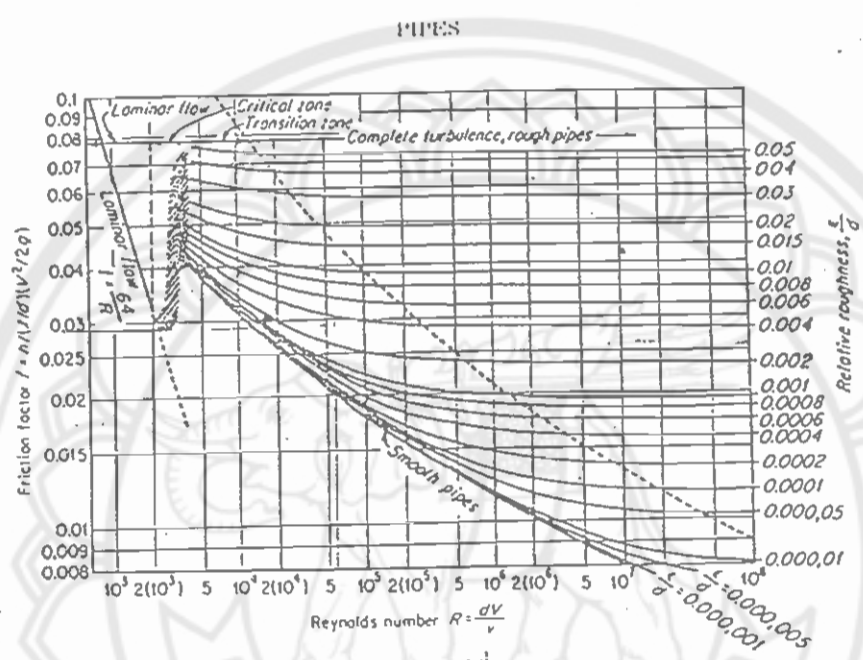


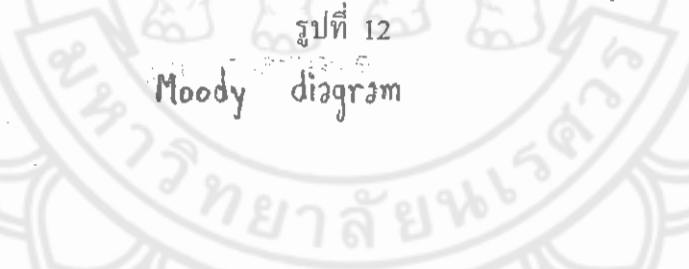


ภาคผนวก ก

มหาวิทยาลัยพระเชตุвр



รูปที่ 12
Moody diagram



Diameters of Pipes in cm, from Manning Formula (Continued)
n = 0.014

Dis-charge, m ³ /s	Hydraulic gradient, s = h/l															
	0.0001	0.0002	0.0004	0.0006	0.0008	0.001	0.0012	0.0014	0.0016	0.0018	0.002	0.003	0.1	0.2	0.3	0.4
0.1	73.9	64.9	57.0	52.5	50.0	48.0	46.4	45.0	43.9	43.0	42.1	39.0	37.0	35.5	34.3	33.3
0.2	95.8	84.1	73.9	68.5	64.9	62.2	60.1	58.4	57.0	55.7	54.6	50.6	48.0	46.0	44.5	43.2
0.3	111.5	97.9	86.0	79.7	75.5	72.4	70.0	68.0	66.3	64.9	63.6	58.9	55.9	53.6	51.8	50.3
0.4	124.2	109.1	95.8	86.5	81.1	80.7	78.0	75.7	73.9	72.3	70.8	65.7	62.2	59.7	57.7	56.0
0.5	135.1	118.6	104.2	96.5	91.5	87.7	84.8	82.4	80.3	78.6	77.0	71.4	67.6	64.9	62.7	60.9
0.6	144.6	127.0	111.5	103.4	97.9	93.9	90.8	88.2	86.0	84.1	82.5	76.4	72.4	69.5	67.1	65.2
0.7	153.3	134.6	118.2	109.5	103.6	99.5	96.2	93.4	91.1	89.1	87.4	81.0	76.7	73.6	71.1	69.1
0.8	161.1	141.5	124.2	115.1	109.1	104.6	101.1	98.2	95.8	93.7	91.9	85.2	80.7	77.4	74.8	72.6
0.9	168.4	147.9	129.9	120.3	114.0	109.4	105.7	102.7	100.1	97.9	96.0	89.0	84.3	80.9	78.1	75.9
1.0	175.2	153.8	135.1	125.2	118.6	113.6	109.9	106.8	104.2	101.9	99.9	92.6	87.7	84.1	81.3	79.0
1.1	181.6	159.4	140.0	129.8	122.9	117.9	113.9	110.7	108.0	105.6	103.5	96.0	90.9	87.2	84.3	81.9
1.2	187.8	164.7	144.6	134.1	127.0	121.8	117.7	114.4	111.5	109.1	107.0	99.1	93.9	90.1	87.1	84.6
1.3	193.3	169.7	149.1	138.1	130.9	125.5	121.3	117.8	114.9	112.4	110.2	102.2	96.8	92.8	89.7	87.1
1.4	198.7	174.5	153.3	142.0	134.6	129.1	124.7	121.2	118.2	115.6	113.3	105.0	99.5	95.4	92.2	89.6
1.5	204.0	179.1	157.3	145.8	138.1	132.4	128.0	124.3	121.3	118.6	116.3	107.8	102.1	97.9	94.7	92.0
1.6	208.9	183.5	161.1	149.3	141.5	135.7	131.1	127.4	124.2	121.5	119.1	110.4	104.6	100.3	97.0	94.2
1.7	213.6	187.7	164.8	152.8	144.7	138.8	134.1	130.3	127.1	124.3	121.9	113.0	107.0	102.6	99.2	96.4
1.8	218.4	191.8	168.4	156.1	147.9	141.8	137.0	133.1	129.9	127.0	124.5	115.4	109.4	104.9	101.3	98.5
1.9	222.9	195.7	171.8	159.3	150.9	144.7	139.9	135.9	132.5	129.6	127.1	117.8	111.6	107.0	103.4	100.5
2.0	227.2	199.5	175.2	162.4	153.5	147.5	142.6	138.5	135.1	132.1	129.5	120.1	113.8	109.1	105.4	102.4
2.1	231.4	203.2	178.4	165.4	156.7	150.3	145.2	141.1	137.6	134.6	131.9	122.3	115.9	111.1	107.4	104.3
2.2	235.5	206.6	181.6	168.3	159.4	152.9	147.8	143.5	140.0	136.9	134.3	124.4	117.9	113.1	109.3	106.2
2.3	239.4	210.2	184.6	171.1	162.1	155.5	150.2	146.0	142.4	139.2	136.5	126.5	120.0	115.1	111.1	107.9
2.4	243.3	213.6	187.6	173.8	164.7	158.0	152.7	148.3	144.6	141.5	138.7	128.6	121.8	116.8	112.9	109.7
2.5	247.0	216.9	190.5	176.5	167.3	160.4	155.0	150.6	146.9	143.7	140.9	130.8	123.7	118.6	114.6	111.4
2.6	250.7	220.1	193.3	179.1	169.7	162.8	157.3	152.8	149.1	145.8	142.9	132.5	125.5	120.4	116.3	113.0
2.7	254.2	223.3	196.0	181.7	172.2	165.1	159.5	155.0	151.2	147.9	145.0	134.5	127.3	122.1	118.0	114.6
2.8	257.7	226.3	198.7	184.2	174.5	167.4	161.7	157.1	153.3	149.9	147.0	136.2	128.9	123.8	119.6	116.2
2.9	261.2	229.3	201.4	186.8	176.8	169.6	163.9	159.2	155.3	151.9	148.9	138.0	130.6	125.4	121.2	117.7
3.0	264.5	232.3	204.0	189.0	179.1	171.8	166.0	161.3	157.3	153.8	150.8	139.8	132.4	127.0	122.7	119.2
3.1	267.8	235.1	206.5	191.4	181.3	173.9	168.0	163.2	159.2	155.7	152.7	141.5	134.1	128.6	124.3	120.7
3.2	271.0	237.9	208.9	193.7	183.5	176.0	170.0	165.2	161.1	157.6	154.5	143.2	135.7	130.1	125.8	122.2
3.3	274.1	240.7	211.4	195.9	185.6	178.0	172.0	167.1	163.0	159.4	156.3	144.9	137.3	131.6	127.2	123.6
3.4	277.2	243.4	213.8	198.1	187.7	180.0	174.0	169.0	164.8	161.2	158.1	146.5	138.8	133.1	128.6	125.0
3.5	280.2	246.1	216.1	200.3	189.8	182.0	175.9	170.9	166.6	163.0	159.8	148.1	140.3	134.6	130.1	126.3
3.6	283.2	248.7	218.4	202.4	191.8	183.9	177.7	172.7	168.4	164.7	161.5	149.7	141.8	136.0	131.4	127.7
3.7	286.1	251.3	220.9	204.5	193.7	185.8	179.6	174.4	170.1	166.4	163.2	151.2	143.3	137.4	132.8	129.0
3.8	289.0	253.8	222.9	206.5	195.7	187.7	181.4	176.2	171.8	168.1	164.8	152.7	144.7	138.8	134.1	130.3
3.9	291.8	256.3	225.0	208.6	197.6	189.5	183.1	177.9	173.5	169.7	166.4	154.2	146.1	140.3	135.6	131.8
4.0	294.6	258.7	227.2	210.6	199.5	191.3	184.9	179.6	175.2	171.4	168.0	155.7	147.5	141.5	136.7	132.8
4.1	297.4	261.1	229.3	212.4	201.4	193.1	186.6	181.3	176.8	173.0	169.5	157.2	148.9	142.9	138.1	134.1
4.2	300.1	263.5	231.4	214.5	203.2	194.9	188.3	182.9	178.4	174.5	171.1	158.8	150.3	144.3	139.5	135.4
4.3	302.7	265.8	233.4	216.3	205.0	196.6	190.0	184.6	180.0	176.1	172.6	160.2	151.6	145.4	140.5	136.5
4.4	305.3	268.1	235.5	218.2	206.8	198.3	191.6	186.2	181.6	177.6	174.1	161.4	152.9	146.6	141.7	137.7
4.5	307.9	270.4	237.4	220.1	208.5	200.0	193.2	187.7	183.1	179.1	175.5	162.7	154.2	147.9	142.9	138.8
4.6	310.5	272.6	239.4	221.9	210.2	201.6	194.8	189.3	184.6	180.6	177.0	164.1	155.5	149.1	144.1	140.0
4.7	313.0	274.8	241.3	223.7	211.9	203.2	196.4	190.8	186.1	182.0	178.5	165.4	156.7	150.3	145.3	141.1
4.8	315.5	277.0	243.3	225.5	213.6	204.9	198.0	192.3	187.6	183.5	179.9	166.7	158.0	151.6	146.4	142.2
4.9	317.9	279.2	245.1	227.2	215.3	206.4	199.5	193.8	189.0	184.9	181.3	168.0	159.2	152.7	147.5	143.3
5.0	320.3	281.3	247.0	228.9	216.9	208.0	201.0	195.3	190.5	186.3	182.7	169.3	160.4	153.8	148.4	144.4

Diameters of Pipes in cm, from Manning Formula (Continued)
n = 0.014

Dis-charge, m ³ /s	Hydraulic gradient, s = h/l															
	0.004	0.005	0.006	0.007	0.008	0.009	0.01	0.015	0.02	0.025	0.03	0.04	0.1	0.2	0.3	0.4
0.1	37.0	35.5	34.3	33.3	32.5	31.8	31.2	28.9	27.4	26.2	25.4	24.0	21.0	20.0	19.0	18.0
0.2	48.0	46.0	44.5	43.2	42.1	41.2	40.4	37.4	35.5	34.0	32.9	31.2	27.4	26.2	25.0	24.0
0.3	55.9	53.6	51.8	50.3	49.0	48.0	47.0	43.6	41.3	39.6	38.3	36.3	31.2	30.0	28.8	27.6
0.4	62.2	59.7	57.7	56.0	54.6	53.4	52.4	48.6	46.0	44.1	42.6	40.4	35.4	34.0	32.6	31.2
0.5	67.6	64.9	62.7	60.9	59.4	58.1	57.0	52.8	50.0	48.0	46.4	43.9	38.6	37.0	35.4	34.0
0.6	72.4	69.5	67.1	65.2	63.6	62.2	61.0	56.5	53.6	51.4	49.6	47.0	41.6	40.0	38.4	37.0
0.7	76.7	73.6	71.1	69.1	67.4	65.9	64.6	59.9	56.7	54.4	52.6	49.8	44.2	42.6	41.0	39.6
0.8	80.7	77.4	74.8	72.6	70.8	69.3	67.9	63.0	59.7	57.2	55.3	52.4	46.6	45.0	43.4	42.0
0.9	84.3	80.9	78.1	75.9	74.0	72.4	71.0	65.8	62.4	59.8	57.8	54.8	48.8	47.2	45.6	44.2
1.0	87.7	84.1	81.3	79.0	77.0	75.3	73.9	68.5	64.9	62.2	60.1	57.0	51.0	49.4	47.8	46.4
1.1	90.9	87.2	84.3	81.9	79.8	78.1	76.6	71.0	67.2	64.5	62.3	59.0	53.0	51.4	49.8	48.4
1.2	93.9	90.1	87.1	84.6	82.5	80.7	79.1	73.3	69.5	66.6	64.4	61.0	55.0	53.4	51.8	50.4
1.3	96.8	92.8	89.7	87.1	85.0	83.1	81.5	75.5	71.6	68.6	66.3	62.9	56.8	55.2	53.6	52.2
1.4	99.5	95.4	92.2	89.6	87.4	85.5	83.8	77.7	73.6	70.6	68.2	64.6	58.4	56.8	55.2	53.8
1.5	102.1	97.9	94.7	92.0	89.7	87.7	86.0	79.7	75.5	72.4	70.0	66.3	60.0	58.4	56.8	55.4
1.6	104.6	100.3	97.0	94.2	91.9	89.9	88.1	81.7	77.4	74.2	71.7	67.9	61.4	59.8	58.2	56.8
1.7	107.0	102.6	99.2	96.4	94.0	91.9	90.1	83.5	79.2	75.9	73.4	69.5	62.8	61.2	59.6	58.2
1.8	109.4	104.9	101.3	98.5	96.0	93.9	92.1	85.3	80.9	77.6	74.9	71.0	64.2	62.6	61.0	59.6
1.9	111.6	107.0	103.4	100.5	98.0	95.9	94.0	87.1	82.5	79.1	76.5	72.5	65.6	64.0	62.4	61.0
2.0	113.8	109.1	105.4	102.4	99.9	97.1	95.3	88.5	84.1	80.7	78.0	73.9	66.8	65.2	63.6	

Values of C_a for Determining Area $a = C_a d^2$ of Cross Section of a Circular Conduit Flowing Part Full

$\frac{D^*}{d}$	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09
0.0	0.0000	0.0013	0.0037	0.0069	0.0105	0.0147	0.0192	0.0242	0.0294	0.0350
0.1	0.0409	0.0470	0.0534	0.0600	0.0668	0.0739	0.0811	0.0885	0.0961	0.1039
0.2	0.1118	0.1199	0.1281	0.1365	0.1449	0.1535	0.1623	0.1711	0.1800	0.1890
0.3	0.1982	0.2074	0.2167	0.2260	0.2355	0.2450	0.2546	0.2642	0.2739	0.2836
0.4	0.2934	0.3032	0.3130	0.3229	0.3328	0.3428	0.3527	0.3627	0.3727	0.3827
0.5	0.393	0.403	0.413	0.423	0.433	0.443	0.453	0.462	0.472	0.482
0.6	0.492	0.502	0.512	0.521	0.531	0.540	0.550	0.559	0.569	0.578
0.7	0.587	0.596	0.605	0.614	0.623	0.632	0.640	0.649	0.657	0.666
0.8	0.674	0.681	0.689	0.697	0.704	0.712	0.719	0.725	0.732	0.738
0.9	0.745	0.750	0.756	0.761	0.766	0.771	0.775	0.779	0.782	0.784

* D —depth of water; d —diameter of channel.

STEADY UNIFORM FLOW IN OPEN CHANNELS

Values of C_r for Determining Hydraulic Radius $r = C_r d$ of Cross Section of a Circular Conduit Flowing Part Full

$\frac{D^*}{d}$	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09
0.0	0.000	0.007	0.013	0.020	0.026	0.033	0.039	0.045	0.051	0.057
0.1	0.063	0.070	0.075	0.081	0.087	0.093	0.099	0.104	0.110	0.115
0.2	0.121	0.126	0.131	0.136	0.142	0.147	0.152	0.157	0.161	0.166
0.3	0.171	0.176	0.180	0.185	0.189	0.193	0.198	0.202	0.206	0.210
0.4	0.214	0.218	0.222	0.226	0.229	0.233	0.236	0.240	0.243	0.247
0.5	0.250	0.253	0.256	0.259	0.262	0.265	0.268	0.270	0.273	0.275
0.6	0.273	0.280	0.282	0.284	0.286	0.288	0.290	0.292	0.293	0.295
0.7	0.296	0.298	0.299	0.300	0.301	0.302	0.302	0.303	0.304	0.304
0.8	0.304	0.304	0.304	0.304	0.304	0.303	0.303	0.302	0.301	0.299
0.9	0.298	0.296	0.294	0.292	0.289	0.286	0.283	0.279	0.274	0.267

* D —depth of water; d —diameter of channel.

Values of C_T for Determining Top Width $T = C_T d$ of Cross Section of a Circular Channel Flowing Part Full

$\frac{D^*}{d}$	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09
0.0	0.000	0.199	0.280	0.341	0.392	0.436	0.475	0.510	0.543	0.572
0.1	0.600	0.626	0.650	0.673	0.694	0.714	0.733	0.751	0.768	0.785
0.2	0.800	0.815	0.828	0.842	0.854	0.866	0.877	0.888	0.898	0.908
0.3	0.917	0.925	0.933	0.940	0.947	0.954	0.960	0.966	0.971	0.975
0.4	0.980	0.984	0.987	0.990	0.993	0.995	0.997	0.998	0.999	1.000
0.5	1.000	1.000	0.999	0.998	0.997	0.995	0.993	0.990	0.987	0.984
0.6	0.980	0.975	0.971	0.966	0.960	0.954	0.947	0.940	0.933	0.925
0.7	0.917	0.908	0.898	0.888	0.877	0.866	0.854	0.842	0.828	0.815
0.8	0.800	0.785	0.768	0.751	0.733	0.714	0.694	0.673	0.650	0.626
0.9	0.600	0.572	0.543	0.510	0.475	0.436	0.392	0.341	0.280	0.199

* D —depth of water; d —diameter of channel.

Values of K' for Circular Channels in Formula $Q = (K'/n)d^{8/3}S^{1/2}$

D^*/d	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09
0.0		0.00005	0.00021	0.00050	0.00093	0.00149	0.00221	0.00306	0.00406	0.00522
0.1	0.00651	0.00794	0.00956	0.0112	0.0131	0.0151	0.0173	0.0196	0.0220	0.0246
0.2	0.0273	0.0301	0.0331	0.0361	0.0394	0.0427	0.0462	0.0497	0.0534	0.0571
0.3	0.0610	0.0650	0.0691	0.0733	0.0776	0.0820	0.0864	0.0910	0.0956	0.1003
0.4	0.1050	0.1099	0.1147	0.1197	0.1248	0.1298	0.1349	0.1401	0.1454	0.1506
0.5	0.156	0.161	0.166	0.172	0.177	0.182	0.188	0.193	0.199	0.204
0.6	0.209	0.215	0.220	0.225	0.231	0.236	0.241	0.246	0.251	0.256
0.7	0.261	0.266	0.271	0.275	0.280	0.284	0.289	0.293	0.297	0.301
0.8	0.305	0.308	0.312	0.315	0.318	0.321	0.324	0.326	0.328	0.330
0.9	0.332	0.334	0.334	0.335	0.335	0.335	0.334	0.332	0.329	0.325
1.0	0.312									

* D —depth of water; d —diameter of channel.

ตารางที่ 3

จากหนังสือ HAND BOOK OF HYDRAULICS

Values of K_c for Determining Discharge $Q = K_c d^{5/2}$ of Circular Channel Flowing Part Full When Flow Is at Critical Depth

$\frac{D_c}{d}$	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09
0.0		0.0003	0.0014	0.0031	0.0054	0.0084	0.0121	0.0165	0.0215	0.0271
0.1	0.0334	0.0404	0.0479	0.0561	0.0650	0.0744	0.0845	0.0952	0.1065	0.1184
0.2	0.1309	0.1441	0.1578	0.1721	0.1870	0.2025	0.2186	0.2352	0.2525	0.2702
0.3	0.2866	0.3075	0.3270	0.3471	0.3677	0.3888	0.4105	0.4328	0.4556	0.4789
0.4	0.50	0.53	0.55	0.58	0.60	0.63	0.66	0.69	0.71	0.74
0.5	0.77	0.80	0.83	0.86	0.89	0.92	0.96	0.99	1.02	1.06
0.6	1.09	1.13	1.16	1.20	1.24	1.27	1.31	1.35	1.39	1.43
0.7	1.47	1.51	1.56	1.60	1.64	1.69	1.74	1.78	1.83	1.88
0.8	1.94	1.99	2.04	2.10	2.16	2.22	2.29	2.36	2.43	2.51
0.9	2.60	2.69	2.79	2.91	3.05	3.21	3.41	3.68	4.09	4.57

* D_c —depth of water; d —diameter of channel.

ตารางที่ 4.1

... OPEN CHANNELS WITH NONUNIFORM FLOW

Values of c for Determining Critical Depth $D_c = cH_m$ for Circular Sections

$\frac{H_m}{d}$	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09
0.0	0.750	0.750	0.750	0.749	0.749	0.749	0.748	0.748	0.748	0.747
0.1	0.747	0.747	0.746	0.746	0.746	0.745	0.745	0.745	0.744	0.744
0.2	0.744	0.743	0.743	0.743	0.742	0.742	0.741	0.741	0.741	0.740
0.3	0.740	0.740	0.739	0.739	0.738	0.738	0.737	0.737	0.736	0.736
0.4	0.736	0.735	0.735	0.734	0.734	0.733	0.733	0.732	0.732	0.731
0.5	0.730	0.730	0.729	0.729	0.728	0.728	0.727	0.727	0.726	0.725
0.6	0.725	0.724	0.723	0.723	0.722	0.721	0.721	0.720	0.719	0.719
0.7	0.718	0.717	0.716	0.716	0.715	0.714	0.713	0.712	0.711	0.711
0.8	0.710	0.709	0.708	0.707	0.706	0.705	0.704	0.703	0.702	0.701
0.9	0.700	0.699	0.698	0.697	0.696	0.695	0.693	0.692	0.691	0.690
1.0	0.689	0.687	0.686	0.685	0.683	0.682	0.681	0.679	0.678	0.677
1.1	0.675	0.673	0.672	0.670	0.669	0.667	0.665	0.664	0.662	0.660
1.2	0.659	0.657	0.655	0.654	0.652	0.650	0.648	0.646	0.644	0.642
1.3	0.640	0.638	0.636	0.634	0.632	0.630	0.628	0.626	0.624	0.622
1.4	0.620	0.617	0.615	0.613	0.610	0.608	0.606	0.604	0.601	0.599
1.5	0.596	0.594	0.592	0.589	0.587	0.585	0.582	0.580	0.578	0.575
1.6	0.573	0.571	0.568	0.566	0.564	0.561	0.559	0.556	0.554	0.551
1.7	0.549	0.547	0.545	0.542	0.540	0.538	0.535	0.533	0.531	0.528
1.8	0.526	0.524	0.521	0.519	0.517	0.514	0.512	0.510	0.508	0.506
1.9	0.503	0.501	0.499	0.497	0.495	0.492	0.490	0.488	0.486	0.484
2.0	0.482	0.480	0.478	0.476	0.474	0.472	0.470	0.468	0.466	0.464

* H_m —energy head; d —diameter of channel.

ตารางที่ 4.2

จากหนังสือ HAND BOOK OF HYDRAULICS

Slope	Y(m)	L(m)	B(m)	V(m/s ²)	Tf(s)	Yc(m)	Fr	freeboard	Y Design
0.0031	0.38	108.5	0.3	0.8421	129	0.219	0.44	0.1697	0.5497
0.0052	0.084	50	0.3	0.6825	73.26	0.069	0.75	0.0338	0.1178
0.0031	0.42	108.5	0.3	0.8492	127.8	0.235	0.42	0.1884	0.6084
0.0052	0.082	50	0.3	0.6992	71.51	0.069	0.78	0.0334	0.1154
0.0031	0.38	108.5	0.3	0.8421	129	0.219	0.44	0.1697	0.5497
0.0052	0.084	50	0.3	0.6825	73.26	0.069	0.75	0.0338	0.1178
0.0031	0.286	108.5	0.3	0.7925	137	0.174	0.47	0.1239	0.4099
0.0052	0.084	50	0.3	0.6825	126.45	0.069	0.75	0.0338	0.1178
0.0051	0.178	63	0.3	0.8801	71.58	0.136	0.67	0.0813	0.2593
0.0052	0.13	48	0.3	0.7949	60.39	0.103	0.70	0.0564	0.1864
0.0052	0.119	40	0.3	0.7843	51	0.096	0.73	0.0513	0.1703
0.0051	0.081	22	0.3	0.6584	33.4	0.066	0.74	0.0320	0.1130
0.0052	0.176	48	0.3	0.8902	53.92	0.136	0.68	0.0808	0.2568
0.0051	0.12	40	0.3	0.7778	51.43	0.096	0.72	0.0515	0.1715
0.0052	0.08	20	0.3	0.6667	8.25	0.066	0.75	0.0318	0.1118
0.0052	0.126	48	0.3	0.7937	60.48	0.101	0.71	0.0546	0.1806
0.0051	0.086	20	0.3	0.6977	32.42	0.072	0.76	0.0350	0.1210
0.0052	0.119	40	0.3	0.7843	12	0.096	0.73	0.0513	0.1703
0.0051	0.153	71	0.3	0.8497	83.56	0.120	0.69	0.0686	0.2216
0.0051	0.14	34	0.3	0.8286	41.03	0.111	0.71	0.0620	0.2020
0.0088	0.12	71	0.3	1.0278	69.1	0.116	0.95	0.0592	0.1792
0.0088	0.113	34	0.3	1.0029	34	0.109	0.95	0.0551	0.1681
0.0051	0.147	71	0.3	0.8390	69.1	0.116	0.70	0.0655	0.2125
0.0051	0.153	71	0.3	0.8497	83.56	0.120	0.69	0.0686	0.2216
0.0088	0.116	34	0.3	1.0057	33.81	0.112	0.94	0.0566	0.1726
0.0088	0.113	34	0.3	1.0029	34	0.109	0.95	0.0551	0.1681

ตารางที่ 5 แสดงผลการคำนวณที่ Return Period 5 Years

From/5	To	A(m ²)	c	c*A	To(min)	Td(min)	Tc	I(mm/hr)	Q(m ³ /s)
CE 1	CE 2	3509	0.7	2416	19.91	2.15	22.06	140	0.096
CE 3	CE 2	590	0.7	413	14.98	1.22	16.2	150	0.0172
EE 1	EE 2	4059	0.7	2841.3	21.73	2.12	23.85	135	0.107
EE 3	EE 2	590	0.7	413	14.98	1.19	16.17	150	0.0172
ME 1	ME 2	3509	0.7	2455	19.91	2.15	22.06	140	0.096
ME 3	ME 2	590	0.7	413	14.98	1.22	16.2	150	0.0172
IE 1	IE 2	3934	0.5	1967	23	2.28	25.28	125	0.068
IE 3	IE 2	590	0.7	413	14.98	2.1	17.08	150	0.0172
C1	C2	1678	0.7	1313.2	20.6	1.18	21.78	130	0.047
C3	C2	1230	0.7	861	27.6	1	28.6	130	0.031
C4	C5	871	0.7	610	10.41	0.83	11.24	165	0.028
C6	C5	555	0.7	388	15.8	0.56	16.36	150	0.016
C7	C8	3120	0.7	2184	48.51	0.89	49.4	78	0.047
I1	I2	871	0.7	610	10.41	0.86	11.27	165	0.028
I3	I2	555	0.7	388	15.8	0.14	15.94	150	0.016
I4	I5	1495	0.7	1047	30.97	1.008	31.976	102	0.03
I6	I8	549	0.7	266	12.71	0.54	13.25	168	0.018
I7	I8	871	0.7	610	10.41	0.2	10.61	165	0.028
EN 1	EN 2	1934	0.7	1354	29.96	1.39	31.35	104	0.039
EN 3	EN 2	1234	0.7	864	18.97	0.68	19.65	145	0.0348
EN 4	EN 5	1274	0.7	892	15.76	1.15	16.91	150	0.037
EN 6	EN 5	1234	0.7	864	19.6	0.57	20.17	140	0.034
E1	E2	1274	0.7	892	15.76	1.15	16.91	150	0.037
E3	E4	1934	0.7	1354	29.96	1.39	31.35	104	0.039
E5	E4	1234	0.7	864	18.97	0.56	19.53	145	0.035
E6	E2	1234	0.7	864	19.6	0.57	20.17	140	0.034

ตารางที่ 5 แสดงผลการคำนวณที่ Return Period 5 Years (ต่อ)

From/10	To	A(m ²)	c	c*A	To(min)	Td(min)	Tc	I(mm/hr)	Q(m ³ /s)
CE 1	CE 2	3509	0.7	2416	19.91	2.15	22.06	155.7	0.106
CE 3	CE 2	590	0.7	413	14.98	1.25	16.23	177.7	0.02
EE 1	EE 2	4059	0.7	2841.3	21.73	2.12	23.85	152.5	0.12
EE 3	EE 2	590	0.7	413	14.98	1.25	16.23	177.7	0.02
ME 1	ME 2	3509	0.7	2456	19.91	2.15	22.06	155.7	0.106
ME 3	ME 2	590	0.7	413	14.98	1.25	16.23	177.7	0.02
IE 1	IE 2	3934	0.5	1967	23	2.24	25.24	145.4	0.08
IE 3	IE 2	590	0.7	413	14.98	1.25	16.23	177.7	0.02
C1	C2	1876	0.7	1313.2	20.6	1.15	21.75	150	0.055
C3	C2	1230	0.7	861	27.6	1.00	28.60	150	0.036
C4	C5	871	0.7	610	10.41	0.85	11.26	195.6	0.033
C6	C5	555	0.7	388	15.8	0.55	16.35	176.5	0.019
C7	C8	3120	0.7	2184	48.51	0.89	49.40	89.7	0.054
I1	I2	871	0.7	610	10.41	0.85	11.26	195.6	0.033
I3	I2	555	0.7	388	15.8	0.50	16.30	176.5	0.019
I4	I5	1495	0.7	1047	30.97	1.00	31.97	124.8	0.036
I6	I8	549	0.7	266	12.71	0.59	13.30	186.4	0.013
I7	I8	871	0.7	610	10.41	0.85	11.26	195.6	0.033
EN 1	EN 2	1934	0.7	1354	29.96	1.39	31.35	122.5	0.046
EN 3	EN 2	1234	0.7	864	18.97	0.70	19.67	160.5	0.039
EN 4	EN 5	1274	0.7	892	15.76	1.13	16.89	179	0.044
EN 6	EN 5	1234	0.7	864	19.6	0.57	20.17	156.1	0.038
E1	E2	1274	0.7	892	15.76	1.37	17.13	179	0.044
E3	E4	1934	0.7	1354	29.96	1.35	31.31	122.5	0.046
E5	E4	1234	0.7	864	18.97	0.57	19.54	161	0.039
E6	E2	1234	0.7	864	19.6	0.58	20.18	156.1	0.038

ตารางที่ 6 แสดงผลการคำนวณที่ Return Period 10 Years

Slope	Y(m)	L(m)	B(m)	V(m/s ²)	Tf(s)	Yc(m)	Fr	freeboard	Y Design
0.0031	0.42	108.5	0.3	0.8413	128.97	0.23	0.41	0.1875	0.6075
0.0052	0.1	50	0.3	0.6667	75.00	0.08	0.67	0.0397	0.1397
0.0031	0.47	108.5	0.3	0.8511	127.49	0.25	0.40	0.2110	0.6810
0.0052	0.1	50	0.3	0.6667	75.00	0.08	0.67	0.0397	0.1397
0.0031	0.42	108.5	0.3	0.8413	128.97	0.23	0.41	0.1875	0.6075
0.0052	0.1	50	0.3	0.6667	75.00	0.08	0.67	0.0397	0.1397
0.0031	0.33	108.5	0.3	0.8081	134.27	0.19	0.45	0.1444	0.4744
0.0052	0.1	50	0.3	0.6667	75.00	0.08	0.67	0.0397	0.1397
0.0051	0.2	63	0.3	0.9167	68.73	0.15	0.65	0.0932	0.2932
0.0052	0.15	48	0.3	0.8000	60.00	0.11	0.66	0.0653	0.2153
0.0052	0.14	40	0.3	0.7857	50.91	0.11	0.67	0.0604	0.2004
0.0051	0.095	22	0.3	0.6667	33.00	0.07	0.69	0.0377	0.1327
0.0052	0.2	48	0.3	0.9000	53.33	0.15	0.64	0.0923	0.2923
0.0051	0.14	40	0.3	0.7857	50.91	0.11	0.67	0.0604	0.2004
0.0052	0.095	20	0.3	0.6667	30.00	0.07	0.69	0.0377	0.1327
0.0052	0.15	48	0.3	0.8000	60.00	0.11	0.66	0.0653	0.2153
0.0051	0.077	20	0.3	0.5628	35.54	0.06	0.65	0.0281	0.1051
0.0052	0.14	40	0.3	0.7857	50.91	0.11	0.67	0.0604	0.2004
0.0051	0.18	71	0.3	0.8519	83.35	0.13	0.64	0.0809	0.2609
0.0051	0.16	34	0.3	0.8125	41.85	0.12	0.65	0.0702	0.2302
0.0088	0.14	71	0.3	1.0476	67.77	0.13	0.89	0.0697	0.2097
0.0088	0.128	34	0.3	0.9896	34.36	0.12	0.88	0.0620	0.1900
0.0051	0.17	71	0.3	0.8627	82.30	0.13	0.67	0.0768	0.2468
0.0051	0.175	71	0.3	0.8762	81.03	0.13	0.67	0.0797	0.2547
0.0088	0.13	34	0.3	1.0000	34.00	0.12	0.89	0.0633	0.1933
0.0088	0.13	34	0.3	0.9744	34.89	0.12	0.86	0.0624	0.1924

ตารางที่ 6 แสดงผลการคำนวณที่ Return Period 10 Years (ต่อ)

From/25	To	A(m ²)	c	c*A	To(min)	Td(min)	Tc(min)	I(mm/hr)	Q(m ³ /s)
CE 1	CE 2	3509	0.7	2416	19.91	2.12	22.03	175.4	0.12
CE 3	CE 2	590	0.7	413	14.98	1.20	16.18	196.5	0.023
EE 1	EE 2	4059	0.7	2841.3	21.73	2.11	23.84	171.9	0.136
EE 3	EE 2	590	0.7	413	14.98	1.20	16.18	196.5	0.023
ME 1	ME 2	3509	0.7	2456	19.91	2.12	22.03	175.4	0.12
ME 3	ME 2	590	0.7	413	14.98	1.20	16.18	196.5	0.023
IE 1	IE 2	3934	0.5	1967	23	2.23	25.23	165.3	0.09
IE 3	IE 2	590	0.7	413	14.98	1.20	16.18	196.5	0.023
C1	C2	1876	0.7	1313.2	20.6	1.15	21.75	171.2	0.063
C3	C2	1230	0.7	861	20.6	1.00	21.60	171.2	0.041
C4	C5	671	0.7	610	10.41	0.80	11.21	234.7	0.04
C6	C5	555	0.7	388	15.8	0.52	16.32	192.5	0.021
C7	C8	3120	0.7	2184	48.5	0.90	49.40	100	0.061
I1	I2	871	0.7	610	10.41	0.75	11.16	234.7	0.04
I3	I2	555	0.7	388	15.8	0.48	16.28	192.5	0.021
I4	I5	1495	0.7	1047	30.97	0.97	31.94	144.5	0.042
I6	I8	549	0.7	266	12.71	0.53	13.24	209.8	0.016
I7	I8	871	0.7	610	10.41	0.80	11.21	234.7	0.04
EN 1	EN 2	1934	0.7	1354	29.96	1.27	31.23	149.8	0.056
EN 3	EN 2	1234	0.7	864	18.97	0.67	19.64	180	0.043
EN 4	EN 5	1274	0.7	892	15.76	1.09	16.85	198.9	0.049
EN 6	EN 5	1234	0.7	864	19.6	0.55	20.15	180	0.043
E1	E2	1274	0.7	892	15.76	1.38	17.14	198.9	0.049
E3	E4	1934	0.7	1354	29.96	1.27	31.23	149.8	0.056
E5	E4	1234	0.7	864	18.97	0.54	19.51	182	0.044
E6	E2	1234	0.7	864	19.6	0.55	20.15	180	0.043

ตารางที่ 7 แสดงผลการคำนวณที่ Return Period 25 Years

Slope	Y(m)	L(m)	B(m)	V(m/s ²)	Tf(s)	Yc(m)	Fr	freeboard	Y Design
0.0031	0.47	108.5	0.3	0.8511	127.49	0.25	0.40	0.2110	0.6810
0.0052	0.11	50	0.3	0.6970	71.74	0.08	0.67	0.0447	0.1547
0.0031	0.53	108.5	0.3	0.8553	126.85	0.28	0.38	0.2385	0.7685
0.0052	0.11	50	0.3	0.6970	71.74	0.08	0.67	0.0447	0.1547
0.0031	0.47	108.5	0.3	0.8511	127.49	0.25	0.40	0.2110	0.6810
0.0052	0.11	50	0.3	0.6970	71.74	0.08	0.67	0.0447	0.1547
0.0031	0.37	108.5	0.3	0.8108	133.82	0.21	0.43	0.1621	0.5321
0.0052	0.11	50	0.3	0.6970	71.74	0.08	0.67	0.0447	0.1547
0.0051	0.23	63	0.3	0.9130	69.00	0.17	0.61	0.1070	0.3370
0.0052	0.17	48	0.3	0.8039	59.71	0.12	0.62	0.0742	0.2442
0.0052	0.16	40	0.3	0.8333	48.00	0.12	0.67	0.0711	0.2311
0.0051	0.1	22	0.3	0.7000	31.43	0.08	0.71	0.0407	0.1407
0.0052	0.23	48	0.3	0.8841	54.30	0.16	0.59	0.1052	0.3352
0.0051	0.15	40	0.3	0.8889	45.00	0.12	0.73	0.0688	0.2188
0.0052	0.1	20	0.3	0.7000	28.57	0.08	0.71	0.0407	0.1407
0.0052	0.17	48	0.3	0.8235	58.29	0.13	0.64	0.0751	0.2451
0.0051	0.085	20	0.3	0.6275	31.88	0.07	0.69	0.0328	0.1178
0.0052	0.16	40	0.3	0.8333	48.00	0.12	0.67	0.0711	0.2311
0.0051	0.2	71	0.3	0.9333	76.07	0.15	0.67	0.0940	0.2940
0.0051	0.17	34	0.3	0.8431	40.33	0.13	0.65	0.0760	0.2460
0.0088	0.15	71	0.3	1.0889	65.20	0.14	0.90	0.0762	0.2262
0.0088	0.14	34	0.3	1.0238	33.21	0.13	0.87	0.0689	0.2089
0.0051	0.19	71	0.3	0.8596	82.59	0.14	0.63	0.0857	0.2757
0.0051	0.2	71	0.3	0.9333	76.07	0.15	0.67	0.0940	0.2940
0.0088	0.14	34	0.3	1.0476	32.45	0.13	0.89	0.0697	0.2097
0.0088	0.14	34	0.3	1.0238	33.21	0.13	0.87	0.0689	0.2089

ตารางที่ 7 แสดงผลการคำนวณที่ Return Period 25 Years (ต่อ)

From/50	To	A(m ²)	c	c*A	To(min)	Td(min)	Tc	I(mm/hr)	Q(m ³ /s)
CE 1	CE 2	3509	0.7	2416	19.91	1.97	21.88	189.9	0.13
CE 3	CE 2	590	0.7	413	14.98	1.20	16.18	220.8	0.025
EE 1	EE 2	4059	0.7	2841.3	21.73	2.05	23.78	186.5	0.148
EE 3	EE 2	590	0.7	413	14.98	1.20	16.18	220.8	0.025
ME 1	ME 2	3509	0.7	2456	19.91	2.09	22.00	189.9	0.13
ME 3	ME 2	590	0.7	413	14.98	1.20	16.18	220.8	0.025
IE 1	IE 2	3934	0.5	1967	23	2.21	25.21	179.8	0.098
IE 3	IE 2	590	0.7	413	14.98	1.20	16.18	220.8	0.025
C1	C2	1876	0.7	1313.2	20.6	1.16	21.76	186.5	0.068
C3	C2	1230	0.7	861	27.6	0.91	28.51	186.5	0.045
C4	C5	871	0.7	610	10.41	0.76	11.17	265.6	0.045
C6	C5	555	0.7	388	15.8	0.50	16.30	218	0.024
C7	C8	3120	0.7	2184	48.51	0.82	49.33	119.5	0.073
I1	I2	871	0.7	610	10.41	0.76	11.17	265.6	0.045
I3	I2	555	0.7	388	15.8	0.46	16.26	218	0.024
I4	I5	1495	0.7	1047	30.97	0.89	31.86	158.9	0.046
I6	I8	549	0.7	266	12.71	0.50	13.21	240	0.018
I7	I8	871	0.7	610	10.41	0.76	11.17	265.6	0.045
EN 1	EN 2	1934	0.7	1354	29.96	1.28	31.24	162	0.061
EN 3	EN 2	1234	0.7	864	18.97	0.63	19.60	192.5	0.046
EN 4	EN 5	1274	0.7	892	15.76	1.10	16.86	220	0.055
EN 6	EN 5	1234	0.7	864	19.6	0.55	20.15	192.5	0.046
E1	E2	1274	0.7	892	15.76	1.29	17.05	220	0.055
E3	E4	1934	0.7	1354	29.96	1.28	31.24	162	0.061
E5	E4	1234	0.7	864	18.97	0.54	19.51	196	0.047
E6	E2	1234	0.7	864	19.6	0.55	20.15	192.5	0.046

ตารางที่ 8 แสดงผลการคำนวณที่ Return Period 50 Years

Slope	Y(m)	L(m)	B(m)	V(m/s ²)	Tf(s)	Yc(m)	Fr	freeboard	Y Design
0.0031	0.5	102.5	0.3	0.8667	118.27	0.27	0.39	0.2265	0.7265
0.0052	0.12	50	0.3	0.6944	72.00	0.09	0.64	0.0487	0.1687
0.0031	0.56	108.5	0.3	0.8810	123.16	0.29	0.38	0.2558	0.8158
0.0052	0.12	50	0.3	0.6944	72.00	0.09	0.64	0.0487	0.1687
0.0031	0.5	108.5	0.3	0.8667	125.19	0.27	0.39	0.2265	0.7265
0.0052	0.12	50	0.3	0.6944	72.00	0.09	0.64	0.0487	0.1687
0.0031	0.4	108.5	0.3	0.8167	132.86	0.22	0.41	0.1759	0.5759
0.0052	0.12	50	0.3	0.6944	72.00	0.09	0.64	0.0487	0.1687
0.0051	0.25	63	0.3	0.9067	69.49	0.17	0.58	0.1158	0.3658
0.0052	0.17	48	0.3	0.8824	54.40	0.13	0.68	0.0777	0.2477
0.0052	0.17	40	0.3	0.8824	45.33	0.13	0.68	0.0777	0.2477
0.0051	0.11	22	0.3	0.7273	30.25	0.09	0.70	0.0457	0.1557
0.0052	0.25	48	0.3	0.9733	49.32	0.18	0.62	0.1200	0.3700
0.0051	0.17	40	0.3	0.8824	45.33	0.13	0.68	0.0777	0.2477
0.0052	0.11	20	0.3	0.7273	27.50	0.09	0.70	0.0457	0.1557
0.0052	0.17	48	0.3	0.9020	53.22	0.13	0.70	0.0786	0.2486
0.0051	0.09	20	0.3	0.6667	30.00	0.07	0.71	0.0358	0.1258
0.0052	0.17	40	0.3	0.8824	45.33	0.13	0.68	0.0777	0.2477
0.0051	0.22	71	0.3	0.9242	76.82	0.16	0.63	0.1029	0.3229
0.0051	0.17	34	0.3	0.9020	37.70	0.13	0.70	0.0786	0.2486
0.0088	0.17	71	0.3	1.0784	65.84	0.15	0.84	0.0859	0.2559
0.0088	0.15	34	0.3	1.0222	33.26	0.13	0.84	0.0738	0.2238
0.0051	0.2	71	0.3	0.9167	77.45	0.15	0.65	0.0932	0.2932
0.0051	0.22	71	0.3	0.9242	76.82	0.16	0.63	0.1029	0.3229
0.0088	0.15	34	0.3	1.0444	32.55	0.14	0.86	0.0746	0.2246
0.0088	0.15	34	0.3	1.0222	33.26	0.13	0.84	0.0738	0.2238

ตารางที่ 8 แสดงผลการคำนวณที่ Return Period 50 Years (ต่อ)

From/100	To	A(m ²)	c	c*A	To(min)	Td(min)	Tc(min)	I(mm/hr)	Q(m ³ /s)
CE 1	CE 2	3509	0.7	2416	19.91	1.95	21.65	199.8	0.137
CE 3	CE 2	590	0.7	413	14.98	1.07	16.05	242.8	0.028
EE 1	EE 2	4059	0.7	2841.3	21.73	2.04	23.77	197.9	0.157
EE 3	EE 2	590	0.7	413	14.96	1.07	16.05	242.8	0.026
ME 1	ME 2	3509	0.7	2456	19.91	2.07	21.98	199.8	0.136
ME 3	ME 2	590	0.7	413	14.98	1.07	16.05	242.8	0.028
IE 1	IE 2	3934	0.5	1967	23	2.35	25.35	189.7	0.104
IE 3	IE 2	590	0.7	413	14.98	1.07	16.05	242.8	0.028
C1	C2	1876	0.7	1313.2	20.6	1.09	21.69	198.1	0.072
C3	C2	1230	0.7	861	27.6	0.92	28.52	198.1	0.047
C4	C5	871	0.7	610	10.41	0.77	11.18	281.2	0.047
C6	C5	555	0.7	388	15.8	0.55	16.35	239.8	0.026
C7	C8	3120	0.7	2184	48.51	0.84	49.35	131	0.08
I1	I2	871	0.7	610	10.41	0.76	11.17	281.2	0.05
I3	I2	555	0.7	388	15.8	0.46	16.26	239.8	0.026
I4	I5	1495	0.7	1047	30.97	0.91	31.88	169.8	0.05
I6	I8	549	0.7	266	12.71	0.53	13.24	260.1	0.019
I7	I8	871	0.7	610	10.41	0.76	11.17	281.2	0.05
EN 1	EN 2	1934	0.7	1354	29.96	1.22	31.18	170.5	0.064
EN 3	EN 2	1234	0.7	864	18.97	0.65	19.62	203.5	0.05
EN 4	EN 5	1274	0.7	892	15.76	1.07	16.83	241	0.06
EN 6	EN 5	1234	0.7	864	19.6	0.51	20.11	207	0.05
E1	E2	1274	0.7	892	15.76	1.30	17.06	241	0.06
E3	E4	1934	0.7	1354	29.96	1.22	31.18	170.5	0.064
E5	E4	1234	0.7	864	18.97	0.51	19.48	210	0.05
E6	E2	1234	0.7	864	19.6	0.51	20.11	207	0.05

ตารางที่ 9 แสดงผลการคำนวณที่ Return Period 100 Years

Slope	Y(m)	L(m)	B(m)	V(m/s ²)	Tf(s)	Yc(m)	Fr	freeboard	Y Design
0.0031	0.52	102.5	0.3	0.8782	116.72	0.28	0.39	0.2372	0.7572
0.0052	0.12	50	0.3	0.7778	64.29	0.10	0.72	0.0515	0.1715
0.0031	0.59	108.5	0.3	0.8870	122.32	0.30	0.37	0.2704	0.8604
0.0052	0.12	50	0.3	0.7778	64.29	0.10	0.72	0.0515	0.1715
0.0031	0.52	108.5	0.3	0.8718	124.46	0.28	0.39	0.2363	0.7563
0.0052	0.12	50	0.3	0.7778	64.29	0.10	0.72	0.0515	0.1715
0.0031	0.45	108.5	0.3	0.7704	140.84	0.23	0.37	0.1922	0.6422
0.0052	0.12	50	0.3	0.7778	64.29	0.10	0.72	0.0515	0.1715
0.0051	0.25	63	0.3	0.9600	65.63	0.18	0.61	0.1192	0.3692
0.0052	0.18	48	0.3	0.8704	55.15	0.14	0.65	0.0817	0.2617
0.0052	0.18	40	0.3	0.8704	45.96	0.14	0.65	0.0817	0.2617
0.0051	0.13	22	0.3	0.6667	33.00	0.09	0.59	0.0517	0.1817
0.0052	0.28	48	0.3	0.9524	50.40	0.19	0.57	0.1330	0.4130
0.0051	0.19	40	0.3	0.8772	45.60	0.14	0.64	0.0866	0.2766
0.0052	0.12	20	0.3	0.7222	27.69	0.09	0.67	0.0496	0.1696
0.0052	0.19	48	0.3	0.8772	54.72	0.14	0.64	0.0866	0.2766
0.0051	0.1	20	0.3	0.6333	31.58	0.07	0.64	0.0387	0.1387
0.0052	0.19	40	0.3	0.8772	45.60	0.14	0.64	0.0866	0.2766
0.0051	0.22	71	0.3	0.9697	73.22	0.17	0.66	0.1054	0.3254
0.0051	0.19	34	0.3	0.8772	38.76	0.14	0.64	0.0866	0.2766
0.0088	0.18	71	0.3	1.1111	63.90	0.16	0.84	0.0923	0.2723
0.0088	0.15	34	0.3	1.1111	30.60	0.14	0.92	0.0769	0.2269
0.0051	0.22	71	0.3	0.9091	78.10	0.16	0.62	0.1021	0.3221
0.0051	0.22	71	0.3	0.9697	73.22	0.17	0.66	0.1054	0.3254
0.0088	0.15	34	0.3	1.1111	30.60	0.14	0.92	0.0769	0.2269
0.0088	0.15	34	0.3	1.1111	30.60	0.14	0.92	0.0769	0.2269

ตารางที่ 9 แสดงผลการคำนวณที่ Return Period 100 Years (ต่อ)

From200	To	A(m ²)	c	c*A	To(min)	Td(min)	Tc(min)	I(mm/hr)	Q(m ³ /s)
CE 1	CE 2	3509	0.7	2416	19.91	2.04	21.95	218.5	0.149
CE 3	CE 2	590	0.7	413	14.98	1.25	16.23	261.7	0.03
EE 1	EE 2	4059	0.7	2841.3	21.73	2.07	23.80	215.6	0.17
EE 3	EE 2	590	0.7	413	14.98	1.25	16.23	261.7	0.03
ME 1	ME 2	3509	0.7	2456	19.91	2.03	21.94	218.5	0.15
ME 3	ME 2	590	0.7	413	14.98	1.25	16.23	261.7	0.03
IE 1	IE 2	3934	0.5	1967	23	2.24	25.24	200.3	0.109
IE 3	IE 2	590	0.7	413	14.98	1.25	16.23	261.7	0.03
C1	C2	1876	0.7	1313.2	20.6	1.10	21.70	217.4	0.08
C3	C2	1230	0.7	861	27.6	0.92	28.52	217.4	0.052
C4	C5	871	0.7	610	10.41	0.77	11.18	309	0.052
C6	C5	555	0.7	388	15.8	0.47	16.27	258	0.028
C7	C8	3120	0.7	2184	48.51	0.78	49.29	141.4	0.086
I1	I2	871	0.7	610	10.41	0.77	11.18	309	0.052
I3	I2	555	0.7	388	15.8	0.43	16.23	258	0.028
I4	I5	1495	0.7	1047	30.97	0.91	31.88	181.5	0.053
I6	I8	549	0.7	266	12.71	0.48	13.19	284.6	0.021
I7	I8	871	0.7	610	10.41	0.77	11.18	309	0.052
EN 1	EN 2	1934	0.7	1354	29.96	1.27	31.23	186.8	0.07
EN 3	EN 2	1234	0.7	864	18.97	0.71	19.68	180.2	0.031
EN 4	EN 5	1274	0.7	892	15.76	1.04	16.80	262	0.065
EN 6	EN 5	1234	0.7	864	19.6	0.51	20.11	221	0.053
E1	E2	1274	0.7	892	15.76	1.26	17.02	262	0.065
E3	E4	1934	0.7	1354	29.96	1.27	31.23	186.8	0.07
E5	E4	1234	0.7	864	18.97	0.53	19.50	229	0.055
E6	E2	1234	0.7	864	19.6	0.51	20.11	221	0.053

ตารางที่ 10 แสดงผลการคำนวณที่ Return Period 200 Years

Slope	Y(m)	L(m)	B(m)	V(m/s ²)	Tf(s)	Yc(m)	Fr	freeboard	Y Design
0.0031	0.56	108.5	0.3	0.8869	122.34	0.29	0.38	0.2567	0.8167
0.0052	0.15	50	0.3	0.6667	75.00	0.10	0.55	0.0596	0.2096
0.0031	0.65	108.5	0.3	0.8718	124.46	0.32	0.35	0.2954	0.9454
0.0052	0.15	50	0.3	0.6667	75.00	0.10	0.55	0.0596	0.2096
0.0031	0.66	108.5	0.3	0.8929	121.52	0.29	0.38	0.2575	0.8175
0.0052	0.15	50	0.3	0.6667	75.00	0.10	0.55	0.0596	0.2096
0.0031	0.45	108.5	0.3	0.8074	134.38	0.24	0.38	0.1966	0.6468
0.0052	0.15	50	0.3	0.6667	75.00	0.10	0.55	0.0596	0.2096
0.0051	0.28	63	0.3	0.9524	66.15	0.19	0.57	0.1330	0.4130
0.0052	0.2	48	0.3	0.8667	55.38	0.15	0.62	0.0906	0.2906
0.0052	0.2	40	0.3	0.8667	46.15	0.15	0.62	0.0906	0.2906
0.0051	0.12	22	0.3	0.7778	28.29	0.10	0.72	0.0515	0.1715
0.0052	0.28	48	0.3	1.0238	46.88	0.20	0.62	0.1379	0.4179
0.0051	0.2	40	0.3	0.8667	46.15	0.15	0.62	0.0906	0.2906
0.0052	0.12	20	0.3	0.7778	25.71	0.10	0.72	0.0515	0.1715
0.0052	0.2	46	0.3	0.8633	54.34	0.15	0.63	0.0915	0.2915
0.0051	0.1	20	0.3	0.7000	28.57	0.08	0.71	0.0407	0.1407
0.0052	0.2	40	0.3	0.8667	46.15	0.15	0.62	0.0906	0.2906
0.0051	0.25	71	0.3	0.9333	76.07	0.18	0.60	0.1175	0.3675
0.0051	0.13	34	0.3	0.7949	42.77	0.10	0.70	0.0564	0.1864
0.0088	0.19	71	0.3	1.1404	62.26	0.17	0.84	0.0987	0.2887
0.0088	0.16	34	0.3	1.1042	30.79	0.15	0.88	0.0818	0.2418
0.0051	0.23	71	0.3	0.9420	75.37	0.17	0.63	0.1086	0.3386
0.0051	0.25	71	0.3	0.9333	76.07	0.18	0.60	0.1175	0.3675
0.0088	0.17	34	0.3	1.0784	31.53	0.15	0.84	0.0859	0.2559
0.0088	0.16	34	0.3	1.1042	30.79	0.15	0.88	0.0818	0.2418

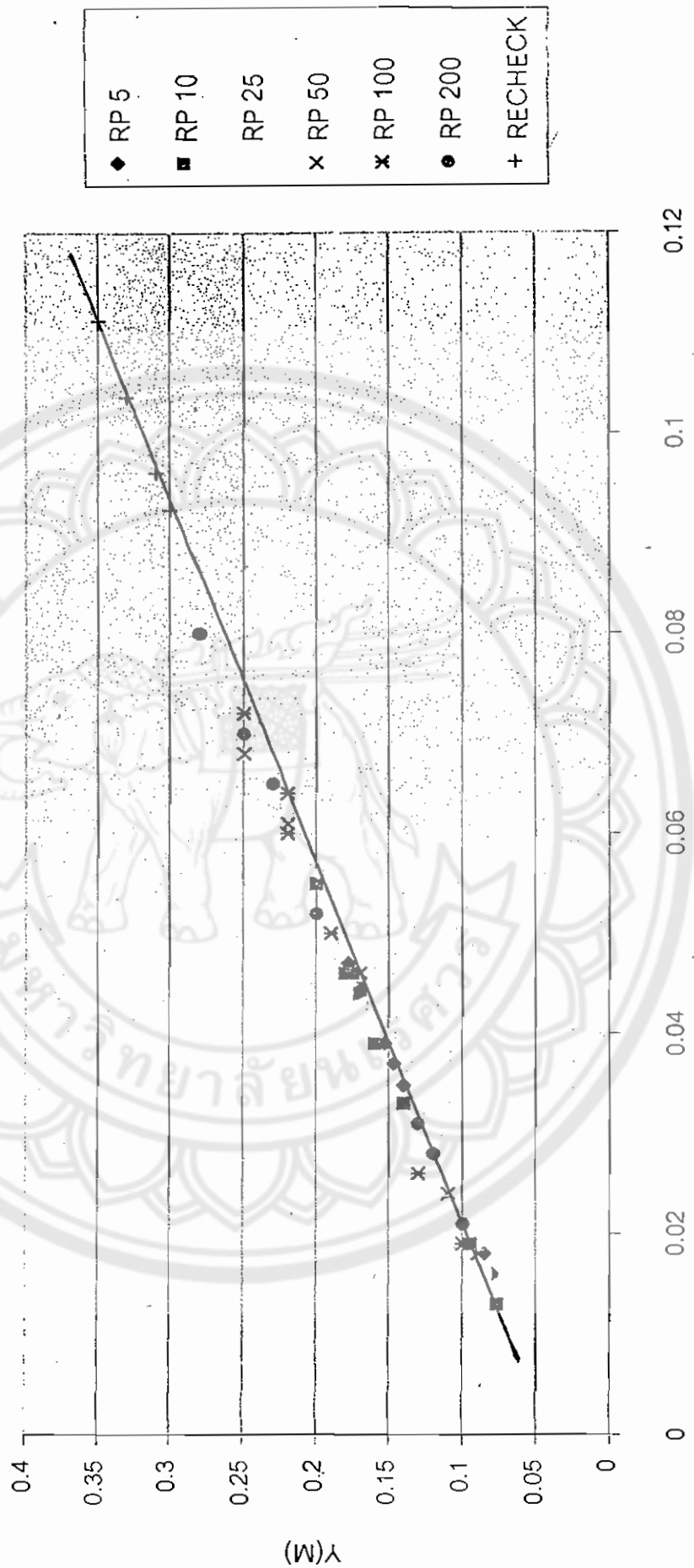
ตารางที่ 10 แสดงผลการคำนวณที่ Return Period 200 Years (ต่อ)

From/5	To	Q(m ³ /s)	I(mm/hr)	V(m/s ²)	E (m)	freeboard	Y Design
CE 1	CE 2	0.1228	180.04	0.8712	0.5087	0.2135	0.6835
CE 3	CE 2	0.1162	1012.91	1.0760	0.4190	0.1817	0.5417
EE 1	EE 2	0.1228	155.64	0.8712	0.5087	0.2135	0.6835
EE 3	EE 2	0.1162	1012.91	1.0760	0.4190	0.1817	0.5417
ME 1	ME 2	0.1228	180.04	0.8712	0.5087	0.2135	0.6835
ME 3	ME 2	0.1162	1012.91	1.0760	0.4190	0.1817	0.5417
IE 1	IE 2	0.1198	219.27	0.8682	0.4984	0.2086	0.6686
IE 3	IE 2	0.1201	1046.60	1.0817	0.4296	0.1873	0.5573
C1	C2	0.1113	305.01	1.0596	0.4072	0.1753	0.5253
C3	C2	0.0970	405.65	1.0432	0.3655	0.1541	0.4641
C4	C5	0.0932	550.39	1.0357	0.3547	0.1486	0.4486
C6	C5	0.0961	890.33	1.0331	0.3644	0.1533	0.4633
C7	C8	0.0856	141.18	1.0196	0.3330	0.1376	0.4176
I1	I2	0.0961	567.32	1.0331	0.3644	0.1533	0.4633
I3	I2	0.0970	899.02	1.0432	0.3655	0.1541	0.4641
I4	I5	0.0856	294.63	1.0196	0.3330	0.1376	0.4176
I6	I8	0.0961	900.06	1.0331	0.3644	0.1533	0.4633
I7	I8	0.1008	595.38	1.0504	0.3762	0.1596	0.4796
EN 1	EN 2	0.1037	275.63	1.0470	0.3859	0.1643	0.4943
EN 3	EN 2	0.0923	384.73	1.0257	0.3536	0.1479	0.4479
EN 4	EN 5	0.1262	509.49	1.3571	0.4039	0.1758	0.4858
EN 6	EN 5	0.1213	505.38	1.3474	0.3925	0.1695	0.4695
E1	E2	0.1037	418.41	1.0470	0.3859	0.1643	0.4943
E3	E4	0.1037	275.63	1.0470	0.3859	0.1643	0.4943
E5	E4	0.1163	484.82	1.3371	0.3811	0.1632	0.4532
E6	E2	0.1163	484.82	1.3371	0.3811	0.1632	0.4532

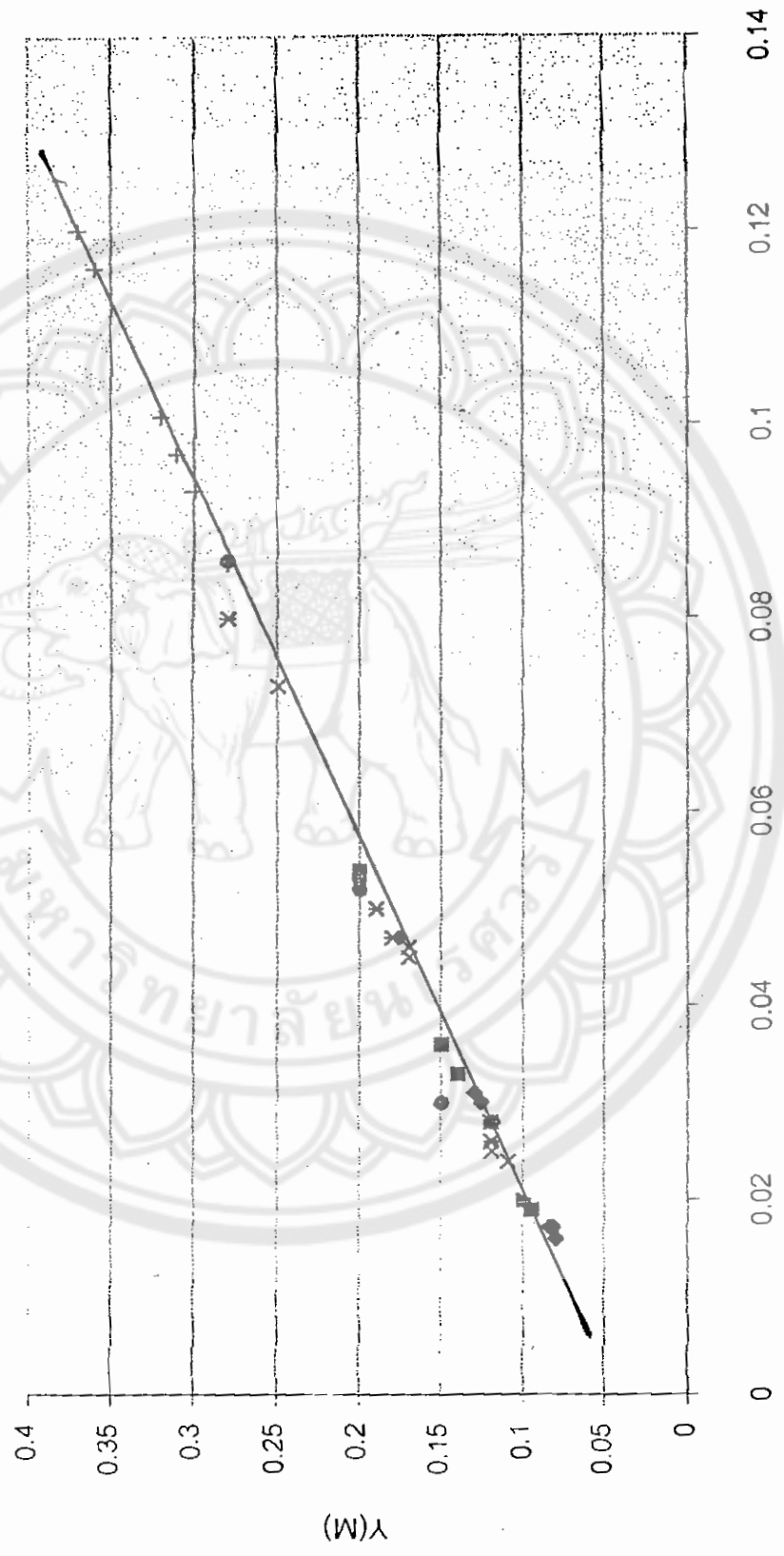
ตารางที่ 11 แสดงผลการคำนวณที่ Recheck

From/5	To	A1(m ²)	c	Slope	B(m)	Y(m)	A2(m ²)	R(m)	n
CE 1	CE 2	3509	0.7	0.0031	0.3	0.47	0.141	0.1137	0.015
CE 3	CE 2	590	0.7	0.0052	0.3	0.36	0.108	0.1059	0.015
EE 1	EE 2	4059	0.7	0.0031	0.3	0.47	0.141	0.1137	0.015
EE 3	EE 2	590	0.7	0.0052	0.3	0.36	0.108	0.1059	0.015
ME 1	ME 2	3509	0.7	0.0031	0.3	0.47	0.141	0.1137	0.015
ME 3	ME 2	590	0.7	0.0052	0.3	0.36	0.108	0.1059	0.015
IE 1	IE 2	3934	0.5	0.0031	0.3	0.46	0.138	0.1131	0.015
IE 3	IE 2	590	0.7	0.0052	0.3	0.37	0.111	0.1067	0.015
C1	C2	1876	0.7	0.0051	0.3	0.35	0.105	0.1050	0.015
C3	C2	1230	0.7	0.0052	0.3	0.31	0.093	0.1011	0.015
C4	C5	871	0.7	0.0052	0.3	0.3	0.09	0.1000	0.015
C6	C5	555	0.7	0.0051	0.3	0.31	0.093	0.1011	0.015
C7	C8	3120	0.7	0.0052	0.3	0.28	0.084	0.0977	0.015
I1	I2	871	0.7	0.0051	0.3	0.31	0.093	0.1011	0.015
I3	I2	555	0.7	0.0052	0.3	0.31	0.093	0.1011	0.015
I4	I5	1495	0.7	0.0052	0.3	0.28	0.084	0.0977	0.015
I6	I8	549	0.7	0.0051	0.3	0.31	0.093	0.1011	0.015
I7	I8	871	0.7	0.0052	0.3	0.32	0.096	0.1021	0.015
EN 1	EN 2	1934	0.7	0.0051	0.3	0.33	0.099	0.1031	0.015
EN 3	EN 2	1234	0.7	0.0051	0.3	0.3	0.09	0.1000	0.015
EN 4	EN 5	1274	0.7	0.0088	0.3	0.31	0.093	0.1011	0.015
EN 6	EN 5	1234	0.7	0.0088	0.3	0.3	0.09	0.1000	0.015
E1	E2	1274	0.7	0.0051	0.3	0.33	0.099	0.1031	0.015
E3	E4	1934	0.7	0.0051	0.3	0.33	0.099	0.1031	0.015
E5	E4	1234	0.7	0.0088	0.3	0.29	0.087	0.0989	0.015
E6	E2	1234	0.7	0.0088	0.3	0.29	0.087	0.0989	0.015

ตารางที่ 11 แสดงผลการคำนวณที่ Recheck (ต่อ)

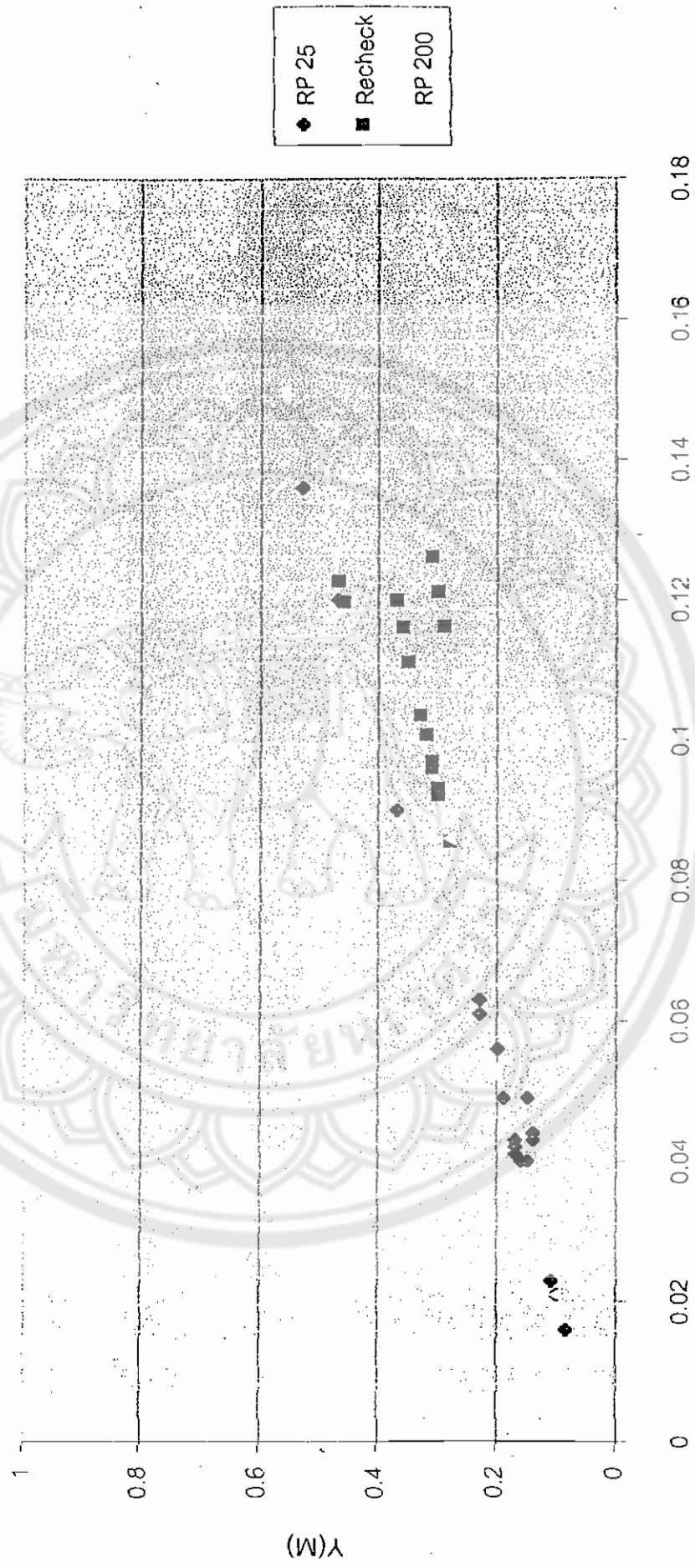


รูปที่ 13 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Q กับ Y ที่ Slope ของรางเท่ากับ 0.0051 (ความกว้างเท่ากับ 0.30 เมตร)

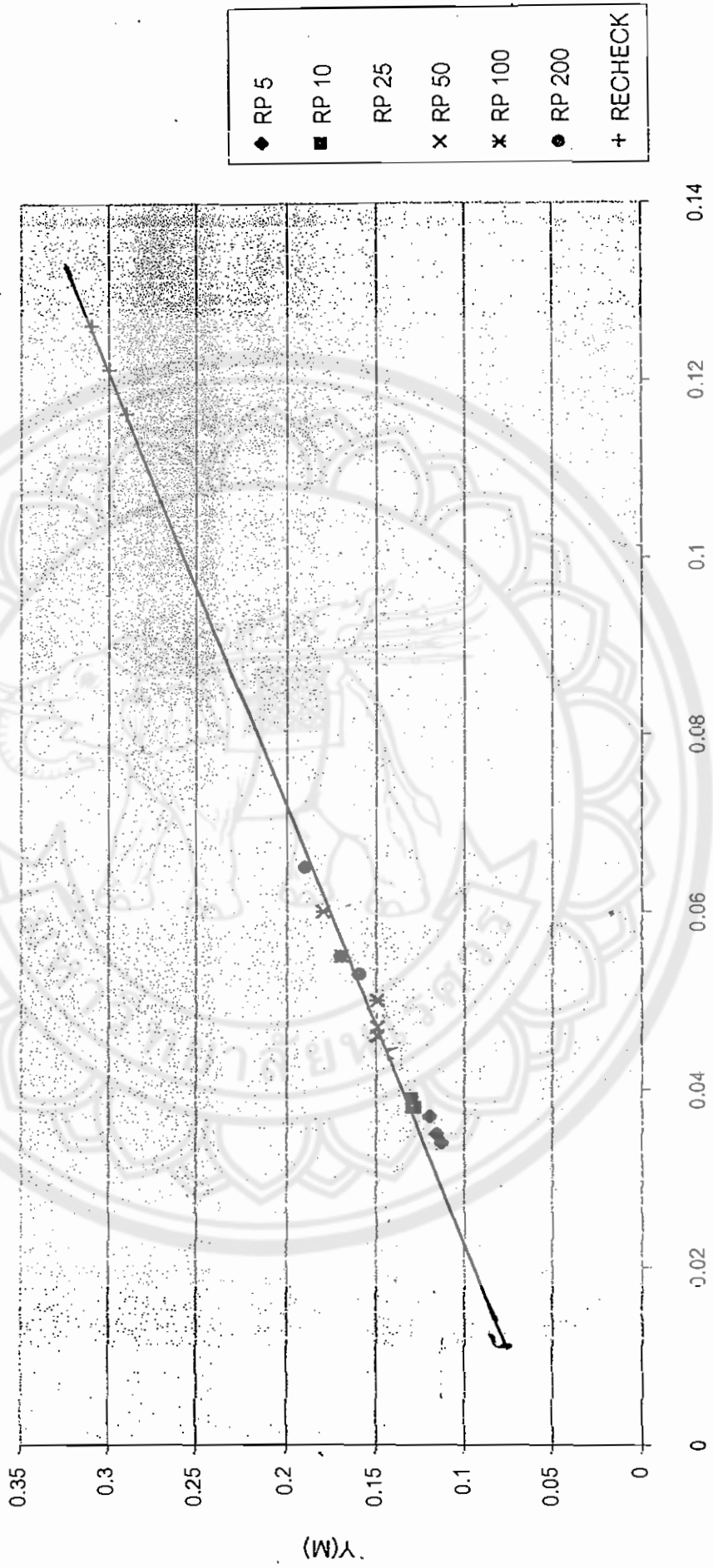


รูปที่ 14 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Q กับ Y ที่ $S_{(M)}$ ซึ่งตรงกับ 0.0052 (ความกว้างเท่ากับ 0.30 เมตร)

- ◆ RP 5
- RP 10
- RP 25
- × RP 50
- * RP 100
- RP 200
- + RECHECK



รูปที่ 15 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Y กับ Q เปรียบเทียบกันในแต่ละรายการ



รูปที่ 16 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Q กับ Y ที่ Slope ของรางเท่ากับ 0.0088 (ความกว้างเท่ากับ 0.30 เมตร)



การคำนวณขนาดราง

ราง CE₁ - CE₂

$$Q = CIA$$

$$C = 0.7 \text{ สำหรับพื้นคอนกรีต}$$

$$A = \text{พื้นที่ระบาย, m}^2$$

$$A = 3509 \text{ m}^2$$

$$\text{จาก } t_0 = \frac{1.8(LI - C)L^{0.75}}{S^{0.5}}$$

$$t_0 = 19.91 \text{ นาที}$$

$$t_2 = 2.15 \text{ นาที}$$

$$t_0 = 19.91 + 2.15 = 22.06 \text{ นาที}$$

จากรูปที่ 4

IDF CURVE อ่านค่า

$$I = 140 \text{ mm/hr}$$

$$Q = \frac{0.7 \times 140 \times 3509}{36 \times 10^3} = 0.096 \text{ m}^3/\text{s}$$

จาก Manning Formula

$$Q = \frac{1}{n} \frac{A^{3/2}}{P^{3/2}} S^{1/2}$$

$$n = 0.015$$

$$S = 0.0031$$

ความกว้าง (b) = 0.30 เมตร

$$A = 0.3 \times 2Y$$

$$P = 0.3 + 2Y$$

$$0.096 = \frac{1}{0.015} \frac{(0.3 \times 2Y)^{3/2}}{(0.3 + 2Y)^{3/2}} \times \sqrt{0.0031}$$

Trial & ERROR ได้ Y = 0.38 เมตร

$$Q = AV$$

$$V = \frac{0.096}{(0.3 \times 2 \times 0.38)} = 0.8421 \text{ m/s}$$

$$T_r = \frac{L}{V} = \frac{108.5}{0.8421} = 129 \text{ s.}$$

$$T_r = \frac{129}{60} = 2.15 \text{ Min}$$

จาก ตารางที่ 1

ใช้ $n = 0.014$

- สำหรับการไหลเต็มท่อ Full pipe เป็น Closed channel ตาม The Manning Formula

$$V = \frac{r^{\frac{2}{3}} s^{\frac{1}{2}}}{n} \quad (\text{m/s})$$

$$V = \frac{0.40}{n} d^{\frac{2}{3}} s^{\frac{1}{2}} \quad (\text{m/s})$$

$$f = \frac{122 - 5n^2}{d^5} \quad (\text{m})$$

สำหรับ $Q = 0.706 \text{ m}^3/\text{s}$

$S = 0.001$

$n = 0.014$

จาก ตารางที่ 1 .

$$Q = 0.7 \Rightarrow \text{อ่าน Diameters of Pipe ได้ } 99.5 \text{ cm.}$$

$$Q = 0.706 \approx 100 \text{ cm. ซึ่งเป็นการไหลเต็มท่อ}$$

เพราะฉะนั้น จาก Station 9 ไหลมายังจุดออกเป็นการไหลเต็มท่อ

สำหรับปริมาณการไหลจาก Station 1 มาซึ่งมี $Q = 0.65 \text{ m}^3/\text{s}$

จาก ตารางที่ 1

$$S = 0.001$$

$$n = 0.014$$

$$Q = 0.65 \text{ m}^3/\text{s} \text{ อ่านค่า Diameters เท่ากับ } 94.7 \text{ cm.}$$

เพราะฉะนั้นจาก Station 1 ไหลมา จึงเป็นการไหลแบบ Part Full

สำหรับ Station 9 เป็นการไหลเต็มท่อ

The Bernoulli equation :

$$Q = AV$$

$$A = \frac{\pi D^2}{4} = \frac{\pi 1^2}{4} = 0.785 \text{ m}^2$$

$$Q = 0.706 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$V = \frac{0.706}{0.785} = 0.90 \text{ m/s}$$

พลังงานที่ 0-0

$$Z_0 + \frac{P_0}{\rho} + \frac{V_0^2}{2g} = Z_1 + \frac{P_1}{\rho} + \frac{V_1^2}{2g}$$

$$\frac{P_0}{\rho} = 0$$

$$\frac{P_1}{\rho} = 0; \quad Z_1 = 0$$

$$\frac{V_0^2}{2g} + \epsilon h_2 = 0.254 + 0 + \frac{0.9^2}{2g}$$

$$TE1 \text{ 0-0} = 1 + 0.251 + \frac{0.9^2}{2g} = 1.3 \text{ m.}$$

$$\text{การสูญเสียหลัก} = h_f = f \frac{L V^2}{D 2g}$$

$$R = \frac{DV}{V}$$

$$\text{ที่ } 30^\circ \text{ C ได้ } V = 1.60 \times 10^{-5} \text{ m}^3/\text{s}$$

$$R = \frac{DV}{V} = \frac{1 \times 0.9}{1.6 \times 10^{-4}} = 5.6 \times 10^4$$

$$\text{จาก } \epsilon = 0.003 \text{ ได้ } \frac{\epsilon}{D} = \frac{0.003}{1} = 0.0003$$

Moody diagram; จาก รูปที่ 12

$$f = 0.028$$

$$h_2 = 0.028 \times \frac{251}{1} \times 0.0413 = 0.29 \text{ m}$$

$$h_m = \frac{KV^2}{2g}$$

สำหรับทางเข้าออก $K = 0.5$ มีทั้งหมด 17 บ่อ

$$h_m = (0.5 + 0.5) \times 0.0413 \times 17 = 0.7021 \text{ m}$$

$$\epsilon h_2 = 0.29 + 0.72 = 1.01 \text{ m.}$$

$$TE_{1,2} = 1.3 - 1.01 = 0.29 \text{ m.}$$

$$h_m = \frac{KV}{2g}$$

สำหรับทางเข้าออก $K = 0.5$ มีทั้งหมด 16 บ่อ

$$h_m = (0.5 + 0.5) \div 0.0413 \times 17 = 0.7021 \text{ m}$$

$$\epsilon h_2 = 0.29 + 0.72 = 1.01 \text{ m.}$$

$$T\epsilon_{1,1} = 1.3 - 1.01 = 0.29 \text{ m.}$$

Part Full

จาก ตารางที่ 3

$$\frac{Q_n}{d^3 S^2} = K = \frac{0.65 \times 0.014}{1^3 \times 0.001^2} = 0.29$$

ถ้า $\frac{D}{d} = \frac{0.88}{1}$ เพราะฉะนั้น $D = 0.88 \text{ m}$

จาก ตารางที่ 3

$$\frac{D}{d} = 0.88 \text{ m} \quad \text{อ่านค่า } Ca = 0.732$$

$$\therefore A = 0.732 \times 1^2 = 0.732 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q = AV; \quad Q = 0.65 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$V = \frac{0.65}{0.732} = 0.89 \text{ m/s}$$

$$\text{Elev. TOP ที่ } \text{Elev.} - 0.55$$

$$\frac{V^2}{2g} = \frac{0.89^2}{2g} = 0.0404 \text{ m.}$$

$$Z = 0.201 \text{ m.}$$

$$d = 0.88 \text{ m.}$$

$$\begin{aligned} \text{TEL} &= 0.0404 + 0.201 + 0.88 \\ &= 1.1214 \text{ m.} \end{aligned}$$

$$h_f = f \frac{L V^2}{D 2g}; \quad R = \frac{DV}{V} = \frac{1 \times 0.89}{1.6 \times 10^6} = 5.5 \times 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$$

$$\frac{\mathcal{E}}{D} = \frac{0.003}{1} = 0.003$$

จาก Moody Diagram รูปที่ 12 ได้ $f = 0.026$

$$h_f = 0.0126 \times \frac{201}{1} \times 0.0404 = 0.211 \text{ m}$$

$$K = 0.5 \Rightarrow h_m = (0.5 + 0.5) \times 0.0404 \times 13$$

$$\text{ใช้ Manhole} = 13 \text{ ท่อ} ; h_m = 0.53 \text{ m.}$$

$$\epsilon h_L = 0.53 \times 0.211 = 0.741 \text{ m.}$$

$$T \epsilon_{1,1} = 1.1214 - 0.741 = 0.38 \text{ m.}$$

จาก ตารางที่ 4.2

$$\frac{H}{d} = \frac{1.1214}{1} = 1.1214 \text{ ได้ } C = 0.672$$

$$\therefore \text{Critical Depth } D_c = 0.672 \times 1 = 0.672 \text{ m.}$$

$$\frac{D}{d} = \frac{0.672}{1} = 0.672 \text{ ค่า } K_c = 3.68$$

$$\therefore Q_c = 3.68 \times D_c^3$$

$$= 3.68 \times 2.672^3$$

$$= 1.36 \text{ m}^3/\text{s}$$

CULVERTS

$$H_2 = h_e + h_f + h_o$$

$$h_e = K_e \frac{V^2}{2g}$$

$$h_o = K_o \frac{V^2}{2g}$$

$$h_f = f \frac{L V^2}{D 2g}$$

$$Q = C_D A_o \left[\frac{2g (h_1 - h_2)}{1 + \left(29 C_D^2 n^2 \frac{L}{R^{4/3}} \right)} \right]^{1/2}; C_D = 0.955$$

$$h_1 = 1.30 \text{ m (4.30 ft)}$$

$$h_2 = 1.1 \text{ m (3.63 ft)}$$

$$L = 1.7 \text{ m (56 ft)}$$

$$A_o = \pi \frac{(3.3)^2}{4} = 8.55 \text{ ft}^2$$

$$P = \pi (3.3) = 10.37 \text{ ft}$$

$$R_0 = \frac{8.55}{10.37} = 0.82 \text{ ft}$$

$$Q = 0.955 (8.55) \left[\frac{2 \times 32.2 \times (4.3 - 3.63)}{1 + \left(\frac{29 \times 0.75^2 \times 0.014^2 \times 56}{0.82^3} \right)} \right]^{1/5}$$

$$Q = 48.3 \text{ ft}^3/\text{s} = 1.34 \text{ m}^3/\text{s}$$

เพราะฉะนั้น ท่อ culvert รับ $Q = 1.344 \text{ m}^3/\text{s}$

ซึ่ง Q จริง $= 1.340 \text{ m}^3/\text{s} \therefore$ รับได้พอดี

ระดับน้ำทางเข้าและทางออกของท่อลอดต้องมีระดับ แตกต่างกัน

$$= 1.3 - 1.1 = 0.20 \text{ m.}$$

$$h_f = \frac{0.028 \times 17}{1} \times \frac{V^2}{2g} = \frac{0.028 \times 17}{1} \times 0.0413 = 0.02 \text{ m.}$$

$$h_m = (0.7 + 0.7) 0.0413 = 0.06$$

$$\in h_L = 0.08 \text{ m}$$

\therefore ระดับน้ำทางออกและทางเข้าต้องไม่แตกต่างกันเกิน 10 cm จึงจะไหลได้