เอกสารอ้างอิง

1. ปิยนาถ บุนนาค และคณะ, "คลองในกรุงเทพมหานคร", โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2525
2. กรุงเทพมหานคร, "รายงานการสัมมนาทางวิชาการโครงการป้องกันน้ำท่วม และระบายน้ำกรุงเทพมหานคร และปริมณฑล", 2529.
3. ธรรมนูญ โรจนะบุรานนท์ และคณะ, "การศึกษาสภาวะแวดล้อมทางน้ำในคลองหลักของกรุงเทพมหานคร", รายงานโครงการวิจัยเกี่ยวกับกรุงเทพมหานคร จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพมหานคร, 2526.
4. Lohani, B.N., Thanh, N.C. Muttamara, S.,Kiravanich, P. and Lohwacharin, S. "Mathematical Optimization Model for Regional Water Quality Management:A Case Study of Chao Phraya River (Phase II), 1980.
5. Ippen, A.T., Estuary and Coastline Hydrodynamics, Cambridge, Massachusetts, Mc.Graw Hill Book Company, New York, 1966.
6. อัปสรสุดา ศิริพงศ์, สมุทรศาสตร์ฟิสิกส์ของเอสทูรี่ ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2524.
7. Kiyohiko Hayashi, "Technical Cooperation on Sanitary Chemistry", Department of Drainage and Sewerage, Bangkok Metropolitan Administration, September 1986.
8. Dronkers, J.J., "Tidal Computations in Rivers and Coastal Waters, 1964.
9. Ghailan, A.H., "Studies on Numerical River Flow Analysis for Systematical Water Use", Ph.D. dissertation, Kyoto University, 1982.
10. Vreugdenhil, C.B., "The Accuracy of the Method of Computation for Unsteady Flow in Open Channel Networks", Research Report, No. S89-1, Delft Hydraulic Labolatory, January, 1968.
11. Mahmood, V. and Yevjevich, V., Unsteady Flow in Open Channel, Vol 1-3 Water Resources Publications, Fort Collins, Colorado, 1975.
12. สุจริต คูณธนกุลวงศ์, "โมเดลไฟไนท์ เอเลเมนท์ สำหรับปัญหาการแพร่ของน้ำเค็มเข้าแม่น้ำ", สถาบันวิจัยและพัฒนาของคณะวิศวกรรมศาสตร์, คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, เมษายน 2529.

13. กีรติ ลีวัจนกุล, "การแพร่ของน้ำเค็มเข้าแม่น้ำเจ้าพระยา" วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมแหล่งน้ำ ภาควิชาวิศวกรรมโยธา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2531.

14. กรุงเทพมหานคร, "โครงการบูรณะปฏิสังขรณ์และพัฒนาคลองคูเมืองเดิม (คลองหลอด) ของกรุงรัตนโกสินทร์", บริษัทวิศวกรที่ปรึกษาไทย (TEC), กันยายน 2525.

15. ธงชัย พรรณสวัสดิ์, "คู่มือการออกแบบระบบระบายน้ำเสียและน้ำฝน" วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์และสมาคมสิ่งแวดล้อมไทย, 2528

16. สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ กองมาตรฐานคุณภาพสิ่งแวดล้อม, "รายงานคุณภาพน้ำแม่น้ำเจ้าพระยา พ.ศ. 2526-2527", 2528.

17. ชัยพันธุ์ รักวิจัย, ชลศาสตร์ทางน้ำเปิด สาขาวิศวกรรมแหล่งน้ำ ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, มกราคม 2526.

18. พิศมัย ภูริสินสิทธิ์, เคมีของน้ำและน้ำทิ้งสำหรับวิศวกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2528.

19. สมเจตน์ ทิณพงษ์, พลศาสตร์ของทางน้ำไหลในทางน้ำเปิด, ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2528.

20. สันติ พัศดร, Numerical Method, ภาควิชาคณิตศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, 2525.

21. สำนักการระบายน้ำ กรุงเทพมหานคร งานวิศวกรรมการระบายน้ำ กองควบคุมระบบระบายน้ำ, "แผนที่ระบบระบายน้ำ กรุงเทพมหานคร" ,2524.

22. สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ, "รายงานโครงการการศึกษาคุณภาพน้ำแม่น้ำเจ้าพระยาตอนล่าง", กรุงเทพมหานคร, พฤศจิกายน 2525.

23. สุรพงษ์ ธรรมนิทักษ์, "แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ในการประเมินและปรับปรุงระบบคลองระบายน้ำบริเวณหัวหมาก" วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมแหล่งน้ำ ภาควิชาวิศวกรรมโยธา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2530.

24. Ahmad, E, "Mathematical Modelling of Unsteady Flow in a Tidal Reach of the Bang Pakong River", Master Thesis, Asian Institute of Technology, Bangkok, Thailand, 1980.

25. Biswas, A.K., Models for Water Quality Management, McGraw-Hill Series in Water Resources and Environmental, Engineer, 1981.

26. Camp Dresser & McKee (CDM) Consulting Engineers, "Sewerage, Drainage Flood Protection Systems Bangkok and Thonburi", Vol.3, Bangkok Metropolitan Administration, 1968.

27. Chow, V.T., Open Channel Hydraulics, McGraw-Hill Company, Inc, New York, 1959.

28. Cunge, J.A., Holly, F.M. and Verwey, A., Practical Aspects of Computation River Hydraulics, 1980.

29. Department of Drainage and Sewerage, Bangkok Metropolitan Administration, "Bangkok Flood Control and Drainage Project (CITY CORE)", Feasibility Report Vol.3, BFCD Joint Venture (NEDECO, NECCO, LM/SPAN), 1984.

30. Fongsatitkul, P., "Ecology of Polluted Klongs in Bangkok Area", Master Thesis, Asian Institue of Technology, Bangkok, Thailand, 1978.

31. Hann, Roy W., Jr. and Yong, P. Jonathan, "Mathematical Models of Water Quality Parameters for Rivers and Estuaries", Technical Report No.45, Water Resources Institute Texas A&M University October 1972.

32. Hwang, D., "Simulation of Water Pollution in a Harbor", Master Thesis Asian Institute of Technology, Bangkok, Thailand, 1985.

33. Liengcharernsit, W., "Mathematical Models for Hydrodynamic Circulation and Dispersions of Selected Water Quality Constituents with Applications to the Upper Gulf of Thailand", Ph.D. Dissertation No. EV79-1, Asian Institute of Technology, Bangkok, Thailand, 1979.

34. Linsley ,R.K., Kohler, M., and Panlhus, J.H., Hydrology for Engineer, 3rd ed., McGraw-Hill Book Company, New York, 1982.

35. Meijer, Th.J.G.P., Vreugdenhil, C.B. and De Vries, M., "A Method of Computation for Non-Stationary Flow in Open Channel Network", Delft Hydraulics Labolatory Publication, No. 34, The Netherlands, 1965.

36. Orlob, G.T., Mathematical Modeling of water Quality : Streams, Lakes, and Reservoirs, International Series on Aplied Systems Analysis, 1983.

37. Pacardo, A.T., "Unsteady Flow Computation in a River Network", Special Studies, Asian Institute of Technology, Bangkok, Thailand, 1975.

38. Padoong T., "A Tidal Mathematical Model of the Chao Phya River",Master Thesis No. 247, Asian Institute of Technology, Bangkok, Thailand, 1969.

39. Sawyer C.N. and P.L. McCarty, Chemistry for Environmental Engineering McGraw-Hill, New York, 1976.

40. Shiu-Chang Chay, "Water Quality Control in the Chao Phya River Estuary", Master Thesis No. 593, Asian Institute of Technology, 1973.

41. Siebolt Folkertsma, "Water Quality Management in Bangkok" Summary, Master Thesis, Delft University of Technology, The Netherlands, March 1986.

42. Smith, G. D., Numerical Solution of Partial Differential Equations, Oxford University, New York, 1965.

43. Tinsanchali, T. and Arbhabhirama, A., "Hydrodynamic Models of the Chao Phya River System", Project Report, Asian Institute of Technology, Bangkok, Thailand, 1978.

44. Tinsanchali, T., "Flood Plain Modelling", Ph.D. Dissertation No. 11, Asian Institute of Technology, Bangkok, Thailand, 1974.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ก .

ผลการสำรวจภาคสนาม

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ก
การสำรวจภาคสนาม

เป็นการสำรวจข้อมูลภาคสนามเพิ่มเติมจากข้อมูลที่รวบรวมได้ จากหน่วยงานต่าง ๆ ข้อมูลประกอบด้วย ระดับน้ำ ความเร็ว BOD DO และพื้นที่หน้าตัดคลอง เป็นต้น เพื่อนำข้อมูลไปใช้ในการปรับเทียบแบบจำลอง (calibration) และสามารถประยุกต์ใช้แบบจำลองต่อไป

ก.1 ลักษณะของพื้นที่

พื้นที่ที่ใช้เป็นกรณีศึกษาครั้งนี้ คือ บริเวณคลองผดุงกรุงเกษมตลอดคลอง มีความยาวประมาณ 5.3 กิโลเมตร ความกว้าง 17-25 เมตร ปลายคลองทั้งสองด้านเชื่อมต่อกับแม่น้ำเจ้าพระยา ลำคลองผ่านบริเวณกรุงเทพมหานครชั้นใน และมีประชากรอาศัยอยู่สองฝั่งคลองหนาแน่น เป็นพื้นที่ในโครงการระบายน้ำกรุงเกษม ของสำนักการระบายน้ำ กรุงเทพมหานคร ระดับพื้นดินทั้งสองฝั่งคลองมีระดับประมาณ 36.00-36.50 ม.กทม. (ประมาณ +1.00 ถึง +1.50 ม.รทก.) ดังรูป ก-1 พื้นที่มีอาณาเขต ดังนี้

ปลายคลองด้านทิศเหนือ เชื่อมต่อกับแม่น้ำเจ้าพระยาที่ประตูระบายน้ำเทเวศร์

ปลายคลองด้านทิศใต้ เชื่อมต่อกับแม่น้ำเจ้าพระยาที่สถานีสูบน้ำกรุงเกษม

คลองที่เชื่อมต่อ มี 2 ตำแหน่ง คือ

ก) บริเวณวัดโสมนัสวิหาร มีคลองเปรมประชากรมาเชื่อมต่อเป็นสามแยก

ข) สี่แยกคลองมหานาค คลองมหานาคตัดกับคลองผดุงกรุงเกษม

ก.2 การรวบรวมข้อมูล

ก.2.1 ข้อมูลที่รวบรวมได้จากหน่วยงานต่าง ๆ

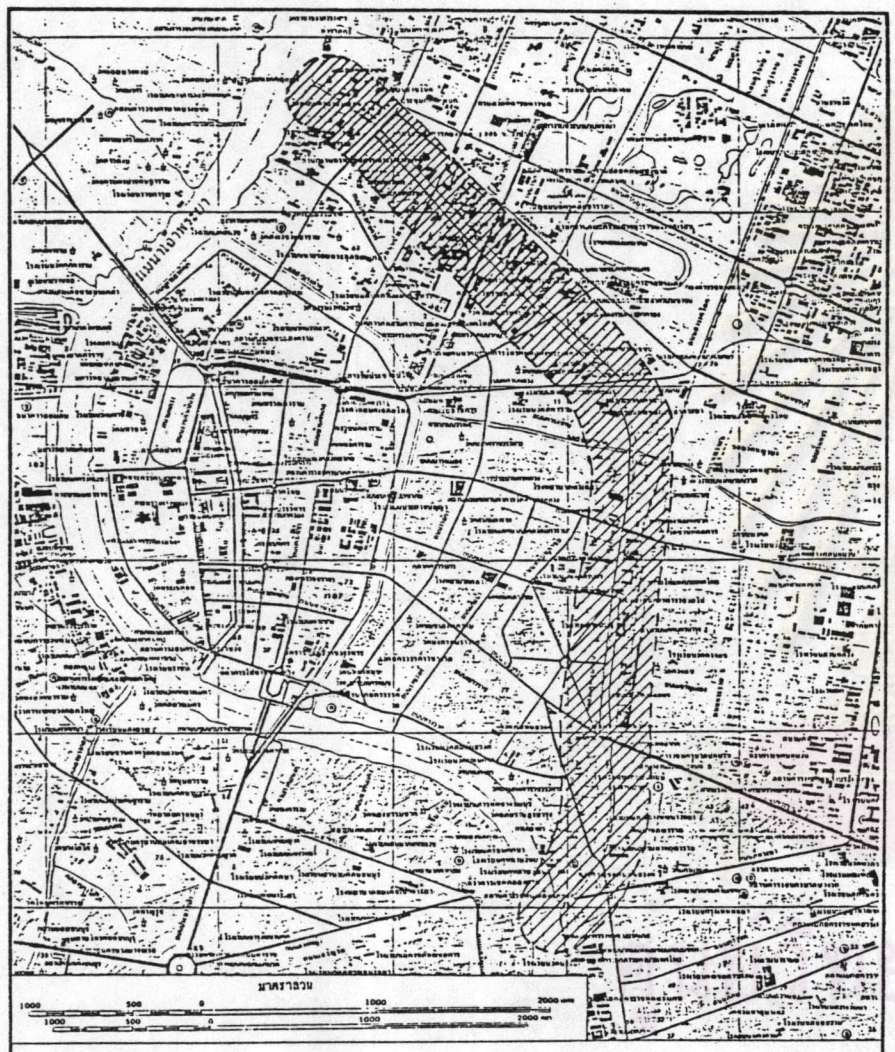
ในการศึกษาครั้งนี้ ได้ทำการรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องจากหน่วยงานต่าง ๆ เพื่อใช้ในการศึกษา ดังนี้

1) หน้าตัดคลองผดุงกรุงเกษมและคลองที่เชื่อมต่อ สำรวจโดยกองบำรุงรักษาคูคลอง สำนักการระบายน้ำ กทม. เมื่อปี พ.ศ. 2526

2) รายงานสรุปการประเมินผล โครงการปรับปรุงคุณภาพน้ำคลองในกรุงเทพมหานครตามโครงการพระราชดำริ

3) แผนที่กรุงเทพมหานครชั้นใน มาตราส่วน 1:20,000 จากกรมแผนที่ทหาร

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ก. บริเวณพื้นที่ศึกษา

ข. ระดับพื้นดินบริเวณพื้นที่ศึกษา

รูป ก-1 พื้นที่ศึกษา

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4) ข้อมูลระดับน้ำรายชั่วโมงด้านในและด้านนอกประตูระบายน้ำเทเวศร์และสถานีสูบน้ำกรุงเกษม จากประตูระบายน้ำเทเวศร์และสถานีสูบน้ำกรุงเกษม

5) รายละเอียดต่าง ๆ ของสถานีสูบน้ำกรุงเกษม และประตูระบายน้ำเทเวศร์ (รูป ก-2 ถึง รูป ก-5)

6) ข้อมูลคุณภาพน้ำคลองผดุงกรุงเกษมและคลองที่เชื่อมต่อ มี 4 สถานี สำรวจโดย กองวิชาการ สำนักการระบายน้ำ กรุงเทพมหานคร

ก.2.2 <u>การดำเนินการสำรวจเพิ่มเติม</u>

เนื่องจากข้อมูลที่รวบรวมได้จากหน่วยงานต่าง ๆ ไม่เพียงพอสำหรับการศึกษา ผู้ศึกษาจึงต้องทำการสำรวจเพิ่มเติม ซึ่งมีการดำเนินการสำรวจดังนี้

1) วางแผนการสำรวจภาคสนามเพิ่มเติม

2) ขออนุญาตและขอความร่วมมือในการทดสอบการ เปิด-ปิด ประตูระบายน้ำเทเวศร์ จากหน่วยงานที่รับผิดชอบพื้นที่

3) สำรวจระดับเพื่อติดตั้งสตาฟวัดระดับน้ำ และสำรวจพื้นที่หน้าตัดคลอง

4) กำหนดวัน เวลา ที่เหมาะสม สำหรับทดสอบผลการ เปิด-ปิด ประตูระบายน้ำเทเวศร์ (วันที่ 21 พฤษภาคม พ.ศ. 2530)

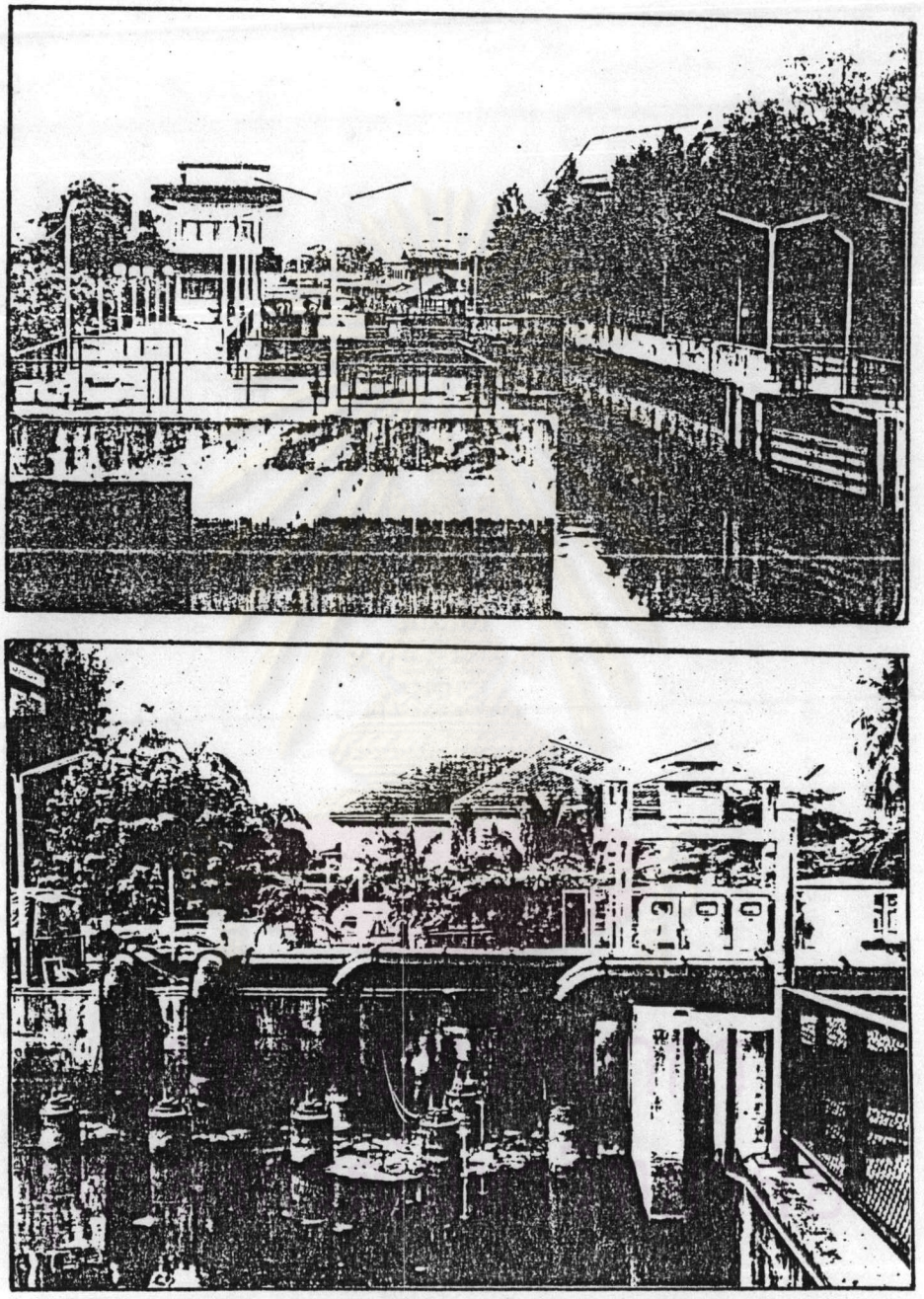
5) เก็บข้อมูลระดับน้ำ ความเร็ว และคุณภาพน้ำ (BOD และ DO) ในวันที่ทำการทดสอบ

ก.3 <u>เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการสำรวจ</u>

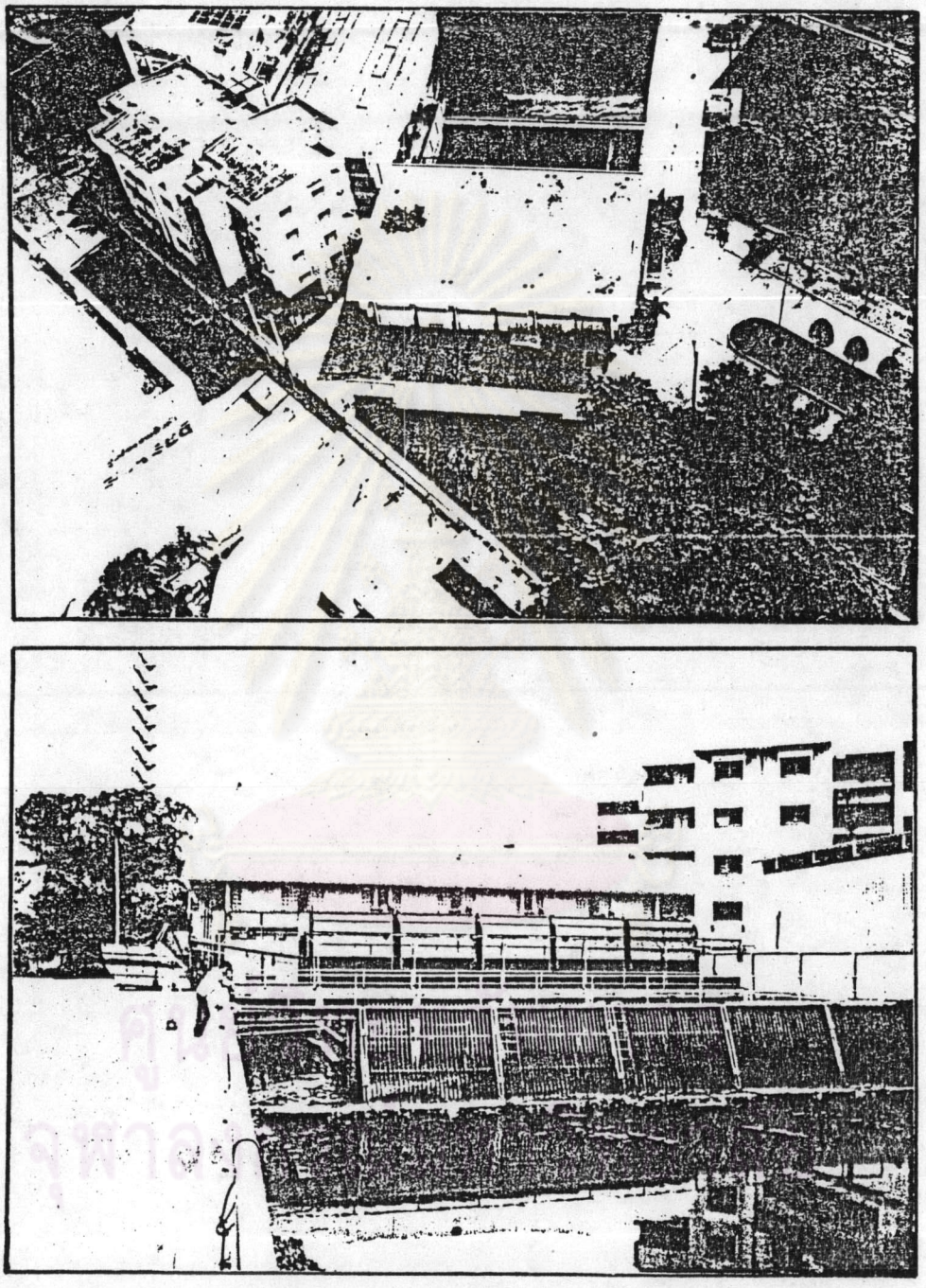
เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการสำรวจภาคสนามมีดังนี้ (รูป ก-6 ถึง รูป ก-9)

1) Current meter
2) นาฬิกาจับเวลา
3) เทปวัดความยาว
4) ลูกดิ่ง
5) ทุ่นลอยน้ำ
6) สตาฟวัดระดับน้ำ
7) สตาฟส่องระดับ
8) กล้องระดับ
9) เรือ
10) เครื่องมือวัดออกซิเจนละลาย
11) ถังเก็บตัวอย่างน้ำ

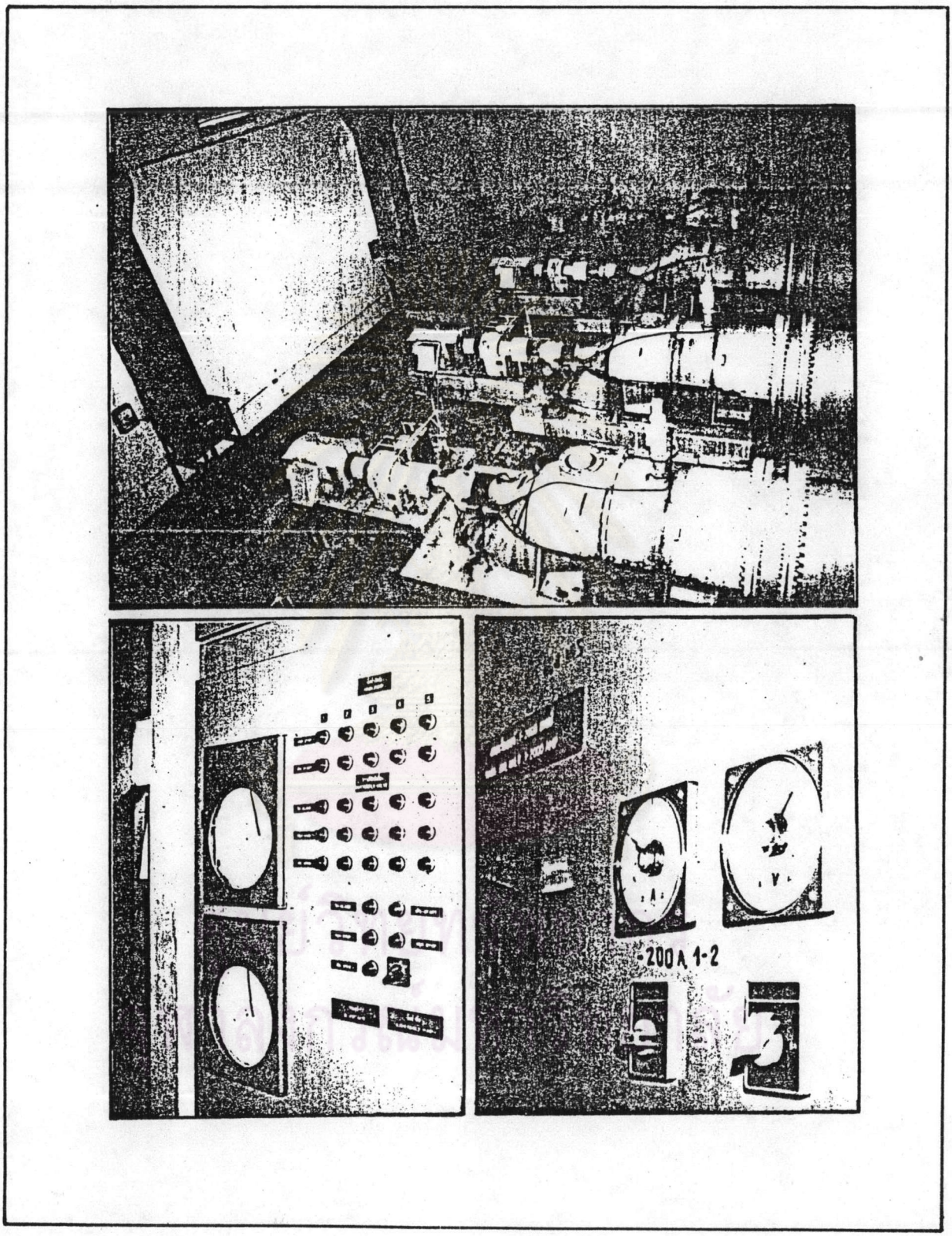
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูป ก-2 ประตูระบายน้ำเทเวศร์



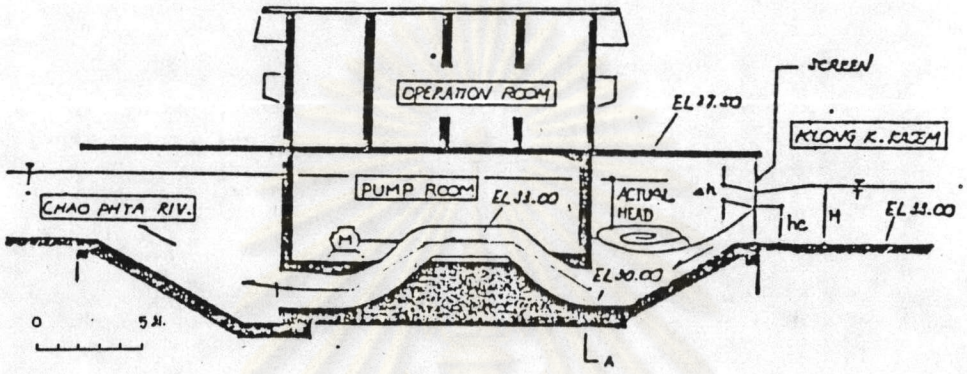
รูป ก-3 สถานีสูบน้ำกรุงเกษม

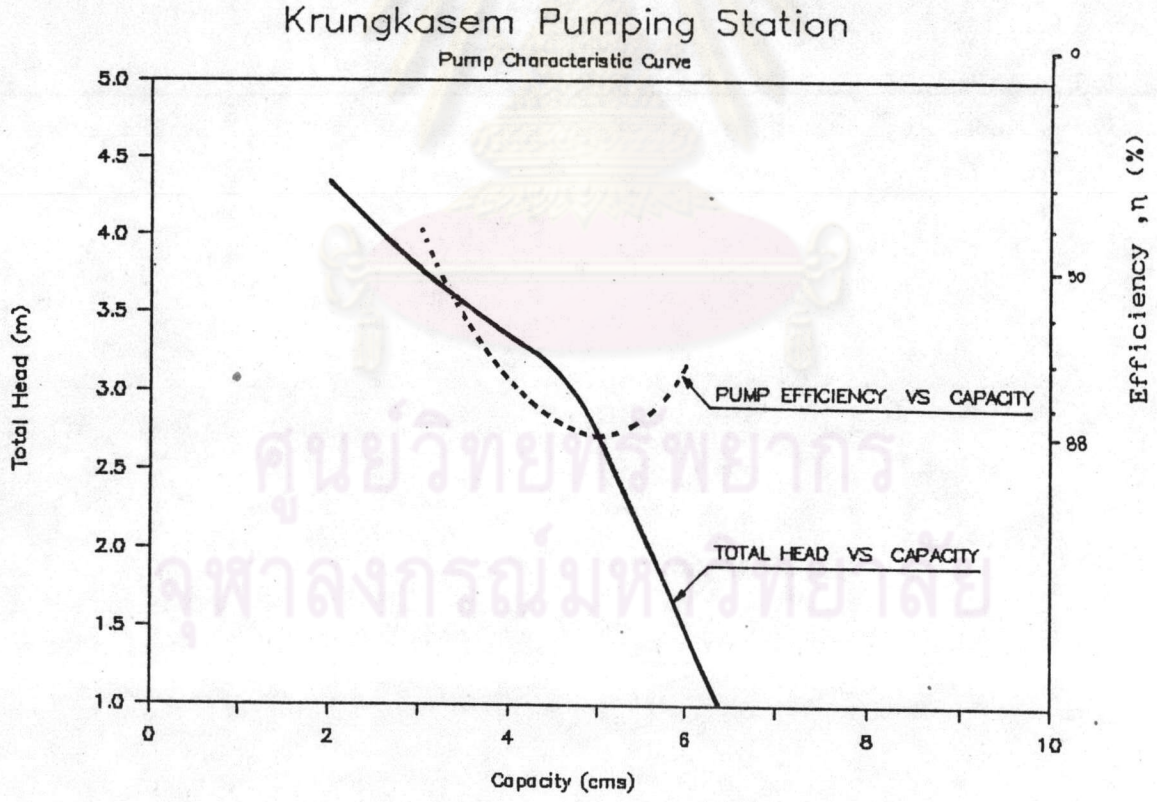


รูป ก-4 รายละเอียดของสถานีสูบน้ำกรุงเกษม

Krung Kasem Pumping Station:

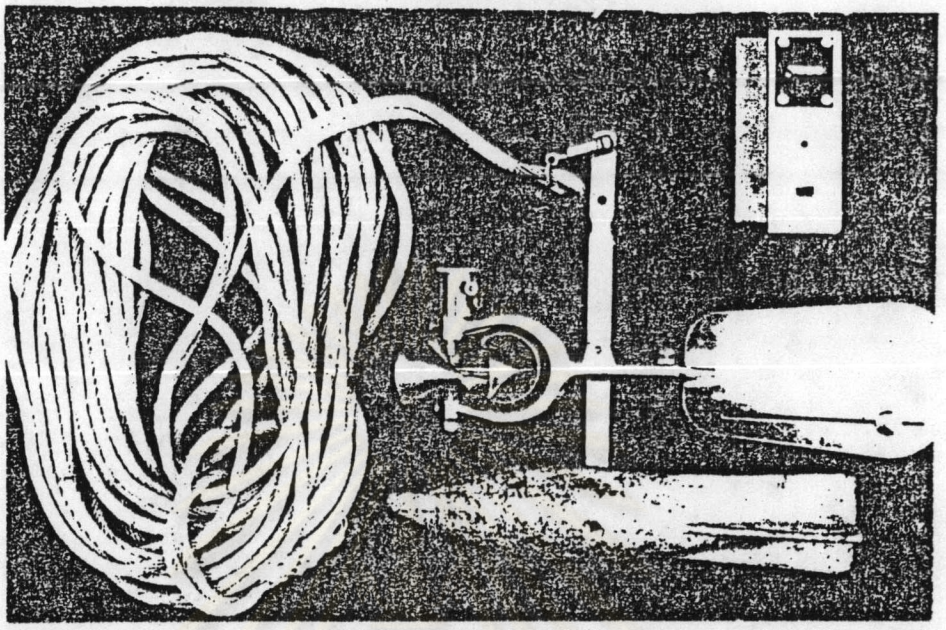
- catchment area: polder unit No. 2 (12 Km^2)
- type of pump: horizontal/axial flow
- capacity of pump: dia. 1500x1500 mm, nominal 5 CMS x 5 knots
- motor power: KW





รูป ก-5 กราฟแสดงความสามารถของสถานีสูบน้ำกรุงเกษม

SCIENTIFIC INSTRUMENTS, INC.
SURVEYING & HYDROLOGICAL INST.
518 WEST CHERRY STREET
MILWAUKEE, WISCONSIN 53212
PHONE (414) 263-1600



3/1/78

METRIC RATING TABLE FOR PRICE AA CURRENT METER

VELOCITY IN METERS PER SECOND — STANDARD RATING NO. 1

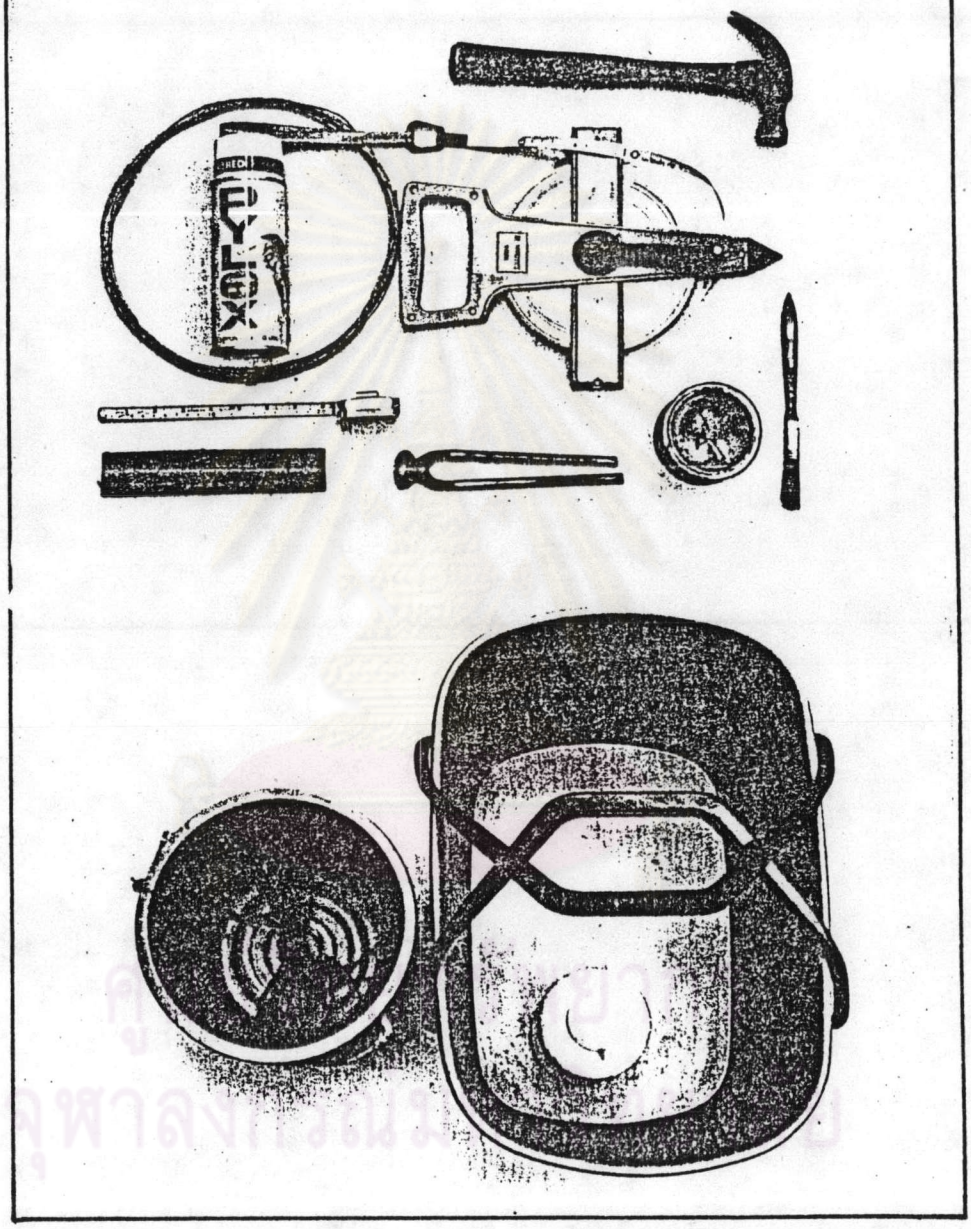
TIME IN SECS.	REVOLUTIONS 3	5	7	10	15	20	25	30	40	REVOLUTIONS 50	60	80	100	150	200	250	300	350	TIME IN SECS.
40	.055	.089	.122	.172	.255	.338	.421	.503	.671	.835	1.00	1.33	1.66	2.49	3.32	4.14	4.97	5.80	40
41	.055	.087	.119	.168	.249	.329	.411	.493	.655	.817	.978	1.30	1.62	2.43	3.24	4.04	4.85	5.65	41
42	.054	.085	.117	.164	.245	.323	.402	.482	.640	.796	.954	1.27	1.59	2.37	3.18	3.95	4.73	5.52	42
43	.052	.083	.114	.161	.238	.314	.393	.469	.625	.777	.933	1.24	1.55	2.32	3.08	3.86	4.62	5.39	43
44	.051	.082	.112	.157	.233	.308	.384	.460	.610	.762	.911	1.21	1.51	2.26	3.01	3.77	4.52	5.27	44
45	.050	.079	.109	.154	.228	.301	.374	.448	.597	.744	.890	1.19	1.48	2.21	2.95	3.69	4.42	5.15	45
46	.049	.078	.107	.151	.223	.295	.366	.439	.585	.729	.871	1.16	1.45	2.17	2.88	3.60	4.32	5.04	46
47	.048	.077	.105	.148	.218	.289	.360	.430	.573	.713	.853	1.13	1.42	2.12	2.82	3.53	4.23	4.93	47
48	.048	.075	.103	.144	.214	.283	.354	.421	.561	.698	.835	1.11	1.39	2.08	2.76	3.45	4.14	4.83	48
49	.047	.074	.101	.142	.209	.277	.344	.411	.549	.683	.820	1.09	1.36	2.03	2.71	3.38	4.06	4.73	49
50	.046	.073	.099	.139	.205	.272	.338	.405	.536	.671	.802	1.07	1.33	1.99	2.65	3.32	3.98	4.64	50
51	.045	.071	.097	.136	.201	.267	.332	.396	.527	.658	.786	1.05	1.30	1.95	2.60	3.25	3.90	4.55	51
52	.045	.070	.095	.134	.198	.262	.326	.390	.518	.646	.771	1.03	1.28	1.92	2.55	3.19	3.83	4.46	52
53	.044	.069	.094	.131	.194	.257	.320	.381	.509	.634	.759	1.01	1.26	1.88	2.51	3.13	3.75	4.38	53
54	.043	.068	.092	.129	.191	.252	.314	.375	.497	.622	.744	.988	1.23	1.85	2.46	3.07	3.69	4.29	54
55	.042	.066	.091	.127	.187	.248	.308	.369	.491	.610	.732	.972	1.21	1.81	2.41	3.01	3.62	4.22	55
56	.042	.066	.089	.125	.184	.244	.303	.363	.482	.601	.716	.954	1.19	1.78	2.37	2.96	3.55	4.14	56
57	.041	.064	.088	.123	.181	.239	.297	.357	.472	.588	.704	.939	1.17	1.75	2.33	2.91	3.49	4.07	57
58	.041	.063	.086	.121	.178	.235	.293	.351	.463	.579	.692	.921	1.15	1.72	2.29	2.86	3.43	4.00	58
59	.040	.062	.085	.119	.175	.231	.288	.344	.457	.570	.683	.905	1.13	1.69	2.25	2.81	3.37	3.93	59
60	.039	.062	.084	.117	.172	.228	.283	.338	.448	.561	.671	.890	1.11	1.66	2.21	2.76	3.32	3.87	60
61	.038	.061	.082	.115	.169	.224	.278	.332	.442	.552	.658	.878	1.09	1.64	2.18	2.72	3.26	3.80	61
62	.038	.060	.081	.113	.167	.220	.274	.326	.436	.543	.649	.863	1.08	1.61	2.14	2.68	3.21	3.74	62
63	.038	.059	.080	.112	.164	.217	.270	.323	.427	.533	.640	.850	1.06	1.59	2.11	2.63	3.16	3.69	63
64	.037	.058	.079	.110	.162	.214	.266	.317	.421	.524	.628	.835	1.04	1.56	2.08	2.59	3.11	3.63	64
65	.037	.057	.078	.108	.159	.211	.262	.314	.415	.518	.619	.823	1.03	1.54	2.05	2.55	3.06	3.57	65
66	.036	.056	.076	.107	.157	.208	.258	.308	.408	.509	.610	.811	1.01	1.51	2.01	2.51	3.01	3.52	66
67	.036	.056	.076	.105	.155	.205	.254	.304	.402	.503	.601	.799	.999	1.49	1.98	2.48	2.97	3.47	67
68	.035	.055	.074	.104	.153	.202	.250	.299	.396	.494	.591	.786	.982	1.47	1.95	2.44	2.93	3.41	68
69	.035	.054	.074	.102	.151	.199	.247	.295	.390	.488	.585	.777	.966	1.45	1.93	2.40	2.88	3.36	69
70	.034	.054	.073	.101	.148	.196	.244	.291	.387	.482	.576	.765	.954	1.43	1.90	2.37	2.84	3.32	70

EQUATION — $\left(\frac{\text{REV.}}{\text{TIME}} \times 2.180 + .020\right) \times .3048 = \text{MPS}$ (LESS THAN 40 REVS.)

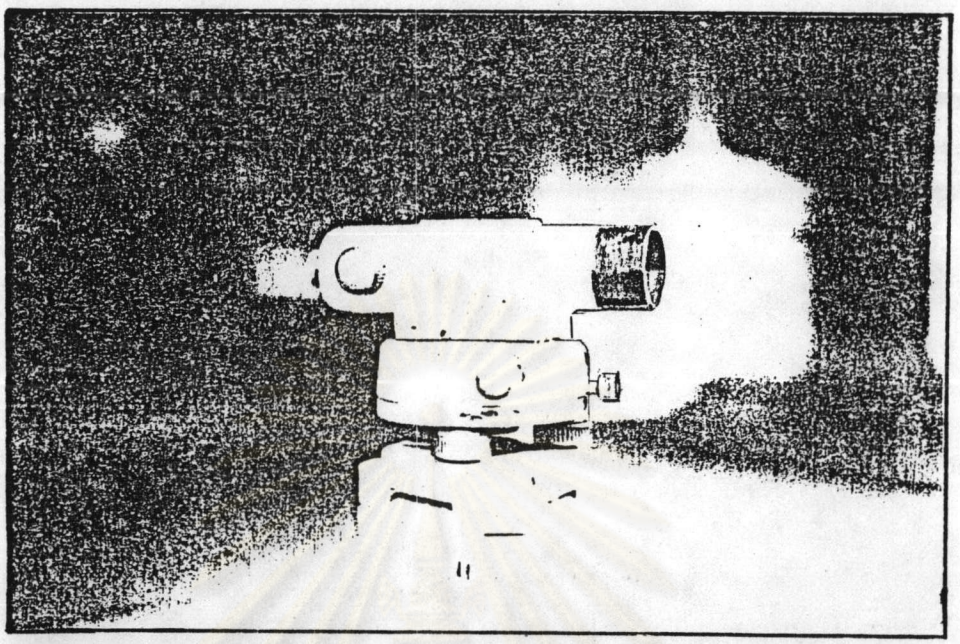
$\left(\frac{\text{REV.}}{\text{TIME}} \times 2.170 + .030\right) \times .3048$ (MORE THAN 40 REVS.)

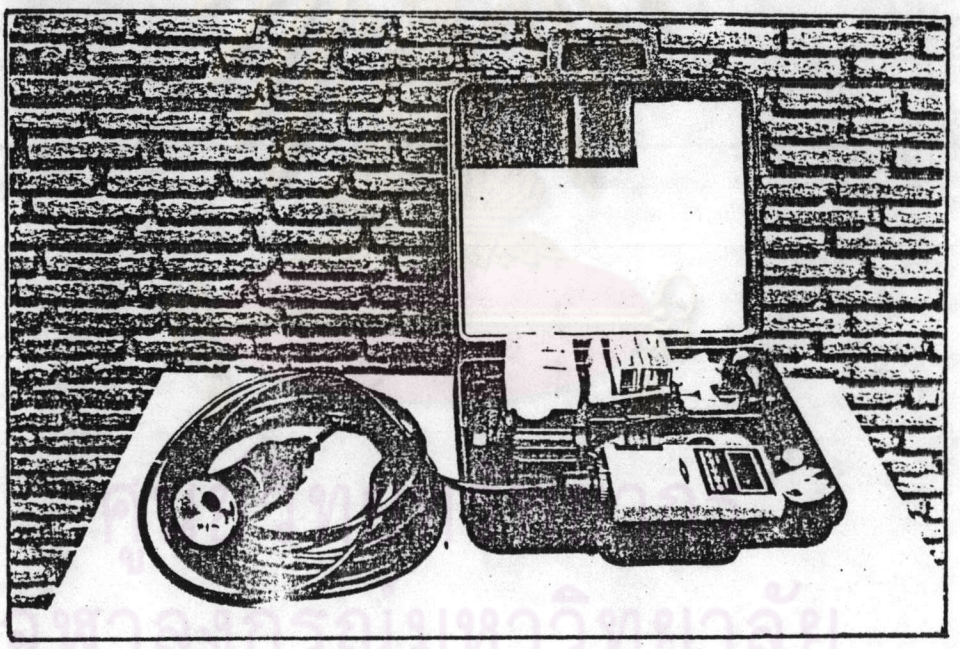
RATINGS LIMITS - .076 TO 2.44 MPS

รูป ก-6 เครื่องมือวัดความเร็ว (current meter)



รูป ก-7 อุปกรณ์เก็บตัวอย่างน้ำและเครื่องมือที่ใช้ในการสำรวจ





ภาพบน กล้องระดับ

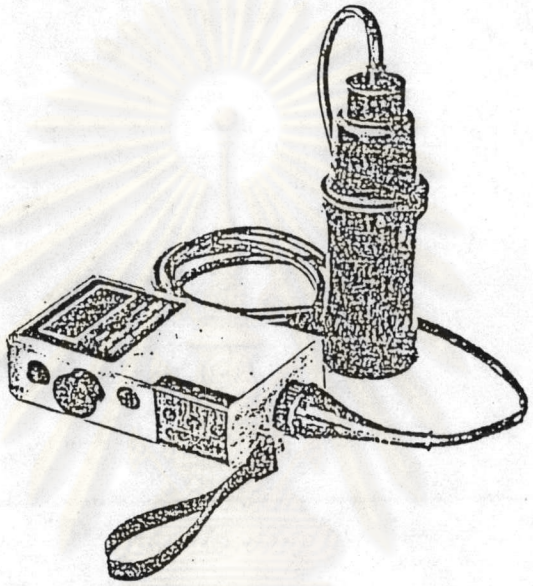
ภาพล่าง เครื่องมือวัดคุณภาพน้ำ (water checker)

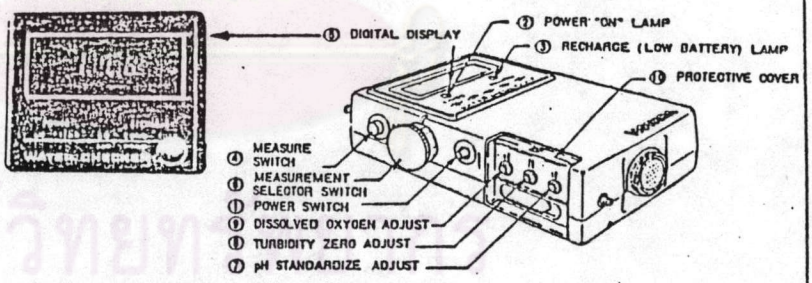
รูป ก-8 กล้องระดับและเครื่องมือวัดออกซิเจนละลาย

HORIBA WATER CHECKER

HORIBA

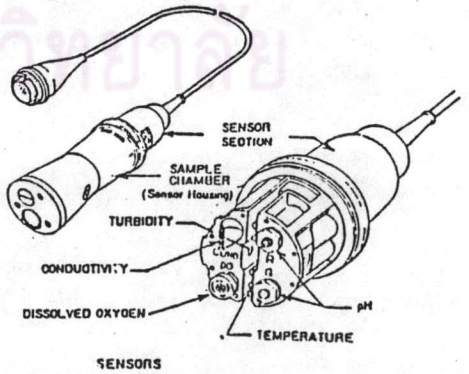
MODEL U-7





SPECIFICATIONS

Parameter	Method of Measurement	Range of Measurement	Accuracy	Temperature Compensation
pH	Glass Electrode	0.0 to 14.0 pH	±0.1 pH	Automatic 0 to 40°C
Turbidity	Ratio Turbidometer	0 to 400ppm Suspended Solids	±20ppm	- -
Temperature	Thermistor	0 to 40°C	±0.5°C	- -
Electrolytic Conductivity	4-Electrode Sensor	0 to 60.0 mS/cm	±2.6 mS/cm	- -
Dissolved Oxygen	Membrane Type Galvanic cell	0 to 20.0 ppm DO	±1.0ppm	Automatic 0 to 40°C



SENSORS

รูป ก-9 รายละเอียดของเครื่องมือวัดออกซิเจนละลาย

12) กระป๋องเก็บตัวอย่างน้ำ (1 ลิตร, 5 ลิตร)

13) เครื่องมือสำหรับทดสอบ BOD

ก.4 <u>การสำรวจภาคสนาม</u>

เนื่องจากข้อมูลแต่ละชนิดมีจุดสำรวจต่างกัน กระจายตลอดคลองผดุงกรุงเกษม ดังตาราง ก-1 และในรูป ก-10 การสำรวจแบ่งได้ 2 ประเภท คือ การสำรวจเพื่อเตรียมการก่อนที่จะทำการทดสอบ เช่น การสำรวจระดับ พื้นที่ หน้าตัดคลอง การสำรวจนี้กระทำเสร็จล่วงหน้าก่อนวันที่ 21 พฤษภาคม พ.ศ. 2530 และอีกประเภทหนึ่ง คือ การสำรวจข้อมูลจากการทดสอบภาคสนาม เช่น การวัดระดับน้ำ ความเร็ว และ คุณภาพน้ำ โดยเริ่มเก็บข้อมูลในวันที่ 21 พฤษภาคม 2530 ตั้งแต่เวลา 6:00 น. ถึง 18:00 น. และเปิดประตูระบายน้ำเวลาประมาณ 10:00 น. ถึง 14:00 น. โดยมีรายละเอียดการสำรวจดังต่อไปนี้

ก.4.1 <u>การสำรวจระดับ</u>

เป็นการถ่ายระดับไว้ตามจุดต่าง ๆ สำหรับวัดพื้นที่หน้าตัดคลองและตรวจสอบระดับสตาฟวัดระดับน้ำที่ติดตั้งไว้แล้ว จะได้ค่าสำหรับแปลงระดับที่อ่านจากสตาฟเป็นระดับมาตรฐานของกทม. (ระดับ 35.03 ม.กทม. เท่ากับระดับ 0.00 ม.รทก.)

ก) <u>หมุดระดับอ้างอิง</u> ใช้หมุดระดับอ้างอิงจากหมุดหลักฐานทางดิ่งของกรุงเทพมหานครสำรวจโดยภาควิชาวิศวกรรมสำรวจ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ปี พ.ศ. 2529 จำนวน 3 หมุด คือหมุดหมายเลข 101, 109 และ 113 และระดับ TBM ตามสถานีควบคุมการระบายน้ำในกรุงเทพมหานคร สำรวจโดยภาควิชาวิศวกรรมสำรวจ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อ มีนาคม พ.ศ. 2530 จำนวน 3 หมุด คือ หมุดหมายเลข 9, 10 และ 23 (ดูรูป ก-11 ถึงรูป ก-13)

ข) <u>วิธีการสำรวจ</u> ใช้กล้องระดับส่องระดับจากหมุดระดับอ้างอิงไปยังจุดที่ติดตั้งสตาฟและส่องกลับจุดเดิม

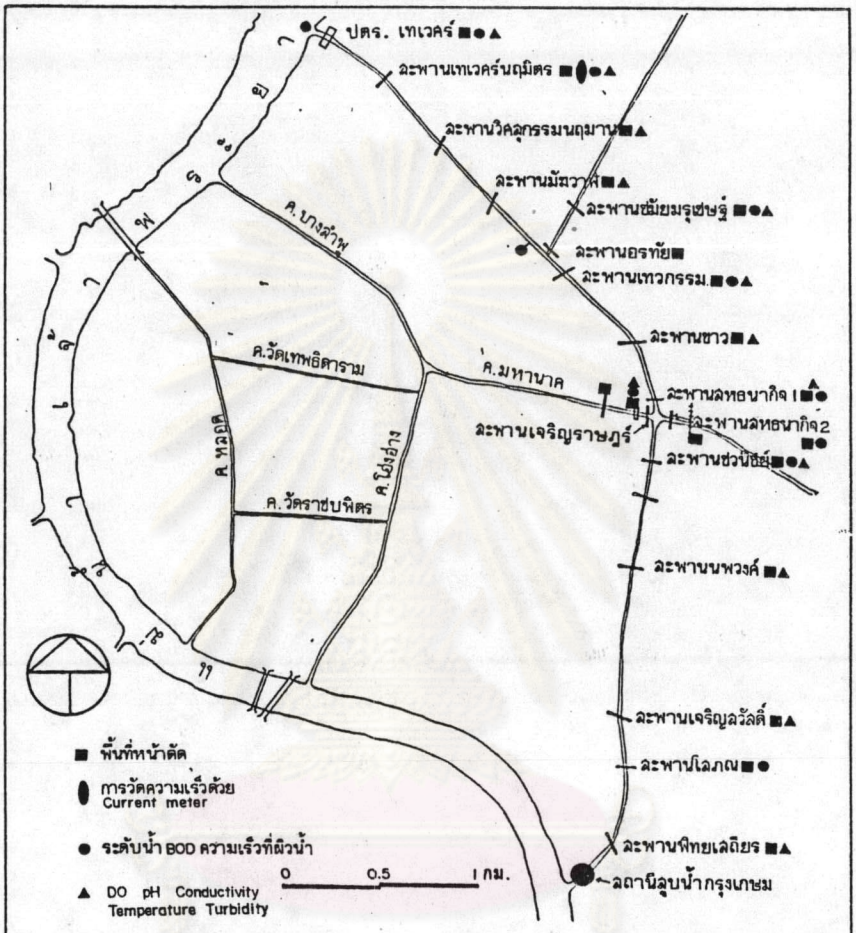
ค) <u>ผลการสำรวจระดับ</u> ได้ค่าระดับสำหรับแปลงค่าที่อ่านจากสตาฟวัดระดับน้ำ เป็นระดับมาตรฐานของ กทม. ดังตาราง ก-2

ตาราง ก-1 ตำแหน่งเก็บข้อมูลสนาม

จุดสำรวจ	พื้นที่หน้าตัด	การวัดความเร็วด้วย Current meter	ระดับน้ำ BOD ความเร็วที่ผิวน้ำ	DO pH Conductivity Temperature Turbidity
ม.เจ้าพระยา			0	
ปตร.เทเวศร์	0			0
สะพานเทเวศร์นฤมิตร	0	0	0	0
สะพานวิศสุกรรมนฤมาน	0			0
สะพานมัฆวาฬ	0			0
หน้าวัดโสมนัสฯ	0		0	
สะพานอรทัย	0			
สะพานชมัยมรุเชษฐ์	0		0	0
สะพานเทวกรรม	0		0	0
สะพานจตุรพักตร์	0			0
สะพานสหธนากิจ1	0		0	0
สะพานสหธนากิจ2	0		0	
ทางรถไฟข้ามคลองมหานาค	0		0	
สะพานชวนิชย์	0		0	0
ทำนบ (สะพานเจริญราษฎร์)	0		0	0
สะพานคนเดินข้าม (ข้างตลาดมหานาค)	0			
สะพานนพวงศ์	0			0
สะพานเจริญสวัสดิ์	0			0
สะพานโสภณ	0		0	
สะพานพิทยเสถียร	0			0

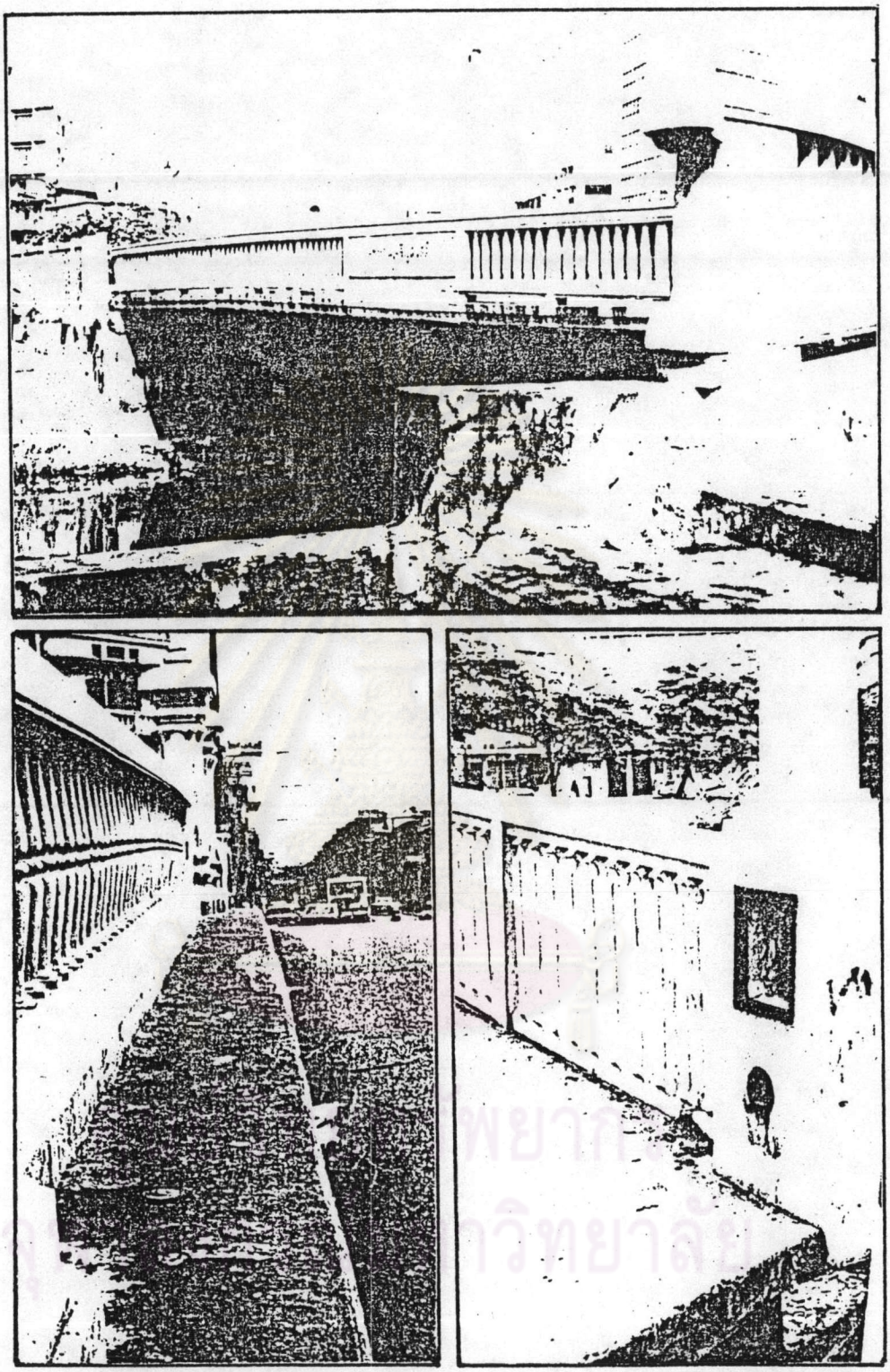
หมายเหตุ 0 แสดงการสำรวจ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



จุดสำรวจ	ระยะทางจาก ส.เจ้าพระยา (กม.)	ระดับน้ำทะเลปานกลาง (ม. รทก.)
ปตร.เทเวศร์	0.13	20.47
สะพานเทเวศร์นฤมิตร	0.45	20.85
สะพานวิศลุกรรมนฤมาน	0.89	21.07
สะพานมัฆวาฬ	1.29	21.15
สะพานเทวกรรม	1.82	21.75
สะพานชัยมุนินทร์	2.31	21.54
สะพานอรทัย	2.61	21.90
สะพานชวนิชย์	2.93	22.21
สะพานชาว	3.50	22.04
สะพานเจริญราษฎร์	4.29	22.13
สะพานโสภณ	4.56	21.23
สะพานพิทยเลขิยร	4.90	21.75

รูป ก-10 ตำแหน่งสำรวจข้อมูลสนาม

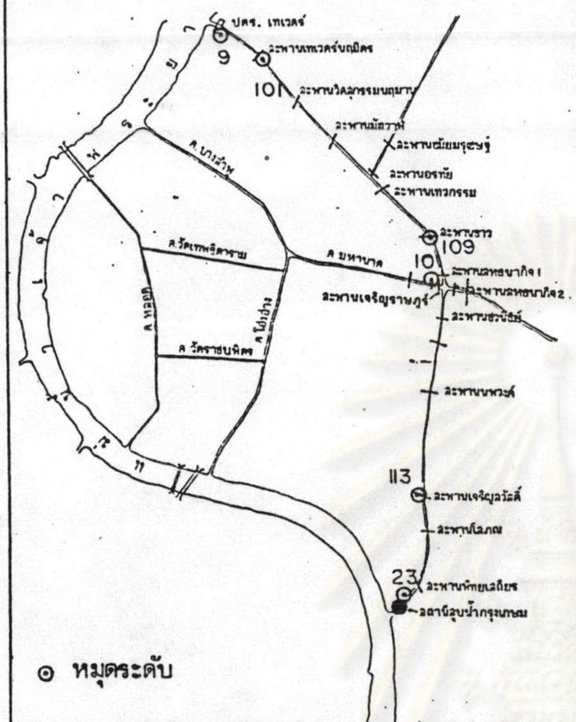


ภาพบน หมุดระดับหมายเลข 113 (สะพานเจริญสวัสดิ์)

ภาพล่างซ้าย หมุดระดับหมายเลข 101 (สะพานเทเวศร์นฤมิตร)

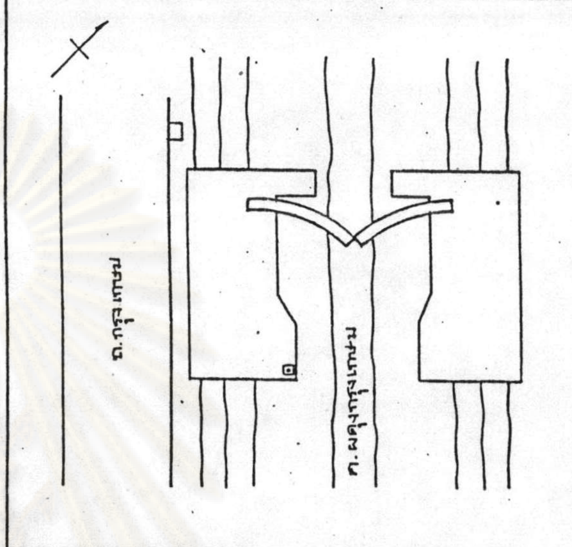
ภาพล่างขวา หมุดระดับหมายเลข 109 (สะพานจตุรพักตร์)

รูป ก-11 หมุดระดับที่ใช้ในการสำรวจระดับ



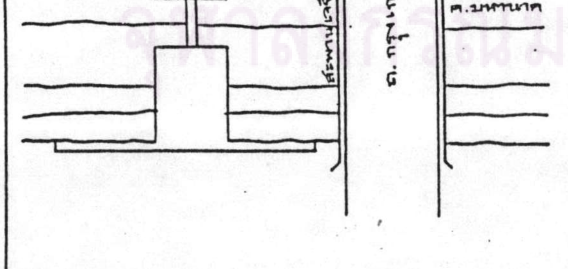
⊙ หมุดระดับ

หมุดหมายเลข 9	ระดับ	รทก. เมตร กทม. 37.597 เมตร
ลักษณะ	รูปสี่เหลี่ยมทาด้วยสีแดง	
สถานที่	ปตร. เทเวศน์	



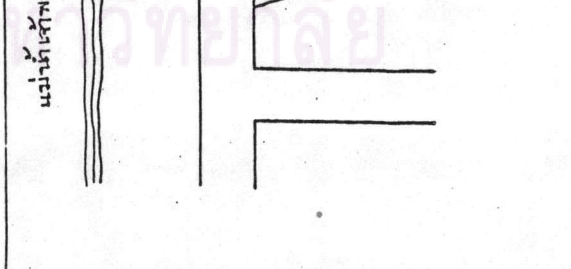
หมายเหตุ	เบคคุลิค

หมุดหมายเลข 10	ระดับ	รทก. เมตร กทม. 36.413 เมตร
ลักษณะ	ตะปูคอนกรีตทาด้วยสีแดง	
สถานที่	ปตรฯ. มหานาค	



หมายเหตุ	เบคคุลิต

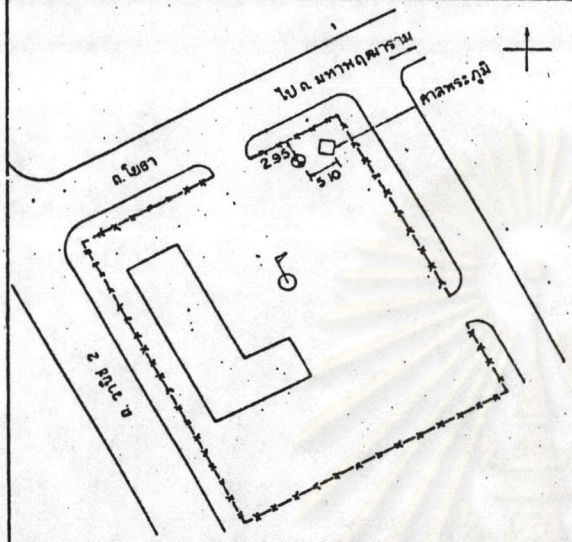
หมุดหมายเลข 23	ระดับ	รทก. เมตร กทม. 36.882 เมตร
ลักษณะ	รูปสี่เหลี่ยมทาด้วยสีแดง	
สถานที่	สถานีสูบน้ำ ผดุงกรุงเกษม	



หมายเหตุ	เขตสัมพันธวงศ์

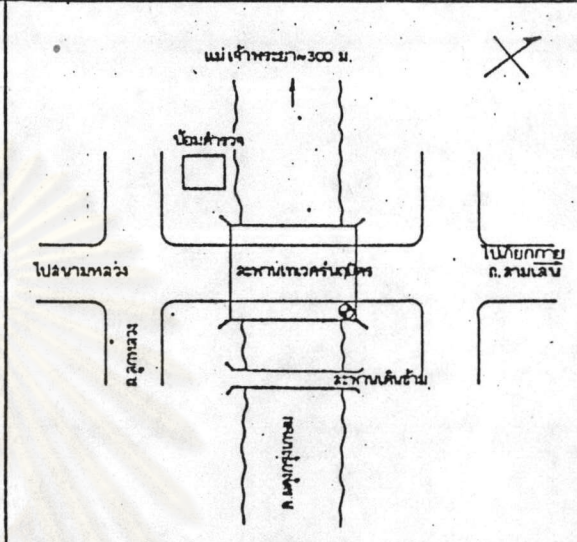
รูป ก-12 ค่าระดับ TBM ตามสถานีควบคุมการระบายน้ำ

หมุดหมายเลข 114	ระดับ	รทก. 2.240 เมตร กทม. 27.270 เมตร
ลักษณะ	หมุดทองเหลืองใหญ่ ฝังบนแท่นหัวเข็มเจาะ	
สถานที่	ใกล้ศาลพระภูมิหน้า ส.น.ง. เขตสัมพันธวงศ์	



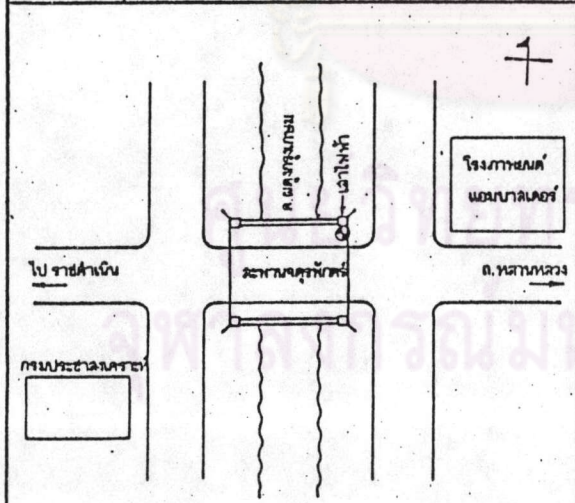
หมายเหตุ	เป็นหมุดรุ่นเก่า (พ.ศ. 2522) ค่าระดับเดิม 2.383 ม. (ร.ท.ก.)

หมุดหมายเลข 101	ระดับ	รทก. 3.184 เมตร กทม. 28.184 เมตร
ลักษณะ	หมุดทองเหลืองเล็ก	
สถานที่	บาทวิถีสะพานข้ามคลองผดุงกรุงเกษม ถนนสามเสน เขตดุสิต	



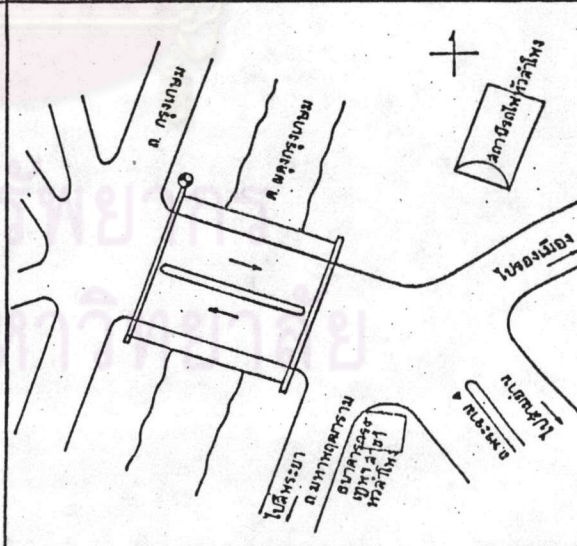
หมายเหตุ	

หมุดหมายเลข 109	ระดับ	รทก. 3.205 เมตร กทม. 28.235 เมตร
ลักษณะ	หมุดเหล็กหล่อ	
สถานที่	โคนเสาไฟฟ้าแสงสว่าง บนบาทวิถีสะพานจตุรทิศทร์ (ข้ามคลองประปา) ถนนหลานหลวง เขตดุสิต	



หมายเหตุ	เป็นหมุดรุ่นเก่า (พ.ศ.2522) ค่าระดับเดิม 3.296 ม. (ร.ท.ก.)

หมุดหมายเลข 113	ระดับ	รทก. 2.743 เมตร กทม. 27.773 เมตร
ลักษณะ	หมุดเหล็กหล่อ	
สถานที่	ข้างฐูช้าง สะพานข้ามคลองผดุงกรุงเกษม ถนนพระราม 4 เขตป้อมปราบศัตรูพ่าย	



หมายเหตุ	เป็นหมุดรุ่นเก่า (พ.ศ. 2522) ค่าระดับเดิม 2.852 ม. (ร.ท.ก.)

รูป ก-13 ค่าระดับของหมุดระดับของกรุงเทพมหานคร

ตาราง ก-2 แสดงค่าสำหรับแปลงค่าระดับสตาฟเป็นค่าระดับมาตรฐาน ของกรุงเทพมหานคร

จุดสำรวจ	ค่าสำหรับแปลงเป็นระดับ กทม.
ม.เจ้าพระยา	+ 33.955
ปตร.เทเวศร์ (ด้าน ม.เจ้าพระยา)	- 0.216 (*)
ปตร.เทเวศร์ (ด้านใน)	- 0.209 (*)
สะพานเทเวศร์นฤมิตร	+ 34.093
หน้าวัดโสมนัสฯ	+ 34.203
สะพานชมัยมรุเชษฐ์	+ 33.947
สะพานเทวกรรม	+ 34.015
สะพานสหธนากิจ1	+ 34.045
สะพานสหธนากิจ2	+ 33.327
สะพานชวนิชย์	+ 33.478
ทำนบ (สะพานเจริญราษฎร์)	+ 33.296
สะพานโสภณ	+ 33.733
สถานีสูบน้ำกรุงเกษม (ด้านใน)	- 0.032 (*)
สถานีสูบน้ำกรุงเกษม (ด้าน ม.เจ้าพระยา)	- 0.032 (*)

หมายเหตุ (*) หมายถึงสตาฟของ กทม.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ก.4.2 การสำรวจพื้นที่หน้าตัด

ก) ระดับอ้างอิง ใช้ระดับที่ถ่ายไว้จากการสำรวจระดับ

ข) วิธีการสำรวจ วัดระดับน้ำเทียบกับระดับอ้างอิง จากนั้นใช้ผ้าเทปผูกติดกับลูกดิ่ง ทำการวัดความลึกของท้องน้ำ ทุกระยะ 2.00 เมตร จากฝั่งหนึ่งไปอีกฝั่งหนึ่ง การวัดพื้นที่หน้าตัดรวมถึงคลองที่มาเชื่อมต่อด้วย รวมทั้งหมด 17 จุด

ค) ผลการสำรวจพื้นที่หน้าตัด แสดงดังรูป ก-14 ถึงรูป ก-15)

ก.4.3 การวัดความเร็วด้วย current meter

ก. วิธีการวัด วัดระดับท้องคลองก่อน จากนั้นทำการหย่อน current meter ลงไปที่ความลึก 0.2 และ 0.8 เท่าของความลึกของน้ำ นับจำนวนครั้งของสัญญาณในช่วงเวลาหนึ่ง นำไปอ่านค่าในตารางได้ความเร็วของน้ำที่ความลึก 0.2 และ 0.8 เท่าของความลึก นำสองค่านี้เฉลี่ยเป็นความเร็วเฉลี่ยในหน้าตัดแนวดิ่งนั้น วัดเช่นนี้ทุกระยะ 2 เมตร จนตลอดความกว้างทั้งหน้าตัด ดูรูป ก-16

ข) ผลการวัดความเร็ว แสดงไว้ในตารางที่ ก-3

ก.4.4 การวัดระดับน้ำ

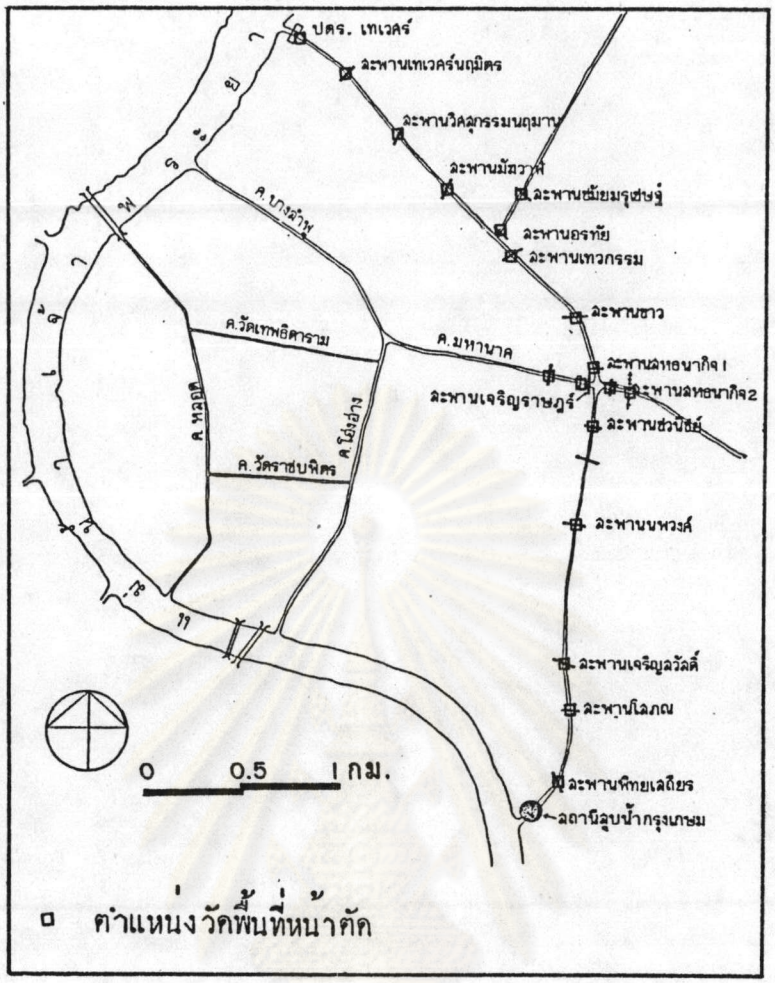
ก) วิธีการวัดระดับน้ำ อ่านค่าระดับน้ำจากสตาฟในวันที่ทำการทดสอบ ตั้งแต่เวลา 6:00 น. ถึง 18:00 น. ทุกชั่วโมง รวม 12 จุด และอีกสองจุดคือระดับน้ำด้านนอก-ใน ของสถานีสูบน้ำกรุงเกษม ใช้การอ่านระดับอัตโนมัติของสถานีสูบน้ำ

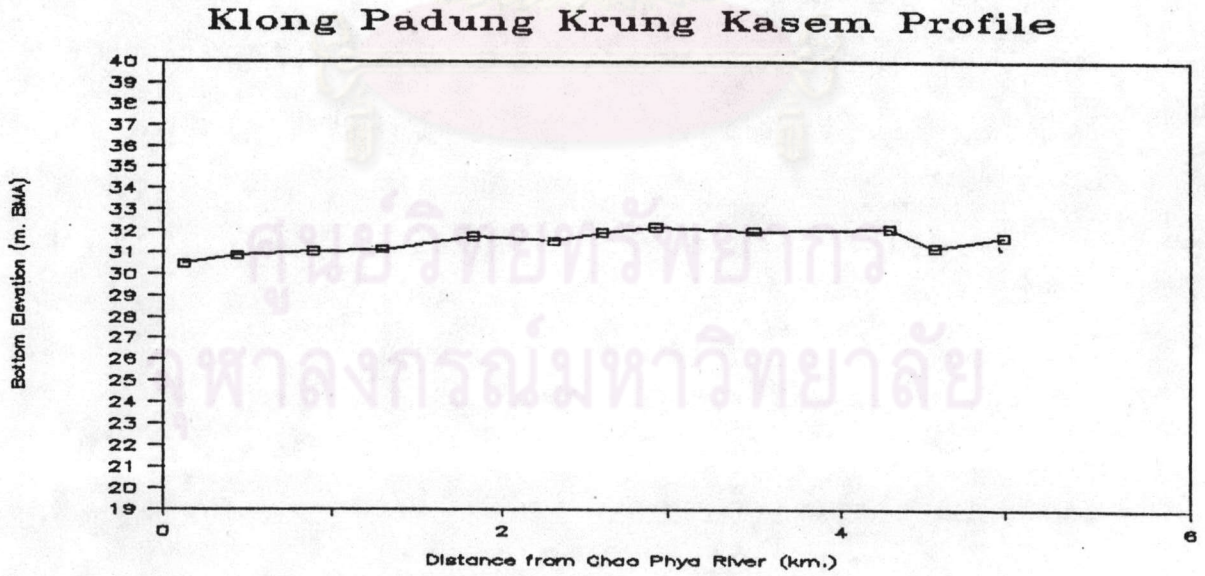
ข) ผลการวัดระดับน้ำ แสดงดังรูป ก-17

ก.4.5 การวัดความเร็วที่ผิวน้ำ โดยใช้ทุ่น

ก) วิธีการวัด ทำการวัดความเร็วของผิวน้ำกลางคลอง โดยปล่อยทุ่นไม้กลางคลอง แล้วจับเวลาภายในระยะทางที่กำหนด 3 ครั้ง แล้วใช้ค่าเฉลี่ยเป็นความเร็วที่ผิวน้ำที่เวลานั้น ทำการวัดในวันที่ทดสอบการเปิด-ปิดประตูระบายน้ำเทเวศร์ ตั้งแต่เวลา 6:00 น. ถึง 18:00 น. ทุกชั่วโมง โดยมีตำแหน่งที่วัดเช่นเดียวกับสตาฟวัดระดับน้ำ

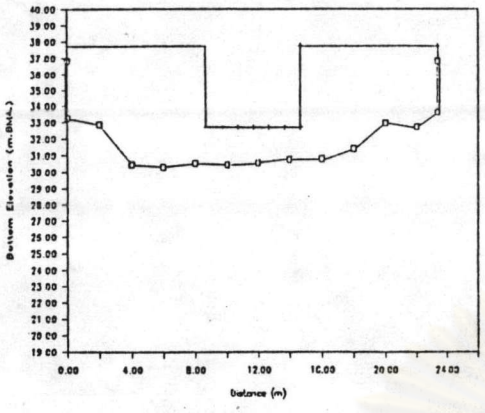
ข) ผลการวัดความเร็วที่ผิวน้ำ แสดงดังรูป ก-18



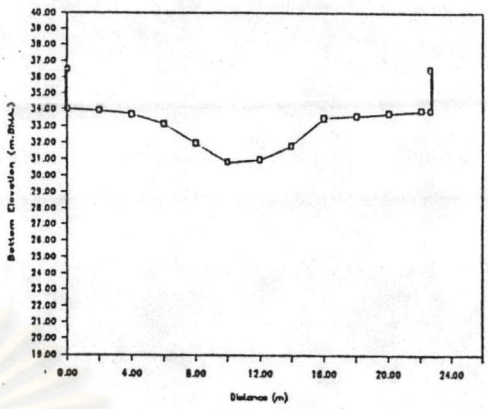


รูป ก-14 ตำแหน่งวัดพื้นที่หน้าตัดคลองและระดับท้องคลอง

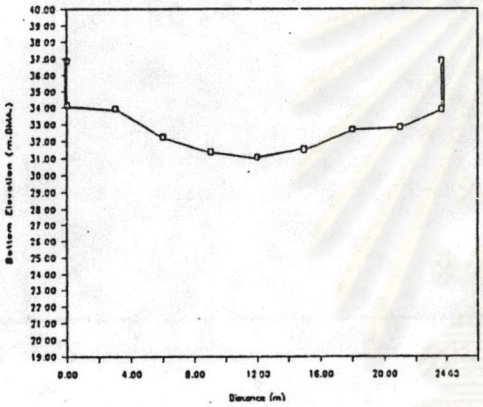
Tewait Pumping Station



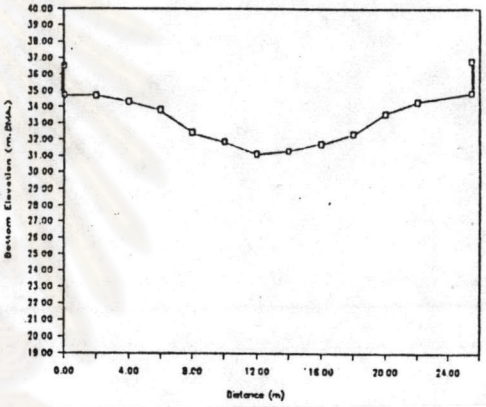
Saphan Tewait



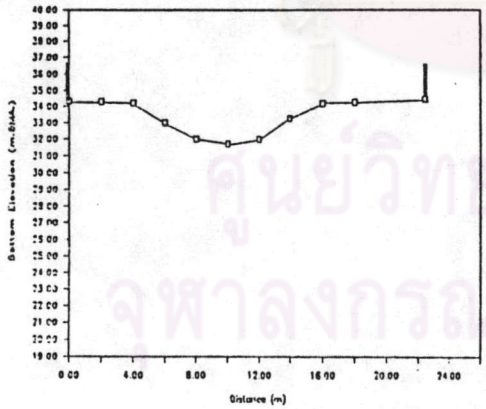
Saphan Wissukam



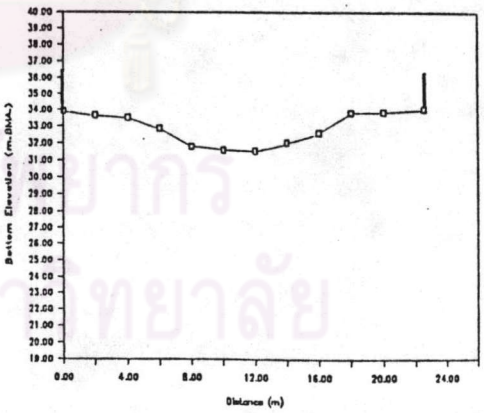
Saphan Mukkawan



Saphan Tewakam



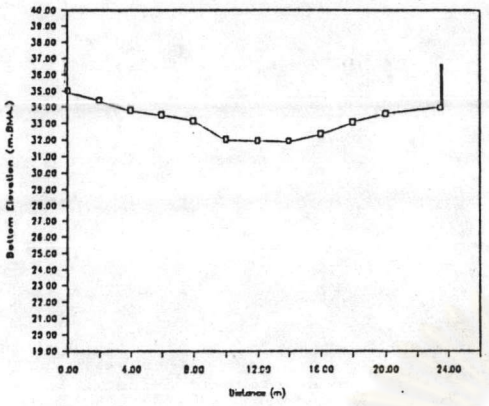
Saphan Jaturapark



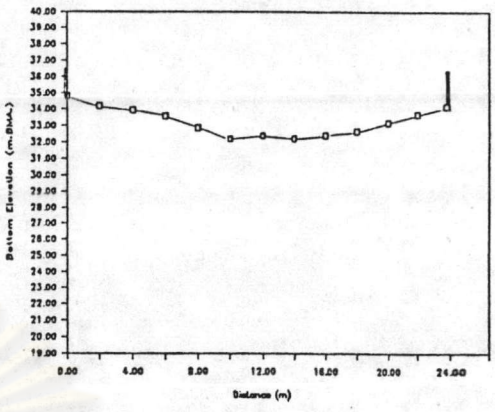
รูป ก-15 ผลการสำรวจพื้นที่หน้าตัด

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

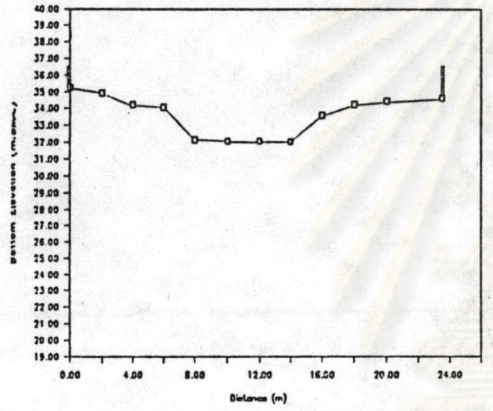
Saphan Saha Tanakit 1



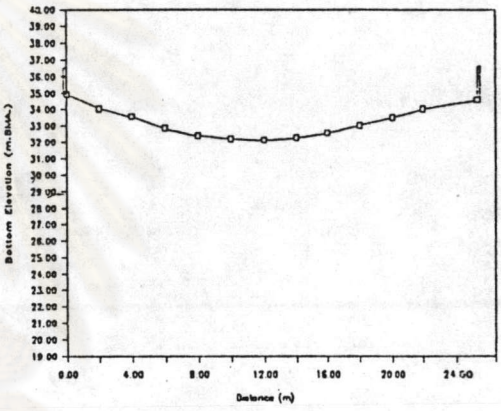
Saphan Chawanit



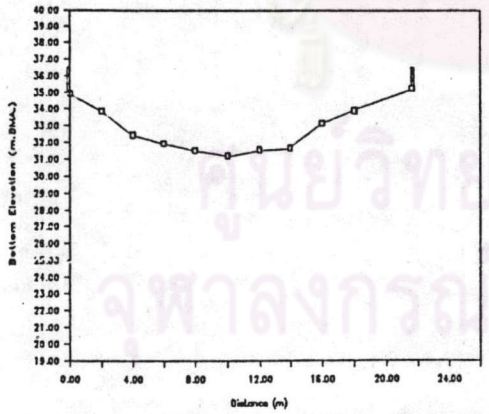
Saphan Noppawong



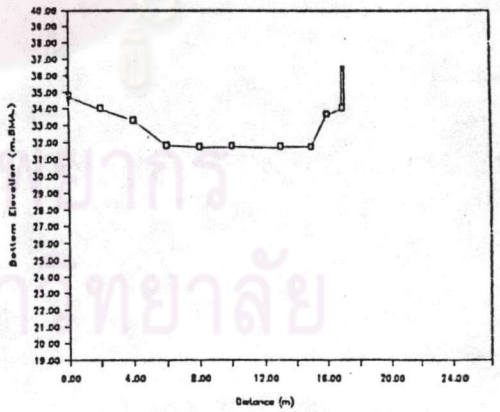
Saphan Charoen Sawat



Saphan Sophon

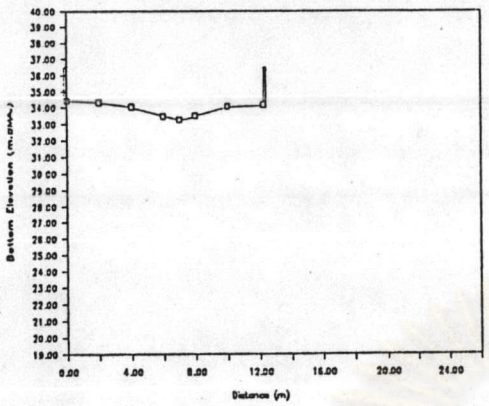


Saphan Pittaya Satien

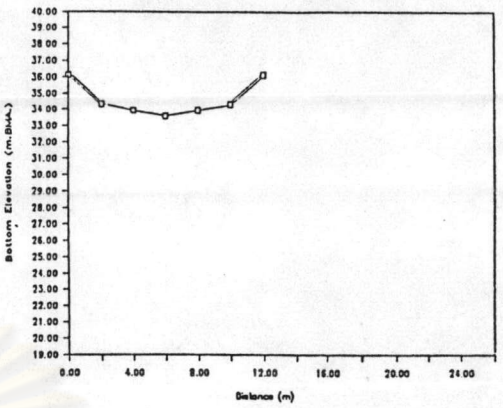


รูป ก-15 (ต่อ)

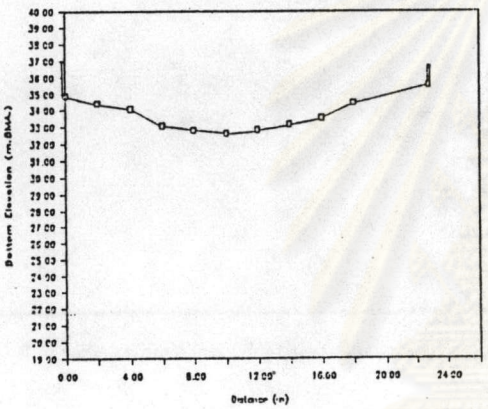
Saphan Orratai



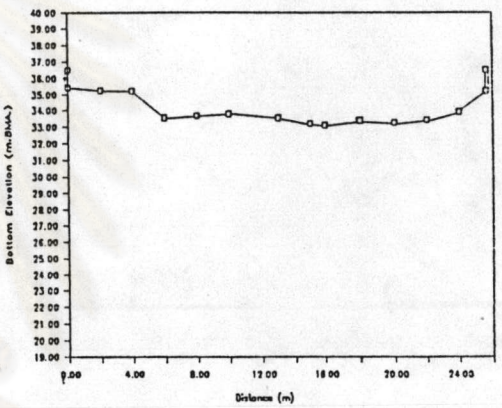
Saphan Chamai Maruchate



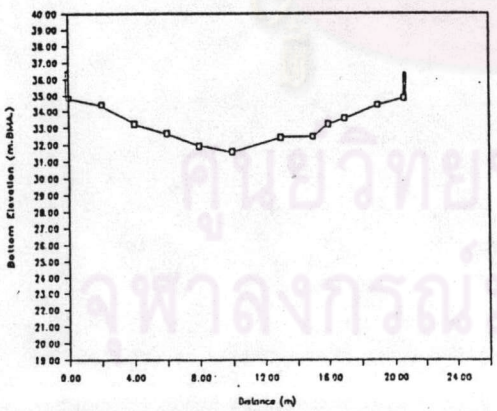
Saphan Saha Tanakit 2



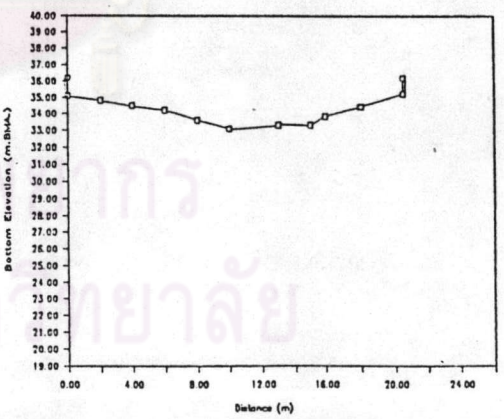
Railway



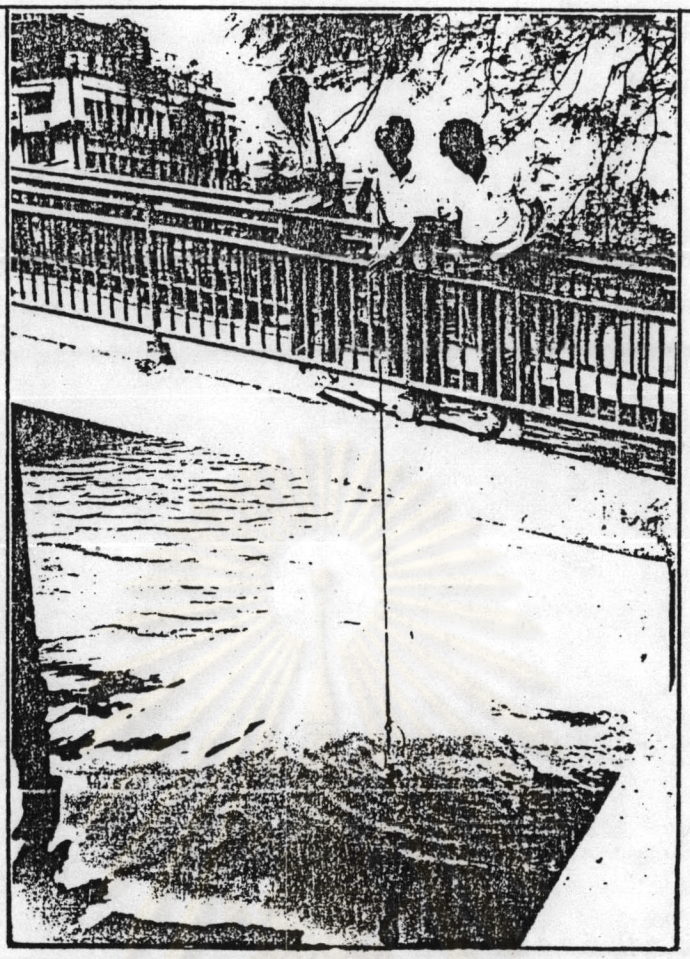
Saphan Charoenrat

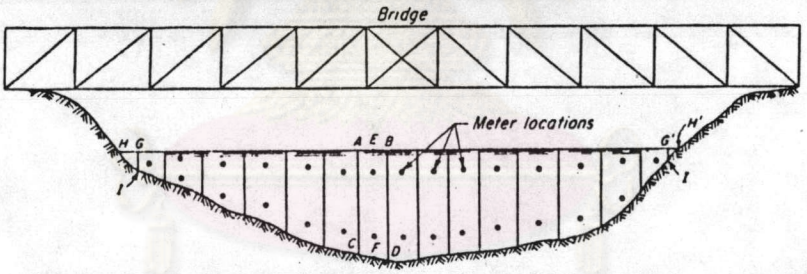


Talad Mahanak



รูป ก-15 (ต่อ)





v = (จำนวนรอบ/เวลา * 2.180 + 0.20) * 0.3048 เมตร/วินาที

$\bar{V} = (v_{0.2} + v_{0.8})/2$

$\Delta Q = \bar{V} \Delta A$

$Q = \Sigma \bar{V} \Delta A$

เมื่อ v = ความเร็วที่คำนวณได้จาก current meter

$v_{0.2}$ = ความเร็วที่คำนวณได้จาก current meter ที่ความลึก 0.2 เท่าของความลึก strip

$v_{0.8}$ = ความเร็วที่คำนวณได้จาก current meter ที่ความลึก 0.8 เท่าของความลึก strip

$\bar{V}$ = ความเร็วเฉลี่ยใน strip

Q = อัตราไหลผ่านคลองทั้งหน้าตัด

รูป ก-16 การวัดความเร็วด้วย current meter

ตาราง ก-4 ผลการสำรวจความเร็วด้วย current meter

NO. 1

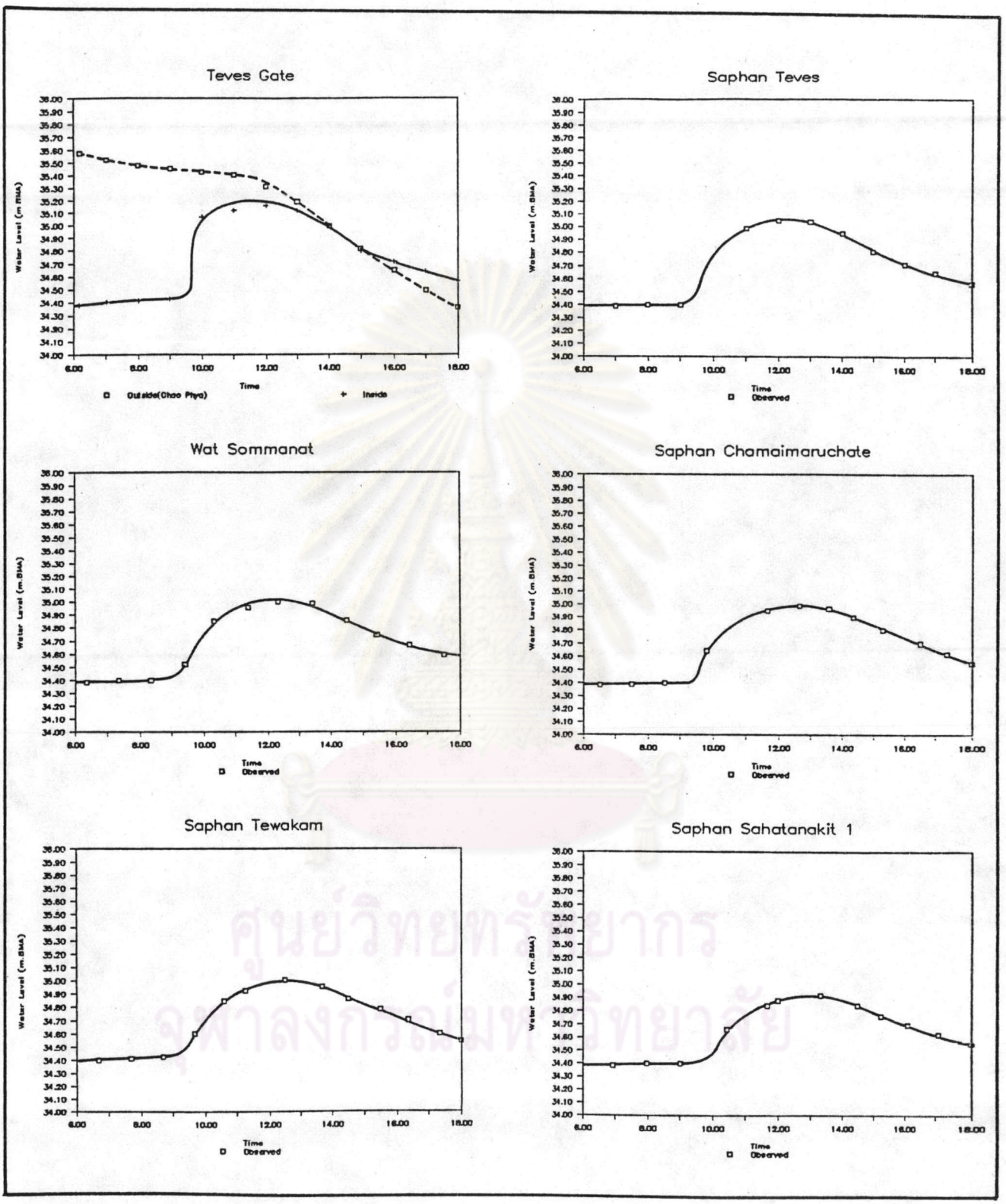
Distance (M)	No. rev. 0.2d	0.6d	0.8d	Time (s)	Velocity (M/s) Point	Average	Stripe Area (sq.M)	Flow (cu.M/s)
0.00	-	0	-	-	0.000	0.000	0.85	0.000
2.00	-	30	-	100	0.205	0.205	1.84	0.378
4.00	-	35	-	100	0.239	0.239	2.30	0.549
6.00	25	-	-	100	0.172	0.156	3.44	0.535
	-	-	20	100	0.139			
8.00	35	-	-	66	0.358	0.339	5.82	1.975
	-	-	35	74	0.320			
10.00	35	-	-	65	0.364	0.345	8.12	2.802
	-	-	40	83	0.326			
12.00	30	-	-	67	0.304	0.238	7.84	1.865
	-	-	30	120	0.172			
14.00	35	-	-	64	0.369	0.348	6.18	2.148
	-	-	25	52	0.326			
16.00	25	-	-	64	0.266	0.215	2.78	0.598
	-	-	15	63	0.164			
18.00	15	-	-	58	0.178	0.172	2.60	0.448
	-	-	15	62	0.167			
20.00	-	15	-	90	0.117	0.117	2.28	0.266
22.00	-	15	-	132	0.082	0.082	1.92	0.157
22.60	-	-	-	-	-	0.000	0.97	0.000
					Summation		46.94	11.722
					Average Velocity			0.250 M/s

NO. 2

Distance (M)	No. rev. 0.2d	0.6d	0.8d	Time (s)	Velocity (M/s) Point	Average	Stripe Area (sq.M)	Flow (cu.M/s)
0.00	-	0	-	-	-	0.000	0.98	0.000
2.00	-	20	-	47	0.289	0.289	2.10	0.607
4.00	-	25	-	48	0.352	0.352	2.54	0.895
6.00	25	-	-	44	0.384	0.372	3.70	1.375
	-	-	25	47	0.360			
8.00	25	-	-	41	0.411	0.382	6.08	2.321
	-	-	25	48	0.352			
10.00	25	-	-	48	0.352	0.339	8.36	2.833
	-	-	25	52	0.326			
12.00	25	-	-	36	0.468	0.397	8.06	3.196
	-	-	25	52	0.326			
14.00	25	-	-	45	0.375	0.301	6.28	1.893
	-	-	20	60	0.228			
16.00	15	-	-	31	0.328	0.280	2.96	0.829
	-	-	15	44	0.233			
18.00	15	-	-	27	0.375	0.315	2.78	0.876
	-	-	15	40	0.255			
20.00	-	15	-	41	0.249	0.249	2.46	0.613
22.00	-	15	-	53	0.194	0.194	2.08	0.404
22.60	-	0	-	-	-	0.000	1.05	0.000
					Summation		49.430	15.841
					Average Velocity			0.320 M/s

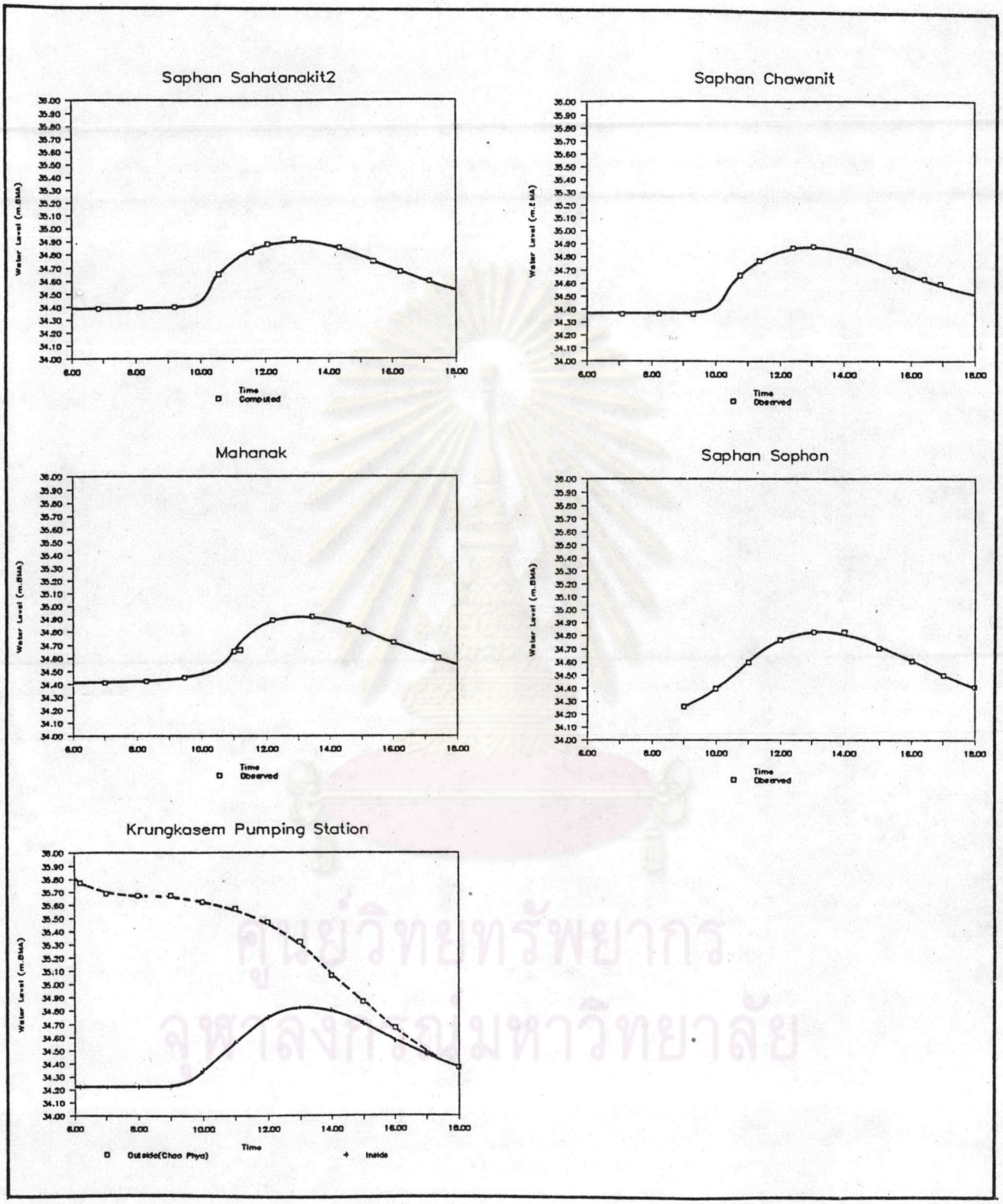
NO. 3

Distance (M)	No. rev. 0.2d	0.6d	0.8d	Time (s)	Velocity (M/s) Point	Average	Stripe Area (sq.M)	Flow (cu.M/s)
0.00	-	0	-	-	-	0.000	0.97	0.000
2.00	-	15	-	63	0.164	0.164	2.08	0.342
4.00	-	15	-	57	0.181	0.181	2.52	0.456
6.00	20	-	-	64	0.214	0.185	3.64	0.675
	-	-	15	66	0.157			
8.00	15	-	-	47	0.218	0.190	5.98	1.136
	-	-	15	64	0.162			
10.00	15	-	-	41	0.249	0.225	8.24	1.857
	-	-	15	51	0.202			
12.00	15	-	-	41	0.249	0.218	7.96	1.737
	-	-	15	55	0.187			
14.00	15	-	-	45	0.228	0.223	6.18	1.377
	-	-	15	47	0.218			
16.00	15	-	-	62	0.167	0.156	2.84	0.442
	-	-	15	72	0.145			
18.00	15	-	-	71	0.146	0.122	2.66	0.326
	-	-	5	36	0.098			
20.00	-	15	-	69	0.151	0.151	2.32	0.349
22.00	-	5	-	59	0.062	0.062	1.94	0.121
22.60	-	0	-	-	-	0.000	0.98	0.000
					Summation		48.31	8.819
					Average Velocity			0.183 M/s



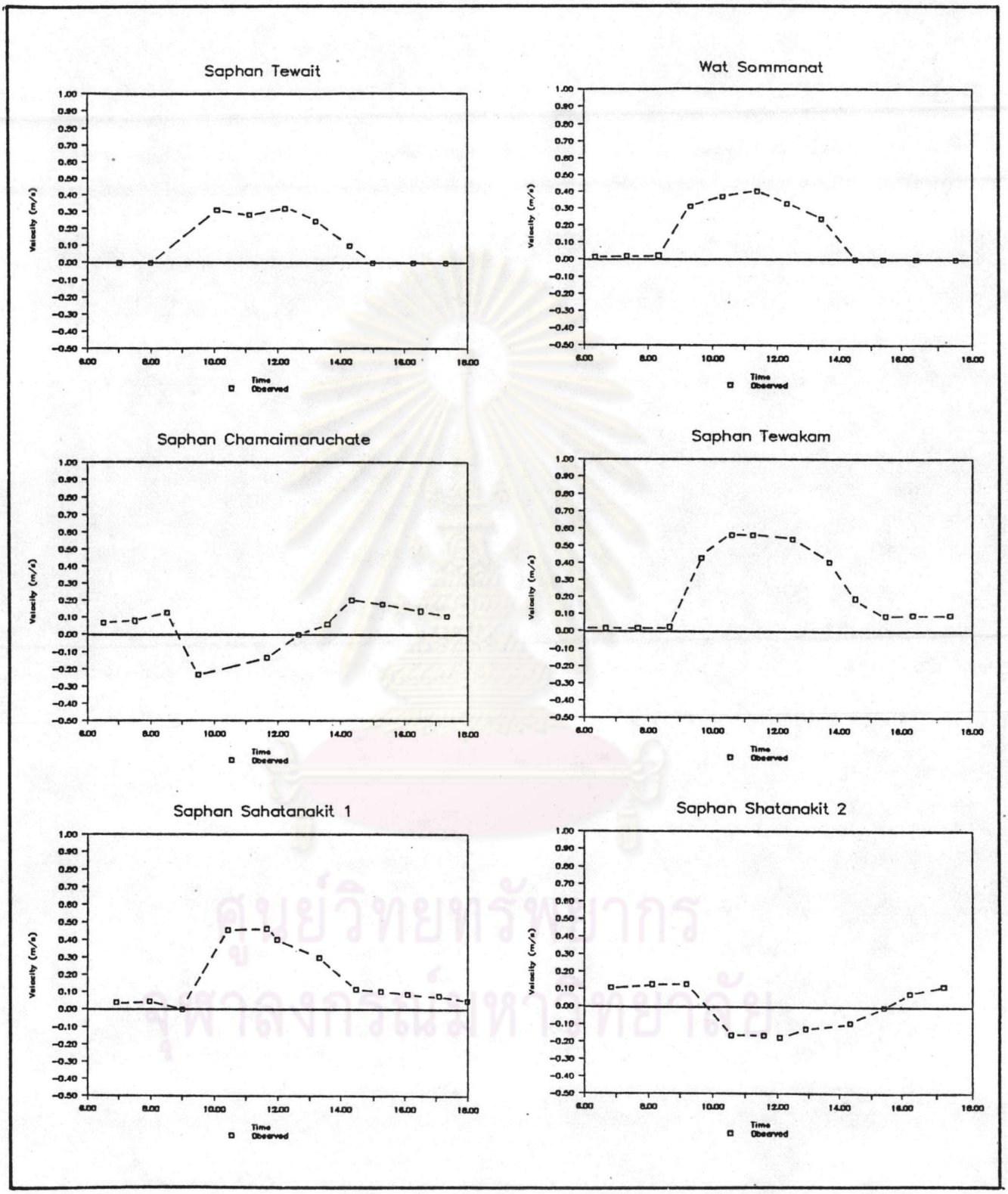
รูป ก-17 ผลการวัดระดับน้ำ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

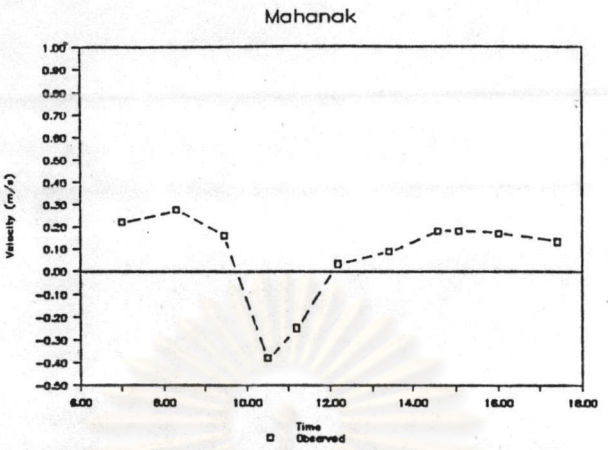


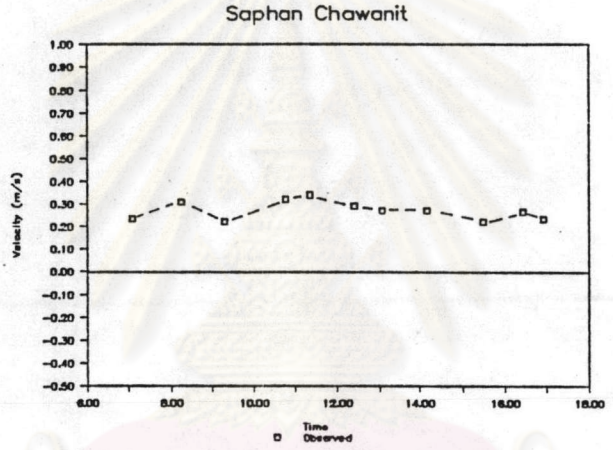
รูป ก-17 (ต่อ)

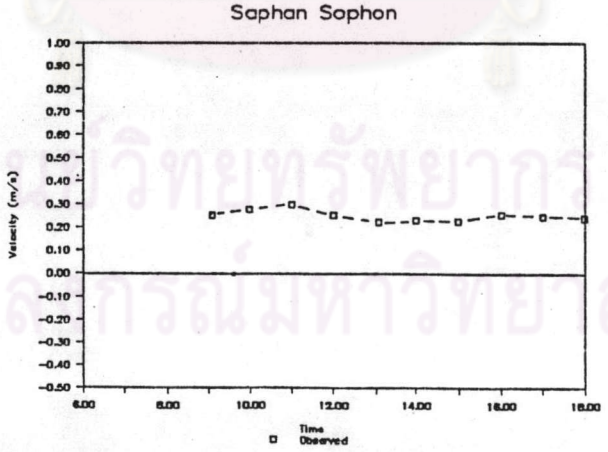
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูป ก-18 ผลการคำนวณความเร็วเฉลี่ยจากความเร็วที่ผิวน้ำ


Mahanak
Velocity (m/s)
1.00
0.90
0.80
0.70
0.60
0.50
0.40
0.30
0.20
0.10
0.00
-0.10
-0.20
-0.30
-0.40
-0.50
6.00
8.00
10.00
12.00
14.00
16.00
18.00
Time
Observed


Saphan Chawanit
Velocity (m/s)
1.00
0.90
0.80
0.70
0.60
0.50
0.40
0.30
0.20
0.10
0.00
-0.10
-0.20
-0.30
-0.40
-0.50
6.00
8.00
10.00
12.00
14.00
16.00
18.00
Time
Observed


Saphan Sophon
Velocity (m/s)
1.00
0.90
0.80
0.70
0.60
0.50
0.40
0.30
0.20
0.10
0.00
-0.10
-0.20
-0.30
-0.40
-0.50
6.00
8.00
10.00
12.00
14.00
16.00
18.00
Time
Observed

รูป ก-18 (ต่อ)

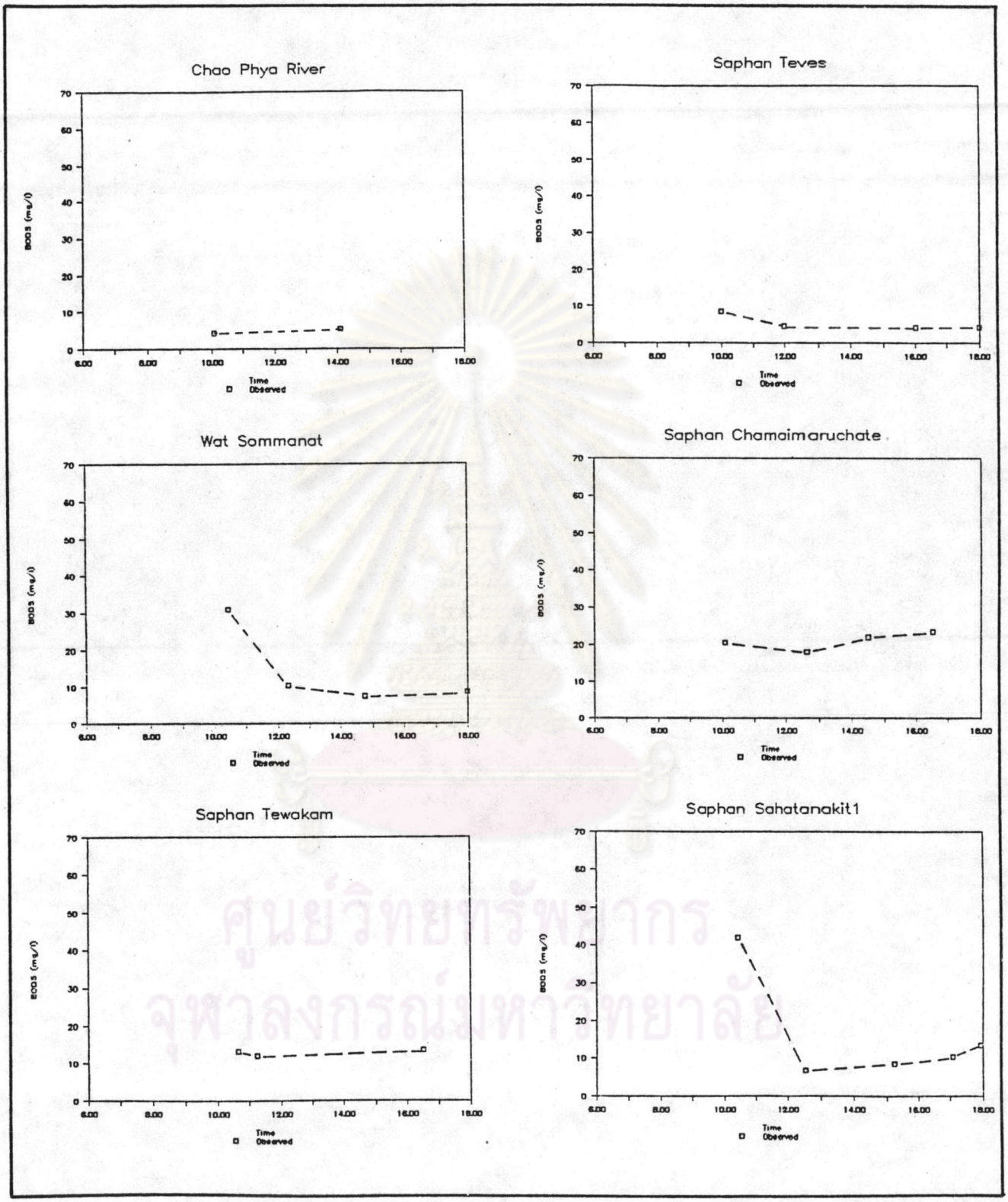
ก.4.6 <u>การวัดคุณภาพน้ำ</u>

การวัดคุณภาพน้ำประกอบด้วยการวัดในห้องปฏิบัติการ และการวัดในสนาม ดังมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ก) <u>การวัดในห้องปฏิบัติการ</u> การหาค่า BOD จำเป็นต้องทำในห้องปฏิบัติการ เพราะต้องควบคุมอุณหภูมิไว้ที่ 20°C เป็นเวลา 5 วัน โดยเก็บน้ำใส่ขวด 1 ลิตร แช่น้ำแข็ง เพื่อเตรียมเข้าห้องปฏิบัติการวิเคราะห์คุณภาพน้ำภายใน 4 ชั่วโมง ทำการเก็บในวันทดสอบการ เปิด-ปิด ประตูระบายน้ำเทเวศร์ ตั้งแต่เวลา 10:00 น ถึง 18:00 น. ทุก 2 ชั่วโมง (จุดเก็บตัวอย่างน้ำในแม่น้ำเจ้าพระยาบริเวณ ปตร. เทเวศร์เก็บเฉพาะเวลา 10:00 น. และ 14:00 น. ตัวอย่างละ 5 ลิตร) ผลการวิเคราะห์แสดงดังรูปที่ ก-19

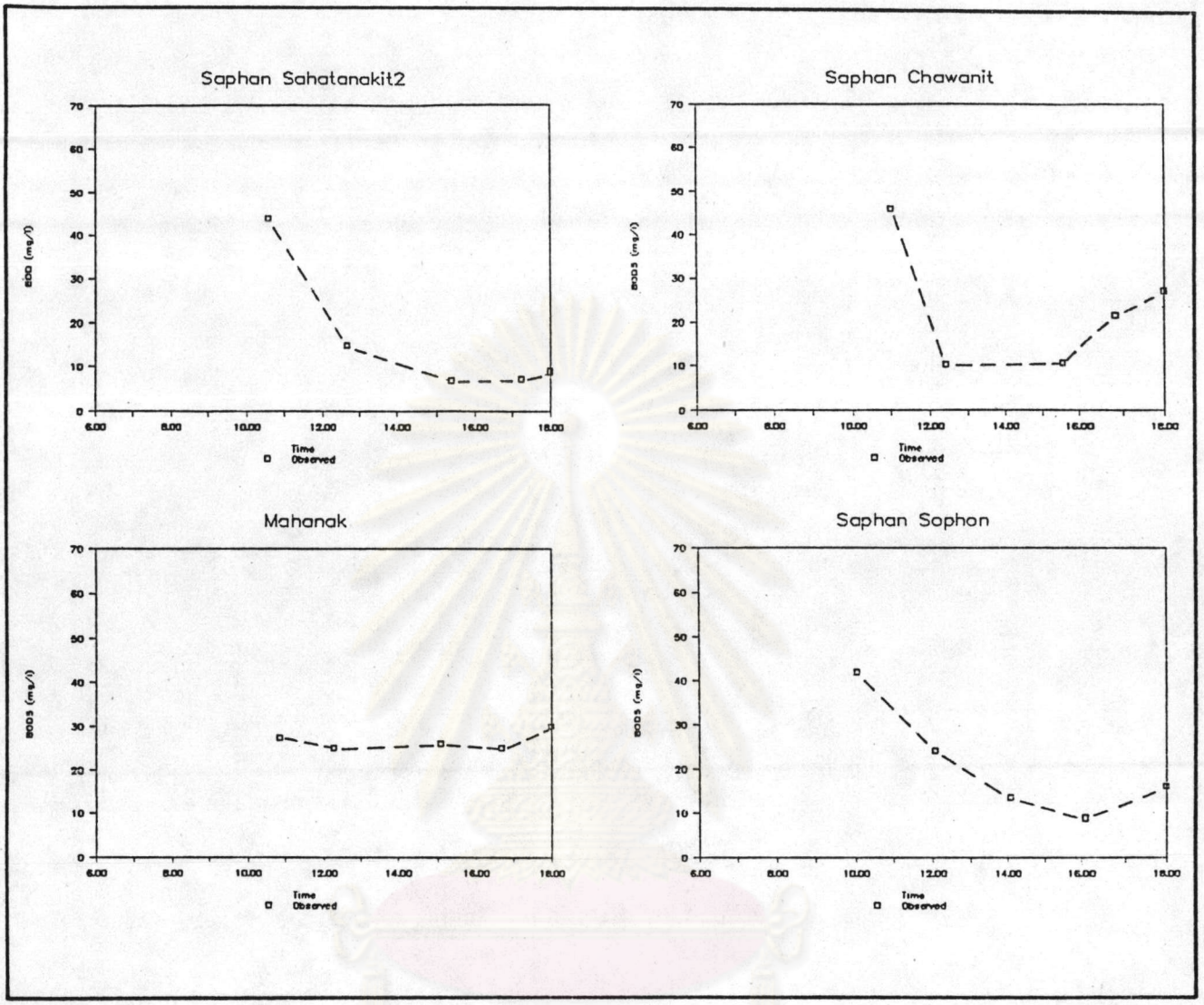
ข) <u>การวัดในสนาม</u> ประกอบด้วยการวัด DO และ อุณหภูมิ สามารถทำการวัดด้วยเครื่องวัดคุณภาพน้ำ (water checker) ทำการวัดบนเรือที่แล่นไปมาตามจุดต่างๆ ผลการวัดแสดงไว้ดังรูป ก-20

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



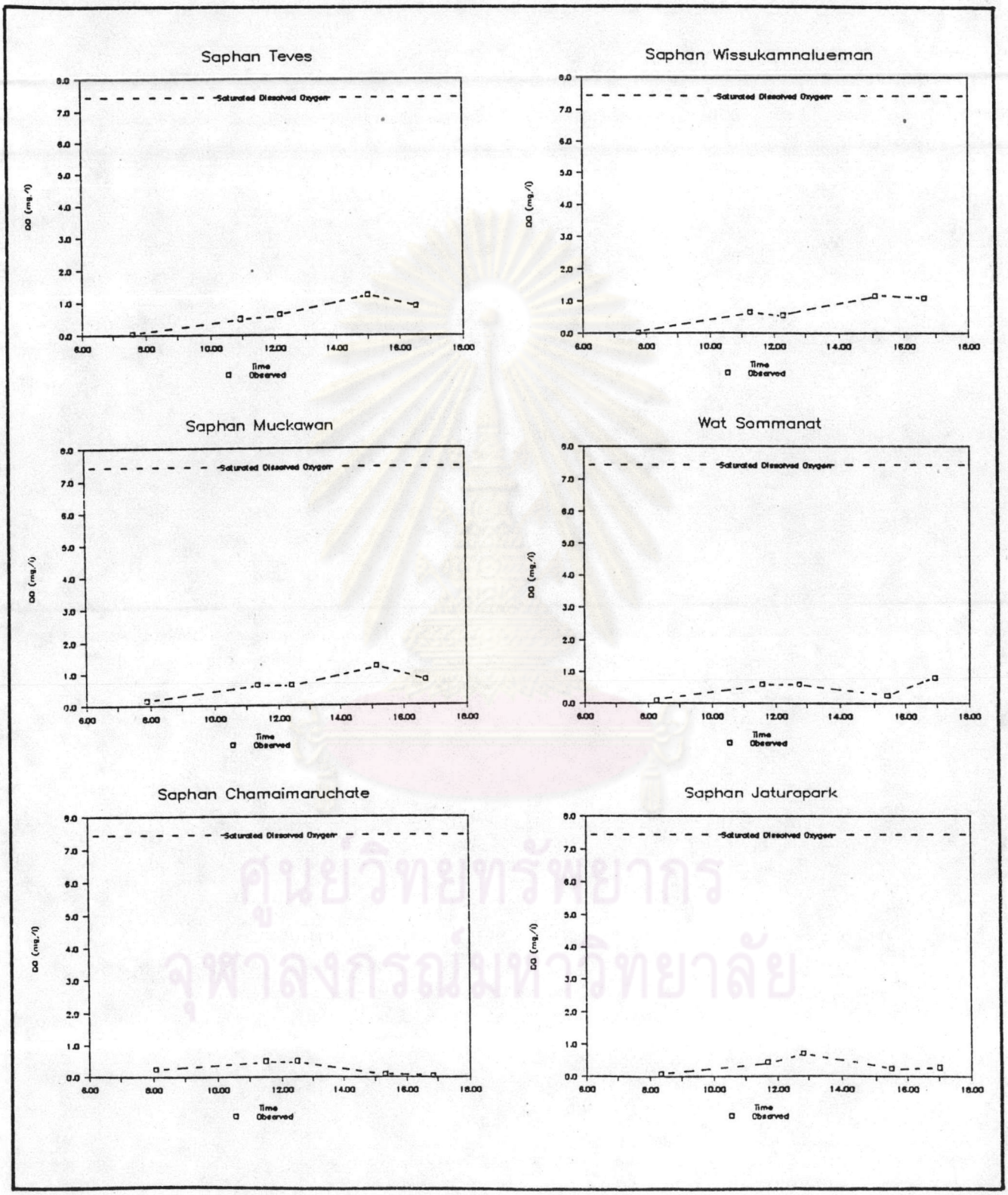
รูป ก-19 ผลการสำรวจ BOD

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



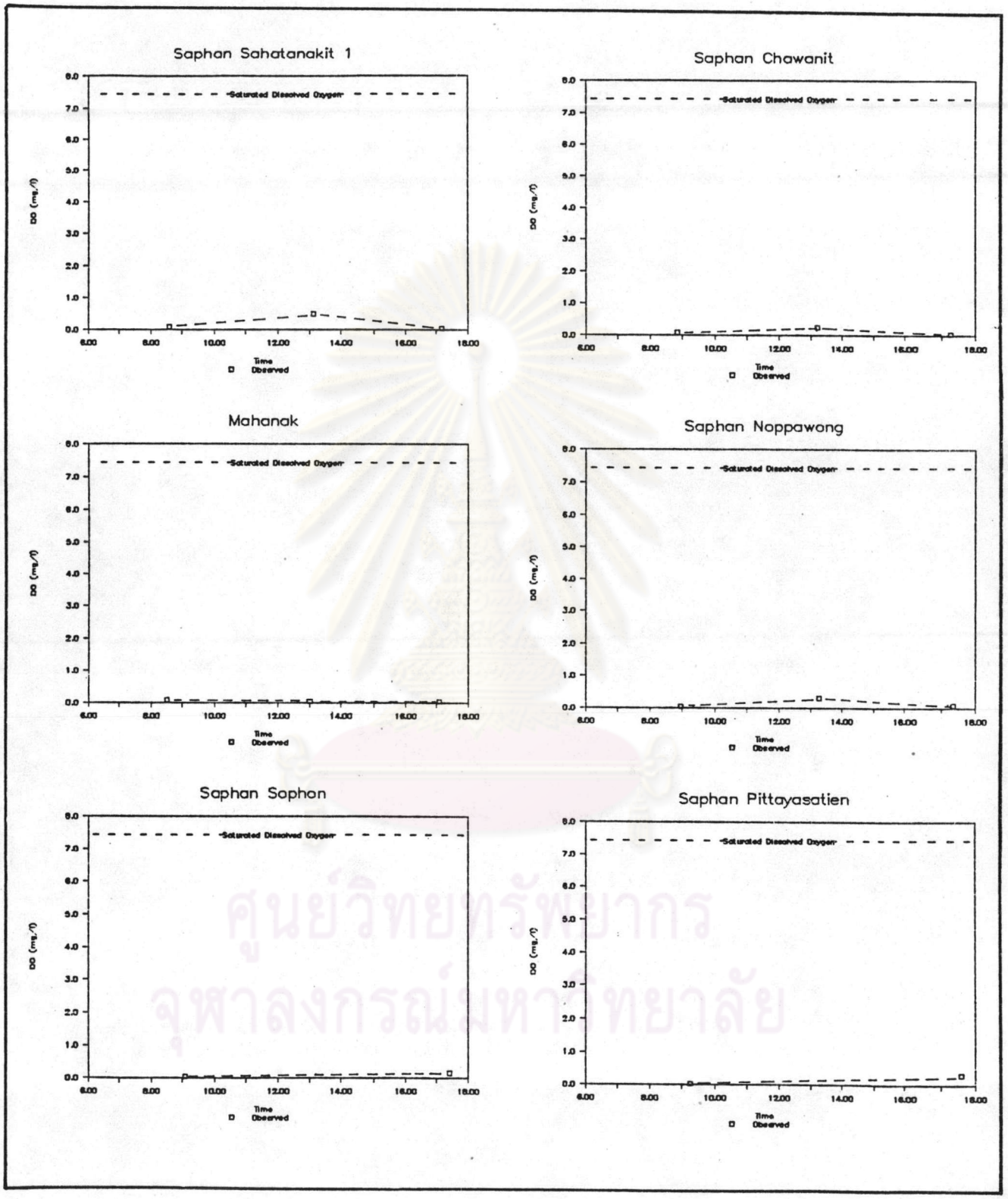
รูป ก-19 (ต่อ)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูป ก-20 ผลการสำรวจ DO

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



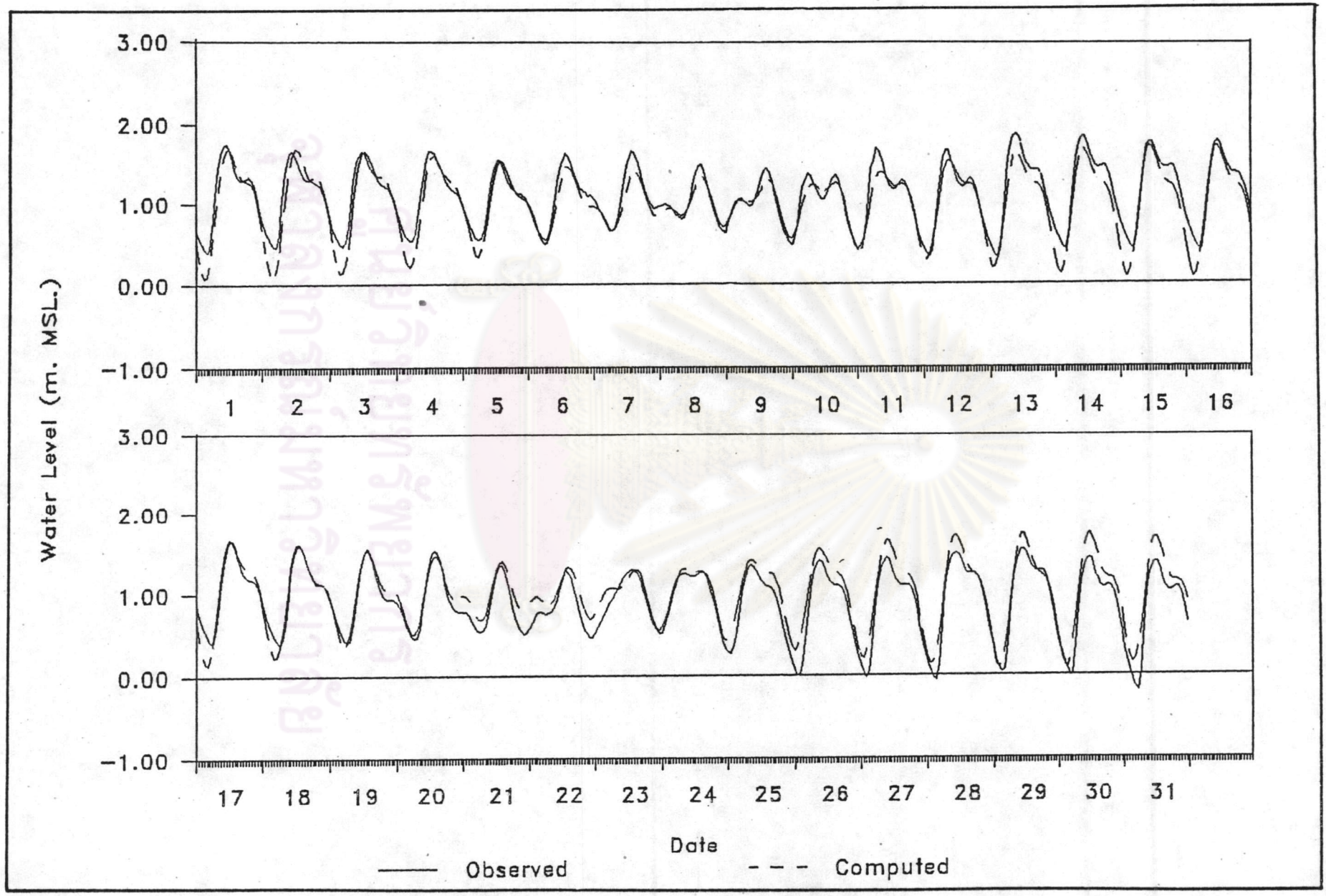
รูป ก-20 (ต่อ)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

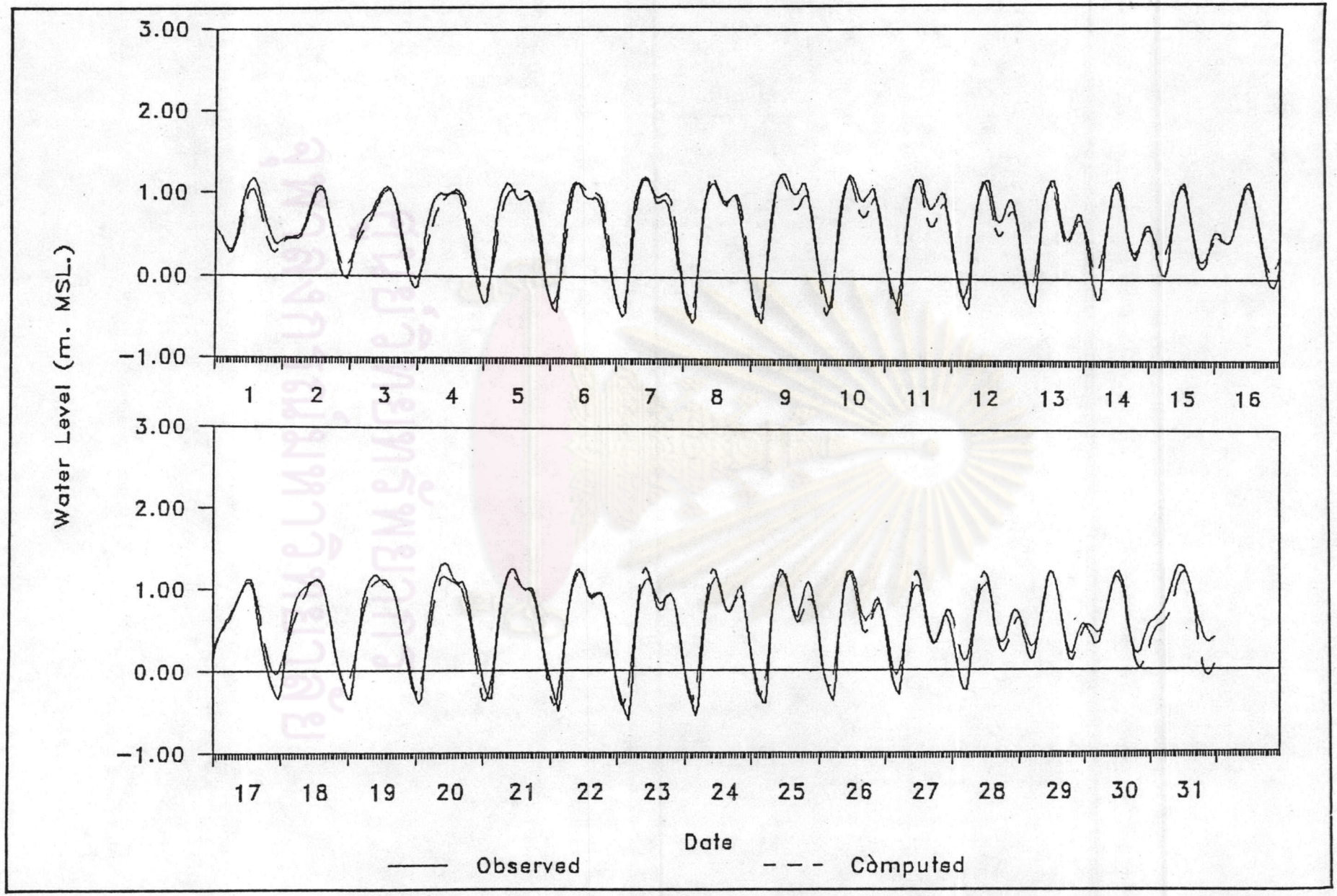
ภาคผนวก ข

ผลเปรียบเทียบระหว่างระดับน้ำวัดจริงของแม่น้ำเจ้าพระยากับผลการคำนวณวิธีฮาร์โมนิกน้ำขึ้นน้ำลง

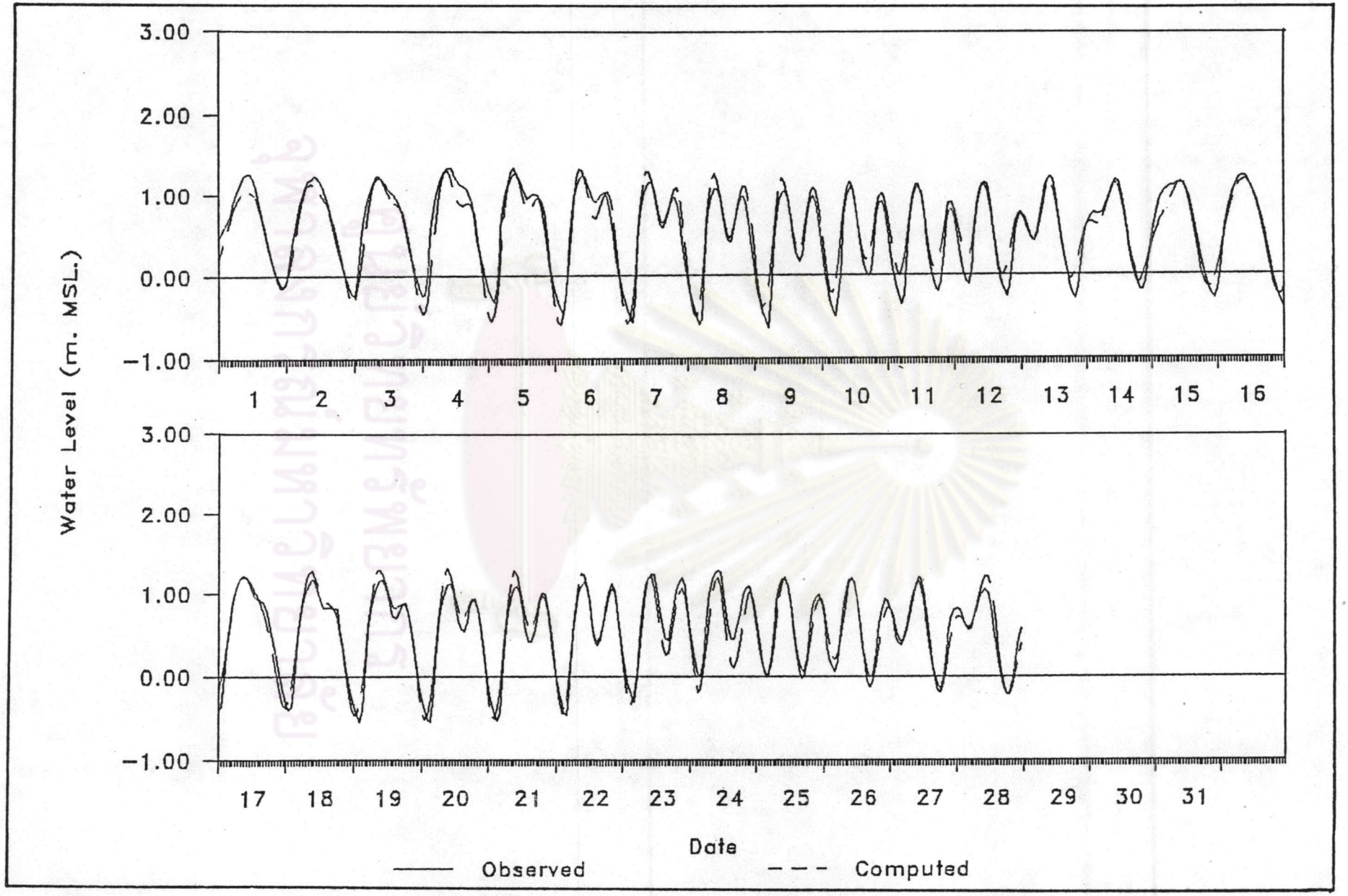
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



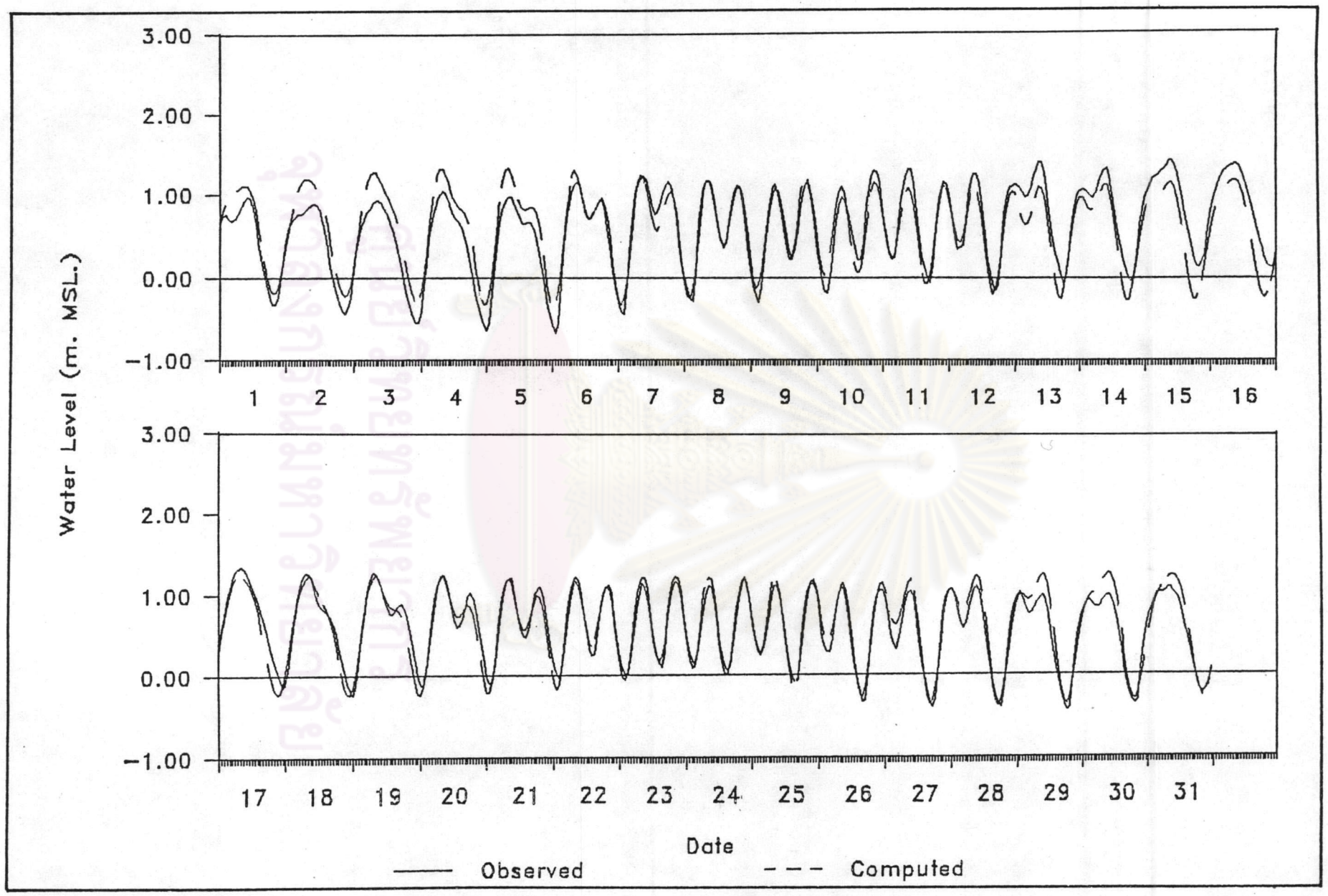
รูป ข-1 ผลการเปรียบเทียบค่าระดับน้ำจากการคำนวณกับค่าวัดจริงในเดือน ธันวาคม 2528



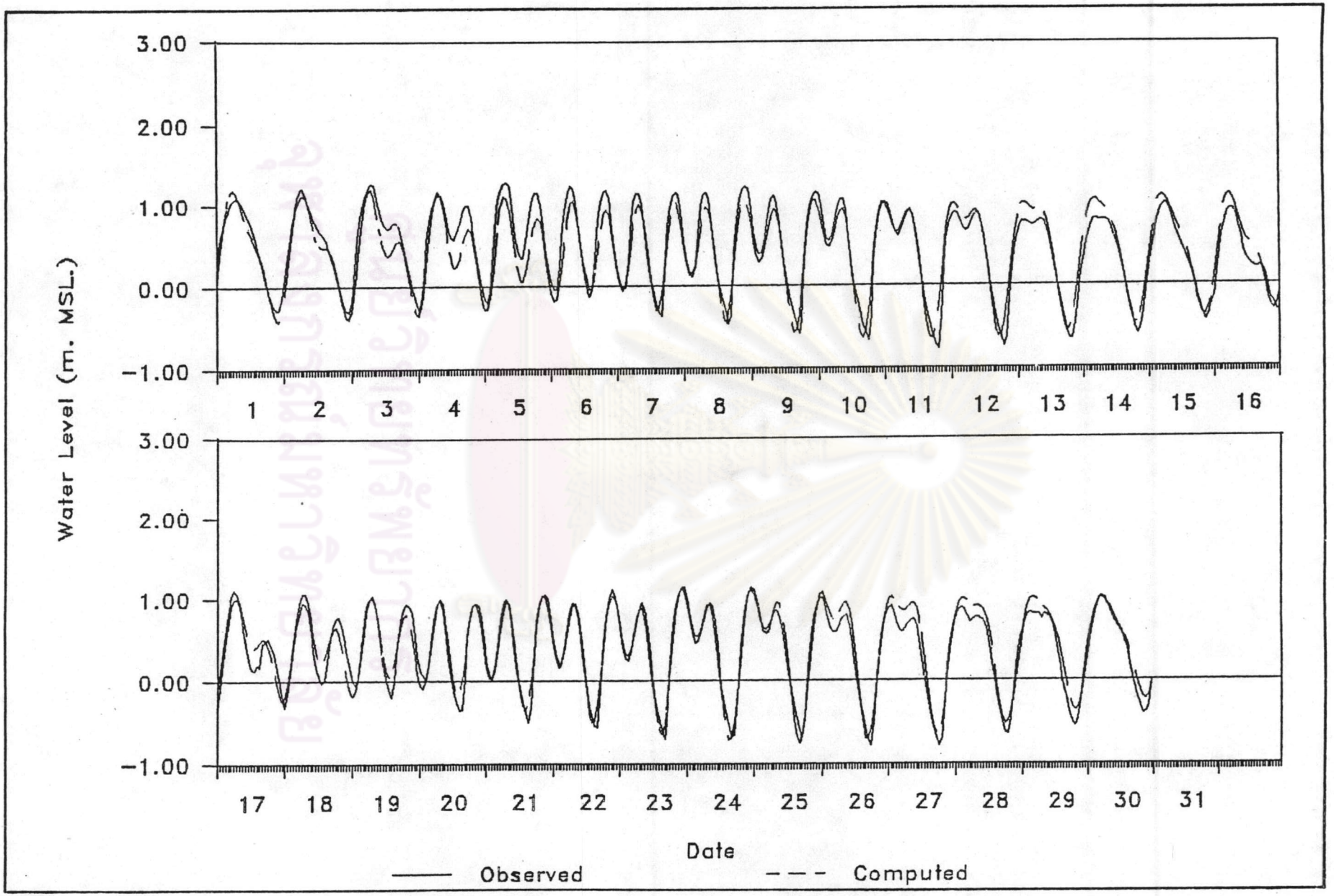
รูป ข-2 ผลการเปรียบเทียบค่าระดับน้ำจากการคำนวณกับค่าวัดจริงในเดือน มกราคม 2528



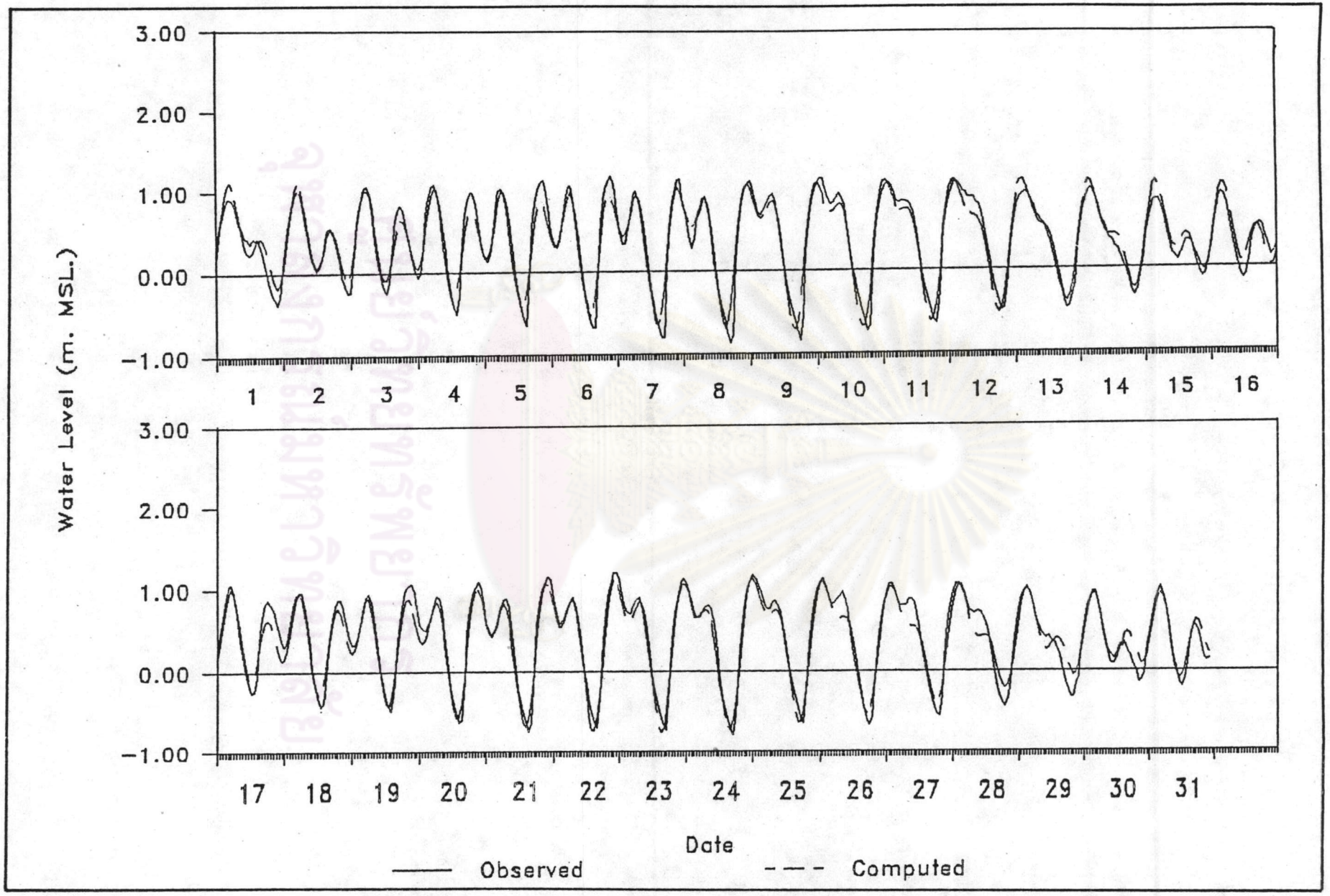
รูป ข-3 ผลการเปรียบเทียบค่าระดับน้ำจากการคำนวณกับค่าวัดจริงในเดือน กุมภาพันธ์ 2528



รูป ข-4 ผลการเปรียบเทียบค่าระดับน้ำจากการคำนวณกับค่าวัดจริงในเดือน มีนาคม 2528



รูป ข-5 ผลการเปรียบเทียบค่าระดับน้ำจากการคำนวณกับค่าวัดจริงในเดือน เมษายน 2528



รูป ข-6 ผลการเปรียบเทียบค่าระดับน้ำจากการคำนวณกับค่าวัดจริงในเดือน พฤษภาคม 2528

ภาคผนวก ค

ผลการทดสอบแบบจำลอง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตาราง ค-1 ค่าผิดพลาดของการคำนวณระดับน้ำเมื่อกำหนดค่า weighting coefficient มีค่าต่าง ๆ

Error of Water Level (%)

DLX=50 m., DLT=30 sec., L=2000 m., T=600 sec.

Time step	Weighting Coefficient					Time step	Weighting Coefficient				
	0.50	0.55	0.6667	0.75	1.0		0.50	0.55	0.6667	0.75	1.0
1	0.006	0.015	0.046	0.068	0.127	41	0.298	0.218	0.105	0.210	0.712
2	0.020	0.025	0.069	0.101	0.182	42	0.581	0.447	0.350	0.282	0.357
3	0.030	0.023	0.057	0.085	0.149	43	0.691	0.573	0.608	0.602	0.460
4	0.032	0.018	0.018	0.030	0.054	44	0.560	0.554	0.790	0.871	0.845
5	0.047	0.058	0.086	0.108	0.181	45	0.237	0.435	0.880	1.047	1.195
6	0.086	0.113	0.185	0.240	0.404	46	0.263	0.372	0.883	1.115	1.440
7	0.123	0.157	0.277	0.369	0.626	47	0.630	0.456	0.809	1.075	1.550
8	0.130	0.170	0.342	0.469	0.806	48	0.801	0.515	0.663	0.930	1.514
9	0.093	0.144	0.372	0.525	0.911	49	0.684	0.434	0.448	0.692	1.335
10	0.035	0.107	0.366	0.528	0.920	50	0.336	0.255	0.185	0.387	1.032
11	0.100	0.119	0.330	0.474	0.829	51	0.302	0.290	0.171	0.107	0.646
12	0.176	0.164	0.272	0.375	0.661	52	0.676	0.513	0.444	0.351	0.300
13	0.200	0.182	0.220	0.283	0.504	53	0.840	0.637	0.672	0.659	0.469
14	0.157	0.168	0.248	0.320	0.536	54	0.699	0.592	0.813	0.900	0.876
15	0.093	0.179	0.369	0.489	0.770	55	0.311	0.415	0.862	1.049	1.236
16	0.165	0.251	0.512	0.678	1.041	56	0.289	0.311	0.831	1.095	1.487
17	0.268	0.323	0.621	0.820	1.250	57	0.742	0.456	0.738	1.038	1.595
18	0.298	0.334	0.658	0.876	1.343	58	0.967	0.575	0.590	0.882	1.546
19	0.228	0.262	0.610	0.829	1.295	59	0.844	0.521	0.387	0.637	1.343
20	0.103	0.133	0.481	0.679	1.105	60	0.408	0.332	0.168	0.327	1.007
21	0.179	0.110	0.297	0.444	0.792	61	0.282	0.318	0.239	0.083	0.573
22	0.322	0.232	0.130	0.169	0.405	62	0.771	0.544	0.483	0.380	0.088
23	0.373	0.308	0.236	0.216	0.217	63	0.995	0.674	0.677	0.669	0.400
24	0.297	0.317	0.442	0.510	0.589	64	0.850	0.605	0.778	0.879	0.841
25	0.138	0.311	0.624	0.770	0.978	65	0.395	0.368	0.784	0.992	1.194
26	0.204	0.356	0.753	0.954	1.281	66	0.293	0.229	0.722	1.009	1.428
27	0.388	0.419	0.807	1.039	1.459	67	0.834	0.468	0.622	0.935	1.523
28	0.456	0.416	0.767	1.009	1.491	68	1.106	0.632	0.492	0.779	1.474
29	0.364	0.305	0.631	0.865	1.371	69	0.974	0.583	0.325	0.552	1.285
30	0.182	0.105	0.415	0.622	1.110	70	0.479	0.364	0.159	0.272	0.976
31	0.253	0.143	0.162	0.311	0.734	71	0.243	0.291	0.245	0.101	0.583
32	0.454	0.343	0.187	0.107	0.285	72	0.839	0.529	0.458	0.375	0.210
33	0.527	0.452	0.438	0.418	0.233	73	1.136	0.676	0.624	0.637	0.427
34	0.421	0.454	0.652	0.724	0.696	74	1.009	0.607	0.705	0.830	0.841
35	0.179	0.401	0.804	0.960	1.102	75	0.509	0.342	0.703	0.939	1.191
36	0.237	0.402	0.882	1.099	1.400	76	0.265	0.176	0.648	0.961	1.431
37	0.514	0.468	0.875	1.125	1.556	77	0.905	0.481	0.567	0.899	1.532
38	0.637	0.483	0.776	1.032	1.554	78	1.256	0.674	0.464	0.758	1.484
39	0.533	0.373	0.582	0.825	1.394	79	1.141	0.625	0.322	0.545	1.293
40	0.264	0.168	0.316	0.529	1.099	80	0.592	0.366	0.172	0.287	0.982
						AVG.	0.442	0.350	0.481	0.615	0.927

ตาราง ค-2 ค่าผิดพลาดของการคำนวณอัตราไหลเมื่อกำหนดค่า weighting coefficient มีค่าต่าง ๆ

Error of Discharge (%)

DLX=50 m., DLT=30 sec., L=2000 m., T=600 sec.

Time step	Weighting Coefficient					Time step	Weighting Coefficient				
	0.50	0.55	0.6667	0.75	1.0		0.50	0.55	0.6667	0.75	1.0
1	0.020	0.021	0.029	0.039	0.078	41	0.640	0.559	0.933	1.156	1.485
2	0.024	0.034	0.076	0.110	0.215	42	0.412	0.408	0.867	1.132	1.600
3	0.014	0.050	0.137	0.198	0.374	43	0.166	0.189	0.700	0.985	1.555
4	0.039	0.077	0.196	0.279	0.511	44	0.450	0.241	0.472	0.740	1.362
5	0.072	0.099	0.231	0.328	0.591	45	0.707	0.437	0.264	0.447	1.053
6	0.083	0.095	0.229	0.330	0.596	46	0.738	0.519	0.272	0.240	0.692
7	0.064	0.061	0.192	0.286	0.528	47	0.510	0.470	0.458	0.403	0.450
8	0.062	0.060	0.158	0.232	0.432	48	0.167	0.407	0.654	0.681	0.614
9	0.118	0.128	0.187	0.242	0.420	49	0.450	0.485	0.811	0.920	0.968
10	0.165	0.185	0.271	0.346	0.568	50	0.760	0.600	0.902	1.080	1.295
11	0.162	0.203	0.363	0.483	0.793	51	0.796	0.592	0.899	1.136	1.524
12	0.098	0.185	0.443	0.608	1.001	52	0.535	0.416	0.794	1.079	1.621
13	0.041	0.176	0.497	0.691	1.136	53	0.195	0.132	0.600	0.914	1.571
14	0.155	0.208	0.512	0.710	1.161	54	0.518	0.257	0.361	0.661	1.372
15	0.242	0.238	0.471	0.648	1.063	55	0.850	0.516	0.196	0.361	1.040
16	0.251	0.215	0.367	0.507	0.856	56	0.909	0.622	0.309	0.159	0.612
17	0.178	0.137	0.225	0.324	0.603	57	0.647	0.550	0.502	0.391	0.202
18	0.126	0.127	0.196	0.267	0.499	58	0.176	0.411	0.670	0.680	0.471
19	0.235	0.249	0.367	0.464	0.714	59	0.505	0.453	0.797	0.915	0.923
20	0.329	0.349	0.557	0.709	1.043	60	0.920	0.604	0.859	1.062	1.295
21	0.318	0.373	0.696	0.903	1.326	61	0.986	0.621	0.832	1.099	1.537
22	0.191	0.324	0.759	1.005	1.495	62	0.674	0.435	0.702	1.017	1.622
23	0.056	0.258	0.739	0.998	1.518	63	0.205	0.124	0.489	0.828	1.543
24	0.249	0.258	0.640	0.880	1.389	64	0.568	0.304	0.251	0.561	1.314
25	0.394	0.294	0.474	0.665	1.118	65	0.971	0.579	0.188	0.267	0.964
26	0.407	0.280	0.259	0.375	0.737	66	1.043	0.669	0.353	0.164	0.533
27	0.284	0.217	0.104	0.066	0.286	67	0.733	0.551	0.509	0.413	0.126
28	0.172	0.238	0.316	0.322	0.218	68	0.163	0.347	0.629	0.661	0.451
29	0.327	0.375	0.560	0.639	0.676	69	0.546	0.406	0.719	0.856	0.875
30	0.470	0.482	0.748	0.894	1.076	70	1.021	0.607	0.764	0.977	1.221
31	0.460	0.487	0.851	1.054	1.373	71	1.121	0.650	0.734	1.004	1.455
32	0.287	0.383	0.853	1.101	1.535	72	0.797	0.472	0.614	0.931	1.553
33	0.110	0.243	0.762	1.030	1.545	73	0.220	0.156	0.420	0.766	1.504
34	0.354	0.249	0.597	0.850	1.399	74	0.581	0.314	0.221	0.536	1.315
35	0.560	0.363	0.389	0.583	1.109	75	1.081	0.610	0.217	0.298	1.005
36	0.590	0.409	0.214	0.274	0.708	76	1.215	0.711	0.369	0.242	0.629
37	0.418	0.366	0.289	0.214	0.279	77	0.901	0.576	0.500	0.443	0.368
38	0.182	0.345	0.517	0.527	0.381	78	0.239	0.301	0.599	0.672	0.589
39	0.397	0.452	0.734	0.829	0.829	79	0.575	0.354	0.677	0.860	0.977
40	0.633	0.565	0.884	1.050	1.218	80	1.156	0.616	0.718	0.976	1.310
						AVG	0.440	0.352	0.499	0.635	0.968

ตาราง ค-3 ค่าผิดพลาดเชิงปริมาณที่เกิดขึ้นเมื่อเลือกค่า Δx และ Δt

DLX (m)	DLX/L	DLT (sec)	DLT/T	C‡DLT/DLX	C‡DLT/DLX ‡DLT/T	Error (%)	
						Water Level	Discharge
50	0.025	15	0.025	1.63	0.04	0.20408	0.20804
		30	0.050	3.25	0.16	0.23779	0.24956
		45	0.075	4.88	0.37	0.30622	0.31917
		60	0.100	6.51	0.65	0.40771	0.44451
		90	0.150	9.76	1.46	0.67231	0.75390
100	0.050	15	0.025	0.81	0.02	0.20703	0.21421
		30	0.050	1.63	0.08	0.24216	0.25772
		45	0.075	2.44	0.18	0.31142	0.32914
		60	0.100	3.25	0.33	0.41381	0.45745
		90	0.150	4.88	0.73	0.67914	0.77097
		120	0.200	6.51	1.30	1.04507	1.17510
200	0.100	15	0.025	0.41	0.01	0.22512	0.23889
		30	0.050	0.81	0.04	0.26358	0.28740
		45	0.075	1.22	0.09	0.33521	0.36359
		60	0.100	1.63	0.16	0.44030	0.50061
		90	0.150	2.44	0.37	0.70831	0.82181
		120	0.200	3.25	0.65	1.07654	1.23020
		150	0.250	4.07	1.02	1.54035	1.72004

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตาราง ค-4 ตัวอย่างผลการคำนวณการเคลื่อนย้ายมวลเทียบกับค่าวิเคราะห์จริง

Time sec	X/L	Exact	Computed		
			DLX=5 m DLT=5 s	DLX=10 m DLT=10 s	DLX=20 m DLT=20 s
20	0.00	1.00000	1.00000	1.00000	1.00000
	0.20	0.50000	0.52080	0.50602	0.50104
	0.40	0.00078	0.00422	0.00956	0.02282
	0.60	0.00000	0.00001	0.00011	0.00104
	0.80	0.00000	0.00000	0.00000	0.00005
	1.00	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
40	0.00	1.00000	1.00000	1.00000	1.00000
	0.20	0.98733	0.98948	0.98586	0.97736
	0.40	0.50000	0.52047	0.50898	0.50190
	0.60	0.01267	0.01834	0.02599	0.04369
	0.80	0.00000	0.00012	0.00059	0.00294
	1.00	0.00000	0.00000	0.00000	0.00018
60	0.00	1.00000	1.00000	1.00000	1.00000
	0.20	0.99987	0.99975	0.99936	0.99803
	0.40	0.96606	0.97169	0.96780	0.95672
	0.60	0.50000	0.51837	0.51031	0.50262
	0.80	0.03394	0.03857	0.04509	0.06282
	1.00	0.00013	0.00042	0.00104	0.00555
80	0.00	1.00000	1.00000	1.00000	1.00000
	0.20	1.00000	0.99999	0.99997	0.99979
	0.40	0.99922	0.99896	0.99806	0.99538
	0.60	0.94308	0.95134	0.94864	0.93786
	0.80	0.50000	0.51654	0.51033	0.50321
	1.00	0.05692	0.05129	0.05387	0.08038
100	0.00	1.00000	1.00000	1.00000	1.00000
	0.20	1.00000	1.00000	1.00000	0.99998
	0.40	0.99999	0.99996	0.99988	0.99945
	0.60	0.99766	0.99741	0.99600	0.99216
	0.80	0.92135	0.93080	0.92601	0.92059
	1.00	0.50000	0.45773	0.49162	0.50367

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตาราง ค-5 ค่าผิดพลาดของการคำนวณการเคลื่อนย้ายมวลเมื่อเลือกค่า Δx และ Δt

U = 0.01 m/s , Dx = 1 sq.m/s

DLX (m)	DLT (sec)	Courant No.	Diffusion No.	Error (%)					
				Passing Time (sec)					Average
				20	40	60	80	100	
5	1.0	0.002	0.040	0.10	0.07	0.06	0.13	0.15	0.10
	2.5	0.005	0.100	0.14	0.16	0.03	0.09	0.14	0.11
	5.0	0.010	0.200	0.21	0.30	0.15	0.08	0.13	0.17
	10.0	0.020	0.400	0.39	0.56	0.38	0.21	0.19	0.35
	20.0	0.040	0.800	0.52	0.66	0.37	0.19	0.31	0.41
10	1.0	0.001	0.010	0.45	0.84	0.76	0.60	0.50	0.63
	2.5	0.003	0.025	0.50	0.91	0.82	0.65	0.54	0.68
	5.0	0.005	0.050	0.59	1.02	0.92	0.73	0.60	0.77
	10.0	0.010	0.100	0.78	1.24	1.11	0.88	0.73	0.95
	20.0	0.020	0.200	0.84	1.24	1.04	0.76	0.60	0.90
20	1.0	0.001	0.003	1.73	2.80	2.83	2.57	2.30	2.45
	2.5	0.001	0.006	1.80	2.85	2.88	2.61	2.33	2.49
	5.0	0.003	0.013	1.90	2.94	2.95	2.67	2.38	2.57
	10.0	0.005	0.025	2.11	3.11	3.09	2.79	2.49	2.72
	20.0	0.010	0.050	1.98	2.95	2.92	2.61	2.32	2.55

U = 0.1 m/s , Dx = 1 sq.m./s

DLX (m)	DLT (sec)	Courant No.	Diffusion No.	Error (%)					
				Passing Time (sec)					Average
				20	40	60	80	100	
5	1.0	0.020	0.040	0.33	0.76	0.90	0.96	1.05	0.80
	2.5	0.050	0.100	0.36	0.80	0.89	0.94	1.02	0.80
	5.0	0.100	0.200	0.42	0.85	0.89	0.91	0.99	0.81
	10.0	0.200	0.400	0.57	0.94	0.86	0.84	0.91	0.83
	20.0	0.400	0.800	0.55	0.37	0.34	0.65	0.73	0.53
10	1.0	0.010	0.010	1.31	2.75	2.95	2.88	2.91	2.56
	2.5	0.025	0.025	1.34	2.78	2.98	2.89	2.91	2.58
	5.0	0.050	0.050	1.39	2.83	3.01	2.91	2.91	2.61
	10.0	0.100	0.100	1.50	2.93	3.07	2.94	2.92	2.67
	20.0	0.200	0.200	1.14	2.06	2.10	2.02	2.08	1.88
20	1.0	0.005	0.003	4.12	6.58	6.75	6.52	6.46	6.09
	2.5	0.013	0.006	4.19	6.64	6.80	6.56	6.48	6.13
	5.0	0.025	0.013	4.30	6.73	6.87	6.62	6.53	6.21
	10.0	0.050	0.025	4.52	6.92	7.02	6.73	6.61	6.36
	20.0	0.100	0.050	3.56	6.11	6.31	6.07	5.98	5.60

U = 1.0 m/s , Dx = 1 sq.m/s

DLX (m)	DLT (sec)	Courant No.	Diffusion No.	Error (%)					
				Passing Time (sec)					Average
				20	40	60	80	100	
5	1.0	0.200	0.040	4.70	5.23	6.64	7.98	6.43	6.91
	2.5	0.500	0.100	4.70	4.06	4.91	5.72	5.18	4.92
	5.0	1.000	0.200	0.86	0.87	0.81	0.79	1.77	1.02
	10.0	2.000	0.400	13.77	31.86	29.04	31.41	63.07	33.83
	20.0	4.000	0.800	18.41	23.58	75.96	49.25	284.77	90.39
10	1.0	0.100	0.010	3.96	8.16	11.00	13.75	9.18	9.21
	2.5	0.250	0.025	3.30	7.18	9.67	12.38	8.23	8.15
	5.0	0.500	0.050	2.08	5.23	7.20	9.52	6.38	6.08
	10.0	1.000	0.100	0.43	0.66	0.63	0.50	0.40	0.52
	20.0	2.000	0.200	15.20	23.35	19.71	67.98	83.13	41.87
20	1.0	0.050	0.003	7.88	13.19	15.53	15.10	10.92	12.53
	2.5	0.125	0.006	7.80	12.83	15.11	14.72	10.37	12.17
	5.0	0.250	0.013	7.72	12.19	14.34	14.05	9.41	11.54
	10.0	0.500	0.025	7.82	10.83	12.52	12.50	7.34	10.20
	20.0	1.000	0.050	0.90	1.34	1.27	1.00	0.27	0.96

ตาราง ค-5 (ต่อ)

U = 0.1 m/s , Dx = 10 sq.m/s

DLX (m)	DLT (sec)	Courant No.	Diffusion No.	Error (%) Passing Time (sec) 20	40	60	80	100	Average
5	1.0	0.020	0.400	3.26	1.71	1.16	0.87	0.68	1.54
	2.5	0.050	1.000	3.04	1.68	1.16	0.88	0.69	1.49
	5.0	0.100	2.000	2.74	1.65	1.17	0.90	0.73	1.44
	10.0	0.200	4.000	2.36	1.69	1.26	1.01	0.83	1.43
	20.0	0.400	8.000	4.07	3.49	2.74	2.28	1.97	2.91
10	1.0	0.010	0.100	2.83	1.37	0.81	0.52	0.33	1.17
	2.5	0.025	0.250	2.60	1.34	0.82	0.54	0.37	1.13
	5.0	0.050	0.500	2.30	1.32	0.86	0.60	0.43	1.10
	10.0	0.100	1.000	1.96	1.40	1.00	0.75	0.58	1.14
	20.0	0.200	2.000	3.63	3.04	2.33	1.88	1.56	2.49
20	1.0	0.005	0.025	1.73	0.99	0.75	0.75	0.80	1.00
	2.5	0.013	0.063	1.59	1.04	0.83	0.81	0.84	1.02
	5.0	0.025	0.125	1.46	1.14	0.96	0.91	0.91	1.08
	10.0	0.050	0.250	1.55	1.40	1.21	1.11	1.04	1.26
	20.0	0.100	0.500	2.56	2.25	1.76	1.40	1.13	1.82

U = 0.1 m/s , Dx = 100 sq.m/s

DLX (m)	DLT (sec)	Courant No.	Diffusion No.	Error (%) Passing Time (sec) 20	40	60	80	100	Average
5	1.0	0.200	4.000	5.86	3.54	4.70	6.92	9.27	6.06
	2.5	0.500	10.000	5.52	3.66	4.86	7.03	9.34	6.08
	5.0	1.000	20.000	5.09	3.86	5.13	7.23	9.46	6.16
	10.0	2.000	40.000	4.63	4.26	5.64	7.62	9.72	6.37
	20.0	4.000	80.000	8.53	7.05	7.59	8.91	10.53	8.52
10	1.0	0.100	1.000	5.76	2.65	1.80	1.87	2.47	2.91
	2.5	0.250	2.500	5.41	2.66	1.89	1.98	2.57	2.90
	5.0	0.500	5.000	4.94	2.69	2.04	2.15	2.74	2.91
	10.0	1.000	10.000	4.38	2.81	2.34	2.50	3.06	3.02
	20.0	2.000	20.000	8.15	5.51	4.40	4.09	4.29	5.29
20	1.0	0.050	0.250	5.60	2.58	1.76	1.85	2.46	2.85
	2.5	0.125	0.625	5.24	2.58	1.84	1.95	2.56	2.84
	5.0	0.250	1.250	4.77	2.61	1.98	2.12	2.72	2.84
	10.0	0.500	2.500	4.19	2.70	2.28	2.46	3.04	2.94
	20.0	1.000	5.000	7.83	5.34	4.30	4.02	4.24	5.15

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ประวัติผู้ศึกษา

ชื่อ นายพิชัย พิธานพิทยารัตน์

เกิด 27 มกราคม 2503, กรุงเทพมหานคร

การศึกษา พ.ศ. 2525 สำเร็จการศึกษา ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) สาขาวิชาช่างก่อสร้าง ภาควิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า พระนครเหนือ

พ.ศ. 2527 สำเร็จการศึกษา วิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต (วศ.บ.) ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

พ.ศ. 2527 เข้าศึกษาหลักสูตรวิศวกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต (วศ.ม.) สาขาวิชาวิศวกรรมแหล่งน้ำ ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ประสบการณ์การทำงาน

พ.ศ. 2528 - พ.ศ. 2529 ผู้ช่วยนักวิจัย สถาบันวิจัยสภาวะแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พ.ศ. 2529 - พ.ศ. 2530 วิศวกร บริษัท ยีโอเทคแอนด์เอ็นจิเนียริ่งเซอร์วิส

ปัจจุบัน วิศวกร บริษัท แอ็กกี้คอนซัลแตนท์ จำกัด

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย