงสูงสุดในเดือนมีนาคม



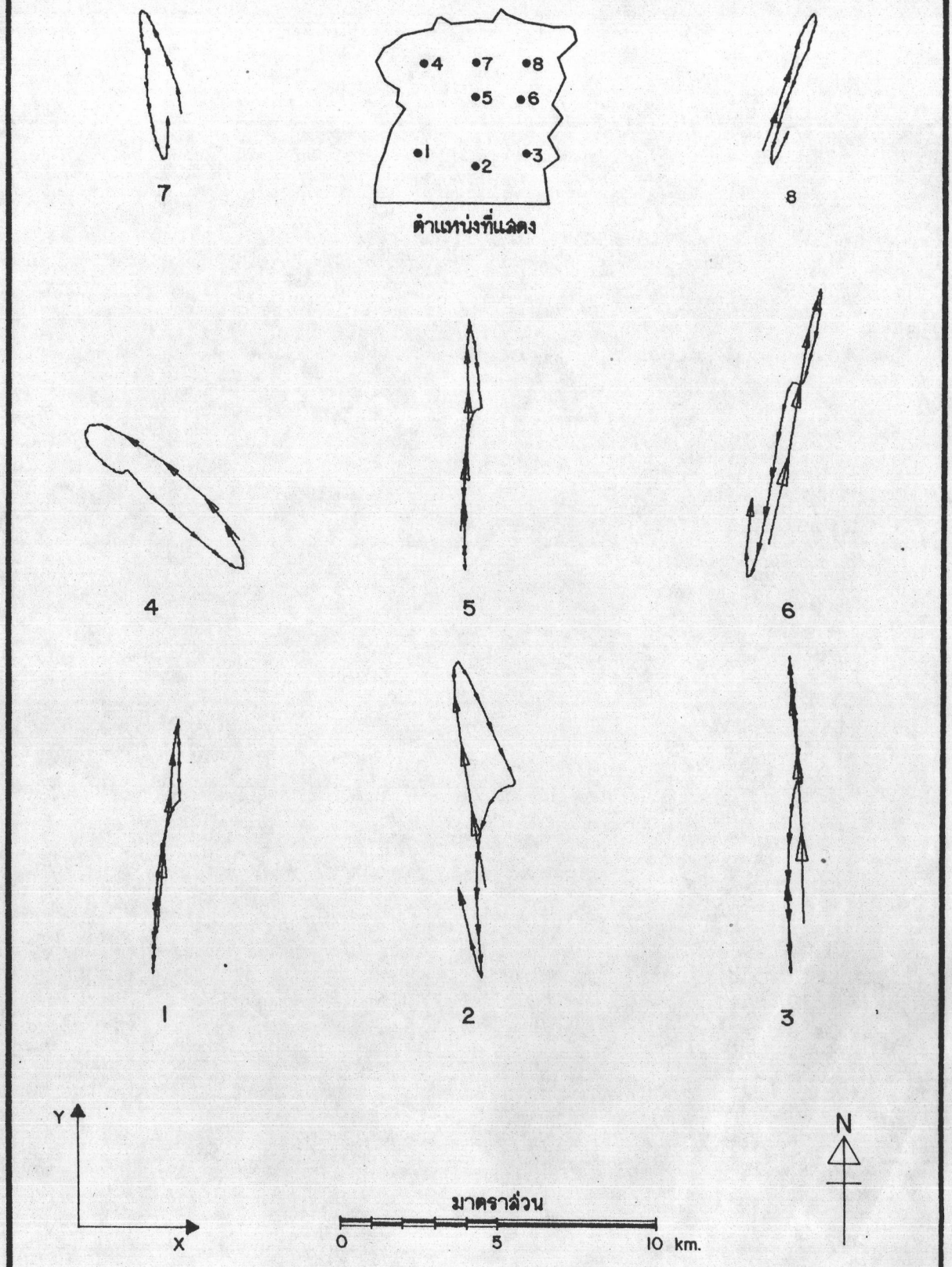
รูปที่ 4-26 การไหลวนของน้ำกรณีพิสัยน้ำขึ้นน้ำลงสูงสุดในเดือนเมษายน



รูปที่ 4-27 การไหลวนของน้ำกรณีพิสัยน้ำขึ้นน้ำลงสูงสุดในเดือนพฤษภาคม

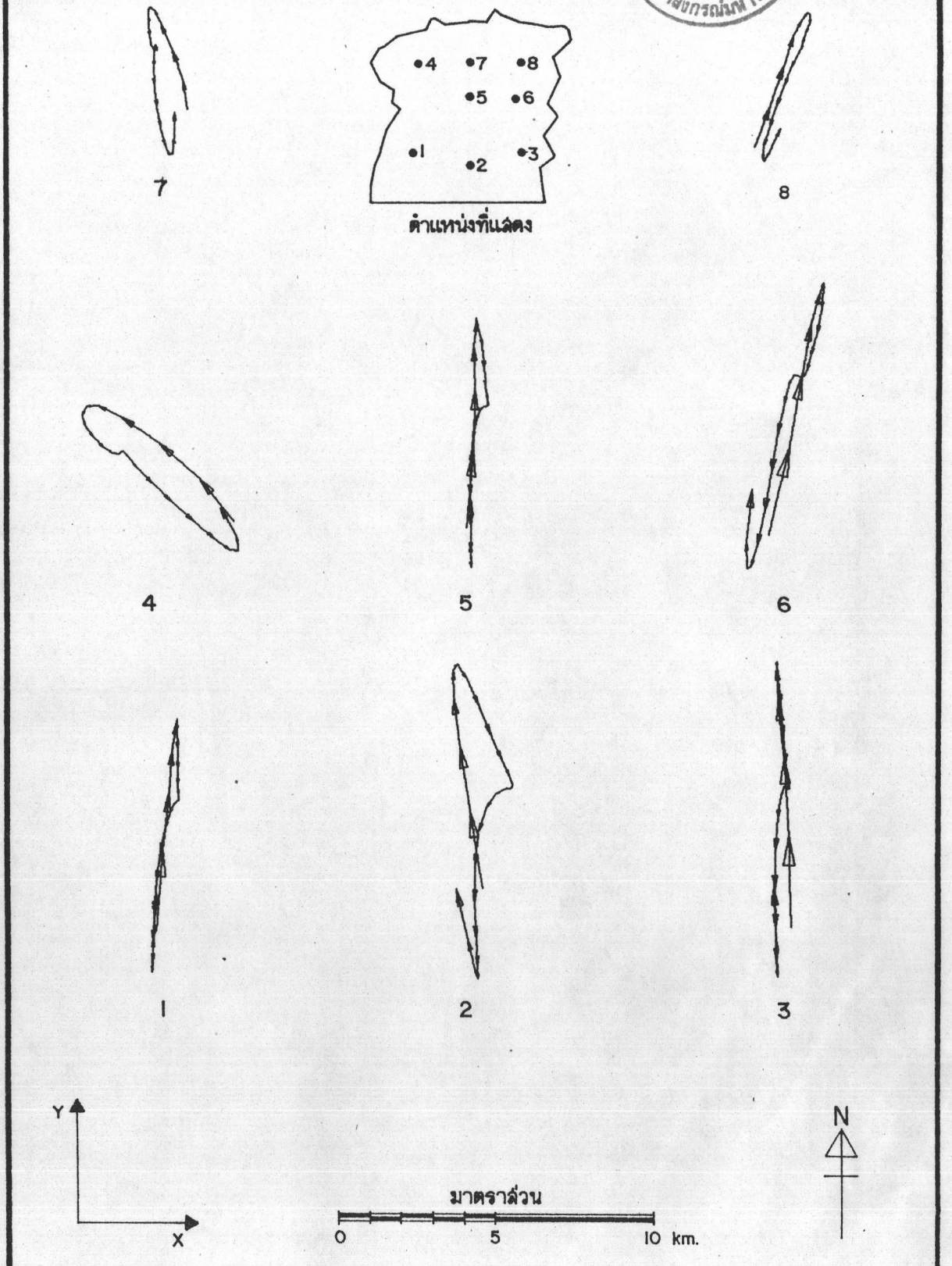


รูปที่ 4-28 การไหลวนของน้ำกรณีพิสัยน้ำขึ้นน้ำลงสูงสุดในเดือนมิถุนายน

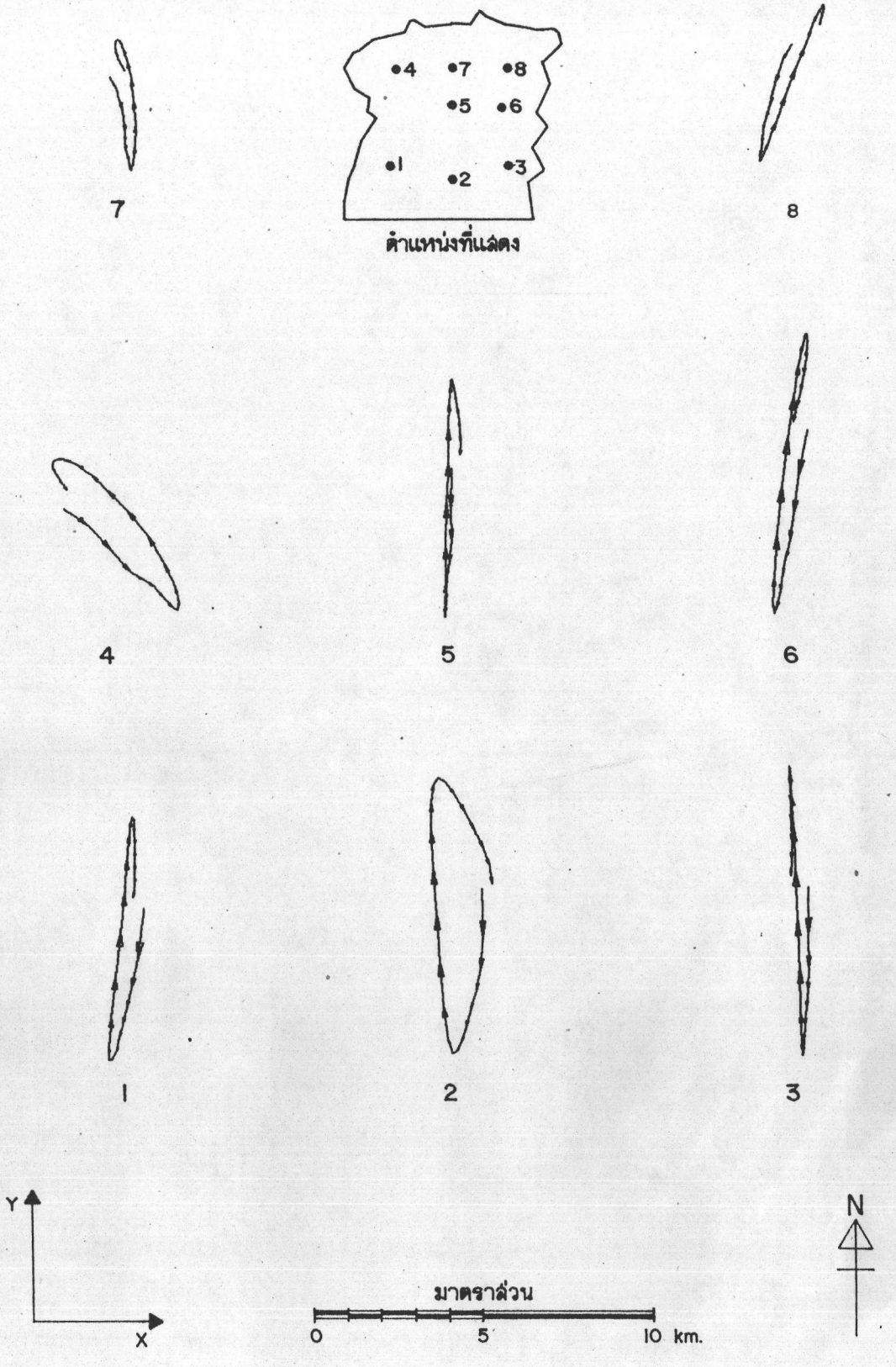


รูปที่ 4-29 การไหลวนของน้ำกรณีพิสัยน้ำขึ้นน้ำลงสูงสุดในเดือนกรกฎาคม

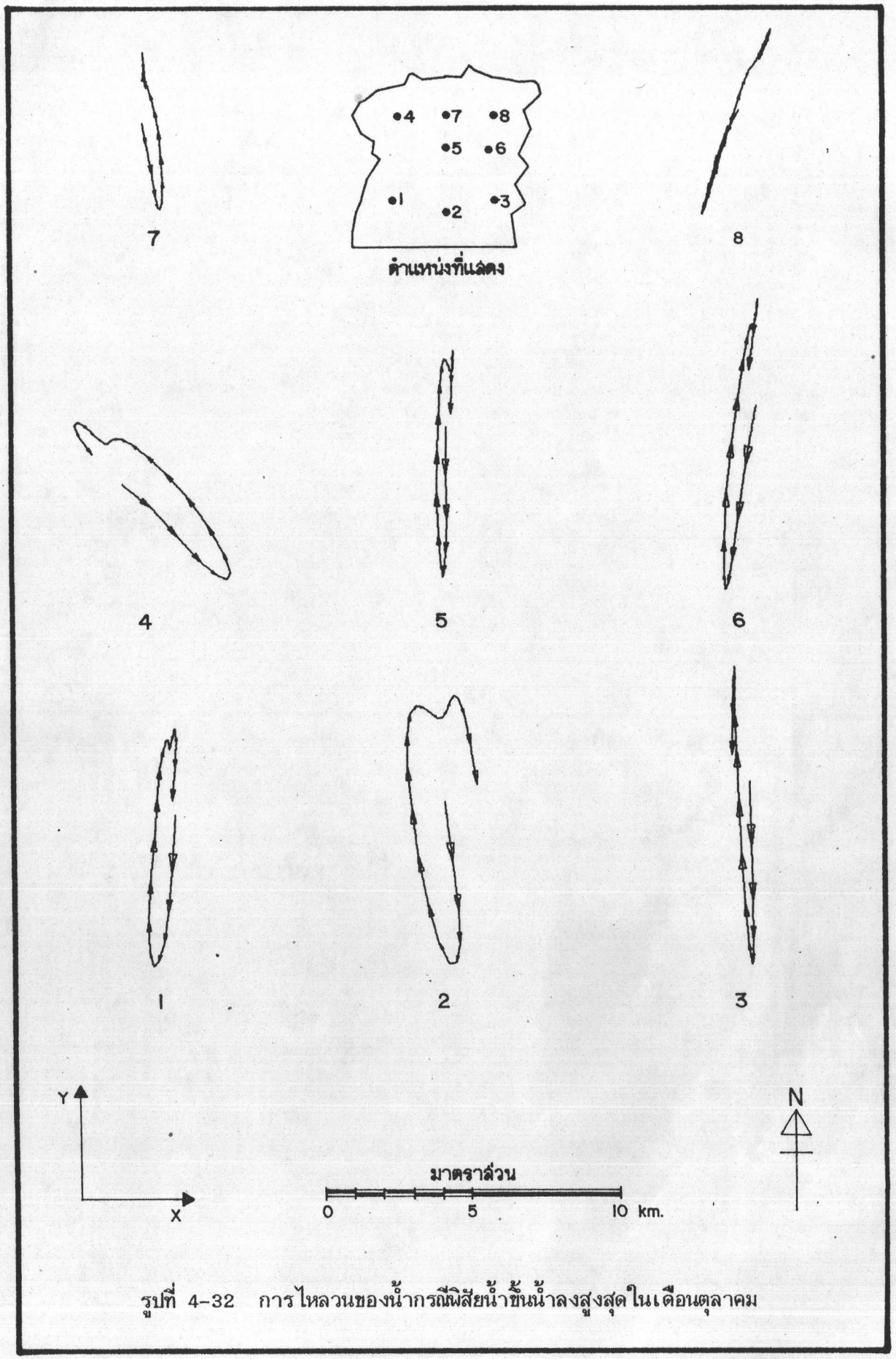
หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



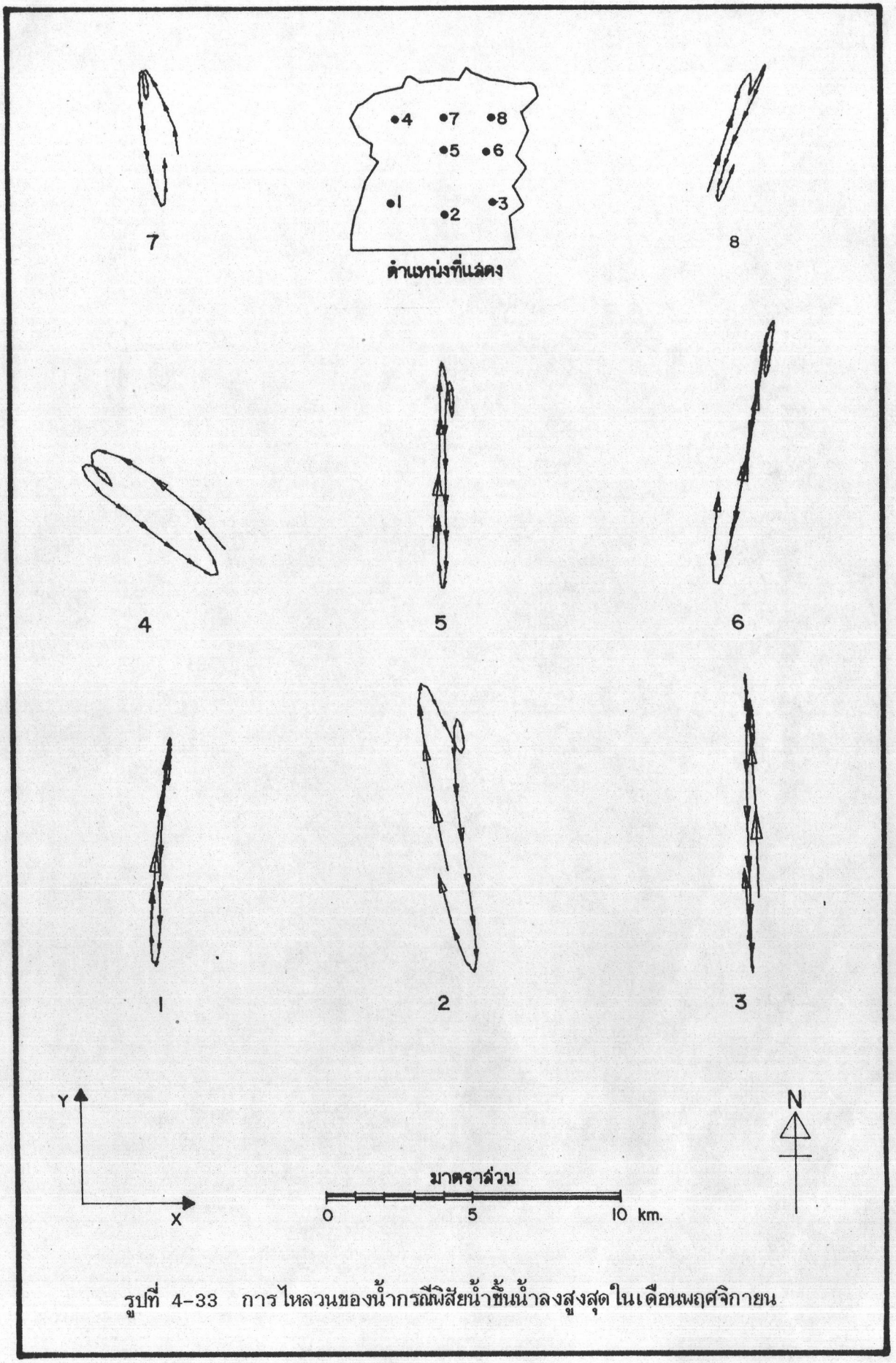
รูปที่ 4-3Ø การไหลวนของน้ำกรณีพิสัยน้ำขึ้นน้ำลงสูงสุดในเดือนสิงหาคม



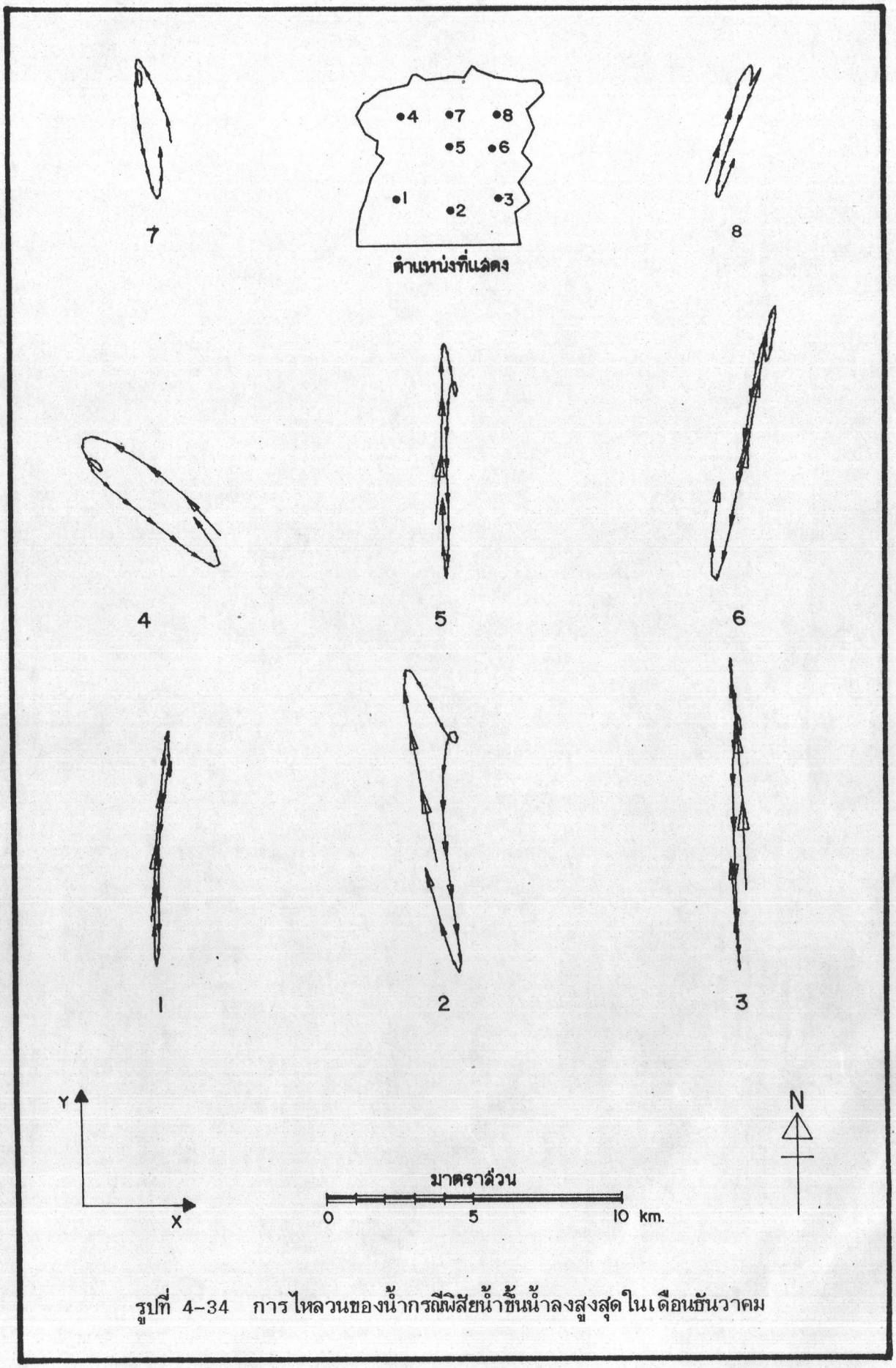
รูปที่ 4-31 การไหลวนของน้ำกรณีพิสัยน้ำขึ้นน้ำลงสูงสุดในเดือนกันยายน



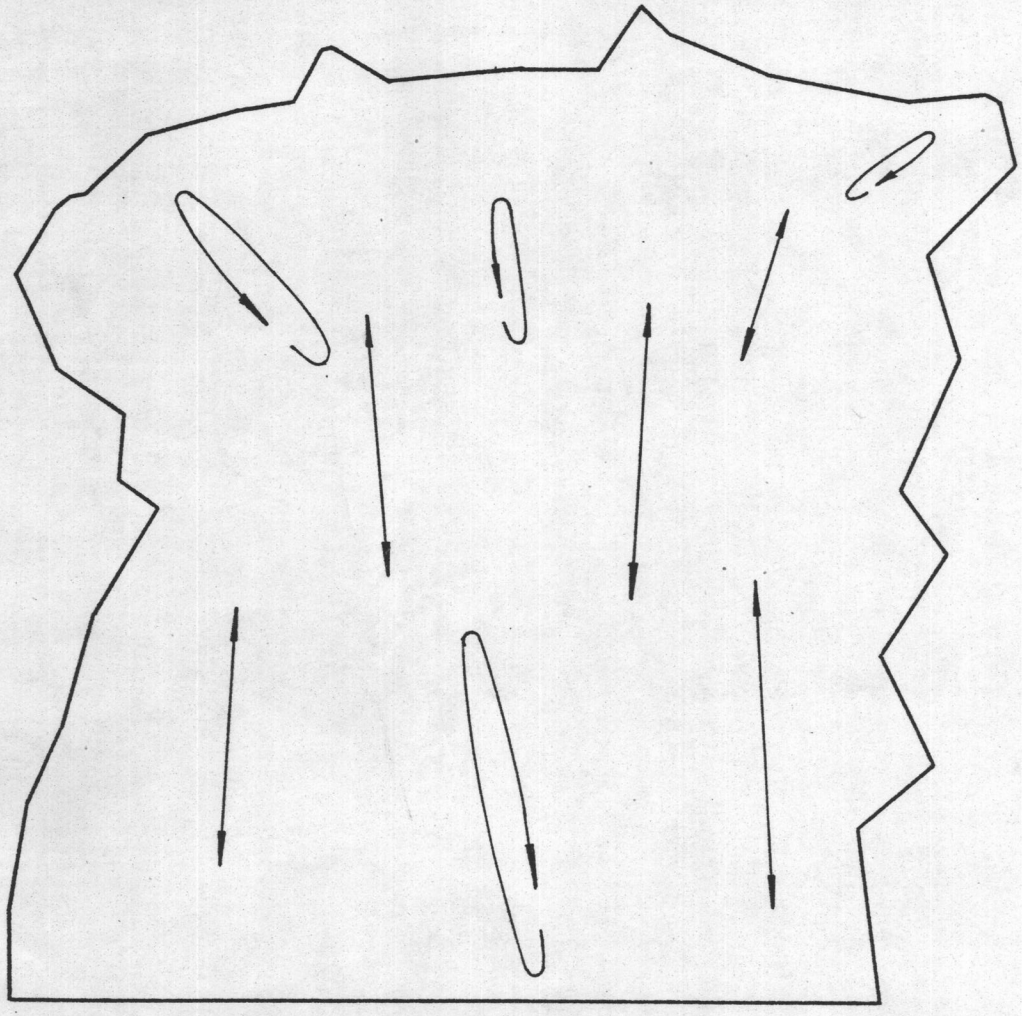
รูปที่ 4-32 การไหลวนของน้ำกรณีพิสัยน้ำขึ้นน้ำลงสูงสุดในเดือนตุลาคม



รูปที่ 4-33 การไหลวนของน้ำกรณีพิสัยน้ำขึ้นน้ำลงสูงสุดในเดือนพฤศจิกายน



รูปที่ 4-34 การไหลวนของน้ำกรณีพิสัยน้ำขึ้นน้ำลงสูงสุดในเดือนธันวาคม



รูปที่ 4-35 ลักษณะการไหลวนของน้ำทะเล กรณีพิสัยน้ำขึ้นน้ำลงสูงสุด