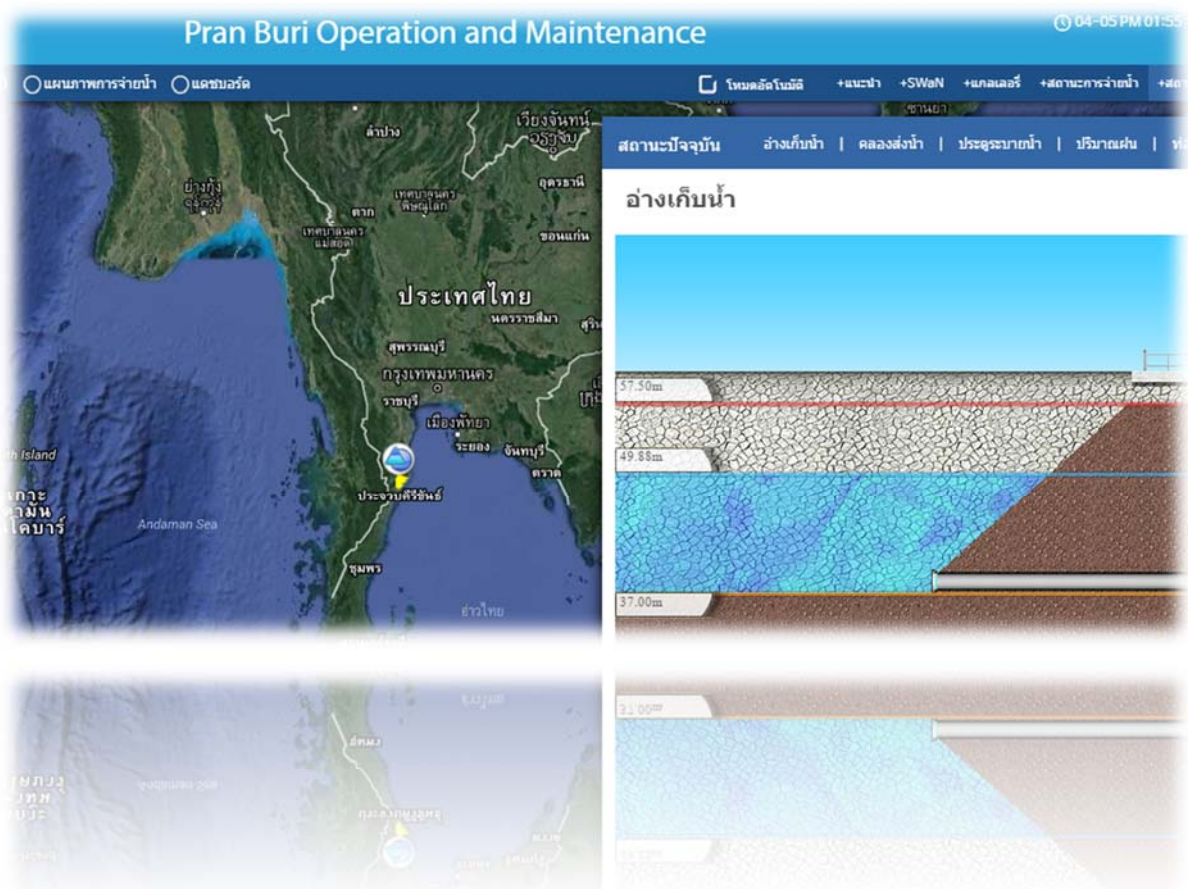


*The Study of Field Data and Calibration
of RIDMIS
(RID Irrigation Management Information System)
of Pranburi Operation and Maintenance Project:
Phase 2*



August, 2017



*Irrigation Engineering Department
Faculty of Engineering (KamphaengSaen Campus)
Kasetsart University*

Table of Content

	Page
1. Introduction	1
2. Administrative characteristic of Pranburi O&M project	2
3. Schematic diagram based on KRC's monitoring station	2
4. Pranburi reservoir characteristics	5
5. Irrigation characteristics	8
6. Crop patterns	25
7. Meteorological data	36
8. Soil series	42
9. List of Pranburi O&M project database	51

References

Appendix-A Water allocation scheduling and monitoring program of Pranburi O&M Project

Appendix-B Canal structure calibration report for RID Office 14

Appendix-C Canal rating curves

Appendix-D List of database files

List of Figures

	Page
Figure 2-1 Administrative characteristics in Pranburi O&M project	3
Figure 3-1 A schematic diagram	4
Figure 4-1 Pranburi reservoir-storage- area curve	6
Figure 4-2 Rule curves and water allocation criteria for Pranburi reservoir	7
Figure 5-1 Water master sections and zones in Pranburi O&M project	10
Figure 5-2 Main canal water delivery schedule	15
Figure 5-3 Water control structures for rotational water delivery	16
Figure 5-4 Canal system in each zone	18
Figure 5-5 Weekly Planned Versus Weekly Actual Cumulative Delivery Volume for Year 2015	20
Figure 6-1 Growth stage of transplanting rice	28
Figure 6-2 Growth stage of direct seedling rice	28
Figure 6-3 Growth stage of peanut	29
Figure 6-4 Growth stage of tomato	29
Figure 6-5 Growth stage of Chinese kale	30
Figure 6-6 Growth stage of sugarcane	30
Figure 6-7 Growth stage of banana	31
Figure 6-8 Growth stage of taro	31
Figure 6-9 Growth stage of asparagus	32
Figure 7-1 Thiessen polygon based on TMD meteorological stations	39
Figure 7-2 Thiessen polygon based on TMD meteorological stations and RIO14 raingauges	40

List of Figures (Con't)

	Page
Figure 7-3 Thiessen polygon based on TMD meteorological stations, RIO14 raingauges and KRC raingauges	41
Figure 8-1 Soil series map in Pranburi O&M project	43

List of Tables

	Page
Table 4-1 Pranburi reservoirs storage-area-elevation curves	5
Table 5-1 Area of water master sections and zones in Pranburi O&M project	8
Table 5-2 Monthly planned versus actual water delivery for year 2016-2017	11
Table 5-3 Crop water requirements for Prachuap Khiri Khan province, Central and Western region of Thailand	12
Table 5-4 Crop water requirements in m ³ /rai/day	13
Table 5-5 Expected reservoir inflow (mcm.)	13
Table 5-6 Water allocation criteria	14
Table 5-7 Canals/pipelines and control structure under each water master section	17
Table 5-8 Weekly Planned Versus Weekly Actual Cumulative Water Delivery Volume in 2015	19
Table 5-9 Characteristics of main canal	21
Table 5-10 Canal properties at the KRC monitoring stations	22
Table 5-11 Properties of regulators	23
Table 5-12 Calibration curves of regulators	24
Table 6-1 Weekly crop coefficients	25
Table 6-2 Monthly crop coefficients	26
Table 6-3 Weight decade Kc for Pranburi O&M project	27
Table 6-4 Cropping pattern of Pranburi O&M project	33
Table 6-5 Maximum height and maximum rooting depth	35

List of Tables (Con't)

	Page
Table 7-1 Climate stations around Pranburi O&M project	36
Table 7-2 Meteorological data used in a model	36
Table 7-3 Coordinates of rainfall stations of Pranburi O&M project	37
Table 7-4 Meteorological and rainfall station weights based on Theissen polygon method	38
Table 8-1 Soil series names and symbols	44
Table 8-2 Texture, field capacity and permanent wilting point of soil series	45
Table 8-3 Infiltration rate and bulk density	48

**The Study of Field Data and Calibration of RIDMIS
(RID Irrigation Management Information System)
of Pranburi Operation and Maintenance Project: Phase 2**

1. Introduction

Since A.C. 1902, the irrigation in Thailand has been progressively developed. The inundation projects were initiated during the early period by constructing the canals linking the major rivers to bring water during flood season to the central plain. Later on, the diversion weirs and dams were constructed in the major rivers to increase the water diversion capacity to the irrigation canal systems in Northern and central plains. During this period, the irrigated agriculture was rapidly expanded. Around year 1957, the large scale multi-purpose reservoirs such as Bhumipol and Sirikit storage dams were constructed to store large volume of water for crop cultivation, flood control and etc. At present, many water resources and irrigation development including large, medium and small scale projects have been developed country in the 25 river basins throughout the country. Those projects can deliver irrigation water for cultivation to an area of more than 27 million rai.

Royal Irrigation Department is the main and only agency responsible for irrigation development and management of the country in the area of more than 27 million rai. RID also works with other agencies in order to relief and solve the water problems including drought, flood and water quality on both in the command and non-command areas.

Irrigation system management in Thailand is an important role to drive an agricultural sector which is a main area for an economic growth in Thailand. There are three official seasons in Thailand, summer (February - May), rainy (May-October) and winter (October-February). However, a planting season in Thailand can be divided into two periods, wet and dry seasons which are in between May and October, and November and March, respectively.

Pranburi Operation and Maintenance Project (Pranburi O&M project) being under supervision of Regional Irrigation Office 14 (RIO 14) is responsible for irrigation management in four districts in Prachuapkirikhan province. To achieve higher efficiency in irrigation system mainly for agricultural section, Korea Rural Community Corp (KRC) has been hired to install telemetry systems along the main and second canals, 21 stations in total. In addition, KRC has

also prepared a model for estimating optimal agricultural water supply in order to improve water delivery system in the project area. To succeed setting up the model, various data need to be prepared. Therefore, Irrigation Engineering Department, Kasetsart University (Kamphaengsaen campus) has become a part of the team to collect all required data and provide advices to KRC team. Most data were prepared by government agencies such as Royal Irrigation Department, Land Development Department, Meteorological Department and Pranburi O&M project itself. In addition, some data need to be carefully searched from various sources to clarify in details. All information and data including original sources of the data are presented below.

2. Administrative characteristic of Pranburi O&M project

Pranburi O&M project is located in Prachuapkhirikhan province, southern part of Thailand. The project area covers four districts of Prachuapkhirikhan; Amphoe Hua Hin, Amphoe KuiBuri, Amphoe Muang PrachuapKhirikhan and Amphoe Sam RoiYot. There are five sub-districts and 62 villages in the project area. **Figure 2-1** shows administrative characteristics of the project.

3. Schematic diagram based on KRC's monitoring station

The project area is divided into 38 blocks based on 21 KRC monitoring stations (TPR 10-TPR15, MC1-MC5, MC3N, SC1-SC5, SC7-SC10). The blocks are named by the name of KRC station. In case that the KRC station has more than one water measuring sensor, for example MC1 has 3 water level sensors, 3 blocks were constructed using names MC1, MC1-1 and MC1-2 as shown in the schematic diagram below. MC1 is located on the main canal at km. 11+960. MC1-1 and MC1-2 are located at 12L-1L km.0+000 and 12L-1R km 0+000 respectively. The block area is given in the schematic diagram. It is noted that this area is the total command area of of all canals downstream of the block, i.e. MC1 command area is 34,900 hectares. **Figure 3-1** shows a schematic diagram.

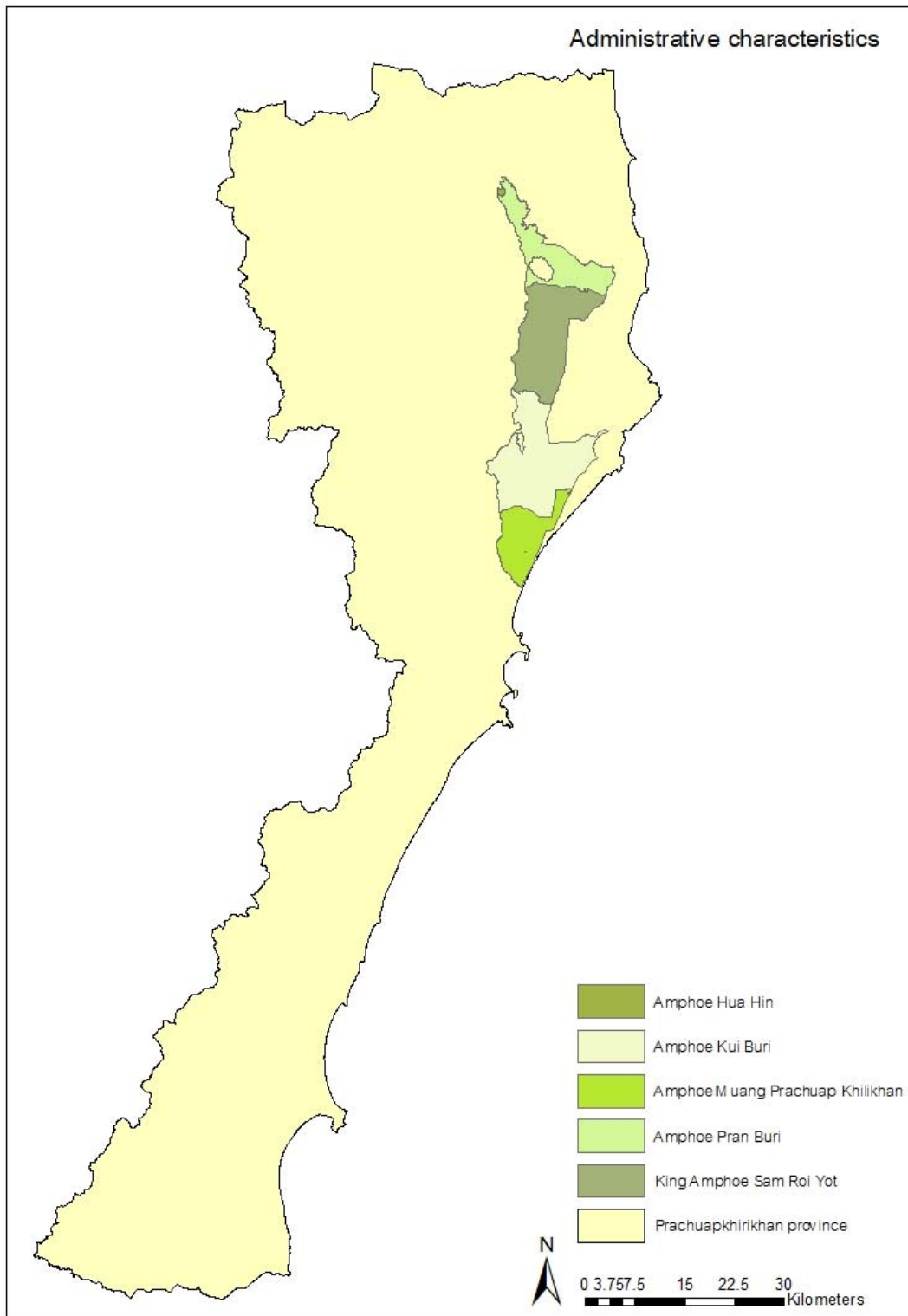


Figure 2-1 Administrative characteristics in Pranburi O&M project

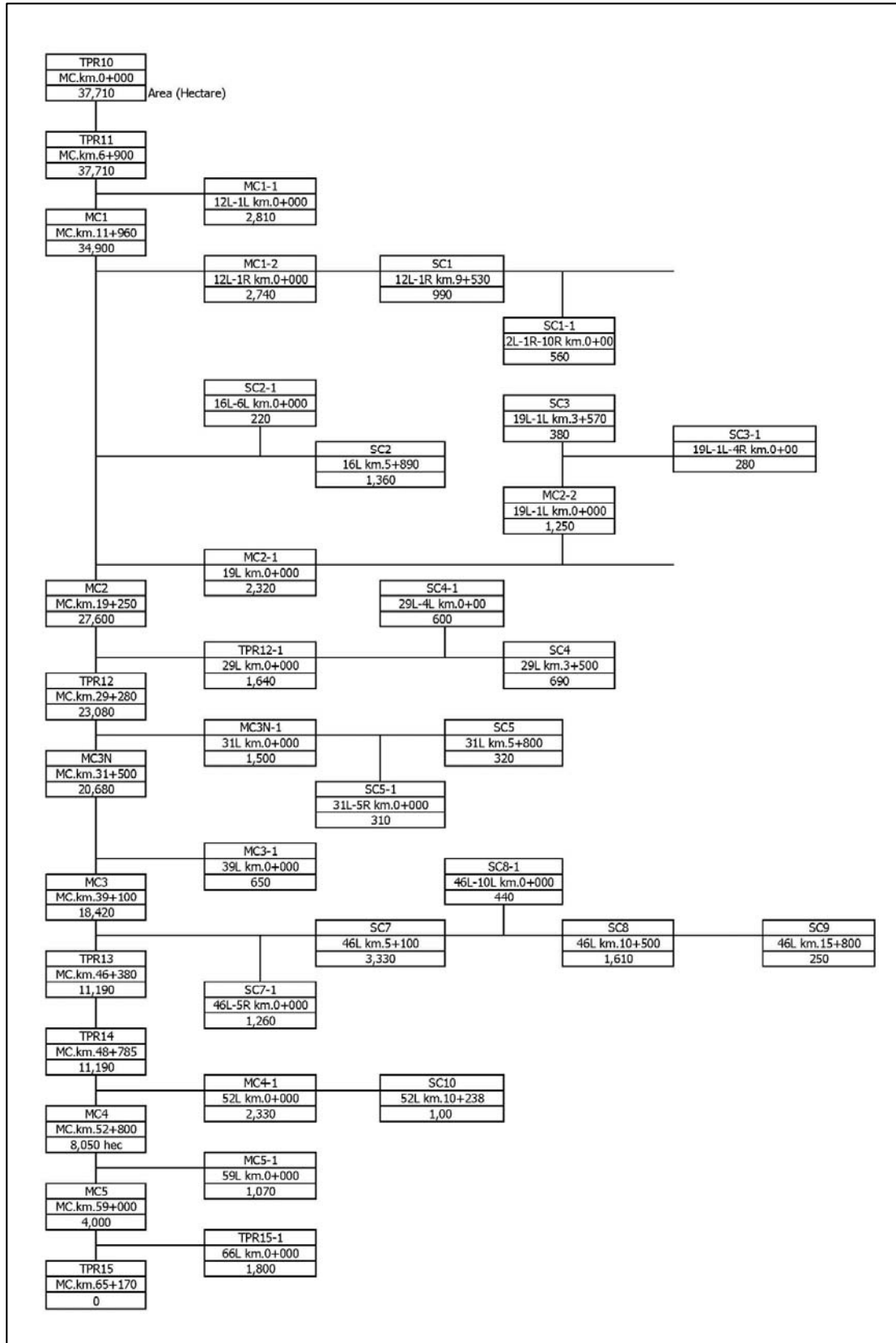


Figure 3-1 A schematic diagram

4. Pranburi reservoir characteristics

The new storage-area-elevation curve of Pranburi reservoir is shown in **Table 4-1** and **Figure 4-1** which will be replaced the old curve in the draft report. According to the new information obtained during the meeting at RID regional office 14, the normal pool is 391 mcm., the minimum pool is 17.59 mcm. And the maximum pool is 490 mcm.

Table 4-1 Pranburi reservoir storage-area-elevation curves

Old data from ECI(1968)*			New Data from Office of Water Management and Hydrology(1996) and PAL Consultant & A.B.E.N Eng.Consultant(2006)		
Elevation(m.-MSL)	Old surface area(km. ²)	Old storage(mcm.)	Elevation(m.-MSL)	New surface Area(km. ²)	New storage(mcm.)
20	0.0000	0.0000	24	0.0000	0.0000
25	1.3231	3.2720	25	0.0054	0.0027
26	1.5772	4.8492	26	0.0215	0.0151
27	1.8684	8.9719	27	0.0741	0.0639
28	2.1984	12.4599	28	0.1307	0.1663
29	2.5690	16.0716	29	0.3004	0.3818
30	2.9826	20.0000	30	0.6104	0.8372
31	3.5268	23.9585	31	0.9075	1.5961
32	4.1779	27.8019	32	1.2828	2.6913
33	5.0000	31.7560	33	1.7557	4.2105
34	5.9336	36.1042	34	2.5923	6.3845
35	6.9510	40.0000	35	3.5378	9.4496
36	8.0911	46.8613	36	3.5513	12.9941
37	9.3900	55.1066	37	5.6343	17.5869
38	10.8159	64.8883	38	6.7173	23.7627
39	12.3343	76.4183	39	7.8580	31.0504
40	13.7648	90.0000	40	8.8974	39.4281
41	15.0314	105.0254	41	10.0474	48.9005
42	16.3375	120.0000	42	11.2013	59.5248
43	17.5713	136.4944	43	12.2574	71.5242
44	18.7839	152.9807	44	13.5156	84.1407
45	20.0000	170.0000	45	14.7352	98.2646
46	21.2171	190.0000	46	15.8831	113.5722
47	22.4232	213.5369	47	17.1035	130.0655
48	23.6185	237.3430	48	18.3983	147.8164
49	25.0369	262.7493	49	19.7948	166.9129
50	26.6167	290.0000	50	21.2604	187.4405
51	28.3339	316.9090	51	22.7007	209.4211
52	30.1950	345.5490	52	24.2920	232.9174
53	32.1648	378.9197	53	25.8244	257.9756

Old data from ECI(1968)*			New Data from Office of Water Management and Hydrology(1996) and PAL Consultant & A.B.E.N Eng.Consultant(2006)		
Elevation(m.-MSL)	Old surface area(km. ²)	Old storage(mcm.)	Elevation(m.-MSL)	New surface Area(km. ²)	New storage(mcm.)
54	34.2582	409.9688	54	27.4008	284.5882
55	36.4974	445.4277	55	29.0027	312.7999
56	38.4467	480.6300	56	32.8347	343.7086
57	40.4658	519.4585	57	34.6886	377.4702
58	42.5000	562.3741	58	36.6804	413.1547
59	44.6952	606.1036	59	38.5904	450.7901
60	47.0000	650.0000	60	40.3979	490.2542

Normal pool = 391 mcm. Minimum pool = 17.59 mcm. Maximum pool =490 mcm.
ECE= Engineering Consultant Inc.

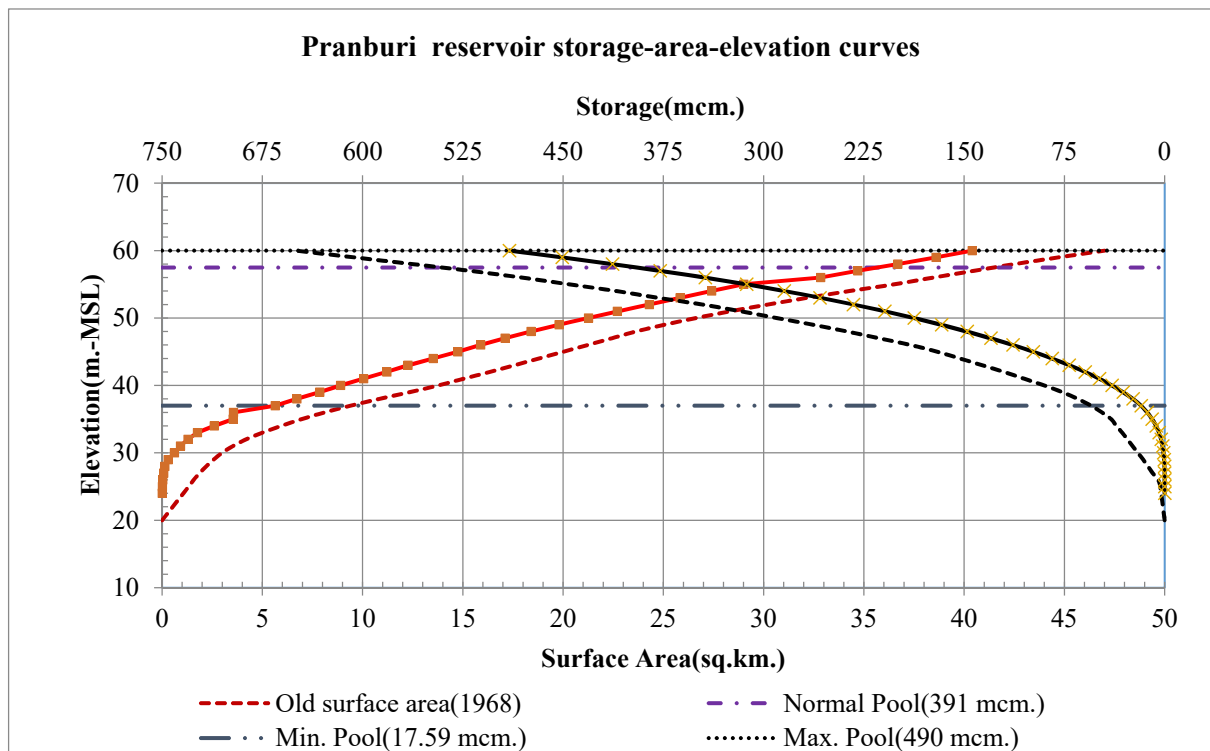


Figure 4-1 Pranburi reservoir storage-area-elevation curves

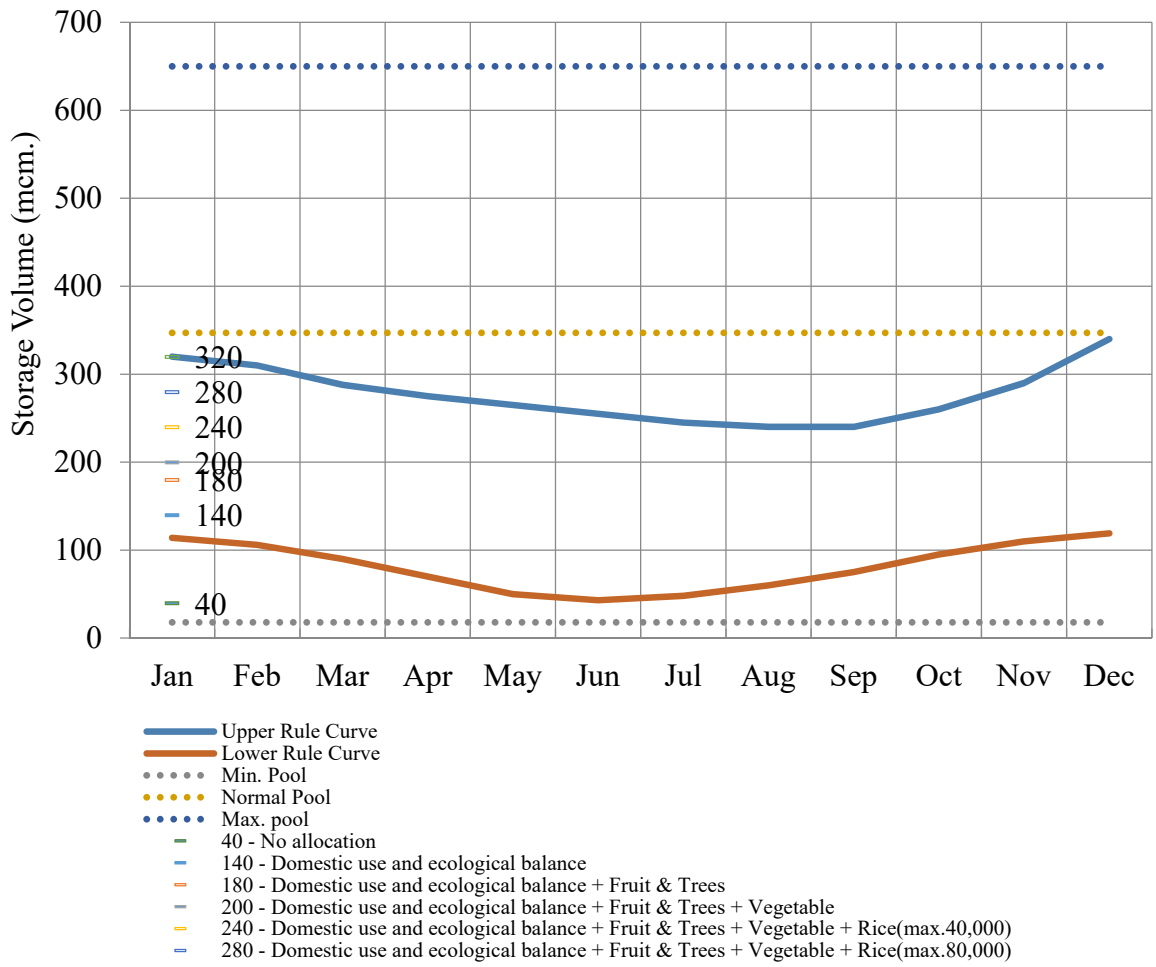


Figure 4-2 Rule curves and water allocation criteria for Pranburi reservoir

5. Irrigation characteristics

5.1 Area of irrigation

The area of 45,946 ha in Prachuabkirikhan province is under supervision of Pranburi O&M project for irrigation management. The area of Pranburi O&M project is divided into four water master sections and 24 zones. **Figure 5-1** and **Table 5-1** present the locations and the areas of each zone respectively. This area was calculated based on GIS database prepared by Pranburi O&M project.

Table 5-1 Area of water master sections and zones in Pranburi O&M project

Water master	Area (ha)	Zone	Area (ha)
1	3,262	0	3,262
2	14,952	1	1,953
		2	1,675
		3	1,998
		4	1,474
		5	2,562
		6	1,493
		7	1,621
		8	2,176
3	13,722	9	1,708
		10	1,022
		11	1,287
		12	1,863
		13	2,411
		14	1,718
		15	1,793
		16	1,920
4	14,010	17	2,554
		18	949
		19	2,079
		20	2,017
		21	1,474
		22	1,534
		23	1,425
		24	1,978
Total	45,946		45,946

5.2 Irrigation and drainage method

5.2.1 Principal of water allocation

Water from the reservoir is mandated to allocate for both domestic and agricultural uses and for the purpose of an ecological balance in Pranbuririver downstream of the reservoir. The users of domestic water supply are Hua Hin Water Works, Pranburi Water Works and Village water supply systems in the command area of Water Master Section 2, 3 and 4 (**Figure 5-1**). The agricultural water uses are classified into 3 groups: fruit & trees, upland crops & vegetable and rice. The water will be allocated to each users according to the water available in the reservoir at the beginning of dry and wet season.

5.2.2 Example of annual water allocation (2016-2017)

In this section, the annual plan for water delivery is presented. The example of monthly water delivery plan for year 2016-2017 is shown in **Table 5-2**. Pranburi O&M project is responsible for water delivery for agricultural and domestic uses and for maintaining an ecological balance in Pranburi river. In general, Pranburi O&M project has set the water allocation criteria for different users as follow:

- (1) Hua Hin water works = 0.137 mcm/day
- (2) Pranburi provincial water works = 0.017 mcm/day
- (3) Thanarachata army fort = 2.59 mcm/month
- (4) For the agricultural uses in Water Master Section 2-4, the crop water requirements is estimated by equation below:

$$Total\ CWR = \sum CWR_i \times Area_i$$

Where Total CWR = Total crop water requirement (m³/month)

CWR_i = Water requirement for crop i (m³/rai/month)

Area_i = Area of crop i (rai)

For annual water delivery plan, crops are grouped into rice, fruit & tree, sugarcane and vegetable. CWR_i are shown in **Table 5-3** and **Table 5-4**.

(5) For ecological balance = 0.03 mcm. **Table 5-5** presents an information of monthly expected reservoir inflow.

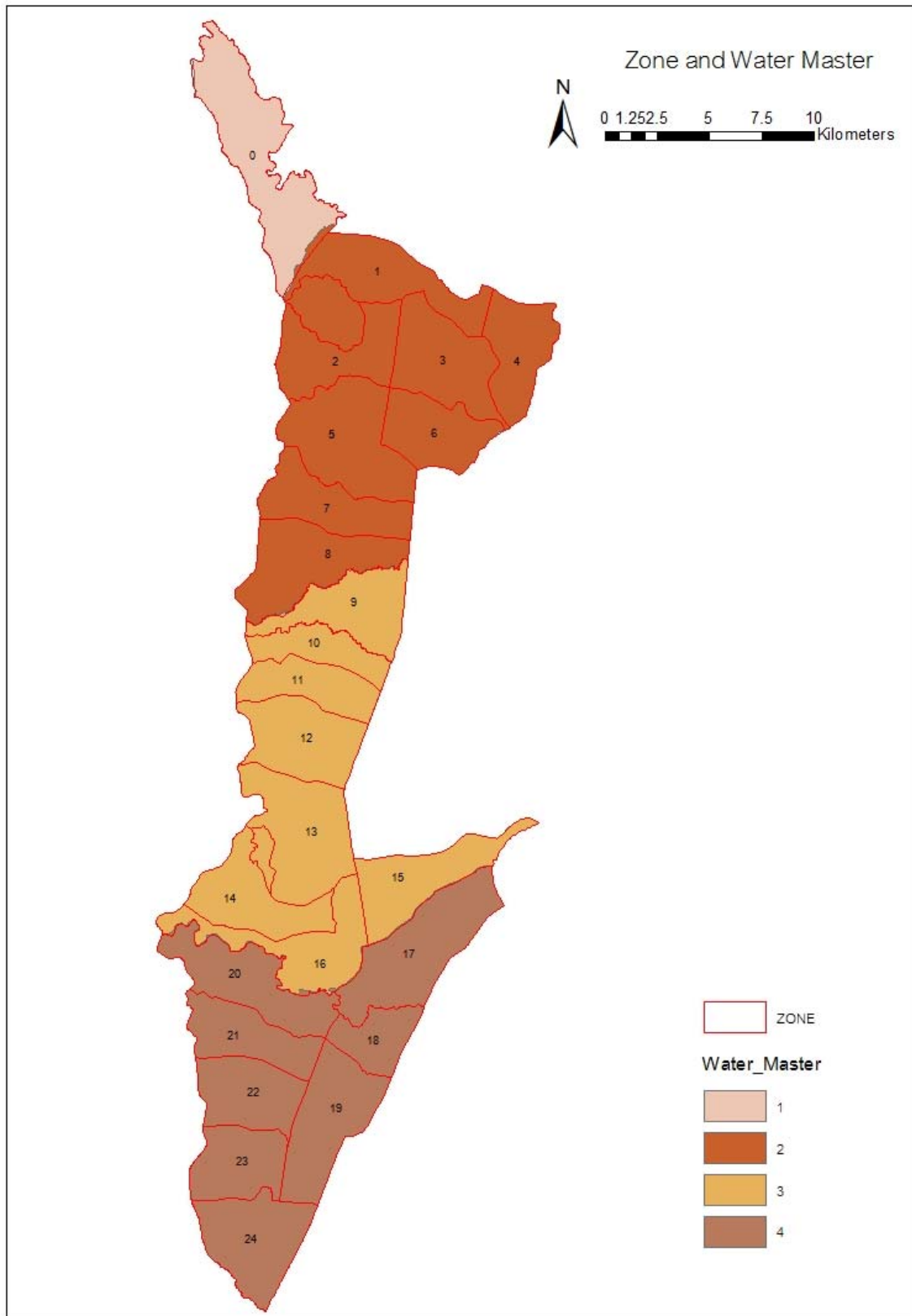


Figure 5-1 Water master sections and zones in Pranburi O&M project

Table 5-2 Monthly planned versus actual water delivery for year 2016-2017

Normal pool storage =				391		mcm.				Reservoir volume at the beginning of dry season =				170		mcm.							
No.	Month	Season	Year	Water supply for Hua Hin water works ⁽¹⁾		Water supply for Pranburi provincial water works ⁽²⁾		Water supply for Thanarachata fort ⁽³⁾		Agricultural and domestic uses in WMS 2, 3, 4 area ⁽⁴⁾		Ecological balance ⁽⁵⁾		Monthly total		Expected reservoir inflow		End of month reservoir storage volume					
				mcm.		mcm.		mcm.		mcm.		mcm.		mcm.		mcm.		mcm.		Planned		Actual	
				Planned	Actual	Planned	Actual	Planned	Actual	Planned	Actual	Planned	Actual	Planned	Actual	Planned	Actual	Expected	Actual	mcm.	%	mcm.	%
																			170	43%	170	43%	
1	Nov	Dry season	2016	4.110	3.630	0.510	0.510	0.000	0.000	5.097	1.227	0.900	0.236	10.617	5.603	10.000	8.000	169.383	43%	172.397	44%		
2	Dec		2019	4.250	4.250	0.530	0.530	0.000	0.000	5.097	0.000	0.930	0.584	10.807	5.364	3.500	3.000	162.076	41%	170.033	43%		
3	Jan		2017	4.250	4.250	0.530	0.530	0.000	0.000	5.097	1.937	0.930	0.518	10.807	7.235	1.930	1.500	153.199	39%	164.298	42%		
4	Feb		2017	3.840	3.840	0.480	0.480	2.590	0.000	10.612	1.932	0.840	0.483	18.362	6.735	0.880	0.700	135.717	35%	158.263	40%		
5	Mar		2017	4.250	4.250	0.530	0.530	2.590	0.000	10.612	5.610	0.930	0.520	18.912	10.910	1.320	1.000	118.125	30%	148.353	38%		
6	Apr		2017	4.110	4.110	0.510	0.510	2.590	1.380	10.612	14.592	0.900	0.600	18.722	21.192	0.640	0.500	100.043	26%	127.661	33%		
7	May	Wet season	2017	4.250		0.530		2.590		5.097		0.930		13.397		0.450		87.096					
8	Jun		2017	4.110		0.510		2.590		5.097		0.900		13.207		4.670		78.559					
9	Jul		2017	4.250		0.530		2.590		5.097		0.930		13.397		9.880		75.042					
10	Aug		2017	4.250		0.530		2.590		5.097		0.930		13.397		12.980		74.625					
11	Sep		2017	4.110		0.510		2.590		5.097		0.900		13.207		23.450		84.868					
12	Oct		2017	4.250		0.530		2.590		5.097		0.930		13.397		26.730		98.201					
Annual				50.030	24.330	6.230	3.090	23.310	1.380	77.709	25.298	10.950	2.941	168.229	57.039	96.430	14.700						

Remark:

Water allocation criteria:

(1) For Hua Hin water works = 0.137 mcm/day

(2) For Pranburi provincial water works = 0.017 mcm/day

(3) For Thanarachata fort = 2.59 mcm/month

(4) For agricultural water supply for WMS 2, 3, 4 = S {CWR(m³/rai/month)*Crop area(rai)} for all crops

(5) For ecological balance = 0.03 mcm/day

Table 5-3 Crop water requirements for Prachuap Khiri Khan province, Central and Western region of Thailand

Crop No.	Crop name	Growth period (days)	Crop water requirements	
			mm./day	m ³ /rai/day
Rice				
1	Rice-Rice Department High Yield Variety	100	8.1	13.0
2	Rice-KhaoDok Mali 105	100	7.3	11.7
3	Rice-Basmati	100	8.1	13.0
Upland crops				
5	Maize	100	4.1	6.6
6	Sweet corn	75	4.0	6.4
7	Sorghum	110	4.0	6.4
8	Soy bean	100	4.3	6.9
9	Peanut	105	4.1	6.6
10	Mung bean	70	3.4	5.4
11	Sesame	90	3.9	6.2
12	Tobacco	90	4.8	7.7
13	Sun flower	110	4.1	6.6
14	Water melon	85	5.4	8.6
15	Cotton	160	3.6	5.8
16	Sugarcane	300	3.6	5.8
Vegetable				
17	Castor bean	200	3.7	5.9
18	Taro	170	7.5	12.0
19	Asparagus	365	4.2	6.7
20	Tomato	110	5.2	8.3
21	Onion	100	4.6	7.4
22	Shallots	85	4.3	6.9
23	Garlic	110	2.8	4.5
24	Potato	95	4.5	7.2
25	Bird's eye chilli	150	4.0	6.4

Crop No.	Crop name	Growth period (days)	Crop water requirements	
			mm./day	m ³ /rai/day
26	Bitter gourd	75	4.8	7.7
27	Cauliflowers	45	4.4	7.0
28	Chinese kale	55	3.0	4.8
29	Yard long bean	80	3.9	6.2
30	Garden pea	85	3.9	6.2
31	Winged bean	135	3.8	6.1
32	Chinese cabbage	60	3.3	5.3
33	Chinese radish	45	4.1	6.6
34	Baby corn	65	4.9	7.8
35	Sweet potato	125	4.9	7.8
Mean of vegetable				6.9

Source: Downloaded from URL: water.rid.go.th/hwm/cropwater/CRWdata/ET

Table 5-4 Crop water requirements in m³/rai/day

Crops	CWR(m ³ /rai/day)	Remark
Fruit & Tree	3.0	from Pranburi project
Vegetable	6.9	from Table 4-1
Sugarcane	5.8	from Table 4-1
Rice	13.0	from Table 4-1

Table 5-5 Expected reservoir inflow (mcm.)

Month	Reservoir inflow (mcm.)
Nov	10.00
Dec	3.50
Jan	1.93
Feb	0.88
Mar	1.32
Apr	0.64
May	0.45
Jun	4.67
Jul	9.88
Aug	12.98
Sep	23.45
Oct	26.73
Annual	96.43

5.2.3 Water allocation criteria

In each year, an irrigation water delivery is divided into 2 seasons: wet and dry seasons. Wet season is the period between June to November while December to May is Dry season. In each season, water is allocated according to the water available in the reservoir at the beginning of the season. The water allocation criteria are given in **Table 5-6**.

Table 5-6 Water allocation criteria

Available water volume (mcm.)	Water allocation criteria
<40	No allocation
40-140	Volume above 40 mcm is allocated for domestic uses and ecological balance.
140-180	(1)Volume between 40-140 mcm is allocated for domestic uses and ecological balance. The volume of water allocation to Hua Hin Water Works, Pranburi Water Works, Village water supply systems and to maintain ecological balance is 51%, 7%, 11% and 31% accordingly. (2)Volume above 140 mcm is allocated for Fruit & Trees.
180-200	(1)Volume between 40-140 mcm is allocated for domestic uses and ecological balance by the percentages mentioned above. (2)Volume between 140-180 mcm is allocated for Fruit & Trees. (3)Volume above 180 mcm is allocated for Upland crops & Vegetables.
200-240	(1)Volume between 40-140 mcm is allocated for domestic uses and ecological balance by the percentages mentioned above. (2)Volume between 140-180 mcm is allocated for Fruit & Trees. (3)Volume between 180-200 mcm is allocated for Upland crops & Vegetables. (4)Volume above 200 mcm is allocated for Rice with limited area, not exceeding 40,000 rai.
240-280	(1)Volume between 40-140 mcm is allocated for domestic uses and ecological balance by the percentages mentioned above. (2)Volume between 140-180 mcm is allocated for Fruit & Trees. (3)Volume between 180-200 mcm is allocated for Upland crops & Vegetables. (4)Volume above 200 mcm is allocated for Rice with limited area, not exceeding 80,000 rai.
280-320	(1)Volume between 40-140 mcm is allocated for domestic uses and ecological balance by the percentages mentioned above. (2)Volume between 140-180 mcm is allocated for Fruit & Trees. (3)Volume between 180-200 mcm is allocated for Upland crops & Vegetables. (4)Volume above 200 mcm is allocated for Rice with limited area, not exceeding 110,000 rai.

5.2.4 Water delivery practices

Rotational water delivery is adopted for the main canal of Pranburi O&M project. Three weeks or 21 days are selected as the rotational period. The irrigation area along the main canal is divided into 3 blocks. Each block will get 1 week delivery in each 3-week rotational period. Blocks 1 and 2 are assigned to Water Master Section 4 and 3 respectively. Block 3 is assigned to Water Master Section 2 and 1. Normally the irrigation water will be delivered to Block 1, 2 and 3 sequentially as shown in **Figure 5-2**, gives high priority to downstream area. The main canal regulators at km. 0+000(TPR 10), km.29+820(TPR 12) and km.46+380(TPR 13) as shown in **Figure 5-3** below will be used as the control structures for the main canal rotational water delivery. Water Master Section 1 is the operator of the main canal head regulator at km.0+000. Water Master Section 2 and 3 control the main canal cross regulator at km.29+280 and km. 46+380 respectively.

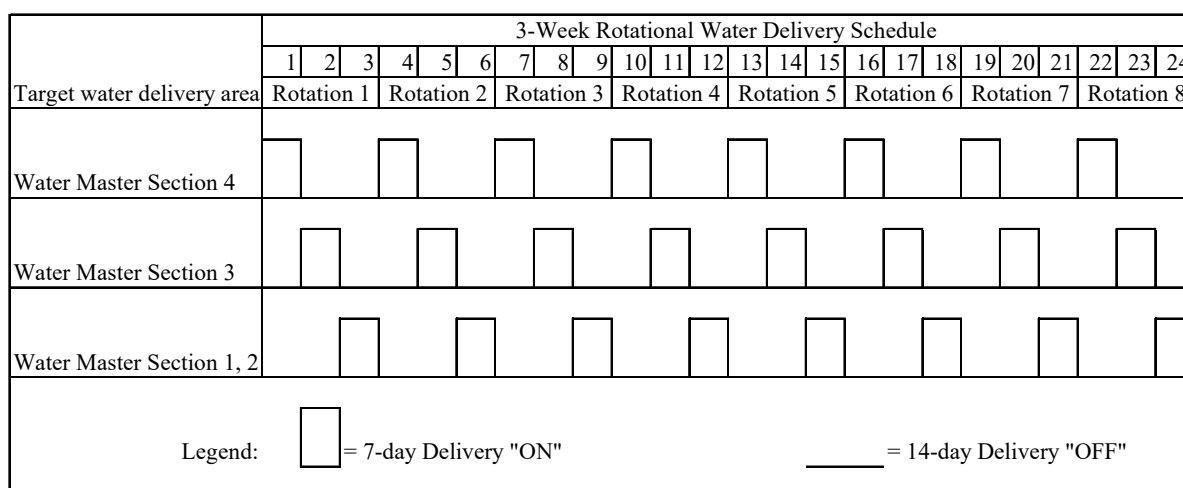


Figure 5-2 Main canal water delivery schedule

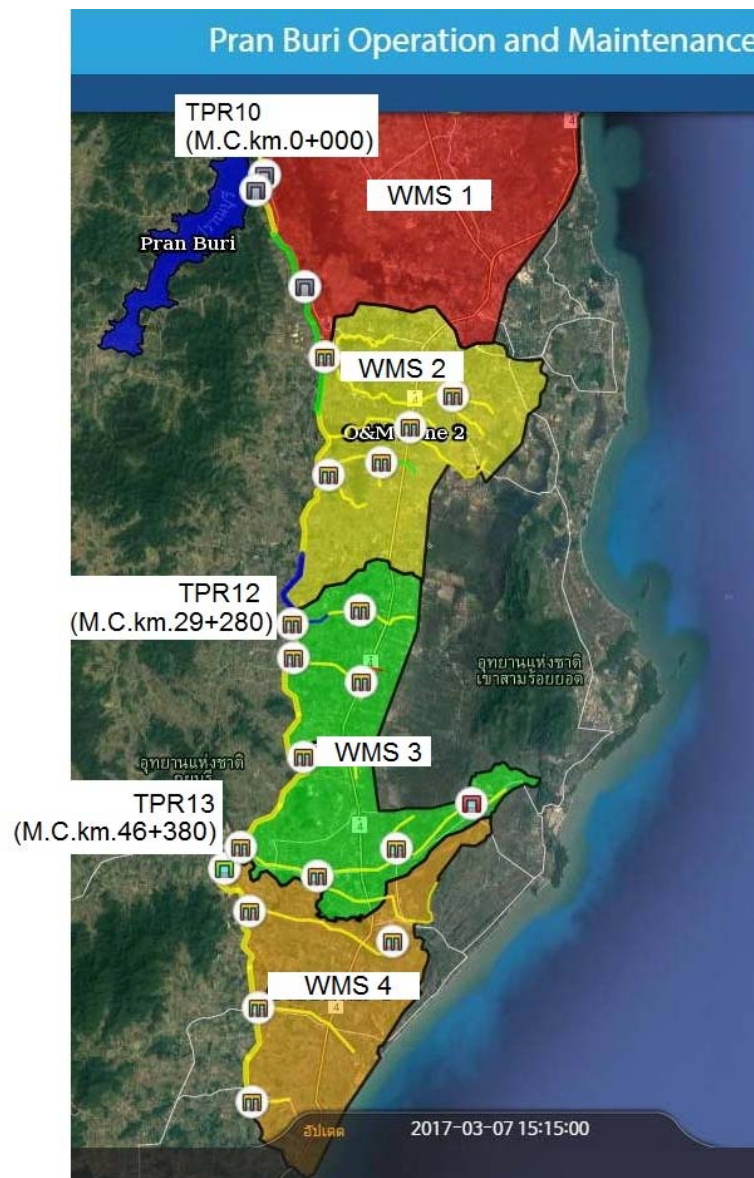


Figure 5-3 Water control structures for rotational water delivery

During the 7-day "ON" mode of main canal water delivery, Water Master Sections as the operators will operate the secondary and tertiary canals to distribute the irrigation water to users on continuous or rotational delivery as appropriated. However, in practices, the delivery schedule may change from 3-week rotation period to 2-week in some circumstance. Since Water Master Section 1 has no irrigation command area, it is in charge of controlling water delivery through the pipeline systems for the domestic uses and controlling the river outlet for maintaining the ecological balance of Pranburi River. The canal system in each water master section is shown in **Figure 5-4**. The canals and their control structures operated by Water Master Sections 1, 2, 3 and 4 are listed in **Table 5-7**.

In 2015, Pranburi O&M project developed “Water Allocation Scheduling and Monitoring Program” called WASAM” on MS.Excel in order to estimate the required water delivery for each canal section on weekly basis. Every week, the actual water delivery was monitored and recorded to check the accuracy of the estimate. The weekly planned cumulative water delivery volume and the weekly actual cumulative volume of Pranburi O&M project were shown in **Table 5-8** and compared in **Figure 5-5**. The actual delivery was slightly lower than the planned delivery during the first 20 weeks, after that they were indifferent. The detail of “WASAM” is presented in **Appendix A**.

Table 5-7 Canals/Pielines and Control Structures under each water master section

Water Master Section	Main Canal	Secondary Canals and Theirs Sub-Canals/ Raw Water Pipelines
1	Km.0+000 to Km.12+000	Thanarachata Army Camp Raw Water Pipeline Hua Hin Water Works Raw Water Pipeline 1 Hua Hin Water Works Raw Water Pipeline 2 Hua Hin Water Works Raw Water Pipeline 3 Provincial Water Works Raw Water Pipeline Raw Water Pipeline for Private Companies
2	Km.12+000 to Km.29+820	12L , 16L, 19L, 22L, 28L
3	Km.29+820 to Km.46+380	29L, 30L, 31L, 34L, 35L, 36L, 39L, 40L, 41L, 44L, 46L
4	Km.46+380 to Km.66+000	50L, 51L, 52L, 54L, 58L, 59L, 60L, 61L, 62L, 64L, 66L

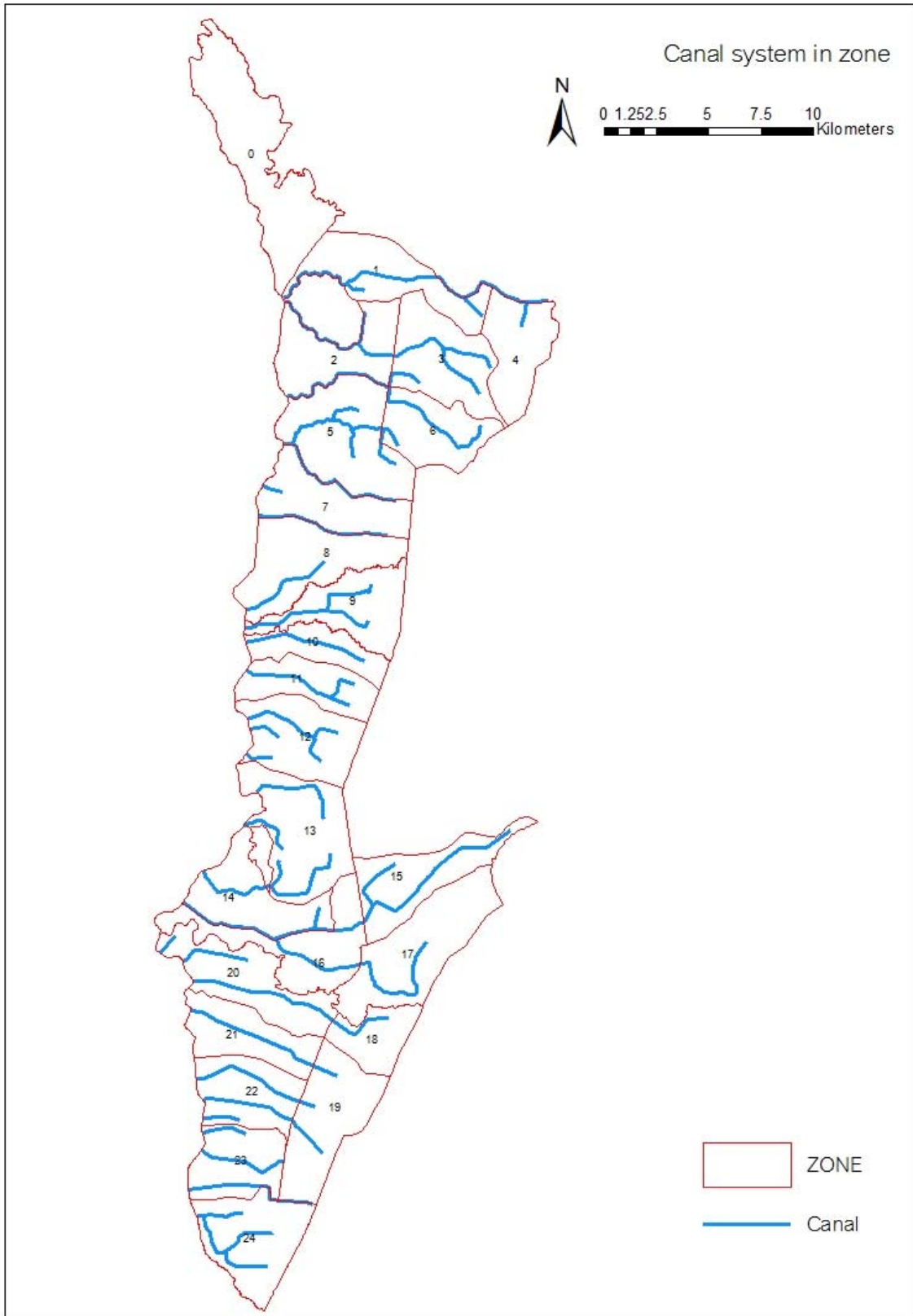


Figure 5-4 Canal system in each zone

Table 5-8 Weekly Planned Versus Weekly Actual Cumulative Water Delivery Volume in 2015
(million cubic meters)

Week	From	To	Planned Cumulative Delivery Volume (mcm.)	Actual Cumulative Delivery Volume (mcm.)
1	29-Dec-14	4-Jan-15	6.998	0.000
2	5-Jan-15	11-Jan-15	13.995	0.000
3	12-Jan-15	18-Jan-15	21.114	0.000
4	19-Jan-15	25-Jan-15	28.389	0.000
5	26-Jan-15	1-Feb-15	38.526	11.491
6	2-Feb-15	8-Feb-15	48.662	22.378
7	9-Feb-15	15-Feb-15	58.865	33.264
8	16-Feb-15	22-Feb-15	65.754	44.150
9	23-Feb-15	1-Mar-15	79.501	53.343
10	2-Mar-15	8-Mar-15	91.385	62.415
11	9-Mar-15	15-Mar-15	101.334	73.302
12	16-Mar-15	22-Mar-15	114.912	84.188
13	23-Mar-15	29-Mar-15	127.667	86.003
14	30-Mar-15	5-Apr-15	138.396	94.470
15	6-Apr-15	12-Apr-15	147.263	104.147
16	13-Apr-15	19-Apr-15	157.006	113.340
17	20-Apr-15	26-Apr-15	161.633	124.347
18	27-Apr-15	3-May-15	163.744	134.145
19	4-May-15	10-May-15	165.637	143.942
20	11-May-15	17-May-15	167.530	153.740
21	18-May-15	24-May-15	169.423	163.538
22	25-May-15	31-May-15	171.316	165.473
23	1-Jun-15	7-Jun-15	173.209	167.409
24	8-Jun-15	14-Jun-15	175.694	171.158
25	15-Jun-15	21-Jun-15	176.741	179.747
26	22-Jun-15	28-Jun-15	181.017	181.682
27	29-Jun-15	5-Jul-15	183.067	183.617
28	6-Jul-15	12-Jul-15	183.654	185.553
29	13-Jul-15	19-Jul-15	186.496	187.488
30	20-Jul-15	26-Jul-15	188.389	189.423
31	27-Jul-15	2-Aug-15	193.022	191.359
32	3-Aug-15	9-Aug-15	200.225	193.294
33	10-Aug-15	16-Aug-15	202.003	195.229
34	17-Aug-15	23-Aug-15	202.560	198.374
35	24-Aug-15	30-Aug-15	204.398	201.519
36	31-Aug-15	6-Sep-15	206.291	203.455
37	7-Sep-15	13-Sep-15	208.184	205.390
38	14-Sep-15	20-Sep-15	210.077	207.325
39	21-Sep-15	27-Sep-15	211.970	208.958
40	28-Sep-15	4-Oct-15	213.863	210.591
41	5-Oct-15	11-Oct-15	215.756	212.224
42	12-Oct-15	18-Oct-15	216.748	213.857
43	19-Oct-15	25-Oct-15	218.641	221.236
44	26-Oct-15	1-Nov-15	221.859	223.171
45	2-Nov-15	8-Nov-15	230.973	225.107
46	9-Nov-15	15-Nov-15	240.305	
47	16-Nov-15	22-Nov-15	243.801	
48	23-Nov-15	29-Nov-15	247.623	
49	30-Nov-15	6-Dec-15	251.385	
50	7-Dec-15	13-Dec-15	260.856	
51	14-Dec-15	20-Dec-15	269.940	
52	21-Dec-15	27-Dec-15	278.547	

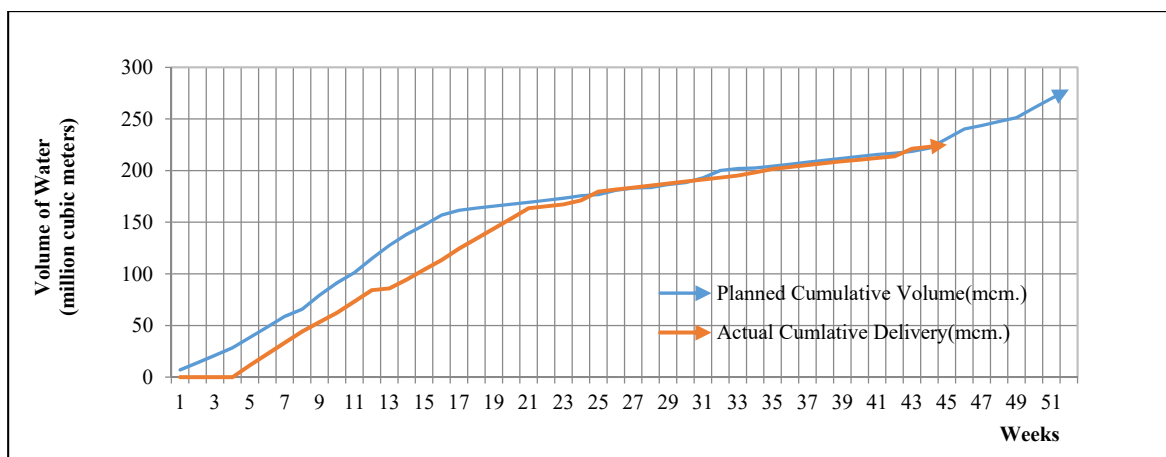


Figure 5-5 Weekly Planned Versus Weekly Actual Cumulative Delivery Volume for Year 2015

5.3 Characteristics of irrigation and drainage

5.3.1 Characteristics of canals and control structures

Pranburi O&M project has one main canal of 66 kilometers long supplying water from Pranburi reservoir for domestic and agricultural uses and for maintaining an ecological balance in the river downstream of the reservoir. The main canal has 31.5 m³/s discharge capacity. It supplies water to 49 secondary and tertiary canals which all of them are located on the left hand-side of the main canal. The canals in this project are called differently from the standard definition of canals in other projects in Thailand. The secondary and tertiary canals are named by the location in kilometers which they are branching off. For example, 12L is the secondary canal which branches off on the left hand-side of the main canal at kilometer 12. The tertiary canal 12L-1R is the tertiary canal that branches off on the right hand-side at kilometer 1 of 12L canal. The detail of the 66 kilometers long main canal is shown in **Table 5-9**. The detail characteristics of 49 secondary and tertiary canals are provided in the attached files.

Table 5-9 Characteristics of main canal

		B	D	Q	V	A	R	n	So	Freeboard	Side slope
Section	Km.	(m.)	(m.)	(m ³ /s)	(m/s)	(m ²)	(m)			(m.)	
1	0+000 to 11+900	3.25	3.36	31.50	1.131	27.86	1.813	0.015	0.00013	0.39	1:1.5
2	11+960 to 29+250	3.25	3.33	27.10	0.987	27.44	1.8	0.015	0.0001	0.47	1:1.5
3	19+250 to 29+280	3.25	3.10	23.36	0.954	24.49	1.701	0.015	0.0001	0.5	1:1.5
4	29+280 to 39+100	3.00	2.93	19.83	0.915	21.67	1.597	0.015	0.0001	0.47	1:1.5
5	39+100 to 46+390	3.00	2.60	15.34	0.855	17.94	1.45	0.015	0.0001	0.4	1:1.5
6	46+390 to 52+801	2.50	2.10	9.12	0.769	11.87	1.178	0.0145	0.0001	0.35	1:1.5
7	52+800 to 57+980	2.00	1.95	7.15	0.744	9.604	1.063	0.014	0.0001		1:1.5
8	57+980 to 61+580	2.00	1.55	4.41	0.658	6.704	0.883	0.014	0.0001		1:1.5
9	61+580 to 65+171	1.50	1.30	2.59	0.576	4.485	0.725	0.014	0.0001		1:1.5

There is one main drainage canal called “Main Drain” with drainage capacity of 27.86 m³/s. There are 8 sub-drainage canals namely: D3, D4, D7, D8, D8-4L, D8-4L-7R, D8-5L and D9. The detail characteristics of the drainage canals are provided in **Appendix D**.

5.3.2 Canal properties at the KRC monitoring stations

KRC has installed telemetering stations for flow monitoring and surveillance on the main and secondary canals. There are 21 telemetering stations, 12 of them (TPR10, TPR11, TPR12, TPR13, TPR14, TPR15, MC1, MC2, MC3, MC3N, MC4 and MC5) are on the main canal and another 9 stations (SC1-SC5, SC7-SC10) are on the secondary and tertiary canals. The detail of KRC telemetering stations is shown in **Table 5-10**. There are 7 head and cross regulators on the main canal at the telemetering stations (TPR10-TPR13 and MC1-MC3), the flow calibration curves are available. The properties of regulator with calibration curves are presented in **Table 5-11**. The calibrated formula are given in **Table 5-12**. The calibration report is shown in **Appendix B**. For other regulators without the calibration

curves, the rating curves are developed from the known canal properties and assuming that the uniform flow may exist under some circumstances. However, the use of the rating curves under submerged flow or back water curve effect are prohibited. The rating curves are shown in **Appendix C**.

Table 5-10 Canal properties at the KRC monitoring stations

No.	Stations	Location	at Junction of		B(m)	D(m)	1:z	slope	Manning's n	Q(m ³ /s)	Operator
1	TPR10*	Main canal km.0+000			3.25	3.36	1:1.5	0.0001	0.015	31.5	WMS1
2	TPR11*	Main canal km.6+900			3.25	3.36	1:1.5	0.0001	0.015	31.5	
3	MC1*	Main canal km.11+960	12L-1L	U/S	3.25	3.36	1:1.5	0.00013	0.015	31.5	
				D/S	3.25	3.33	1:1.5	0.00013	0.015	27.1	
		12L-1L km.0+000			1.50	1.03	1:1.5	0.0003	0.014	2.766	
		12L-1R km.0+000			1.00	0.96	1:1.5	0.0006	0.014	2.663	
4	SC1	12L-1R km.9+530	12L-1R- 10R		1.00	0.74	1:1.5	0.0003	0.014	1.08	
		12L-1R-10R km.0+000			0.80	0.61	1:1.5	0.0006	0.014	0.908	
5	SC2	16L km.5+890	16L-6L		1.00	1.1	1:1.5	0.0002	0.014	2.064	
		16L-6L km.0+000			0.75	0.7	1:1.5	0.0004	0.014	0.673	
6	MC2*	Main canal km.19+250	19L		3.25	3.31	1:1.5	0.0001	0.015	23.36	
		19L km.0+000	19L-1L		1.00	1	1:1.5	0.0003	0.014	2.064	
		19L-1L km.0+000			1.00	0.95	1:1.5	0.0002	0.014	1.505	
7	SC3	19L-1L km.3+570	19L-1L- 4R		0.50	0.6	1:1.5	0.001	0.014	0.879	
		19L-1L-4R km.0+000			0.75	0.7	1:1.5	0.0002	0.014	0.673	
8	TPR12*	Main canal km.29+280	29L	U/S	3.25	3.1	1:1.5	0.0001	0.015	23.36	WMS2
				D/S	3.00	2.93	1:1.5	0.0001	0.015	19.83	
		29L km.0+000			1.00	0.75	1:1.5	0.001	0.014	2.051	
9	SC4	29L km.3+500	29L-4L		0.75	0.6	1:1.5	0.001	0.014	1.088	
		29L-4L km.0+000			0.75	0.55	1:1.5	0.001	0.014	0.909	
10	MC3N	Main canal km.31+500	31L	U/S	3.00	2.93	1:1.5	0.0001	0.015	19.83	
				D/S	3.00	2.93	1:1.5	0.0001	0.015	19.83	
		31L km.0+000			1.00	1.15	1:1.5	0.0001	0.014	1.798	
11	SC5	31L km.5+800	31L-5R		0.75	0.55	1:1.5	0.0005	0.014	0.643	
		31L-5R km.0+000			0.50	0.5	1:1.5	0.001	0.014	0.592	
12	MC3*	Main canal km.39+100	39L	U/S	3.00	2.93	1:1.5	0.0001	0.015	19.83	

				D/S	3.00	2.6	1:1.5	0.0001	0.015	15.34	
		39L km.0+000			0.75	0.7	1:1.5	0.0005	0.014	1.064	
13	TPR13*	Main canal km.46+380	46L	U/S	3.00	2.6	1:1.5	0.0001	0.015	15.34	WMS3
				D/S	2.50	2.1	1:1.5	0.0001	0.014	9.12	
		46L km.0+000			1.75	1.55	1:1.5	0.0002	0.014	5.733	
14	SC7	46L km.5+100	46L-5R		1.00	0.9	1:1.5	0.001	0.014	3.002	
		46L-5R km.0+000			1.25	0.9	1:1.5	0.0005	0.014	2.418	
15	SC8	46L km.10+500	46L-10L		1.25	1.05	1:1.5	0.0002	0.014	2.105	
		46L-10L km.0+000			0.75	0.65	1:1.5	0.0005	0.014	0.91	
16	SC9	46L km.15+800			0.50	0.6	1:1.5	0.0001	0.014	0.278	
17	TPR14	Main canal km.48+785		U/S	2.50	2.1	1:1.5	0.0001	0.014	9.12	
18	MC4	Main canal km.52+800	52L	D/S	2.00	1.95	1:1.5	0.0001	0.014	7.147	
		52L km.0+000			1.00	0.8	1:1.5	0.001	0.014	2.345	
19	SC10	52L km.10+238			0.75	0.6	1:1.5	0.001	0.014	1.089	
20	MC5	Main canal km.59+000	59L	D/S	2.00	1.55	1:1.5	0.0001	0.014	4.408	
		59L km.0+000			0.75	0.65	1:1.5	0.001	0.014	1.287	
21	TPR15	Main canal km.65+150	66L	D/S	1.5	1.3	1:1.5	0.0001	0.014	2.585	
		66L km.0+000			1.25	1.05	1:1.5	0.0001	0.014	1.489	
*The regulators with flow calibration curves available.											

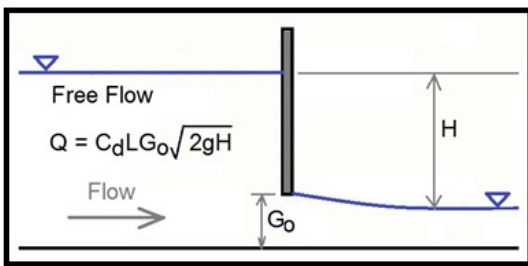
Table 5-11 Properties of regulators

No.	Structure Name	Station	UTM-N	UTM-E	Gate Type	Gate Dimension	Gate sill elevation (m-MSL)	Max. Discharge (cms)
1	Head Regulator Km. 0+000	TPR10	1377374	586433	Sluice	1x3.00 m.	36.97	31.5
2	Cross Regulator Km. 6+900	TPR11	1371526	589468	Radial	1x4.00 m.	35.6	31.5
3	Cross Regulator Km. 11+960	MC1	1367350	590702	Radial	1x4.00 m.	35.19	27.1
4	Cross Regulator Km. 19+250	MC2	1358505	589695	Radial	1x4.00 m.	34.57	23.36
5	Cross Regulator Km. 29+280	TPR12	1351158	588846	Radial	1x4.00 m.	33.63	19.83
6	Cross Regulator Km. 39+100	MC3	1343583	588724	Radial	1x4.00 m.	32.65	19.83
7	Cross Regulator Km. 46+380	TPR13	1338428	585842	Radial	1x4.00 m.	32.13	9.12

Table 5-12 Calibration curves of regulators (RID, 2012a)

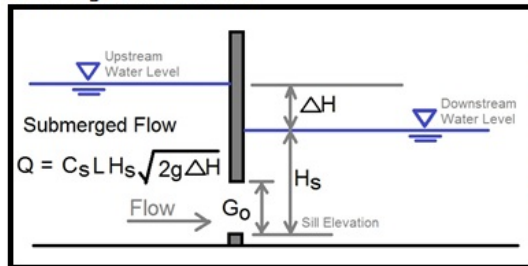
No.	Structure Name	Station	Discharge Coefficient Formula	R ²	Flow Type
1	Head Regulator Km. 0+000	TPR10	$C_d=0.0072(H/Go)+0.3297$	0.919	Free
2	Cross Regulator Km. 6+900	TPR11	$C_s=3.2561(H_s/Go)^{-1.892}$	0.9761	Submerged
3	Cross Regulator Km. 11+960	MC1	$C_s=0.9413(H_s/Go)^{-1.1111}$	0.9711	Submerged
4	Cross Regulator Km. 19+250	MC2	$C_s=0.836(H_s/Go)^{-0.796}$	0.9738	Submerged
5	Cross Regulator Km. 29+280	TPR12	$C_s=0.7544(H_s/Go)^{-2.398}$	0.9741	Submerged
6	Cross Regulator Km. 39+100	MC3	$C_s=5.9794(H_s/Go)^{-4.108}$	0.9597	Submerged
7	Cross Regulator Km. 46+380	TPR13	$C_s=1.6537(H_s/Go)^{-2.446}$	0.9368	Submerged

Free flow formula



Where
 Q=discharge (m³/sec)
 C_d=free flow discharge coefficient (see table above)
 L=gate length (m.)
 G_o=gate opening (m.)
 H=upstream water level-downstream water level (m.)
 g=gravitational acceleration (m/sec²)

Submerged flow formula



where
 Q=discharge (m³/sec)
 C_s=submerged flow discharge coefficient (see table above)
 L=gate length (m.)
 H_s=upstream water level-gate sill elevation (m.)
 ΔH=upstream water level-downstream water level (m.)
 g=gravitational acceleration (m/sec²)
 G_o=gate opening (m.)

6 Crop patterns

6.1 Cropping systems / period of growth stages

Cropping system in Thailand is normally considered for irrigation management with every 7 days. Weekly crop coefficients (Kc) prepared by RID for rice, peanut, tomato and Chinese kale are presented in **Table 6-1**. In addition, monthly crop coefficients (Kc) for sugarcane, banana, taro and asparagus are shown in **Table 6-2**. However, cropping system which will be used in the model needs to be prepared for every 10 days. Therefore, cropping system in Thailand was calculated from every 7 days to every 10 days as shown in **Table 6-3**.

In addition, rice requires 250 mm for land preparation. Land preparation period is 1-2 weeks. Percolation rate in rice field is approximate 1 mm/day.

Table 6-1 Weekly crop coefficients (RID, 2012b)

week	Rice		Upland crops	Vegetable	
	Rice-Direct seedling	Rice-Transplanting	Peanut	Tomato	Chinese Kale
1	0.30	1.03	0.60	0.73	0.54
2	0.60	1.07	0.72	0.82	0.60
3	0.80	1.12	0.85	0.91	0.68
4	1.05	1.29	0.94	1.01	0.72
5	1.25	1.38	1.17	1.12	0.78
6	1.40	1.45	1.24	1.21	0.83
7	1.50	1.50	1.28	1.30	0.73
8	1.55	1.48	1.36	1.36	0.67
9	1.60	1.42	1.04	1.41	
10	1.63	1.34	0.99	1.41	
11	1.68	1.23	0.91	1.37	
12	1.60	0.94	0.77	1.31	
13	1.50	0.86	0.60	1.22	
14	1.36		0.50	1.08	
15	1.08		0.45	0.92	
16	0.65				

Table 6-2 Monthly crop coefficients (RID, 2012b)

Month	Sugarcane	Banana	Taro	Asparagus
1	0.65	1.94	1.00	0.68
2	0.86	1.74	1.23	1.10
3	1.13	1.78	2.14	1.42
4	1.35	1.96	2.27	1.48
5	1.56	2.07	1.66	1.29
6	1.29	2.18	1.50	1.08
7	1.20	2.18		0.83
8	0.93	1.88		0.66
9	0.63	1.86		0.55
10	0.52	2.21		0.61
11	0.00	2.02		0.76
12	0.00	2.22		0.74

Table 6-3 Weight decade Kc for Pranburi O&M project

Month	Decade		Weighted decade Kc						
			Rice-Direct Seedling	Rice-Transplanting	Sugarcane	Fruit & Tree	Aquaculture	Upland Crops	Vegetable
						(1)	(2)	(3)	(4)
Jan	1	Dry Season			0.35	0.94	1.00	0.21	0.93
	2				0.17	0.96	1.00	0.48	0.99
	3		0.13			0.98	1.00	0.80	1.01
Feb	1		0.37	0.35		0.97	1.00	0.99	0.96
	2		0.73	0.71		0.96	1.00	1.15	0.78
	3		1.04	1.14		0.94	1.00	1.24	0.53
Mar	1		1.29	1.27	0.22	0.96	1.00	1.17	0.29
	2		1.46	1.40	0.43	0.97	1.00	1.04	0.17
	3		1.56	1.45	0.65	0.98	1.00	0.85	0.13
Apr	1		1.62	1.44	0.72	0.97	1.00	0.68	0.12
	2		1.61	1.32	0.79	0.95	1.00	0.46	0.12
	3		1.50	1.13	0.86	0.93	1.00	0.24	0.23
May	1	1.24	0.71	0.95	0.91	1.00	0.08	0.39	
	2	0.77	0.33	1.04	0.90	1.00		0.59	
	3	0.33	0.03	1.13	0.89	1.00		0.70	
June	1	0.04		1.20	0.73	1.00	0.33	0.82	
	2			1.28	0.73	1.00	0.67	0.92	
	3			1.35	0.74	1.00	1.00	0.95	
July	1			1.42	0.75	1.00	1.08	0.91	
	2			1.49	0.76	1.00	1.15	0.85	
	3	0.13		1.56	0.77	1.00	1.23	0.77	
August	1	0.37	0.35	1.47	0.78	1.00	1.53	0.57	
	2	0.73	0.71	1.38	0.79	1.00	1.84	0.35	
	3	1.04	1.14	1.29	0.79	1.00	2.14	0.17	
September	1	1.29	1.27	1.26	0.80	1.00	2.18	0.20	
	2	1.46	1.40	1.23	0.81	1.00	2.23	0.27	
	3	1.56	1.45	1.20	0.82	1.00	2.27	0.35	
October	1	1.62	1.44	1.11	0.82	1.00	2.07	0.39	
	2	1.61	1.32	1.02	0.82	1.00	1.86	0.41	
	3	1.50	1.13	0.93	0.82	1.00	1.66	0.41	
November	1	1.24	0.71	0.83	0.80	1.00	1.61	0.48	
	2	0.77	0.33	0.73	0.78	1.00	1.55	0.56	
	3	0.33	0.03	0.63	0.76	1.00	1.50	0.69	
December	1	0.04		0.59	0.91	1.00	1.00	0.74	
	2			0.56	0.91	1.00	0.50	0.81	
	3			0.52	0.91	1.00		0.88	

Remark: Fruit&tree, Fruit = Banana+Pineapple+Aloevera, Tree = Oil palm + Rubber tree

Aquaculture = Fish pond + Shrimp pond

Upland crops = Peanut+Taro,

Vegetable = Tomato+ChineseKale+Cowpea+Cucumber+Asparagus

In addition, period of growth stage for each crop are plotted with K_c in **Figure 6-1 to 6-9**. Cropping patterns of all crop types in Pranburi O&M project are also shown in **Table 6-4**.

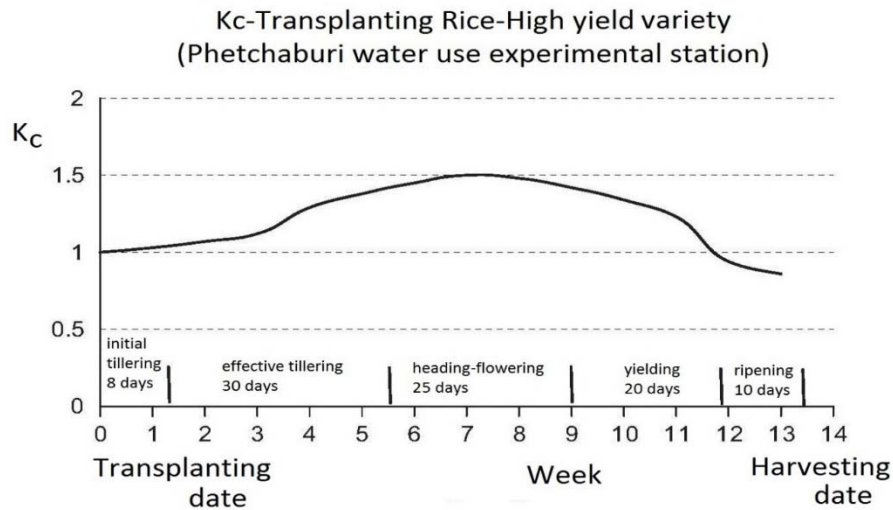


Figure 6-1 Growth stage of transplanting rice

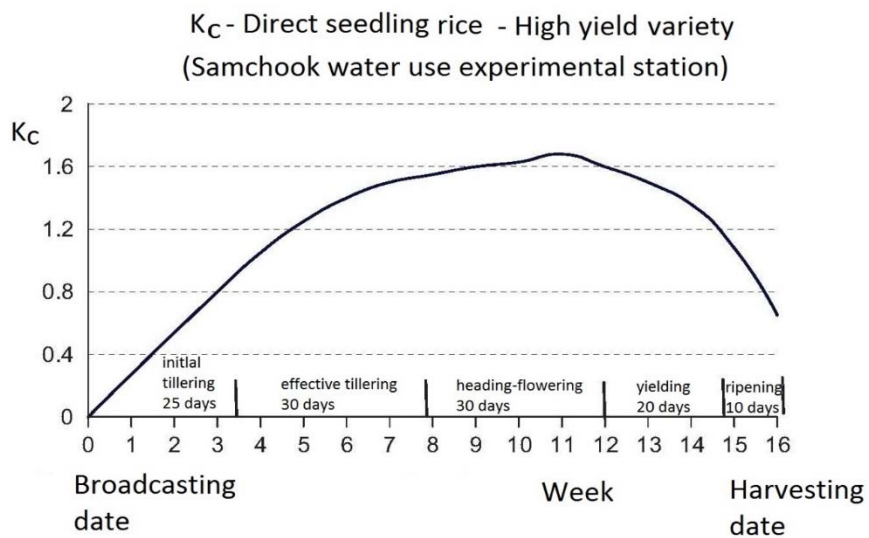


Figure 6-2 Growth stage of direct seedling rice

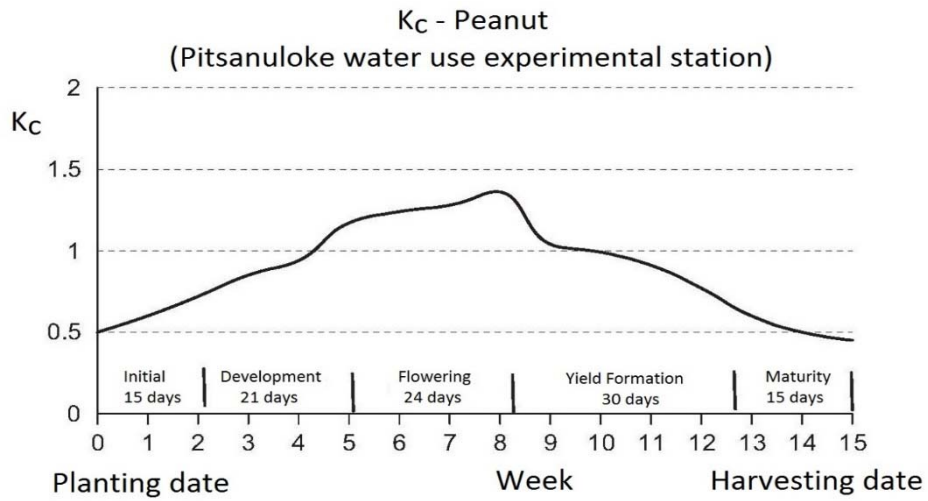


Figure 6-3 Growth stage of peanut

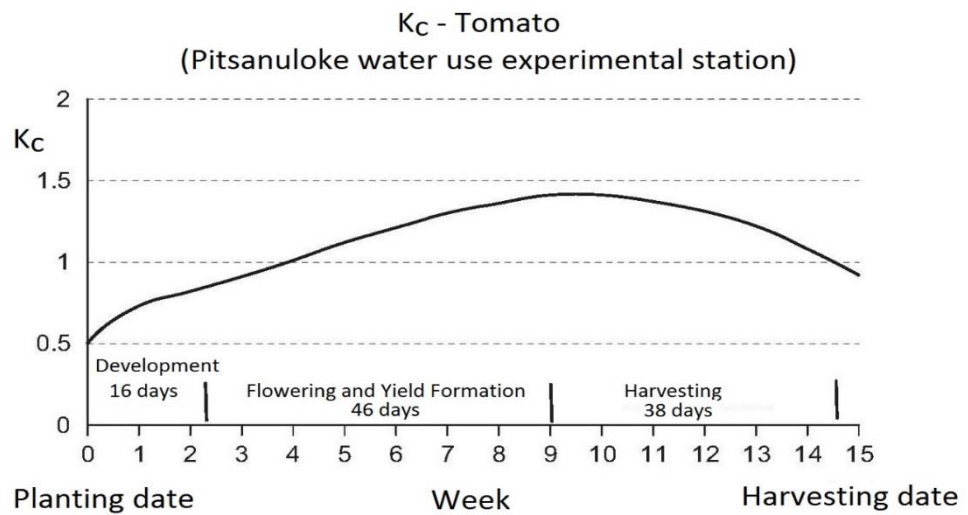


Figure 6-4 Growth stage of tomato

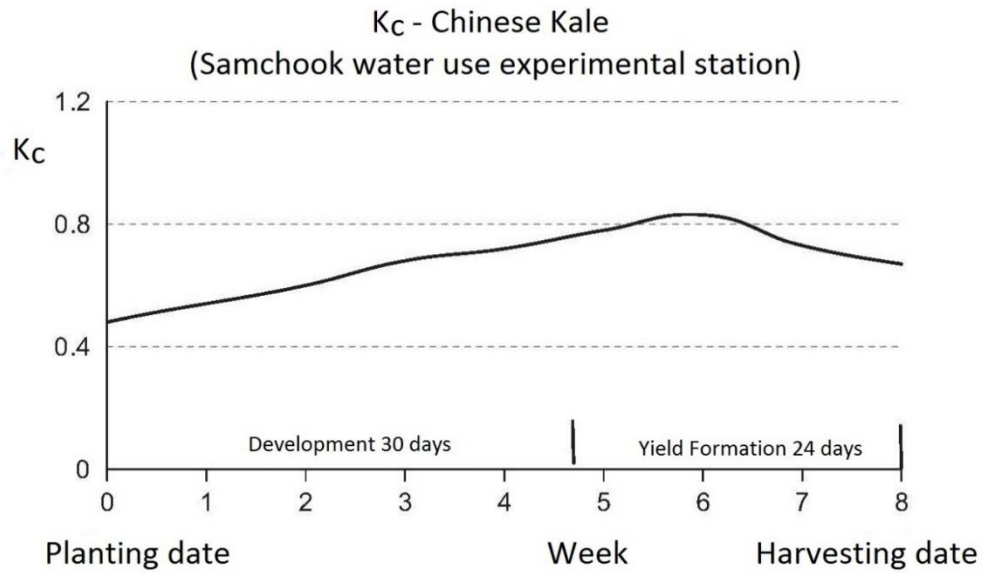


Figure 6-5 Growth stage of Chinese kale

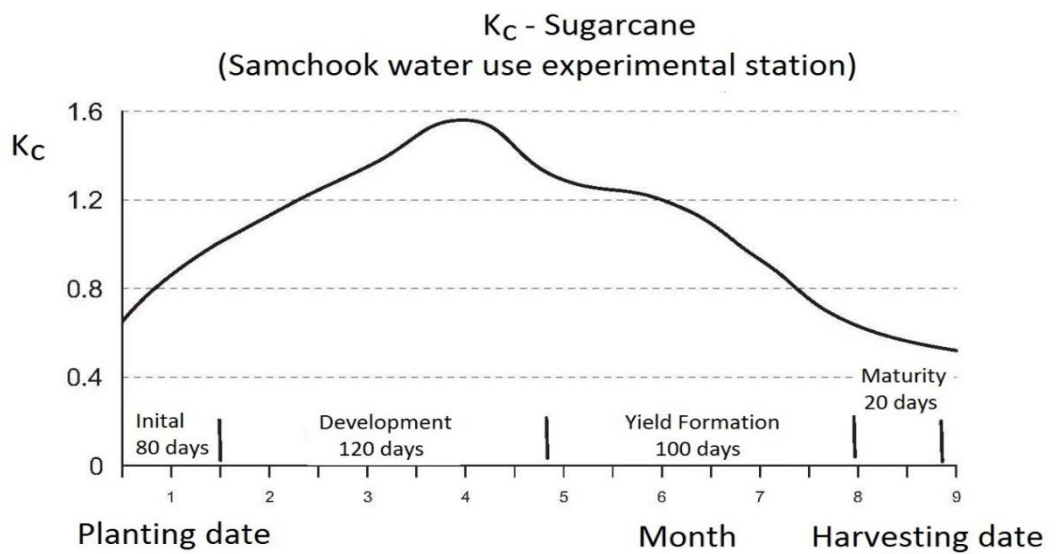


Figure 6-6 Growth stage of sugarcane

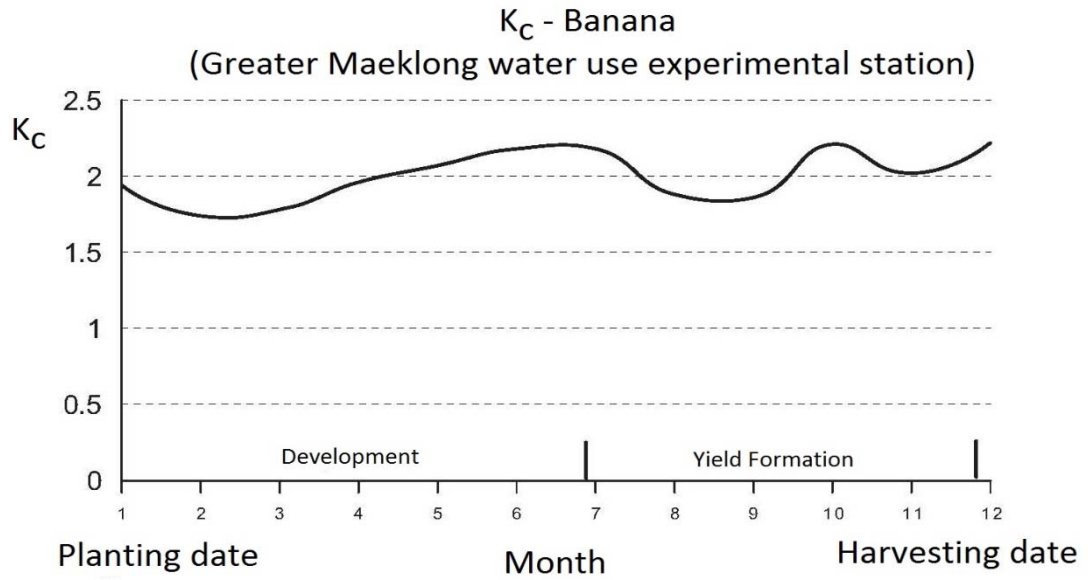


Figure 6-7 Growth stage of banana

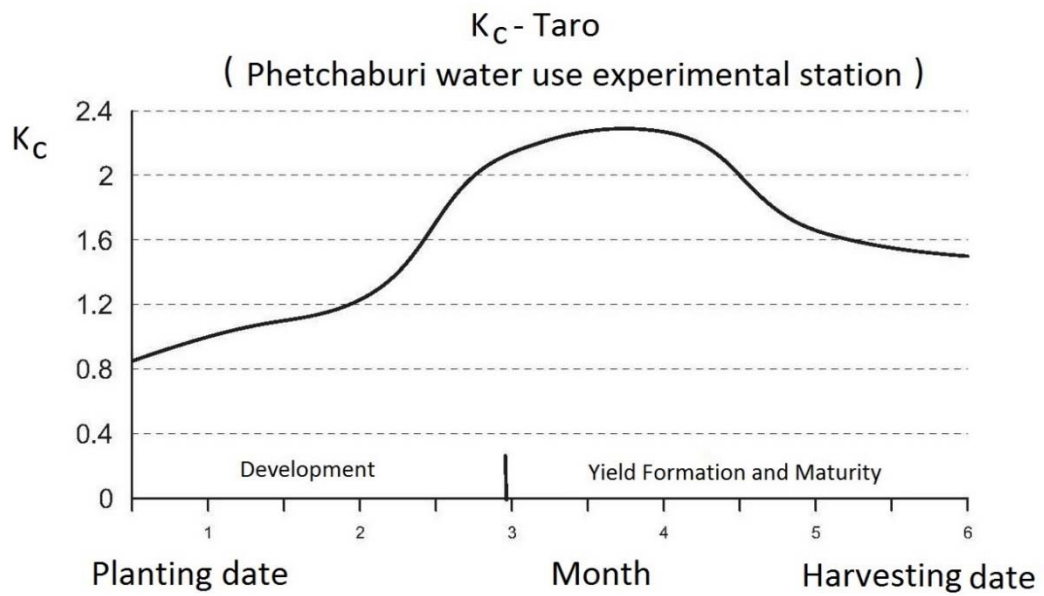


Figure 6-8 Growth stage of taro

Table 6-4 Cropping pattern of Pranburi O&M project

= Land Preparation
 = Elonging & booting
 =Heading & Flowering & Ripening
 = Constant Kc

Month	Jan			Feb			Mar			Apr			May			June			July			August			September			October			November			December					
Decade	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Season	Dry Season															Wet Season																							
Rice-direct seedling																																							
Rice-transplanting																																							
Sugarcane																																							
Fruit & Tree																																							
Banana																																							
Pineapple with Grass Cover																																							
Aloe vera																																							
Oil Palm																																							
Rubber Tree																																							
Aquaculture																																							

6.2 Maximum height and rooting depth

Maximum height and maximum rooting depth of all crops in Pranburi O&M project obtained from FAO (2004) and USDA (2016) are shown in **Table 6-5**. Rubber tree has the highest value of maximum height with 1.0 meter whereas the lowest crops are chinese kale and cucumber with 0.3 meter. The longest maximum rooting depth is sugarcane with 1.2 meters and the lowest is chinese kale and cucumber.

Table 6-5 Maximum height and maximum rooting depth

Crop	Maximum height (m)	Maximum rooting depth (m)
Rice	1.0	0.5
Sugarcane	3.0	1.2
Fruit & Tree		
- Banana	4.0	0.5
- Pineapple with glass cover	1.2	0.6
- Aloe vera	0.9	0.6
- Oil palm	8.0	1.0
- Rubber tree	10	1.0
Upland crops		
- Peanut	0.4	0.4
- Taro	1.2	1.0
Vegetable		
- Tomato	0.6	0.4
- Chinese Kale	0.3	0.3
- Cow peas	0.5	0.5
- Cucumber	0.3	0.3
- Asparagus	0.8	0.6

7 Meteorological data

7.1 Meteorological data collected by Thai Meteorological Department

Meteorological data during 1985-2016 obtained from Thai Meteorological Department (TMD). There are three climate stations closets to the project area i.e. Prachuap, HuaHin and Nongplub (**Table 7-1**). Meteorological data used as input data for a model to estimate optimal agricultural water supply are rainfall, relative humidity, wind speed, sunrise hour. Details of data are presented in **Table 7-2**.

Table 7-1 Climate stations around Pranburi O&M project

Station ID	Station name	Latitude	Longitude	Elevation	Wind speed height
500201	Prachuap	11.83	99.83	4.28	11.5
500202	Hua Hin	12.58	99,95	4.73	13.48
500301	Nongplub	12.58	99.73	106.2	10.15

Table 7-2 Meteorological data used in a model

Station		Rainfall	Relative humidity	Wind speed	Sunrise hour	Temperature
500201	Periods	1985-2016	1985-2016	1985-2016	1985-2016	1985-2016
500202	Periods	1985-2016	1985-2016	1985-2016	1985-2016	1985-2016
500301	Periods	1985-2016	2007-2016	2005-2016	1985-2016	2007-2016

7.2 Meteorological data collected by Pranburi O&M project

Pranburi O&M project has 11 rainfall stations in the project area. The coordinates of all stations are shown in **Table 7-3**.

Table 7-3 Coordinates of rainfall stations of Pranburi O&M project

Rainfall stations	Coordinate (Lat,Lon) , (UTM)
1. Station PR-3A	12.469469 N , 99.795558 E / 586453 E , 1378597 N
2. Station WMS 2	12.376679 N , 99.888161 E / 596551 E , 1368367 N
3. Station WMS 3	12.146923 N , 99.847378 E / 592197 E , 1342943 N
4. Station WMS 4	12.068504 N , 99.856269 E / 593192 E , 1334274 N
5. Ban Tha-Wang-Hin	12.359679 N , 99.727656 E / 579107 E , 1366434 N
6. Ban Preak-Tra-Kro	12.361974 N , 99.600339 E / 565264 E , 1366653 N
7. Ban Klong-Noi	12.443075 N , 99.571270 E / 562085 E , 1375615 N
8. Ban Huay-Pheung	12.492621 N , 99.581904 E / 563229 E , 1381097 N
9. Ban Pa La Ou	12.508462 N , 99.520107 E / 556510 E , 1382834 N
10. Ban HuaySok	12.659646 N , 99.538321 E / 558455 E , 1399557 N
11. Ban Nuean 700	12.358921 N , 99.451144 E / 549045 E , 1366284 N

7.3 The use of meteorological and rainfall data based on KRC's monitoring stations

Meteorological and rainfall data obtained from Thai meteorological Department (TMD), Pranburi O&M project and KRC's raingages were analyzed using Thiessen polygon method to define the station weights of the meteorological and rain gage stations. Details of meteorological and rainfall station weight are given in **Table 7-4**. In case of rain gage, there are 2 options in determining station weights; (1) project rain gages + TMD rain gages (2) project rain gages+TMD rain gages+KRC rain gages. **Figure 7-1** to **7-3** show Thiessen polygon using different sources of meteorological and rainfall stations.

Table 7-4 Meteorological and rainfall station weights based on Thiessen polygon method

No.	Block name ¹	Location	Command area ² Hec	Meteorological station weights				Rainfal station weights(w/o KRC raingages) ³					Rainfal station weights(w/ KRC raingages) ⁴					
				Hua Hin	Nong Plub	Prachaup Kri Khun	Total	WMS2	WMS3	WMS4	Prachaup Kri Khun	Total	WMS2	TPR12	WMS3	WMS4	TPR15	Total
1	TPR10	MC. km.0+000	37710	0.30	0.10	0.60	1.00	0.33	0.33	0.34		1.00	0.15	0.20	0.20	0.30	0.15	1.00
2	TPR11	MC. km.6+900	37710	0.30	0.10	0.60	1.00	0.33	0.33	0.34		1.00	0.15	0.20	0.20	0.30	0.15	1.00
3	MC1	MC. km.11+960	34900	0.30	0.10	0.60	1.00	0.33	0.33	0.34		1.00	0.15	0.20	0.20	0.30	0.15	1.00
4	MC1-1	12L-1L km.0+000	2810	0.90	0.10		1.00	1.00				1.00	1.00					1.00
5	MC1-2	12L-1R km.0+000	2740	0.90	0.10		1.00	1.00				1.00	1.00					1.00
6	SC1	12L-1R km.9+530	990	1.00			1.00	1.00				1.00	1.00					1.00
7	SC1-1	12L-1R-10R km.0+000	560	1.00			1.00	1.00				1.00	1.00					1.00
8	SC2	16L km.5+890	1360	1.00			1.00	1.00				1.00	1.00					1.00
9	SC2-1	16L-6L km.0+000	220	1.00			1.00	1.00				1.00	1.00					1.00
10	MC2	MC. Km.19+250	27600	0.17	0.08	0.75	1.00	0.10	0.45	0.45		1.00		0.25	0.25	0.35	0.15	1.00
11	MC2-1	19L km.0+000	2320	0.90	0.10		1.00	1.00				1.00	0.70	0.30				1.00
12	MC2-2	19L-1L km.0+000	1250	0.90	0.10		1.00	1.00				1.00	1.00					1.00
13	SC3	19L-1L km.3+570	380	1.00			1.00	1.00				1.00	1.00					1.00
14	SC3-1	19L-1L-4R km.0+000	280	1.00			1.00	1.00				1.00	1.00					1.00
15	TPR12	MC. Km.29+280	23080	0.06	0.03	0.91	1.00	0.45	0.55			1.00		0.10	0.30	0.40	0.20	1.00
16	TPR12-1	29L km.0+000	1640	0.50	0.50		1.00	1.00				1.00	1.00					1.00
17	SC4	29L km.3+500	690	1.00			1.00	1.00				1.00	1.00					1.00
18	SC4-1	29L-4L km.0+000	600	1.00			1.00	1.00				1.00	1.00					1.00
19	MC3N	MC. km.31+500	20680			1.00	1.00	0.40	0.60			1.00		0.01	0.33	0.44	0.22	1.00
20	MC3N-1	31L km.0+000	1500			1.00	1.00		1.00			1.00		0.90	0.10			1.00
21	SC5	31L km.5+800	320			1.00	1.00		1.00			1.00		1.00				1.00
22	SC5-1	31L-5R km.0+000	310			1.00	1.00		1.00			1.00		1.00				1.00
23	MC3	MC. km.39+100	18420			1.00	1.00		0.20	0.80		1.00		0.25	0.50	0.25		1.00
24	MC3-1	39L km.0+000	650			1.00	1.00		1.00			1.00		1.00				1.00
25	TPR13	MC. km.46+380	11190			1.00	1.00			0.95	0.05	1.00				0.50	0.50	1.00
26	SC7	46L km.5+100	3330			1.00	1.00		0.30	0.70		1.00			0.50	0.50		1.00
27	SC7-1	46L-5R km.0+000	1260			1.00	1.00			1.00		1.00						1.00
28	SC8	46L km.10+500	1610			1.00	1.00		0.60	0.40		1.00			1.00			1.00
29	SC8-1	46L-10L km.0+000	440			1.00	1.00		1.00			1.00		0.70	0.30			1.00
30	SC9	46L km.15+800	250			1.00	1.00		1.00			1.00		1.00				1.00
31	TPR14	MC. km.48+785	11190			1.00	1.00			0.95	0.05	1.00				0.50	0.50	1.00
32	MC4	MC. km.52+800	8050			1.00	1.00			0.90	0.10	1.00				0.40	0.60	1.00
33	MC4-1	52L km.0+000	2330			1.00	1.00			1.00		1.00			1.00			1.00
34	SC10	52L km.10+238	100			1.00	1.00			1.00		1.00					1.00	1.00
35	MC5	MC. km.59+000	4000			1.00	1.00			0.80	0.20	1.00					1.00	1.00
36	MC5-1	59L km.0+000	1070			1.00	1.00			1.00		1.00					1.00	1.00
37	TPR15	MC. km.65+170	0			1.00	1.00			1.00		1.00					1.00	1.00
38	TPR15-1	65L km.0+000	1800			1.00	1.00			0.70	0.30	1.00					1.00	1.00

Remark:

¹ Block name is given by the name of KRC monitoring station, i.e.

MC1 is the block name on the main canal while MC1-1 is the block name on the secondary canal.

SC1 is the block name on the secondary canal while SC1-1 is the block name on the tertiary canal.

² Command area is the total irrigation area that will get an irrigation water entering the block.

³ Rain gage "PR3A" has no influence on irrigation area since WMS 1 has no cultivation area.

⁴ Rain gages "PR3A" and "TPR10" have no influence on irrigation area since WMS 1 has no cultivation area.

⁵ Meteorological and rainfall station weight based on Thiessen Polygon

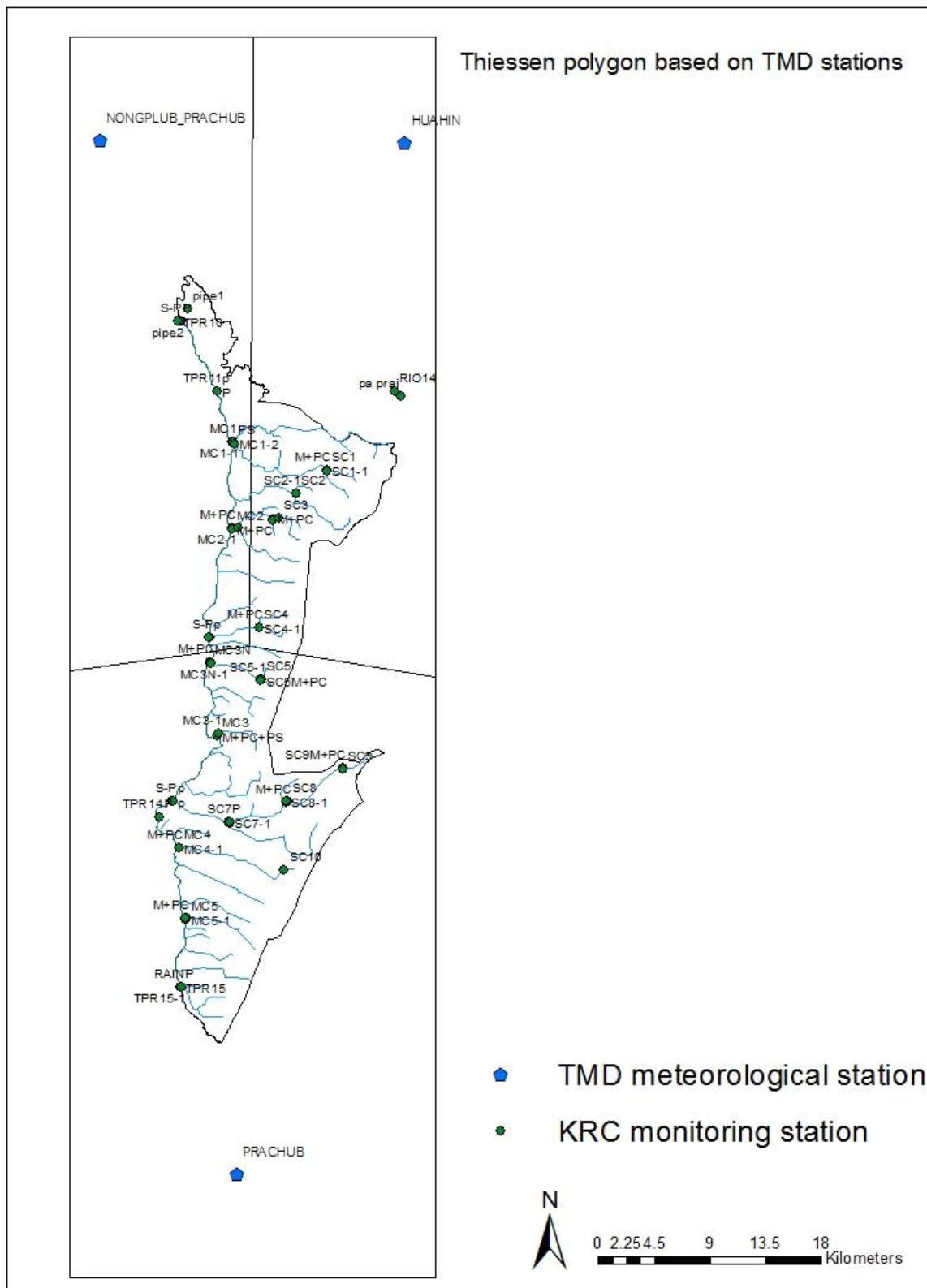


Figure 7-1 Thiessen polygon based on TMD meteorological stations

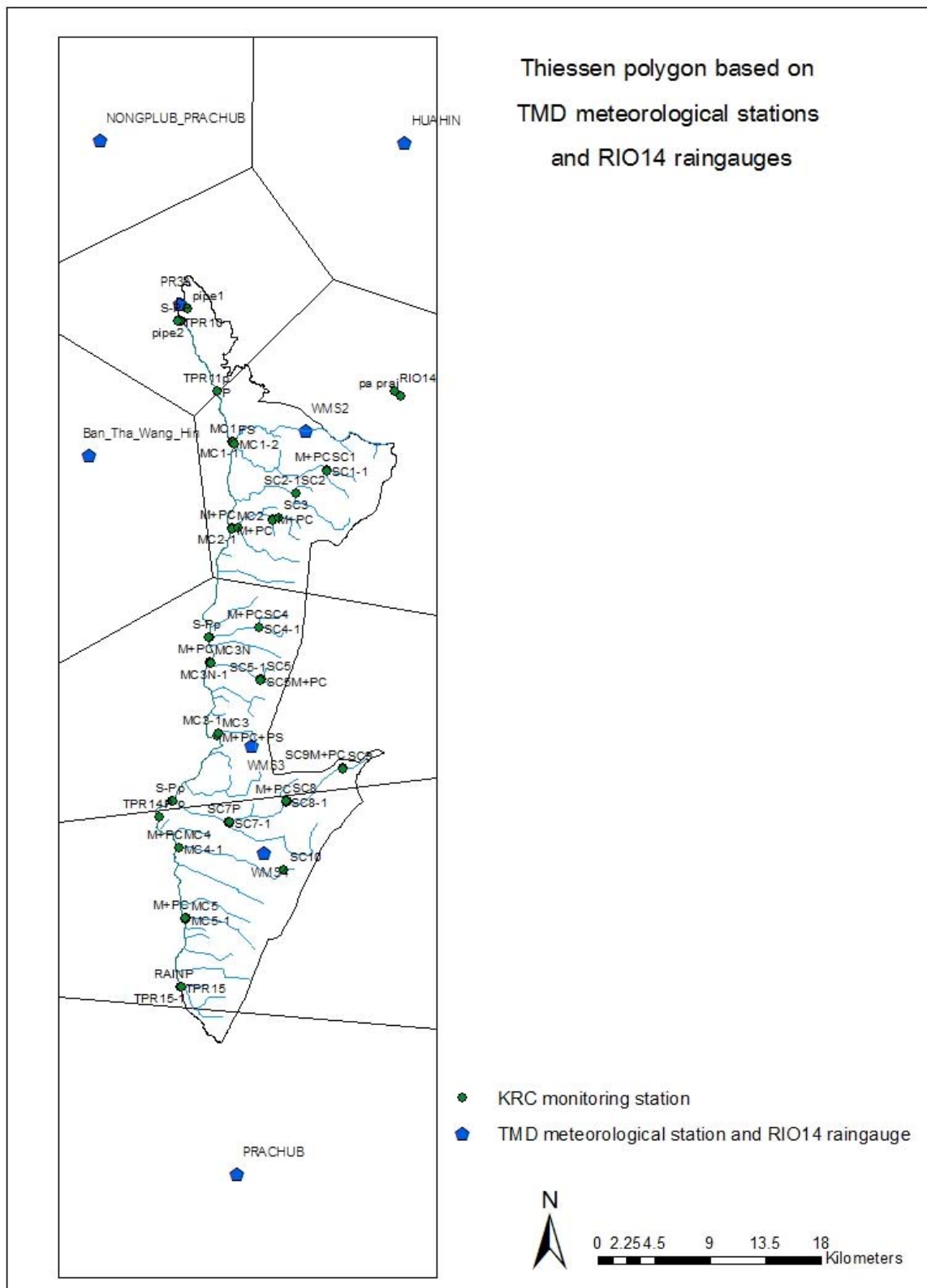


Figure 7-2 Thiessen polygon based on TMD meteorological stations and RIO14 raingauges

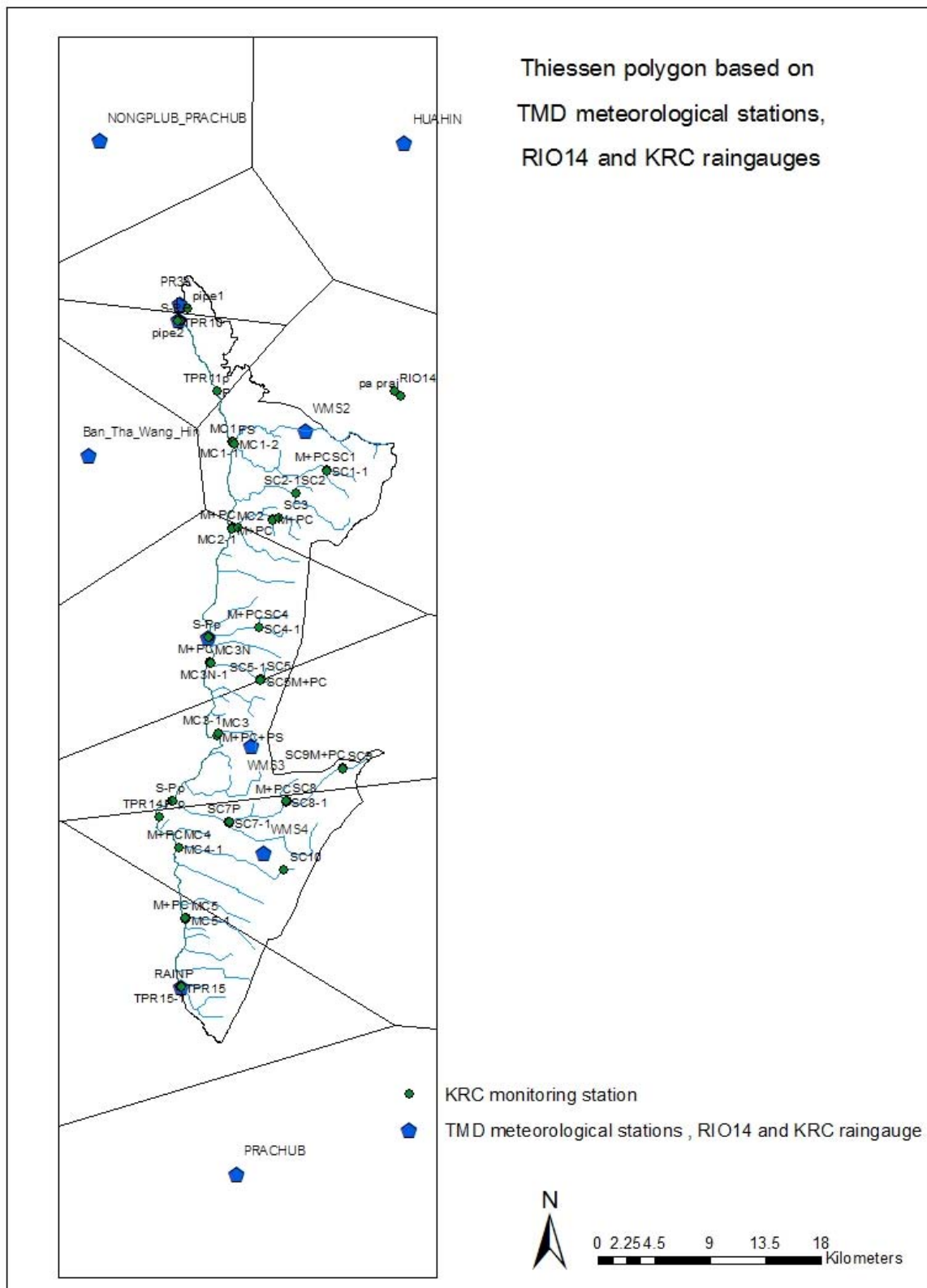


Figure 7-3 Thiessen polygon based on TMD meteorological stations , RIO14 and KRC rain gauges

8 Soil series

Soil series map were prepared by Land Development Department. There are 30 soil series in the Pranburi O&M project area. Pranburi coarse loamy variant (Pr&Pr-col) is the soil series which is founded the most in this area followed by KhamphaengPhet fine loamy variant and Pranburi soils (Kp-fl&Pr). **Figure 8-1** indicated the location of soil series in the project area. **Table 8-1** indicates soil series names and soil series symbols.

Soil properties are indicated in **Table 8-2 and 8-3**. Properties of each soil type; field capacity, permanent wilting point; infiltration rate; bulk density were prepared based on information from Israelsen and Hansen (1962); Yingjajaval and Sangkhasila (n.d.).

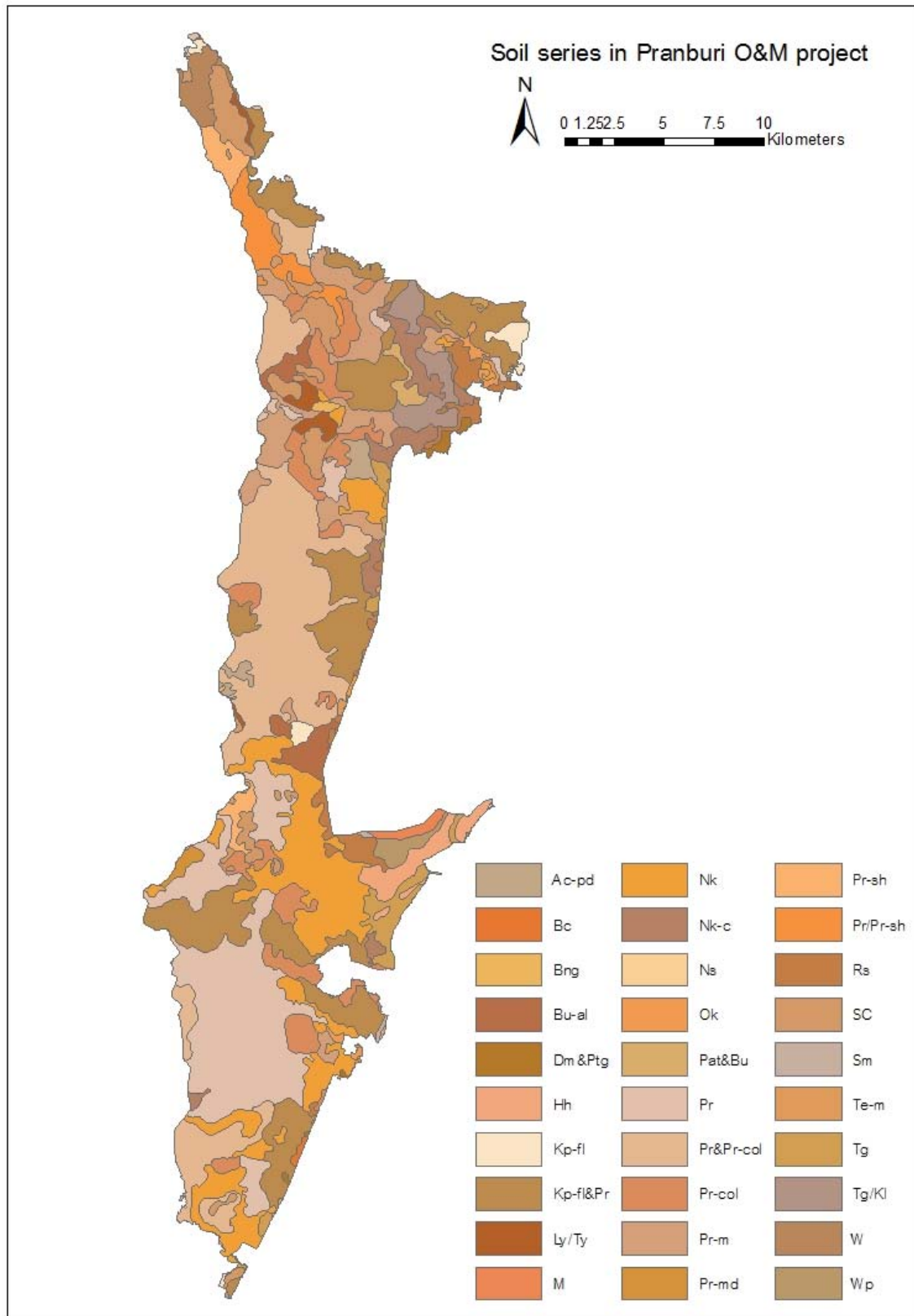


Figure 8-1 Soil series map in Pranburi O&M project

Table 8-1 Soil series names and symbols

Soil_Name	Symbole
Alluvial soils , poorly drained complex	Ac-pd
Bacho series	Bc
Bung Chanang series	Bng
SaiBuri , alkaline variant	Bu-al
Dong Muang and Phan Thong soils	Dm&Ptg
Hua Hin series	Hh
KamphaengPhetch , fine loamy variant	Kp-fl
KhamphaengPhet fine loamy variant and PranBuri soils	Kp-fl&Pr
Latya / Tha Yang association	Ly/Ty
Marsh	M
NongKae series	Nk
NongKae , clayey variant	Nk-c
NakhonSawan series	Ns
Ongkharak series	Ok
Phak Kat and SaiBuri soils	Pat&Bu
Pranburi series	Pr
PhanBuri ,coarse loamy variant	Pr-col
PhanBuri , mottle variant	Pr-m
PhanBuri , moderately deep phase	Pr-md
PhanBuri , shallow phase	Pr-sh
PranBuri and PranBuri , coarse loamy variant	Pr&Pr-col
PranBuri / PranBuri , shallow phase association	Pr/Pr-sh
Rangsit series	Rs
Slope complex	SC
SamutPrakan series	Sm
ThaSae , mottle variant	Te-m
Thungwa series	Tg
ThungWa/Klaeng soils	Tg/Kl
Wang Priang series	Wp

Table 8-2 Texture, field capacity and permanent wilting point of soil series

Symbol	Texture / Texture index				Field capacity (FC) (% by volume)				Permanent wilting point (PWP) (% by volume)		
	%sand	%silt	%clay	TI*	FC (%)*	range FC (%)*	FC (%)** at -0.01 metric potential (Mpa)	FC (%)** at -0.033 metric potential (Mpa)	PWP (%)*	range PWP (%)*	PWP** at -1.5 metric potential (Mpa)
Bc	88.25	7.58	4.17	15.269	14.9	9.9-19.8	15.66	8.55	6.6	3.3-9.9	1.868
Bng	32.5	34	33.5	46.95	36.5	31.1-41.9	36.09	32.43	17.6	14.9-20.3	20.204
Bu-al	34	39	27	42.1	30.8	25.2-36.4	34.11	30.11	14	11.2-16.8	18.424
Dm&Ptg	72.5	6	21.5	30.55	36.5	31.1-41.9	28.27	23.29	17.6	14.9-20.3	13.189
Hh	92.5	3.75	3.75	14.125	14.9	9.9-19.8	14.24	6.89	6.6	3.3-9.9	0.597
Kp-fl	34	39	27	42.1	30.8	25.2-36.4	34.11	30.11	14	11.2-16.8	18.424
Kp-fl&Pr	34	39	27	42.1	30.8	25.2-36.4	34.11	30.11	14	11.2-16.8	18.424
Ly/Ty	34	39	27	42.1	30.8	25.2-36.4	34.11	30.11	14	11.2-16.8	18.424
Nk	76	14	10	21.8	21.0	15.0-27.0	22.13	16.12	9	6.0-12.0	7.681
Nk-c	76	14	10	21.8	21.0	15.0-27.0	22.13	16.12	9	6.0-12.0	7.681

Table 8-2 (con't) Texture, field capacity and permanent wilting point of soil series

Symbol	Texture / Texture index				Field capacity (FC) (% by volume)				Permanent wilting point (PWP) (% by volume)		
	%sand	%silt	%clay	TI*	FC (%)*	range FC (%)*	FC (%)**	FC (%)**	PWP (%)*	range PWP (%)*	PWP**
							at -0.01 metric potential (Mpa)	at -0.033 metric potential (Mpa)			at -1.5 metric potential (Mpa)
Ns	76	14	10	21.8	21.0	15.0-27.0	22.13	16.12	9	6.0-12.0	7.681
Ok	22.5	20	57.5	65.75	43.8	38.8-48.8	42.22	39.59	21.3	18.8-23.8	25.701
Pat&Bu	34	39	27	42.1	30.8	25.2-36.4	34.11	30.11	10	8-12	18.424
Pr	76	14	10	21.8	21.0	15.0-27.0	22.13	16.12	9	6.0-12.0	7.681
Pr-col	76	14	10	21.8	21.0	15.0-27.0	22.13	16.12	9	6.0-12.0	7.681
Pr-m	76	14	10	21.8	21.0	15.0-27.0	22.13	16.12	9	6.0-12.0	7.681
Pr-md	76	14	10	21.8	21.0	15.0-27.0	22.13	16.12	9	6.0-12.0	7.681
Pr-sh	76	14	10	21.8	21.0	15.0-27.0	22.13	16.12	9	6.0-12.0	7.681
Pr&Pr-col	76	14	10	21.8	21.0	15.0-27.0	22.13	16.12	9	6.0-12.0	7.681
Pr/Pr-sh	76	14	10	21.8	21.0	15.0-27.0	22.13	16.12	9	6.0-12.0	7.681

Table 8-2 (con't) Texture, field capacity and permanent wilting point of soil series

Symbol	Texture / Texture index				Field capacity (FC) (% by volume)				Permanent wilting point (PWP) (% by volume)		
	%sand	%silt	%clay	TI*	FC (%)*	range FC (%)*	FC (%)** at -0.01 metric potential (Mpa)	FC (%)** at -0.033 metric potential (Mpa)	PWP (%)*	range PWP (%)*	PWP** at -1.5 metric potential (Mpa)
Rs	22.5	20	57.5	65.75	43.8	38.8-48.8	42.22	39.59	21.3	18.8-23.8	25.701
Sm	22.5	20	57.5	65.75	43.8	38.8-48.8	42.22	39.59	21.3	18.8-23.8	25.701
Te-m	76	14	10	21.8	21.0	15.0-27.0	22.13	16.12	9	6.0-12.0	7.681
Tg	76	14	10	21.8	21.0	15.0-27.0	22.13	16.12	9	6.0-12.0	7.681
Tg/Kl	76	14	10	21.8	21.0	15.0-27.0	22.13	16.12	9	6.0-12.0	7.681
Wp	32.5	34	33.5	46.95	36.5	31.1-41.9	36.09	32.43	17.6	14.9-20.3	20.204

Remark: * Israelsen and Hansen (1962)

** Yingjaval and Sangkhasila (n.d.)

Table 8-3 Infiltration rate and bulk density

Symbol	Infiltration rate (IR) (mm/hr)					Bulk density (BD) (m ³ m ⁻³) (g/cc)		
	IR*(mm/hr)	Range of IR* (mm/hr)	Max IR*** (mm/hr)	Max IR*** (mm/hr)	IR**(mm/hr)	BD* (m ³ m ⁻³)	Range of BD* (m ³ m ⁻³)	BD** (m ³ m ⁻³)
			No vegetation	Dense vegetation				
Bc	112.889	25.4-254	127	254	11.9	1.62	1.55-1.80	1.56
Bng	7.62	2.54-15.24	59.3	118.3	4.7	1.35	1.30-1.40	1.39
Bu-al	12.7	7.62-20.32	76.2	152	5.8	1.4	1.35-1.50	1.42
Dm&Ptg	7.62	2.54-15.24	59.3	118.3	8.4	1.35	1.30-1.40	1.48
Hh	50.8	25.4-254	127	254	12.2	1.65	1.55-1.80	1.56
Kp-fl	12.7	7.62-20.32	76.2	152	5.8	1.4	1.35-1.50	1.42
Kp-fl&Pr	12.7	7.62-20.32	76.2	152	5.8	1.4	1.35-1.50	1.42
Ly/Ty	12.7	7.62-20.32	76.2	152	5.8	1.4	1.35-1.50	1.42
Nk	25.4	12.7-76.2	93.13	186	10.4	1.5	1.40-1.60	1.52
Nk-c	25.4	12.7-76.2	93.13	186	10.4	1.5	1.40-1.60	1.52

Table 8-3 (con't) Infiltration rate and bulk density

Symbol	Infiltration rate (IR) (mm/hr)					Bulk density (BD) (m ³ m ⁻³) (g/cc)		
	IR*(mm/hr)	Range of IR* (mm/hr)	Max IR*** (mm/hr)		IR**(mm/hr)	BD* (m ³ m ⁻³)	Range of BD* (m ³ m ⁻³)	BD** (m ³ m ⁻³)
			No vegetation	Dense vegetation				
Ns	25.4	12.7-76.2	93.13	186	10.4	1.5	1.40-1.60	1.52
Ok	5.08	1.27-10.16	25.4	51	0.4	1.25	1.20-1.30	1.30
Pat&Bu	12.7	7.62-20.32	76.2	152	5.8	1.4	1.35-1.50	1.42
Pr	25.4	12.7-76.2	93.13	186	10.4	1.5	1.40-1.60	1.52
Pr-col	25.4	12.7-76.2	93.13	186	10.4	1.5	1.40-1.60	1.52
Pr-m	25.4	12.7-76.2	93.13	186	10.4	1.5	1.40-1.60	1.52
Pr-md	25.4	12.7-76.2	93.13	186	10.4	1.5	1.40-1.60	1.52
Pr-sh	25.4	12.7-76.2	93.13	186	10.4	1.5	1.40-1.60	1.52
Pr&Pr-col	25.4	12.7-76.2	93.13	186	10.4	1.5	1.40-1.60	1.52
Pr/Pr-sh	25.4	12.7-76.2	93.13	186	10.4	1.5	1.40-1.60	1.52

Table 8-3 (con't) Infiltration rate and bulk density

Symbol	Infiltration rate (IR) (mm/hr)					Bulk density (BD) (m ³ m ⁻³) (g/cc)		
	IR*(mm/hr)	Range of IR* (mm/hr)	Max IR*** (mm/hr)	Max IR*** (mm/hr)	IR**(mm/hr)	BD* (m ³ m ⁻³)	Range of BD* (m ³ m ⁻³)	BD** (m ³ m ⁻³)
			No vegetation	Dense vegetation				
Rs	5.08	1.27-10.16	25.4	51	0.4	1.25	1.20-1.30	1.30
Sm	5.08	1.27-10.16	25.4	51	0.4	1.25	1.20-1.30	1.30
Te-m	25.4	12.7-76.2	93.13	186	10.4	1.5	1.40-1.60	1.52
Tg	25.4	12.7-76.2	93.13	186	10.4	1.5	1.40-1.60	1.52
Tg/Kl	25.4	12.7-76.2	93.13	186	10.4	1.5	1.40-1.60	1.52
Wp	7.62	2.54-15.24	93.13	186	4.7	1.35	1.30-1.40	1.39

Remark: * Israelsen and Hansen (1962)

** Yingjaval and Sangkhasila (n.d.)

9 List of Pranburi O&M project database

All database files of Pranburi O&M project collected from relevant government agencies such as Royal Irrigation Department, Regional Irrigation Office 14, Meteorological Department, Land Development Department and Pranburi O&M project are listed in **Appendix D**. Folders and the name of each file are presented.

References

- Allen, R.G., Pereira, L.S., Raes, D. and M. Smith (2006), Crop evapotranspiration: guidelines for computing crop water requirement, FAO Irrigation and Drainage Paper No.56, 335p.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2004). Scaling soil nutrient balances enabling mesolevel applications for African realities. FAO Fertilizer and Plant Nutrition Bulletin 15.
- Isaragkool Na Ayutthaya, S. (2012), Economics tree water requirements estimating for optimum watering, Khon Kaen Agr.J. 40:279-290.
- Israelsen, O.W. and Hansen, V.E. (1962). Irrigation principles and practices. Willey: University of Michigan.
- Royal Irrigation Department. (2012a). Canal Structure Calibration Report for RID Office 14, Funded by Irrigation Revolving Fund, Office of Water Management and Hydrology, 22p.
- Royal Irrigation Department (2012b), Crop coefficient (Kc) for Penman-Monteith, Water Use Section, Office of Water management and Hydrology, 42 p.
- Yingjajaval, S. and Sangkhasila, K. (n.d.). Water retention of major soil series of Thailand. Proceeding of the International Agricultural Engineering Conference and Exhibition: Volume III. Soil and Water Engineering, 987-996.
- United States Department of Agriculture. (2016). Chapter 11 sprinkle irrigation. National Engineering Handbook Part 623.

Appendix - A

Water Allocation Scheduling and Monitoring Program of Pranburi O&M Project

The program “Water Allocation Scheduling and Monitoring or WASAM” was developed in 2015 on purpose to estimate the required discharge from Pranburi Reservoir to each target irrigation area (or each canal section) and to 5 pipeline systems for domestic uses in Hua Hin and Pranburi districts. The program is capable of recording the monitoring discharges in each canal section on weekly basis.

Under WASAM concept, the main canal and its distributreries and the pipeline systems are divided into 48 canal sections. Canal section no.(CSN) 1 is defined as the main canal. CSN 2-42 are the secondary canal (12L-66L) and theirs distributreries. CSN 43-48 are the pipelines. The detail of CSN and its irrigation area are shown in Table A1.

There are varieties of crops grown in Pranburi O&M project. WASAM classifies the crops into 6 catagories namely: Rice, Upland Crops & Vegetables, Fruit & Trees, Sugarcane, Other Crops and Aquaculture(Fish & Shrimp). The weekly irrigation water requirements are estimated by the equation below.

$$Q1(t, k) = \sum_j^6 \left\{ \frac{(ETo(t) * Kc(t, j) - D(k) - Re(t, k)) * A(k, j)}{378,000 * Ei} \right\} + L(k)$$

where

$Q1(t, k)$ = Required discharge for agriculture for week= t and $CSN=k$ (m^3/s)

$ETo(t)$ =Reference crop evapotranspiration of week= t (mm.)

$Kc(t, j)$ =Crop coefficient for week= t and crop= j

j =Crop catagories; 1=Rice, 2=Upland Crops &Vegetables,3= Fruit & Trees,
4=Sugarcane, 5=Other Crops, 6=Aquaculture

$D(k)$ =Adjustment factor for compensating field water status for $CSN=k$ (mm.)

This value ranges -5 to 5; -5=Very wet, -3=Wet, 0=Normal, 3=Dry, 5=Very dry

$Re(t,k)$ =Estimated effective rainfall (mm.)

$A(k,j)$ =Cultivated area of crop= j in $CSN=k$ (rai)

Ei =Field irrigation efficiency=0.8

$L(k)$ =Conveyance loss of $CSN=k$

$L(k)$ =Canal loss rate * Canal Length

Canal loss rate for main canal = $0.01875 m^3/s/km.$, the rate for secondary and its distributreries is 50% of the main canal loss rate.

$Q2(k) =$ Required pipe flow rate for $CSN = k$

The weekly water delivery to 6 pipelines are fixed as a constant flow rate for each pipeline system. The detail of pipeline systems is given in Table A2.

The weekly crop coefficients of 6 crop categories are shown in Table A3. The weekly effective rainfall in each canal section in Water Master Section 1-4 are shown on Table A4-A7 respectively.

The weekly water delivery from the reservoir is estimated by equation below.

$$Q(t) = \sum_{k=1}^{48} \{Q1(t, k) + Q2(k)\}$$

Table A1 Canal Sections and their irrigation area

WMS	CSN	Canal name	Area (rai)						
			Rice	Upland Crops & Vegetables	Fruit & Trees	Sugarcane	Other Crops	Aquaculture	Water Work Detention Ponds
1	1	Main canal							0
2	2	12L-1R	2,179	2,154	4,126	680	0	245	18
	3	12L-1R-5L	0	0	0	0	0	0	0
	4	12L-1L	469	3,444	5,477	522	0	2,329	17
	5	12L-1L-4R	0	0	0	0	0	0	0
	6	16L	2,013	2,908	2,221	97	0	184	15
	7	16L-6L	0	0	692	0	0	0	0
	8	19L	1,112	2,238	3,478	262	2,932	114	29
	9	19L-1L	463	12	0	0	0	0	0
	10	19L-1L-2L	196	0	0	0	0	114	0
	11	22L	0	0	2,050	0	0	0	0
	12	23L	1,303	4,625	4,612	526	0	579	5
	13	28L	28	741	1,900	0	0	0	9
	3	14	29L	1,291	0	1,723	0	2,423	0
15		29L-4L	1,523	0	1,496	0	0	41	15
16		30L	896	0	1,407	78	2,574	0	8
17		31L	1,793	0	3,900	139	2,724	51	7
18		31L-5R	0	0	550	0	0	0	0
19		34L	1,745	0	1,746	246	1,389	0	7
20		34L-4L	0	0	241	0	0	0	0
21		35L	813	0	0	0	1,982	0	2
22		36L	576	0	0	0	0	0	4
23		39L	2,145	29	629	0	628	0	0
24		40L	0	0	0	0	0	0	0
25		41L	719	0	730	0	825	21	0
26		44L	3,012	0	1,114	328	942	0	4
27		44L-4L	151	0	14	0	400	0	0
28	46L	6,459	0	4,326	156	948	2,243	70	
29	46L-5R	7,972	0	1,107	0	230	395	0	
4	30	50L	0	197	411	0	775	0	0
	31	51L	62	299	1,717	0	1,409	0	0
	32	52L	3,584	357	5,553	54	1,374	123	0
	33	52L-10R	0	0	0	0	0	0	0
	34	54L	169	340	3,948	144	1,697	221	0
	35	58L	58	0	5,151	72	219	0	0
	36	59L	518	75	1,094	48	633	88	28
	37	60L	0	0	613	0	106	0	0
	38	61L	0	193	722	0	275	0	0
	39	62L	0	686	1,227	127	959	0	0
	40	64L	89	55	2,033	9	3,309	0	13
	41	66L-1R	0	0	2,517	0	2,321	0	0
	42	66L-1R-3R	177	0	642	0	824	0	10
		43	Tanarachata Camp						
	44	Hua Hin Water Work 1							
	45	Hua Hin Water Work 2							
	46	Hua Hin Water Work 3							
	47	Pranburi Water Works							
	48	Private Companies							

Table A2 Required discharge for pipeline systems		
Pipelines	Pipe diameter(m.)	Required Q(m ³ /s)
Tanarachata Camp	1.0	0.39
Hua Hin Water Work 1	0.5	0.28
Hua Hin Water Work 2	0.5	0.75
Hua Hin Water Work 3	0.5	1.18
Pranburi Water Works	0.5	0.42
Private Companies	1.0	0.38

Table A3 Weekly reference crop evapotranspiration and crop coefficients

Week	From	To	ET _o	K _c					
			(mm.)	Rice	Upland Crops & Vegetables	Fruit & Trees	Sugarcane	Other Crops	Aquaculture
1	29-Dec-14	4-Jan-15	31.25	1.00	0.50	0.75	0.63	0.67	1.00
2	5-Jan-15	11-Jan-15	31.25	1.00	0.50	0.75	0.63	0.67	1.00
3	12-Jan-15	18-Jan-15	31.25	1.00	0.50	0.75	0.63	0.67	1.00
4	19-Jan-15	25-Jan-15	31.25	1.00	0.50	0.75	0.63	0.67	1.00
5	26-Jan-15	1-Feb-15	37.75	1.12	0.80	0.75	0.83	0.67	1.12
6	2-Feb-15	8-Feb-15	37.75	1.12	0.80	0.75	0.83	0.67	1.12
7	9-Feb-15	15-Feb-15	37.75	1.12	0.80	0.75	0.83	0.67	1.12
8	16-Feb-15	22-Feb-15	37.75	1.12	0.80	0.75	0.83	0.67	1.12
9	23-Feb-15	1-Mar-15	44.25	1.27	0.70	0.75	1.00	0.67	1.27
10	2-Mar-15	8-Mar-15	44.25	1.27	0.70	0.75	1.00	0.67	1.27
11	9-Mar-15	15-Mar-15	44.25	1.27	0.70	0.75	1.00	0.67	1.27
12	16-Mar-15	22-Mar-15	44.25	1.27	0.70	0.75	1.00	0.67	1.27
13	23-Mar-15	29-Mar-15	45.50	1.18	0.00	0.75	1.13	0.67	1.18
14	30-Mar-15	5-Apr-15	45.50	1.18	0.00	0.75	1.13	0.67	1.18
15	6-Apr-15	12-Apr-15	45.50	1.18	0.00	0.75	1.13	0.67	1.18
16	13-Apr-15	19-Apr-15	45.50	1.18	0.00	0.75	1.13	0.67	1.18
17	20-Apr-15	26-Apr-15	40.50	0.98	0.00	0.75	1.18	0.67	0.98
18	27-Apr-15	3-May-15	40.50	0.98	0.00	0.75	1.18	0.67	0.98
19	4-May-15	10-May-15	40.50	0.98	0.00	0.75	1.18	0.67	0.98
20	11-May-15	17-May-15	40.50	0.98	0.00	0.75	1.18	0.67	0.98
21	18-May-15	24-May-15	40.50	0.00	0.00	0.75	1.18	0.67	0.00
22	25-May-15	31-May-15	37.00	0.00	0.00	0.75	1.18	0.67	0.00
23	1-Jun-15	7-Jun-15	37.00	0.00	0.00	0.75	1.18	0.67	0.00
24	8-Jun-15	14-Jun-15	37.00	1.00	0.00	0.75	1.18	0.67	1.00
25	15-Jun-15	21-Jun-15	37.00	1.00	0.00	0.75	1.13	0.67	1.00
26	22-Jun-15	28-Jun-15	36.00	0.00	0.00	0.75	1.13	0.67	0.00
27	29-Jun-15	5-Jul-15	36.00	0.00	0.00	0.75	1.13	0.67	0.00
28	6-Jul-15	12-Jul-15	36.00	0.00	0.00	0.75	1.13	0.67	0.00
29	13-Jul-15	19-Jul-15	36.00	0.00	0.00	0.75	1.03	0.67	0.00
30	20-Jul-15	26-Jul-15	36.00	0.00	0.00	0.75	1.03	0.67	0.00
31	27-Jul-15	2-Aug-15	33.75	0.00	0.00	0.75	1.03	0.67	0.00
32	3-Aug-15	9-Aug-15	33.75	0.00	0.00	0.75	1.03	0.67	0.00
33	10-Aug-15	16-Aug-15	33.75	0.00	0.00	0.75	0.85	0.67	0.00
34	17-Aug-15	23-Aug-15	33.75	0.00	0.00	0.75	0.85	0.67	0.00
35	24-Aug-15	30-Aug-15	33.25	0.00	0.00	0.75	0.85	0.67	0.00
36	31-Aug-15	6-Sep-15	33.25	0.00	0.00	0.75	0.85	0.67	0.00
37	7-Sep-15	13-Sep-15	33.25	0.00	0.00	0.75	0.65	0.67	0.00
38	14-Sep-15	20-Sep-15	33.25	0.00	0.00	0.75	0.65	0.67	0.00
39	21-Sep-15	27-Sep-15	31.75	1.18	0.00	0.75	0.65	0.67	1.18
40	28-Sep-15	4-Oct-15	31.75	1.18	0.00	0.75	0.65	0.67	1.18
41	5-Oct-15	11-Oct-15	31.75	1.18	0.00	0.75	0.53	0.67	1.18
42	12-Oct-15	18-Oct-15	31.75	1.18	0.00	0.75	0.53	0.67	1.18
43	19-Oct-15	25-Oct-15	31.75	0.98	0.00	0.75	0.53	0.67	0.98
44	26-Oct-15	1-Nov-15	30.25	0.98	0.00	0.75	0.53	0.67	0.98
45	2-Nov-15	8-Nov-15	30.25	0.98	0.00	0.75	0.50	0.67	0.98
46	9-Nov-15	15-Nov-15	30.25	0.98	0.00	0.75	0.50	0.67	0.98
47	16-Nov-15	22-Nov-15	30.25	0.00	0.00	0.75	0.50	0.67	0.00
48	23-Nov-15	29-Nov-15	30.25	0.00	0.00	0.75	0.50	0.67	0.00
49	30-Nov-15	6-Dec-15	29.00	0.00	0.00	0.75	0.00	0.67	0.00
50	7-Dec-15	13-Dec-15	29.00	1.00	0.00	0.75	0.00	0.67	1.00
51	14-Dec-15	20-Dec-15	29.00	1.00	0.00	0.75	0.00	0.67	1.00
52	21-Dec-15	27-Dec-15	29.00	1.00	0.00	0.75	0.00	0.67	1.00

Table A4 Weekly effective rainfall of WMS1

Week	From	To	WMS 1
			Main canal
1	29-Dec-14	4-Jan-15	0
2	5-Jan-15	11-Jan-15	0
3	12-Jan-15	18-Jan-15	0
4	19-Jan-15	25-Jan-15	0
5	26-Jan-15	1-Feb-15	0
6	2-Feb-15	8-Feb-15	0
7	9-Feb-15	15-Feb-15	0
8	16-Feb-15	22-Feb-15	5
9	23-Feb-15	1-Mar-15	0
10	2-Mar-15	8-Mar-15	0
11	9-Mar-15	15-Mar-15	8
12	16-Mar-15	22-Mar-15	0
13	23-Mar-15	29-Mar-15	0
14	30-Mar-15	5-Apr-15	9
15	6-Apr-15	12-Apr-15	9
16	13-Apr-15	19-Apr-15	7
17	20-Apr-15	26-Apr-15	11
18	27-Apr-15	3-May-15	25
19	4-May-15	10-May-15	22
20	11-May-15	17-May-15	33
21	18-May-15	24-May-15	31
22	25-May-15	31-May-15	18
23	1-Jun-15	7-Jun-15	33
24	8-Jun-15	14-Jun-15	30
25	15-Jun-15	21-Jun-15	38
26	22-Jun-15	28-Jun-15	18
27	29-Jun-15	5-Jul-15	21
28	6-Jul-15	12-Jul-15	37
29	13-Jul-15	19-Jul-15	29
30	20-Jul-15	26-Jul-15	33
31	27-Jul-15	2-Aug-15	12
32	3-Aug-15	9-Aug-15	8
33	10-Aug-15	16-Aug-15	26
34	17-Aug-15	23-Aug-15	19
35	24-Aug-15	30-Aug-15	28
36	31-Aug-15	6-Sep-15	35
37	7-Sep-15	13-Sep-15	28
38	14-Sep-15	20-Sep-15	50
39	21-Sep-15	27-Sep-15	50
40	28-Sep-15	4-Oct-15	25
41	5-Oct-15	11-Oct-15	35
42	12-Oct-15	18-Oct-15	20
43	19-Oct-15	25-Oct-15	25
44	26-Oct-15	1-Nov-15	15
45	2-Nov-15	8-Nov-15	0
46	9-Nov-15	15-Nov-15	0
47	16-Nov-15	22-Nov-15	0
48	23-Nov-15	29-Nov-15	0
49	30-Nov-15	6-Dec-15	0
50	7-Dec-15	13-Dec-15	0
51	14-Dec-15	20-Dec-15	0
52	21-Dec-15	27-Dec-15	0

Table A5 Weekly effective rainfall of WMS 2

Week	From	To	WMS 2														
			12L-1R	12L-1R-5L	12L-1L	12L-1L-4R	16L	16L-6L	19L	19L-1L	19L-1L-2L	22L	23L	28L			
1	29-Dec-14	4-Jan-15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	5-Jan-15	11-Jan-15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	12-Jan-15	18-Jan-15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	19-Jan-15	25-Jan-15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	26-Jan-15	1-Feb-15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	2-Feb-15	8-Feb-15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	9-Feb-15	15-Feb-15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	16-Feb-15	22-Feb-15	5	5	6	0	5	13	23	13	6	6	9	23			
9	23-Feb-15	1-Mar-15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	2-Mar-15	8-Mar-15	0	0	6	5		6	6	6	6	6	9	6			
11	9-Mar-15	15-Mar-15	8	8	17	0	8	5	12	5	17	17	13	12			
12	16-Mar-15	22-Mar-15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	23-Mar-15	29-Mar-15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	30-Mar-15	5-Apr-15	9	9	7	0	9	10	6	10	7	7	8	6			
15	6-Apr-15	12-Apr-15	9	9	14	8	9	6	10	6	14	14	17	10			
16	13-Apr-15	19-Apr-15	7	7	15	6	7	6	0	6	15	15	14	0			
17	20-Apr-15	26-Apr-15	11	11	16	5	11	12	13	12	16	16	16	13			
18	27-Apr-15	3-May-15	25	25	25	16	25	22	17	22	25	25	23	17			
19	4-May-15	10-May-15	22	22	26	18	22	25	41	25	26	26	28	41			
20	11-May-15	17-May-15	33	33	50	34	33	45	50	45	50	50	50	50			
21	18-May-15	24-May-15	31	31	26	9	31	22	21	22	26	26	25	21			
22	25-May-15	31-May-15	18	18	28	21	18	17	31	17	28	28	27	31			
23	1-Jun-15	7-Jun-15	33	33	44	26	33	30	41	30	44	44	31	41			
24	8-Jun-15	14-Jun-15	30	30	23	14	30	21	33	21	23	23	27	33			
25	15-Jun-15	21-Jun-15	38	38	28	22	38	30	42	30	28	28	28	42			
26	22-Jun-15	28-Jun-15	18	18	30	12	18	15	17	15	30	30	28	17			
27	29-Jun-15	5-Jul-15	21	21	39	12	21	16	22	16	39	39	37	22			
28	6-Jul-15	12-Jul-15	37	37	30	30	37	25	33	25	30	30	33	33			
29	13-Jul-15	19-Jul-15	29	29	23	16	29	17	31	17	23	23	26	31			
30	20-Jul-15	26-Jul-15	33	33	44	33	33	35	37	35	44	44	33	37			
31	27-Jul-15	2-Aug-15	12	12	29	31	12	27	18	27	29	29	25	18			
32	3-Aug-15	9-Aug-15	8	8	15	13	8	12	16	12	15	15	17	16			
33	10-Aug-15	16-Aug-15	26	26	28	15	26	34	33	34	28	28	29	33			
34	17-Aug-15	23-Aug-15	19	19	36	23	19	32	38	32	36	36	36	38			
35	24-Aug-15	30-Aug-15	28	28	35	17	28	31	43	31	35	35	27	43			
36	31-Aug-15	6-Sep-15	35	35	50	30	35	44	41	44	50	50	50	41			
37	7-Sep-15	13-Sep-15	28	28	36	34	28	34	47	34	36	36	31	47			
38	14-Sep-15	20-Sep-15	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50			
39	21-Sep-15	27-Sep-15	50	50	50	43	50	50	50	50	50	50	50	50			
40	28-Sep-15	4-Oct-15	25	25	46	38	25	45	50	45	46	46	49	50			
41	5-Oct-15	11-Oct-15	35	35	49	48	35	41	50	41	49	49	50	50			
42	12-Oct-15	18-Oct-15	20	20	41	27	20	17	34	17	41	41	33	34			
43	19-Oct-15	25-Oct-15	25	25	40	18	25	35	31	35	40	40	42	31			
44	26-Oct-15	1-Nov-15	15	15	23	15		16	15	16	23	23	23	15			
45	2-Nov-15	8-Nov-15	0	0	0	0	0	0	8	0	0	0	0	8			
46	9-Nov-15	15-Nov-15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
47	16-Nov-15	22-Nov-15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
48	23-Nov-15	29-Nov-15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
49	30-Nov-15	6-Dec-15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
50	7-Dec-15	13-Dec-15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
51	14-Dec-15	20-Dec-15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
52	21-Dec-15	27-Dec-15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			

Table A6 Weekly effective rainfall of WMS 3

Week	From	To	WMS 3															
			29L	29L-4L	30L	31L	31L-5R	34L	34L-4L	35L	36L	39L	40L	41L	44L	44L-4L	46L	46L-5R
1	29-Dec-14	4-Jan-15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	5-Jan-15	11-Jan-15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	12-Jan-15	18-Jan-15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	19-Jan-15	25-Jan-15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	26-Jan-15	1-Feb-15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	2-Feb-15	8-Feb-15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	9-Feb-15	15-Feb-15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	16-Feb-15	22-Feb-15	12	7	9	9	18	9	12	12	5	5	6	0	5	13	23	13
9	23-Feb-15	1-Mar-15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	2-Mar-15	8-Mar-15	8	0	9	9	0	9	8	8	0	0	6	5		6	6	6
11	9-Mar-15	15-Mar-15	9	8	13	13	31	13	9	9	8	8	17	0	8	5	12	5
12	16-Mar-15	22-Mar-15	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	23-Mar-15	29-Mar-15	7	0	0	0	7	0	7	7	0	0	0	0	0	0	0	0
14	30-Mar-15	5-Apr-15	0	6	8	8	10	8	0	0	9	9	7	0	9	10	6	10
15	6-Apr-15	12-Apr-15	17	17	17	17	8	17	17	17	9	9	14	8	9	6	10	6
16	13-Apr-15	19-Apr-15	10	12	14	14	8	14	10	10	7	7	15	6	7	6	0	6
17	20-Apr-15	26-Apr-15	16	20	16	16	26	16	16	16	11	11	16	5	11	12	13	12
18	27-Apr-15	3-May-15	18	22	23	23	29	23	18	18	25	25	25	16	25	22	17	22
19	4-May-15	10-May-15	23	26	28	28	35	28	23	23	22	22	26	18	22	25	41	25
20	11-May-15	17-May-15	50	50	50	50	50	50	50	50	33	33	50	34	33	45	50	45
21	18-May-15	24-May-15	18	27	25	25	28	25	18	18	31	31	26	9	31	22	21	22
22	25-May-15	31-May-15	16	29	27	27	22	27	16	16	18	18	28	21	18	17	31	17
23	1-Jun-15	7-Jun-15	29	38	31	31	47	31	29	29	33	33	44	26	33	30	41	30
24	8-Jun-15	14-Jun-15	23	27	27	27	33	27	23	23	30	30	23	14	30	21	33	21
25	15-Jun-15	21-Jun-15	27	24	28	28	30	28	27	27	38	38	28	22	38	30	42	30
26	22-Jun-15	28-Jun-15	24	32	28	28	16	28	24	24	18	18	30	12	18	15	17	15
27	29-Jun-15	5-Jul-15	29	35	37	37	20	37	29	29	21	21	39	12	21	16	22	16
28	6-Jul-15	12-Jul-15	26	33	33	33	36	33	26	26	37	37	30	30	37	25	33	25
29	13-Jul-15	19-Jul-15	22	26	26	26	23	26	22	22	29	29	23	16	29	17	31	17
30	20-Jul-15	26-Jul-15	33	37	33	33	31	33	33	33	33	33	44	33	33	35	37	35
31	27-Jul-15	2-Aug-15	21	27	25	25	19	25	21	21	12	12	29	31	12	27	18	27
32	3-Aug-15	9-Aug-15	14	15	17	17	20	17	14	14	8	8	15	13	8	12	16	12
33	10-Aug-15	16-Aug-15	27	27	29	29	21	29	27	27	26	26	28	15	26	34	33	34
34	17-Aug-15	23-Aug-15	34	45	36	36	34	36	34	34	19	19	36	23	19	32	38	32
35	24-Aug-15	30-Aug-15	19	21	27	27	50	27	19	19	28	28	35	17	28	31	43	31
36	31-Aug-15	6-Sep-15	50	50	50	50	50	50	50	50	35	35	50	30	35	44	41	44
37	7-Sep-15	13-Sep-15	37	32	31	31	50	31	37	37	28	28	36	34	28	34	47	34
38	14-Sep-15	20-Sep-15	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
39	21-Sep-15	27-Sep-15	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	43	50	50	50	50
40	28-Sep-15	4-Oct-15	38	50	49	49	50	49	38	38	25	25	46	38	25	45	50	45
41	5-Oct-15	11-Oct-15	44	44	50	50	50	50	44	44	35	35	49	48	35	41	50	41
42	12-Oct-15	18-Oct-15	29	29	33	33	50	33	29	29	20	20	41	27	20	17	34	17
43	19-Oct-15	25-Oct-15	50	45	42	42	37	42	50	50	25	25	40	18	25	35	31	35
44	26-Oct-15	1-Nov-15	19	24	23	23	24	23	19	19	15	15	23	20	15	16	15	16
45	2-Nov-15	8-Nov-15	0	0	0	0	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	0
46	9-Nov-15	15-Nov-15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
47	16-Nov-15	22-Nov-15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
48	23-Nov-15	29-Nov-15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
49	30-Nov-15	6-Dec-15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
50	7-Dec-15	13-Dec-15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
51	14-Dec-15	20-Dec-15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
52	21-Dec-15	27-Dec-15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Table A7 Weekly effective rainfall of WMS 4

Week	From	To	WMS 4													
			50 L	51 L	52 L	52L- 10R	54 L	58 L	59 L	60 L	61 L	62 L	64 L	66L- 1R	66L- 1R- 3R	
1	29-Dec-14	4-Jan-15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	5-Jan-15	11-Jan-15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	12-Jan-15	18-Jan-15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	19-Jan-15	25-Jan-15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	26-Jan-15	1-Feb-15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	2-Feb-15	8-Feb-15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	9-Feb-15	15-Feb-15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	16-Feb-15	22-Feb-15	6	6	9	23	12	7	9	9	18	9	12	12	12	12
9	23-Feb-15	1-Mar-15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	2-Mar-15	8-Mar-15	6	6	9	6	8	0	9	9	0	9	8	8	8	8
11	9-Mar-15	15-Mar-15	17	17	13	12	9	8	13	13	31	13	9	9	9	9
12	16-Mar-15	22-Mar-15	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0
13	23-Mar-15	29-Mar-15	0	0	0	0	7	0	0	0	7	0	7	7	7	7
14	30-Mar-15	5-Apr-15	7	7	8	6	0	6	8	8	10	8	0	0	0	0
15	6-Apr-15	12-Apr-15	14	14	17	10	17	17	17	17	8	17	17	17	17	17
16	13-Apr-15	19-Apr-15	15	15	14	0	10	12	14	14	8	14	10	10	10	10
17	20-Apr-15	26-Apr-15	16	16	16	13	16	20	16	16	26	16	16	16	16	16
18	27-Apr-15	3-May-15	25	25	23	17	18	22	23	23	29	23	18	18	18	18
19	4-May-15	10-May-15	26	26	28	41	23	26	28	28	35	28	23	23	23	23
20	11-May-15	17-May-15	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
21	18-May-15	24-May-15	26	26	25	21	18	27	25	25	28	25	18	18	18	18
22	25-May-15	31-May-15	28	28	27	31	16	29	27	27	22	27	16	16	16	16
23	1-Jun-15	7-Jun-15	44	44	31	41	29	38	31	31	47	31	29	29	29	29
24	8-Jun-15	14-Jun-15	23	23	27	33	23	27	27	27	33	27	23	23	23	23
25	15-Jun-15	21-Jun-15	28	28	28	42	27	24	28	28	30	28	27	27	27	27
26	22-Jun-15	28-Jun-15	30	30	28	17	24	32	28	28	16	28	24	24	24	24
27	29-Jun-15	5-Jul-15	39	39	37	22	29	35	37	37	20	37	29	29	29	29
28	6-Jul-15	12-Jul-15	30	30	33	33	26	33	33	33	36	33	26	26	26	26
29	13-Jul-15	19-Jul-15	23	23	26	31	22	26	26	26	23	26	22	22	22	22
30	20-Jul-15	26-Jul-15	44	44	33	37	33	37	33	33	31	33	33	33	33	33
31	27-Jul-15	2-Aug-15	29	29	25	18	21	27	25	25	19	25	21	21	21	21
32	3-Aug-15	9-Aug-15	15	15	17	16	14	15	17	17	20	17	14	14	14	14
33	10-Aug-15	16-Aug-15	28	28	29	33	27	27	29	29	21	29	27	27	27	27
34	17-Aug-15	23-Aug-15	36	36	36	38	34	45	36	36	34	36	34	34	34	34
35	24-Aug-15	30-Aug-15	35	35	27	43	19	21	27	27	50	27	19	19	19	19
36	31-Aug-15	6-Sep-15	50	50	50	41	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
37	7-Sep-15	13-Sep-15	36	36	31	47	37	32	31	31	50	31	37	37	37	37
38	14-Sep-15	20-Sep-15	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
39	21-Sep-15	27-Sep-15	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
40	28-Sep-15	4-Oct-15	46	46	49	50	38	50	49	49	50	49	38	38	38	38
41	5-Oct-15	11-Oct-15	49	49	50	50	44	44	50	50	50	50	44	44	44	44
42	12-Oct-15	18-Oct-15	41	41	33	34	29	29	33	33	50	33	29	29	29	29
43	19-Oct-15	25-Oct-15	40	40	42	31	50	45	42	42	37	42	50	50	50	50
44	26-Oct-15	1-Nov-15	23	23	23	15	19	24	23	23	24	23	19	19	19	19
45	2-Nov-15	8-Nov-15	0	0	0	8	0	0	0	0	18	0	0	0	0	0
46	9-Nov-15	15-Nov-15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
47	16-Nov-15	22-Nov-15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
48	23-Nov-15	29-Nov-15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
49	30-Nov-15	6-Dec-15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
50	7-Dec-15	13-Dec-15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
51	14-Dec-15	20-Dec-15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
52	21-Dec-15	27-Dec-15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Appendix B



รายงานฉบับสมบูรณ์ โครงการสอบเทียบอาคารชลประทาน สำนักชลประทานที่ ๑๔

Canal structure calibration report
for RID Office 14

Budget from Irrigation Revolving Fund (IRF) Year 2012

งบประมาณเงินทุนหมุนเวียนเพื่อการชลประทาน
ปี ๒๕๕๕

โดย
สำนักบริหารจัดการน้ำและอุทกวิทยา
กรมชลประทาน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์
พ.ศ. ๒๕๕๕

Office of Water Management and Hydrology
Royal Irrigation Department 2012



โครงการสอบเทียบอาคารชลประทาน สำนักบริหารจัดการน้ำและอุทกวิทยา กรมชลประทาน

(งบประมาณเงินหมุนเวียนเพื่อการชลประทาน ปี 2555)

1. ข้อมูลทางกายภาพ

1.1 ข้อมูลระบบส่งน้ำที่ตั้งของอาคาร

- ข้อมูลทั่วไปของอาคาร Head regulator ทרב.ปากคลอง อาคาร
- โครงการ Pranburi O&M project โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาปราณบุรี
- ตำแหน่งที่ตั้ง กม. Km. 0+000 คลองสายใหญ่ Main canal
- อำเภอ ปราณบุรี จังหวัด ประจวบคีรีขันธ์
- พิกัด
- ลักษณะคลอง คลองดิน คลองตาดคอนกรีต Concrete lined canal

1.2 ข้อมูลอาคาร

- ชื่ออาคาร
- ประเภทบาน ประตูระบายน้ำบานตรง (Sluice gate)

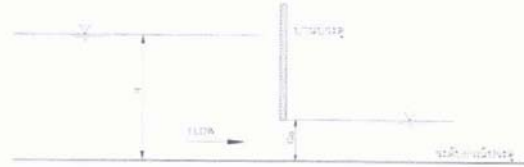
จำนวนบาน	1	บาน No.
ขนาดบาน กว้าง gate width	3.00	เมตร m.
สูง		เมตร m.
- ระดับพื้น Inlet elevation 36.97 เมตร (รทก.)m.(MSL)
- ระดับพื้น Outlet elevation 36.97 เมตร (รทก.)m.(MSL)
- ระดับพื้นธรณีอาคาร Sill elevation 36.97 เมตร (รทก.)m.(MSL)
- ปริมาณน้ำไหลผ่านสูงสุด Max. discharge 31.50 ลูกบาศก์เมตร/ วินาที
- รัศมีความโค้งของบาน (สำหรับบานโค้ง) - เมตร

1.3 รูปภาพอาคารชลประทาน



2. ข้อมูลการสอบเทียบอาคารชลประทาน

- ประตูระบายน้ำบานตรง (Sluice gate)
- การไหลแบบอิสระ (Free flow)



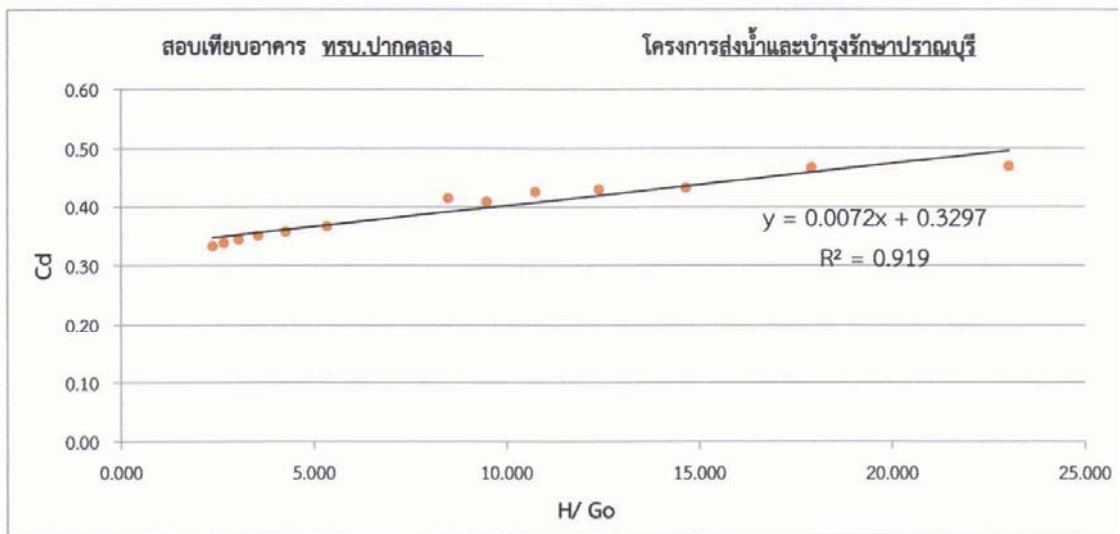
สูตรการคำนวณสอบเทียบอาคาร

$$Q = C_d L G_o \sqrt{2gH}$$

- เมื่อ
- Q = ปริมาณน้ำผ่านอาคาร (ลบ.ม./ วินาที) Discharge in m³/s
 - C = สัมประสิทธิ์ปริมาณน้ำเมื่อการไหลเป็นแบบอิสระ Free flow discharge coefficient
 - L = ความกว้างของช่องประตูระบาย (เมตร) Gate length in m.
 - G_o = การเปิดบาน (เมตร) Gate opening in m.
 - H = ระดับน้ำด้านหน้าประตู - ระดับน้ำด้านท้ายประตู (เมตร)
 US.WL. - DS.WL.
 - g = ความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วง (เมตร/ วินาที)²
 Gravitational acceleration in m/s²

ที่	ระดับน้ำ	ระดับ	H	$\sqrt{2gH}$	ระยะเปิดบาน		Q	H/ G _o	C _d
	ด้านเหนือน้ำ	ธรณี			(G _o)				
	ม. (รทก./ รสม.)	ม. (รทก./ รสม.)			ม.	ลบ.ม./ วินาที			
1	41.24	36.97	4.27	9.1530	1.80	16.45	2.372	0.333	
2	41.24	36.97	4.27	9.1530	1.60	14.85	2.669	0.338	
3	41.24	36.97	4.27	9.1530	1.40	13.21	3.050	0.344	
4	41.24	36.97	4.27	9.1530	1.20	11.54	3.558	0.350	
5	41.24	36.97	4.27	9.1530	1.00	9.81	4.270	0.357	
6	41.24	36.97	4.27	9.1530	0.80	8.06	5.338	0.367	
7	45.03	36.97	8.06	12.5753	0.95	14.86	8.484	0.415	
8	45.03	36.97	8.06	12.5753	0.85	13.11	9.482	0.409	
9	45.03	36.97	8.06	12.5753	0.75	12.04	10.747	0.425	
10	45.03	36.97	8.06	12.5753	0.65	10.54	12.400	0.430	
11	45.03	36.97	8.06	12.5753	0.55	8.97	14.655	0.432	
12	45.03	36.97	8.06	12.5753	0.45	7.92	17.911	0.467	
13	45.03	36.97	8.06	12.5753	0.35	6.19	23.029	0.469	

Calibration curve



3. ข้อมูลการเปิดบานในระดับต่าง ๆ

ที่	ระดับน้ำ	ระดับธรณี	ระยะเปิดบาน			Cd	ปริมาณน้ำไหลผ่าน
	ด้านเหนือน้ำ		H	(Go)	H/ Go		
	ม. (รทก./ รสม.)	ม. (รทก./ รสม.)	ม.	ม.	ม.		
1.	41.24	36.97	4.27	1.80	2.372	0.346	17.0820
2.	41.24	36.97	4.27	1.60	2.669	0.348	15.2752
3.	41.24	36.97	4.27	1.40	3.050	0.350	13.4684
4.	41.24	36.97	4.27	1.20	3.558	0.354	11.6616
5.	41.24	36.97	4.27	1.00	4.270	0.359	9.8548
6.	41.24	36.97	4.27	0.80	5.338	0.366	8.0480
7.	45.03	36.97	8.06	0.95	8.484	0.388	13.9197
8.	45.03	36.97	8.06	0.85	9.482	0.395	12.6785
9.	45.03	36.97	8.06	0.75	10.747	0.404	11.4373
10.	45.03	36.97	8.06	0.65	12.400	0.416	10.1961
11.	45.03	36.97	8.06	0.55	14.655	0.432	8.9550
12.	45.03	36.97	8.06	0.45	17.911	0.454	7.7138
13.	45.03	36.97	8.06	0.35	23.029	0.490	6.4726

หมายเหตุ สามารถนำไปใช้คำนวณในการยกบานระบายที่ระดับต่าง ๆ โดยป้อนข้อมูลระดับด้านเหนือน้ำและระดับที่ต้องการยกบาน จะสามารถทราบปริมาณน้ำไหลผ่านอาคารได้ (กรอกข้อมูลในช่องว่างเท่านั้น ยกเว้นช่องสีทึบ)

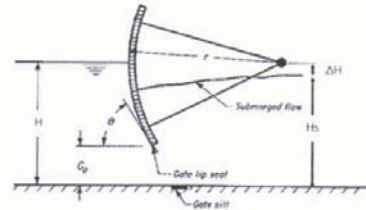
2. ข้อมูลการสอบเทียบอาคารชลประทาน

ประตูระบายน้ำบานโค้ง (Radial gate)

การไหลแบบจม (Submerged flow)

สูตรการคำนวณสอบเทียบอาคาร

$$Q = C_s L H_s \sqrt{2g\Delta H}$$



เมื่อ

Q = ปริมาณน้ำผ่านอาคาร (ลบ.ม./ วินาที)

Cs = สัมประสิทธิ์ปริมาณน้ำเมื่อการไหลเป็นแบบจม (Submerged Flow)

L = ความกว้างของช่องประตูระบาย (เมตร)

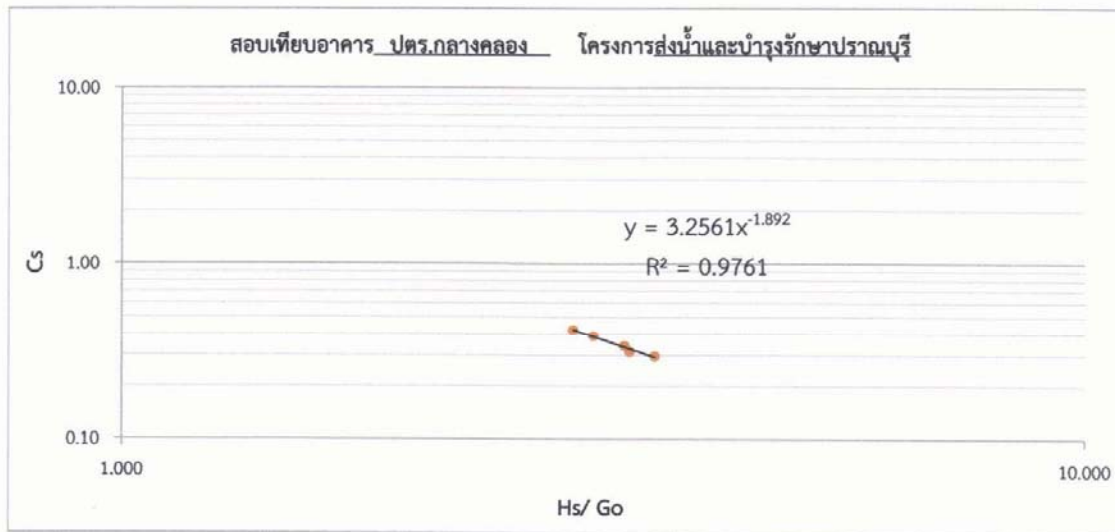
Hs = ระดับน้ำด้านท้ายประตู - ระดับธรณีประตู (เมตร)

ΔH = ระดับน้ำด้านหน้าประตู - ระดับด้านท้ายประตู (เมตร)

g = ความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วง (เมตร/ วินาที)

Go = การเปิดบาน (เมตร)

ที่	ระดับน้ำ	ระดับน้ำ	ΔH	$\sqrt{2g\Delta H}$	Hs	ระยะเปิดบาน (Go)		Q	Hs/Go	Cs
	ด้านเหนือน้ำ	ด้านท้ายน้ำ				ม.	ลบ.ม./วินาที			
	ม. (รทก./ รสม.)	ม. (รทก./ รสม.)								
1	39.02	38.54	0.48	3.0688	2.9410	1.00	15.24	2.941	0.422	
2	38.89	38.38	0.51	3.1633	2.7810	0.90	13.69	3.090	0.389	
3	38.70	38.26	0.45	2.9581	2.6600	0.80	10.76	3.325	0.342	
4	38.60	38.10	0.50	3.1383	2.5040	0.70	9.30	3.577	0.296	
5	39.65	38.97	0.69	3.6740	3.3680	1.00	15.60	3.368	0.315	



3. ข้อมูลการเปิดบานในระดับต่าง ๆ

ที่	ระดับน้ำ	ระดับน้ำ	H_s	ΔH	ระยะเปิดบาน	H_s/Go	C_s	ปริมาณน้ำไหลผ่าน
	ด้านเหนือน้ำ	ด้านท้ายน้ำ			(Go)			ลบ.ม./ วินาที
	ม. (รทก./ รสม.)	ม. (รทก./ รสม.)			ม.			
1	39.02	38.54	2.94	0.48	1.00	2.941	0.424	15.3022
2	38.89	38.38	2.78	0.51	0.90	3.090	0.386	13.5850
3	38.70	38.26	2.66	0.45	0.80	3.325	0.336	10.5793
4	38.60	38.10	2.50	0.50	0.70	3.577	0.293	9.2023
5	39.65	38.97	3.37	0.69	1.00	3.368	0.328	16.2378

หมายเหตุ สามารถนำไปใช้คำนวณในการยกบานระบายที่ระดับต่าง ๆ โดยป้อนข้อมูลระดับด้านเหนือน้ำและระดับที่ต้องการยกบาน จะสามารถทราบปริมาณน้ำไหลผ่านอาคารได้ (กรอกข้อมูลในช่องว่างเท่านั้น ยกเว้นช่องสีทึบ)

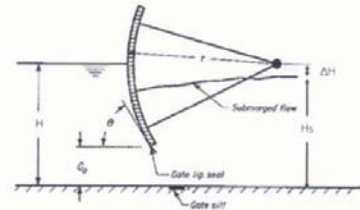
2. ข้อมูลการสอบเทียบอาคารชลประทาน

☑ ประตูระบายน้ำบานโค้ง (Radial gate)

☑ การไหลแบบจม (Submerged flow)

สูตรการคำนวณสอบเทียบอาคาร

$$Q = C_s L H_s \sqrt{2g\Delta H}$$



เมื่อ

Q = ปริมาณน้ำผ่านอาคาร (ลบ.ม./ วินาที)

C_s = สัมประสิทธิ์ปริมาณน้ำเมื่อการไหลเป็นแบบจม (Submerged Flow)

L = ความกว้างของช่องประตูระบาย (เมตร)

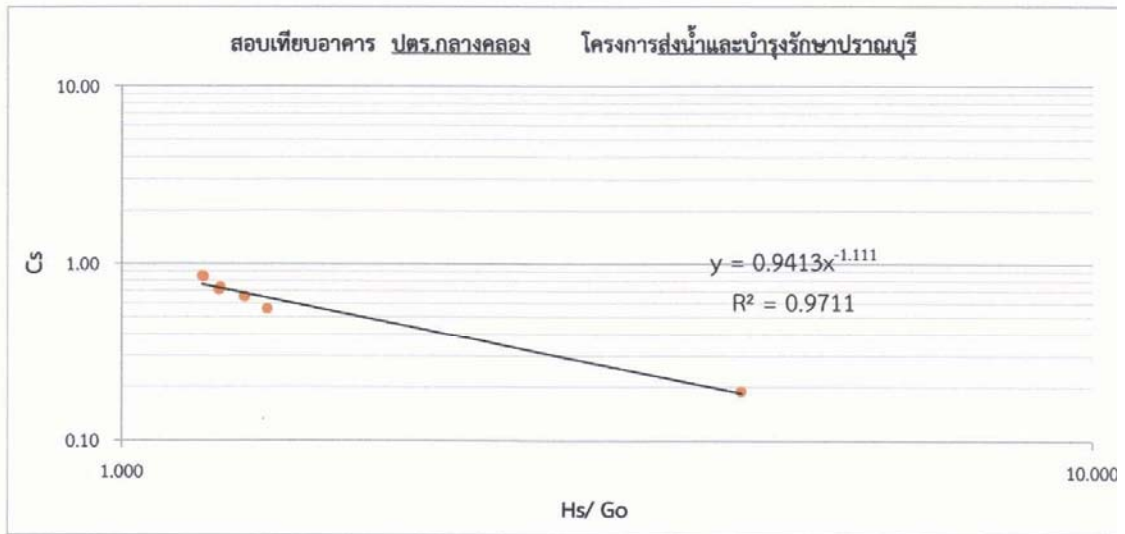
H_s = ระดับน้ำด้านท้ายประตู - ระดับธรณีประตู (เมตร)

ΔH = ระดับน้ำด้านหน้าประตู - ระดับด้านท้ายประตู (เมตร)

g = ความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วง (เมตร/ วินาที)

G_o = การเปิดบาน (เมตร)

ที่	ระดับน้ำ	ระดับน้ำ	ΔH	$\sqrt{2g\Delta H}$	H_s	ระยะเปิดบาน		Q	H_s/G_o	C_s
	ด้านเหนือน้ำ	ด้านท้ายน้ำ				(G_o)				
	ม. (รทก./ รสม.)	ม. (รทก./ รสม.)				ม.	ลบ.ม./ วินาที			
1	37.88	37.74	0.14	1.6573	2.5510	2.10	14.28	1.215	0.844	
2	37.72	37.61	0.11	1.4691	2.4210	2.00	12.07	1.211	0.848	
3	37.73	37.59	0.13	1.6154	2.4010	1.90	11.39	1.264	0.734	
4	37.58	37.46	0.12	1.5151	2.2670	1.80	9.80	1.259	0.713	
5	37.60	37.47	0.13	1.6275	2.2760	1.70	9.65	1.339	0.651	
6	37.45	37.33	0.12	1.5598	2.1380	1.60	8.70	1.336	0.652	
7	37.48	37.31	0.17	1.8424	2.1180	1.50	8.70	1.412	0.557	
8	38.69	37.80	0.89	4.1858	2.6070	0.60	8.23	4.345	0.188	



3. ข้อมูลการเปิดบานในระดับต่าง ๆ

ที่	ระดับน้ำ	ระดับน้ำ	H_s	ΔH	ระยะเปิดบาน	H_s/Go	C_s	ปริมาณน้ำไหลผ่าน
	ด้านเหนือน้ำ	ด้านท้ายน้ำ			(Go)			ลบ.ม./วินาที
	ม. (รทก./ รสม.)	ม. (รทก./ รสม.)			ม.			
1	37.88	37.74	2.55	0.14	2.10	1.215	0.758	12.8230
2	37.72	37.61	2.42	0.11	2.00	1.211	0.761	10.8293
3	37.73	37.59	2.40	0.13	1.90	1.264	0.726	11.2590
4	37.58	37.46	2.27	0.12	1.80	1.259	0.728	10.0079
5	37.60	37.47	2.28	0.13	1.70	1.339	0.681	10.0850
6	37.45	37.33	2.14	0.12	1.60	1.336	0.682	9.0988
7	37.48	37.31	2.12	0.17	1.50	1.412	0.642	10.0146
8	38.69	37.80	2.61	0.89	0.60	4.345	0.184	8.0426

หมายเหตุ สามารถนำไปใช้คำนวณในการยกบานระบายที่ระดับต่าง ๆ โดยป้อนข้อมูลระดับด้านเหนือน้ำและระดับที่ต้องการยกบาน จะสามารถทราบปริมาณน้ำไหลผ่านอาคารได้ (กรอกข้อมูลในช่องว่างเท่านั้น ยกเว้นช่องสี่ทึบ)



โครงการสอบเทียบอาคารชลประทาน สำนักบริหารจัดการน้ำและอุทกวิทยา กรมชลประทาน

(งบประมาณเงินหมุนเวียนเพื่อการชลประทาน ปี 2555)

1. ข้อมูลทางกายภาพ

1.1 ข้อมูลระบบส่งน้ำที่ตั้งของอาคาร

- ข้อมูลทั่วไปของอาคาร ปตร.กลางคลอง อาคาร
- โครงการ โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาปราณบุรี
- ตำแหน่งที่ตั้ง กม. 19+250 คลองสายใหญ่
- อำเภอ สามร้อยยอด จังหวัด ประจวบคีรีขันธ์
- พิกัด N 1358505 E 589695
- ลักษณะคลอง คลองดิน คลองตาดคอนกรีต

1.2 ข้อมูลอาคาร

- ชื่ออาคาร
- ประเภทบาน ประตูระบายน้ำบานโค้ง (Radial gate)

1	บาน
4.00	เมตร
-	เมตร
- ขนาดบาน กว้าง สูง
- ระดับพื้น Inlet 34.57 เมตร (รทก.)
- ระดับพื้น Outlet 34.57 เมตร (รทก.)
- ระดับพื้นธรณีอาคาร 34.57 เมตร (รทก.)
- ปริมาณน้ำไหลผ่านสูงสุด 23.36 ลูกบาศก์เมตร/วิน
- รัศมีความโค้งของบาน (สำหรับบานโค้ง) - เมตร

1.3 รูปภาพอาคารชลประทาน



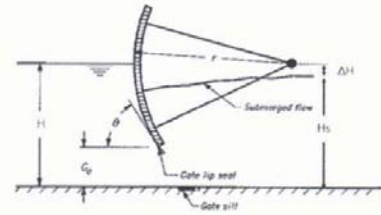
2. ข้อมูลการสอบเทียบอาคารชลประทาน

☑ ประตูระบายน้ำบานโค้ง (Radial gate)

☑ การไหลแบบจม (Submerged flow)

สูตรการคำนวณสอบเทียบอาคาร

$$Q = C_s L H_s \sqrt{2g\Delta H}$$



เมื่อ

Q = ปริมาณน้ำผ่านอาคาร (ลบ.ม./ วินาที)

Cs = สัมประสิทธิ์ปริมาณน้ำเมื่อการไหลเป็นแบบจม (Submerged Flow)

L = ความกว้างของช่องประตูระบาย (เมตร)

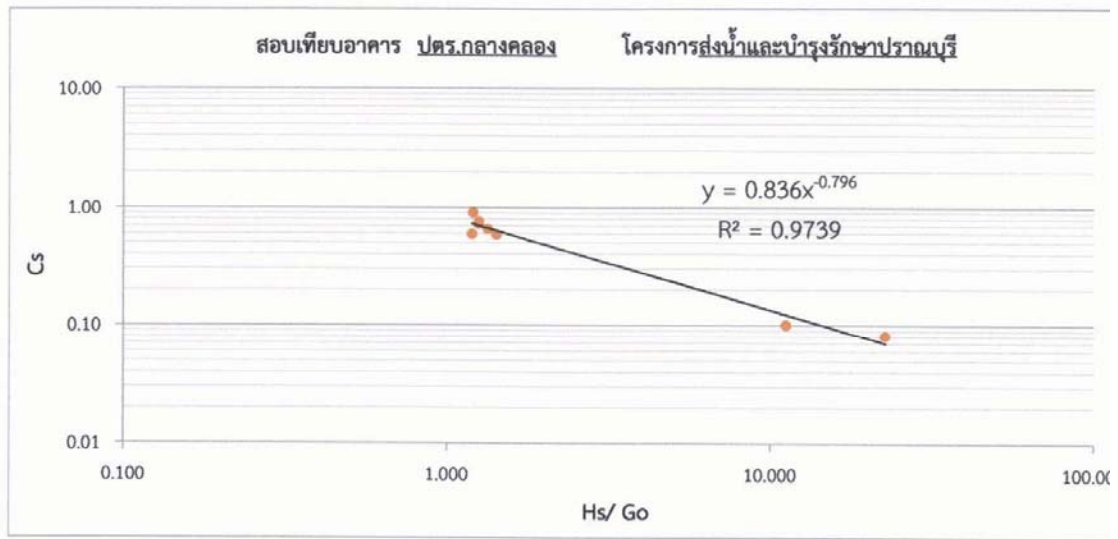
Hs = ระดับน้ำด้านท้ายประตู - ระดับธรณีประตู (เมตร)

ΔH = ระดับน้ำด้านหน้าประตู - ระดับด้านท้ายประตู (เมตร)

g = ความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วง (เมตร/ วินาที)

Go = การเปิดบาน (เมตร)

ที่	ระดับน้ำ	ระดับน้ำ	ΔH	$\sqrt{2g\Delta H}$	Hs	ระยะเปิดบาน		Q	Hs/ Go	Cs
	ด้านเหนือน้ำ	ด้านท้ายน้ำ				(Go)	ลบ.ม./ วินาที			
	ม. (รทก./ รสม.)	ม. (รทก./ รสม.)				ม.				
1	37.43	36.83	0.59	3.4167	2.2650	0.10	2.51	22.650	0.08	
2	37.28	37.20	0.08	1.2914	2.6300	2.20	8.06	1.195	0.59	
3	37.16	37.10	0.06	1.0850	2.5290	2.10	9.93	1.204	0.90	
4	37.16	37.08	0.08	1.2371	2.5110	2.00	9.40	1.256	0.75	
5	37.03	36.95	0.09	1.2914	2.3810	1.90	8.89	1.253	0.72	
6	36.93	36.84	0.09	1.3580	2.2680	1.70	8.06	1.334	0.65	
7	36.95	36.84	0.11	1.4624	2.2740	1.60	7.76	1.421	0.58	
8	38.02	36.80	1.22	4.8824	2.2370	0.20	4.40	11.185	0.10	



3. ข้อมูลการเปิดบานในระดับต่าง ๆ

ที่	ระดับน้ำ	ระดับน้ำ	Hs	ΔH	ระยะเปิดบาน		Cs	ปริมาณน้ำไหลผ่าน
	ด้านเหนือน้ำ	ด้านท้ายน้ำ			(Go)	Hs/ Go		
	ม. (รทก./ รสม.)	ม. (รทก./ รสม.)			ม.			
1	37.43	36.83	2.27	0.59	0.10	22.650	0.071	2.2001
2	37.28	37.20	2.63	0.08	2.20	1.195	0.726	9.8635
3	37.16	37.10	2.53	0.06	2.10	1.204	0.722	7.9225
4	37.16	37.08	2.51	0.08	2.00	1.256	0.698	8.6785
5	37.03	36.95	2.38	0.09	1.90	1.253	0.699	8.6032
6	36.93	36.84	2.27	0.09	1.70	1.334	0.666	8.2020
7	36.95	36.84	2.27	0.11	1.60	1.421	0.633	8.4238
8	38.02	36.80	2.24	1.22	0.20	11.185	0.124	5.4218

หมายเหตุ สามารถนำไปใช้คำนวณในการยกบานระบายที่ระดับต่าง ๆ โดยป้อนข้อมูลระดับด้านเหนือน้ำและระดับที่ต้องการยกบาน จะสามารถทราบปริมาณน้ำไหลผ่านอาคารได้ (กรอกข้อมูลในช่องว่างเท่านั้น ยกเว้นช่องสีทึบ)



โครงการสอบเทียบอาคารชลประทาน สำนักบริหารจัดการน้ำและอุทกวิทยา กรมชลประทาน

(งบประมาณเงินหมุนเวียนเพื่อการชลประทาน ปี 2555)

1. ข้อมูลทางกายภาพ

1.1 ข้อมูลระบบส่งน้ำที่ตั้งของอาคาร

Calibration data

- ข้อมูลทั่วไปของอาคาร Cross regulator ปตร.กลางคลอง Pranburi O&M project อาคาร
- โครงการ โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาปราณบุรี
- ตำแหน่งที่ตั้ง กม. Km. 29+280 Main canal คลองสายใหญ่
- อำเภอ สามร้อยยอด จังหวัด ประจวบคีรีขันธ์
- พิกัด UTM N 1351158 E 588846
- ลักษณะคลอง คลองดิน Concrete lined canal คลองลาดคอนกรีต

1.2 ข้อมูลอาคาร

- ชื่ออาคาร
- ประเภทบาน ประตูระบายน้ำบานโค้ง (Radial gate)

ขนาดบาน กว้าง <small>Width</small>	1	บาน No.	m. m.(MSL)
สูง	4.00	เมตร	m.
	-	เมตร	m.
- ระดับพื้น Inlet elevation 33.63 เมตร (รทก.) m.(MSL)
- ระดับพื้น Outlet elevation 33.63 เมตร (รทก.) m.(MSL)
- ระดับพื้นธรณีอาคาร Sill elevation 33.63 เมตร (รทก.) m.(MSL)
- ปริมาณน้ำไหลผ่านสูงสุด Max. discharge 19.83 ลูกบาศก์เมตร/วินาที
- รัศมีความโค้งของบาน (สำหรับบานโค้ง) - เมตร

1.3 รูปภาพอาคารชลประทาน



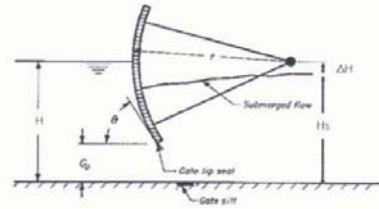
2. ข้อมูลการสอบเทียบอาคารชลประทาน

ประตูระบายน้ำบานโค้ง (Radial gate)

การไหลแบบจม (Submerged flow)

สูตรการคำนวณสอบเทียบอาคาร

$$Q = C_s L H_s \sqrt{2g\Delta H}$$



เมื่อ

Q = ปริมาณน้ำผ่านอาคาร (ลบ.ม./ วินาที) Discharge in m³/s

C_s = สัมประสิทธิ์ปริมาณน้ำเมื่อการไหลเป็นแบบจม (Submerged Flow) discharge coefficient

L = ความกว้างของช่องประตูระบาย (เมตร) Gate length (m.)

H_s = ระดับน้ำด้านท้ายประตู - ระดับธรณีประตู (เมตร) DS. WL.-Sill elevation (m.)

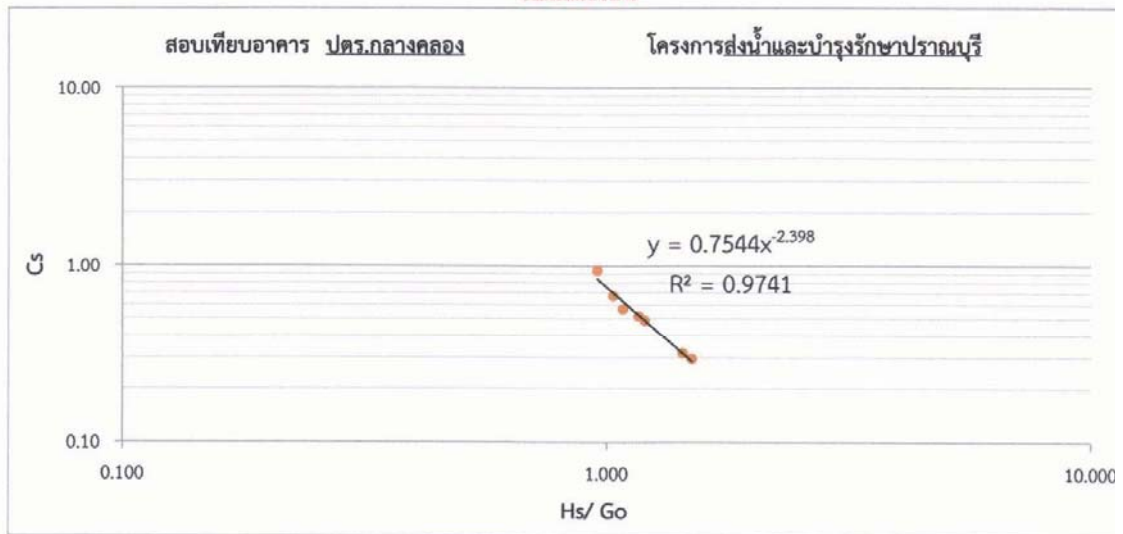
ΔH = ระดับน้ำด้านหน้าประตู - ระดับด้านท้ายประตู (เมตร) US.WL.-DS.WL. (m.)

g = ความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วง (เมตร/ วินาที²) Gravitational acceleration(m/s²)

G_o = การเปิดบาน (เมตร) Gate length (m.)

ที่	US.WL. in m (MSL)	DS.WL. in m (MSL)	ΔH	$\sqrt{2g\Delta H}$	H _s	ระยะเปิดบาน		H _s / G _o	C _s
	ระดับน้ำ ด้านเหนือน้ำ	ระดับน้ำ ด้านท้ายน้ำ				G _o	Q		
	ม. (รทก./ รสม.)	ม. (รทก./ รสม.)				ม.	ลบ.ม./ วินาที		
1	36.55	36.50	0.05	0.9905	2.8710	3.00	10.66	0.957	0.937
2	36.62	36.52	0.10	1.4007	2.8910	2.80	10.89	1.033	0.672
3	36.58	36.44	0.14	1.6573	2.8110	2.60	10.56	1.081	0.566
4	36.57	36.42	0.15	1.7155	2.7910	2.40	9.90	1.163	0.517
5	36.40	36.27	0.13	1.5971	2.6410	2.20	8.25	1.200	0.489
6	36.49	36.23	0.26	2.2586	2.6010	1.81	7.46	1.437	0.317
7	36.42	36.15	0.27	2.3016	2.5210	1.68	6.86	1.501	0.295

Calibration curve



3. ข้อมูลการเปิดบานในระดับต่าง ๆ

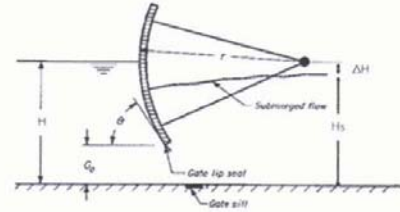
ที่	US.WL.	DS.WL.	Hs	ΔH	ระยะเปิดบาน (Go)	Hs/ Go	Cs	ปริมาณน้ำไหลผ่าน ลบ.ม./ วินาที
	ระดับน้ำ ด้านเหนือน้ำ ม. (รทก./ รสม.)	ระดับน้ำ ด้านท้ายน้ำ ม. (รทก./ รสม.)						
1	36.55	36.50	2.87	0.05	3.00	0.957	0.838	9.5262
2	36.62	36.52	2.89	0.10	2.80	1.033	0.699	11.3144
3	36.58	36.44	2.81	0.14	2.60	1.081	0.626	11.6604
4	36.57	36.42	2.79	0.15	2.40	1.163	0.526	10.0676
5	36.40	36.27	2.64	0.13	2.20	1.200	0.487	8.2202
6	36.49	36.23	2.60	0.26	1.81	1.437	0.317	7.4486
7	36.42	36.15	2.52	0.27	1.68	1.501	0.286	6.6339

หมายเหตุ สามารถนำไปใช้คำนวณในการยกบานระบายที่ระดับต่าง ๆ โดยป้อนข้อมูลระดับด้านเหนือน้ำและระดับที่ต้องการยกบาน จะสามารถทราบปริมาณน้ำไหลผ่านอาคารได้ (กรอกข้อมูลในช่องว่างเท่านั้น ยกเว้นช่องสี่ทึบ)

2. ข้อมูลการสอบเทียบอาคารชลประทาน
- ประตูระบายน้ำบานโค้ง (Radial gate)
 - การไหลแบบจม (Submerged flow)

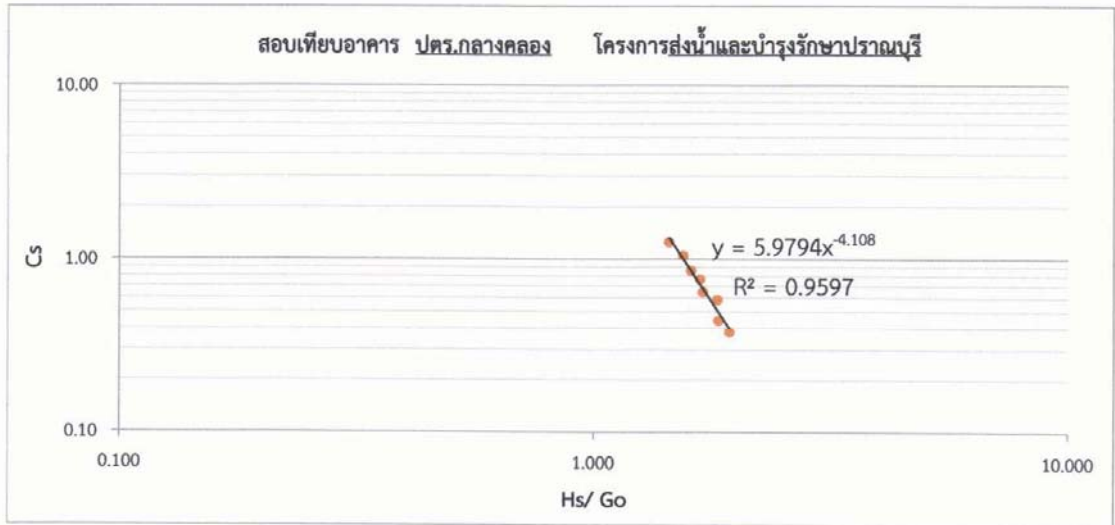
สูตรการคำนวณสอบเทียบอาคาร

$$Q = C_s L H_s \sqrt{2g\Delta H}$$



- เมื่อ
- Q = ปริมาณน้ำผ่านอาคาร (ลบ.ม./ วินาที)
 - C_s = สัมประสิทธิ์ปริมาณน้ำเมื่อการไหลเป็นแบบจม (Submerged Flow)
 - L = ความกว้างของช่องประตูระบาย (เมตร)
 - H_s = ระดับน้ำด้านท้ายประตู - ระดับธรณีประตู (เมตร)
 - ΔH = ระดับน้ำด้านหน้าประตู - ระดับด้านท้ายประตู (เมตร)
 - g = ความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วง (เมตร/ วินาที)
 - G_o = การเปิดบาน (เมตร)

ที่	ระดับน้ำ	ระดับน้ำ	ΔH	$\sqrt{2g\Delta H}$	H_s	ระยะเปิดบาน		Q	H_s/G_o	C_s
	ด้านเหนือน้ำ	ด้านท้ายน้ำ				(G _o)				
	ม. (รทก./ รสม.)	ม. (รทก./ รสม.)				ม.	ลบ.ม./ วินาที			
1	35.70	35.68	0.02	0.6264	3.0290	2.10	9.51	1.442	1.253	
2	35.77	35.74	0.03	0.7672	3.0890	2.00	9.93	1.545	1.047	
3	35.74	35.70	0.04	0.8859	3.0490	1.90	9.28	1.605	0.859	
4	35.72	35.67	0.05	0.9905	3.0190	1.80	9.17	1.677	0.766	
5	35.60	35.54	0.06	1.0850	2.8890	1.70	8.12	1.699	0.647	
6	35.62	35.57	0.05	0.9905	2.9190	1.60	6.76	1.824	0.584	
7	35.49	35.40	0.09	1.3288	2.7490	1.50	6.50	1.833	0.445	
8	35.47	35.36	0.11	1.4691	2.7090	1.40	6.03	1.935	0.378	



3. ข้อมูลการเปิดบานในระดับต่าง ๆ

ที่	ระดับน้ำ	ระดับน้ำ	Hs	ΔH	ระยะเปิดบาน		Cs	ปริมาณน้ำไหลผ่าน
	ด้านเหนือน้ำ	ด้านท้ายน้ำ			(Go)	Hs/ Go		
	ม. (รทก./ รสม.)	ม. (รทก./ รสม.)			ม.			
1	35.70	35.68	3.03	0.02	2.10	1.442	1.332	10.1070
2	35.77	35.74	3.09	0.03	2.00	1.545	1.006	9.5364
3	35.74	35.70	3.05	0.04	1.90	1.605	0.860	9.2912
4	35.72	35.67	3.02	0.05	1.80	1.677	0.717	8.5815
5	35.60	35.54	2.89	0.06	1.70	1.699	0.680	8.5239
6	35.62	35.57	2.92	0.05	1.60	1.824	0.508	5.8775
7	35.49	35.40	2.75	0.09	1.50	1.833	0.499	7.2894
8	35.47	35.36	2.71	0.11	1.40	1.935	0.399	6.3555

หมายเหตุ สามารถนำไปใช้คำนวณในการยกบานระบายที่ระดับต่าง ๆ โดยป้อนข้อมูลระดับด้านเหนือน้ำและระดับที่ต้องการยกบาน จะสามารถทราบปริมาณน้ำไหลผ่านอาคารได้ (กรอกข้อมูลในช่องว่างเท่านั้น ยกเว้นช่องสี่เหลี่ยม)



โครงการสอบเทียบอาคารชลประทาน สำนักบริหารจัดการน้ำและอุทกวิทยา กรมชลประทาน

(งบประมาณเงินหมุนเวียนเพื่อการชลประทาน ปี 2555)

1. ข้อมูลทางกายภาพ

1.1 ข้อมูลระบบส่งน้ำที่ตั้งของอาคาร

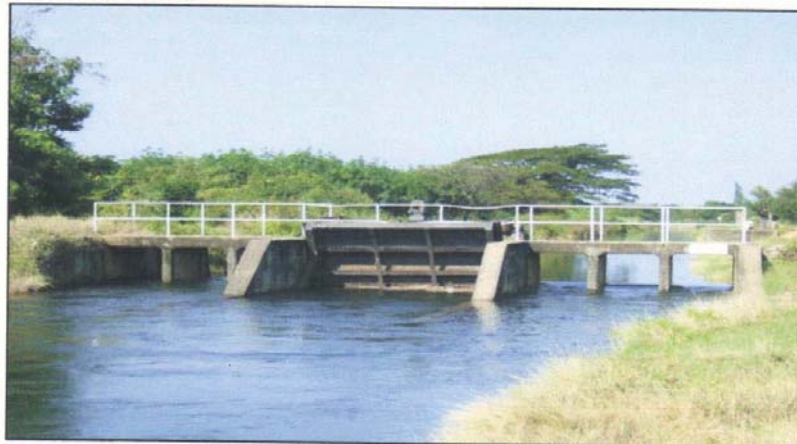
- ข้อมูลทั่วไปของอาคาร Cross regulator
ปตร.กลางคลอง Praburi O&M project อาคาร
- โครงการ โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาปราณบุรี
- ตำแหน่งที่ตั้ง กม. Km. 46+380 Main canal
คลองสายใหญ่
- อำเภอ กุยบุรี จังหวัด ประจวบคีรีขันธ์
- พิกัด UTM N 1338428 E 585842
- ลักษณะคลอง คลองดิน Concrete lined canal คลองตาดคอนกรีต

1.2 ข้อมูลอาคาร

- ชื่ออาคาร
- ประเภทบาน ประตูระบายน้ำบานโค้ง (Radial gate)

	1	บาน No.
ขนาดบาน กว้าง (Width)	4.00	เมตร meter
สูง (Height)	-	เมตร meter
- ระดับพื้น Inlet elevation	32.13	เมตร (รทก.) m(MSL)
- ระดับพื้น Outlet elevation	32.13	เมตร (รทก.) m(MSL)
- ระดับพื้นธรณีอาคาร Sill elevation	32.13	เมตร (รทก.) m(MSL)
- ปริมาณน้ำไหลผ่านสูงสุด Max. discharge	9.12	ลูกบาศก์เมตร/ วินาที
- รัศมีความโค้งของบาน (สำหรับบานโค้ง)	-	เมตร
- ระดับพื้น Inlet elevation
- ระดับพื้น Outlet elevation
- ระดับพื้นธรณีอาคาร Sill elevation
- ปริมาณน้ำไหลผ่านสูงสุด Max. discharge
- รัศมีความโค้งของบาน (สำหรับบานโค้ง)

1.3 รูปภาพอาคารชลประทาน

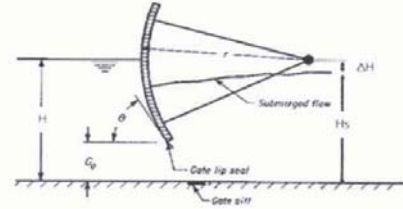


2. ข้อมูลการสอบเทียบอาคารชลประทาน *Calibration data*

- ประตูระบายน้ำบานโค้ง (Radial gate)
- การไหลแบบจม (Submerged flow)

สูตรการคำนวณสอบเทียบอาคาร

$$Q = C_s L H_s \sqrt{2g\Delta H}$$



เมื่อ

Q = ปริมาณน้ำผ่านอาคาร (ลบ.ม./ วินาที) *Discharge (m³/s)*

Cs = สัมประสิทธิ์ปริมาณน้ำเมื่อการไหลเป็นแบบจม (Submerged Flow) *Discharge coefficient*

L = ความกว้างของช่องประตูระบาย (เมตร) *Gate length in m.*

Hs = ระดับน้ำด้านท้ายประตู - ระดับธรณีประตู (เมตร)
Downstream water level-Sill elevation (m.)

Upstream water level - Downstream water level (m.)

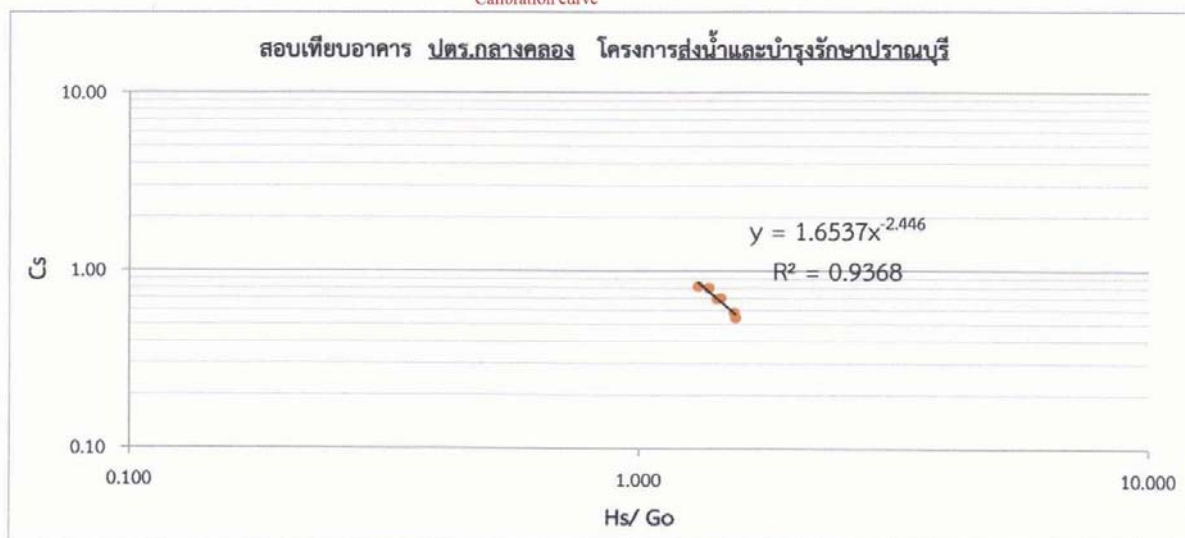
ΔH = ระดับน้ำด้านหน้าประตู - ระดับด้านท้ายประตู (เมตร)

g = ความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วง (เมตร/ วินาที) *Gravitational acceleration (m/s²)*

Go = การเปิดบาน (เมตร) *Gate opening (m.)*

ที่	US. WL. in m(MSL)	DS. WL. in m.(MSL)	ΔH	$\sqrt{2g\Delta H}$	Hs	ระยะเปิดบาน		Q	Hs/ Go	Cs
	ระดับน้ำ ด้านเหนือน้ำ	ระดับน้ำ ด้านท้ายน้ำ				(Go)	ลบ.ม./ วินาที			
	ม. (รทก./ รสม.)	ม. (รทก./ รสม.)				ม.				
1	34.90	34.87	0.03	0.7672	2.7440	2.10	6.90	1.307	0.819	
2	34.90	34.87	0.03	0.7672	2.7440	2.00	6.75	1.372	0.802	
3	34.87	34.83	0.04	0.8859	2.7040	1.90	6.63	1.423	0.692	
4	34.77	34.73	0.04	0.8859	2.6040	1.80	6.45	1.447	0.699	
5	34.79	34.74	0.05	0.9905	2.6140	1.70	6.03	1.538	0.582	
6	34.66	34.60	0.06	1.0850	2.4740	1.60	5.86	1.546	0.545	

Calibration curve



3. ข้อมูลการเปิดบานในระดับต่าง ๆ

ที่	US.WL	DS.WL	Hs	ΔH	ระยะเปิดบาน		Cs	ปริมาณน้ำไหลผ่าน ลบ.ม./ วินาที
	ระดับน้ำ	ระดับน้ำ			(Go)	Hs/ Go		
	ด้านเหนือน้ำ ม. (รทก./ รสม.)	ด้านท้ายน้ำ ม. (รทก./ รสม.)						
1	34.90	34.87	2.74	0.03	2.10	1.307	0.861	7.2474
2	34.90	34.87	2.74	0.03	2.00	1.372	0.764	6.4340
3	34.87	34.83	2.70	0.04	1.90	1.423	0.699	6.6955
4	34.77	34.73	2.60	0.04	1.80	1.447	0.671	6.1952
5	34.79	34.74	2.61	0.05	1.70	1.538	0.579	5.9916
6	34.66	34.60	2.47	0.06	1.60	1.546	0.571	6.1279

หมายเหตุ สามารถนำไปใช้คำนวณในการยกบานระบายที่ระดับต่าง ๆ โดยป้อนข้อมูลระดับด้านเหนือน้ำและระดับที่ต้องการยกบาน จะสามารถทราบปริมาณน้ำไหลผ่านอาคารได้ (กรอกข้อมูลในช่องว่างเท่านั้น ยกเว้นช่องสี่ทึบ)

Appendix-C Canal Rating Curves

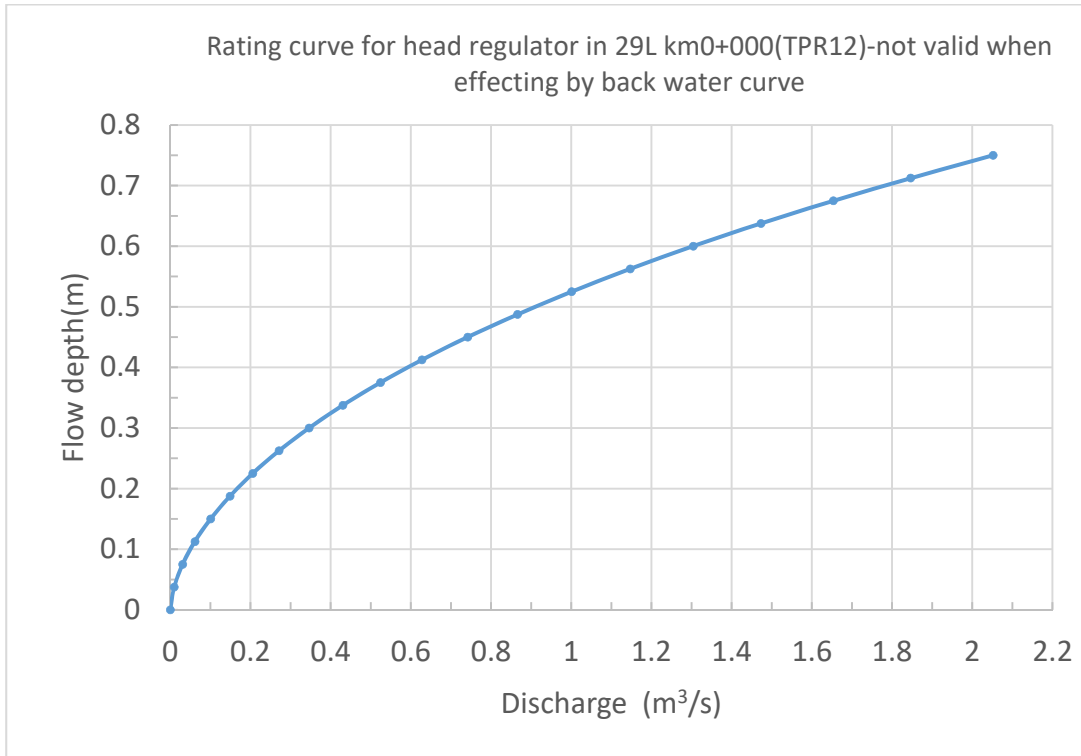


Figure 1 Rating curve for head regulator in 29L km.0+000(TPR12)

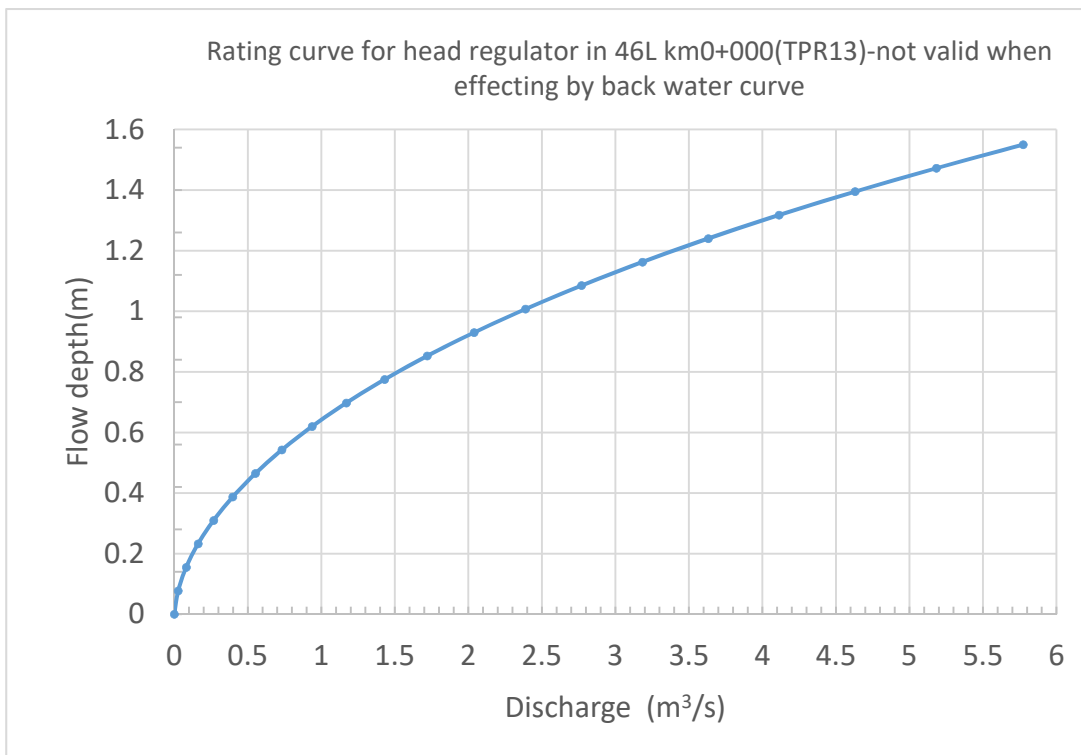


Figure 2 Rating curve for head regulator in 46L km.0+000(TPR13)

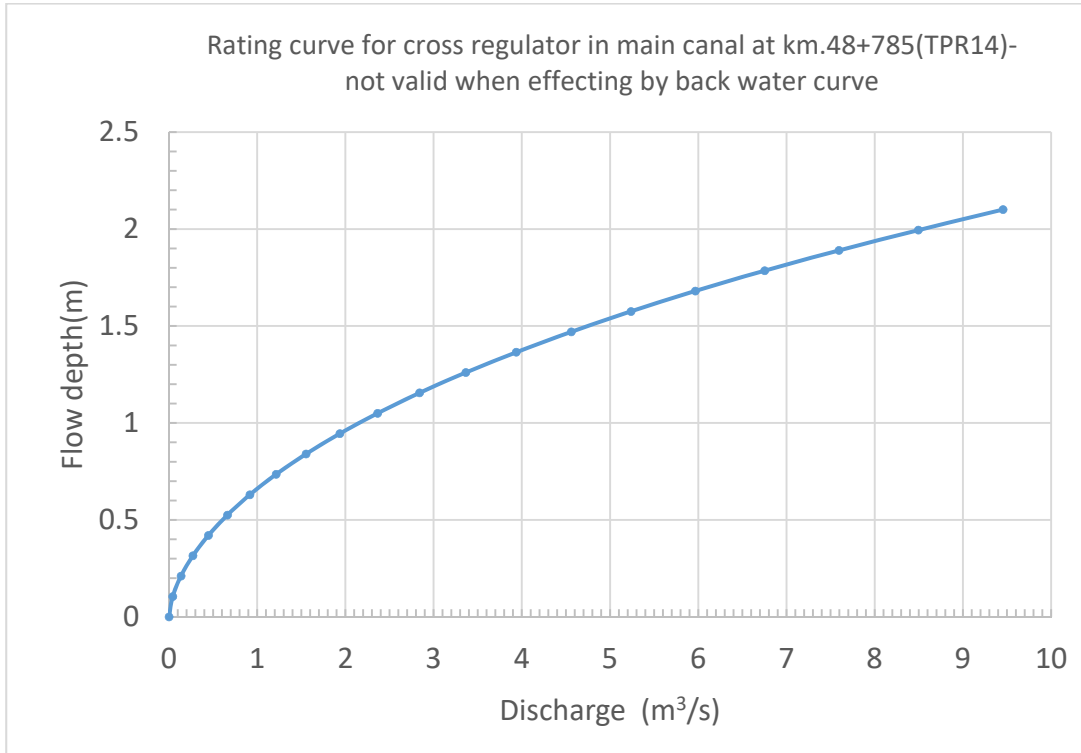


Figure 3 Rating curve for cross regulator in main canal at km.48+785(TPR14)

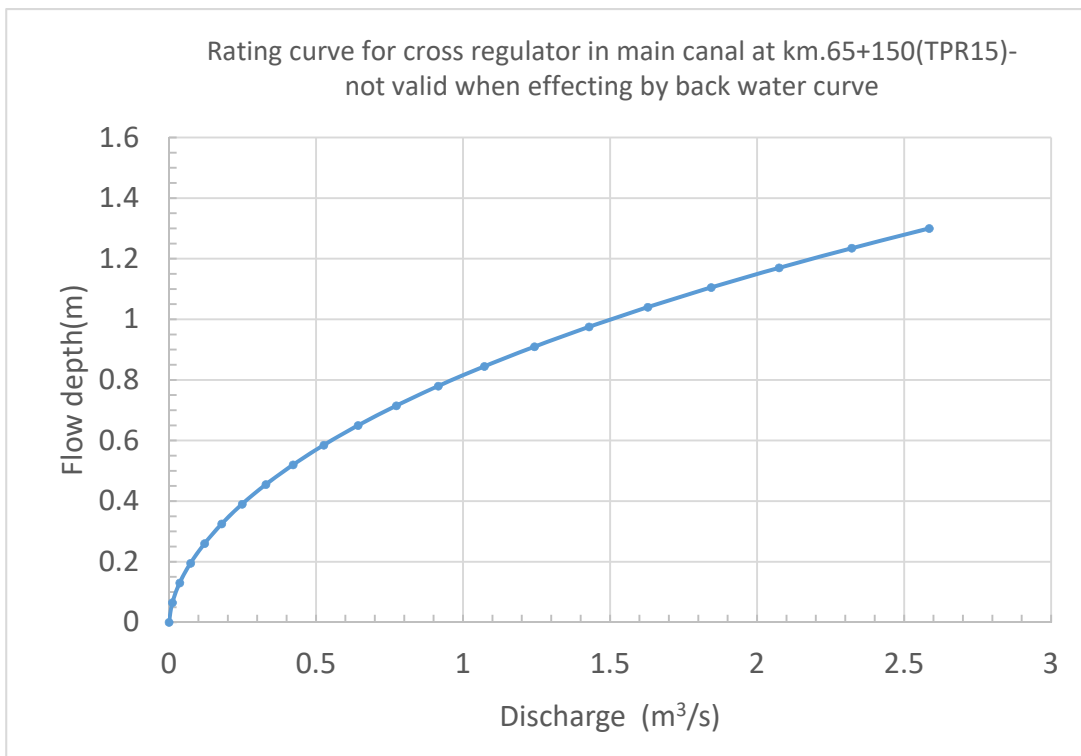


Figure 4 Rating curve for cross regulator in main canal at km.65+150(TPR15)

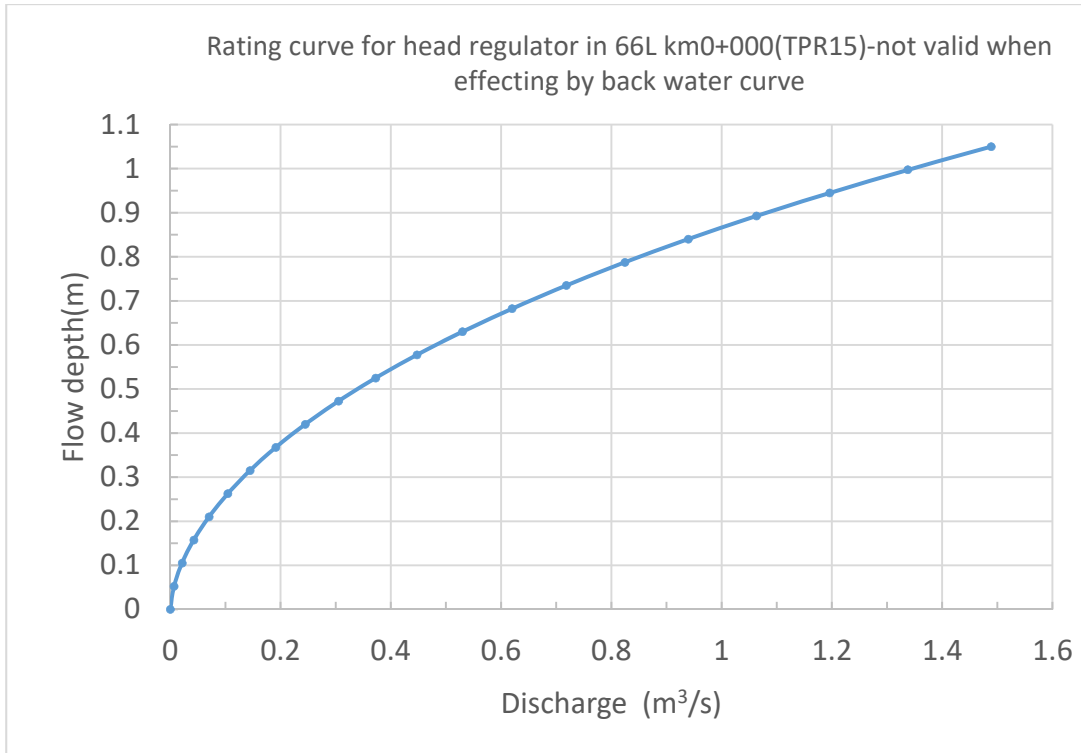


Figure 5 Rating curve for head regulator in 66L km0+000(TPR15)

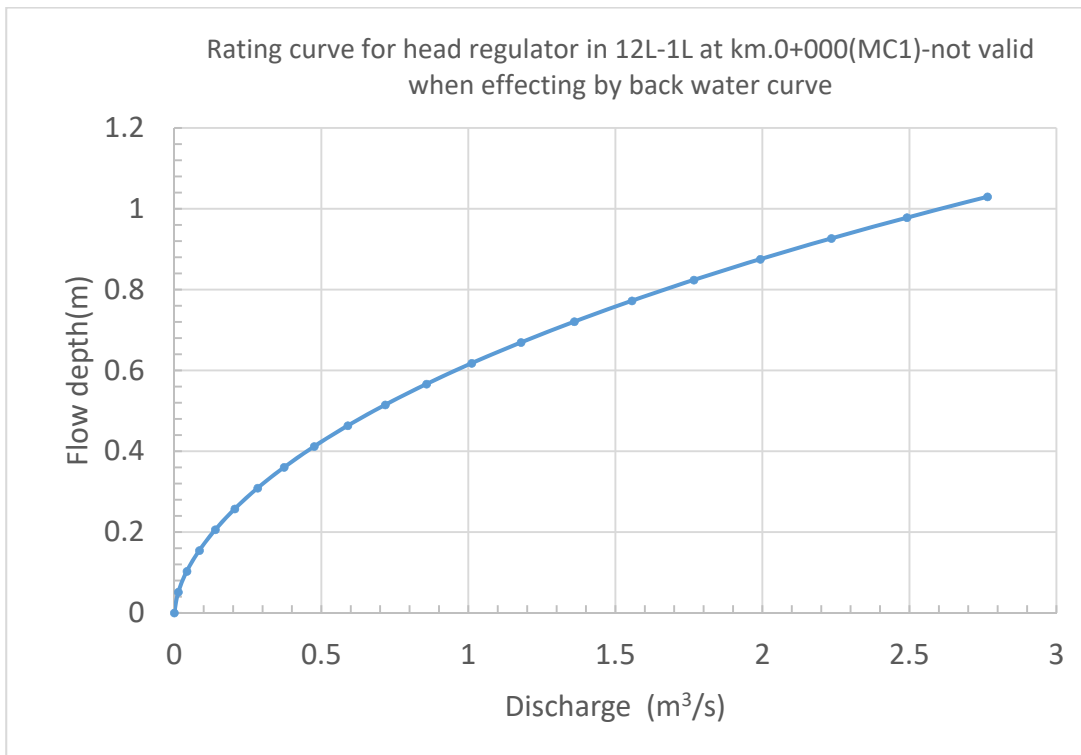


Figure 6 Rating curve for head regulator in 12L-1L at km.0+000(MC1)

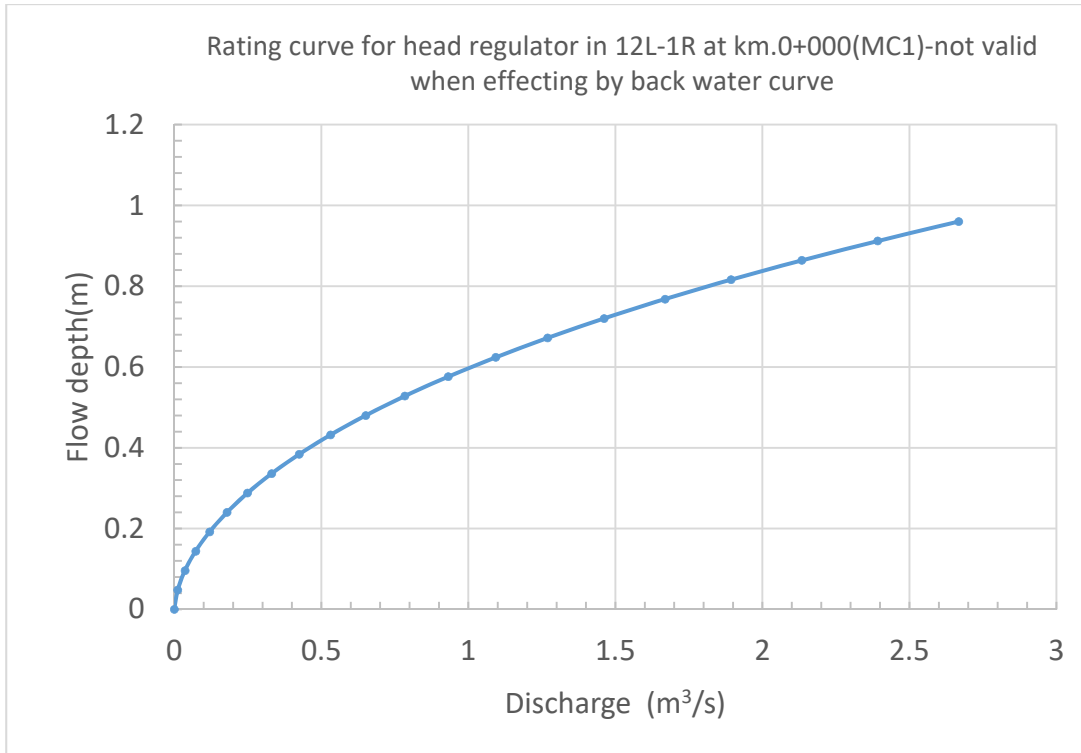


Figure 7 Rating curve for head regulator in 12L-1R at km.0+000(MC1)

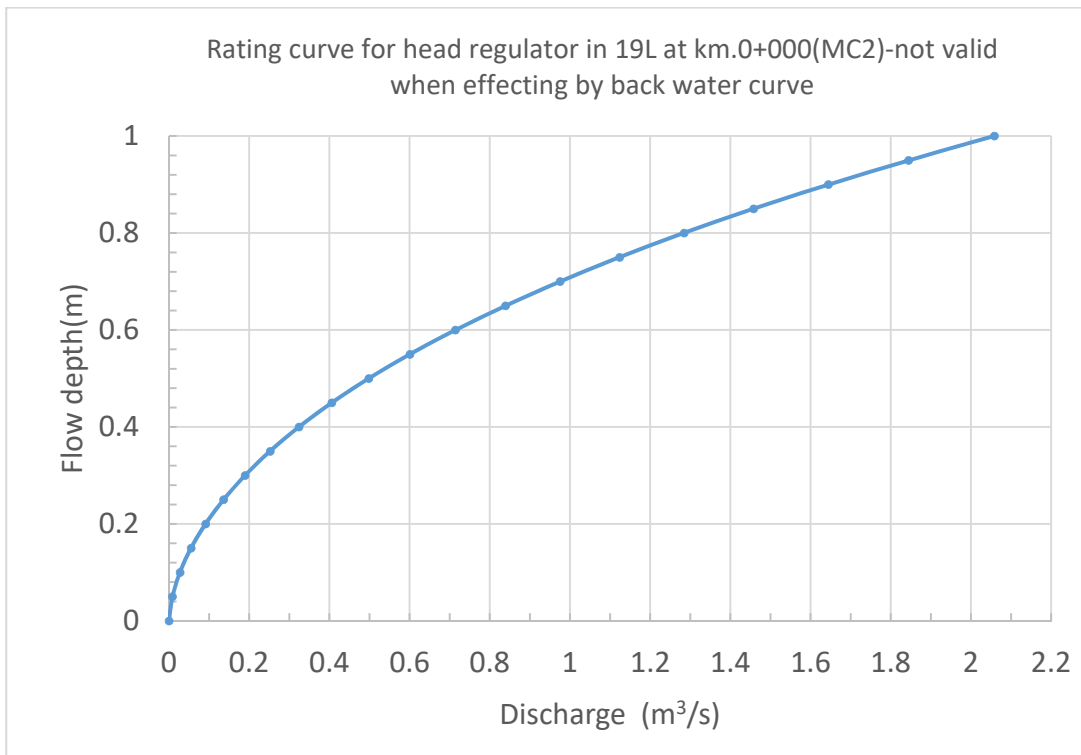


Figure 8 Rating curve for head regulator in 19L at km.0+000(MC2)

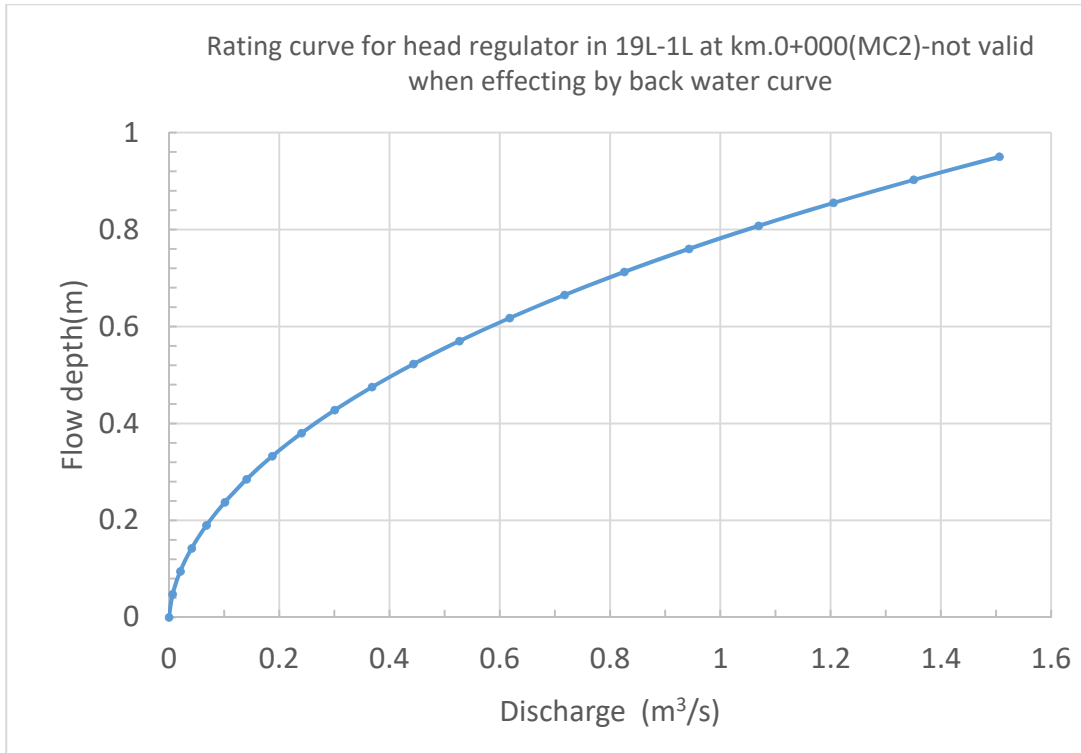


Figure 9 Rating curve for head regulator in 19L-1L at km.0+000(MC2)

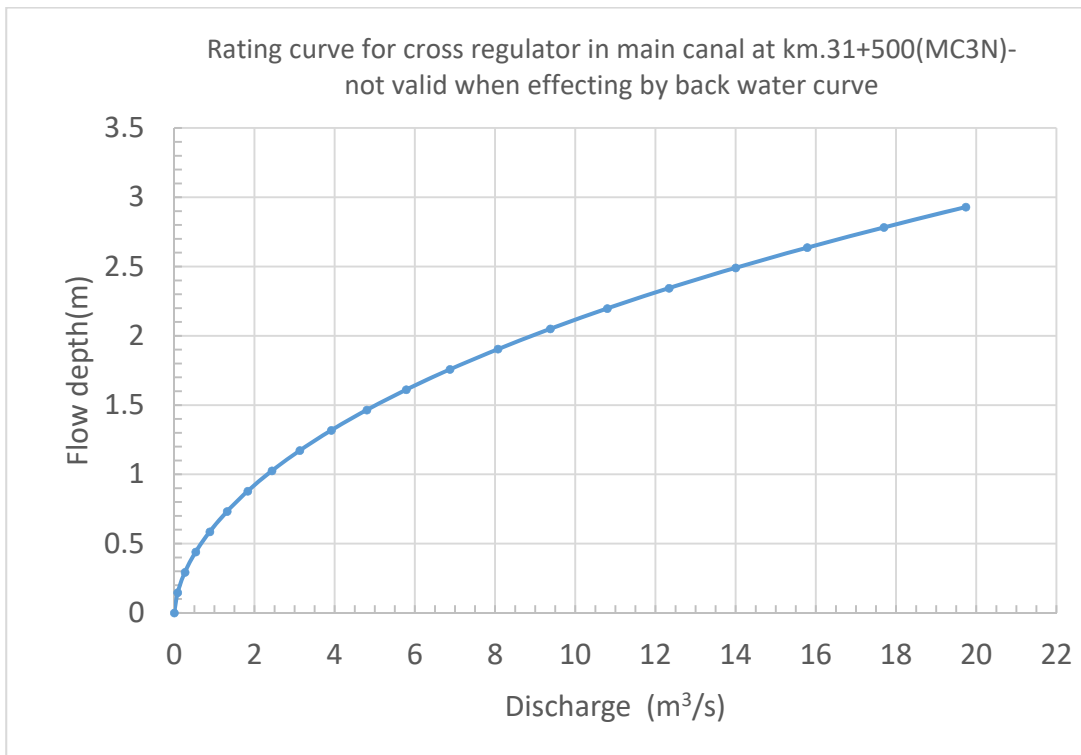


Figure 10 Rating curve for cross regulator in main canal at km.31+500(MC3N)

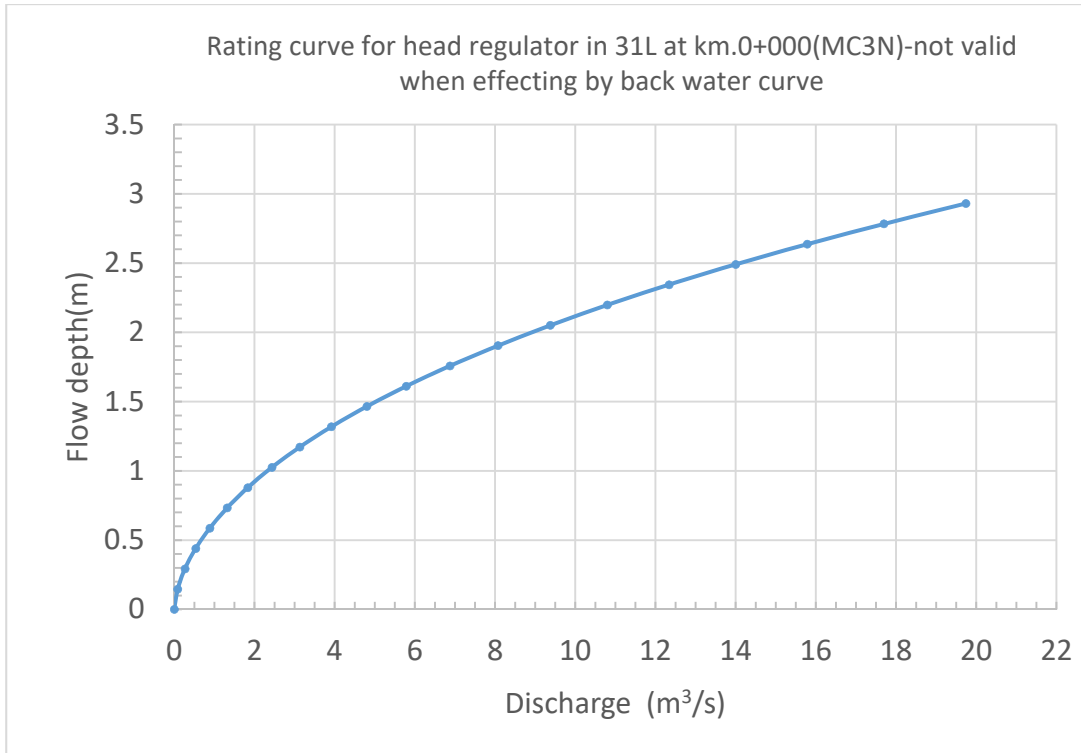


Figure 11 Rating curve for head regulator in 31L at km.0+000(MC3N)

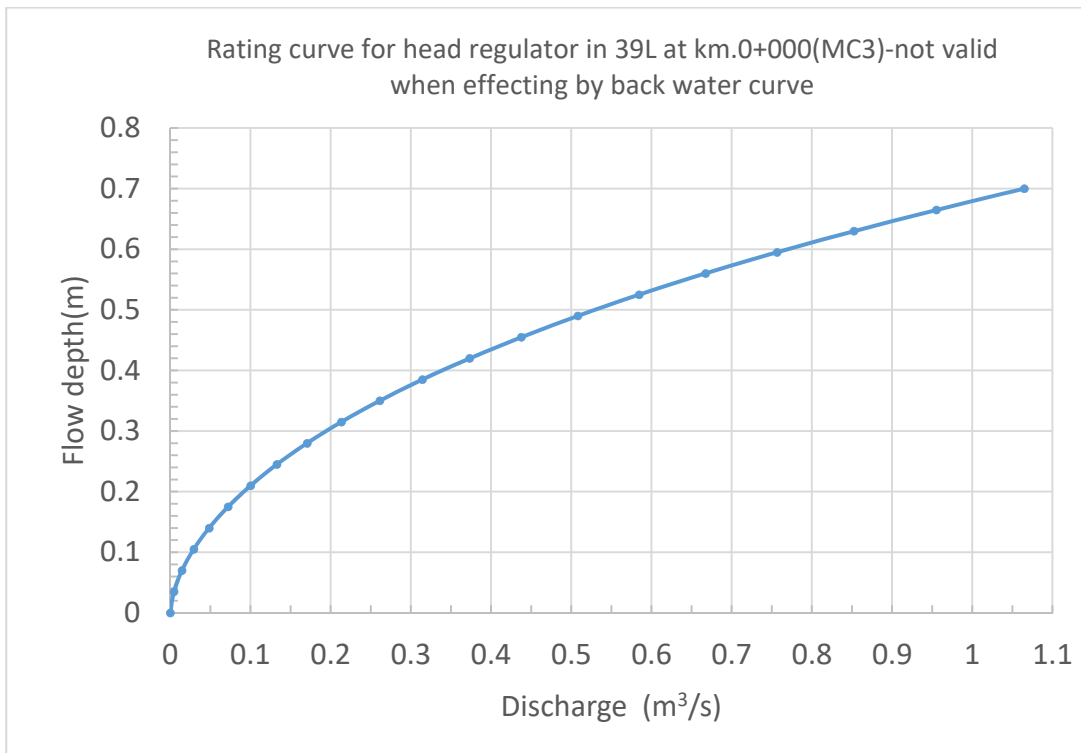


Figure 12 Rating curve for head regulator in 39L at km.0+000(MC3)

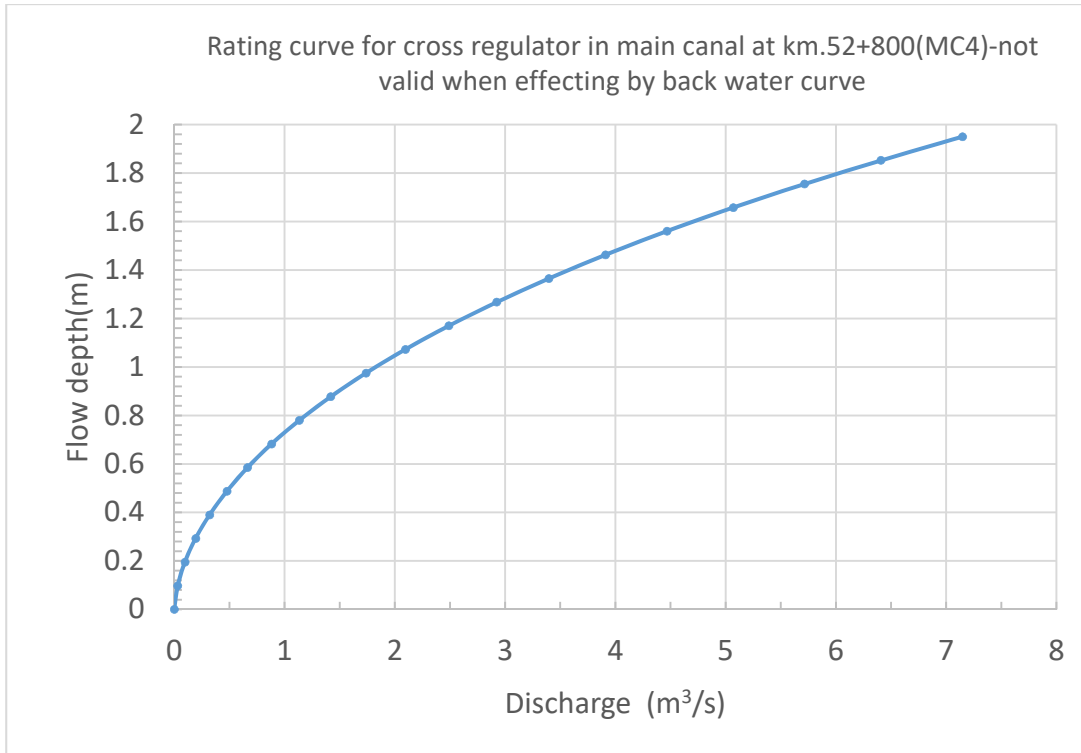


Figure 13 Rating curve for cross regulator in main canal at km.52+800(MC4)

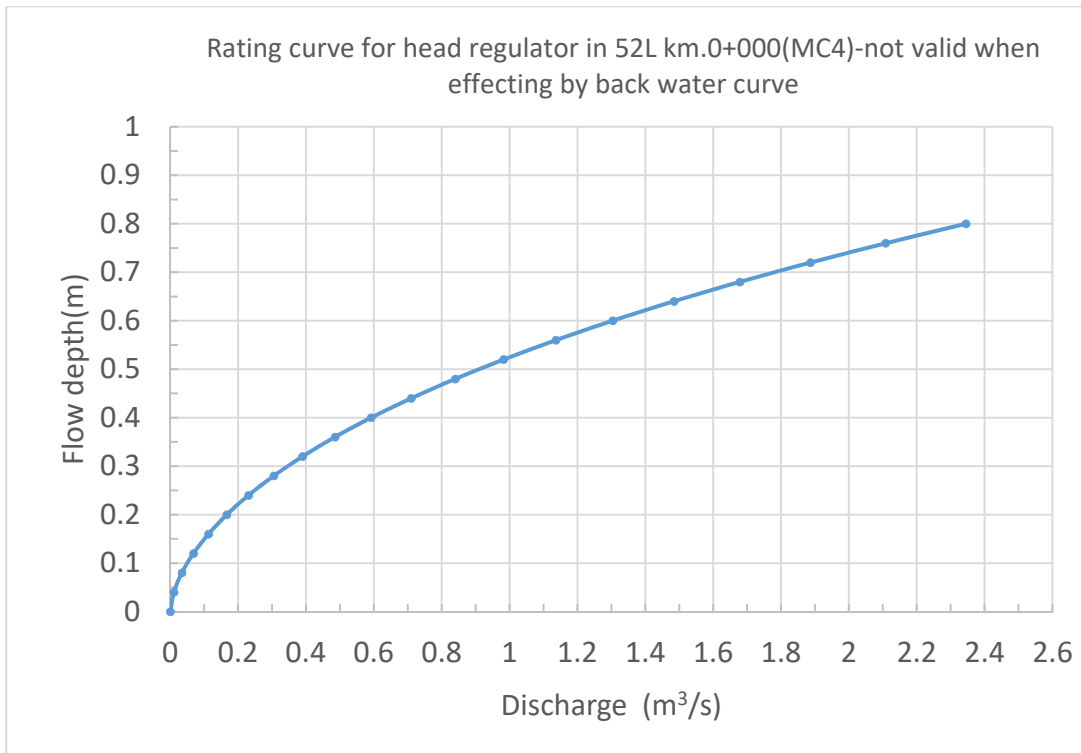


Figure 14 Rating curve for head regulator in 52L km.0+000(MC4)

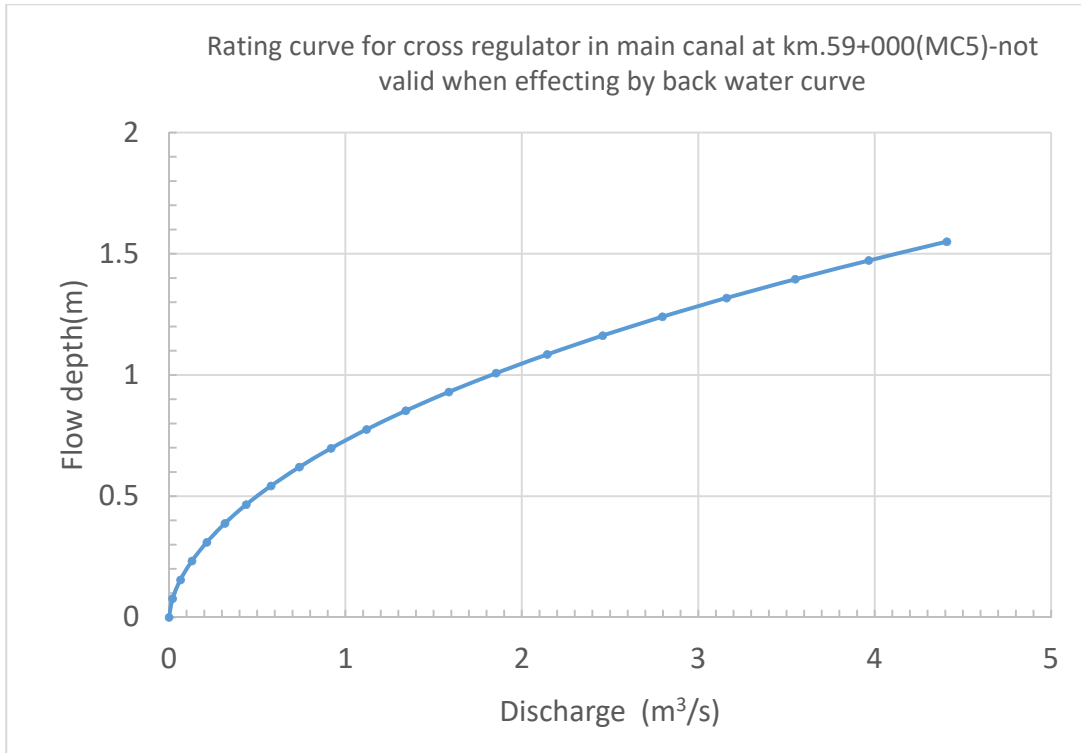


Figure 15 Rating curve for cross regulator in main canal at km.59+000(MC5)

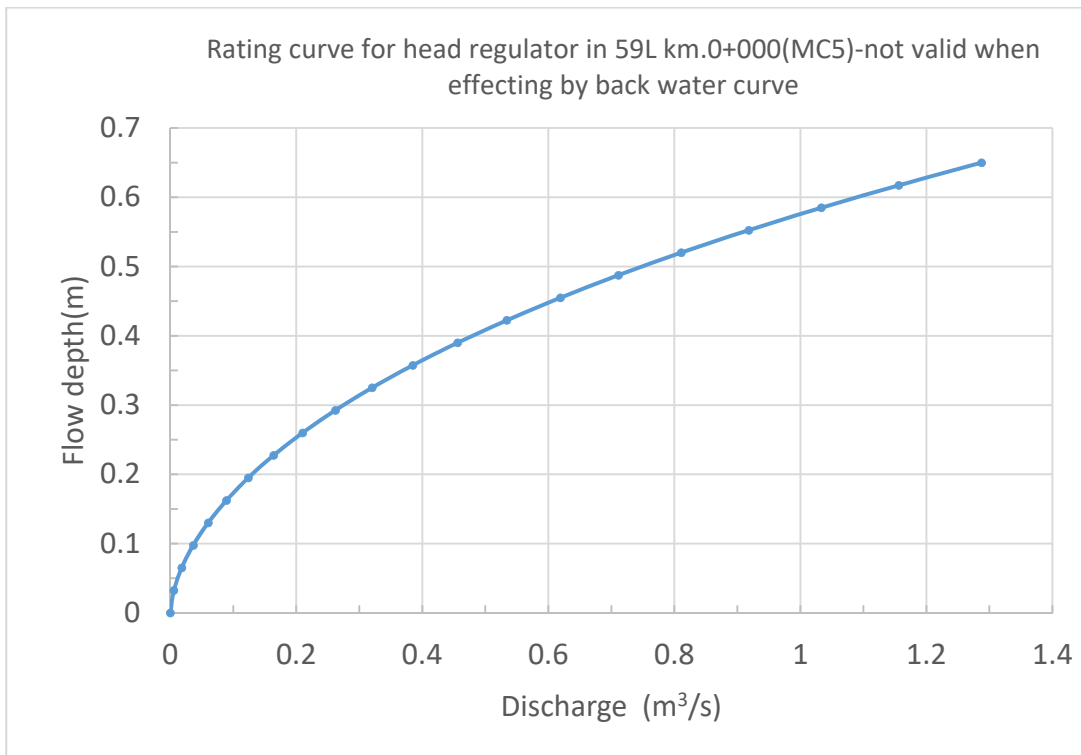


Figure 16 Rating curve for head regulator in 59L km.0+000(MC5)

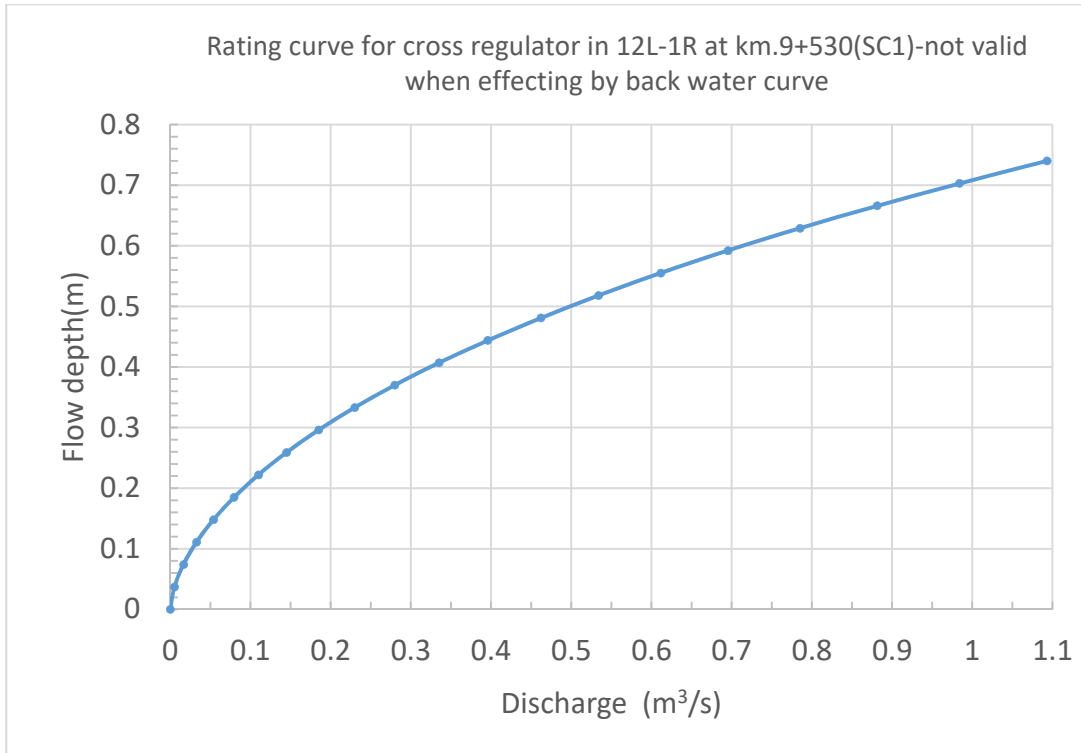


Figure 17 Rating curve for cross regulator in 12L-1R at km.9+530(SC1)

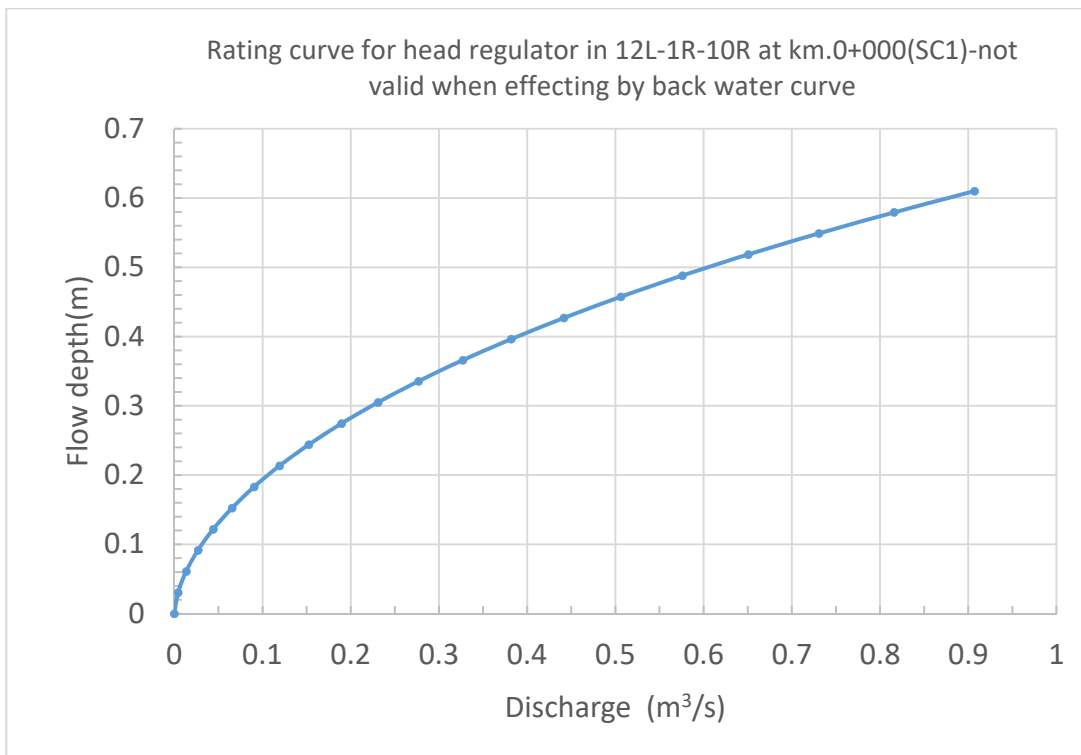


Figure 18 Rating curve for head regulator in 12L-1R-10R at km.0+000(SC1)

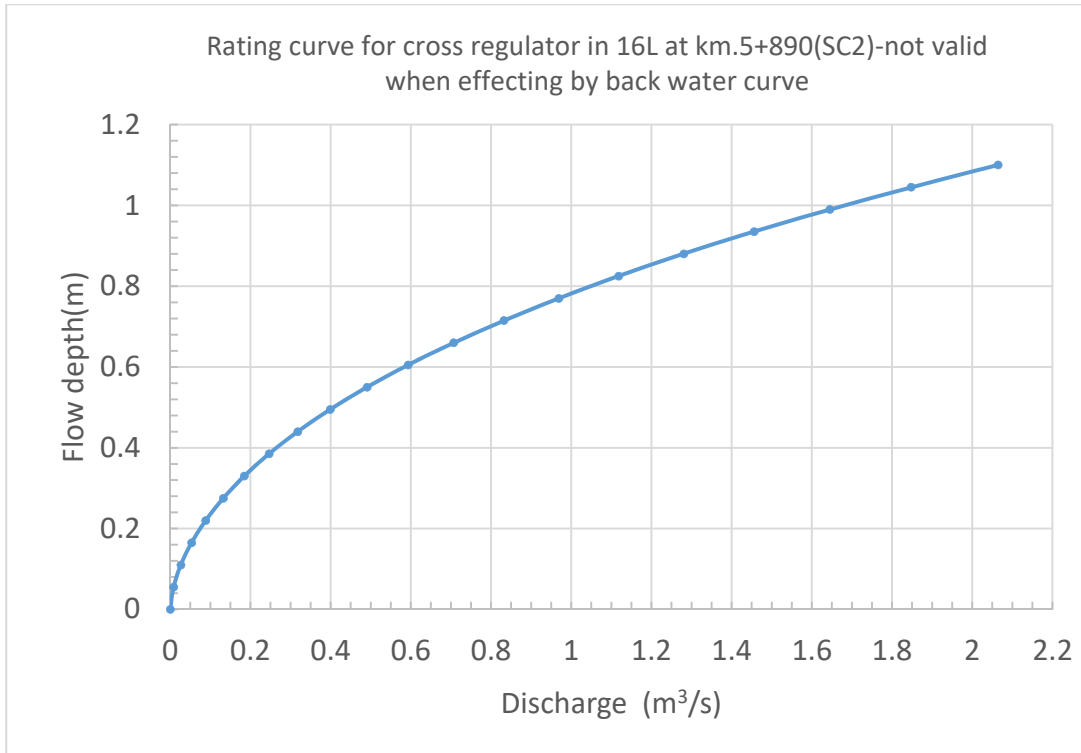


Figure 19 Rating curve for cross regulator in 16L at km.5+890(SC2)

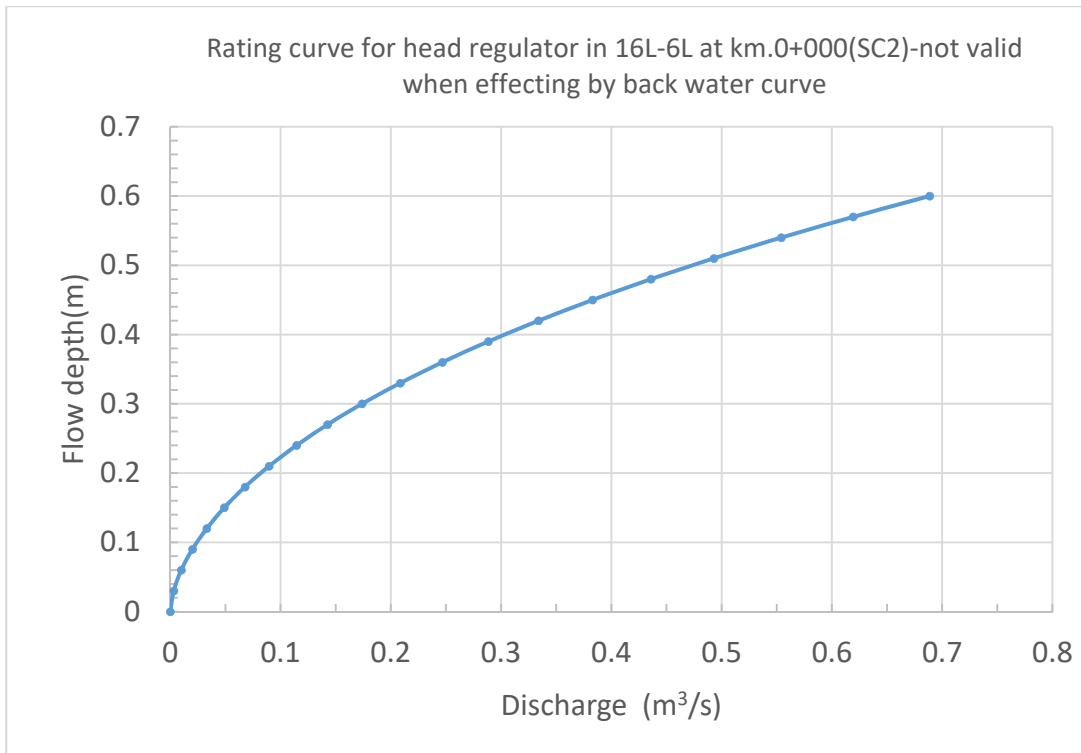


Figure 20 Rating curve for head regulator in 16L-6L at km.0+000(SC2)

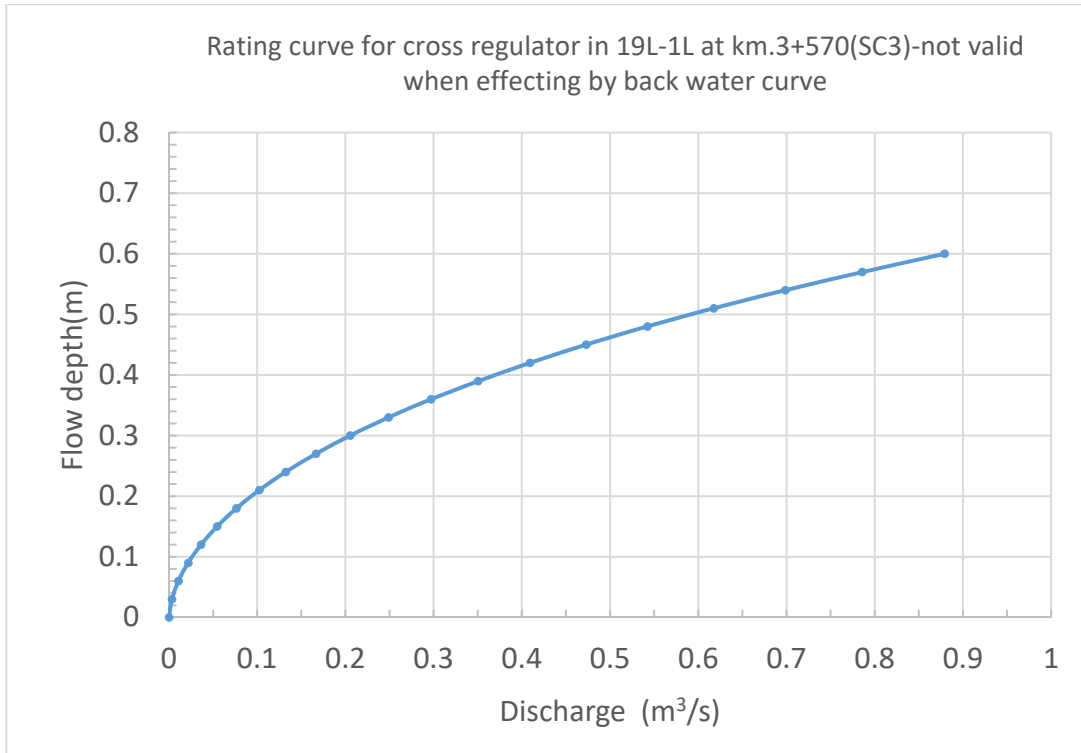


Figure 21 Rating curve for cross regulator in 19L-1L at km.3+570(SC3)

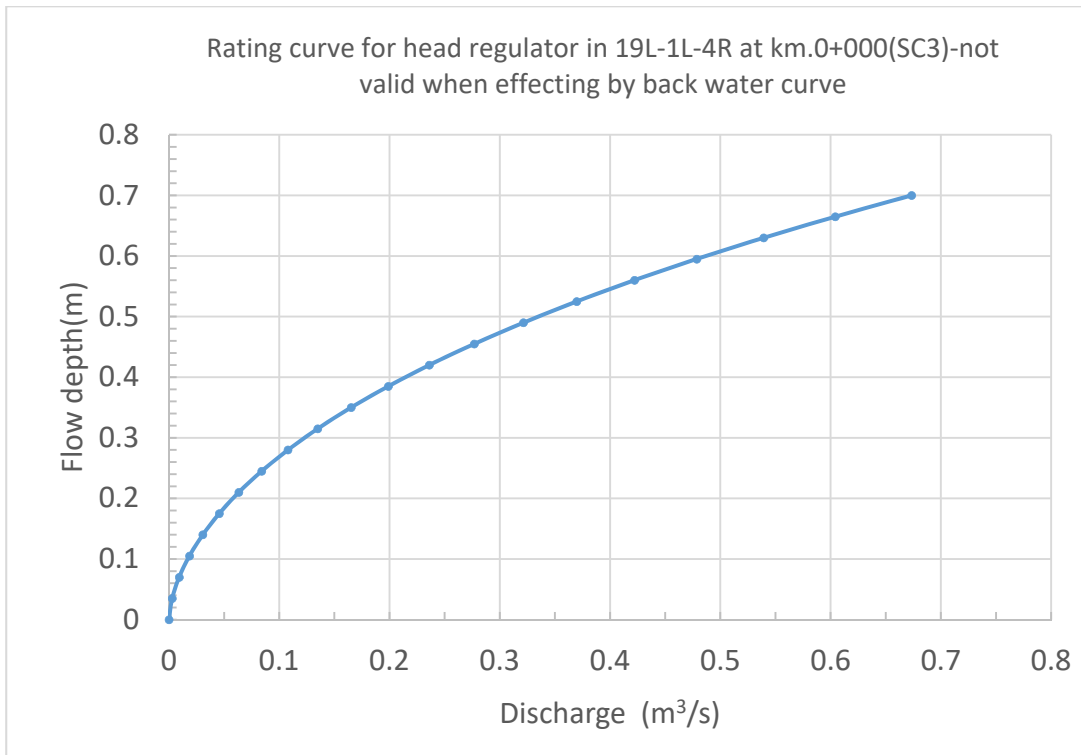


Figure 22 Rating curve for head regulator in 19L-1L-4R at km.0+000(SC3)

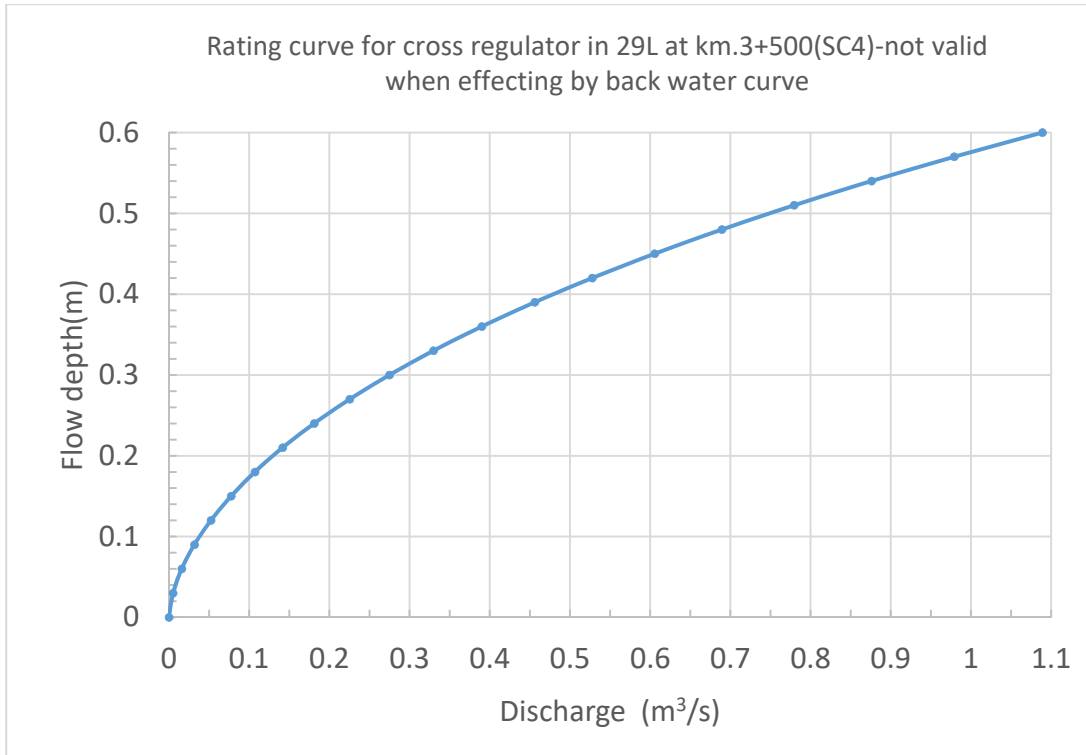


Figure 23 Rating curve for cross regulator in 29L at km.3+500(SC4)

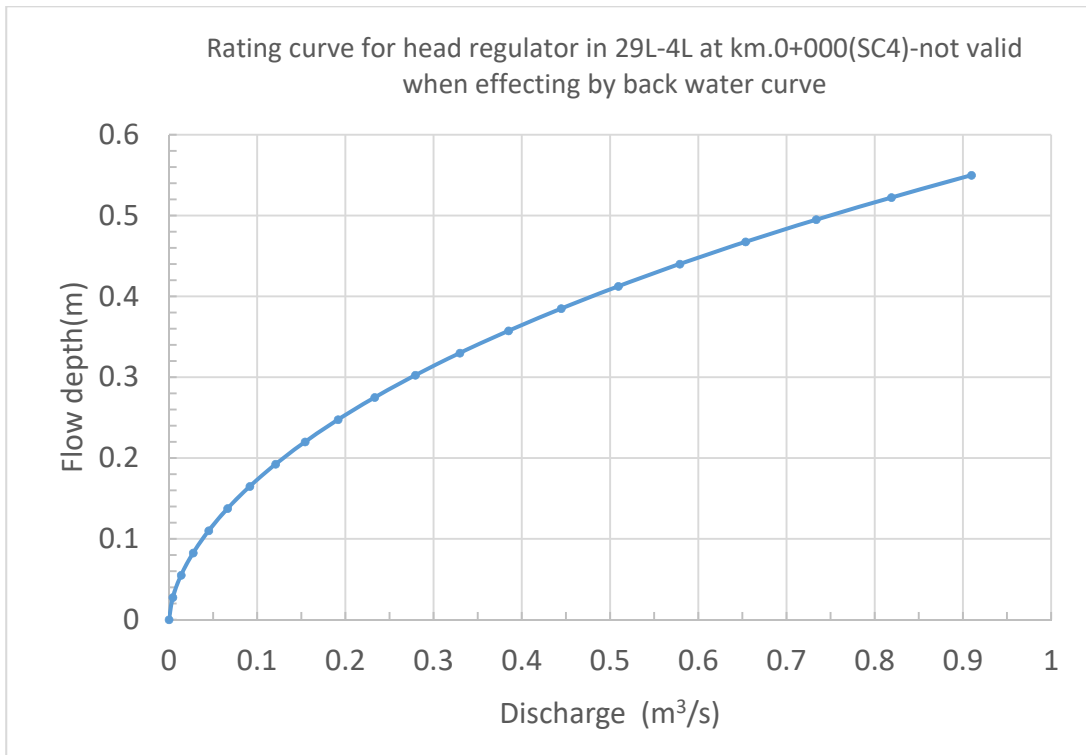


Figure 24 Rating curve for head regulator in 29L-4L at km.0+000(SC4)

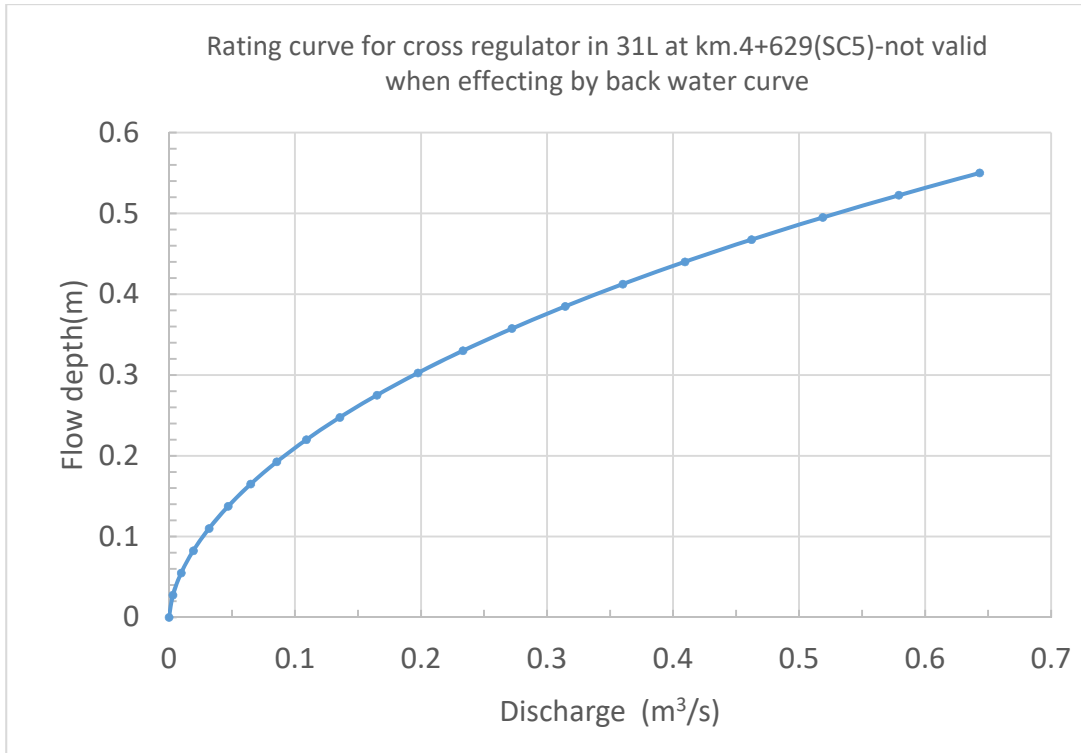


Figure 25 Rating curve for cross regulator in 31L at km.4+629(SC5)

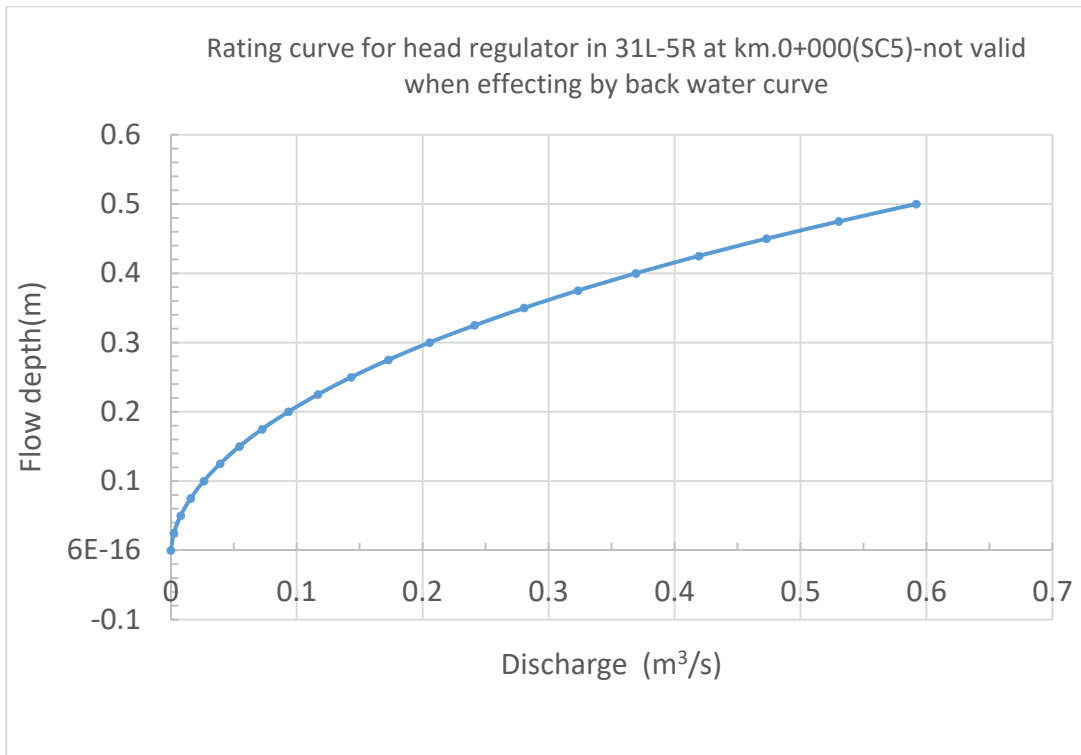


Figure 26 Rating curve for head regulator in 31L-5R at km.0+000(SC5)

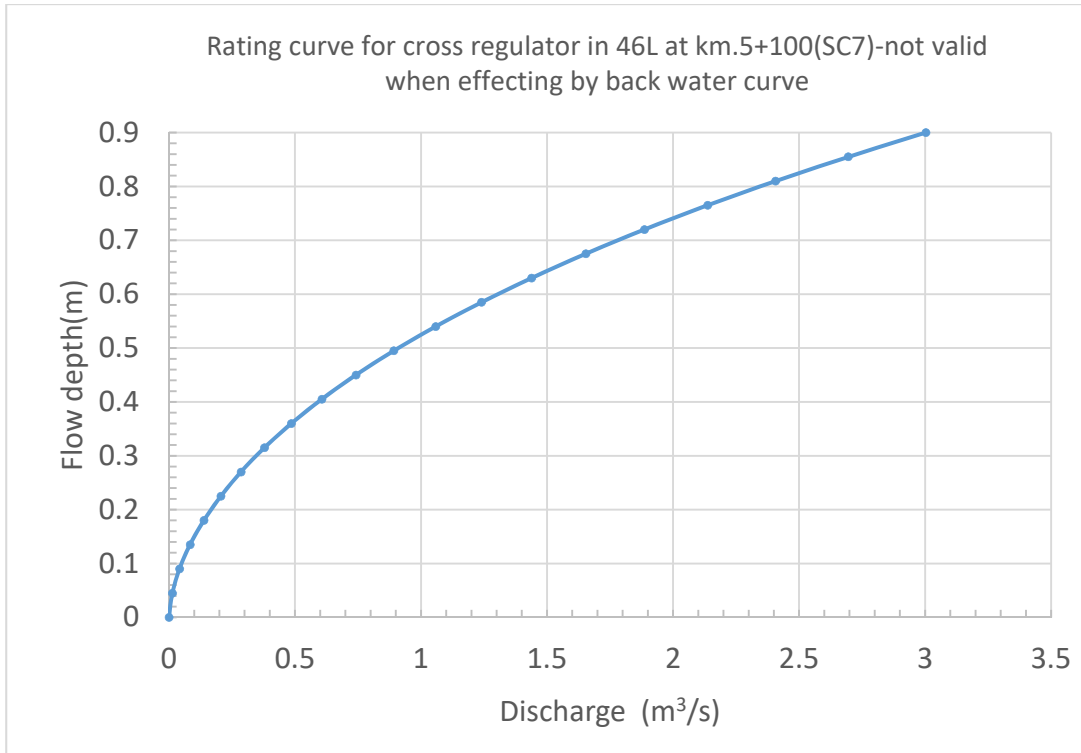


Figure 27 Rating curve for cross regulator in 46L at km.5+100(SC7)

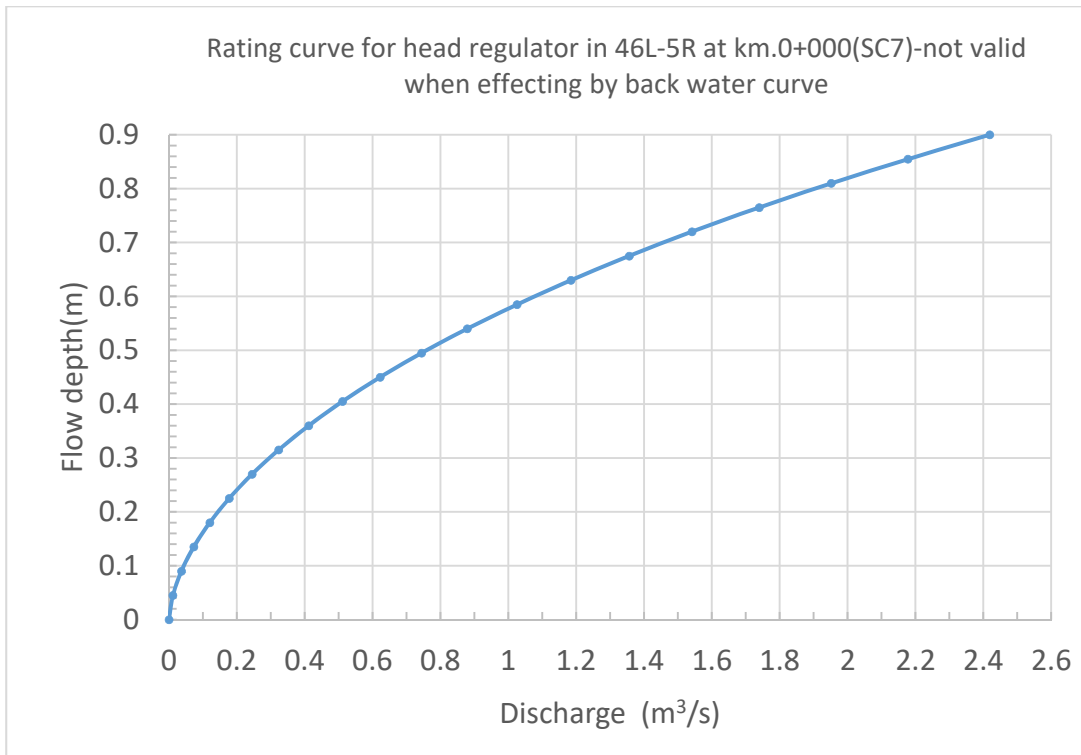


Figure 28 Rating curve for head regulator in 46L-5R at km.0+000(SC7)

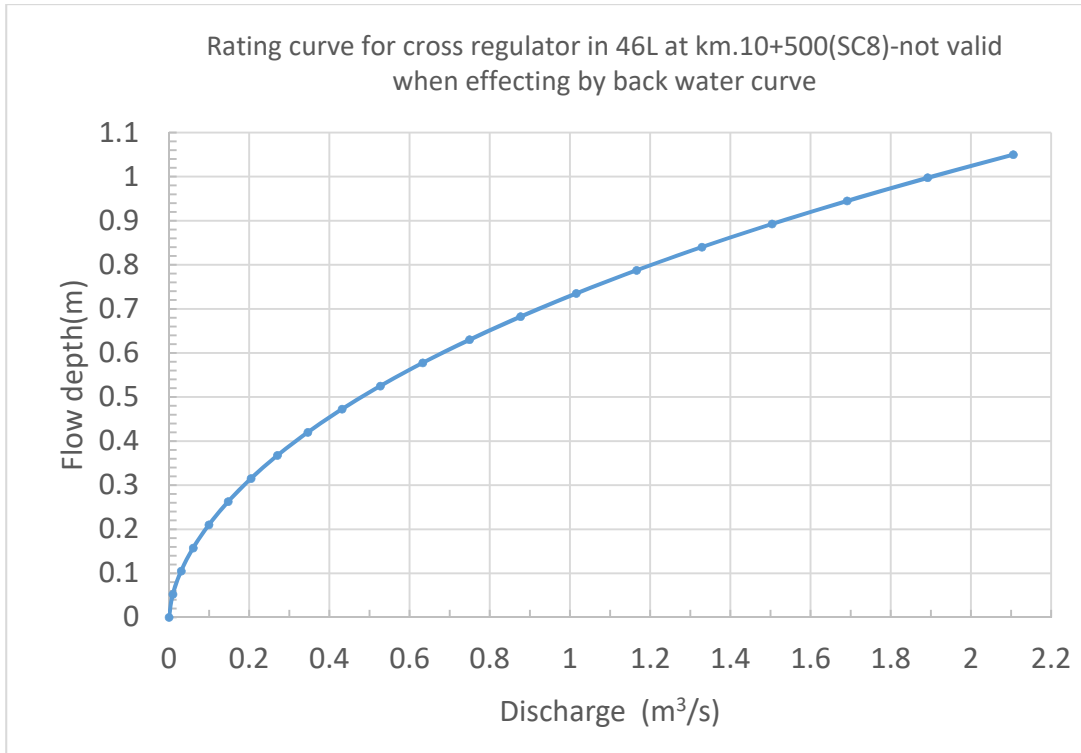


Figure 29 Rating curve for cross regulator in 46L at km.10+500(SC8)

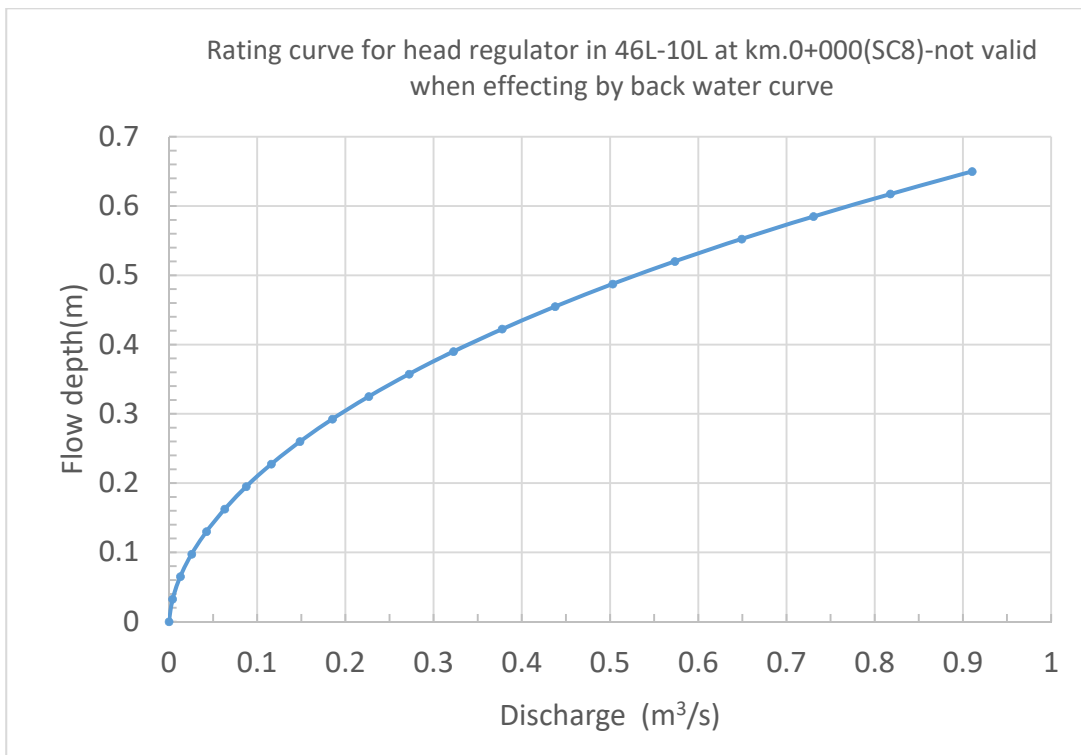


Figure 30 Rating curve for head regulator in 46L-10L at km.0+000(SC8)

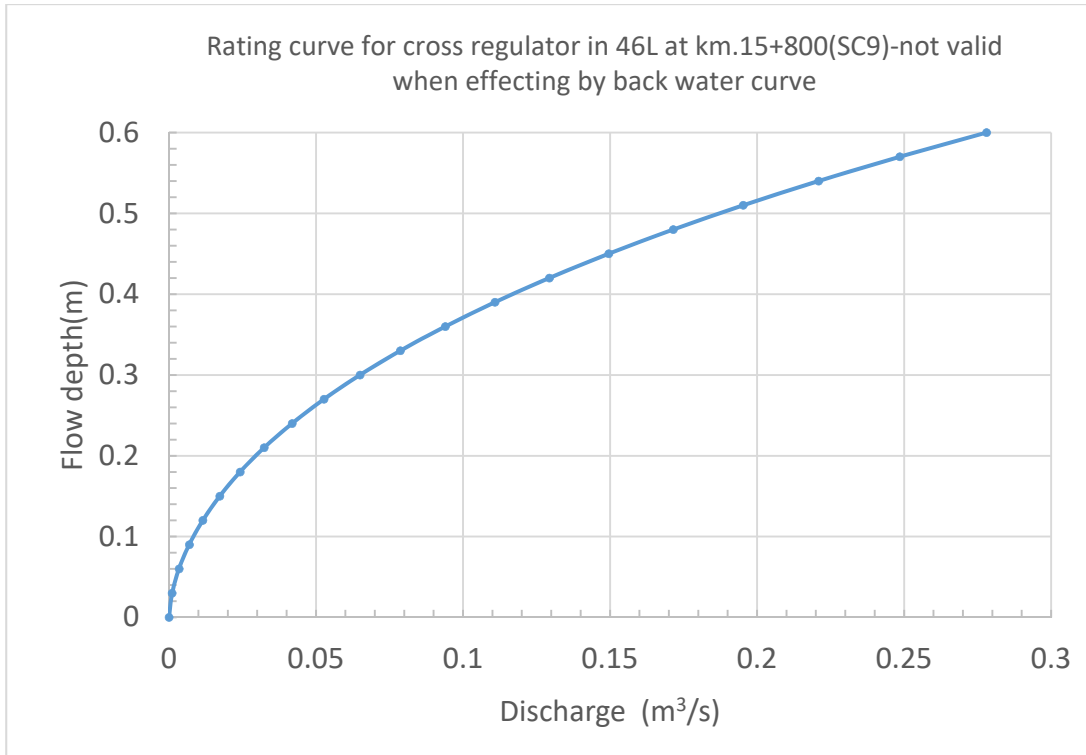


Figure 31 Rating curve for cross regulator in 46L at km.15+800(SC9)

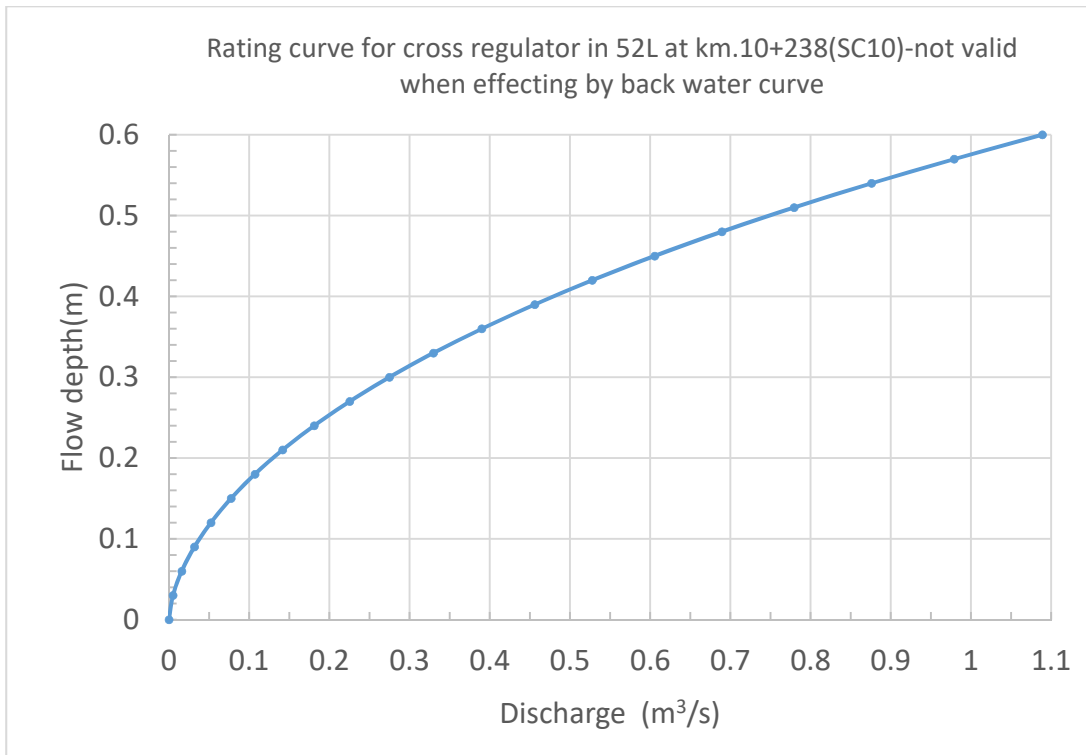


Figure 32 Rating curve for cross regulator in 52L at km.10+238(SC10)

Appendix-D
List of database files

Details of data	Location
1 Administrative characteristics <ul style="list-style-type: none"> - District (Amphoe) - Province 	Appendix D/ 1_Administrative characteristics
2 Area of irrigation <ul style="list-style-type: none"> - Boundary of watershed - Water master - Zone 	Appendix D/ 2_Area of Irrigation
3 Canal system	Appendix D/ 3_Canal system
4 Water situation report (daily data for 2006-2016) <ul style="list-style-type: none"> - reservoir water level - reservoir release - rainfall 	Appendix D/ 4_Water situation report
5 Meteorological data	Appendix D/ 5_Meteorological data
6 Soil	Appendix D/ 6_Soil
7 Drainage details	Appendix D/ 7_Drainage details