บทที่ 5
ตัวอย่างการประยุกต์ใช้

ในบทที่ 3 และบทที่ 4 ได้ทำการพัฒนาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ แล้วทำการทดสอบรวมถึงการปรับเทียบค่าสัมประสิทธิ์ต่าง ๆ ที่ใช้ในการคำนวณของแบบจำลอง จนสามารถให้ผลการคำนวณที่ใกล้เคียงกับค่าวัดจริงในสนาม ในบทนี้จะกล่าวถึงการนำแบบจำลองไปประยุกต์ใช้กับงานระบายน้ำเพื่อไล่น้ำเสียในคลองผดุงกรุงเกษม ซึ่งเป็นพื้นที่ที่ได้ทำการปรับเทียบแบบจำลองกับพื้นที่แล้ว อาณาเขตของพื้นที่แสดงดังรูป 1-1 ในการนำแบบจำลองมาประยุกต์ใช้เพื่อหาทางปรับปรุงระบบและกำหนดเกณฑ์การจัดการที่ดีขึ้น

5.1 สภาพปัญหาของน้ำคลองในปัจจุบัน

ปัญหาเรื่องคุณภาพน้ำ เนื่องมาจากสาเหตุต่าง ๆ ดังนี้

1) มีประชากรอาศัยอยู่อย่างหนาแน่นทั้งสองฝั่งคลอง จึงเป็นแหล่งรองรับน้ำทิ้งชุมชนจากท่อระบายน้ำของอาคารบ้านเรือนซึ่งมีปริมาณมาก
2) เป็นแหล่งรองรับปริมาณน้ำเสียจากคลองเปรมประชากรและคลองมหานาค
3) ประสบปัญหาน้ำเน่าเสียรุนแรงจนน้ำมีสีดำโดยเฉพาะบริเวณที่เชื่อมต่อกับคลองมหานาค
4) ประชากรที่อาศัยสองฝั่งคลองมีการทิ้งขยะลงคลอง ปริมาณขยะที่เก็บได้เฉพาะที่สถานีสูบน้ำกรุงเกษมมีปริมาณถึง 7.5 ลูกบาศก์เมตร ต่อวัน หรือประมาณ 2 ตันต่อวัน (จากรายงานการปฏิบัติงานของสถานีสูบน้ำกรุงเกษม)
5) สภาพคลองตื้นเขินมากบริเวณใต้สะพานต่างๆ และสองฝั่งคลอง
6) ไม่สามารถปล่อยให้น้ำในคลองระบายถ่ายเทไปมากับน้ำในแม่น้ำเจ้าพระยา โดยธรรมชาติได้ เนื่องจากจะทำให้เกิดน้ำท่วมในบางพื้นที่ใกล้เคียง

5.2 สภาพกายภาพและการดำเนินการในปัจจุบัน

5.2.1 สภาพกายภาพ

1) คลองผดุงกรุงเกษมยาวประมาณ 5.3 กิโลเมตร กว้าง 17-25 เมตร เชื่อมต่อกับแม่น้ำเจ้าพระยาทั้งสองข้างที่ปตร.เทเวศร์ และสถานีสูบน้ำกรุงเกษม

2) ปตร.เทเวศร์ สามารถควบคุมการเปิดปิดด้วยระบบไฟฟ้า เปิดได้กว้างตั้งแต่ 0-6 เมตร และสามารถสูบน้ำจากคลองออกสู่แม่น้ำเจ้าพระยา ด้วยเครื่องสูบน้ำขนาด 1 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที จำนวน 5 เครื่อง

3) สถานีสูบน้ำกรุงเกษมสามารถสูบน้ำออกสู่แม่น้ำเจ้าพระยา ด้วยเครื่องสูบน้ำขนาด 5 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที จำนวน 5 เครื่อง มี Sluice gate สำหรับเปิดให้ระบายน้ำออกโดยแรงโน้มถ่วงโลก เมื่อระดับน้ำในแม่น้ำเจ้าพระยามีระดับต่ำกว่าระดับน้ำในคลอง บาน Sluice gate มีขนาดกว้างประมาณ 1.50 เมตร สถานีสูบน้ำนี้สามารถดักเก็บขยะที่ไหลมาตามน้ำแบบอัตโนมัติ ลำเลียงโดยสายพานสู่รถขยะ

4) ระดับพื้นดินโดยทั่วไป ประมาณ 36.10 ถึง 36.60 เมตร กทม. หรือ 1.10 ถึง 1.60 เมตร รทก. ดูรูป 5-1

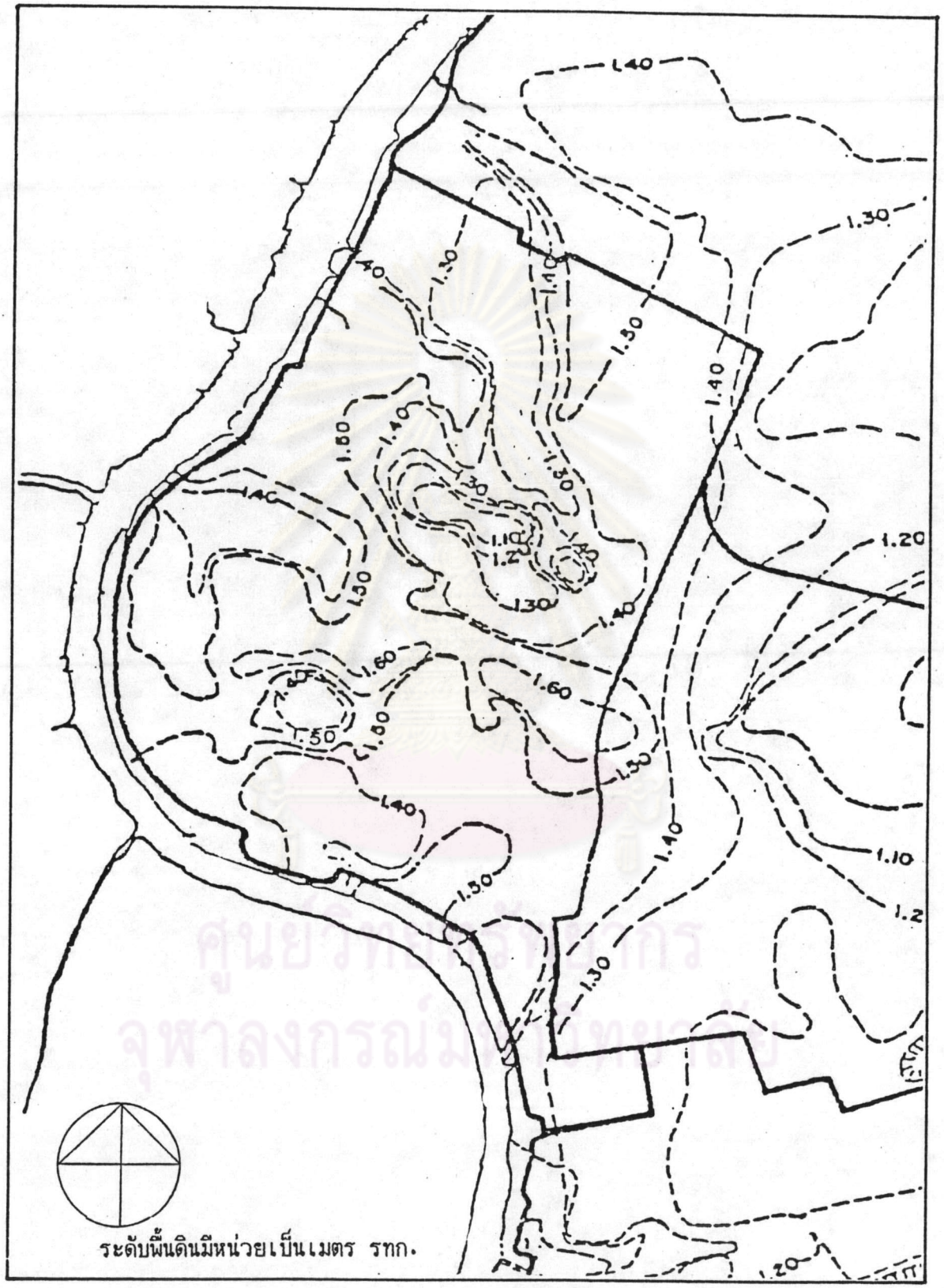
5) จุดเชื่อมต่อกับคลองไม่มีอาคารบังคับน้ำ จึงไม่สามารถควบคุมการไหลระหว่างคลองผดุงกรุงเกษมกับคลองที่เชื่อมต่อได้

6) ระดับน้ำของแม่น้ำเจ้าพระยามีการขึ้นลงตลอดเวลา

5.2.2 <u>สภาพการดำเนินการในปัจจุบัน</u>

ดังได้กล่าวแล้วในหัวข้อ 5.2.1 ระดับพื้นดินในพื้นที่ศึกษา มีระดับเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 36.10 ถึง 36.60 ม.กทม. หรือประมาณ 1.10 ถึง 1.60 ม.รทก. โดยมีลักษณะลาดเอียงต่ำลงไปทางทิศตะวันออก ดังรูป 5-1 ระดับน้ำสูงสุดในแต่ละวันของแม่น้ำเจ้าพระยาระหว่างฤดูแล้งประมาณ 36.00 ถึง 36.50 ม.กทม. (รูป ข-1 ถึงรูป ข-6) ดังนั้นถึงแม้ในช่วงฤดูแล้งและไม่มีฝนตกก็ตาม ยังไม่สามารถเปิดประตูระบายน้ำต่าง ๆ ให้แม่น้ำเจ้าพระยาไหลถ่ายเทไปมากับคลองโดยธรรมชาติตลอดเวลาได้ เพราะจะทำให้เกิดน้ำท่วมขึ้นในพื้นที่ต่ำ

ปัจจุบัน สำนักการระบายน้ำ กรุงเทพมหานคร กำหนดการดำเนินการจัดการน้ำในคลอง โดยการควบคุมระดับน้ำในคลองต่างๆ ไว้เพื่อป้องกันน้ำท่วมและการไล่น้ำเสียไว้ 3 แผน คือ สถานะอากาศล่อว่าจะมีฝน (แผน ก.) สถานะอากาศปกติ (แผน ข.) และเมื่อทำการไล่น้ำเสีย (แผน ค.) โดยในแผน ก. จะทำการรักษาระดับน้ำให้มีระดับต่ำมาก ให้มีปริมาตรเก็บกัก (storage) เพื่อรองรับปริมาณน้ำฝนที่จะตกลงมา แผน ข.สำหรับสภาวะอากาศปกติ ไม่จำเป็นต้องรักษาระดับน้ำให้ต่ำมาก จึงรักษาที่ระดับสูงกว่าแผน ก. ส่วนในแผน ค. จะระบายน้ำแม่น้ำเจ้าพระยาเข้าคลอง เพื่อทำการไล่และเจือจางน้ำเสียในคลองให้มากที่สุด แต่จะต้องไม่ท่วมในพื้นที่ต่ำ ค่าระดับน้ำที่ใช้ควบคุมสำหรับพื้นที่ศึกษา มี 2 ตำแหน่ง คือ ปตร.เทเวศร์ และสถานีสูบน้ำกรุงเกษม แสดงดังตาราง 5-1



รูป 5-1 ระดับพื้นดินบริเวณพื้นที่ศึกษา

ตาราง 5-1 แสดงค่าระดับน้ำควบคุมในคลองผดุงกรุงเกษม

สถานี	แผน ก. สถานะอากาศส่อว่าจะมีฝน (ม.กทม.)	แผน ข. สถานะอากาศปกติ (ม.กทม.)	แผน ค. การไล่น้ำเสีย (ม.กทม.)
ปตร.เทเวศร์	ไม่เกิน 34.80	34.80 - 35.20	ไม่เกิน 35.80
สถานีสูบน้ำกรุงเกษม	33.50 - 33.80	33.80 - 34.20	ไม่เกิน 35.50

ระดับ ๐.๐๐ ม.รทก. เท่ากับระดับ 35.03 ม.กทม.

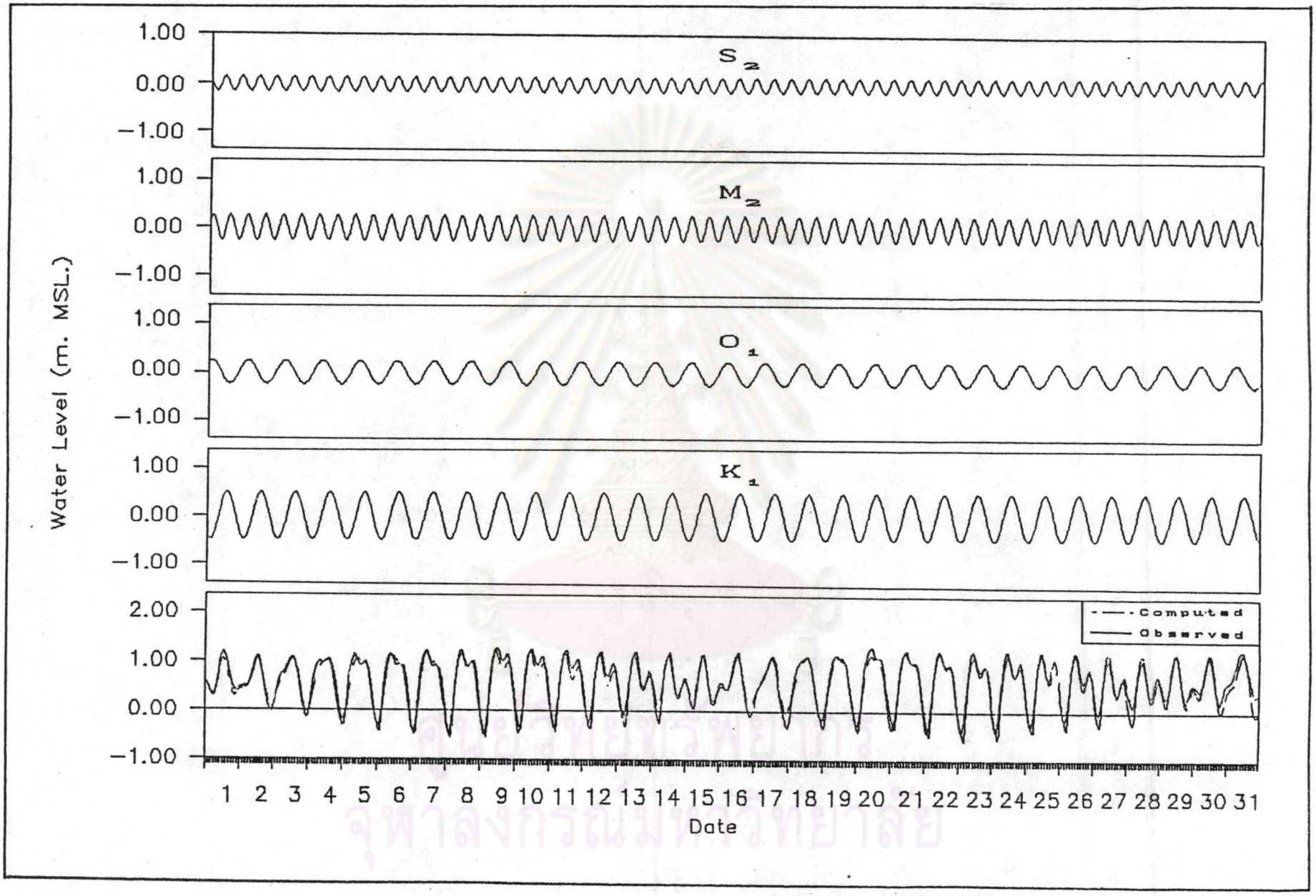
จาก : สำนักการระบายน้ำ

5.3 <u>สภาพน้ำขึ้นน้ำลงของแม่น้ำบริเวณปากคลอง</u>

ลักษณะของแม่น้ำเจ้าพระยามีการขึ้นลงตลอดเวลา เนื่องมาจากอิทธิพลจากการขึ้นลงของน้ำทะเลที่อ่าวไทย การขึ้นลงดังกล่าวเกี่ยวข้องกับการระบายน้ำไปมา และการถ่ายเทน้ำเสียระหว่างคลองต่าง ๆ กับแม่น้ำเจ้าพระยา ไม่ว่าจะเป็นการระบายน้ำผ่านประตูระบายน้ำ การระบายน้ำผ่านสถานีสูบน้ำ หรือการระบายน้ำโดยแรงโน้มถ่วงของโลก (gravity flow) ฉนั้นในการศึกษาจึงจำเป็นต้องวิเคราะห์น้ำขึ้นน้ำลงในแม่น้ำเจ้าพระยา เพื่อให้เข้าใจลักษณะการเกิดน้ำขึ้นน้ำลงของแม่น้ำเจ้าพระยา บริเวณปากคลองผดุงกรุงเกษม

การวิเคราะห์น้ำขึ้นน้ำลงใช้วิธีฮาร์โมนิกน้ำขึ้นน้ำลง (Tidal Harmonic Analysis) ดังได้กล่าวไว้ในหัวข้อ 2.3.2 โดยใช้ข้อมูลระดับน้ำ จากสถานีวัดระดับน้ำแม่น้ำเจ้าพระยาที่กรมอุทกศาสตร์ กองทัพเรือ ซึ่งเป็นตำแหน่งที่มีการวัดระดับน้ำที่อยู่ใกล้พื้นที่ศึกษามากที่สุด ข้อมูลระดับน้ำที่มีเป็นข้อมูลระดับน้ำรายชั่วโมง ระหว่างปี พ.ศ. 2520 ถึง พ.ศ. 2528 ช่วงเดือนธันวาคม ถึงเดือนพฤษภาคม การวิเคราะห์ใช้องค์ประกอบน้ำขึ้นน้ำลง (constituent) 4 องค์ประกอบ คือองค์ประกอบน้ำขึ้นน้ำลงชนิดคู่ M_2 และ S_2 องค์ประกอบน้ำขึ้นน้ำลงชนิดเดี่ยว K_1 และ O_1 ซึ่ง กีรติ [13] เคยทำการวิเคราะห์น้ำขึ้นน้ำลงที่สมุทรปราการแล้วพบว่าการใช้ 4 องค์ประกอบหลักดังกล่าวสามารถใช้ได้ดีสำหรับแม่น้ำเจ้าพระยา ในรูป 5-2 แสดงผลการคำนวณค่าระดับน้ำในแต่ละองค์ประกอบ และผลรวมของทั้ง 4 องค์ประกอบ เทียบกับระดับน้ำวัดจริง กรณีตัวอย่างระดับน้ำเดือนมกราคม พ.ศ. 2528

ในการศึกษานี้ ใช้วิธีการจำแนกชนิดของน้ำขึ้นน้ำลงทั้งสองวิธี ซึ่งเป็นการพิจารณาจากอัตราส่วนขององค์ประกอบน้ำขึ้นน้ำลง ดังได้กล่าวไว้ในหัวข้อ 2.3.3 จากการเปรียบทั้ง 2 วิธี สามารถจำแนกชนิดของน้ำขึ้นน้ำลงได้ใกล้เคียงกันมาก ในการพิจารณาชนิดน้ำขึ้นน้ำลงเลือกใช้แบบ



รูป 5-2 ผลการคำนวณระดับน้ำแต่ละองค์ประกอบและผลการคำนวณระดับน้ำทั้ง 4 องค์ประกอบ

ฝรั่งเศส เนื่องจากมีการพิจารณาอัตราส่วนขององค์ประกอบน้ำขึ้นน้ำลงทั้ง 4 องค์ประกอบ เช่นเดียวกับองค์ประกอบที่ใช้วิเคราะห์ทั้ง 4 ตัว

ผลการศึกษาน้ำขึ้นน้ำลง พบว่า ทุก ๆ เดือน จะเกิดน้ำขึ้นน้ำลงที่เป็นน้ำเกิด (spring tide) 2 ครั้ง และน้ำตาย (neap tide) 2 ครั้ง (ดูรูป ค-1 ถึง ค-6) แอมปลิจูดของทั้ง 4 องค์ประกอบ มีค่าค่อนข้างคงที่ในแต่ละเดือน ดังตาราง 5-2 และรูป 5-3 นอกจากนี้ยังพบว่าในทุก ๆ ปี ของเดือน พฤษภาคม ธันวาคม และ มกราคม มีลักษณะน้ำขึ้นน้ำลงส่วนใหญ่เป็นชนิดน้ำเดี่ยว (diurnal tide) ในขณะที่เดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนเมษายน มีลักษณะน้ำขึ้นน้ำลงส่วนใหญ่เป็นน้ำผสม (mixed tide) ผลการตรวจสอบชนิดของน้ำขึ้นน้ำลง แสดงดังตาราง 5-3 รูป 5-4 และรูป 5-5

5.4 การประยุกต์แบบจำลองกับพื้นที่ศึกษา

5.4.1 การกำหนด node และ branch สำหรับพื้นที่ศึกษา

ดังได้กล่าวแล้วว่าในการจำลองระบบระบายน้ำจะต้องแบ่งลำน้ำออกเป็นตอน ๆ ซึ่งเรียกว่า node และ branch node จะเป็นการจำลองระดับน้ำและปริมาตรเก็บกัก เช่น จุดเชื่อมทางน้ำ จุดที่มีการเปลี่ยนแปลงพื้นที่หน้าตัดลำน้ำ จุดที่มีการไหลเข้าด้านข้าง เช่น น้ำทิ้งชุมชน และจุดที่เป็นขอบเขตของพื้นที่ศึกษา สำหรับ branch จะเป็นการจำลองสภาพการไหลระหว่าง node เช่น ประตูระบายน้ำ สถานีสูบน้ำ เป็นต้น

จากหลักการดังกล่าว สามารถทำการกำหนด node และ branch สำหรับพื้นที่ศึกษาได้ดังตาราง 5-4 และรูป 5-6

5.4.2 การประเมินปริมาณน้ำทิ้งชุมชน

5.4.2.1 ประชากรในพื้นที่

จากข้อมูลประชากรในพื้นที่ศึกษา ซึ่งครอบคลุมพื้นที่ 7 เขต คือ เขตดุสิต พระนคร ป้อมปราบฯ สัมพันธวงศ์ ปทุมวัน บางรัก และพญาไท ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2521 ถึง 2530 พบว่าในปีหลัง ๆ ของทุก ๆ เขต มีจำนวนประชากรค่อนข้างคงที่ (ดูรูป 5-7) การศึกษาครั้งนี้ ได้เลือกใช้จำนวนประชากรปี พ.ศ. 2530 เป็นตัวแทนของประชากรในพื้นที่

ตาราง 5-2 ผลวิเคราะห์ฮาร์โมนิกน้ำขึ้นน้ำลง

December

Year	Tidal Amplitude (m)				Phase Angle (radian)				Ao (m)	Standard Error (m)
	M2	S2	O1	K1	M2	S2	O1	K1		
2520	0.3151	0.1449	0.2210	0.5007	2.3548	3.1582	3.6378	4.0203	0.5647	0.15
2521	0.2889	0.1172	0.2255	0.4621	4.1124	3.2303	-1.1092	4.0130	0.6682	0.14
2522	0.3217	0.0995	0.1919	0.4655	-0.4417	3.2039	0.5709	3.9619	0.4995	0.15
2523	0.2694	0.0884	0.1455	0.3913	0.8141	3.0800	2.4046	3.9323	0.7989	0.15
2524	0.2286	0.0932	0.2014	0.3972	2.4975	3.1363	4.1952	3.8913	0.9275	0.19
2525	0.2479	0.0790	0.2335	0.4254	4.3376	3.2881	-0.6751	3.9523	0.8208	0.19
2526	0.1816	0.0382	0.1141	0.2912	-0.3126	2.9975	1.1629	3.9646	1.2481	0.24
2527	0.2624	0.0638	0.2092	0.4540	1.1934	3.1448	2.7102	3.8794	0.8328	0.16
2528	0.2181	0.0719	0.2452	0.4386	2.7892	2.8022	4.3880	3.9986	1.0011	0.17
Max.	0.3217	0.1449	0.2452	0.5007					1.2481	0.24
Avg.	0.2593	0.0885	0.1986	0.4251					0.8180	0.17
Min.	0.1816	0.0382	0.1141	0.2912					0.4995	0.14

January

Year	Tidal Amplitude (m)				Phase Angle (radian)				Ao (m)	Standard Error (m)
	M2	S2	O1	K1	M2	S2	O1	K1		
2520	0.2931	0.1705	0.2519	0.4524	0.0525	2.9537	0.1232	4.4224	0.6528	0.14
2521	0.3506	0.2074	0.1797	0.4683	1.8877	2.8834	2.1853	4.3197	0.4981	0.17
2522	0.3082	0.1968	0.2532	0.4809	3.5317	3.0235	4.1681	4.2342	0.4789	0.14
2523	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2524	0.3006	0.1427	0.2156	0.4732	0.3809	2.8954	0.7087	4.1732	0.5229	0.14
2525	0.2847	0.1597	0.2044	0.4795	2.1185	2.8212	2.9306	4.0684	0.5397	0.15
2526	0.2686	0.1504	0.3006	0.5125	3.7985	2.8899	4.5253	4.1122	0.5606	0.15
2527	0.2345	0.1214	0.2802	0.4805	-0.7534	2.9258	-0.2244	4.2516	0.7039	0.17
2528	0.2648	0.1495	0.2374	0.4951	0.7112	2.7951	1.0638	4.2347	0.5832	0.14
Max.	0.3506	0.2074	0.3006	0.5125					0.7039	0.17
Avg.	0.2881	0.1623	0.2404	0.4803					0.5675	0.15
Min.	0.2345	0.1214	0.1797	0.4524					0.4789	0.14

February

Year	Tidal Amplitude (m)				Phase Angle (radian)				Ao (m)	Standard Error (m)
	M2	S2	O1	K1	M2	S2	O1	K1		
2520	0.3205	0.2417	0.2931	0.3526	-0.4506	3.2260	-0.7424	-1.4976	0.6671	0.15
2521	0.3765	0.2395	0.2595	0.3688	1.2492	3.2018	1.0722	-1.5079	0.5082	0.15
2522	0.3466	0.2234	0.2441	0.3671	2.9847	3.1634	2.9351	-1.5708	0.4496	0.20
2523	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2524	0.3566	0.2450	0.2871	0.3804	-0.2271	3.0949	-0.2181	4.5836	0.4937	0.14
2525	0.3170	0.2292	0.2759	0.3993	1.4659	3.1181	1.5191	4.5759	0.5055	0.14
2526	0.3350	0.2047	0.2853	0.4189	3.2487	2.8605	3.3597	4.5951	0.4707	0.16
2527	0.2762	0.1972	0.3166	0.4242	-1.2675	3.0775	-1.1882	4.6349	0.6268	0.14
2528	0.3230	0.2431	0.3319	0.4224	0.0503	3.0307	0.0599	4.6703	0.5599	0.16
Max.	0.3765	0.2450	0.3319	0.4242					0.6671	0.20
Avg.	0.3314	0.2280	0.2867	0.3917					0.5352	0.16
Min.	0.2762	0.1972	0.2441	0.3526					0.4496	0.14

ตาราง 5-2 (ต่อ)

March

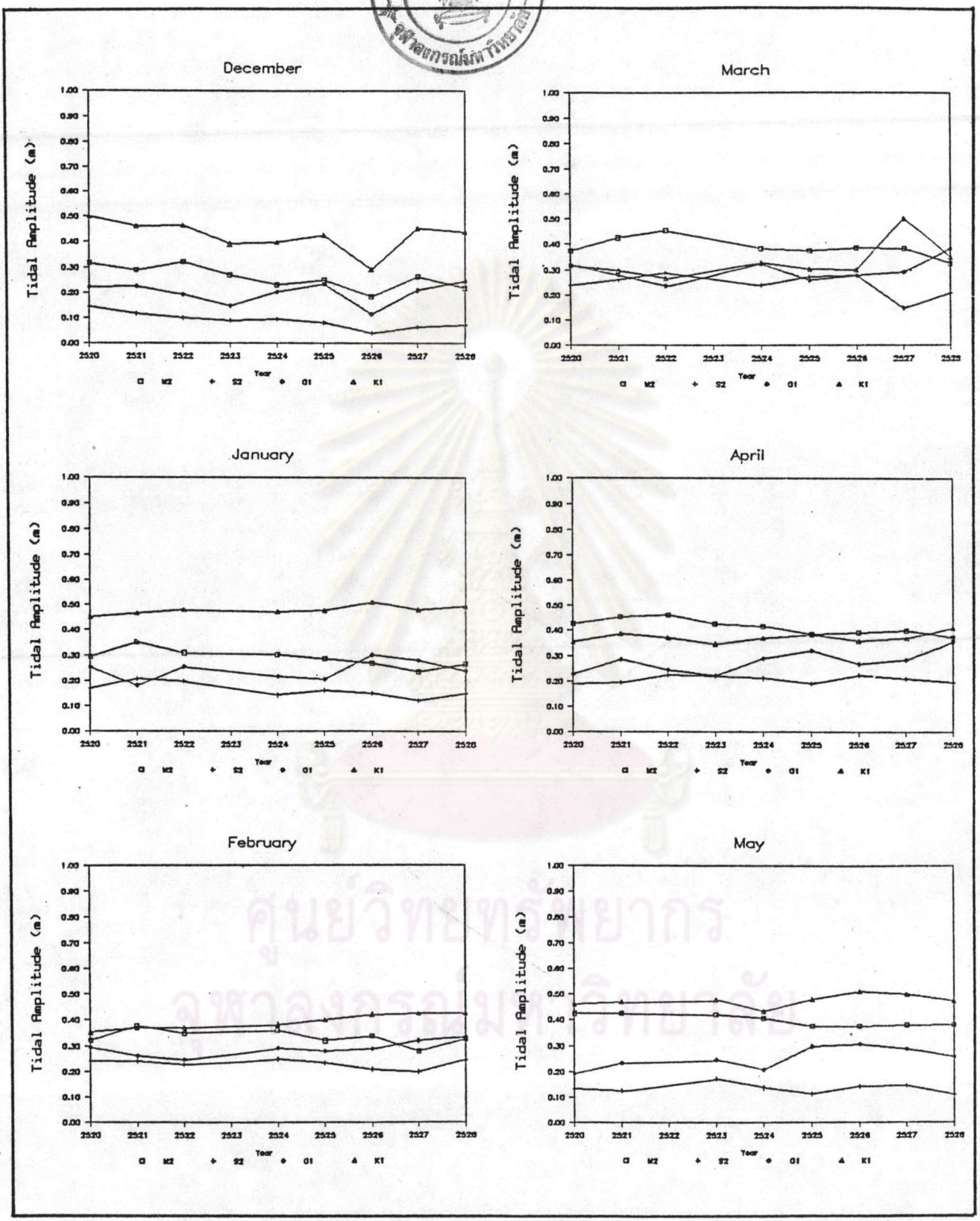
Year	Tidal Amplitude (m)				Phase Angle (radian)				Ao (m)	Standard Error (m)
	M2	S2	O1	K1	M2	S2	O1	K1		
2520	0.3728	0.2379	0.3167	0.3153	0.1043	3.4680	-0.3583	-0.7522	0.5057	0.17
2521	0.4246	0.2609	0.2779	0.2971	1.8964	3.2756	1.2908	-0.6369	0.4385	0.14
2522	0.4528	0.2870	0.2351	0.2644	3.6152	3.3374	3.3209	-0.7903	0.3898	0.18
2523	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2524	0.3815	0.2386	0.3215	0.3264	0.4035	3.2389	0.1016	-0.8711	0.4697	0.15
2525	0.3733	0.2701	0.2574	0.3019	2.1791	3.1925	1.7142	-0.9188	0.4595	0.17
2526	0.3856	0.2757	0.2768	0.2979	3.8248	3.2592	3.7178	-1.0159	0.4999	0.15
2527	0.3809	0.1478	0.2897	0.5008	4.2545	3.6549	2.9755	0.5037	0.4123	0.17
2528	0.3250	0.2071	0.3811	0.3493	0.7741	3.3496	0.3289	-0.8556	0.6084	0.19
Max.	0.4528	0.2870	0.3811	0.5008					0.6084	0.19
Avg.	0.3871	0.2406	0.2945	0.3316					0.4730	0.17
Min.	0.3250	0.1478	0.2351	0.2644					0.3898	0.14

April

Year	Tidal Amplitude (m)				Phase Angle (radian)				Ao (m)	Standard Error (m)
	M2	S2	O1	K1	M2	S2	O1	K1		
2520	0.4251	0.1893	0.2259	0.3543	-0.5659	3.5145	-1.3968	0.2167	0.4037	0.17
2521	0.4541	0.1938	0.2845	0.3883	1.1615	3.4713	0.3411	0.1391	0.3459	0.14
2522	0.4615	0.2234	0.2442	0.3719	2.9526	3.5031	2.0695	0.1730	0.3175	0.13
2523	0.4258	0.2174	0.2213	0.3473	4.2380	3.6069	3.5866	0.1123	0.3052	0.17
2524	0.4175	0.2120	0.2895	0.3701	-0.3033	3.5122	-0.8429	-0.0973	0.3874	0.16
2525	0.3863	0.1903	0.3215	0.3836	1.4691	3.5863	0.7050	-0.0752	0.4905	0.14
2526	0.3935	0.2239	0.2690	0.3600	3.1946	3.4991	2.4474	-0.0232	0.5100	0.16
2527	0.3999	0.2109	0.2858	0.3694	4.4794	3.5609	3.8493	-0.0736	0.4263	0.13
2528	0.3730	0.1971	0.3557	0.4136	0.0106	3.5057	-0.6631	-0.1473	0.4246	0.16
Max.	0.4615	0.2239	0.3557	0.4136					0.5100	0.17
Avg.	0.4152	0.2065	0.2775	0.3732					0.4012	0.15
Min.	0.3730	0.1893	0.2213	0.3473					0.3052	0.13

May

Year	Tidal Amplitude (m)				Phase Angle (radian)				Ao (m)	Standard Error (m)
	M2	S2	O1	K1	M2	S2	O1	K1		
2520	0.4248	0.1318	0.1911	0.4616	-0.8552	3.5051	3.8425	0.7435	0.2632	0.18
2521	0.4262	0.1243	0.2321	0.4704	0.8743	3.3275	-0.3401	0.5697	0.3632	0.19
2522	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2523	0.4195	0.1727	0.2449	0.4783	3.9650	3.4785	2.5992	0.6120	0.2462	0.17
2524	0.4081	0.1372	0.2087	0.4336	-0.5682	3.7726	-1.5612	0.4781	0.4026	0.16
2525	0.3766	0.1131	0.2992	0.4810	1.1289	3.5513	0.1398	0.3613	0.3593	0.18
2526	0.3778	0.1448	0.3079	0.5123	2.8914	3.5071	1.6533	0.4537	0.4314	0.17
2527	0.3809	0.1478	0.2897	0.5008	4.2545	3.6549	2.9755	0.5037	0.4123	0.17
2528	0.3849	0.1098	0.2593	0.4761	-0.2624	3.7995	-1.4009	0.3887	0.3942	0.14
Max.	0.4262	0.1727	0.3079	0.5123					0.4314	0.19
Avg.	0.3999	0.1352	0.2541	0.4768					0.3591	0.17
Min.	0.3766	0.1098	0.1911	0.4336					0.2462	0.14



รูป 5-3 ขนาดแอมปลิจูดน้ำขึ้นน้ำลงของแต่ละองค์ประกอบตั้งแต่ปี พ.ศ. 2520 ถึง พ.ศ. 2528

ตาราง 5-3 ชนิดของน้ำขึ้นน้ำลงตั้งแต่เดือนธันวาคมถึงเดือนพฤษภาคม

January	FRENCH		U.S.A.	
Year	K1+O1 / M2+S2	Type	K1+O1 / M2	Type
2520	1.52	D	2.40	D
2521	1.16	M	1.85	M
2522	1.45	D	2.38	D
2523				
2524	1.55	D	2.29	D
2525	1.54	D	2.40	D
2526	1.94	D	3.03	D
2527	2.14	D	3.24	D
2528	1.77	D	2.77	D
Max.	2.14	D	3.24	D
Mean	1.63	D	2.55	D
Min.	1.16	M	1.85	M

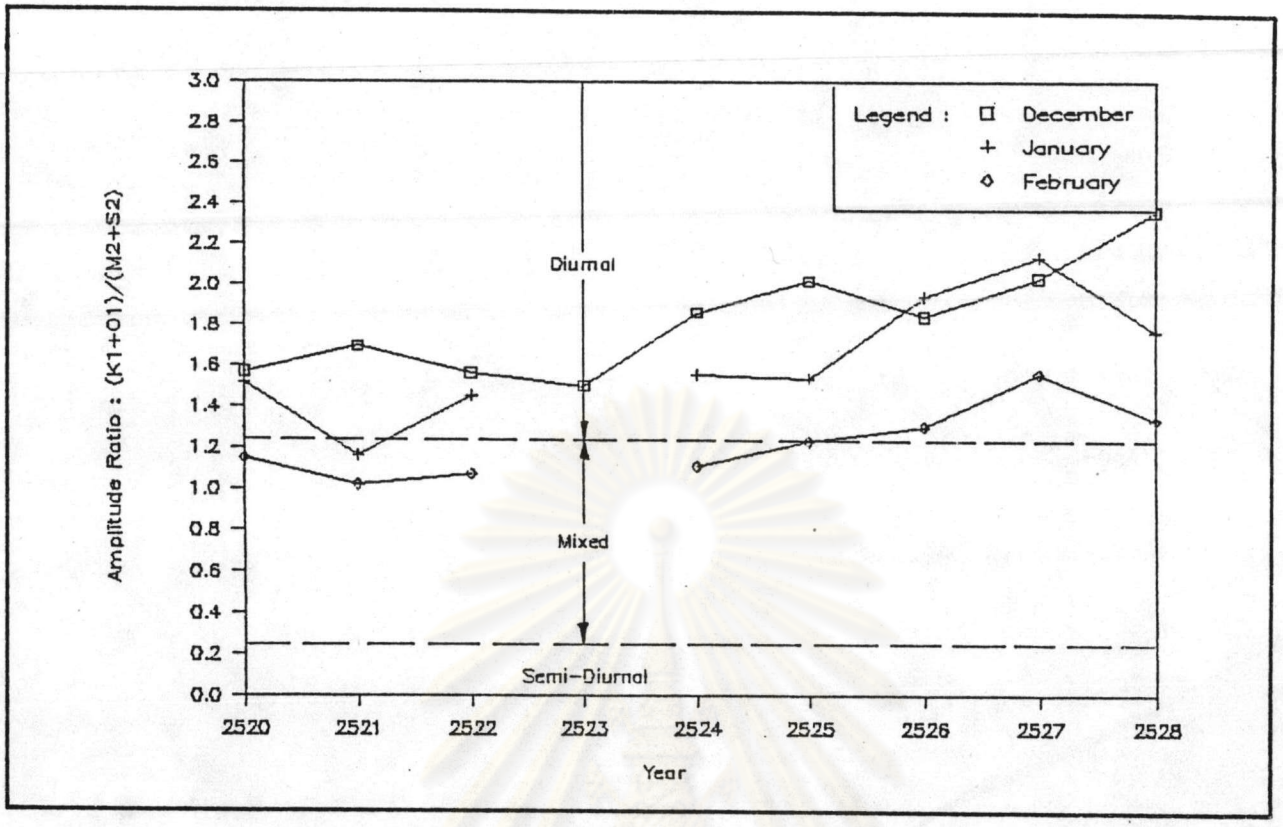
February	FRENCH		U.S.A.	
Year	K1+O1 / M2+S2	Type	K1+O1 / M2	Type
2520	1.15	M	2.01	D
2521	1.02	M	1.67	M
2522	1.07	M	1.76	M
2523				
2524	1.11	M	1.87	M
2525	1.24	M	2.13	D
2526	1.30	D	2.10	D
2527	1.56	D	2.68	D
2528	1.33	D	2.34	D
Max.	1.56	D	2.68	D
Mean	1.22	M	2.07	D
Min.	1.02	M	1.67	M

March	FRENCH		U.S.A.	
Year	K1+O1 / M2+S2	Type	K1+O1 / M2	Type
2520	1.03	M	1.70	M
2521	0.84	M	1.35	M
2522	0.68	M	1.10	M
2523				
2524	1.04	M	1.70	M
2525	0.87	M	1.50	M
2526	0.87	M	1.49	M
2527	1.50	D	2.08	D
2528	1.37	D	2.25	D
Max.	1.50	D	2.25	D
Mean	1.02	M	1.65	M
Min.	0.68	M	1.10	M

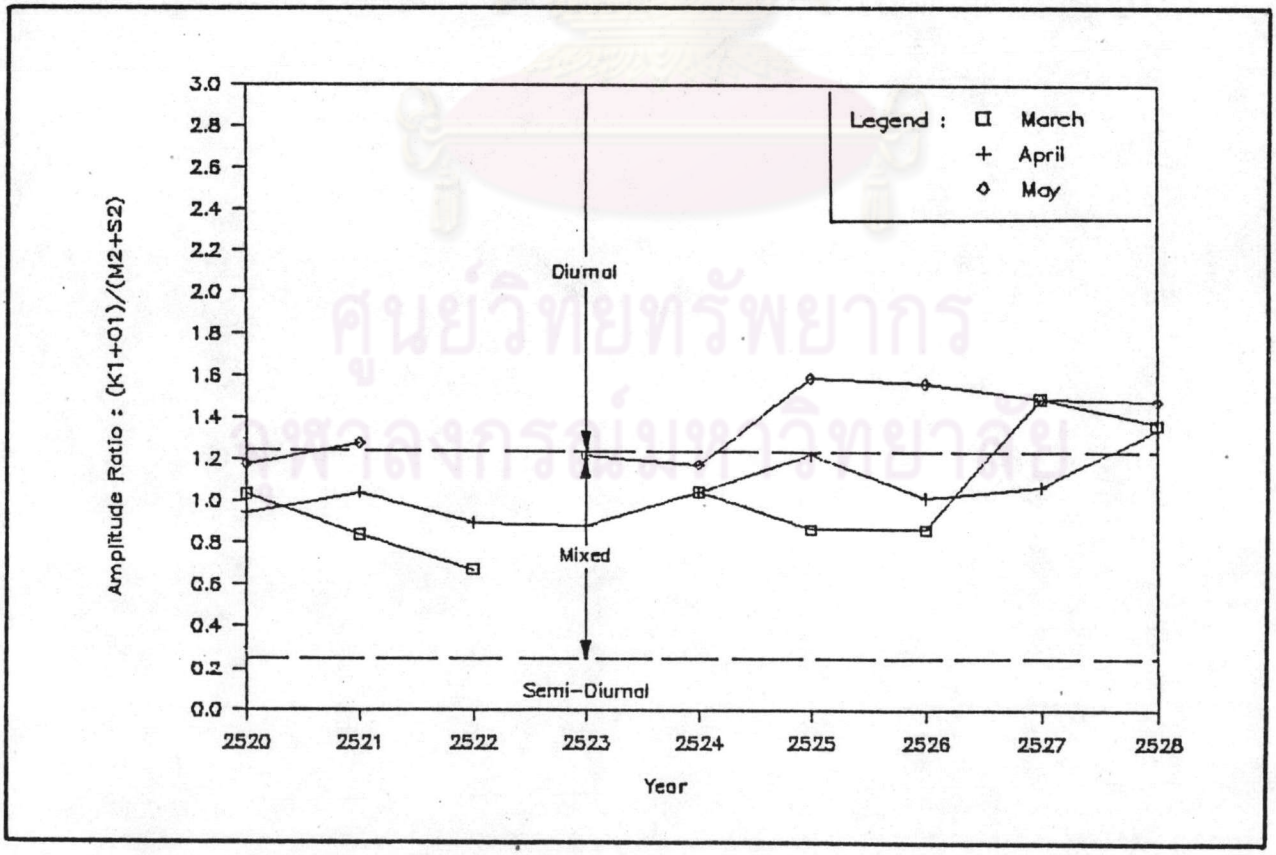
April	FRENCH		U.S.A.	
Year	K1+O1 / M2+S2	Type	K1+O1 / M2	Type
2520	0.94	M	1.36	M
2521	1.04	M	1.48	M
2522	0.90	M	1.33	M
2523	0.88	M	1.34	M
2524	1.05	M	1.58	M
2525	1.22	M	1.83	M
2526	1.02	M	1.60	M
2527	1.07	M	1.64	M
2528	1.35	D	2.06	D
Max.	1.35	D	2.06	D
Mean	1.05	M	1.58	M
Min.	0.88	M	1.33	M

May	FRENCH		U.S.A.	
Year	K1+O1 / M2+S2	Type	K1+O1 / M2	Type
2520	1.17	M	1.54	M
2521	1.28	D	1.65	M
2522				
2523	1.22	M	1.72	M
2524	1.18	M	1.57	M
2525	1.59	D	2.07	D
2526	1.57	D	2.17	D
2527	1.50	D	2.08	D
2528	1.49	D	1.91	M
Max.	1.59	D	2.17	D
Mean	1.37	D	1.84	M
Min.	1.17	M	1.54	M

December	FRENCH		U.S.A.	
Year	K1+O1 / M2+S2	Type	K1+O1 / M2	Type
2520	1.57	D	2.29	D
2521	1.69	D	2.38	D
2522	1.56	D	2.04	D
2523	1.50	D	1.99	M
2524	1.86	D	2.62	D
2525	2.02	D	2.66	D
2526	1.84	D	2.23	D
2527	2.03	D	2.53	D
2528	2.36	D	3.14	D
Max.	2.36	D	3.14	D
Mean	1.83	D	2.43	D
Min.	1.50	D	1.99	M



รูป 5-4 ชนิดของน้ำขึ้นน้ำลงเดือนธันวาคมถึงกุมภาพันธ์

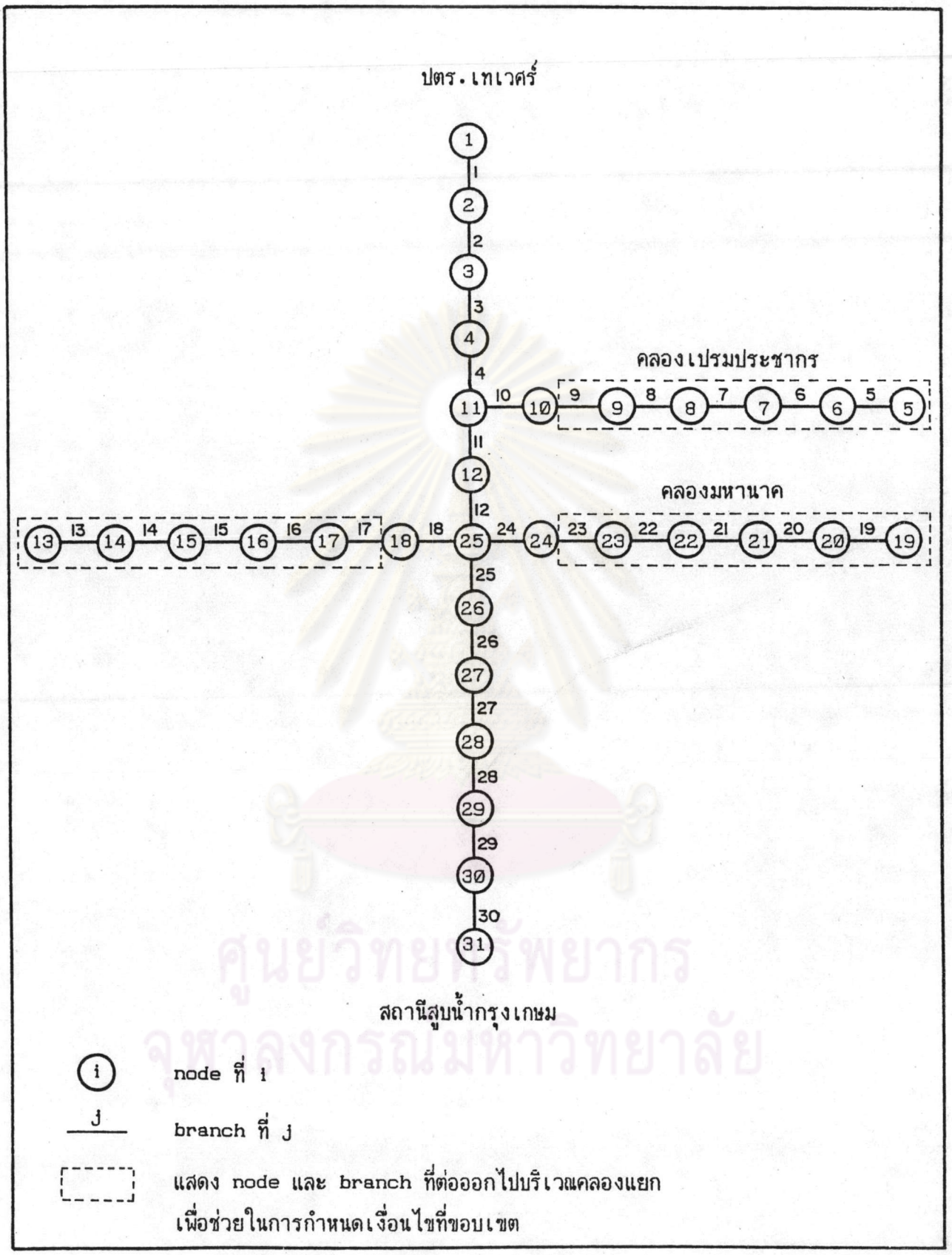


รูป 5-5 ชนิดของน้ำขึ้นน้ำลงเดือนมีนาคมถึงเดือนพฤษภาคม

ตาราง 5-4 ตำแหน่งของ node ต่าง ๆ

node	สถานที่
1	ปากคลองผดุงกรุงเกษม (ปตร.เทเวศร์)
2	สะพานเทเวศร์ฯ
3	สะพานวิศสุกรรมนฤมาน
4	สะพานมัฆวาล
5-9	*
10	สะพานชมัยมรุเชษฐ์
11	หน้าวัดโสมนัสฯ
12	สะพานจตุรมิตร
13-17	*
18	สะพานคนเดินข้ามคลองมหานาค (ข้างตลาดมหานาค)
19-23	*
24	ทางรถไฟข้ามคลองมหานาค
25	สี่แยกคลองมหานาค
26	สะพานชวณิชย์
27	สะพานนพวงศ์
28	สะพานเจริญสวัสดิ์
29	สะพานโสภณ
30	สะพานพิทยเสถียร
31	ปากคลองผดุงกรุงเกษม (สถานีสูบน้ำกรุงเกษม)

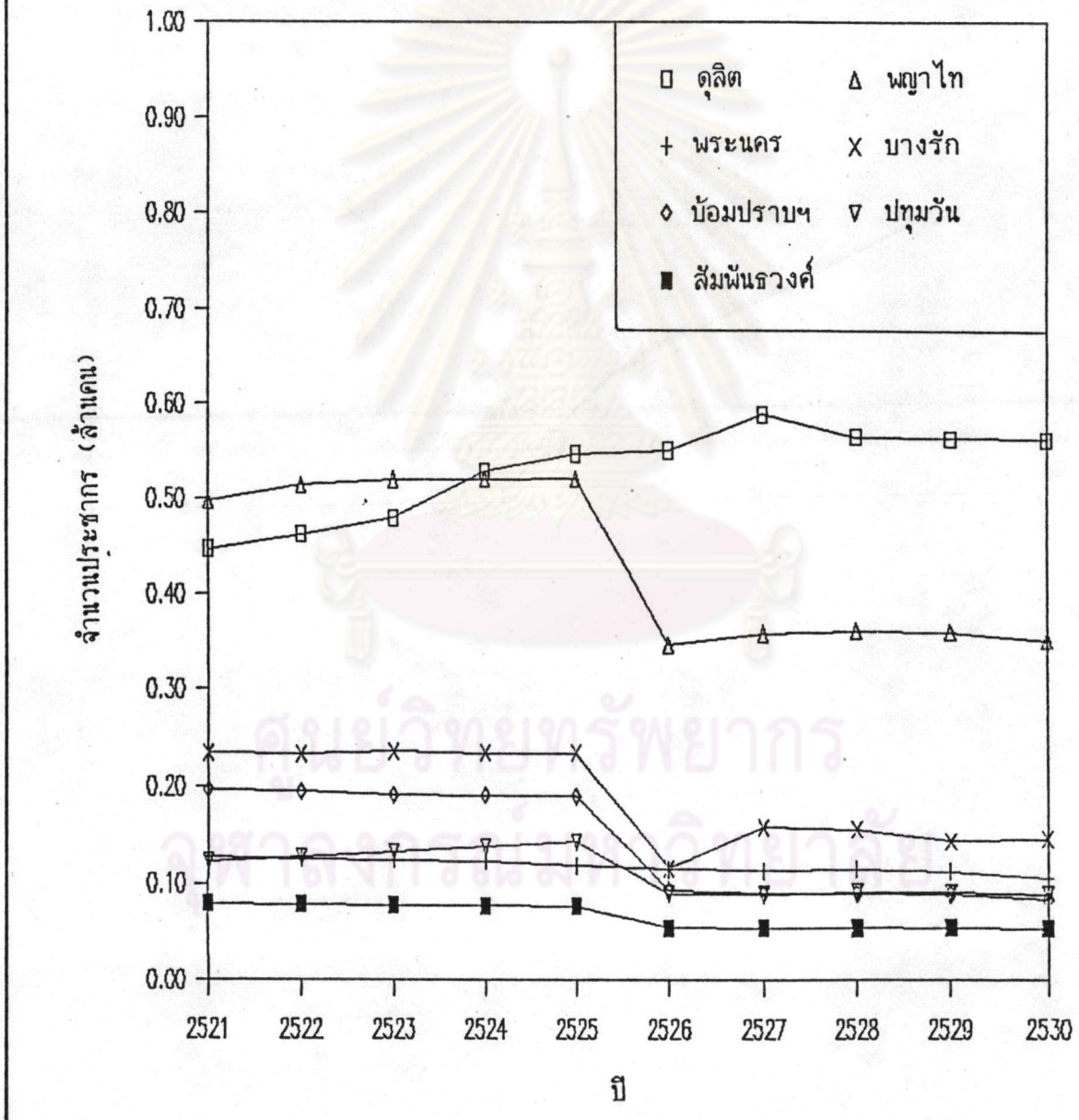
หมายเหตุ * แสดง node ที่ถูกสมมติขึ้นเพื่อการกำหนดเงื่อนไขที่ขอบเขต



รูป 5-6 การกำหนด node สำหรับพื้นที่ศึกษา

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

เขต \ ปี	2521	2522	2523	2524	2525	2526	2527	2528	2529	2530
ดุสิต	446,575	462,210	479,659	528,357	546,868	550,369	588,832	565,339	562,990	561,979
พระนคร	126,713	124,854	123,109	121,935	117,649	113,376	112,332	114,124	111,875	104,791
บ้อมปราบฯ	196,484	194,299	190,450	190,093	189,207	92,950	89,330	89,539	87,955	83,412
สัมพันธวงศ์	79,536	78,151	77,112	76,559	75,581	53,504	52,816	52,397	51,121	50,089
ปทุมวัน	234,212	233,050	235,647	233,884	233,578	114,820	157,330	155,868	143,199	145,110
บางรัก	122,187	126,487	131,542	136,673	141,667	88,869	88,197	91,088	90,672	88,554
พญาไท	497,889	514,177	519,869	520,443	520,507	346,319	357,726	360,603	359,604	350,780



รูป 5-7 จำนวนประชากรในพื้นที่ศึกษา

5.4.2.2 การแบ่งพื้นที่

ในการแบ่งพื้นที่ระบายน้ำน้ำทิ้งชุมชน โดยทั่วไปแล้วจะต้องแบ่งพื้นที่จากทิศทางการไหลของน้ำในท่อระบายน้ำ แต่การศึกษานี้ไม่สามารถใช้วิธีดังกล่าวได้ เนื่องจากข้อมูลจากหน่วยงานต่าง ๆ ไม่ละเอียดพอ มีเพียงขนาดของท่อหลัก (main) บางเส้นเท่านั้นจึงจำเป็นต้องพิจารณาจาก ระยะทาง ขนาดท่อ และแนวถนน เป็นเกณฑ์ในการแบ่งพื้นที่สำหรับแต่ละ node แสดงดังรูป 5-8

5.4.2.3 การประเมิน

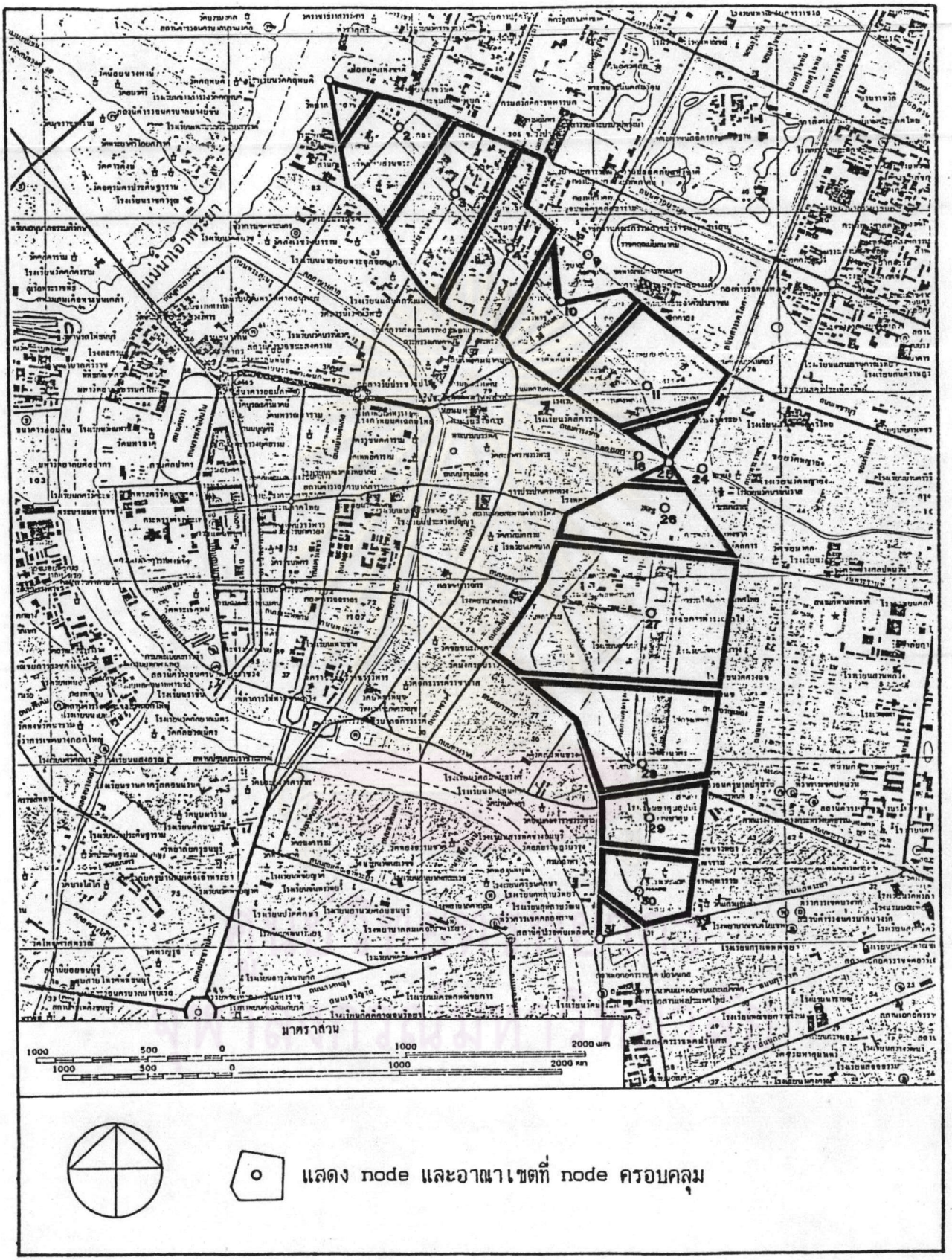
จากการแบ่งพื้นที่ที่แต่ละ node ครอบคลุม สามารถคำนวณหาจำนวนประชากรในแต่ละ node โดยใช้ข้อมูลความหนาแน่นของประชากรรายแขวงปี พ.ศ. 2530 คำนวณหาจำนวนประชากรภายในพื้นที่ที่ node ครอบคลุม จากนั้นคำนวณปริมาณน้ำทิ้งชุมชนจาก 228 ลิตร/คน/วัน และค่า BOD_5 = 130 มก/ล. เช่นเดียวกับโครงการบูรณปฏิสังขรเกาะรัตนโกสินทร์ [14] ได้ผลการประเมิน ดังตาราง 5-5

5.4.3 การกำหนดเงื่อนไขเริ่มต้นและเงื่อนไขที่ขอบเขต

5.4.3.1 การกำหนดเงื่อนไขเริ่มต้น

โดยทั่วไปในการกำหนดเงื่อนไขเริ่มต้น อาจกำหนดตามที่ทำการวัดจริงในสนาม หรือถ้าไม่มีการวัดจริงในสนาม อาจกำหนดโดยการสมมติสภาพเริ่มต้นขึ้นก็ได้ ในการสมมติค่าเริ่มต้นนี้สามารถกำหนดแบบคงที่ หรือไม่คงที่ก็ได้ แต่จะต้องมีสภาพการไหลที่เป็นไปได้ การกำหนดสภาพเริ่มต้น จะมีผลต่อการคำนวณเฉพาะช่วงแรก ๆ ของการคำนวณเท่านั้น เมื่อคำนวณต่อไปเรื่อย ๆ ผลการคำนวณจะลู่เข้า (converge) สู่ค่าที่ควรจะเป็น

ในการศึกษานี้กำหนดค่าเริ่มต้นจากค่าวัดจริงในสนาม (ภาคผนวก ข.) สำหรับตำแหน่งที่อยู่ระหว่างการวัดค่าในสนามกำหนดโดยการเฉลี่ยตามระยะทาง (interpolation) เงื่อนไขเริ่มต้นที่ใช้ในการศึกษา แสดงไว้ในตาราง 5-6



รูป 5-8 การแบ่งพื้นที่ระบายน้ำทิ้งชุมชนสำหรับแต่ละ node

ตาราง 5-5 ปริมาณน้ำทิ้งชุมชนที่ระบายลงคลองผดุงกรุงเกษม

เลขที่ node	แขวง	อัตราส่วนของพื้นที่ (เปอร์เซนต์)	จำนวนประชากรทั้งแขวง (คน)	จำนวนประชากร		ปริมาณน้ำทิ้งระบายลง node (ลบ.ม./ว.)
				แขวง (คน)	รวม (คน)	
1	วัดสามพระยา	9.00	6,200	558	1,101	0.00290
	วชิรพยาบาล	1.91	28,417	543		
2	วัดสามพระยา	18.00	6,200	1,116	5,387	0.01422
	วชิรพยาบาล	3.83	28,417	1,088		
	บางขุนพรหม	25.89	9,351	2,421		
	ดุสิต	1.84	41,389	762		
3	บางขุนพรหม	50.00	9,351	4,676	7,275	0.01920
	ดุสิต	6.28	41,389	2,599		
4	บางขุนพรหม	24.11	9,351	2,255	7,154	0.01888
	ดุสิต	7.20	41,389	2,980		
	วัดโสมนัสฯ	16.07	11,942	1,919		
5-10	node สมมติ					
11	วัดโสมนัสฯ	41.96	11,942	5,011	8,039	0.02122
	ดุสิต	0.84	41,389	348		
	สวนจิตรลดา	1.29	25,752	332		
	สี่แยกมหานาค	15.82	14,846	2,349		
12	สี่แยกมหานาค	70.62	14,846	10,484	14,801	0.03906
	วัดโสมนัสฯ	15.18	11,942	1,813		
	คลองมหานาค	13.10	19,114	2,504		
13-18	node สมมติ					
19-24	node สมมติ					
25	คลองมหานาค	5.52	19,114	1,055	3,225	0.00851
	สี่แยกมหานาค	13.56	14,846	2,013		
	รองเมือง	0.33	47,490	157		
26	คลองมหานาค	18.62	19,114	3,559	10,016	0.02643
	รองเมือง	9.18	47,490	4,360		
	วัดเทพศิรินทร์	16.67	12,582	2,097		
27	วัดเทพศิรินทร์	42.59	12,582	5,359	32,605	0.08604
	ป้อมปราบฯ	54.61	27,369	14,946		
	รองเมือง	25.90	47,490	12,300		
28	ป้อมปราบฯ	25.66	27,369	7,023	19,035	0.05023
	รองเมือง	16.72	47,490	7,940		
	มหาพฤฒาราม	3.69	27,349	1,009		
	ตลาดน้อย	22.73	13,472	3,062		
29	ตลาดน้อย	23.86	13,472	3,214	7,590	0.02003
	มหาพฤฒาราม	16.00	27,349	4,376		
30	ตลาดน้อย	17.05	13,472	2,297	6,882	0.01816
	มหาพฤฒาราม	16.00	27,349	4,376		
	บางรัก	2.69	7,791	210		
31	ตลาดน้อย	9.09	13,472	1,225	1,434	0.00378
	บางรัก	2.69	7,791	210		

ตาราง 5-6 เงื่อนไขเริ่มต้นสำหรับการประยุกต์ใช้กับคลองผดุงกรุงเกษม

node ที่	ระดับน้ำ ม.กทม.	BOD มก/ล.	DO มก/ล.	branch ที่	อัตราไหล ลบ.ม/ว.
1	34.63	4.3	0.6	1	0
2	34.38	15	0.1	2	0
3	34.38	20	0.1	3	0
4	34.38	30	0.1	4	.05
5	34.59	30	0.1	5-9	.13
6-9	interpolate ระหว่าง node 5 กับ node 9			10	.13
10	34.38	30	0.1	11	.13
11	34.38	30	0.1	12	.15
12	34.38	45	0.1	13-18	4.3
13	34.80	50	0.	19-24	1.7
14-18	interpolate ระหว่าง node 13 กับ node 19			25	6.2
19	34.59	50	0.	26	6.0
20-24	interpolate ระหว่าง node 19 กับ node 25			27	6.0
25	34.38	50	0.	28	5.5
26	34.35	50	0.	29	5.0
27	34.33	50	0.	30	5.0
28	34.31	50	0.		
29	34.29	50	0.		
30	34.26	50	0.		
31	34.63	50	0.		

หมายเหตุ ค่าเริ่มต้นได้จากค่าวัดจริงและค่าเฉลี่ยจากข้อมูลในอดีต

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

5.4.3.2 การกำหนดเงื่อนไขที่ขอบเขต

เงื่อนไขขอบเขตที่ใช้ในการศึกษา มี 2 ลักษณะ คือ เงื่อนไขที่ขอบเขตที่เป็นแม่น้ำเจ้าพระยา และเงื่อนไขที่ขอบเขตที่เป็นคลองที่เชื่อมต่อ

1) เงื่อนไขที่ขอบเขต กรณีเป็นแม่น้ำเจ้าพระยา จากข้อสรุปของการศึกษาสภาพน้ำขึ้นน้ำลง บริเวณปากคลอง ในหัวข้อ 5.3 พบว่าในเดือนเดียวกันของทุก ๆ ปี จะมีลักษณะน้ำขึ้นน้ำลงชนิดเดียวกัน และ amplitude ของ constituent เดียวกันมีค่าใกล้เคียงกัน ในการกำหนดเงื่อนไขที่ขอบเขตจึงใช้ค่าวัดจริงของระดับน้ำแม่น้ำเจ้าพระยา ที่มีพิสัยน้ำขึ้นน้ำลง (tidal range) ต่ำสุดและสูงสุดของแต่ละเดือน ในปี พ.ศ. 2528 มาเป็นตัวแทนในการกำหนดเงื่อนไขที่ขอบเขต ดังตาราง 5-7 และรูป 5-9 ส่วนค่า BOD_5 และ DO พิจารณาจากข้อมูลวัดจริงจากภาคผนวก ข. และรายงานการสำรวจคุณภาพน้ำ แม่น้ำเจ้าพระยา สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ [15] ดังตาราง 5-8

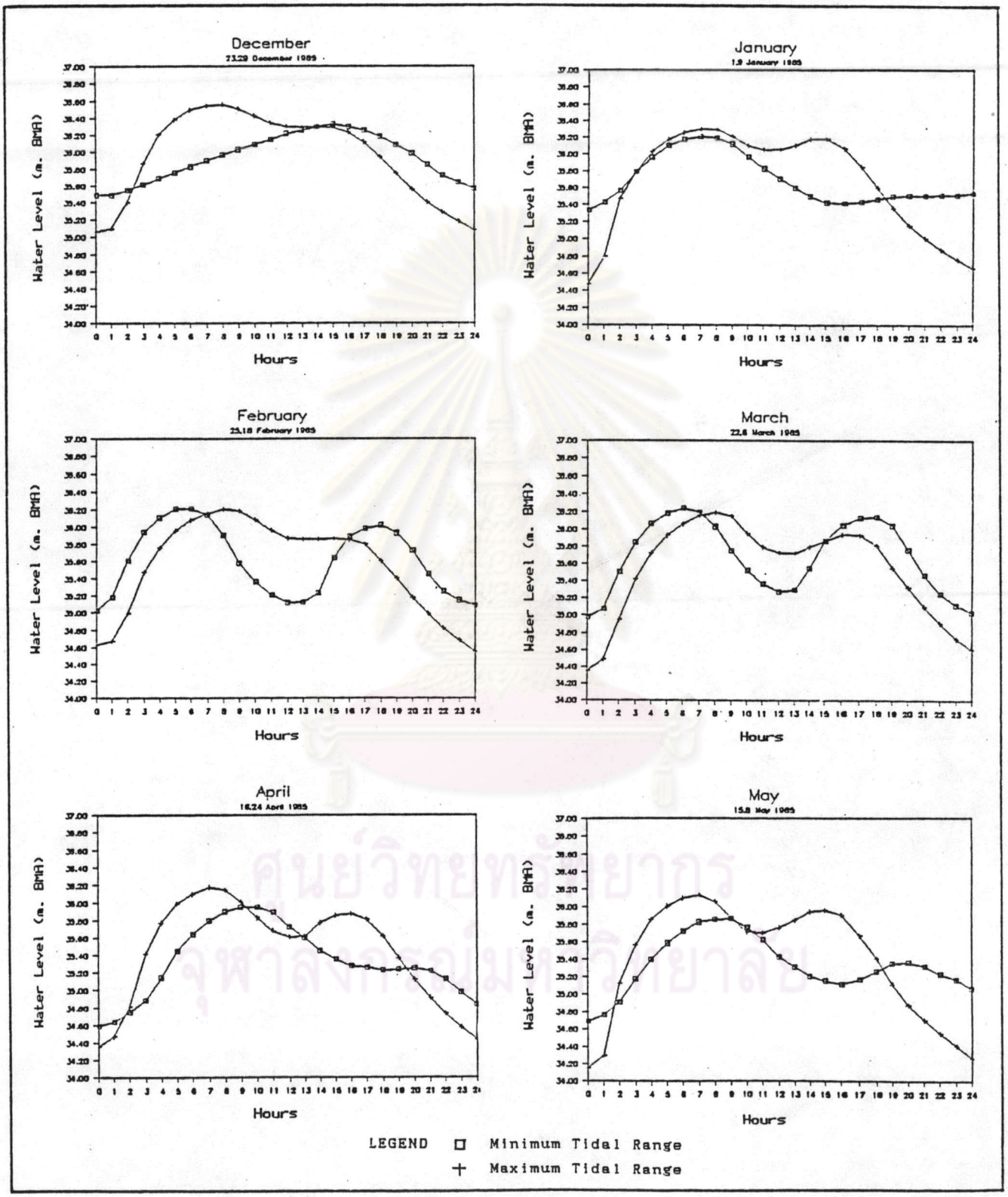
ตาราง 5-8 เงื่อนไขที่ขอบเขตสำหรับการประยุกต์ใช้กับคลองผดุงกรุงเกษม

node ที่	ระดับน้ำ (ม.กทม.)	BOD_5 (มก/ล.)	DO (มก/ล.)
1	จากตาราง 5-3	4.3	0.9
5	34.59	30	0.2
13	34.80	50	0.0
19	34.59	50	0.0
31	จากตาราง 5-3	4.3	0.9

2) เงื่อนไขที่ขอบเขตกรณีเป็นคลองที่เชื่อมต่อ เนื่องจากบริเวณคลองที่เชื่อมต่อกับคลองผดุงกรุงเกษม ไม่มีอาคารบังคับน้ำ ดังนั้นการไหลไปมาระหว่างคลองดังกล่าวจะเป็นไปตามธรรมชาติ โดยแรงโน้มถ่วงของโลก ค่าระดับน้ำที่คลองแยกต่าง ๆ เหล่านี้ จึงขึ้นอยู่กับการควบคุมการเปิดปิดประตูระบายน้ำเทเวศร์ และการสูบน้ำของสถานีสูบน้ำกรุงเกษม เพื่อให้การกำหนดระดับน้ำที่ขอบเขตที่คลองแยกต่าง ๆ ได้ใกล้เคียงกับสภาพจริงมากที่สุด โดยกำหนดให้คลองที่เชื่อมต่อมีความยาวออกไป จนถึงตำแหน่งที่ระดับน้ำในคลองคงที่ไม่มีผลต่อการปิดเปิด

ตาราง 5-7 ข้อมูลระดับน้ำแม่น้ำเจ้าพระยาที่มีพิสัยน้ำขึ้นน้ำลงต่ำสุดและสูงสุดในแต่ละเดือน

เดือน	ธันวาคม		มกราคม		กุมภาพันธ์		มีนาคม		เมษายน		พฤษภาคม	
วันที่	23	29	1	9	25	18	22	6	16	24	15	8
พิสัยน้ำขึ้น-ลง	ต่ำสุด	สูงสุด	ต่ำสุด	สูงสุด	ต่ำสุด	สูงสุด	ต่ำสุด	สูงสุด	ต่ำสุด	สูงสุด	ต่ำสุด	สูงสุด
(ม.)	0.84	1.50	0.87	1.83	1.18	1.66	1.26	1.84	1.36	1.81	1.18	1.98
ชม. ที่	ระดับน้ำ (ม.ททม.)											
0	35.49	35.06	35.34	34.47	35.03	34.63	34.98	34.35	34.59	34.36	34.69	34.15
1	35.49	35.10	35.43	34.80	35.19	34.67	35.08	34.49	34.64	34.47	34.76	34.30
2	35.55	35.40	35.57	35.47	35.61	35.00	35.51	34.95	34.75	34.81	34.91	35.13
3	35.62	35.87	35.79	35.80	35.94	35.48	35.85	35.43	34.89	35.42	35.18	35.57
4	35.69	36.21	35.96	36.03	36.11	35.76	36.07	35.73	35.15	35.78	35.40	35.86
5	35.76	36.38	36.10	36.17	36.21	35.96	36.18	35.93	35.45	35.99	35.59	36.01
6	35.83	36.50	36.17	36.26	36.21	36.08	36.24	36.07	35.64	36.10	35.73	36.10
7	35.90	36.55	36.21	36.30	36.14	36.16	36.19	36.16	35.80	36.17	35.83	36.13
8	35.97	36.56	36.19	36.29	35.90	36.21	36.03	36.19	35.90	36.14	35.86	36.06
9	36.03	36.51	36.12	36.21	35.58	36.18	35.75	36.15	35.95	36.01	35.87	35.88
10	36.09	36.42	35.97	36.10	35.36	36.08	35.53	35.95	35.95	35.83	35.77	35.72
11	36.15	36.34	35.83	36.05	35.21	35.96	35.37	35.79	35.89	35.68	35.63	35.71
12	36.22	36.30	35.71	36.06	35.12	35.87	35.28	35.73	35.73	35.61	35.43	35.77
13	36.26	36.30	35.60	36.11	35.13	35.86	35.30	35.73	35.60	35.62	35.31	35.85
14	36.30	36.30	35.50	36.18	35.24	35.86	35.55	35.80	35.45	35.78	35.20	35.94
15	36.33	36.29	35.43	36.18	35.64	35.87	35.87	35.87	35.35	35.86	35.15	35.96
16	36.30	36.23	35.42	36.07	35.89	35.85	36.05	35.94	35.28	35.88	35.11	35.90
17	36.26	36.12	35.44	35.85	35.98	35.80	36.13	35.93	35.26	35.81	35.17	35.67
18	36.18	35.94	35.47	35.60	36.02	35.60	36.14	35.81	35.23	35.62	35.26	35.40
19	36.08	35.75	35.50	35.36	35.93	35.40	36.04	35.55	35.24	35.37	35.35	35.11
20	35.98	35.56	35.51	35.16	35.73	35.18	35.76	35.33	35.25	35.12	35.36	34.87
21	35.85	35.40	35.51	35.01	35.45	34.99	35.47	35.10	35.22	34.91	35.32	34.70
22	35.73	35.29	35.52	34.88	35.25	34.82	35.25	34.91	35.13	34.73	35.23	34.55
23	35.64	35.18	35.52	34.76	35.15	34.68	35.12	34.73	34.98	34.57	35.17	34.41
24	35.57	35.08	35.54	34.66	35.09	34.55	35.04	34.61	34.84	34.43	35.07	34.27



รูป 5-9 ระดับน้ำแม่น้ำเจ้าพระยาที่มีพิสัยน้ำขึ้นน้ำลงต่ำสุดและสูงสุด จากเดือนธันวาคมถึงเดือนพฤษภาคม

ประตูระบายน้ำเทเวศร์ และการสูบน้ำของสถานี สูบน้ำกรุงเกษม ซึ่งจะทำให้ระดับน้ำอัตราไหล และการเคลื่อนย้ายมวลสาร ที่ทางแยก มีลักษณะใกล้เคียงกับสภาพจริง ผลการทดลองพบว่าคลองเชื่อมทั้งสามควรกำหนดระดับน้ำที่ขอบเขตดังนี้ ระดับน้ำที่ปลายคลองเปรมประชากร (node 5) และที่ปลายคลองมหานาคฝั่งตะวันออก เท่ากับ 34.59 ม.กทม. ระดับน้ำที่ปลายคลองมหานาคฝั่งตะวันตกเท่ากับ 34.80 ม.กทม. ส่วนค่า BOD_5 และ DO กำหนดโดยข้อมูลสำรวจภาคสนาม ในภาคผนวก ก. และผลการสำรวจคุณภาพน้ำคลอง โดยสำนักการระบายน้ำ กรุงเทพมหานคร ดังได้สรุปไว้ ในตาราง 5-8

5.5 การเปรียบเทียบคุณภาพน้ำเมื่อทำการระบายน้ำเพื่อไล่น้ำเสีย

เนื่องจากระดับน้ำของแม่น้ำเจ้าพระยา เป็นเงื่อนไขที่สำคัญในการระบายน้ำ เพื่อไล่น้ำเสียในคลองผดุงกรุงเกษม ผลการวิเคราะห์น้ำขึ้นน้ำลงในหัวข้อ 5.3 ทำให้ทราบว่าสภาพการเกิดน้ำขึ้นน้ำลงของแม่น้ำเจ้าพระยาในเดือนเดียวกันมีลักษณะคล้ายกัน ในการศึกษานี้จึงได้เริ่มวิเคราะห์เป็นรายเดือน ตั้งแต่เดือนธันวาคมถึงเดือนพฤษภาคม โดยแต่ละเดือนเลือกค่าระดับน้ำของวันที่มีพิสัยน้ำขึ้นน้ำลง (tidal range) มากที่สุดและน้อยที่สุด ข้อมูลที่ใช้คือข้อมูลล่าสุดที่มี (ข้อมูลปี 2528) ที่ปตร.เทเวศร์กำหนดให้เปิดเมื่อระดับน้ำในคลองต่ำกว่าระดับน้ำในแม่น้ำเจ้าพระยา และปิดเมื่อระดับน้ำในคลองมีระดับสูงกว่าแม่น้ำเจ้าพระยา ส่วน sluice gate ที่สถานีสูบน้ำกรุงเกษมจะทำงานตรงกันข้าม คือ จะปิดเมื่อระดับน้ำในคลองต่ำกว่าระดับน้ำในแม่น้ำเจ้าพระยา และเปิดเมื่อระดับน้ำในคลอง สูงกว่าระดับน้ำในแม่น้ำเจ้าพระยา เพื่อให้ระบายน้ำในคลองออกแม่น้ำเจ้าพระยาด้วยแรงโน้มถ่วงของโลก (gravity flow) สำหรับเครื่องสูบน้ำจะหยุดเมื่อระดับน้ำในคลองสูงกว่าระดับน้ำในแม่น้ำเจ้าพระยา และจะเดิน 2 เครื่อง เมื่อระดับน้ำในคลองต่ำกว่าระดับน้ำในแม่น้ำเจ้าพระยา ซึ่งในสภาพจริงของการดำเนินการสูบน้ำของสถานีสูบน้ำ ขณะทำการไล่น้ำเสียจะเดินเครื่องสูบน้ำ 1-2 เครื่อง การกำหนดเงื่อนไขดังกล่าวเป็นการกำหนดเพื่อให้ใกล้เคียงกับแนวปฏิบัติในการ ระบายน้ำเพื่อไล่น้ำเสียของคลองผดุงกรุงเกษมในปัจจุบัน สำหรับทำการเปรียบเทียบการระบายน้ำ เพื่อไล่น้ำเสีย ในวันที่มีพิสัยน้ำขึ้นน้ำลงมากที่สุดและน้อยที่สุดสำหรับเดือนต่าง ๆ โดยการตรวจสอบค่า BOD_5 เนื่องจากค่า BOD_5 เป็นตัวกำหนดความแรงของมลภาวะของน้ำทิ้งชุมชนที่สำคัญ

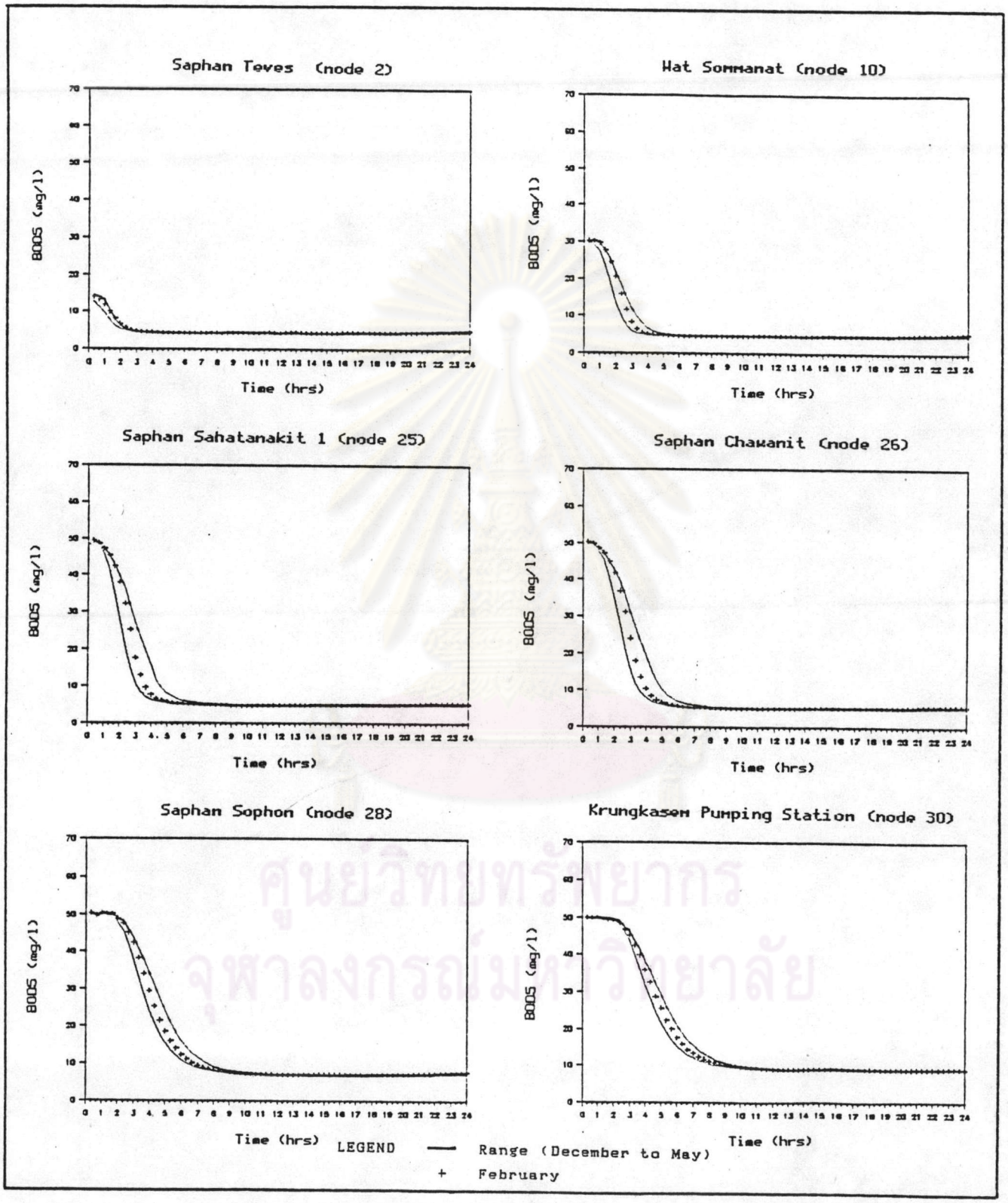
ผลการระบายน้ำเพื่อไล่น้ำเสียในแต่ละเดือน พบว่าที่ตำแหน่งต่าง ๆ ในคลอง จะมีลักษณะการไล่น้ำเสียเหมือนกันคือ ค่า BOD_5 จะลดลงเรื่อย ๆ จนถึงระยะเวลาหนึ่งแล้วค่า BOD_5 จะมีค่าคงที่ เมื่อพิจารณาในแต่ละตำแหน่ง พบว่าการระบายน้ำเพื่อไล่น้ำเสียในแต่ละเดือนไม่ทำให้ค่า BOD_5 ที่เวลาท้ายสุดเปลี่ยนแปลง แต่จะทำให้การลดลงของค่า BOD_5ที่ตำแหน่งนั้น ๆ เร็วขึ้นหรือช้าลงเท่านั้น แต่อย่างไรก็ตามการลดลงของค่า BOD_5 ที่ตำแหน่งและเวลาใด ๆ มีการ

ลดลงเร็วหรือช้ากว่ากันไม่เกิน 1.5 ชั่วโมง และระยะเวลาที่ค่า BOD_5 ลดลงจนถึงจุดคงที่ใช้เวลาใกล้เคียงกัน รูป 5-10 แสดงคุณภาพน้ำ เมื่อทำการระบายน้ำ เพื่อไล่น้ำเสีย โดยแสดงช่วงระหว่างการลดค่า BOD_5 เร็วที่สุด กับการลดค่า BOD_5 ช้าที่สุด ตามเวลาพบว่ามีการลดค่า BOD_5 ใกล้เคียงกันและจากรูปดังกล่าว จะเห็นได้ว่า ลักษณะน้ำขึ้นน้ำลงในวันที่มีน้ำขึ้นน้ำลงสูงที่สุดของเดือนกุมภาพันธ์ ให้ค่า BOD_5 ตามเวลาใกล้เคียงกับค่าเฉลี่ยระหว่างค่าสูงสุดและค่าต่ำสุด เมื่อพิจารณาทุกตำแหน่งในคลองเปรียบเทียบกันพบว่า ตำแหน่งที่อยู่ใกล้ ปตร.เทเวศร์ ค่า BOD_5 จะลดลงทันที เมื่อเปิด ปตร.เทเวศร์ และตำแหน่งยิ่งห่างจาก ปตร.เทเวศร์ จะทำให้เวลาเริ่มต้นในการลดค่า BOD_5 อันเนื่องมาจากการระบายน้ำ ยิ่งช้ากว่า เช่น ที่สถานีสูบน้ำกรุงเกษมค่า BOD_5 จะเริ่มลดลงเมื่อ ปตร.เทเวศร์ เปิดแล้วประมาณ 2 ชั่วโมง เนื่องจากน้ำที่มีคุณภาพดีกว่าเริ่มจะไหลไปถึง ค่า BOD_5 ที่จุดคงที่มีค่าน้อยและใช้เวลา ในการลดลงน้อยเมื่อตำแหน่งอยู่ใกล้ ปตร.เทเวศร์ ค่า BOD_5 ที่จุดคงที่จะมีค่าสูงขึ้นและใช้เวลา ในการลดลงมากขึ้นเมื่อตำแหน่งอยู่ห่างจาก ปตร.เทเวศร์ไปเรื่อย ๆ ระยะเวลาในการลดค่า BOD_5 จนถึงจุดคงที่ของสถานีสูบน้ำกรุงเกษมใช้เวลามากที่สุด คือประมาณ 10 ชั่วโมง หลังการดำเนินการระบายน้ำเพื่อไล่น้ำเสีย

โดยสรุปแล้ว การศึกษาการระบายน้ำเพื่อไล่น้ำเสียในคลองผดุงกรุงเกษม สามารถศึกษา โดยใช้ระดับน้ำของแม่น้ำเจ้าพระยา ในวันที่มีพิสัยน้ำขึ้นน้ำลงมากที่สุดของเดือนกุมภาพันธ์เป็นตัวแทนของระดับน้ำแม่น้ำเจ้าพระยา โดยไม่ต้องศึกษาแยกเป็นรายเดือนก็จะได้ค่าวิเคราะห์ที่ใกล้เคียงกัน

5.6 การศึกษาแนวทางปรับปรุงระบบระบายน้ำเพื่อไล่น้ำเสีย

ในการศึกษาแนวทางปรับปรุงระบบระบายน้ำเพื่อไล่น้ำเสีย กระทำโดยการจำลองสภาพคลองและการดำเนินการ (การเปิดปิด ประตูระบายน้ำ และการเดินเครื่องสูบน้ำ) ที่ใกล้เคียงกับการดำเนินการในปัจจุบัน จากนั้นพยายามหาแนวทางในการปรับปรุงการดำเนินการ โดยกำหนดพลังงานในการสูบน้ำเท่าเดิม นำผลการจำลองสภาพมาเปรียบเทียบกันโดยใช้ดัชนีที่สำคัญต่อการระบายน้ำเพื่อไล่น้ำเสียมาเปรียบเทียบกัน จนได้วิธีการดำเนินการที่เหมาะสมสำหรับคลองผดุงกรุงเกษม หลังจากนั้นทดลองทำการขุดลอกคลองโดยมีแนวทางสำหรับการขุดลอกดังนี้ จากการเปรียบเทียบข้อมูลพื้นที่หน้าตัด และความลาดเอียงของคลองผดุงกรุงเกษมในปัจจุบันกับข้อมูลการขุดลอกคลองเมื่อปี พ.ศ. 2526 พบว่ามีความใกล้เคียงกัน แสดงว่าการตื้นเขินมีไม่มากนัก รูปตัดตามยาวของคลองมีลักษณะลาดเอียง (slope) ไปทางต้นน้ำ ทำให้การระบายน้ำไม่สะดวก และเนื่องจากพื้นที่มีลักษณะแบนราบ การศึกษาการขุดลอกคลองนี้เลือกใช้ระดับท้องคลองที่ต้นน้ำ (บริเวณเทเวศร์) ซึ่งมีระดับท้องคลองเท่ากับ 31.00 ม.กทม. เป็นเกณฑ์ในการขุดลอกตลอดความยาวคลอง (slope = 0) สำหรับพื้นที่หน้าตัดขวางของคลอง มีผนังคอนกรีตแนวดิ่งกันดินทั้งสองข้าง



รูป 5-10 ผลการเปรียบเทียบคุณภาพน้ำเมื่อทำการระบายน้ำเพื่อไล่น้ำเสีย

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตลอดความยาวคลอง บริเวณพื้นคลองขุดลอกเป็นรูปสี่เหลี่ยมคางหมู ความกว้างด้านล่างและความลาดเอียงของรูปสี่เหลี่ยมคางหมู ใช้ข้อมูลการขุดลอกคลอง ปี 2526 เป็นเกณฑ์

5.6.1 <u>ทางเลือกในการปรับปรุงระบบระบายน้ำเพื่อไล่น้ำเสีย</u>

จากการพิจารณาปัญหา ลักษณะกายภาพและเงื่อนไขต่าง ๆ ของคลองผดุงกรุงเกษม พบว่าประเด็นในการปรับปรุงที่สำคัญ ประกอบด้วย การเปิดปิดประตูระบายน้ำเทเวศร์ การสูบน้ำที่สถานีสูบน้ำกรุงเกษม และการขุดลอกคลอง โดยจะทำการควบคุมระดับน้ำที่ประตูระบายน้ำเทเวศร์และสถานีสูบน้ำกรุงเกษมตามเกณฑ์ การควบคุมของสำนักการระบายน้ำ กทม. จากประเด็นในการปรับปรุงดังกล่าวได้พิจารณาออกเป็นทางเลือกในการระบายน้ำเพื่อไล่น้ำเสีย 3 ทางเลือก ดังนี้ ทางเลือกที่น่าสนใจในการปรับปรุงระบบระบายน้ำเพื่อไล่น้ำเสียมี 3 ทางเลือก ดังนี้

5.6.1.1 <u>การดำเนินการสำหรับทางเลือกที่ 1</u>

- เปิดปตร.เทเวศร์ เมื่อระดับน้ำในคลองผดุงกรุงเกษมต่ำกว่าระดับน้ำแม่น้ำเจ้าพระยา และปิดเมื่อระดับน้ำในคลองผดุงกรุงเกษมสูงกว่าระดับน้ำแม่น้ำเจ้าพระยาหรือเมื่อเปิดครบ 10 ชั่วโมง โดยควบคุมระดับน้ำในคลองผดุง-กรุงเกษม ที่ ปตร.เทเวศร์ไม่ให้เกิน 35.80 ม.กทม. และที่สถานีสูบน้ำกรุงเกษมไม่ให้เกิน 35.50 ม.กทม. ซึ่งเป็นระดับควบคุมของ กทม.
- เดินเครื่องสูบน้ำสถานีสูบน้ำกรุงเกษม จำนวน 2 เครื่อง เป็นเวลานาน 10 ชั่วโมง ขณะระดับน้ำในคลองมีระดับสูงกว่าระดับน้ำแม่น้ำเจ้าพระยา ให้เปิด sluice gate เพื่อระบายน้ำจากคลองผดุงกรุงเกษมสู่แม่น้ำเจ้าพระยาโดยแรงโน้มถ่วงโลกแทนการสูบน้ำ และปิดเมื่อระดับน้ำในคลองต่ำกว่าระดับน้ำแม่น้ำเจ้าพระยา

5.6.1.2 <u>การดำเนินการสำหรับทางเลือกที่ 2</u>

- เปิด ปตร.เทเวศร์ เช่นเดียวกับการดำเนินการสำหรับทางเลือกที่ 1 ต่างกันที่ใช้เวลาในการเปิดประตูไม่เกิน 20 ชั่วโมง
- เดินเครื่องสูบน้ำสถานีสูบน้ำกรุงเกษม จำนวน 1 เครื่อง เป็นเวลานาน 20 ชั่วโมง การดำเนินการอื่น ๆ ของสถานีสูบน้ำเหมือนกับการดำเนินการของทางเลือกที่ 1

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

5.6.1.3 การดำเนินการสำหรับทางเลือกที่ 3

ดำเนินการเช่นเดียวกับทางเลือกที่ 2 พร้อมทั้งมีการขุดลอกคลองเพิ่มขึ้น โดยใช้เกณฑ์การขุดลอกดังได้กล่าวข้างต้น

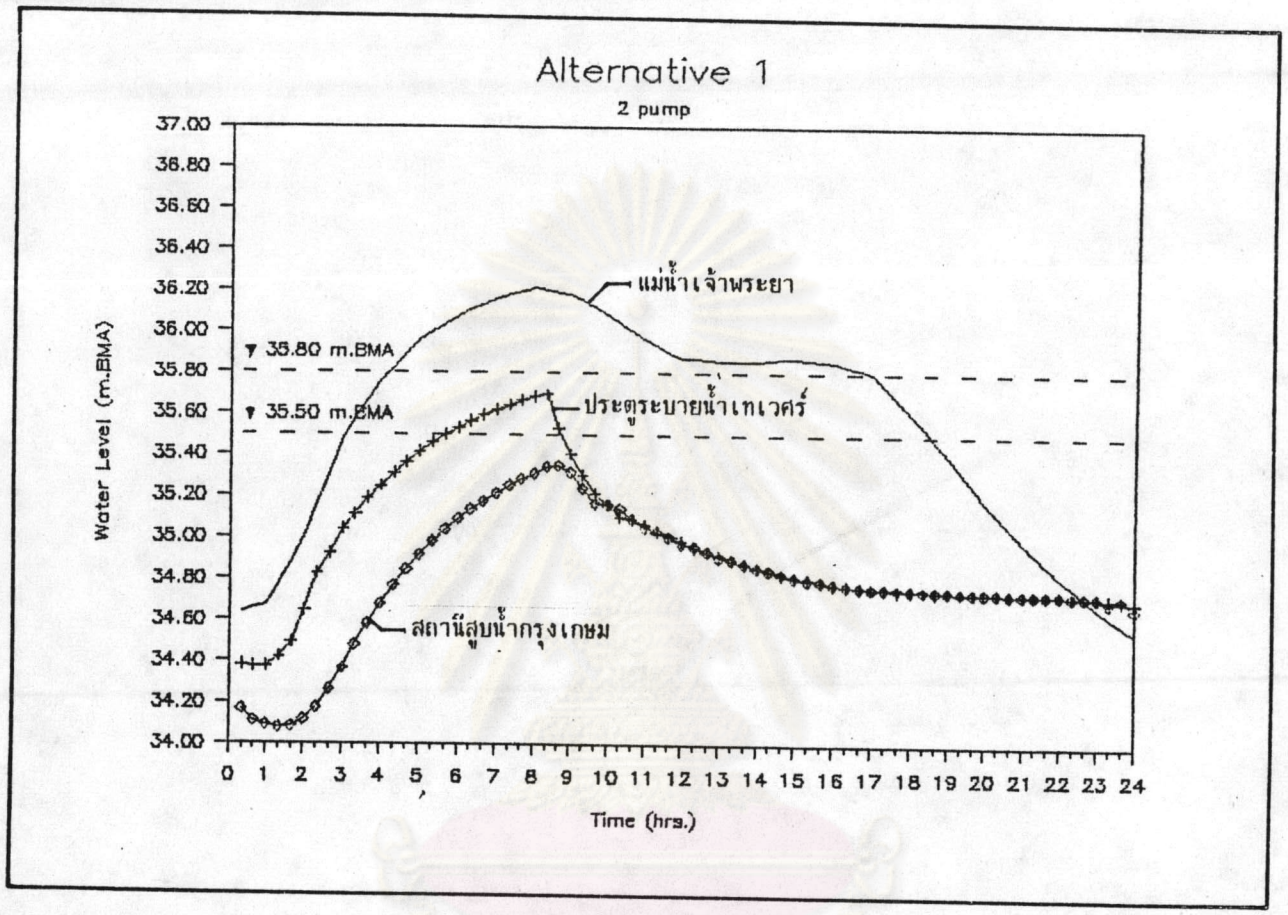
5.6.2 ผลการปรับปรุงระบบระบายน้ำเพื่อไล่น้ำเสีย

5.6.2.1 ผลการศึกษาทางเลือกที่ 1

1) ระดับน้ำ เมื่อเปิด ปตร.เทเวศร์ ระดับน้ำในคลองจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว เมื่อเปิด ปตร.เทเวศร์นาน 10 ชั่วโมง ทำให้เกิดระดับน้ำสูงสุดที่เทเวศร์ 35.70 ม.กทม. และที่สถานีสูบน้ำกรุงเกษม 35.35 ม.กทม. ระดับน้ำสูงสุดทั้งสองตำแหน่งไม่เกินกว่าระดับที่ สำนักการระบายน้ำ กทม. กำหนด หลังจากปิด ปตร.เทเวศร์และหยุดสูบน้ำ ระดับน้ำที่ ปตร.เทเวศร์และที่สถานีสูบน้ำกรุงเกษมมีระดับใกล้เคียงกันมาก และสามารถ เปิด sluice gate ได้ประมาณ 1 ชั่วโมงขณะระดับน้ำแม่น้ำเจ้าพระยาลดลงต่ำสุด ดูรูป 5-11

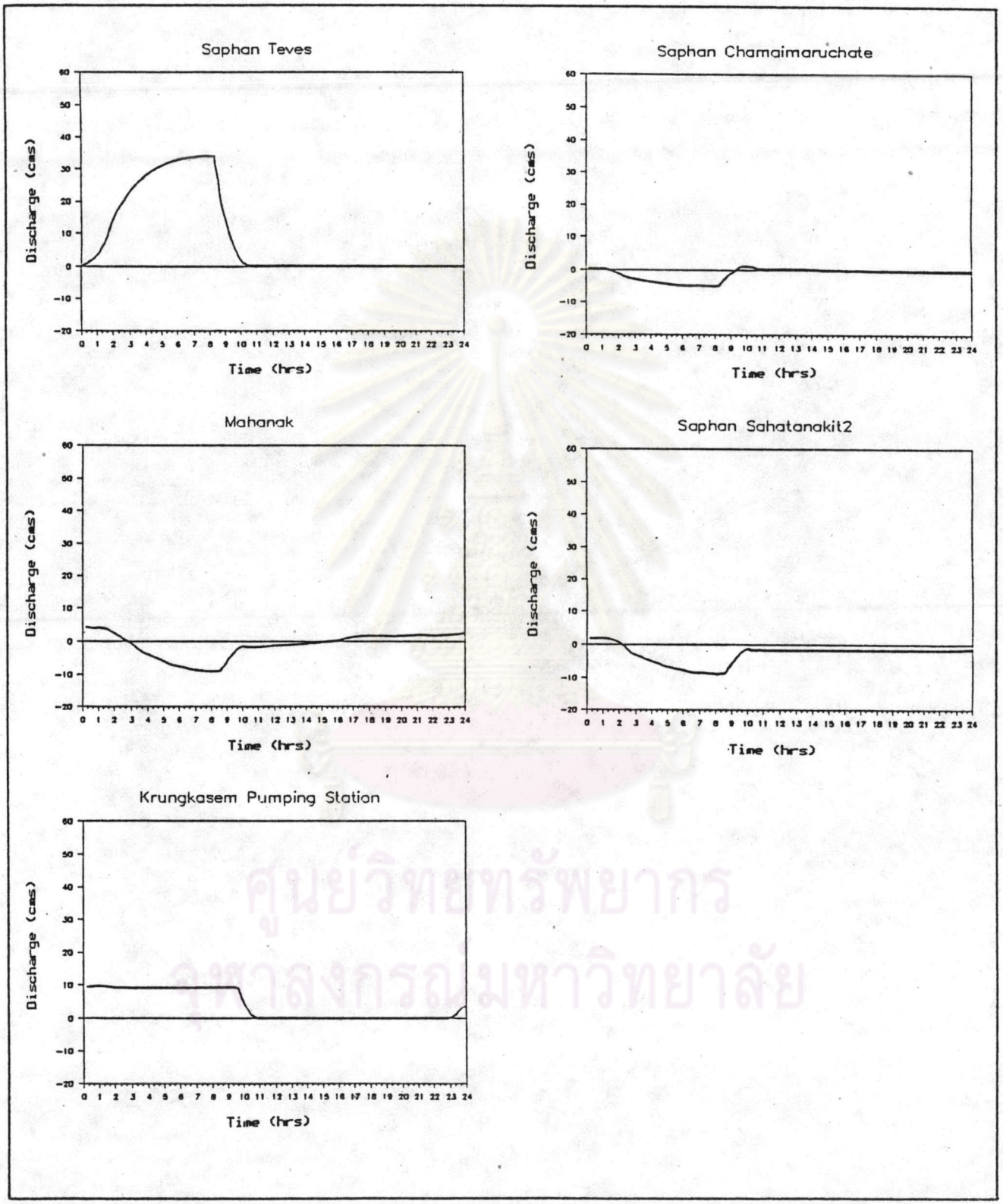
2) อัตราไหล (ดูรูป 5-12)

- ปตร.เทเวศร์ เกิดอัตราไหลสูงสุด 34.3 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที อัตราไหลเฉลี่ยใน 10 ชั่วโมง มีค่าเท่ากับ 22.1 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที หรือคิดเป็นปริมาณน้ำที่ระบายจากแม่น้ำเจ้าพระยาเข้าคลอง 795,760 ลูกบาศก์เมตร
- สะพานชมัยมรุเชษฐ์ (คลองเปรมประชากร) เริ่มต้นมีการไหลคลองผดุงกรุงเกษม หลังจากเปิด ปตร.เทเวศร์ จนอิทธิพลของแม่น้ำเจ้าพระยาถึง อัตราไหลเริ่มลดลงจนมีการไหลกลับ (ไหลออกจากคลองผดุงกรุงเกษม) เมื่อปิด ปตร.เทเวศร์ ทำให้น้ำส่วนที่ไหลออกจากคลองผดุงกรุงเกษมไหลกลับมาเล็กน้อย เมื่อคำนวณปริมาณสุทธิในรอบ 24 ชั่วโมง ให้ผลการระบายน้ำออกจากคลองผดุงกรุงเกษม 97,960 ลูกบาศก์เมตร
- ตลาดมหานาค (คลองมหานาค ด้านทิศตะวันตก) ลักษณะการไหลเข้าออกคลองผดุงกรุงเกษมเช่นเดียวกับที่สะพานชมัยมรุเชษฐ์ ผลคำนวณปริมาณสุทธิในรอบ 24 ชั่วโมง ให้ผลการระบายน้ำออกจากคลองผดุงกรุงเกษม 96,700 ลูกบาศก์เมตร
- สะพานสหธนากิจ 2 (คลองมหานาคด้านทิศตะวันออก) เริ่มต้นไหลเข้าคลองผดุงกรุงเกษม หลังจากเปิด ปตร.เทเวศร์ จนอิทธิพลของแม่น้ำเจ้าพระยาถึงอัตราไหลเริ่มลดลงจนไหลกลับ ตลอดผลคำนวณปริมาณสุทธิ



รูป 5-11 ผลการคำนวณระดับน้ำที่ ปตร.เทเวศร์ และสถานีสูบน้ำกรุงเกษม (ทางเลือกที่ 1)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูป 5-12 ผลการคำนวณอัตราไหลเข้าและออกจากคลองผดุงกรุงเกษม (ทางเลือกที่ 1)

ในรอบ 24 ชั่วโมง ให้ผลการระบายน้ำออกจากคลองผดุงกรุงเกษม 244,580 ลูกบาศก์เมตร

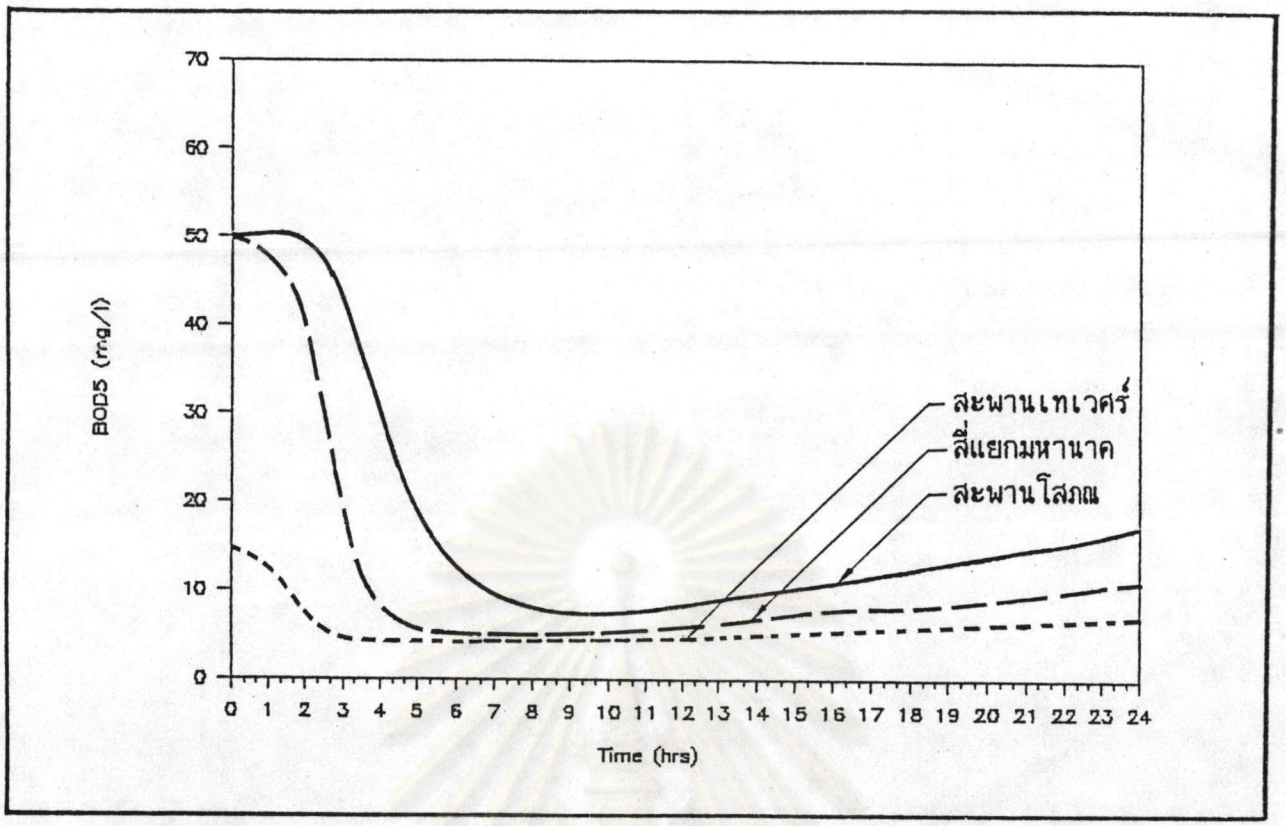
- สถานีสูบน้ำกรุงเกษม เดินเครื่องสูบน้ำ 2 เครื่องเป็นเวลา 10 ชั่วโมง สามารถสูบน้ำเฉลี่ย 9.3 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที คิดเป็นปริมาณน้ำที่สูบออก 333,300 ลูกบาศก์เมตร และ sluice gate สามารถระบายน้ำออกจากคลองผดุงกรุงเกษมโดยแรงโน้มถ่วงโลก ได้นาน 1 ชั่วโมง ด้วยอัตราไหลเฉลี่ย 2.9 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที คิดเป็นปริมาณน้ำที่ระบายโดย sluice gate 10,500 ลูกบาศก์เมตร

3) ความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมี 5 วัน, BOD_5 (ดูรูป 5-13)

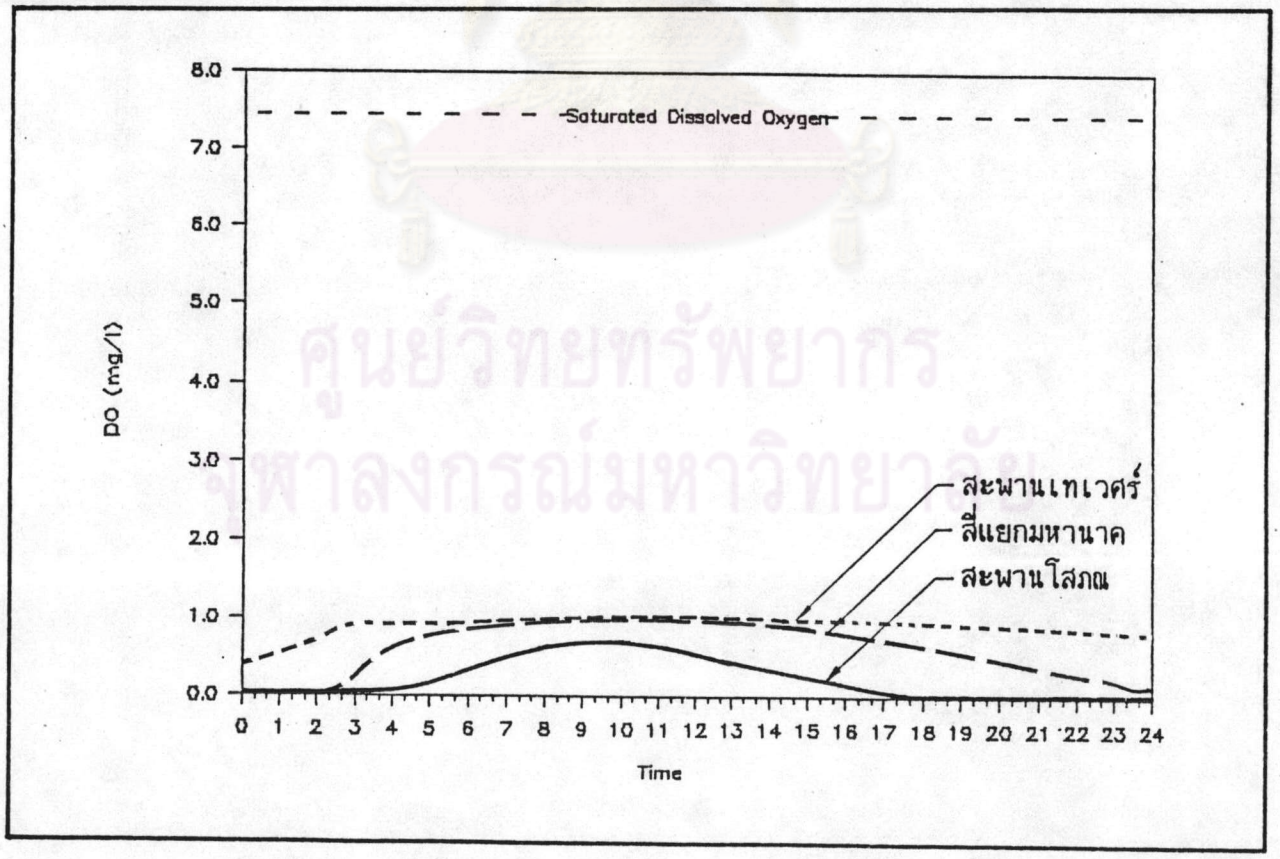
- ปตร.เทเวศร์ ขณะเริ่มต้น BOD_5 มีค่า 15 มก/ล. เมื่อเปิดปตร.เทเวศร์ 3 ชั่วโมง ค่า BOD_5 จะลดลงเหลือประมาณ 4.4 มก/ล. หลังจากนั้นค่า BOD_5 จะเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ ทีละน้อย จนถึงชั่วโมงที่ 24 ค่า BOD_5 มีค่า 7.1 มก/ล.
- สี่แยกคลองมหานาค เริ่มต้น BOD_5 มีค่า 50 มก/ล. เมื่อเปิดปตร.เทเวศร์นาน 6 ชั่วโมง ค่า BOD_5 ลดลงเหลือประมาณ 5.1 มก/ล. หลังจากนั้นค่า BOD_5 จะเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ ทีละน้อยจนถึงชั่วโมงที่ 24 ค่า BOD_5 มีค่า 11.1 มก/ล.
- สถานีสูบน้ำกรุงเกษม เริ่มต้น BOD_5 มีค่า 50 มก/ล. ช่วง 2 ชั่วโมงแรกค่า BOD_5 เพิ่มขึ้นเล็กน้อย เมื่อเปิดปตร.เทเวศร์ 10 ชั่วโมง ค่า BOD_5 ลดลงเหลือประมาณ 7.4 มก/ล. หลังจากนั้นมีค่าเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ ทีละน้อยจนถึงชั่วโมงที่ 24 ค่า BOD_5 มีค่า 17.5 มก/ล.

4) ออกซิเจนละลาย, DO (ดูรูป 5-14)

- ปตร.เทเวศร์ เริ่มต้น DO มีค่าใกล้ศูนย์ หลังจากเปิด ปตร.เทเวศร์ 3 ชม. DO มีค่าประมาณ 0.9 มก/ล. เมื่อถึงชั่วโมงที่ 24 ค่า DO ลดลงเล็กน้อยเหลือ 0.8 มก/ล.
- สี่แยกคลองมหานาค เริ่มต้น DO มีค่าใกล้ศูนย์ หลังเปิด ปตร.เทเวศร์นาน 3 ชั่วโมง DO เริ่มมีค่าเพิ่มขึ้นจนสูงสุดประมาณ 0.8 มก/ล. ในชั่วโมงที่ 6 แล้วมีค่าคงที่จนถึงชั่วโมงที่ 16 จากนั้นเริ่มลดลงเรื่อย ๆ จนครบรอบ 24 ชั่วโมง ค่า DO ลดลงเหลือ 0.1 มก/ล.
- สถานีสูบน้ำกรุงเกษม เริ่มต้น DO มีค่าใกล้ศูนย์ หลังเปิดปตร.เทเวศร์นาน 4 ชั่วโมง ค่า DO เริ่มมีค่าเพิ่มขึ้น จนมีค่าสูงสุด 0.7 มก/ล. เมื่อเปิด ปตร.เทเวศร์นาน 10 ชั่วโมง ต่อจากนั้นค่า DO เริ่มลดลงจนมีค่าเกือบศูนย์ในชั่วโมงที่ 18 ถึง 24



รูป 5-13 ผลการคำนวณ BOD_5 ที่ ปตร.เทเวศร์ สี่แยกคลองมหานาค และสถานีสูบน้ำกรุงเกษม (ทางเลือกที่ 1)



รูป 5-14 ผลการคำนวณ DO ที่ ปตร.เทเวศร์ สี่แยกคลองมหานาค และสถานีสูบน้ำกรุงเกษม (ทางเลือกที่ 1)

5.6.2.2 ผลการศึกษาทางเลือกที่ 2

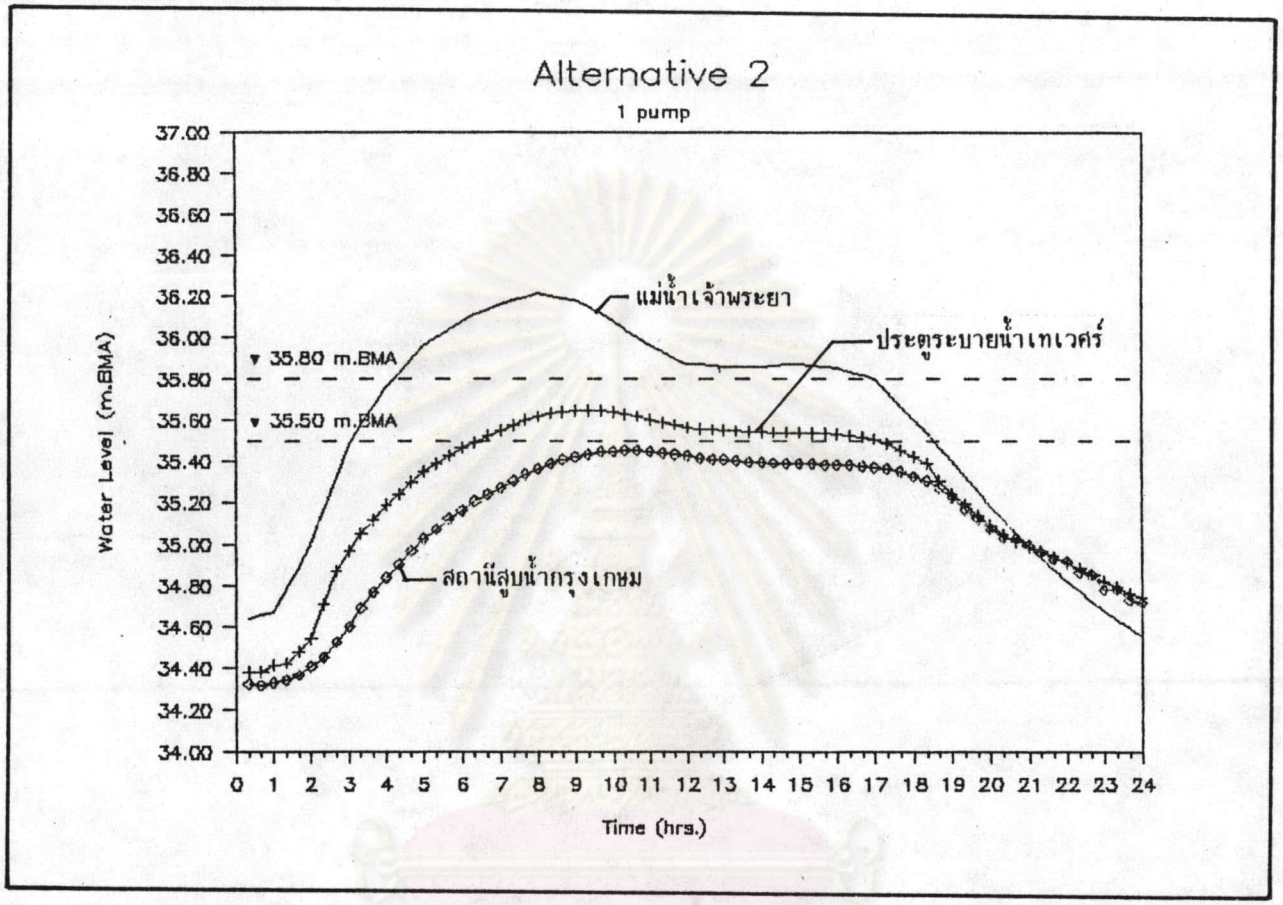
1) ระดับน้ำ เมื่อเปิด ปตร.เทเวศร์ ระดับน้ำในคลองจะเพิ่มขึ้น หลังเปิด ปตร.เทเวศร์นาน 20 ชั่วโมง ทำให้เกิดระดับน้ำสูงสุดในคลองที่ ปตร.เทเวศร์ เท่ากับ 35.65 ม.กทม. ที่สถานีสูบน้ำกรุงเกษม เท่ากับ 35.45 ม.กทม. ระดับน้ำสูงสุดทั้งสองตำแหน่ง ไม่เกินกว่าระดับที่สำนักการระบายน้ำ กทม. กำหนด ดูรูป 5-15 หลังจากปิด ปตร.เทเวศร์และหยุดสูบน้ำนาน 1 ชั่วโมง (ชั่วโมงที่ 21) สามารถเปิด sluice gate ได้ประมาณ 3 ชั่วโมง ขณะระดับน้ำลดลงต่ำสุด

2) อัตราไหล (ดูรูป 5-16)

- ปตร.เทเวศร์ เกิดอัตราไหลสูงสุด 29.6 ลบ.ม/ว. อัตราไหลเฉลี่ยช่วง 20 ชั่วโมงเท่ากับ 19.8 ลบ.ม/ว. หรือคิดเป็นปริมาณน้ำที่ระบายจากแม่น้ำเจ้าพระยาเข้าคลอง 1,422,270 ลบ.ม.
- สะพานชมัยมรุเชษฐ์ (คลองเปรมประชากร) มีลักษณะการไหลเข้าออกคลองผดุงกรุงเกษมเช่นเดียวกันกับทางเลือกที่ 1 ต่างกันที่ปริมาณการระบายน้ำสุทธิในรอบ 24 ชั่วโมง ได้ผลการระบายน้ำออกจากคลองผดุงกรุงเกษม 182,620 ลบ.ม.
- ตลาดมหานาค (คลองมหานาค ด้านทิศตะวันตก) มีลักษณะการไหลเข้าและออกจากคลองผดุงกรุงเกษม เช่นเดียวกับทางเลือกที่ 1 ต่างกันที่ปริมาณการระบายน้ำสุทธิในรอบ 24 ชั่วโมง ได้ผลการระบายน้ำออกจากคลองผดุงกรุงเกษม 398,460 ลบ.ม.
- สะพานสหธนากิจ 2 (คลองมหานาค ด้านทิศตะวันออก) มีลักษณะการไหลเข้าและออกจากคลองผดุงกรุงเกษม เช่นเดียวกับทางเลือกที่ 1 ต่างกันที่ปริมาณการระบายน้ำสุทธิในรอบ 24 ชั่วโมง ได้ผลการระบายน้ำออกจากคลองผดุงกรุงเกษม 415,440 ลบ.ม.
- สถานีสูบน้ำกรุงเกษม เดินเครื่องสูบน้ำ 1 เครื่อง เป็นเวลานาน 20 ชั่วโมง สามารถสูบน้ำโดยเฉลี่ย 5.15 ลบ.ม/ว. คิดเป็นปริมาณน้ำที่สูบออก 370,760 ลบ.ม. และ sluice gate สามารถระบายน้ำออกจากคลองผดุงกรุงเกษมโดยแรงโน้มถ่วงโลก ได้นาน 3 ชั่วโมง คิดเป็นปริมาณน้ำที่ระบายโดย sluice gate 38,431 ลบ.ม.

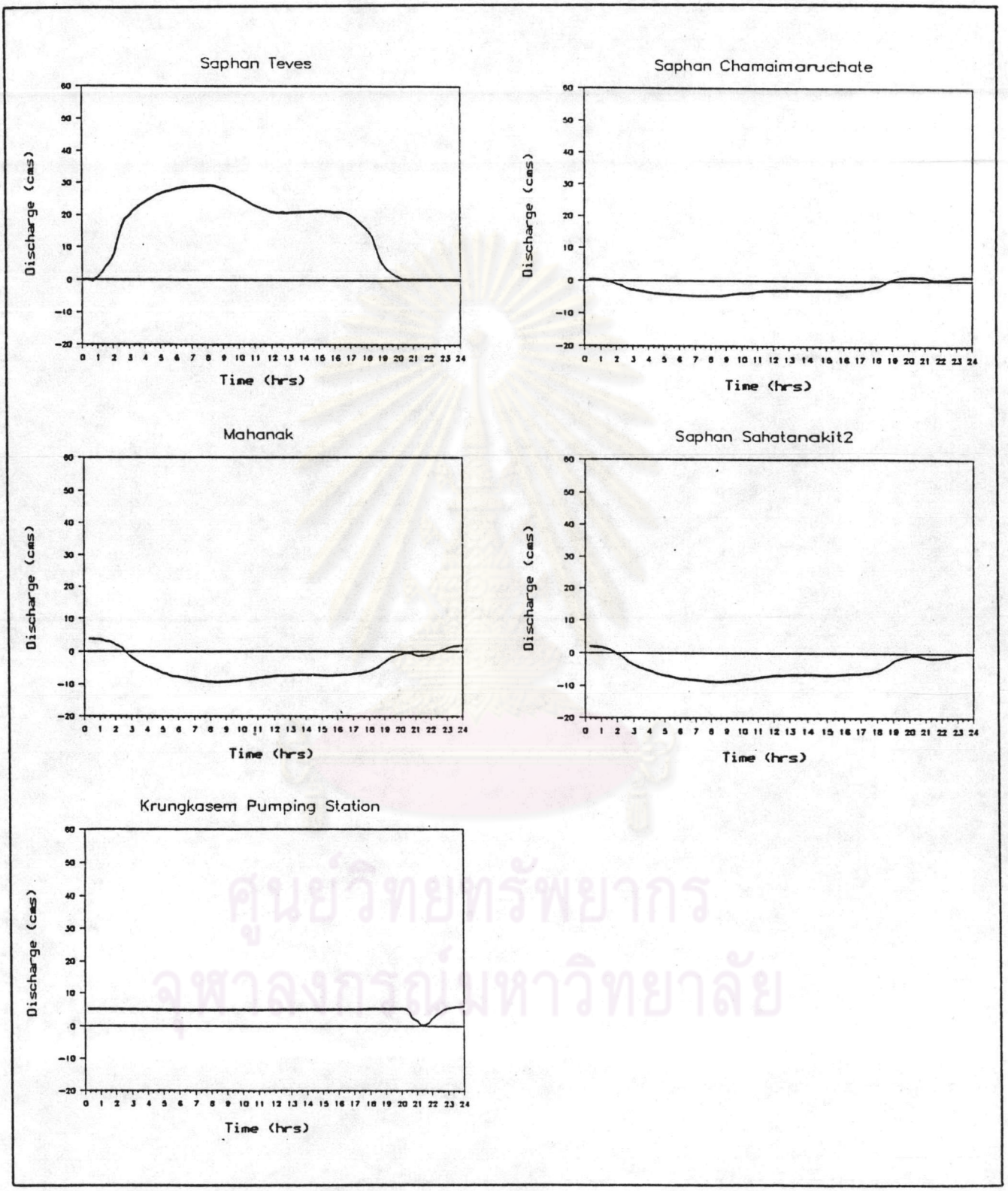
3) ความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมี 5 วัน, BOD_5 (ดูรูป 5-17)

- ปตร.เทเวศร์ ขณะเริ่มต้น BOD_5 มีค่า 15 มก/ล. เมื่อเปิด ปตร.เทเวศร์ นาน 4 ชั่วโมง ค่า BOD_5 ลดลงเหลือประมาณ 5.2 มก/ล. หลังจากนั้น จะมีค่าค่อนข้างคงที่ตลอดจนถึงชั่วโมงที่ 24



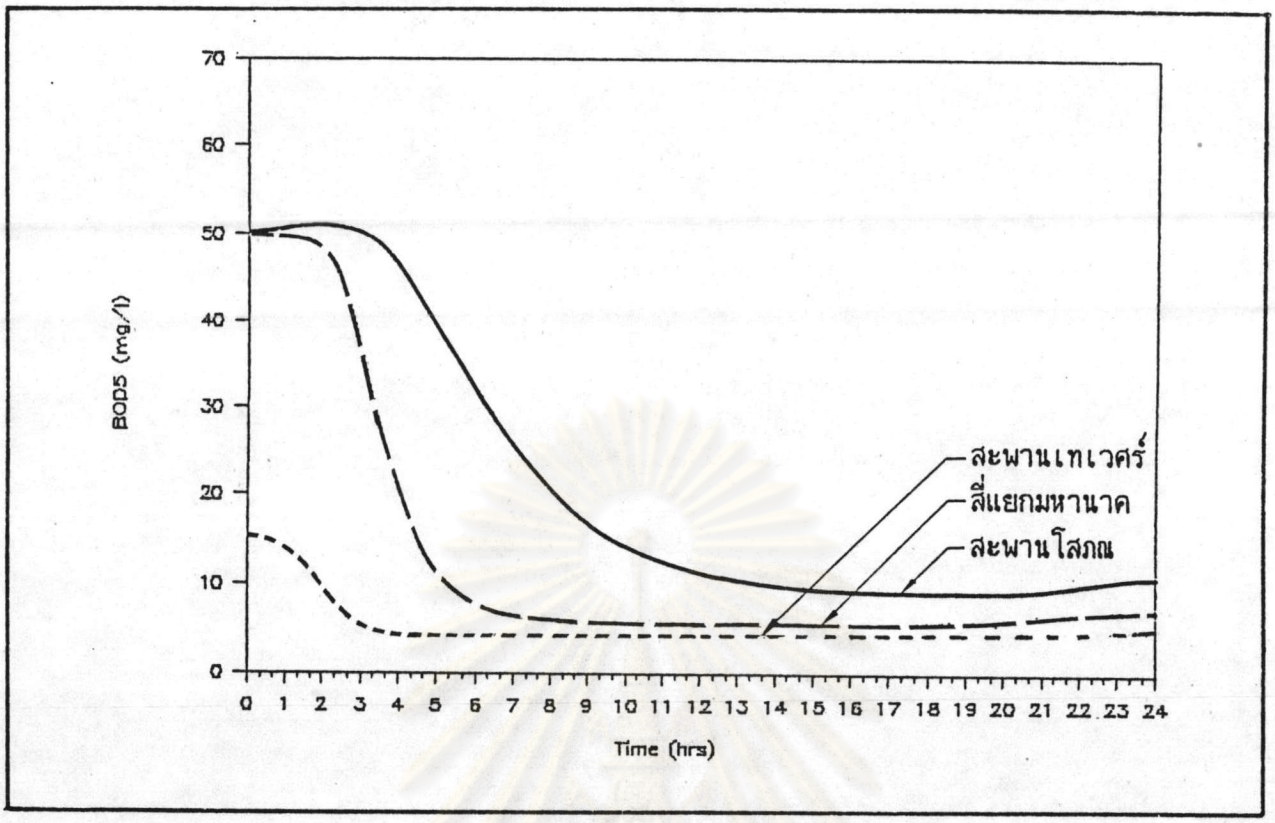
รูป 5-15 ผลการคำนวณระดับน้ำที่ ปตร.เทเวศร์ และสถานีสูบน้ำกรุงเกษม (ทางเลือกที่ 2)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

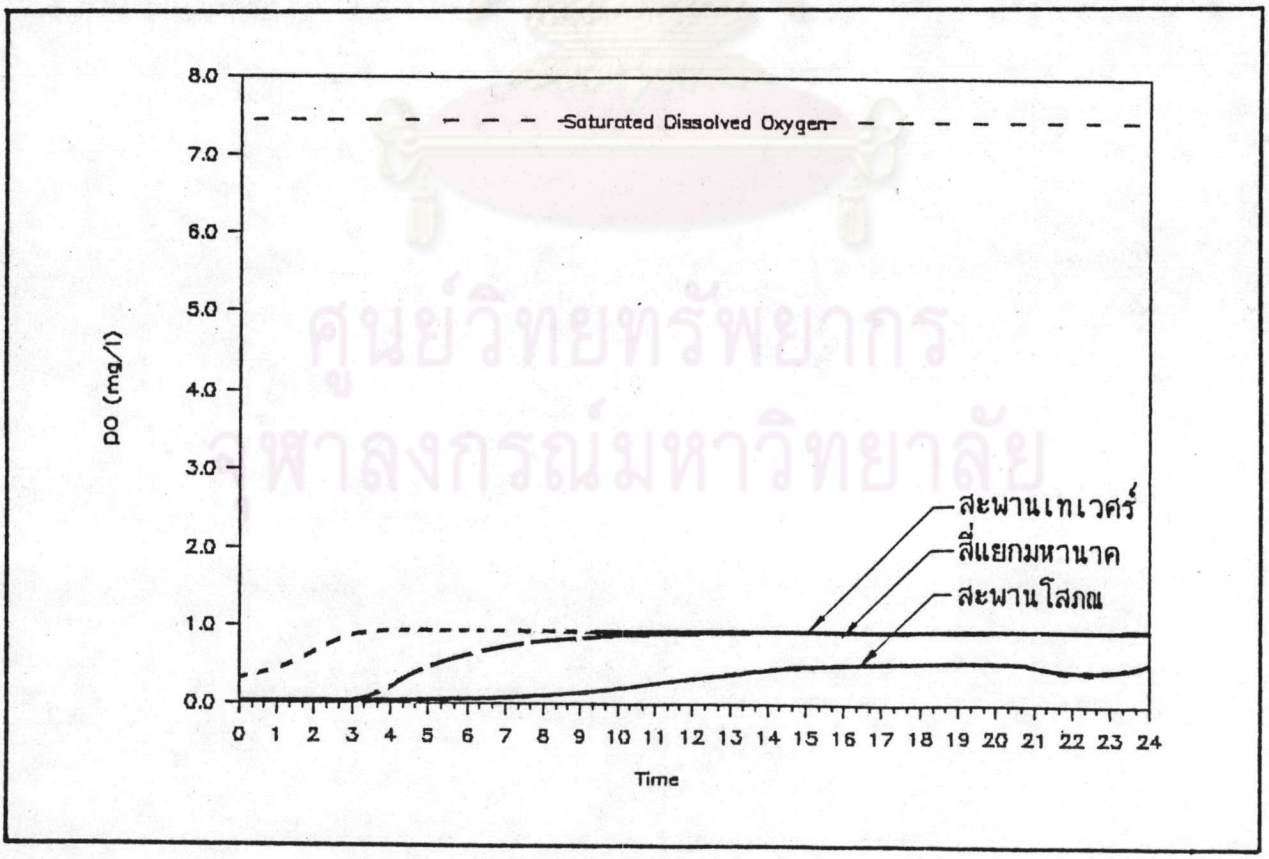


รูป 5-16 ผลการคำนวณอัตราไหลเข้าและออกจากคลองผดุงกรุงเกษม (ทางเลือกที่ 2)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูป 5-17 ผลการคำนวณ BOD_5 ที่ ปตร.เทเวศร์ สี่แยกคลองมหานาค และสถานีสูบน้ำกรุงเกษม (ทางเลือกที่ 2)



รูป 5-18 ผลการคำนวณ DO ที่ ปตร.เทเวศร์ สี่แยกคลองมหานาค และสถานีสูบน้ำกรุงเกษม (ทางเลือกที่ 2)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

- สี่แยกคลองมหานาค เริ่มต้น BOD_5 มีค่า 50 มก/ล. เมื่อเปิด ปตร. เทเวศร์ 8 ชั่วโมง ค่า BOD_5 ลดลงเหลือประมาณ 5.6 มก/ล. หลังจากนั้นจะมีค่าค่อนข้างคงที่ จนถึงชั่วโมงที่ 20 จะมีค่าสูงขึ้นเล็กน้อยจนถึงชั่วโมงที่ 24 มีค่า 7.2 มก/ล.
- สถานีสูบน้ำกรุงเกษม เริ่มต้น BOD_5 มีค่า 50 มก/ล. ใน 3 ชั่วโมงแรก มีค่าเพิ่มขึ้นเล็กน้อย หลังจากนั้นจะลดลงจนมีค่า ประมาณ 9.4 มก/ล. ในชั่วโมงที่ 16 และมีค่าคงที่จนถึงชั่วโมงที่ 20 จากนั้นมีค่าเพิ่มขึ้นเล็กน้อยจนถึงชั่วโมงที่ 24 มีค่า 10.9 มก/ล.

4) ออกซิเจนละลาย, DO (ดูรูป 5-18)

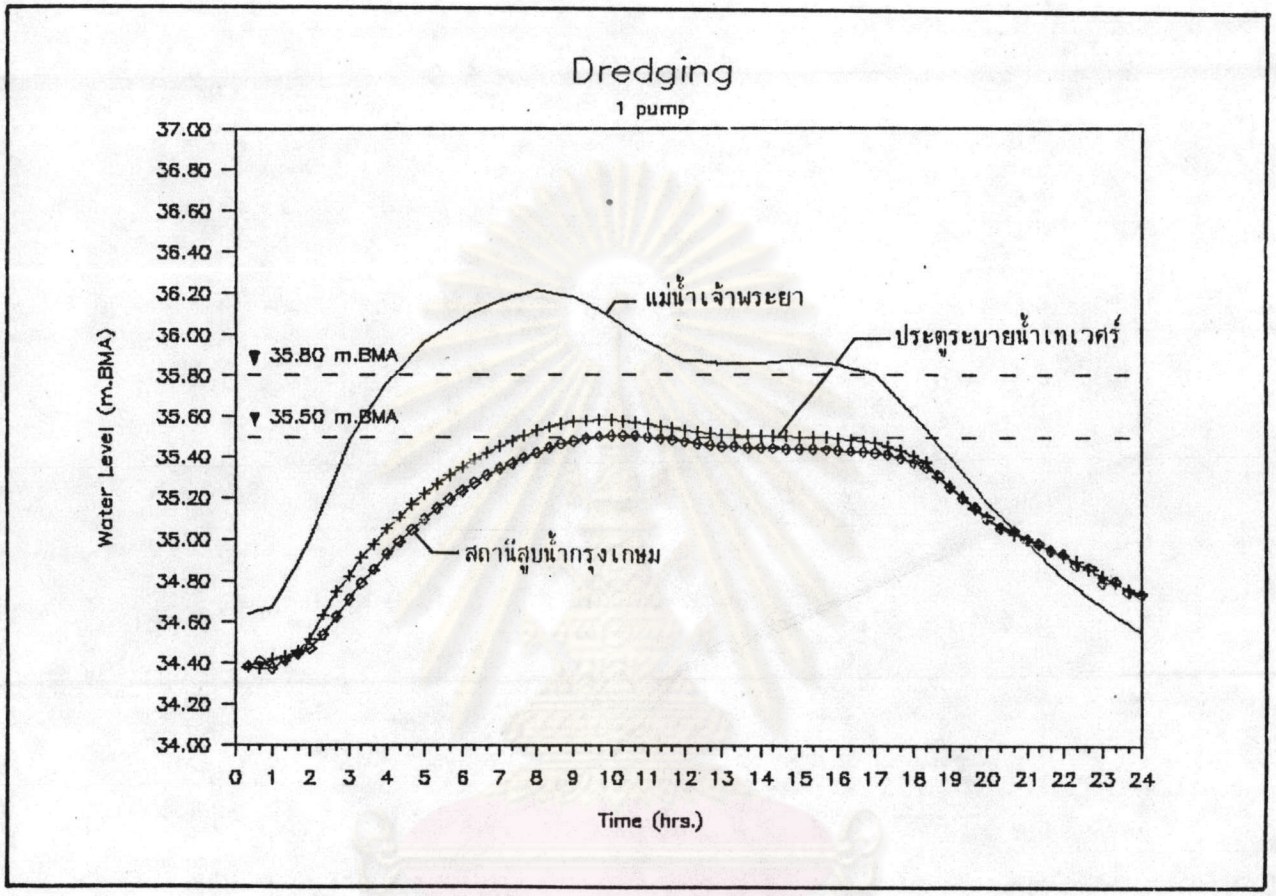
- ปตร.เทเวศร์ เริ่มต้นมีค่า DO ใกล้ศูนย์ หลังจากเปิด ปตร.เทเวศร์นาน 3 ชั่วโมง ค่า DO สูงขึ้นจนถึงค่าคงที่ประมาณ 1.0 มก/ล. จากนั้นมีค่าคงที่ตลอดจนถึงชั่วโมงที่ 24
- สี่แยกคลองมหานาค เริ่มต้น DO ใกล้ศูนย์ หลังจากเปิด ปตร. 3 ชั่วโมง ค่า DO เริ่มสูงขึ้นจนมีค่าประมาณ 0.9 มก/ล. ในชั่วโมงที่ 8 จากนั้นค่า DO จะมีค่าคงที่จนถึงชั่วโมงที่ 24
- สถานีสูบน้ำกรุงเกษม เริ่มต้น DO มีค่าใกล้ศูนย์ หลังเปิด ปตร.เทเวศร์ DO เพิ่มขึ้นจนถึงค่าสูงสุดประมาณ 0.6 มก/ล. ในชั่วโมงที่ 18 และลดลงเล็กน้อยเหลือ 0.5 มก/ล. ในชั่วโมงที่ 24

5.6.2.3 <u>ผลการศึกษาทางเลือกที่ 3</u>

1) ระดับน้ำ เมื่อเปิด ปตร.เทเวศร์ ระดับน้ำในคลองจะเพิ่มขึ้น หลังเปิด ปตร.เทเวศร์นาน 20 ชั่วโมง ทำให้เกิดระดับน้ำสูงสุดในคลองที่ ปตร.เทเวศร์ เท่ากับ 35.58 ม.กทม. ที่สถานีสูบน้ำกรุงเกษม เท่ากับ 35.50 ม.กทม. ระดับน้ำสูงสุดทั้งสองตำแหน่ง ไม่เกินกว่าระดับที่สำนักการระบายน้ำ กทม. กำหนด ดูรูป 5-19 หลังจากปิด ปตร.เทเวศร์และหยุดสูบน้ำนาน 1 ชั่วโมง (ชั่วโมงที่ 21) สามารถเปิด sluice gate ได้ประมาณ 3 ชั่วโมง ขณะระดับน้ำลดลงต่ำสุด

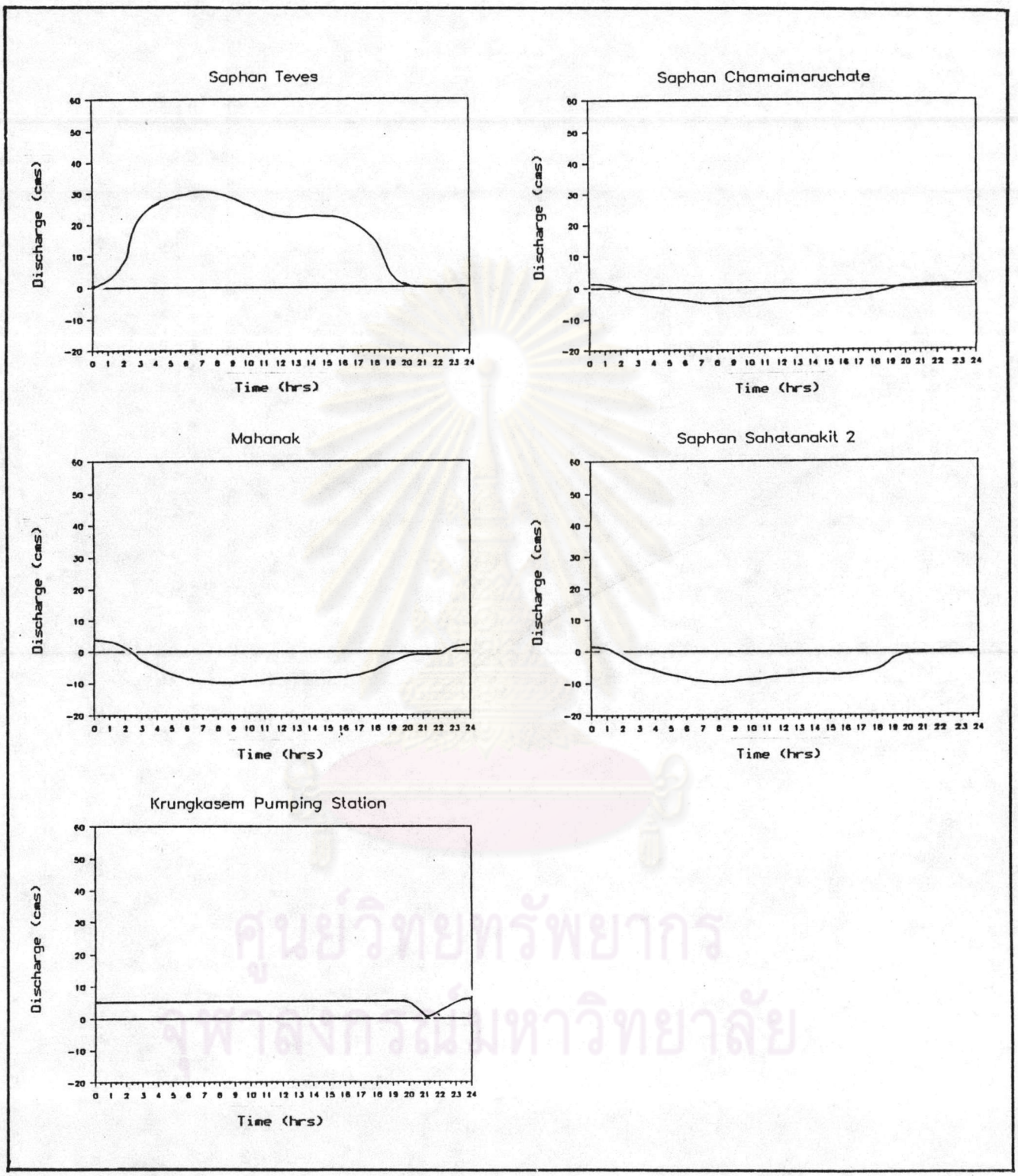
2) อัตราไหล (ดูรูป 5-20)

- ปตร.เทเวศร์ เกิดอัตราไหลสูงสุด 30.85 ลบ.ม/ว. อัตราไหลเฉลี่ยช่วง 20 ชั่วโมงเท่ากับ 20.6 ลบ.ม/ว. หรือคิดเป็นปริมาณน้ำที่ระบายจากแม่น้ำเจ้าพระยาเข้าคลอง 1,486,310 ลบ.ม.
- สะพานชมัยมรุเชษฐ์ (คลองเปรมประชากร) มีลักษณะการไหลเข้าออก



รูป 5-19 ผลการคำนวณระดับน้ำที่ ปตร.เทเวศร์ และสถานีสูบน้ำกรุงเกษม (ทางเลือกที่ 3)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูป 5-20 ผลการคำนวณอัตราไหลเข้าและออกจากคลองผดุงกรุงเกษม (ทางเลือกที่ 3)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

คลองผดุงกรุงเกษมเช่นเดียวกันกับทางเลือกที่ 1 และทางเลือกที่ 2 ต่างกันที่ปริมาณการระบายน้ำสุทธิในรอบ 24 ชั่วโมง ได้ผลการระบายน้ำออกจากคลองผดุงกรุงเกษม 180,960 ลบ.ม.

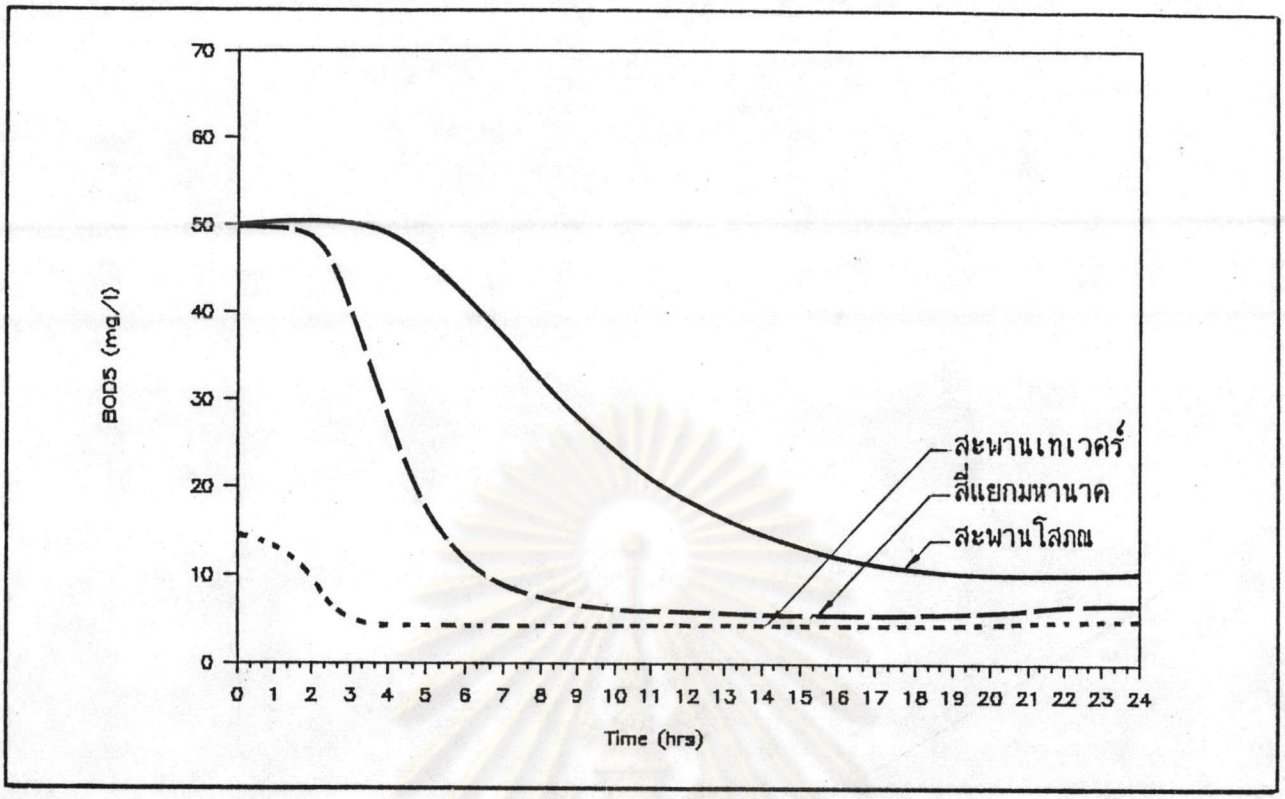
- ตลาดมหานาค (คลองมหานาค ด้านทิศตะวันตก) มีลักษณะการไหลเข้าและออกจากคลองผดุงกรุงเกษม เช่นเดียวกับทางเลือกที่ 1 และทางเลือกที่ 2 ต่างกันที่ปริมาณการระบายน้ำสุทธิในรอบ 24 ชั่วโมง ได้ผลการระบายน้ำออกจากคลองผดุงกรุงเกษม 430,220 ลบ.ม.
- สะพานสหธนากิจ 2 (คลองมหานาค ด้านทิศตะวันออก) มีลักษณะการไหลเข้าและออกจากคลองผดุงกรุงเกษม เช่นเดียวกับทางเลือกที่ 1 และทางเลือกที่ 2 ต่างกันที่ปริมาณการระบายน้ำสุทธิในรอบ 24 ชั่วโมง ได้ผลการระบายน้ำ ออกจากคลองผดุงกรุงเกษม 440,100 ลบ.ม.
- สถานีสูบน้ำกรุงเกษม เดินเครื่องสูบน้ำ 1 เครื่อง เป็นเวลานาน 20 ชั่วโมง สามารถสูบน้ำโดยเฉลี่ย 5.18 ลบ.ม/ว. คิดเป็นปริมาณน้ำที่สูบออก 373,310 ลบ.ม. และ sluice gate สามารถระบายน้ำออกจากคลองผดุงกรุงเกษมโดยแรงโน้มถ่วงโลก ได้นาน 3 ชั่วโมง คิดเป็นปริมาณน้ำที่ระบายโดย sluice gate 42,260 ลบ.ม.

3) ความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมี 5 วัน, BOD_5 (ดูรูป 5-21)

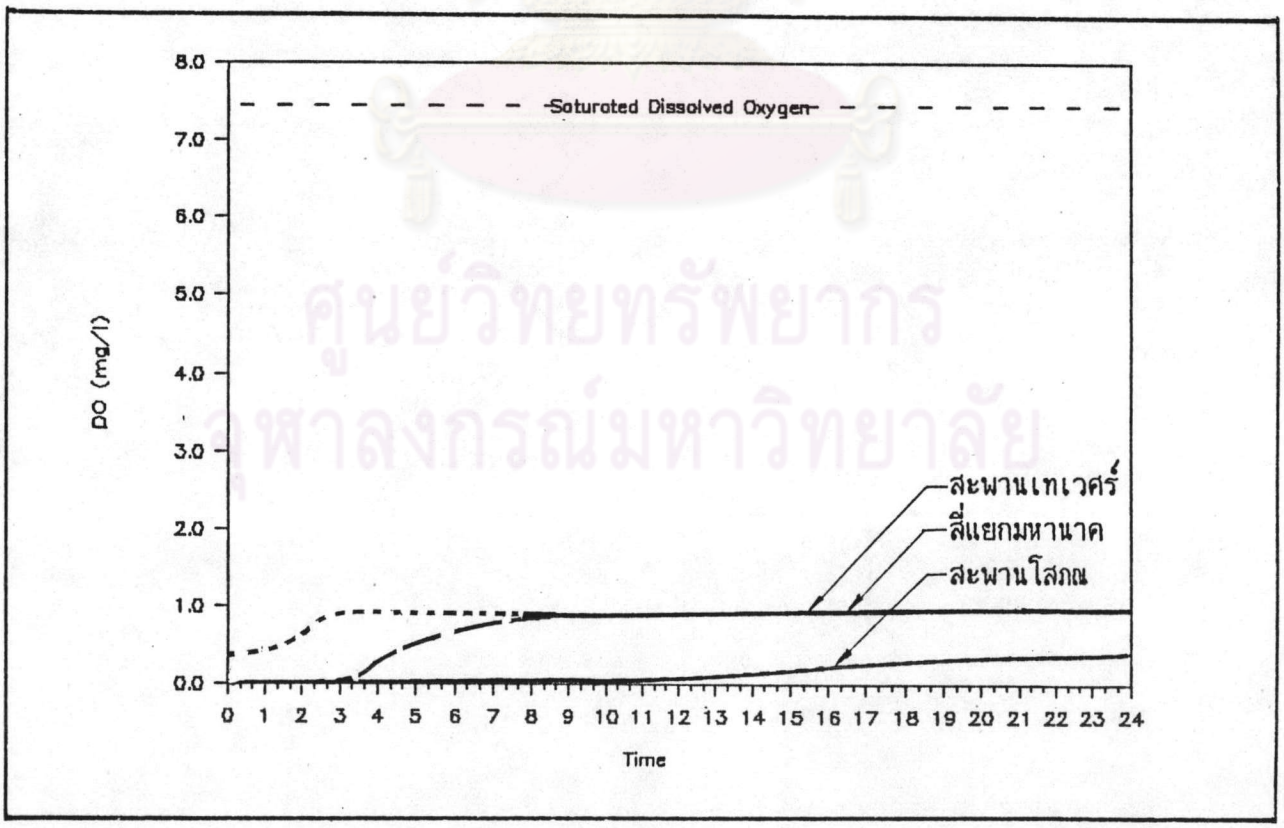
- ปตร.เทเวศร์ ขณะเริ่มต้น BOD_5 มีค่า 15 มก/ล. เมื่อเปิด ปตร.เทเวศร์ นาน 3.5 ชั่วโมง ค่า BOD_5 ลดลงเหลือประมาณ 5.1 มก/ล. หลังจากนั้น จะมีค่าค่อนข้างคงที่ตลอดจนถึงชั่วโมงที่ 24
- สี่แยกคลองมหานาค เริ่มต้น BOD_5 มีค่า 50 มก/ล. เมื่อเปิด ปตร.เทเวศร์ 10 ชั่วโมง ค่า BOD_5 ลดลงเหลือประมาณ 6.8 มก/ล. หลังจากนั้นจะมีค่าค่อนข้างคงที่ จนถึงชั่วโมงที่ 20
- สถานีสูบน้ำกรุงเกษม เริ่มต้น BOD_5 มีค่า 50 มก/ล. ใน 3 ชั่วโมงแรก มีค่าค่อนข้างคงที่ หลังจากนั้นจะลดลงจนมีค่า ประมาณ 10.3 มก/ล. ในชั่วโมงที่ 16 และมีค่าคงที่จนถึงชั่วโมงที่ 24

4) ออกซิเจนละลาย, DO (ดูรูป 5-22)

- ปตร.เทเวศร์ เริ่มต้นมีค่า DO ประมาณ 0.3 มก/ล. หลังจากเปิด ปตร.เทเวศร์ นาน 3 ชั่วโมง ค่า DO สูงขึ้นจนถึงค่าคงที่ประมาณ 1.0 มก/ล. จากนั้นมีค่าคงที่ตลอดจนถึงชั่วโมงที่ 24
- สี่แยกคลองมหานาค เริ่มต้น DO ใกล้ศูนย์ หลังจากเปิด ปตร. 3 ชั่วโมง ค่า DO เริ่มสูงขึ้นจนมีค่าประมาณ 1.0 มก/ล. ในชั่วโมงที่ 8 จากนั้น ค่า DO จะมีค่าคงที่จนถึงชั่วโมงที่ 24



รูป 5-21 ผลการคำนวณ BOD_5 ที่ ปตร.เทเวศร์ สี่แยกคลองมหานาค และสถานีสูบน้ำกรุงเกษม (ทางเลือกที่ 3)



รูป 5-22 ผลการคำนวณ DO ที่ ปตร.เทเวศร์ สี่แยกคลองมหานาค และสถานีสูบน้ำกรุงเกษม (ทางเลือกที่ 3)

- สถานีสูบน้ำกรุงเกษม เริ่มต้น DO มีค่าใกล้ศูนย์ หลังเปิด ปตร.เทเวศร์ DO เพิ่มขึ้นจนถึงค่าสูงสุดประมาณ 0.4 มก/ล. ในชั่วโมงที่ 21 และจะมีค่าค่อนข้างคงที่ถึงชั่วโมงที่ 24

5.6.3 ผลการเปรียบเทียบทางเลือกในการระบายน้ำเพื่อไล่น้ำเสีย

การระบายน้ำเพื่อไล่น้ำเสียในแต่ละทางเลือก ให้ผลการเปลี่ยนแปลงระดับน้ำ อัตราไหล ความเร็วกระแสน้ำ BOD และ DO ที่ตำแหน่งต่าง ๆ แตกต่างกัน และยังเปลี่ยนไปตามเวลาด้วย การเปรียบเทียบจึงใช้การตรวจสอบผลการจำลองในรอบการระบายน้ำและไล่น้ำเสีย 1 รอบ (กำหนดจากรอบ (cycle) ของการขึ้นลงของแม่น้ำเจ้าพระยา) โดยเลือกผลการจำลองที่สำคัญต่อการระบายน้ำเพื่อไล่น้ำเสีย เป็นดัชนีในการเปรียบเทียบหาทางเลือกที่เหมาะสม ซึ่งประกอบด้วยค่าต่าง ๆ ดังนี้

1) ปริมาณการระบายน้ำ ถ้าปริมาณการระบายน้ำเข้าที่ ปตร.เทเวศร์มาก แสดงถึงความสามารถในการระบายน้ำที่มีคุณภาพดีเข้าคลอง โดยแรงโน้มถ่วงของโลกได้มาก ถ้าปริมาณการระบายน้ำตามคลองแยกต่าง ๆ และที่สถานีสูบน้ำกรุงเกษมระบายออกได้มาก แสดงถึงความสามารถในการระบายน้ำเสียออกได้มาก
2) ค่า BOD ในชั่วโมงที่ 24 แสดงถึงความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมี ของน้ำคลองที่เวลาสุดท้าย หลังจากครบรอบการดำเนินการระบายน้ำเพื่อไล่น้ำเสีย ถ้ามีค่าน้อยแสดงว่ามีคุณสมบัติดี (มีความสกปรกน้อย) โดยทำการตรวจสอบที่ต้นคลอง กลางคลอง และปลายคลอง
3) ปริมาณ BOD เป็นการคิดปริมาณ BOD ที่ไหลไปมาตามกระแสน้ำ การไหลเข้าคลองจะเป็นการเพิ่มความสกปรก และการไหลออกก็จะเป็นการลดความสกปรกของคลอง การเปรียบเทียบทำการเปรียบเทียบโดยตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงของปริมาณ BOD ในคลอง โดยใช้ผลต่างของปริมาณ BOD ที่ไหลเข้ากับปริมาณ BOD ที่ไหลออกเมื่อครบรอบการระบายน้ำและไล่น้ำเสีย ถ้าปริมาณ BOD ในคลองลดลงมาก แสดงว่าความสกปรกถูกนำออกจากคลองได้มาก
4) ค่า DO ในชั่วโมงที่ 24 แสดงถึงปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำคลองที่เวลาสุดท้าย หลังจากครบรอบการดำเนินการระบายน้ำเพื่อไล่น้ำเสีย ที่ตำแหน่งใดมีค่า DO สูง แสดงว่ามีคุณภาพน้ำดี โดยทำการตรวจสอบที่ต้นคลอง กลางคลอง และปลายคลอง
5) ปริมาณ DO ทำการเปรียบเทียบเช่นเดียวกับปริมาณ BOD ถ้าปริมาณ DO มาก แสดงถึงการทำให้คุณภาพน้ำดีขึ้น

ผลการเปรียบเทียบสรุปไว้ดังตาราง 5-9 และรูป 5-23 จะเห็นได้ว่ากรณีทางเลือกที่ 2 ให้ผลที่ดีกว่ากรณีทางเลือกที่ 1 ในทุก ๆ ดัชนีที่ทำการเปรียบเทียบ เมื่อเปรียบเทียบกรณีทางเลือกที่ 2 กับกรณีทางเลือกที่ 3 เห็นได้ว่ากรณีทางเลือกที่ 2 ให้ผลการเปรียบเทียบที่ดีกว่าเพียงสองดัชนีเท่านั้นคือ ปริมาณน้ำที่ระบายออกจากคลองผดุงกรุงเกษมที่สะพานชมัยมรุเชษฐ์ลดลงเล็กน้อย (เนื่องจากการระบายน้ำในคลองผดุงกรุงเกษม ช่วงกลางคลองและปลายคลองดีขึ้น) และค่า DO ชั่วโมงที่ 24 ที่สะพานโสภณให้ค่าต่ำกว่า (ต่ำกว่าเพียงเล็กน้อยและตำแหน่งเดียวจากการตรวจสอบ 3 ตำแหน่งเท่านั้น) นอกนั้นกรณีทางเลือกที่ 3 ให้ผลการระบายน้ำเพื่อไล่น้ำเสียที่ดีกว่า โดยสรุปแล้วการจัดการดำเนินการระบายน้ำเพื่อไล่น้ำเสียของทางเลือกที่ 2 เหมาะสมสำหรับคลองผดุง-กรุงเกษม และเมื่อเพิ่มการขุดลอกคลอง (ทางเลือกที่ 3) จะช่วยให้การระบายน้ำเพื่อไล่น้ำเสียดีขึ้น (คุณภาพน้ำดีขึ้น)

5.7 สรุปผลการประยุกต์ใช้

ผลการนำแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่พัฒนาขึ้น มาประยุกต์ใช้ในงานระบายน้ำเพื่อไล่น้ำเสียกับพื้นที่จริง โดยใช้คลองผดุงกรุงเกษมเป็นพื้นที่ตัวอย่างสำหรับศึกษา สรุปได้ดังนี้

1) จากการศึกษาสภาพน้ำขึ้นน้ำลง ซึ่งเป็นเงื่อนไขที่สำคัญในการระบายน้ำเพื่อไล่น้ำเสียโดยวิเคราะห์วิธีฮาร์โมนิก พบว่า แอมปลิจูดของทั้ง 4 องค์ประกอบ มีค่าค่อนข้างคงที่ในแต่ละเดือน นอกจากนี้ยังพบว่าในทุก ๆ ปี ของเดือนพฤษภาคม ธันวาคม และมกราคม มีลักษณะน้ำขึ้นน้ำลงส่วนใหญ่เป็นชนิดน้ำเดี่ยว ส่วนเดือนกุมภาพันธ์ ถึงเดือนเมษายน มีลักษณะน้ำขึ้นน้ำลงส่วนใหญ่เป็นน้ำผสม

2) ในการระบายน้ำเพื่อไล่น้ำเสีย พบว่าตำแหน่งที่อยู่ใกล้ประตูระบายน้ำเทเวศร์ใช้เวลาในการลดความสกปรกจนถึงจุดต่ำสุด น้อยที่สุด และค่าความสกปรกน้อยที่สุด ที่ตำแหน่งที่ห่างจากประตูระบายน้ำเทเวศร์มากขึ้นจะใช้เวลาในการลดลงถึงจุดต่ำสุดมากขึ้น และค่าความสกปรกก็มากขึ้นตามระยะทางจากปากคลอง

3) การศึกษาการระบายน้ำเพื่อไล่น้ำเสียในคลองผดุงกรุงเกษม ระหว่างฤดูแล้งสามารถศึกษาโดยใช้ระดับน้ำของแม่น้ำเจ้าพระยาในวันที่มีพิสัยน้ำขึ้นน้ำลงมากที่สุดของเดือนกุมภาพันธ์ เป็นตัวแทนของระดับน้ำแม่น้ำเจ้าพระยา โดยไม่ต้องศึกษาแยกเป็นรายเดือน ก็จะได้ผลวิเคราะห์ใกล้เคียงกัน

4) การดำเนินการระบายและไล่น้ำเสียที่เหมาะสมสำหรับคลองผดุงกรุงเกษม ควรปฏิบัติดังนี้

- ประตูระบายน้ำเทเวศร์ เปิดเมื่อระดับน้ำแม่น้ำเจ้าพระยา เริ่มมีระดับสูงกว่าระดับน้ำในคลองเป็นเวลา 20 ชั่วโมง และปิดเมื่อระดับน้ำในคลอง มีระดับสูงกว่าระดับน้ำแม่น้ำเจ้าพระยา และต้องควบคุมระดับน้ำในคลองที่ ปตร. เทเวศร์ ไม่ให้มีระดับสูงกว่าระดับ 35.80 ม.กทม. และระดับน้ำในคลอง ที่สถานีสูบน้ำกรุงเกษมไม่ให้สูงกว่าระดับ 35.50 ม.กทม.
- สถานีสูบน้ำกรุงเกษม เดินเครื่องสูบน้ำ 1 เครื่อง เมื่อเริ่มเปิด ปตร. เทเวศร์ เป็นเวลา 20 ชั่วโมง เมื่อระดับน้ำแม่น้ำเจ้าพระยามีระดับต่ำกว่าระดับน้ำในคลอง ให้หยุดเครื่องสูบน้ำ พร้อมทั้งเปิดประตูระบายน้ำ (sluice gate) เพื่อให้น้ำในคลองถูกระบายออกสู่แม่น้ำเจ้าพระยาโดยแรงโน้มถ่วงโลก จนกระทั่งระดับน้ำแม่น้ำเจ้าพระยามีระดับน้ำสูงกว่าระดับน้ำในคลอง จึงปิดประตูระบายน้ำ

โดยในการระบายน้ำเพื่อไล่น้ำเสีย 1 ครั้ง (รอบ 24 ชั่วโมง) สามารถระบายน้ำจาก แม่น้ำเจ้าพระยาเข้าคลอง 1,422,200 ลบ.ม. และระบายน้ำสกปรกออกจากคลอง 1,405,730 ลบ.ม. ลดปริมาณ BOD_5 ในลำคลองได้ 9,100 กิโลกรัม และเพิ่มปริมาณออกซิเจน 351 กิโลกรัม

5) การขุดลอกคลอง สามารถช่วยให้การระบาย และไล่น้ำเสียดีขึ้น โดยสามารถระบายน้ำจากแม่น้ำเจ้าพระยาเข้าคลอง 1,486,310 ลบ.ม. และระบายน้ำออกจากคลอง 1,466,850 ลบ.ม. ลดปริมาณ BOD_5 ในลำคลองได้ 11,730 กิโลกรัม และเพิ่มปริมาณออกซิเจน 447 กิโลกรัม

6) แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่พัฒนาขึ้น สามารถประยุกต์ใช้ทดลองหาแนวทางที่ดีที่สุดในการระบายน้ำเพื่อไล่น้ำเสียในคลองได้โดยสะดวก

ตาราง 5-9 สรุปผลการเปรียบเทียบการระบายน้ำเพื่อไล่น้ำเสียระหว่าง ทางเลือกที่ 1 ทางเลือกที่ 2 และทางเลือกที่ 3

ดัชนีในการเปรียบเทียบ	ทางเลือกที่ 1	ทางเลือกที่ 2	ทางเลือกที่ 3
ปริมาณการระบายน้ำ (ลบ.ม.)			
- ปตร.เทเวศร์	+795,760	+1,422,270 (*)	+1,486,310 (**)
- สะพานชมัยมรุเชษฐ์	-97,960	-182,620 (**)	-180,960 (*)
- ตลาดมหานาค	-96,700	-398,460 (*)	-430,220 (**)
- สะพานสหธนากิจ 2	-244,580	-415,450 (*)	-440,100 (**)
- สถานีสูบน้ำกรุงเกษม	-343,686	-409,200 (*)	-415,570 (**)
(เครื่องสูบน้ำ)	-333,300	-370,760 (*)	-373,310 (**)
(ประตูระบายน้ำ)	-10,386	-38,430 (*)	-42,260 (**)
ค่า BOD ในชั่วโมงที่ 24 (มก/ล)			
- ปตร.เทเวศร์	7.1	5.2 (*)	5.1 (**)
- สี่แยกคลองมหานาค	11.1	7.2 (*)	6.8 (**)
- สะพานโสภณ	17.5	10.9 (*)	10.3 (**)
ปริมาณ BOD (กก.)			
- ปตร.เทเวศร์	+3,420	+6,120	+6,390
- สะพานชมัยมรุเชษฐ์	-710	-1,170	-1,170
- ตลาดมหานาค	+160	-1,870	-2,410
- สะพานสหธนากิจ 2	-1,740	-2,810	-3,320
- สถานีสูบน้ำกรุงเกษม	-9,260	-9,370	-11,220
(เครื่องสูบน้ำ)	-9,090	-8,950	-10,750
(ประตูระบายน้ำ)	-170	-420	-470
การเปลี่ยนแปลงปริมาณ BOD ในคลอง (กก.)	-8,130	-9,100 (*)	-11,730 (**)
ค่า DO ในชั่วโมงที่ 24 (มก/ล.)			
- ปตร.เทเวศร์	0.8	1.0 (*)	1.0 (**)
- สี่แยกคลองมหานาค	0.1	0.9 (*)	1.0 (**)
- สะพานโสภณ	0.0	0.5 (**)	0.4 (*)
ปริมาณ DO (กก.)			
- ปตร.เทเวศร์	+717	+1,280	+1,338
- สะพานชมัยมรุเชษฐ์	-78	-157	-155
- ตลาดมหานาค	-108	-351	-355
- สะพานสหธนากิจ 2	-180	-350	-346
- สถานีสูบน้ำกรุงเกษม	-71	-71	-35
(เครื่องสูบน้ำ)	-71	-60	-26
(ประตูระบายน้ำ)	<1	-11	-9
การเปลี่ยนแปลงปริมาณ DO ในคลอง (กก.)	+280	+351 (*)	+447 (**)

หมายเหตุ 1. เครื่องหมาย + แสดงถึงปริมาณที่ระบายเข้าคลอง ส่วนเครื่องหมาย - แสดงถึงปริมาณที่ระบายออกจากคลอง

2. (*) แสดงถึงคุณสมบัติที่ดีกว่าระหว่างการเปรียบเทียบ

3. (**) แสดงถึงคุณสมบัติที่ดีที่สุดระหว่างการเปรียบเทียบ

ดัชนีในการเปรียบเทียบ	ทางเลือกที่ 1 -----o----- ทางเลือกที่ 2 —·—·—△—·—·— ทางเลือกที่ 3 —···—o—···—
ปริมาณการระบายน้ำ (ลบ.ม.) - เข้าคลอง (ปตร.เทเวศร์) 2×10^6 - ออกจากคลอง (คลองแยกต่าง ๆ และสถานีสูบน้ำกรุงเกษม 2×10^6	แสดงคุณสมบัติที่ดีกว่า 0.6×10^6 0.6×10^6
ค่า BOD ในชั่วโมงที่ 24 (มก/ล.) - ปตร.เทเวศร์ (ต้นคลอง) 5 - สี่แยกคลองมหานาค (กลางคลอง) - สะพานโสภณ (ปลายคลอง)	18
การเปลี่ยนแปลงปริมาณ BOD ในคลอง (กก.) -12×10^3	-7×10^3
ค่า DO ในชั่วโมงที่ 24 (มก/ล.) - ปตร.เทเวศร์ (ต้นคลอง) 2 - สี่แยกคลองมหานาค (กลางคลอง) - สะพานโสภณ (ปลายคลอง)	0
การเปลี่ยนแปลงปริมาณ DO ในคลอง (กก.) 500	200

รูป 5-23 สรุปผลการเปรียบเทียบการระบายน้ำเพื่อไล่น้ำเสีย ระหว่างทางเลือกที่ 1 ทางเลือกที่ 2 และทางเลือกที่ 3