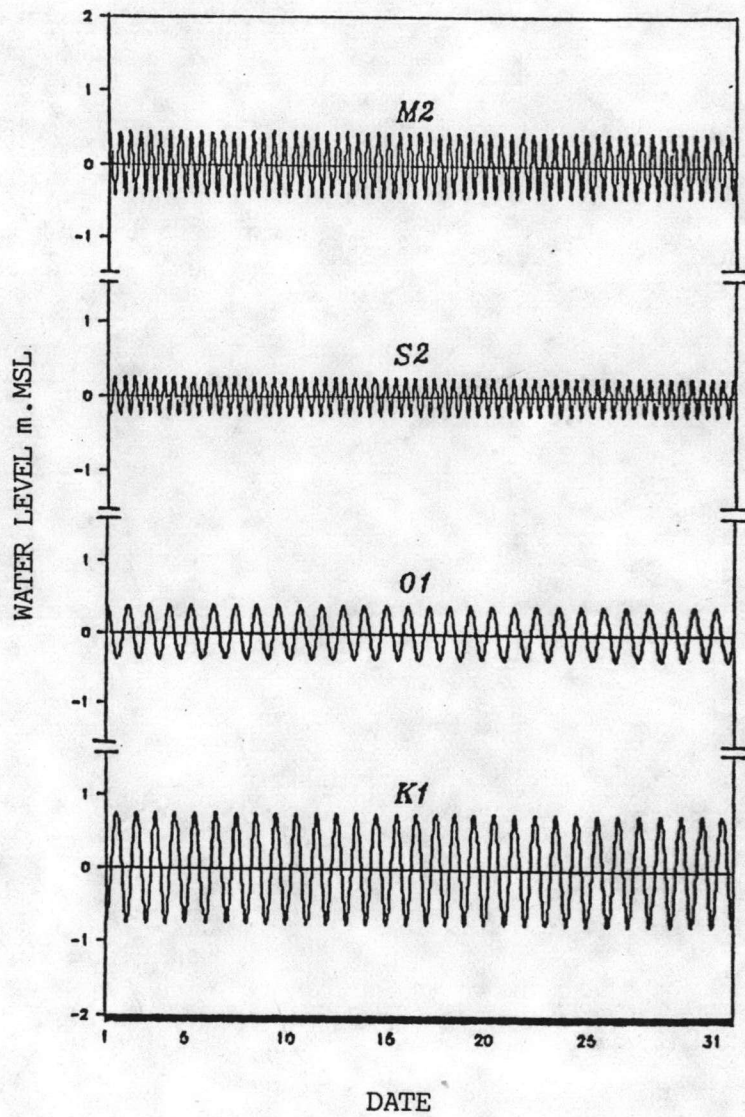


ผลการวิเคราะห์ข้อมูลวัตุจริง

ในบทนี้ จะเป็นผลการศึกษาวิเคราะห์ข้อมูลวัตุจริงในสนาม ซึ่งประกอบด้วยผลการวิเคราะห์ลักษณะน้ำขึ้นน้ำลงที่สมุทรปราการ สถิติปริมาณน้ำที่ปล่อยลงมาจากเขื่อน และผลการวิเคราะห์ปริมาณความเค็มจากข้อมูลวัตุจริง ดังมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

4.1 ผลการวิเคราะห์น้ำขึ้นน้ำลงที่สมุทรปราการ

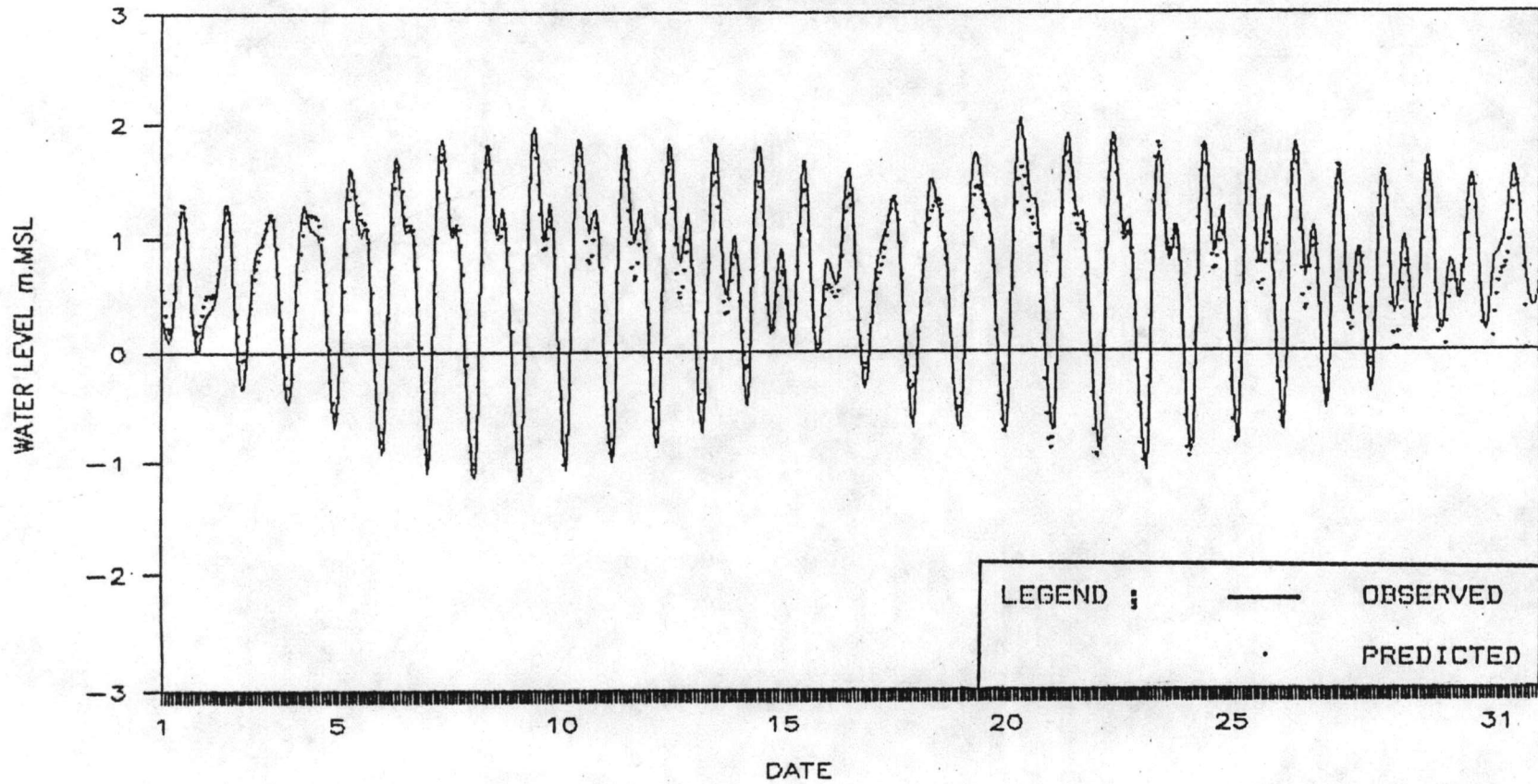
ในการวิเคราะห์น้ำขึ้นน้ำลงที่สมุทรปราการ เพื่อให้รู้ลักษณะของน้ำขึ้นน้ำลงในแต่ละเดือน ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญในการเข้าใจการแพร่ของน้ำเค็มเข้าแม่น้ำเจ้าพระยาในแต่ละช่วงเวลาในการศึกษาค้นคว้าได้ใช้ข้อมูล ระหว่างปี พ.ศ. 2500-2528 ในช่วงเดือนธันวาคมถึงพฤษภาคม โดยใช้องค์ประกอบน้ำขึ้นน้ำลง 4 องค์ประกอบคือ องค์ประกอบน้ำขึ้นน้ำลงชนิดน้ำคู่ M_2 และ S_2 และองค์ประกอบน้ำขึ้นน้ำลงชนิดน้ำเดี่ยว K_1 และ O_1 แล้วใช้ข้อมูลระดับน้ำรายชั่วโมงที่ได้จากการวัดจริงที่สมุทรปราการคำนวณด้วยวิธีฮาร์โมนิกน้ำขึ้นน้ำลง จากการวิเคราะห์พบว่าในแต่ละเดือน ค่าแอมพลิจูดน้ำขึ้นน้ำลงของแต่ละองค์ประกอบน้ำขึ้นน้ำลงในปีต่าง ๆ มีค่าไม่เปลี่ยนแปลงมากนักและค่อนข้างคงที่ ผลการคำนวณระดับน้ำโดยวิธีฮาร์โมนิกน้ำขึ้นน้ำลงนี้ ยังให้ค่าใกล้เคียงกับค่าวัดจริง ดังเช่น ในเดือนมกราคม 2528 ผลคำนวณองค์ประกอบน้ำขึ้นน้ำลง 4 องค์ประกอบได้ค่าดังรูปที่ 4-1 เมื่อนำค่า 4 องค์ประกอบนี้มารวมเข้ากับระยะจากระดับน้ำเฉลี่ยถึงระดับน้ำทะเลปานกลาง (a_0) จะได้ผลการคำนวณระดับน้ำ ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบผลคำนวณระดับน้ำกับค่าวัดจริง จะเห็นได้ว่ามีค่าใกล้เคียงกัน โดยมีความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน 0.19 เมตร ดังรูปที่ 4-2 (รายละเอียดของผลคำนวณแอมพลิจูดน้ำขึ้นน้ำลง มุมเฟสระยะซัด (a_0) และความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน ในช่วงเดือนธันวาคมถึงพฤษภาคม แสดงในตารางที่ ก-1-1 ถึง ก-1-7 และรูปที่ ก-1-1 ถึง ก-1-11)



รูปที่ 4-1 ระดับน้ำรายชั่วโมงของ 4 องค์ประกอบน้ำขึ้นน้ำลงที่สมุทรปราการ
เดือนมกราคม พ.ศ. 2528.

JANUARY 2528

4 CONSTITUENTS

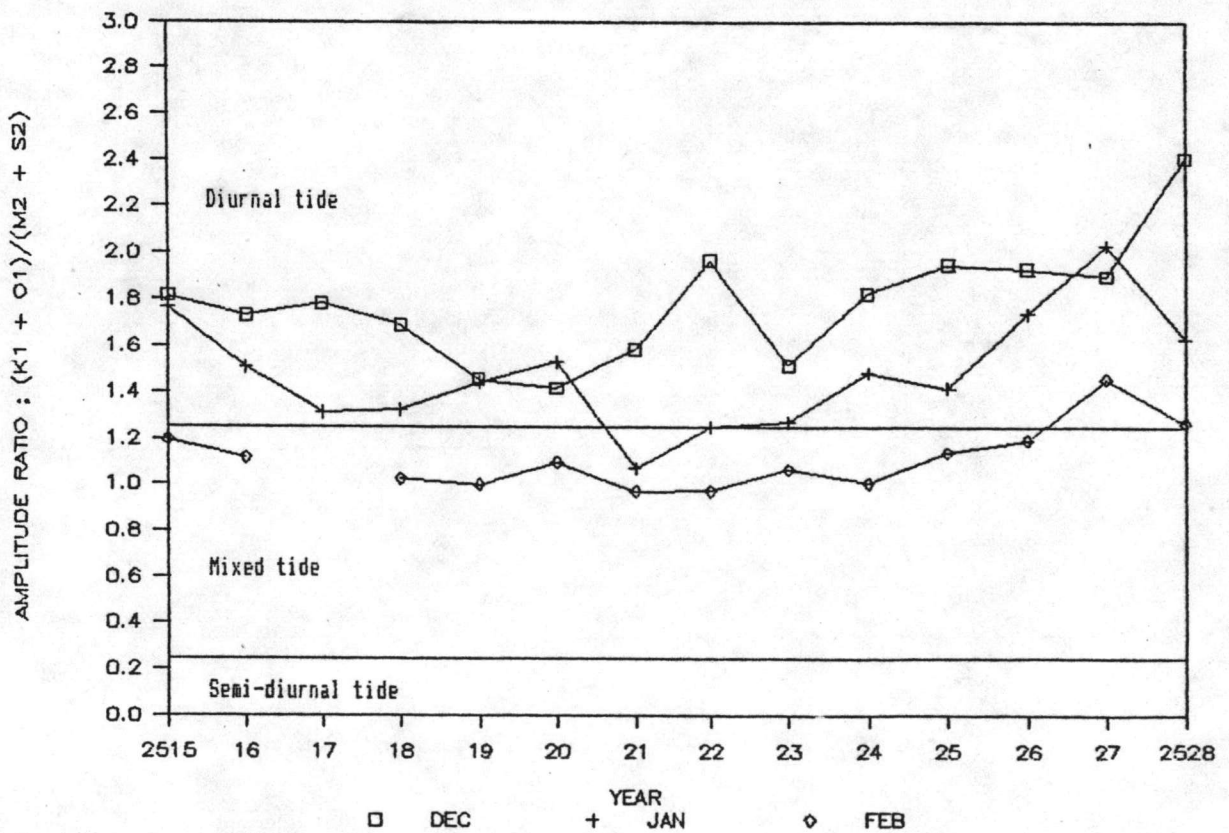
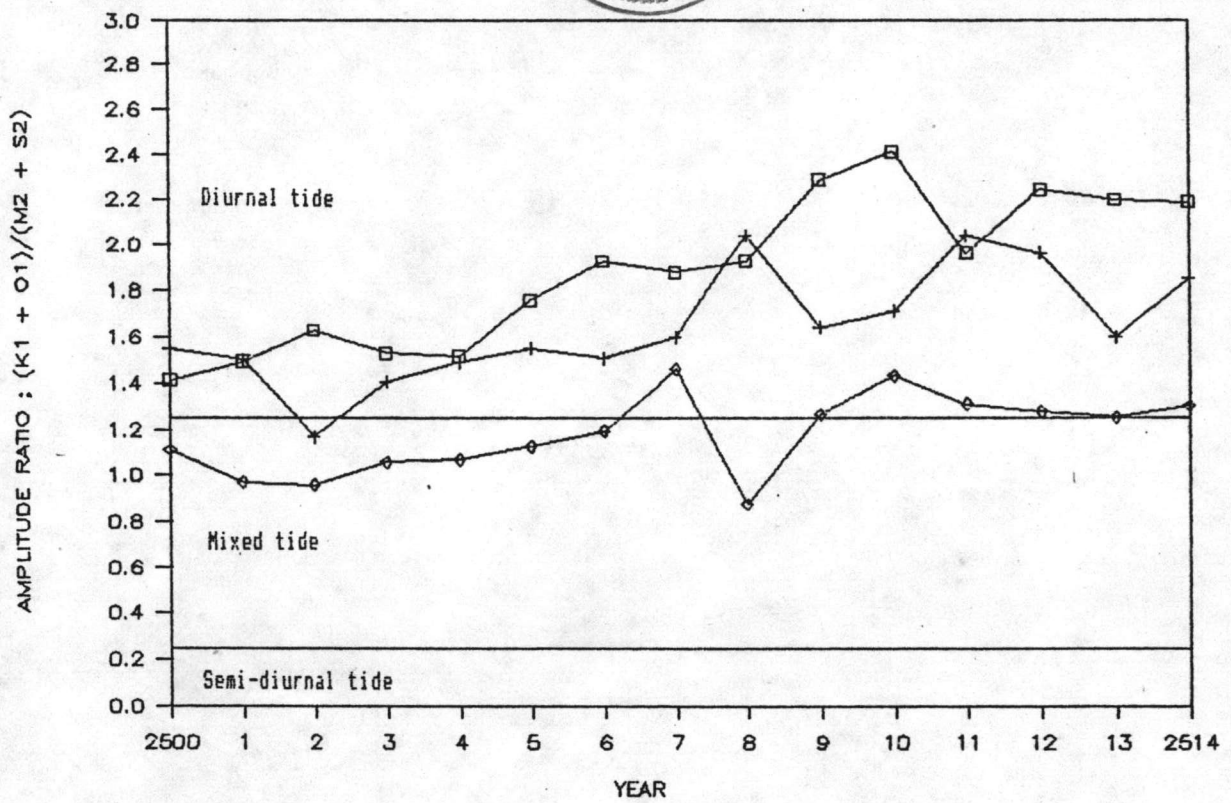


รูปที่ 4-2 เปรียบเทียบผลคำนวณระดับน้ำกับค่าวัดจริงในเดือนมกราคม พ.ศ. 2528

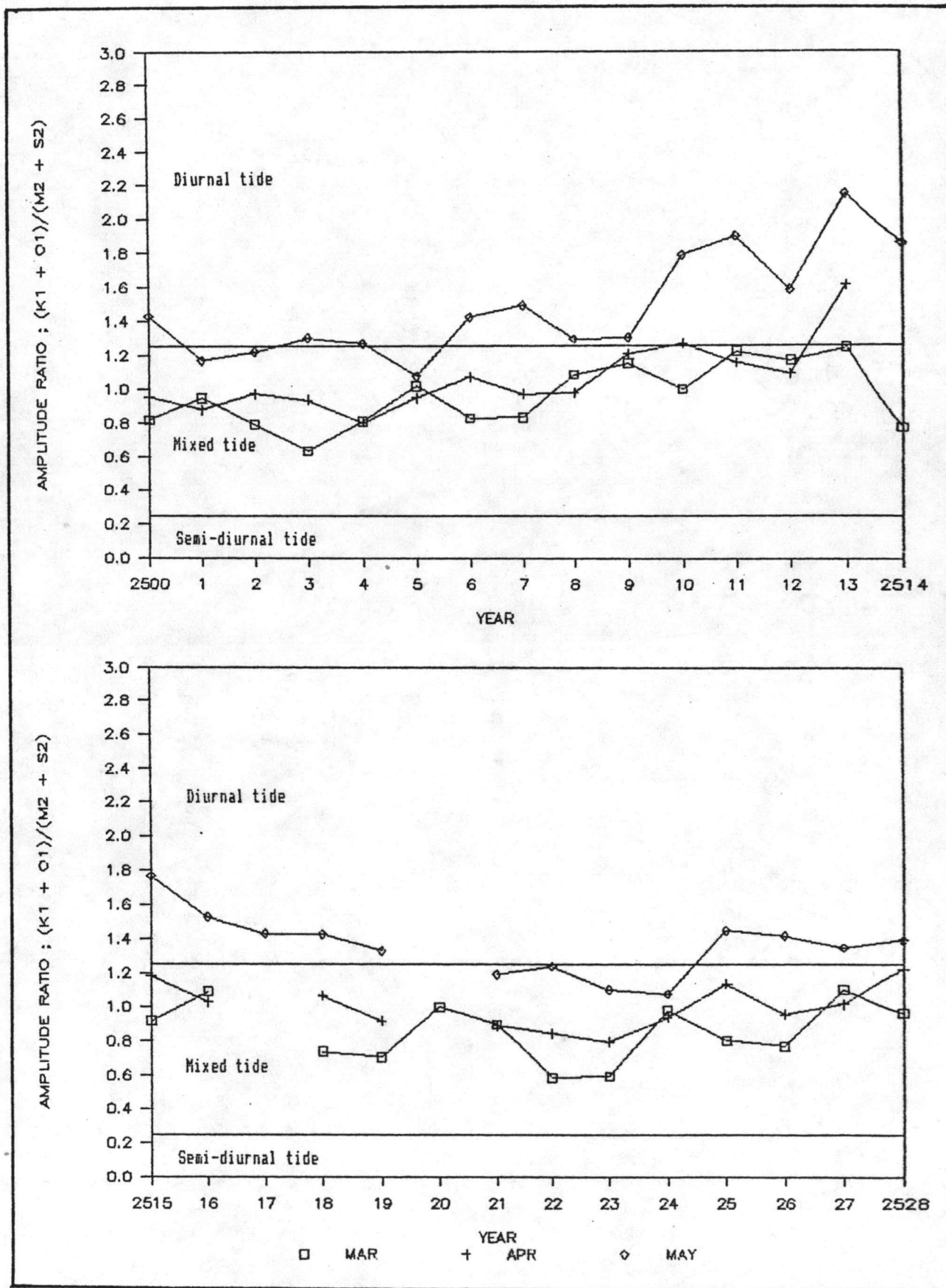
ชนิดน้ำขึ้นน้ำลงสามารถแบ่งได้จากอัตราส่วนแอมพลิจูด $(K_1 + O_1)/(M_2 + S_2)$ การศึกษาครั้งนี้ พบว่าในเดือนธันวาคม มกราคม และพฤษภาคม ลักษณะน้ำขึ้นน้ำลงที่สมุทรปราการ โดยทั่วไปจะเป็นชนิดน้ำเดี่ยว (diurnal tide) ในขณะที่ในเดือนกุมภาพันธ์ถึง เมษายน ลักษณะน้ำขึ้นน้ำลงโดยทั่วไปจะเป็นชนิดน้ำผสม (mixed tide) คือ มีน้ำขึ้นน้ำลงชนิดน้ำเดี่ยวและชนิดน้ำคู่ (semi-diurnal tide) ปะปนผสมกันอยู่ ผลการวิเคราะห์แสดงอยู่ ดังรูปที่ 4-3 และรูปที่ 4-4 (รายละเอียดของผลคำนวณ แสดงในตารางที่ ก-2-1 ถึง ก-2-3) ข้อสรุปจากการวิเคราะห์ครั้งนี้ คือ น้ำขึ้นน้ำลงของแต่ละเดือนจะเกิดในลักษณะที่คล้ายกันทั้งชนิด และขนาดของแอมพลิจูดของน้ำขึ้นน้ำลงในแต่ละองค์ประกอบทุกปี ซึ่งในแต่ละเดือนจะเกิดน้ำขึ้นน้ำลงที่เป็นน้ำเกิด (spring tide) 2 ครั้ง และน้ำตาย (neap tide) 2 ครั้ง ซึ่งจากการวิเคราะห์ข้อมูลตั้งแต่ปี พ.ศ. 2500 ถึง พ.ศ. 2528 ในช่วงเดือนธันวาคมถึง พฤษภาคม พบว่า พิสัยน้ำขึ้นน้ำลง (Tidal Range) ซึ่งเป็นผลต่างของระดับน้ำขึ้นสูงสุด ในรอบวัน (High water) และระดับน้ำลงต่ำสุดในรอบวันเดียวกัน (Low water) ในช่วงน้ำเกิดจะมีพิสัยน้ำขึ้นน้ำลงสูงสุด 3.06 เมตร คือในวันที่ 18 มกราคม 2516 และน้ำตายจะมีพิสัยน้ำขึ้นน้ำลงมากที่สุด 2.02 เมตร คือในวันที่ 20 มีนาคม 2513 ข้อมูลพิสัยน้ำขึ้นน้ำลงสูงสุด และต่ำสุดของช่วงน้ำเกิดและน้ำตายรายเดือน สรุปไว้ในตารางที่ 4-1 และตารางที่ 4-2

4.2 สถิติปริมาณน้ำที่ปล่อยลงมาจากเขื่อน

ในปัจจุบันนี้ กรมชลประทานได้ใช้การปล่อยน้ำจากเขื่อนคานเหนือหน้า เพื่อควบคุมปริมาณความเค็มในแม่น้ำเจ้าพระยา จากข้อมูลทางสถิติพบว่า ปริมาณน้ำที่ไหลผ่านอำเภอบางไทร จังหวัดอยุธยา ในช่วงฤดูแล้งจะหาได้จากผลรวมของอัตราการไหลจากเขื่อนเจ้าพระยา เขื่อนพระราม 6 และประตูระบายน้ำผักไห่ โดยที่อัตราการไหลจากเขื่อนเจ้าพระยามีปริมาณมากกว่าอัตราการไหลจากเขื่อนพระราม 6 และจากประตูระบายน้ำผักไห่ ปริมาณการไหลดังกล่าว ยังเป็นผลมาจากการพัฒนาแหล่งน้ำบริเวณต้นน้ำอีกด้วย จากข้อมูลวัฏจักรที่ผ่านมา พบว่า ในช่วงเดือนธันวาคมถึงพฤษภาคม ปริมาณน้ำเฉลี่ยรายเดือนในช่วงปี พ.ศ. 2500 ถึง พ.ศ. 2506 มีปริมาณน้อย หลังจากมีเขื่อนเจ้าพระยาในปี พ.ศ. 2500 แล้วก็ตาม และเมื่อมีเขื่อนภูมิพลในปี พ.ศ. 2507 และเขื่อนสิริกิติ์ ในปี พ.ศ. 2514 ปริมาณน้ำเฉลี่ยในช่วงปี พ.ศ. 2507-2513



รูปที่ 4-3 ชนิดของน้ำขึ้นน้ำลงในเดือนธันวาคมถึงกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2500-พ.ศ. 2528



รูปที่ 4-4 ชนิดของน้ำขึ้นน้ำลงในเดือนมีนาคมถึงพฤษภาคม พ.ศ. 2500-พ.ศ. 2528

YEAR	DEC				JAN				FEB				
	DATE	H.W.	L.W.	TIDAL RANGE m	DATE	H.W.	L.W.	TIDAL RANGE m	DATE	H.W.	L.W.	TIDAL RANGE m	
2500	25	1.21	-1.43	2.64	17	1.43	-1.37	2.80	14	1.17	-1.30	2.47	
2501	9	0.80	-1.36	2.16	9	1.26	-1.42	2.68	5	1.16	-1.38	2.54	
2502	6	1.69	-1.22	2.91	10	1.41	-1.33	2.74	8	1.16	-1.30	2.46	
2503	6	1.36	-1.27	2.63	1	1.40	-1.38	2.78	24	1.14	-1.16	2.30	
2504	24	1.48	-1.38	2.86	6	1.53	-1.10	2.63	15	1.54	-1.24	2.78	
2505	15	1.40	-1.47	2.87	10	1.54	-1.00	2.54	7	1.27	-1.50	2.77	
2506	26	1.28	-1.61	2.89	10	1.18	-1.34	2.52	24	1.38	-1.18	2.56	
2507	21	1.48	-1.50	2.98	17	1.18	-1.48	2.66	14	1.46	-1.10	2.56	
2508	11	1.47	-1.53	3.00	19	1.38	-1.42	2.80	1	1.35	-1.36	2.71	
2509	14	1.60	-1.30	2.90	9	1.42	-1.43	2.85	6	1.34	-1.44	2.78	
2510	2	1.35	-1.55	2.90	10	1.56	-1.24	2.80	9	1.34	-1.31	2.65	
2511	21	1.50	-1.52	3.02	16	1.42	-1.26	2.68	1	1.34	-1.34	2.68	
2512	10	1.79	-1.18	2.97	19	1.64	-1.36	3.00	15	1.36	-1.35	2.71	
2513	1	1.04	-1.20	2.24	9	1.71	-1.29	3.00	6	1.67	-1.15	2.82	
2514	5	1.66	-1.30	2.96	14	1.48	-1.40	2.88	24	1.50	-1.16	2.66	
2515	23	1.65	-1.32	2.97	1	1.60	-1.40	3.00	1	1.42	-1.26	2.68	
2516	14	1.75	-1.20	2.95	18	1.56	-1.50	3.06	5	1.30	-1.20	2.50	
2517	15	1.70	-1.10	2.80	10	1.52	-1.45	2.97	-	-	-	-	
2518	4	1.82	-1.00	2.82	1	1.68	-1.30	2.98	10	1.46	-1.21	2.67	
2519	23	1.75	-1.00	2.75	20	1.51	-1.25	2.76	15	1.45	-1.27	2.72	
2520	15	1.47	-1.23	2.70	6	1.68	-0.74	2.42	16	1.68	-0.54	2.22	
2521	4	1.62	-1.20	2.82	12	1.43	-1.29	2.72	9	1.56	-1.12	2.68	
2522	6	1.67	-0.96	2.63	1	1.68	-1.26	2.94	26	1.40	-1.26	2.66	
2523	25	1.91	-0.83	2.74	20	1.62	-1.01	2.63	17	1.66	-0.91	2.57	
2524	29	1.76	-1.00	2.76	10	1.64	-0.94	2.58	19	1.52	-1.09	2.61	
2525	30	1.63	-1.13	2.76	12	1.90	-1.00	2.90	9	1.79	-0.97	2.76	
2526	24	1.94	-0.61	2.55	1	1.86	-1.13	2.99	15	1.82	-0.80	2.62	
2527	25	1.84	-0.91	2.75	19	1.73	-1.10	2.83	19	1.78	-0.61	2.39	
2528	15	2.09	-0.77	2.86	9	1.97	-1.08	3.05	5	1.83	-0.88	2.71	
MAXIMUM TIDAL RANGE =				3.02 m					3.06 m	2.82 m			
AVERAGE TIDAL RANGE =				2.79 m					2.80 m	2.62 m			
MINIMUM TIDAL RANGE =				2.16 m					2.42 m	2.22 m			

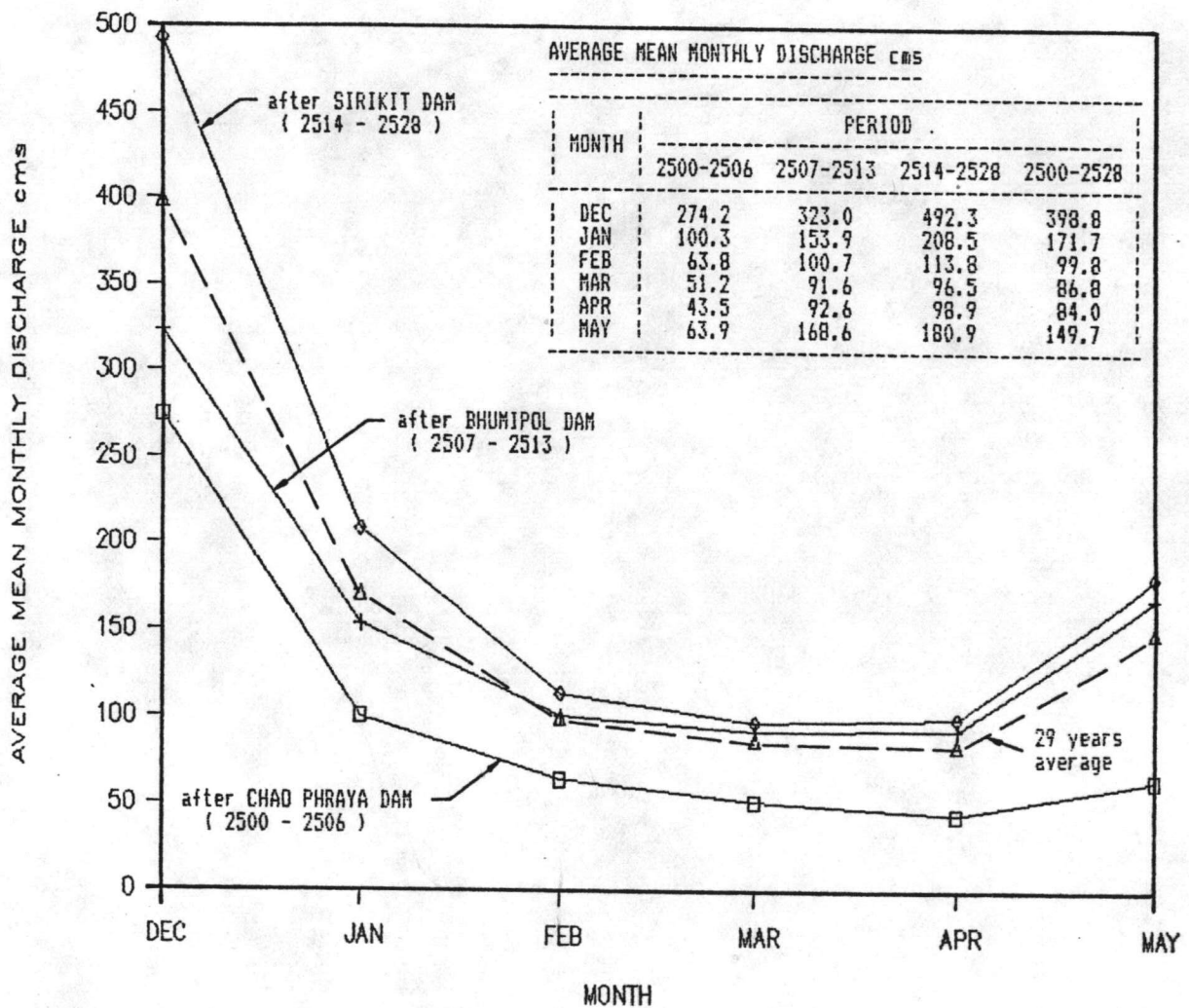
YEAR	MAR				APR				MAY				
	DATE	H.W.	L.W.	TIDAL RANGE m	DATE	H.W.	L.W.	TIDAL RANGE m	DATE	H.W.	L.W.	TIDAL RANGE m	
2500	20	0.90	-1.34	2.24	19	1.28	-1.34	2.62	16	1.18	-1.60	2.78	
2501	10	1.14	-1.06	2.20	24	1.08	-1.40	2.48	6	1.35	-1.44	2.79	
2502	29	0.97	-1.22	2.19	24	1.26	-1.21	2.47	26	1.31	-1.42	2.73	
2503	20	1.07	-1.22	2.29	15	1.24	-1.35	2.59	15	1.42	-1.42	2.84	
2504	1	1.54	-1.00	2.54	6	0.90	-1.26	2.16	6	1.38	-1.50	2.88	
2505	5	1.24	-1.14	2.38	9	0.97	-1.27	2.24	24	1.16	-1.36	2.52	
2506	8	1.22	-1.06	2.28	27	1.38	-1.35	2.73	26	1.28	-1.61	2.89	
2507	16	1.16	-0.89	2.05	17	1.22	-1.22	2.44	13	1.47	-1.28	2.75	
2508	16	1.32	-1.18	2.50	20	1.30	-1.32	2.62	5	1.34	-1.47	2.81	
2509	6	1.33	-1.30	2.63	24	1.36	-1.06	2.42	24	1.40	-1.39	2.79	
2510	9	1.30	-1.10	2.40	29	1.31	-1.44	2.75	26	1.32	-1.60	2.92	
2511	20	1.00	-1.34	2.34	16	1.46	-1.35	2.81	16	1.43	-1.55	2.98	
2512	15	1.41	-1.10	2.51	21	1.32	-1.32	2.64	5	1.45	-1.53	2.98	
2513	7	1.40	-1.16	2.56	24	1.52	-1.37	2.89	24	1.40	-1.50	2.90	
2514	29	1.34	-1.16	2.50	-	-	-	-	26	1.48	-1.52	3.00	
2515	20	1.31	-1.33	2.64	16	1.14	-1.25	2.39	17	1.30	-1.60	2.90	
2516	16	1.20	-0.82	2.02	23	1.38	-1.49	2.87	4	1.44	-1.35	2.79	
2517	-	-	-	-	-	-	-	-	9	1.46	-1.48	2.94	
2518	31	1.22	-1.34	2.56	15	1.63	-1.23	2.86	29	1.48	-1.41	2.89	
2519	19	1.32	-1.18	2.50	18	1.30	-1.32	2.62	17	1.54	-1.44	2.98	
2520	6	1.62	-0.41	2.03	-	-	-	-	-	-	-	-	
2521	9	1.39	-0.90	2.29	27	1.52	-1.28	2.80	9	1.56	-1.23	2.79	
2522	31	1.40	-0.80	2.20	16	1.52	-1.08	2.60	15	1.67	-1.22	2.89	
2523	1	1.48	-1.00	2.48	20	1.72	-0.86	2.58	19	1.56	-1.12	2.68	
2524	6	1.73	-0.81	2.54	25	1.63	-0.96	2.59	9	1.74	-1.20	2.94	
2525	10	1.70	-0.69	2.39	27	1.68	-1.08	2.76	27	1.80	-1.10	2.90	
2526	14	1.63	-0.72	2.35	30	1.77	-1.03	2.80	16	1.74	-1.18	2.92	
2527	15	1.74	-0.86	2.60	20	1.81	-1.06	2.87	20	1.70	-1.00	2.70	
2528	10	2.00	-0.90	2.90	10	1.78	-0.96	2.74	7	1.88	-1.10	2.98	
MAXIMUM TIDAL RANGE =				2.90 m					2.89 m	3.00 m			
AVERAGE TIDAL RANGE =				2.40 m					2.63 m	2.85 m			
MINIMUM TIDAL RANGE =				2.02 m					2.16 m	2.52 m			

ตารางที่ 4-2 พิสัยน้ำขึ้นน้ำลงต่ำสุดขณะที่เกิดน้ำตายในแต่ละเดือน ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2500-2528

YEAR	DEC				JAN				FEB					
	DATE	H.W.	L.W.	TIDAL RANGE m	DATE	H.W.	L.W.	TIDAL RANGE m	DATE	H.W.	L.W.	TIDAL RANGE m		
2500	1	0.92	-0.20	1.12	9	1.06	-0.16	1.22	25	0.83	-1.02	1.85		
2501	6	0.88	-0.42	1.30	29	0.96	-0.70	1.66	25	0.62	-1.02	1.64		
2502	26	1.06	-0.68	1.74	19	0.72	-0.78	1.50	19	0.70	-0.96	1.66		
2503	14	0.90	-0.60	1.50	24	0.89	-0.71	1.60	5	1.26	-0.44	1.70		
2504	2	1.08	-0.08	1.16	25	1.06	-0.85	1.91	26	0.97	-0.54	1.51		
2505	24	0.86	-0.76	1.62	1	1.01	-0.29	1.30	1	0.87	-0.78	1.65		
2506	4	0.88	-0.54	1.42	19	0.90	-0.36	1.26	15	0.98	-0.36	1.34		
2507	15	1.08	-0.60	1.68	8	0.96	-0.37	1.33	5	0.93	-0.40	1.33		
2508	4	0.94	-0.26	1.20	13	0.83	-0.54	1.37	8	1.22	-0.31	1.53		
2509	22	0.94	-0.64	1.58	2	0.70	-0.30	1.00	1	0.93	-0.68	1.61		
2510	10	0.92	-0.32	1.24	5	1.02	-0.28	1.30	14	0.70	-0.80	1.50		
2511	15	1.00	-0.37	1.37	6	0.84	-0.72	1.56	5	0.69	-0.31	1.00		
2512	5	1.08	-0.43	1.51	25	1.22	-0.70	1.92	8	1.04	-0.36	1.40		
2513	23	1.10	-0.55	1.65	1	1.26	-0.25	1.51	1	1.45	-0.29	1.74		
2514	11	1.07	-0.14	1.21	5	1.20	-0.29	1.49	2	0.83	-0.40	1.23		
2515	14	1.25	-0.06	1.31	10	1.06	-0.56	1.62	9	0.94	-0.90	1.84		
2516	5	1.16	-0.46	1.62	11	1.27	-0.32	1.59	28	0.88	-0.60	1.48		
2517	25	1.00	-0.64	1.64	1	1.30	-0.30	1.60	-	-	-	-		
2518	14	1.06	-0.28	1.34	5	1.32	-0.17	1.49	21	1.28	-0.15	1.43		
2519	1	1.22	-0.22	1.44	9	1.29	-0.08	1.37	10	1.10	-0.68	1.78		
2520	6	1.20	-0.02	1.22	1	1.12	-0.17	1.29	20	0.84	-0.45	1.29		
2521	9	1.33	-0.12	1.45	5	1.23	-0.42	1.65	18	1.22	-0.33	1.55		
2522	15	1.22	-0.18	1.40	24	1.18	-0.46	1.64	18	0.97	-0.26	1.23		
2523	2	1.29	-0.21	1.50	25	1.47	-0.38	1.85	8	0.98	-0.07	1.05		
2524	9	1.25	-0.72	1.97	1	1.07	-0.35	1.42	28	1.11	-0.27	1.38		
2525	24	1.51	-0.07	1.58	20	1.21	-0.22	1.43	18	1.34	-0.12	1.46		
2526	14	1.41	-0.06	1.47	23	1.33	-0.20	1.53	5	0.85	-0.09	0.94		
2527	17	1.65	-0.06	1.71	28	1.47	-0.32	1.79	10	1.10	-0.40	1.50		
2528	22	1.50	-0.07	1.57	1	1.25	-0.10	1.35	1	1.58	-0.28	1.86		
MAXIMUM TIDAL RANGE =				1.97 m	AVERAGE TIDAL RANGE =				1.92 m	MINIMUM TIDAL RANGE =				1.86 m
AVERAGE TIDAL RANGE =				1.47 m	MINIMUM TIDAL RANGE =				1.50 m	MAXIMUM TIDAL RANGE =				1.48 m
MINIMUM TIDAL RANGE =				1.12 m	MAXIMUM TIDAL RANGE =				1.00 m	AVERAGE TIDAL RANGE =				0.94 m

YEAR	MAR				APR				MAY					
	DATE	H.W.	L.W.	TIDAL RANGE m	DATE	H.W.	L.W.	TIDAL RANGE m	DATE	H.W.	L.W.	TIDAL RANGE m		
2500	26	0.78	-0.60	1.38	25	0.70	-0.51	1.21	24	0.83	-0.58	1.41		
2501	1	0.57	-1.02	1.59	30	0.79	-0.38	1.17	2	0.59	-0.44	1.03		
2502	20	0.79	-0.73	1.52	20	0.95	-0.33	1.28	2	0.98	-0.43	1.41		
2503	8	0.57	-0.87	1.44	24	1.00	-0.91	1.91	21	0.82	-0.77	1.59		
2504	30	0.95	-0.08	1.03	25	0.82	-0.70	1.52	3	0.70	-0.59	1.29		
2505	15	0.70	-0.87	1.57	14	0.80	-0.72	1.52	1	0.98	-0.30	1.28		
2506	2	0.83	-0.34	1.17	20	0.94	-0.90	1.84	20	0.87	-0.73	1.60		
2507	7	0.56	-1.16	1.72	7	0.80	-1.12	1.92	21	0.62	-0.70	1.32		
2508	27	0.82	-1.04	1.86	28	1.00	-0.50	1.50	27	0.67	-0.70	1.37		
2509	16	0.88	-0.82	1.70	16	0.99	-0.56	1.55	16	0.50	-0.64	1.14		
2510	14	1.02	-0.64	1.66	6	1.00	-0.16	1.16	20	1.02	-0.42	1.44		
2511	9	0.93	-0.84	1.77	24	1.06	-0.27	1.33	9	1.02	-0.28	1.30		
2512	29	0.98	-0.82	1.80	28	0.87	-0.56	1.43	27	0.60	-0.46	1.06		
2513	20	1.37	-0.65	2.02	17	1.14	-0.37	1.51	17	0.78	-0.58	1.36		
2514	20	1.03	-0.90	1.93	-	-	-	-	20	0.84	-0.38	1.22		
2515	10	0.91	-0.82	1.73	24	0.86	-0.46	1.32	23	0.95	-0.48	1.43		
2516	30	1.18	-0.59	1.77	1	1.10	-0.24	1.34	13	1.00	-0.77	1.77		
2517	-	-	-	-	-	-	-	-	2	1.09	-0.24	1.33		
2518	24	1.08	-0.93	2.01	6	0.96	-0.31	1.27	6	1.10	-0.19	1.29		
2519	25	1.22	-0.52	1.74	26	1.03	-0.68	1.71	25	0.92	-0.73	1.65		
2520	30	0.97	-0.10	1.07	-	-	-	-	-	-	-	-		
2521	19	1.02	-0.40	1.42	6	0.66	-0.39	1.05	3	0.94	-0.41	1.35		
2522	7	1.19	-0.07	1.26	7	0.97	-0.24	1.21	8	1.33	-0.06	1.39		
2523	26	1.15	-0.38	1.53	25	1.23	-0.12	1.35	25	1.26	-0.28	1.54		
2524	30	1.18	-0.28	1.46	14	1.27	-0.25	1.52	14	1.14	-0.43	1.57		
2525	20	1.16	-0.32	1.48	20	1.50	-0.35	1.85	20	1.33	-0.38	1.71		
2526	8	1.28	-0.22	1.50	26	1.04	-0.24	1.28	23	0.73	-0.10	0.83		
2527	6	1.55	-0.20	1.75	26	1.40	-0.23	1.63	26	1.48	-0.09	1.57		
2528	31	1.40	-0.50	1.90	18	1.16	-0.07	1.23	16	1.47	-0.19	1.66		
MAXIMUM TIDAL RANGE =				2.02 m	AVERAGE TIDAL RANGE =				1.92 m	MINIMUM TIDAL RANGE =				1.77 m
AVERAGE TIDAL RANGE =				1.60 m	MINIMUM TIDAL RANGE =				1.45 m	MAXIMUM TIDAL RANGE =				1.39 m
MINIMUM TIDAL RANGE =				1.03 m	MAXIMUM TIDAL RANGE =				1.05 m	AVERAGE TIDAL RANGE =				0.83 m

และ พ.ศ. 2514-2528 จะมีปริมาณมากขึ้นตามลำดับดังรูปที่ 4-5 ทั้งนี้เพราะในช่วงฤดูแล้ง มีปริมาณน้ำเก็บกักด้านเหนือน้ำมากขึ้น อย่างไรก็ตาม ในเดือนธันวาคมจะมีปริมาณน้ำมากที่สุด แล้วลดลงจนกระทั่งถึงเดือนมีนาคมและเมษายน พอเข้าเดือนพฤษภาคม ปริมาณน้ำก็มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น จะเห็นได้ว่าปริมาณน้ำในเดือนมีนาคมและเมษายน มีปริมาณน้อยที่สุดเมื่อเทียบกับเดือนอื่น ๆ ในช่วงหน้าแล้ง



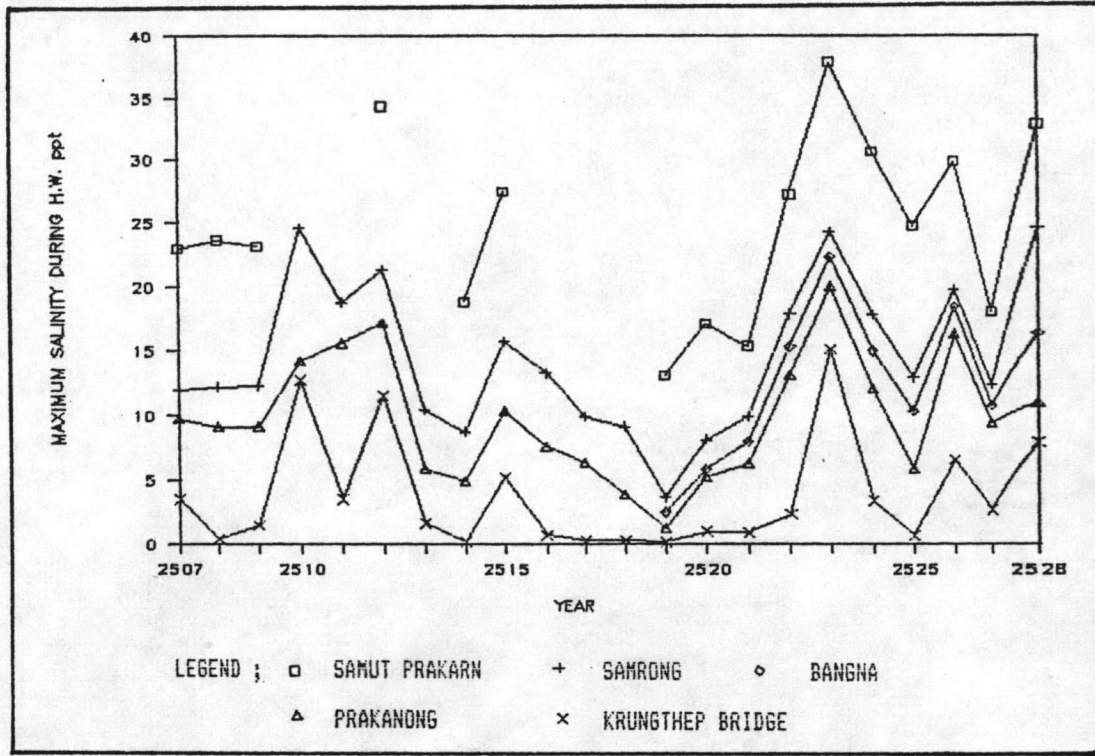
รูปที่ 4-5 อัตราการไหลเฉลี่ยรายเดือนในช่วงเดือนธันวาคมถึงพฤษภาคม

4.3 ผลการวิเคราะห์ปริมาณความเค็มจากข้อมูลวัตรจริง

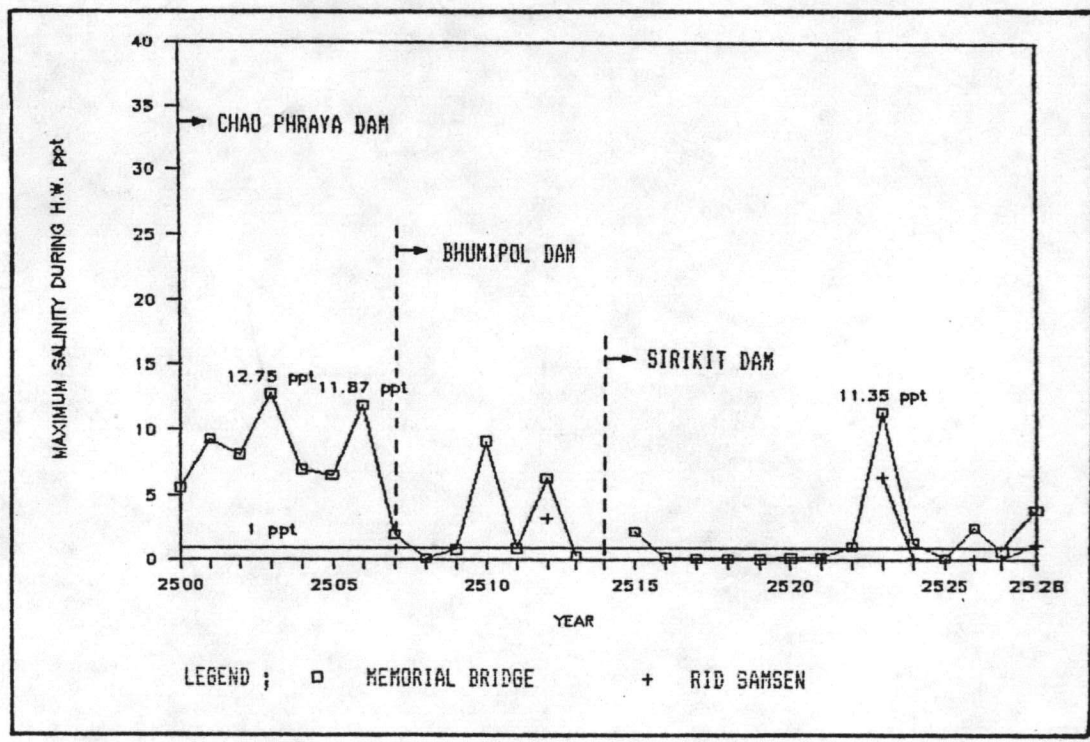
การวิเคราะห์ปริมาณความเค็มจากข้อมูลวัตรจริง ประกอบด้วยการหาแนวโน้มของปริมาณความเค็มที่สูงที่สุดที่ทำแห่งต่าง ๆ การหาความสัมพันธ์ของปริมาณความเค็มกับอัตราการไหล พิสัยน้ำขึ้นน้ำลง และระยะทางแพร่ของน้ำเค็ม 1 ppt และ 5 ppt จากสมุทรปราการ ให้น้ำขึ้นน้ำลงสูงสุด ทั้งมีรายละเอียดของผลการวิเคราะห์ดังต่อไปนี้

4.3.1 แนวโน้มของปริมาณความเค็มวัตรจริง

ข้อมูลปริมาณความเค็มวัตรจริงจากข้อมูลสนามมีการวัดหลายเวลา แต่ในการศึกษาครั้งนี้ เลือกเฉพาะปริมาณความเค็มขณะน้ำขึ้นน้ำลงสูงสุดของแต่ละเดือนของช่วงฤดูแล้ง ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2500 ถึง พ.ศ. 2528 คือ ตั้งแต่เดือนธันวาคมถึงพฤษภาคม ณ จุดวัดปริมาณความเค็มทั้ง 7 จุด จากการศึกษาพบว่าปริมาณความเค็มที่สมุทรปราการจะมีความเข้มข้นมากที่สุด แล้วลดหลั่นกันลงมาตามระยะทางจากสมุทรปราการเข้ามาในแม่น้ำ ทั้งนี้เพราะเกิดการผสมของน้ำเค็มกับน้ำจืดจากแม่น้ำเข้าไปเจือจาง ดังแสดงในรูปที่ 4-6 และรูปที่ 4-7 (ตามตารางที่ ข-1-1 ถึง ข-1-3) ถ้าพิจารณาความเค็ม ณ จุดควบคุมปริมาณความเค็มของกรมชลประทาน คือ ที่สะพานพุทธยอดฟ้า ซึ่งจะไม่ให้สูงกว่า 1 ppt นั้น พบว่า หลังจากการก่อสร้างเขื่อนเจ้าพระยาในปี พ.ศ. 2500 จนถึงปี พ.ศ. 2506 ปริมาณความเค็มที่สะพานพุทธฯ ยังมีปริมาณสูง โดยเฉพาะอย่างยิ่ง เมื่อปี พ.ศ. 2503 ปริมาณความเค็มเคยสูงที่สุดถึง 12.75 ppt แต่หลังจากที่มีเขื่อนภูมิพลในปี พ.ศ. 2507 และเขื่อนสิริกิติ์ในปี พ.ศ. 2514 ปริมาณความเค็มที่สะพานพุทธฯ ก็มีแนวโน้มลดลง ดังจะเห็นได้จาก ตั้งแต่มีเขื่อนเจ้าพระยาในช่วงปี พ.ศ. 2500 ถึงปี พ.ศ. 2506 ปริมาณความเค็มที่สะพานพุทธฯ มากกว่า 1 ppt มีจำนวน 4 ครั้งต่อปี แต่หลังจากมีเขื่อนภูมิพลและเขื่อนสิริกิติ์ ทำให้ปริมาณความเค็มที่สะพานพุทธฯ มากกว่า 1 ppt ลดลงเหลือ 1.14 ครั้งต่อปี และ 0.67 ครั้งต่อปี ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 4-3 อย่างไรก็ตาม หลังจากมีการพัฒนาแหล่งน้ำบริเวณต้นน้ำแล้วก็ตาม แม้กระทั่งบริเวณกรมชลประทานสามเสนเอง ในบางปีปริมาณความเค็มก็ยังมากกว่า 1 ppt



รูปที่ 4-6 ปริมาณความเค็มสูงสุดในแต่ละปีที่สมุทรปราการ ลำโรง บางนา พระโขนง และสะพานกรุงเทพ



รูปที่ 4-7 ปริมาณความเค็มสูงสุดในแต่ละปีที่สะพานพุทธฯ และกรมชลประทาน สามเสน

ตารางที่ 4-3 จำนวนครั้งที่ปริมาณความเค็มที่สะพานพุทธฯ มากกว่า 1 ppt

ช่วงปี	จำนวนปี (ปี)	เขื่อนที่ก่อสร้าง เสร็จ	จำนวนครั้งที่ปริมาณความเค็มที่ สะพานพุทธฯ มากกว่า 1 ppt	จำนวนครั้งที่ เกิดโดยเฉลี่ย (ครั้งต่อปี)
2500-2506	7	เขื่อนเจ้าพระยา	28	4.00
2507-2513	7	เขื่อนภูมิพล	8	1.14
2514-2528	15	เขื่อนเจ้าพระยา เขื่อนภูมิพล เขื่อนสิริกิติ์ เขื่อนเจ้าพระยา	10	0.67

หมายเหตุ กรมชลประทาน กำหนดเกณฑ์ควบคุมปริมาณความเค็มที่สะพานพุทธฯ ไม่ให้มากกว่า 1 ppt จึงยึดตัวเลขนี้เป็นเกณฑ์ในการนับจำนวนครั้ง



4.3.2 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์

การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของปริมาณความเค็มกับตัวแปรอื่น ๆ เป็นการทดสอบคู่ความสัมพันธ์ของตัวแปรต่าง ๆ ดังสมการ

$$S = f (HWL, TR, Q) \quad [4-1]$$

- โดยที่
- S = ปริมาณความเค็มขณะน้ำขึ้นสูงสุดที่สมุทรปราการ, ppt
 - HWL = ระดับน้ำสูงสุดในรอบวันที่สมุทรปราการ, ม. รทก.
 - TR = พิสัยน้ำขึ้นน้ำลงที่สมุทรปราการ, ม.
 - Q = อัตราการไหลที่อำเภอบางไทร ออยุธยา, ลบ.เมตรต่อวินาที

ในการทดสอบนี้ ใช้วิธี Cross Correlation โดยได้เลือกข้อมูลปริมาณความเค็มขณะน้ำขึ้นสูงสุดที่สมุทรปราการในแต่ละเดือน ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2507 ถึง พ.ศ. 2528 เป็นหลัก จากนั้นก็หาข้อมูลระดับน้ำสูงสุดในรอบวันที่สมุทรปราการ พิสัยน้ำขึ้นน้ำลงที่สมุทรปราการ และอัตราการไหลที่อำเภอบางไทร ออยุธยา ในวันเดียวกันกับวันที่มีข้อมูลปริมาณความเค็มที่สมุทรปราการ (รายละเอียดของข้อมูลแสดงอยู่ในตารางที่ ข-2-1) แล้วจึงทำการทดสอบคู่ความสัมพันธ์ของตัวแปร ซึ่งผลการคำนวณ พบว่า ความสัมพันธ์ของปริมาณความเค็มกับอัตราการไหลมีค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์เท่ากับ -0.4532 ซึ่งมีความสัมพันธ์กันมากกว่าคู่ตัวแปรอื่น ๆ ดังแสดงในตารางที่ 4-4

ตารางที่ 4-4 สัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ของคู่ตัวแปร

CROSS CORRELATION	SALINITY ppt	DISCHARGE cms	HWL m.MSL	TIDAL RANGE m
SALINITY ppt	1.0000	-0.4532	0.1082	0.0715
DISCHARGE cms	-0.4532	1.0000	0.2154	0.2744
HWL m.MSL	0.1082	0.2154	1.0000	0.2515
TIDAL RANGE m	0.0715	0.2744	0.2515	1.0000

REMARK ; HWL = HIGH WATER LEVEL

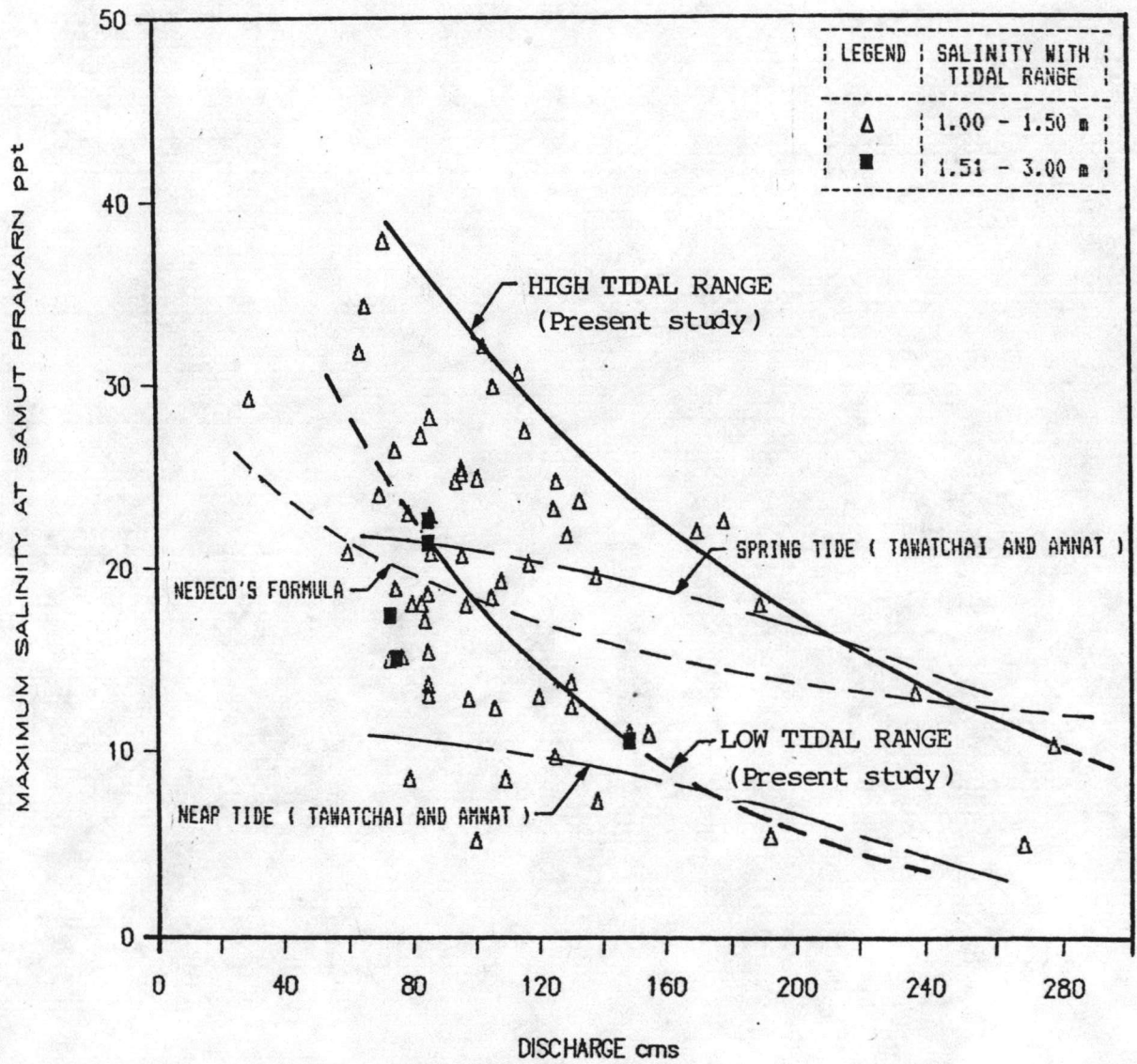
4.3.3 ความสัมพันธ์ของปริมาณความเค็มขณะน้ำขึ้นสูงสุดที่สมุทรปราการกับอัตราการไหล

จากการทดสอบความสัมพันธ์ในหัวข้อ 4-3-2 จะเห็นได้ว่าคู่ตัวแปรที่มีความสัมพันธ์กันมากที่สุด คือ ปริมาณความเค็มขณะน้ำขึ้นสูงสุดกับอัตราการไหล การศึกษาครั้งนี้ (Present study) ได้หาความสัมพันธ์ของปริมาณความเค็มมากที่สุดขณะน้ำขึ้นสูงสุดกับอัตราการไหล โดยใช้ข้อมูลวัดจริงในช่วงปี พ.ศ. 2507-2528 ซึ่งในขั้นต้นได้พิจารณาตามพิสัยน้ำขึ้นน้ำลงที่สมุทรปราการออกเป็น 4 ช่วง คือ พิสัยน้ำขึ้นน้ำลงช่วง 1.00-1.50 เมตร ช่วง 1.51-2.00 เมตร ช่วง 2.01-2.50 เมตร และช่วง 2.51-3.00 เมตร (ข้อมูลพิสัยน้ำขึ้นน้ำลงสูงสุดเท่ากับ 2.98 เมตร) จากการศึกษา พบว่า แบ่งตามพิสัยน้ำขึ้นน้ำลงได้ 2 ช่วงที่เด่นชัด คือ พิสัยน้ำขึ้นน้ำลงน้อย (Low Tidal Range) ช่วง 1.00-1.50 เมตร และพิสัยน้ำขึ้นน้ำลงมาก (High Tidal Range) ช่วง 1.51-3.00 เมตร ดังตารางที่ 4-5 และรูปที่ 4-8 (รายละเอียดของข้อมูล แสดงในตารางที่ ข-2-2) จะเห็นได้ว่า ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณความเค็มมากที่สุดกับอัตราการไหล จะเป็นฟังก์ชันชี้กำลัง (exponential function) โดยถ้าอัตราการไหลมากขึ้น ปริมาณความเค็มจะลดลง รูปที่ 4.8 จึงแสดงความเค็มสูงสุดที่จะเกิดขึ้นได้ เมื่อน้ำขึ้นสูงสุดในอัตราการไหลต่าง ๆ ที่อำเภอบางไทร อยุธยา เมื่อเปรียบเทียบกับผลการศึกษาที่ผ่านมา NEDECO ซึ่งใช้ข้อมูลในช่วงปี 1961-1964 โดยไม่พิจารณาผลของการขึ้นลงของระดับน้ำที่ปากแม่น้ำ และผลการศึกษาของ Tawatchai กับ Amnat ในปี 1980 ซึ่งใช้ข้อมูลในช่วงปี 1969-1972 โดยแบ่งตามน้ำเกิดและน้ำตาย พบว่า ในการศึกษาครั้งนี้ ที่อัตราการไหลเดียวกัน จะได้ค่าปริมาณความเค็มมากที่สุดขณะน้ำขึ้นสูงสุดสูงกว่าปริมาณความเค็มจากการศึกษาที่ผ่านมา ทั้งนี้เป็นเพราะใช้ข้อมูลปริมาณความเค็มที่วัดจริงในสนามในช่วงเวลานานกว่าการศึกษาที่ผ่านมา

ตารางที่ 4-5 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณความเค็มมากที่สุดขณะน้ำขึ้นสูงสุดกับอัตราการไหล

TIDAL RANGE ๓	MAXIMUM SALINITY AND DISCHARGE RELATIONSHIP	DISCHARGE RANGE cms
1.00 - 1.50	$S = 56.2410 e^{(-0.0120 Q)}$	85 - 151
1.51 - 3.00	$S = 61.9203 e^{(-0.0063 Q)}$	78 - 277

REMARK ; S = MAXIMUM SALINITY DURING HIGH WATER ppt
Q = DISCHARGE cms



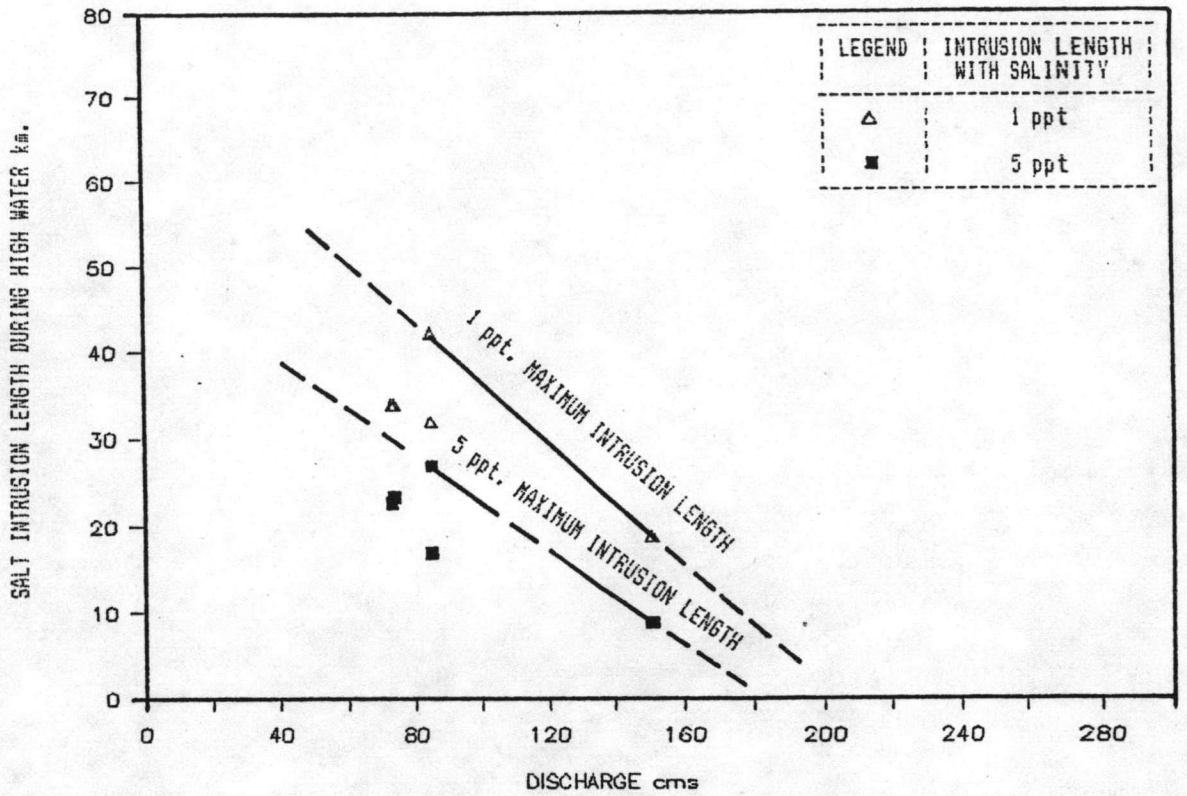
รูปที่ 4-8 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณความเค็มสูงสุดที่สมุทรปราการกับอัตราการไหล

4.3.4 ระยะเวลาแพร่ของน้ำ เค็มขณะน้ำขึ้นสูงสุด

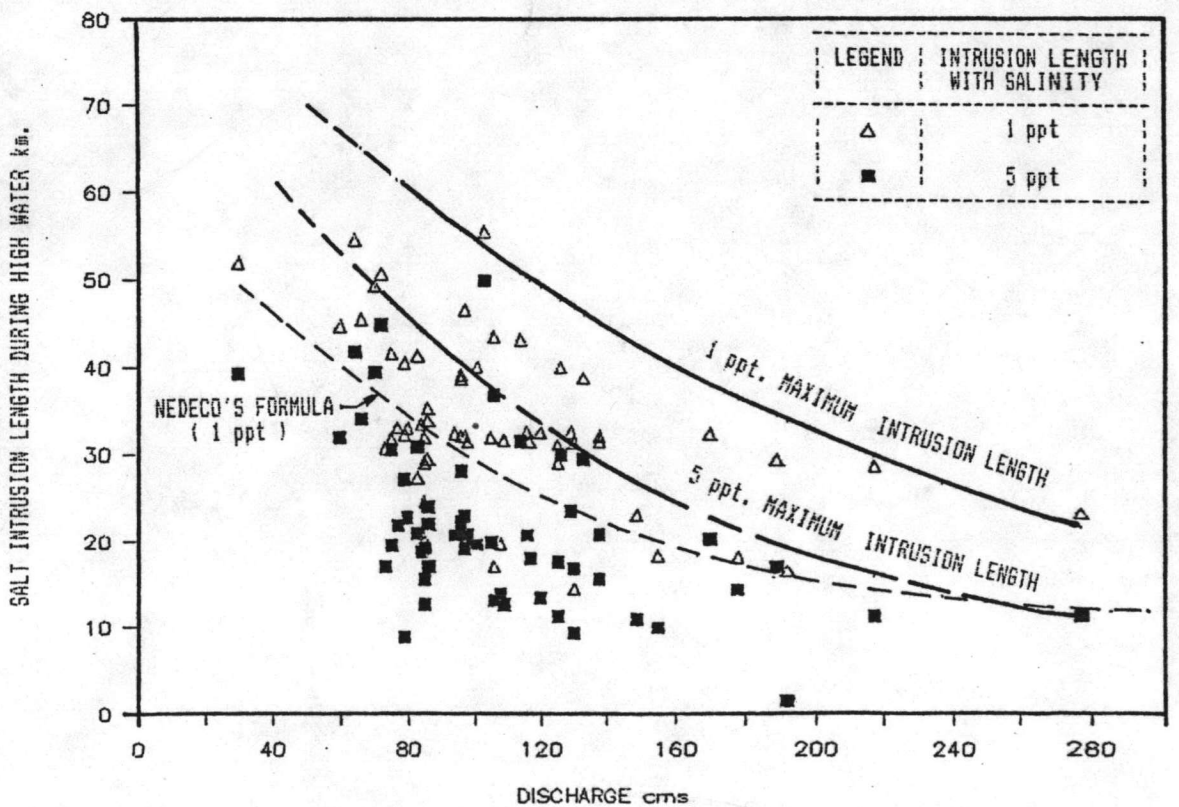
ในการหาระยะทางแพร่ของน้ำ เค็มขณะน้ำขึ้นสูงสุด ด้วยการหาระยะทางที่ปริมาณความเค็มจะแพร่เข้าไปได้ถึง ในที่นี้จะยึดเอาระยะเวลาที่ปริมาณความเค็ม 1 ppt และ 5 ppt แพร่เข้าไปถึงเป็นเกณฑ์ จากการศึกษ พบว่า ความสัมพันธ์ของระยะเวลาแพร่ไกลสุด (Maximum Salt Intrusion Length, L) ของน้ำเค็ม 1 ppt และ 5 ppt ขณะน้ำขึ้นสูงสุดกับอัตราการไหล สามารถแบ่งตามพิสัยน้ำขึ้นน้ำลงที่สมุทรปราการช่วง 1.00-1.50 เมตร และช่วง 1.51-3.00 เมตรเช่นกัน ดังรูปที่ 4.9 รูปที่ 4-10 และตารางที่ 4-6 (รายละเอียดของข้อมูลแสดงอยู่ในตารางที่ ข-2-3) จะเห็นได้ว่า ในช่วงพิสัยน้ำขึ้นน้ำลง 1.00-1.50 เมตร จะได้ความสัมพันธ์เป็นฟังก์ชันเส้นตรง (linear function) และในช่วงพิสัยน้ำขึ้นน้ำลง 1.51-3.00 เมตร จะได้ความสัมพันธ์เป็นฟังก์ชันชี้กำลัง (exponential function) โดยเมื่ออัตราการไหลมากขึ้น ระยะเวลาแพร่ไกลสุดของน้ำเค็ม 1 ppt และ 5 ppt จะลดลง และเมื่อเปรียบเทียบกับค่าจากสูตรของ NEDECO พบว่าในการศึกษครั้งนี้ อัตราการไหลเดียวกัน จะได้ระยะเวลาแพร่ไกลสุดของน้ำเค็ม 1 ppt มากกว่าค่าจากสูตรของ NEDECO

ตารางที่ 4-6 ความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาแพร่ไกลสุดของน้ำเค็ม 1 ppt. และ 5 ppt. กับอัตราการไหล

TIDAL RANGE m.	MAXIMUM SALT INTRUSION LENGTH DURING HIGH WATER km.	DISCHARGE RANGE cms.
1.00 - 1.50	L(1 ppt) = $72.1291 - 0.3536(Q)$	85 - 151
	L(5 ppt) = $50.2135 - 0.2744(Q)$	85 - 151
1.51 - 3.00	L(1 ppt) = $91.8524 e^{(-0.0051 Q)}$	103 - 277
	L(5 ppt) = $84.3427 e^{(-0.0075 Q)}$	60 - 277



รูปที่ 4-9 ความสัมพันธ์ระหว่างระยะทางแพร่ไกลสุดของน้ำเค็ม 1 ppt และ 5 ppt กับอัตราการไหล เมื่อพิสัยน้ำขึ้นน้ำลง 1.00-1.50 เมตร



รูปที่ 4-10 ความสัมพันธ์ระหว่างระยะทางแพร่ไกลสุดของน้ำเค็ม 1 ppt และ 5 ppt กับอัตราการไหล เมื่อพิสัยน้ำขึ้นน้ำลง 1.51-3.00 เมตร

โดยสรุปแล้ว การวิเคราะห์ระดับน้ำและความเค็มที่แพร่เข้ามาในแม่น้ำเจ้าพระยา จากข้อมูลวัดในสนาม จะพบว่า ลักษณะน้ำขึ้นน้ำลงในบริเวณปากแม่น้ำเจ้าพระยาที่สมุทรปราการ จะมีลักษณะคงที่ในแต่ละเดือน โดยจะเป็นน้ำขึ้นน้ำลงชนิดน้ำเคี่ยวในเดือนธันวาคม มกราคม และพฤษภาคม และจะเป็นน้ำขึ้นน้ำลงชนิดน้ำผสมในเดือนกุมภาพันธ์ มีนาคม และเมษายน อัตราการไหลของน้ำ ณ บริเวณอำเภอบางไทร ออยุธยา ในหน้าแล้ง มีแนวโน้มสูงขึ้นจากการพัฒนาเขื่อนต่าง ๆ บริเวณต้นน้ำ ปริมาณความเค็มที่มีโอกาสสูงสุด (most probable maximum salinity) ที่แพร่เข้ามาในแม่น้ำมีส่วนสัมพันธ์ต่ออัตราการไหลของน้ำจืดจากบางไทร ในทำนองเดียวกัน ระยะทางสูงสุดที่น้ำเค็มแพร่เข้าแม่น้ำก็เป็นส่วนสัมพันธ์กับอัตราการไหลจากบางไทร