เอกสารอ้างอิง

1. ชัยพันธุ์ รักวิจัย, ชลศาสตร์ของทางน้ำเปิด (Hydraulics of Open Channels), ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2526.
2. ธำรง เปรมปรีดิ์ และ จักรี จัตุทะศรี, ชลศาสตร์และเครื่องกลพลังน้ำ, ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
3. ปราโมทย์ ไม้กลัด, คู่มืองานเขื่อนดินขนาดเล็กและฝาย, สมาคมศิษย์เก่าวิศวกรรมชลประทาน, 2524.
4. วรุฒ คุณวาสี, ทางน้ำล้น (Spillway), ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2519.
5. ————., ไฮดรอลิคส, ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2521.
6. สุรวุฒิ ประดิษฐานนท์, กลศาสตร์ของไหลเบื้องต้น, แผนกวิชาวิศวกรรมเกษตร, คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, โรงพิมพ์ บ. ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด, 2526.
7. A.S.C.E., Symposium on Stilling Basin, Reprinted from the Journal of the Hydraulic Divisions, Proceedings of the A.S.C.E., No. 5, 1961.
8. Ackers, P., and Others, Weirs and Flumes For Flow Measurement, John Wiley & Sons Ltd., 1976.
9. Bakhmetev, Boris Aleksandrovich, Hydraulics of Open Channels, First Edition, McGraw-Hill Book Company Inc., 1932.
10. Benedict, R.P., Fundamentals of Pipe Flow, First Edition, John Wiley & Sons, Inc., 1980.
11. Bradley, J.N. and Peterka, A.J., The Hydraulic Design of Stilling Basins, ASCE Journal of Hydraulic Division, Vol. 83, No. Hy 5, October 1957, paper 1401-1406.
12. Brater, E.F., and King, H.W., Handbook of Hydraulics , Sixth Edition, pp. 5.6-5.12, McGraw-Hill Book Co., 1976.

13. Bureau of Reclamation., Design of Small Dams, Second Edition, pp. 292-305, Oxford & IBH. Publishing Co., 1973.

14. ——., Hydraulic Design of Stilling Basins and Energy Dissipators, July, 1963.

15. ——., Research Study on Stilling Basins, Energy Dissipators, and Associated Appurtenances, Hydraulic Lab. Rep. Hyd.-399, Denver, Colo., June 1, 1955.

16. Chow, V.T., Open Channel Hydraulics, McGraw-Hill Kogakusha Ltd., 1959.

17. Corps of Engineers, Hydraulic Design Criteria, Waterways Experiment Station, Vicksburg, Missisippi, 1973.

18. Elevatorski, E.A., Hydraulic Energy Dissipators, pp. 13-29, McGraw-Hill Book Company Inc., 1959.

19. Henderson, F.M., Open Channel Flow, McMillan Publishing Co., Inc., USA, 1966.

20. Indian Institute of Science, BANGALORE. Department of Civil and Hydraulic Engineering, High Velocity Flows, Proceedings of The Sixth Symposium of The Civil and The Hydraulic Engineering Department, 1967.

21. Jagdish Lal, Hydraulics and Fluid Mechanics, Seventh Edition, pp. 470-485, Metropolitian Book Co. Private Ltd., 1978.

22. King, H.W., Wisler, C.O., Woodburn, J.G., Hydraulics, Fifth Edition, pp. 276-279, John Wiley & Sons, Inc.

23. Kobus, H., Hydraulic Modelling, Bulletin 7, 1980.

24. Lewitt, E.H., Hydraulics and The Mechanics of Fluid, Ninth Edition, pp. 110-123, Sir Isaac Pitman & Sons, Ltd. 1956.

25. Linsley, R.K., Franzini, J.B., Water Resources Engineering, pp. 242-248, 260-267, McGraw-Hill Kogakusha Ltd., 1979.

26. Morris, H.M., and Wiggert, J.M., Applied Hydraulics in Engineering, Second Edition, pp. 345-349, The Ronald Press Company, 1972.

27. Murthy, Y.K., and Divata, E., The Journal of Central Board of Irrigation and Power, Vol. 39, No. 2, April, 1982.

28. Novak, P., and Cabelka, J., Models in Hydraulic Engineering, Printed and Bound in Great Britain at The Pitman Press, BATH, 1981.

29. Sellin, R.H.J., Flow in Channels, Mcmillian and Co., Ltd., 1969.

30. Simon, A.L., Basic Hydraulics, John Wiley & Sons, Inc., 1981.

31. ———., Practical Hydraulics, pp. 212-222, John Wiley & Sons, Inc., 1976.

32. Sharp, J.J., Hydraulic Modelling, First Edition, pp. 29-43, Butterworth & Co. (Publishers) Ltd., 1981.

ภาคผนวก ก

(รายละเอียดข้อมูลการทดลอง)

ภาคผนวก ก-1 ตารางข้อมูลการทดลอง

ภาคผนวก ก-2 กราฟเปรียบเทียบข้อมูลการทดลอง

ภาคผนวก ก-1

(ตารางข้อมูลการทดลอง)

ตาราง ก-1.1 ข้อมูลและรายการคำนวณอัตราการสูญเสียพลังงานของมวลน้ำภายในแอ่งน้ำนึ่ง USBR Type III (ไม่ควบคุมระดับท้ายน้ำ)

URUN

No.	Hd (m)	Q1 (cu.m/sec)	q1 (cu.m/sec/m)	Y1 (m)	V1 (m/sec)	F1	Hp (m)	Q3 (cu.m/sec)	q3 (cu.m/sec/m)	V3 (m/sec)	Y2(T.W.) (m)	Q2 (cu.m/sec)	q2 (cu.m/sec/m)	V2 (m/sec)	x=y1*cos0 (m)	Z1 (m)	E1 (m)	E2 (m)	E3 (m)	HL (q2EL)	HL/H1 q2EL/q1E1	y2/y1
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	(18)	(19)	(20)	(21)	(22)	(23)
1	.173	.1211	.1291	.0375	3.4419	5.675	0	0	0	0	.29	.1211	.1291	.4451	.0215	.145	.7703	.3001	0	.0607	.6104	7.7333
2	.168	.1158	.1235	.0355	3.4788	5.895	0	0	0	0	.286	.1158	.1235	.4318	.0204	.145	.7822	.2955	0	.0601	.6222	8.0563
3	.161	.1087	.1158	.0336	3.4475	6.005	0	0	0	0	.279	.1087	.1158	.4152	.0193	.145	.77	.2878	0	.0559	.6263	8.3036
4	.157	.1046	.1115	.0323	3.4529	6.134	0	0	0	0	.274	.1046	.1115	.407	.0185	.145	.7712	.2824	0	.0545	.6336	8.483
5	.151	.0987	.1052	.0305	3.4484	6.304	0	0	0	0	.268	.0987	.1052	.3925	.0175	.145	.7686	.2759	0	.0518	.6411	8.7869
6	.145	.0928	.0989	.0288	3.4357	6.464	0	0	0	0	.2645	.0928	.0989	.3741	.0165	.145	.7632	.2716	0	.0486	.6441	9.184
7	.14	.088	.0939	.0275	3.413	6.571	0	0	0	0	.2615	.088	.0939	.3589	.0158	.155	.7645	.2681	0	.0466	.6494	9.5091
8	.135	.0833	.0889	.0262	3.3915	6.69	0	0	0	0	.259	.0833	.0889	.3431	.015	.16	.7613	.265	0	.0441	.6519	9.8855
9	.13	.0787	.084	.025	3.358	6.781	0	0	0	0	.254	.0787	.084	.3305	.0143	.16	.7491	.2596	0	.0411	.6535	10.16
10	.125	.0742	.0791	.0235	3.3676	7.014	0	0	0	0	.25	.0742	.0791	.3166	.0135	.16	.7515	.2551	0	.0393	.6605	10.6383
11	.12	.0698	.0744	.0222	3.3523	7.183	0	0	0	0	.247	.0698	.0744	.3013	.0127	.16	.7455	.2516	0	.0368	.6625	11.1261
12	.115	.0655	.0698	.021	3.324	7.323	0	0	0	0	.242	.0655	.0698	.2884	.012	.16	.7352	.2462	0	.0341	.6651	11.5238
13	.11	.0612	.0653	.0197	3.314	7.538	0	0	0	0	.238	.0612	.0653	.2743	.0113	.16	.7311	.2418	0	.0319	.6692	12.0812
14	.105	.0571	.0609	.0185	3.2903	7.724	0	0	0	0	.233	.0571	.0609	.2612	.0106	.16	.7224	.2365	0	.0296	.6726	12.5946
15	.1	.0531	.0566	.0172	3.2884	8.005	0	0	0	0	.228	.0531	.0566	.2481	9.9E-03	.16	.721	.2311	0	.0277	.6794	13.2558
16	.095	.0491	.0524	.016	3.2723	8.26	0	0	0	0	.223	.0491	.0524	.2348	9.2E-03	.16	.715	.2258	0	.0256	.6842	13.9375
17	.09	.0453	.0483	.0147	3.2833	8.646	0	0	0	0	.217	.0453	.0483	.2224	8.4E-03	.16	.7179	.2195	0	.0241	.6942	14.7619
18	.085	.0415	.0443	.0132	3.355	9.323	0	0	0	0	.213	.0415	.0443	.2079	7.6E-03	.155	.7363	.2152	0	.0231	.7077	16.1364
19	.08	.0379	.0404	.0121	3.3408	9.697	0	0	0	0	.209	.0379	.0404	.1934	6.9E-03	.155	.7308	.2109	0	.021	.7114	17.2727
20	.075	.0344	.0367	.011	3.3347	10.151	0	0	0	0	.2055	.0344	.0367	.1785	6.3E-03	.16	.7331	.2071	0	.0193	.7175	18.6818
21	.07	.031	.0331	.01	3.3063	10.556	0	0	0	0	.2025	.031	.0331	.1633	5.7E-03	.16	.7229	.2039	0	.0172	.718	20.25
22	.06	.0246	.0262	8.1E-03	3.2366	11.482	0	0	0	0	.195	.0246	.0262	.1344	4.6E-03	.165	.7036	.1959	0	.0133	.7215	24.0741
23	.05	.0187	.0199	6.5E-03	3.0653	12.139	0	0	0	0	.187	.0187	.0199	.1065	3.7E-03	.165	.6476	.1876	0	9.2E-03	.7104	28.7692

ตาราง ก-1.2 ข้อมูลและรายการคำนวณอัตราการสูญเสียพลังงานของมวลน้ำภายในแอ่งน้ำนิ่ง USBR Type III

(ควบคุมระดับท้ายน้ำ)

&RUN

No.	Hd (m)	Q1 (cu.m/sec)	q1 (cu.m/sec/m)	Y1 (m)	V1 (m/sec)	F1	Hp (m)	Q3 (cu.m/sec)	q3 (cu.m/sec/m)	V3 (m/sec)	Y2(T.W.) (m)	Q2 (cu.m/sec)	q2 (cu.m/sec/m)	V2 (m/sec)	x=y1*cos0 (m)	Z1 (m)	E1 (m)	E2 (m)	E3 (m)	HL (q2EL)	HL/H1 q2EL/q1E1	y2/y1
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	(18)	(19)	(20)	(21)	(22)	(23)
1	.173	.1211	.1291	.0415	3.1102	4.874	0	0	0	0	.386	.1211	.1291	.3344	.0238	.35	.8668	.3917	0	.0613	.5481	9.3012
2	.168	.1158	.1235	.039	3.1666	5.12	0	0	0	0	.382	.1158	.1235	.3233	.0224	.345	.8785	.3873	0	.0607	.5591	9.7949
3	.161	.1087	.1158	.036	3.2176	5.414	0	0	0	0	.376	.1087	.1158	.3081	.0206	.335	.8833	.3808	0	.0582	.5689	10.4444
4	.157	.1046	.1115	.0342	3.2611	5.63	0	0	0	0	.37	.1046	.1115	.3014	.0196	.33	.8917	.3746	0	.0577	.5798	10.8187
5	.151	.0987	.1052	.0318	3.3074	5.922	0	0	0	0	.361	.0987	.1052	.2913	.0182	.325	.9008	.3653	0	.0563	.5944	11.3522
6	.145	.0928	.0989	.0296	3.3429	6.204	0	0	0	0	.353	.0928	.0989	.2803	.017	.32	.9065	.357	0	.0544	.6062	11.9257
7	.14	.088	.0939	.028	3.3521	6.396	0	0	0	0	.348	.088	.0939	.2697	.0161	.315	.9038	.3517	0	.0518	.6108	12.4286
8	.135	.0833	.0889	.0265	3.3531	6.577	0	0	0	0	.344	.0833	.0889	.2583	.0152	.31	.8983	.3474	0	.0489	.6133	12.9811
9	.13	.0787	.084	.0252	3.3314	6.7	0	0	0	0	.333	.0787	.084	.2521	.0145	.3	.8801	.3362	0	.0457	.618	13.2143
10	.125	.0742	.0791	.0238	3.3251	6.882	0	0	0	0	.327	.0742	.0791	.242	.0136	.29	.8672	.33	0	.0425	.6195	13.7395
11	.12	.0698	.0744	.0225	3.3076	7.04	0	0	0	0	.314	.0698	.0744	.237	.0129	.28	.8505	.3169	0	.0397	.6274	13.9556
12	.115	.0655	.0698	.0212	3.2926	7.22	0	0	0	0	.306	.0655	.0698	.2281	.0122	.27	.8347	.3087	0	.0367	.6302	14.434
13	.11	.0612	.0653	.02	3.2643	7.37	0	0	0	0	.298	.0612	.0653	.2191	.0115	.26	.8146	.3004	0	.0336	.6312	14.9
14	.105	.0571	.0609	.0187	3.2551	7.6	0	0	0	0	.289	.0571	.0609	.2106	.0107	.255	.8058	.2913	0	.0313	.6385	15.4545
15	.1	.0531	.0566	.0173	3.2694	7.936	0	0	0	0	.282	.0531	.0566	.2006	9.9E-03	.25	.8047	.2841	0	.0294	.647	16.3006
16	.095	.0491	.0524	.0161	3.252	8.183	0	0	0	0	.274	.0491	.0524	.1911	9.2E-03	.245	.7933	.2759	0	.0271	.6522	17.0186
17	.09	.0453	.0483	.0148	3.2612	8.559	0	0	0	0	.266	.0453	.0483	.1814	8.5E-03	.24	.7905	.2677	0	.0252	.6614	17.973
18	.085	.0415	.0443	.0137	3.2326	8.818	0	0	0	0	.258	.0415	.0443	.1717	7.9E-03	.235	.7754	.2595	0	.0228	.6654	18.8321
19	.08	.0379	.0404	.0126	3.2082	9.125	0	0	0	0	.249	.0379	.0404	.1623	7.2E-03	.23	.7618	.2503	0	.0207	.6714	19.7619
20	.075	.0344	.0367	.0116	3.1622	9.374	0	0	0	0	.24	.0344	.0367	.1528	6.7E-03	.22	.7363	.2412	0	.0182	.6724	20.6897
21	.07	.031	.0331	.0105	3.1489	9.811	0	0	0	0	.235	.031	.0331	.1407	6E-03	.215	.7264	.236	0	.0162	.6751	22.381
22	.06	.0246	.0262	8.7E-03	3.0133	10.315	0	0	0	0	.22	.0246	.0262	.1192	5E-03	.21	.6778	.2207	0	.012	.6744	25.2874
23	.05	.0187	.0199	7E-03	2.8463	10.862	0	0	0	0	.195	.0187	.0199	.1022	4E-03	.19	.6069	.1955	0	8.2E-03	.6778	27.8571

ตาราง ก-1.3 ข้อมูลและรายการคำนวณอัตราการสูญเสียพลังงานของมวลน้ำภายในแอ่งน้ำนิ่ง USBR Type III + ท่อขนาด ϕ 0.5" (ไม่ควบคุมระดับท้ายน้ำ)

ORUN

No.	Hd (m)	Q1 (cu.m/sec)	q1 (cu.m/sec/m)	Y1 (m)	V1 (m/sec)	F1	Hp (m)	Q3 (cu.m/sec)	q3 (cu.m/sec/m)	V3 (m/sec)	Y2(T.W.) (m)	Q2 (cu.m/sec)	q2 (cu.m/sec/m)	V2 (m/sec)	x=y1*cosθ (m)	Z1 (m)	E1 (m)	E2 (m)	E3 (m)	HL (q2EL)	HL/H1 q2EL/q1E1	y2/y1
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	(18)	(19)	(20)	(21)	(22)	(23)
1	.173	.1211	.1291	.038	3.3967	5.563	.017	1.71E-03	1.82E-03	2.5075	.294	.1228	.1309	.4452	.0218	.165	.7748	.3041	.3205	.0608	.6078	7.7368
2	.168	.1158	.1235	.036	3.4305	5.773	.0165	1.68E-03	1.79E-03	2.4703	.287	.1175	.1253	.4366	.0206	.165	.7855	.2967	.311	.0604	.6225	7.9722
3	.161	.1087	.1158	.0343	3.3771	5.822	.016	1.66E-03	1.77E-03	2.4324	.28	.1103	.1176	.42	.0197	.165	.766	.289	.3016	.0553	.623	8.1633
4	.157	.1046	.1115	.0332	3.3593	5.886	.0155	1.63E-03	1.74E-03	2.394	.276	.1062	.1133	.4104	.019	.165	.7592	.2846	.2921	.053	.6253	8.3133
5	.151	.0987	.1052	.0313	3.3603	6.064	.015	1.6E-03	1.71E-03	2.3549	.272	.1003	.1069	.393	.0179	.17	.7635	.2799	.2827	.0509	.6335	8.6901
6	.145	.0928	.0989	.0292	3.3887	6.331	.0145	1.58E-03	1.68E-03	2.3152	.268	.0944	.1006	.3755	.0167	.17	.772	.2752	.2732	.0492	.6435	9.1781
7	.14	.088	.0939	.0278	3.3762	6.465	.014	1.55E-03	1.65E-03	2.2748	.2645	.0896	.0955	.3611	.0159	.175	.7719	.2711	.2637	.047	.6486	9.5144
8	.135	.0833	.0889	.0263	3.3786	6.652	.0125	1.46E-03	1.56E-03	2.1491	.26	.0848	.0904	.3478	.0151	.175	.7719	.2662	.2354	.0449	.6545	9.8859
9	.13	.0787	.084	.0251	3.3447	6.74	.012	1.43E-03	1.53E-03	2.1055	.257	.0802	.0855	.3326	.0144	.18	.7646	.2626	.2259	.0421	.6556	10.239
10	.125	.0742	.0791	.0237	3.3392	6.925	.0115	1.4E-03	1.5E-03	2.061	.254	.0756	.0806	.3175	.0136	.18	.7619	.2591	.2165	.0397	.6588	10.7173
11	.12	.0698	.0744	.0223	3.3373	7.135	.011	1.37E-03	1.46E-03	2.0156	.25	.0712	.0759	.3035	.0128	.18	.7605	.2547	.2071	.0376	.6638	11.2108
12	.115	.0655	.0698	.021	3.324	7.323	.0105	1.34E-03	1.43E-03	1.9691	.246	.0668	.0712	.2896	.012	.18	.7552	.2503	.1976	.0352	.6672	11.7143
13	.11	.0612	.0653	.0197	3.314	7.538	.01	1.31E-03	1.4E-03	1.9215	.242	.0625	.0667	.2755	.0113	.18	.7511	.2459	.1882	.0329	.671	12.2843
14	.105	.0571	.0609	.0183	3.3263	7.85	9.5E-03	1.28E-03	1.36E-03	1.8726	.237	.0584	.0622	.2626	.0105	.18	.7544	.2405	.1787	.0312	.6794	12.9508
15	.1	.0531	.0566	.0173	3.2694	7.936	9E-03	1.24E-03	1.32E-03	1.8225	.2315	.0543	.0579	.25	9.9E-03	.18	.7347	.2347	.1693	.0282	.6785	13.3815
16	.095	.0491	.0524	.0162	3.2319	8.107	8.5E-03	1.21E-03	1.29E-03	1.771	.225	.0503	.0536	.2384	9.3E-03	.18	.7217	.2279	.1599	.0258	.6819	13.8889
17	.09	.0453	.0483	.0148	3.2612	8.559	8E-03	1.17E-03	1.25E-03	1.7179	.221	.0464	.0495	.224	8.5E-03	.175	.7255	.2236	.1504	.0241	.6893	14.9324
18	.085	.0415	.0443	.0132	3.355	9.323	7.7E-03	1.15E-03	1.22E-03	1.6853	.217	.0427	.0455	.2097	7.6E-03	.18	.7613	.2192	.1448	.0239	.7093	16.4394
19	.08	.0379	.0404	.0121	3.3408	9.697	7.5E-03	1.13E-03	1.21E-03	1.6632	.213	.0391	.0416	.1955	6.9E-03	.18	.7558	.2149	.141	.0218	.7127	17.6033
20	.075	.0344	.0367	.0111	3.3046	10.014	7.2E-03	1.11E-03	1.18E-03	1.6295	.209	.0355	.0379	.1812	6.4E-03	.185	.748	.2107	.1353	.0196	.7151	18.8288
21	.07	.031	.0331	.0102	3.2415	10.247	7E-03	1.09E-03	1.17E-03	1.6066	.205	.0321	.0342	.167	5.8E-03	.185	.7264	.2064	.1316	.0171	.7122	20.098
22	.06	.0246	.0262	8.5E-03	3.0843	10.681	6.5E-03	1.05E-03	1.12E-03	1.548	.1975	.0256	.0273	.1384	4.9E-03	.175	.6647	.1985	.1221	.0121	.6965	23.2353
23	.05	.0187	.0199	6.7E-03	2.9738	11.599	6E-03	1.01E-03	1.08E-03	1.487	.189	.0197	.021	.1111	3.8E-03	.17	.6246	.1896	.1127	8.6E-03	.6897	28.209

ตาราง ก-1.4 ข้อมูลและรายการคำนวณอัตราการสูญเสียพลังงานของมวลน้ำภายในแอ่งน้ำนิ่ง USBR Type III + ท่อขนาด ϕ 0.5" (ควบคุมระดับท้ายน้ำ)

ORUN

No.	Hd (m)	Q1 (cu.m/sec)	q1 (cu.m/sec/m)	Y1 (m)	V1 (m/sec)	F1	Hp (m)	Q3 (cu.m/sec)	q3 (cu.m/sec/m)	V3 (m/sec)	Y2(T.W.) (m)	Q2 (cu.m/sec)	q2 (cu.m/sec/m)	V2 (m/sec)	x=y1*cos0 (m)	Z1 (m)	E1 (m)	E2 (m)	E3 (m)	HL (q2EL)	HL/H1 q2EL/q1E1	y2/y1
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	(18)	(19)	(20)	(21)	(22)	(23)
1	.173	.1211	.1291	.0415	3.1102	4.874	.015	1.6E-03	1.71E-03	2.3549	.373	.1227	.1308	.3506	.0238	.35	.8668	.3793	.2827	.0628	.561	8.988
2	.168	.1158	.1235	.039	3.1666	5.12	.0145	1.58E-03	1.68E-03	2.3152	.366	.1174	.1252	.342	.0224	.345	.8785	.372	.2732	.0624	.575	9.3846
3	.161	.1087	.1158	.036	3.2176	5.414	.014	1.55E-03	1.65E-03	2.2748	.358	.1102	.1175	.3282	.0206	.335	.8833	.3635	.2637	.0601	.5869	9.9444
4	.157	.1046	.1115	.0342	3.2611	5.63	.0135	1.52E-03	1.62E-03	2.2337	.353	.1061	.1132	.3205	.0196	.33	.8917	.3582	.2543	.0593	.5965	10.3216
5	.151	.0987	.1052	.0318	3.3074	5.922	.013	1.49E-03	1.59E-03	2.1918	.348	.1001	.1068	.3068	.0182	.325	.9008	.3528	.2448	.0575	.6065	10.9434
6	.145	.0928	.0989	.0296	3.3429	6.204	.0125	1.46E-03	1.56E-03	2.1491	.34	.0943	.1005	.2956	.017	.32	.9065	.3445	.2354	.0554	.6181	11.4865
7	.14	.088	.0939	.028	3.3521	6.396	.012	1.43E-03	1.53E-03	2.1055	.333	.0895	.0954	.2864	.0161	.315	.9038	.3372	.2259	.053	.6249	11.8929
8	.135	.0833	.0889	.0265	3.3531	6.577	.0115	1.4E-03	1.5E-03	2.061	.326	.0848	.0904	.2772	.0152	.31	.8983	.3299	.2165	.0503	.6306	12.3019
9	.13	.0787	.084	.0252	3.3314	6.7	.011	1.37E-03	1.46E-03	2.0156	.32	.0801	.0854	.2669	.0145	.3	.8801	.3236	.2071	.0465	.63	12.6984
10	.125	.0742	.0791	.0238	3.3251	6.882	.0105	1.34E-03	1.43E-03	1.9691	.309	.0756	.0806	.2607	.0136	.29	.8672	.3125	.1976	.0437	.6373	12.9832
11	.12	.0698	.0744	.0225	3.3076	7.04	.01	1.31E-03	1.4E-03	1.9215	.3	.0711	.0758	.2527	.0129	.28	.8505	.3033	.1882	.0406	.6409	13.3333
12	.115	.0655	.0698	.0212	3.2926	7.22	9.5E-03	1.28E-03	1.36E-03	1.8726	.291	.0668	.0712	.2445	.0122	.27	.8347	.294	.1787	.0376	.645	13.7264
13	.11	.0612	.0653	.02	3.2643	7.37	9E-03	1.24E-03	1.32E-03	1.8225	.28	.0625	.0666	.2379	.0115	.26	.8146	.2829	.1693	.0346	.6499	14
14	.105	.0571	.0609	.0187	3.2551	7.6	8.5E-03	1.21E-03	1.29E-03	1.771	.276	.0583	.0622	.2252	.0107	.255	.8058	.2786	.1599	.0319	.6511	14.7594
15	.1	.0531	.0566	.0173	3.2694	7.936	8E-03	1.17E-03	1.25E-03	1.7179	.272	.0542	.0578	.2125	9.9E-03	.25	.8047	.2743	.1504	.0298	.6557	15.7225
16	.095	.0491	.0524	.0161	3.252	8.183	7.7E-03	1.15E-03	1.22E-03	1.6853	.263	.0503	.0536	.2037	9.2E-03	.245	.7933	.2651	.1448	.0275	.6622	16.3354
17	.09	.0453	.0483	.0148	3.2612	8.559	7.5E-03	1.13E-03	1.21E-03	1.6632	.259	.0464	.0495	.191	8.5E-03	.24	.7905	.2609	.141	.0254	.6662	17.5
18	.085	.0415	.0443	.0137	3.2326	8.818	7.2E-03	1.11E-03	1.18E-03	1.6295	.254	.0427	.0455	.179	7.9E-03	.235	.7754	.2556	.1353	.0229	.6662	18.5401
19	.08	.0379	.0404	.0126	3.2082	9.125	7E-03	1.09E-03	1.17E-03	1.6066	.25	.039	.0416	.1664	7.2E-03	.23	.7618	.2514	.1316	.0205	.6654	19.8413
20	.075	.0344	.0367	.0116	3.1622	9.374	6.8E-03	1.08E-03	1.15E-03	1.5834	.242	.0355	.0378	.1563	6.7E-03	.22	.7363	.2432	.1278	.018	.6647	20.8621
21	.07	.031	.0331	.0105	3.1489	9.811	6.5E-03	1.05E-03	1.12E-03	1.548	.237	.0321	.0342	.1442	6E-03	.215	.7264	.2381	.1221	.016	.6668	22.5714
22	.06	.0246	.0262	8.7E-03	3.0133	10.315	5.7E-03	9.9E-04	1.05E-03	1.4493	.222	.0256	.0273	.1228	5E-03	.21	.6778	.2228	.1071	.0118	.6645	25.5172
23	.05	.0187	.0199	7E-03	2.8463	10.862	5E-03	9.2E-04	9.9E-04	1.3571	.197	.0196	.0209	.1061	4E-03	.19	.6069	.1976	.0939	8.1E-03	.666	28.1429

ตาราง ก-1.5 ข้อมูลและรายการคำนวณอัตราการสูญเสียพลังงานของมวลน้ำภายในแอ่งน้ำนิ่ง USBR Type III + ท่อขนาด ϕ 1" (ไม่ควบคุมระดับท้ายน้ำ)

ORUN

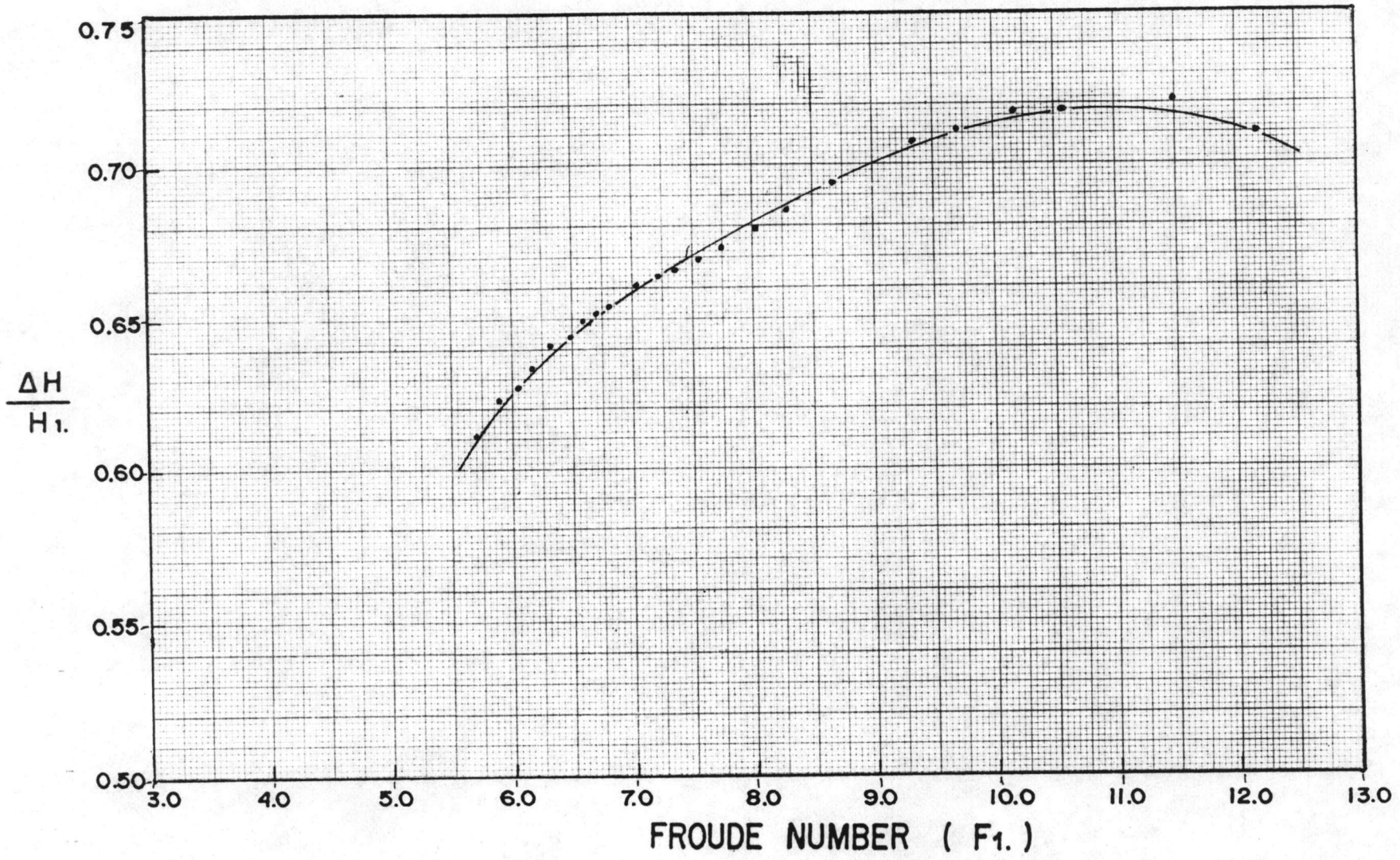
No.	Hd (m)	Q1 (cu.m/sec)	q1 (cu.m/sec/m)	Y1 (m)	V1 (m/sec)	F1	Hp (m)	Q3 (cu.m/sec)	q3 (cu.m/sec/m)	V3 (m/sec)	Y2(T.W.) (m)	Q2 (cu.m/sec)	q2 (cu.m/sec/m)	V2 (m/sec)	x=y1*cosθ (m)	Z1 (m)	E1 (m)	E2 (m)	E3 (m)	HL (q2EL)	HL/H1 q2EL/q1E1	y2/y1
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	(18)	(19)	(20)	(21)	(22)	(23)
1	.173	.1211	.1291	.0383	3.37	5.498	.117	4.5E-03	4.79E-03	2.3483	.293	.1256	.1339	.4569	.022	.19	.7908	.3036	.2811	.0628	.615	7.6501
2	.168	.1158	.1235	.0364	3.3928	5.678	.115	4.46E-03	4.75E-03	2.3281	.288	.1203	.1283	.4453	.0209	.19	.7976	.2981	.2762	.0616	.6252	7.9121
3	.161	.1087	.1158	.0346	3.3478	5.746	.113	4.42E-03	4.71E-03	2.3077	.2815	.1131	.1205	.4282	.0198	.19	.7811	.2908	.2714	.0567	.6266	8.1358
4	.157	.1046	.1115	.0335	3.3293	5.808	.108	4.32E-03	4.6E-03	2.2559	.277	.1089	.1161	.4193	.0192	.19	.7741	.286	.2594	.0543	.6292	8.2687
5	.151	.0987	.1052	.0314	3.3496	6.035	.103	4.22E-03	4.5E-03	2.2029	.2715	.1029	.1097	.404	.018	.19	.7799	.2798	.2473	.0524	.6394	8.6465
6	.145	.0928	.0989	.0295	3.3542	6.235	.1	4.16E-03	4.43E-03	2.1704	.266	.097	.1034	.3886	.0169	.19	.7804	.2737	.2401	.05	.6473	9.0169
7	.14	.088	.0939	.028	3.3521	6.396	.094	4.03E-03	4.29E-03	2.1041	.263	.0921	.0982	.3732	.0161	.19	.7788	.2701	.2256	.0476	.6506	9.3929
8	.135	.0833	.0889	.0265	3.3531	6.577	.092	3.99E-03	4.25E-03	2.0815	.261	.0873	.0931	.3567	.0152	.19	.7783	.2675	.2208	.0452	.6534	9.8491
9	.13	.0787	.084	.0252	3.3314	6.7	.09	3.94E-03	4.2E-03	2.0587	.257	.0827	.0882	.343	.0145	.2	.7801	.263	.216	.0432	.6599	10.1984
10	.125	.0742	.0791	.0237	3.3392	6.925	.085	3.83E-03	4.08E-03	2.0005	.253	.0781	.0832	.3289	.0136	.2	.7819	.2585	.204	.0412	.6658	10.6751
11	.12	.0698	.0744	.0224	3.3224	7.088	.082	3.76E-03	4.01E-03	1.9647	.2505	.0736	.0784	.3131	.0128	.205	.7805	.2555	.1967	.0388	.6686	11.183
12	.115	.0655	.0698	.0212	3.2926	7.22	.08	3.72E-03	3.96E-03	1.9406	.247	.0692	.0738	.2986	.0122	.21	.7747	.2515	.1919	.0363	.6709	11.6509
13	.11	.0612	.0653	.0198	3.2973	7.481	.076	3.62E-03	3.86E-03	1.8913	.241	.0649	.0691	.2869	.0114	.21	.7755	.2452	.1823	.0344	.679	12.1717
14	.105	.0571	.0609	.0186	3.2726	7.661	.072	3.52E-03	3.76E-03	1.8406	.236	.0606	.0646	.2738	.0107	.21	.7665	.2398	.1727	.0318	.6817	12.6882
15	.1	.0531	.0566	.0172	3.2884	8.005	.069	3.45E-03	3.68E-03	1.8018	.232	.0565	.0602	.2596	9.9E-03	.21	.771	.2354	.1655	.03	.6887	13.4884
16	.095	.0491	.0524	.0162	3.2319	8.107	.066	3.37E-03	3.6E-03	1.762	.225	.0525	.056	.2487	9.3E-03	.215	.7567	.2282	.1582	.0274	.6921	13.8889
17	.09	.0453	.0483	.0147	3.2833	8.646	.063	3.3E-03	3.51E-03	1.7214	.223	.0486	.0518	.2322	8.4E-03	.215	.7729	.2257	.151	.0261	.7009	15.1701
18	.085	.0415	.0443	.0134	3.3049	9.115	.06	3.22E-03	3.43E-03	1.6797	.219	.0448	.0477	.2179	7.7E-03	.21	.7744	.2214	.1438	.0242	.7063	16.3433
19	.08	.0379	.0404	.0122	3.3134	9.578	.056	3.11E-03	3.31E-03	1.6226	.214	.041	.0437	.2044	7E-03	.21	.7766	.2161	.1342	.0224	.713	17.541
20	.075	.0344	.0367	.0113	3.2461	9.75	.052	2.99E-03	3.19E-03	1.5634	.211	.0374	.0399	.189	6.5E-03	.21	.7536	.2128	.1246	.0196	.7074	18.6726
21	.07	.031	.0331	.0103	3.21	10.098	.049	2.91E-03	3.1E-03	1.5175	.207	.0339	.0362	.1747	5.9E-03	.205	.7361	.2086	.1174	.0172	.7051	20.0971
22	.06	.0246	.0262	8.5E-03	3.0843	10.681	.045	2.78E-03	2.97E-03	1.454	.204	.0274	.0292	.1431	4.9E-03	.2	.6897	.205	.1078	.0124	.6867	24
23	.05	.0187	.0199	6.8E-03	2.93	11.344	.042	2.69E-03	2.87E-03	1.4045	.192	.0214	.0228	.1187	3.9E-03	.19	.6315	.1927	.1005	8.5E-03	.6738	28.2353

ตาราง ก-1.6 ข้อมูลและรายการคำนวณอัตราการสูญเสียพลังงานของมวลน้ำภายในแอ่งน้ำนิ่ง USBR Type III + ท่อขนาด ø 1" (ควบคุมระดับท้ายน้ำ)

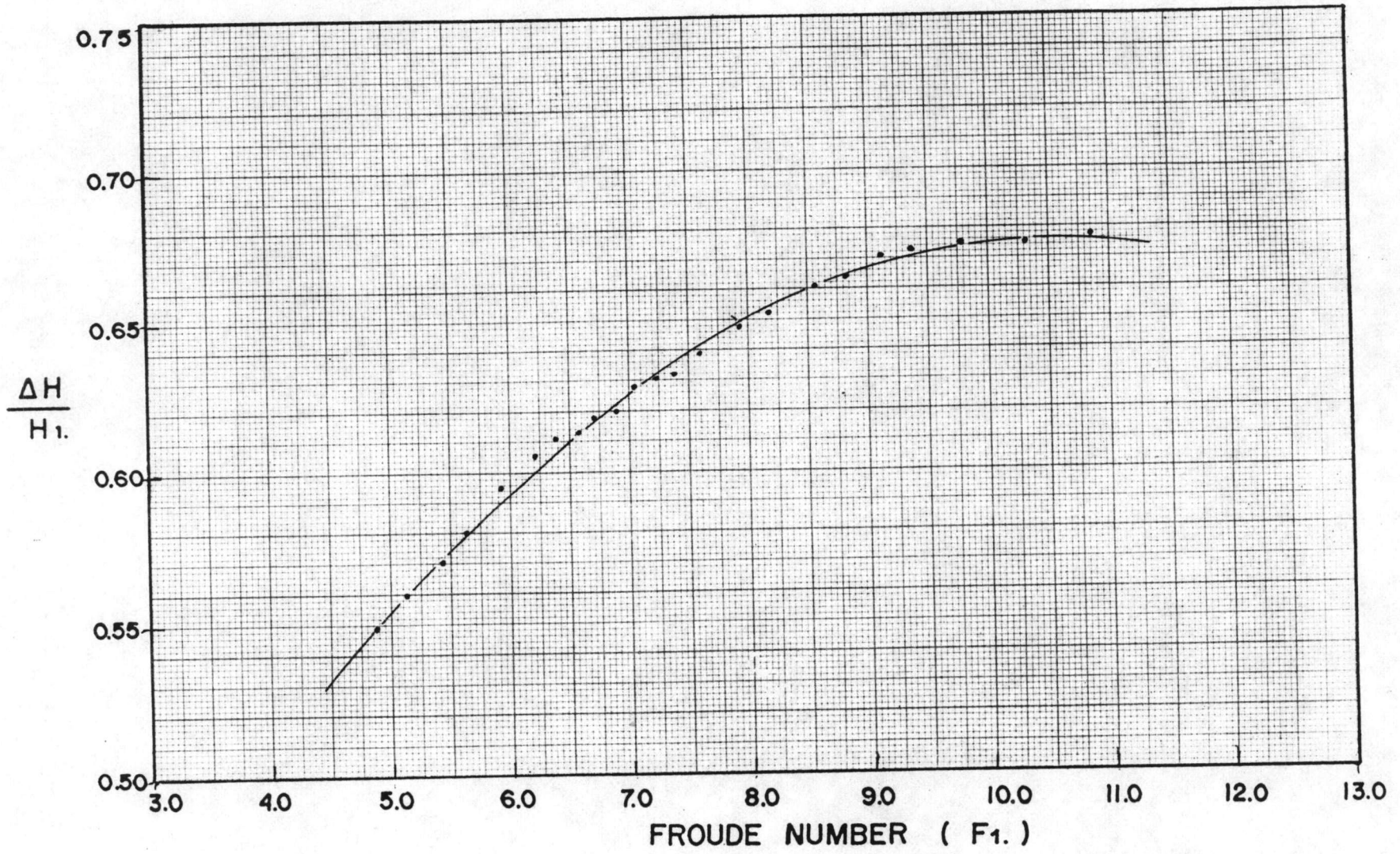
No.	Hd (m)	Q1 (cu.m/sec)	q1 (cu.m/sec/m)	Y1 (m)	V1 (m/sec)	F1	Hp (m)	Q3 (cu.m/sec)	q3 (cu.m/sec/m)	V3 (m/sec)	Y2(T.W.) (m)	Q2 (cu.m/sec)	q2 (cu.m/sec/m)	V2 (m/sec)	x=y1*cos0 (m)	Z1 (m)	E1 (m)	E2 (m)	E3 (m)	HL (q2EL)	HL/H1 q2EL/q1E1	y2/y1
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	(18)	(19)	(20)	(21)	(22)	(23)
1	.173	.1211	.1291	.0415	3.1102	4.874	.115	4.46E-03	4.75E-03	2.3281	.36	.1255	.1338	.3717	.0238	.35	.8668	.367	.2762	.0641	.5727	8.6747
2	.168	.1158	.1235	.039	3.1666	5.12	.113	4.42E-03	4.71E-03	2.3077	.355	.1203	.1282	.3612	.0224	.345	.8785	.3616	.2714	.0634	.5844	9.1026
3	.161	.1087	.1158	.036	3.2176	5.414	.11	4.36E-03	4.65E-03	2.2767	.345	.113	.1205	.3492	.0206	.335	.8833	.3512	.2642	.0612	.5984	9.5833
4	.157	.1046	.1115	.0342	3.2611	5.63	.106	4.28E-03	4.56E-03	2.2348	.338	.1089	.1161	.3435	.0196	.33	.8917	.344	.2546	.0607	.6101	9.883
5	.151	.0987	.1052	.0318	3.3074	5.922	.101	4.18E-03	4.45E-03	2.1813	.331	.1028	.1096	.3312	.0182	.325	.9008	.3366	.2425	.0589	.6219	10.4088
6	.145	.0928	.0989	.0296	3.3429	6.204	.097	4.09E-03	4.36E-03	2.1375	.325	.0969	.1033	.3179	.017	.32	.9065	.3302	.2329	.0566	.6311	10.9797
7	.14	.088	.0939	.028	3.3521	6.396	.092	3.99E-03	4.25E-03	2.0815	.32	.092	.0981	.3066	.0161	.315	.9038	.3248	.2208	.0539	.6354	11.4286
8	.135	.0833	.0889	.0265	3.3531	6.577	.09	3.94E-03	4.2E-03	2.0587	.314	.0873	.0931	.2964	.0152	.31	.8983	.3185	.216	.0511	.6401	11.8491
9	.13	.0787	.084	.0252	3.3314	6.7	.088	3.9E-03	4.15E-03	2.0356	.306	.0826	.0881	.2879	.0145	.3	.8801	.3102	.2112	.0474	.6419	12.1429
10	.125	.0742	.0791	.0238	3.3251	6.882	.083	3.78E-03	4.03E-03	1.9767	.3	.078	.0832	.2772	.0136	.29	.8672	.3039	.1992	.0442	.6434	12.605
11	.12	.0698	.0744	.0225	3.3076	7.04	.08	3.72E-03	3.96E-03	1.9406	.29	.0735	.0784	.2703	.0129	.28	.8505	.2937	.1919	.041	.6483	12.8889
12	.115	.0655	.0698	.0212	3.2926	7.22	.077	3.64E-03	3.89E-03	1.9037	.28	.0691	.0737	.2632	.0122	.27	.8347	.2835	.1847	.0381	.6537	13.2075
13	.11	.0612	.0653	.02	3.2643	7.37	.074	3.57E-03	3.81E-03	1.8661	.271	.0648	.0691	.255	.0115	.26	.8146	.2743	.1775	.0349	.6563	13.55
14	.105	.0571	.0609	.0187	3.2551	7.6	.07	3.47E-03	3.7E-03	1.8148	.266	.0606	.0646	.2428	.0107	.255	.8058	.269	.1679	.0323	.6585	14.2246
15	.1	.0531	.0566	.0173	3.2694	7.936	.067	3.4E-03	3.62E-03	1.7754	.26	.0565	.0602	.2315	9.9E-03	.25	.8047	.2627	.1606	.0303	.6654	15.0289
16	.095	.0491	.0524	.0161	3.252	8.183	.064	3.32E-03	3.54E-03	1.735	.255	.0524	.0559	.2192	9.2E-03	.245	.7933	.2574	.1534	.0277	.6666	15.8385
17	.09	.0453	.0483	.0148	3.2612	8.559	.061	3.24E-03	3.46E-03	1.6937	.25	.0485	.0517	.2069	8.5E-03	.24	.7905	.2522	.1462	.0256	.6714	16.8919
18	.085	.0415	.0443	.0137	3.2326	8.818	.058	3.16E-03	3.37E-03	1.6514	.245	.0447	.0477	.1945	7.9E-03	.235	.7754	.2469	.139	.023	.671	17.8832
19	.08	.0379	.0404	.0126	3.2082	9.125	.054	3.05E-03	3.25E-03	1.5933	.239	.041	.0437	.1827	7.2E-03	.23	.7618	.2407	.1294	.0207	.6723	18.9683
20	.075	.0344	.0367	.0116	3.1622	9.374	.05	2.93E-03	3.13E-03	1.5329	.233	.0373	.0398	.1709	6.7E-03	.22	.7363	.2345	.1198	.018	.6682	20.0862
21	.07	.031	.0331	.0105	3.1489	9.811	.047	2.85E-03	3.03E-03	1.4861	.227	.0339	.0361	.159	6E-03	.215	.7264	.2283	.1126	.0161	.6711	21.619
22	.06	.0246	.0262	8.7E-03	3.0133	10.315	.043	2.72E-03	2.9E-03	1.4212	.215	.0273	.0291	.1354	5E-03	.21	.6778	.2159	.1029	.0118	.663	24.7126
23	.05	.0187	.0199	7E-03	2.8463	10.862	.04	2.62E-03	2.8E-03	1.3706	.197	.0213	.0227	.1153	4E-03	.19	.6069	.1977	.0957	7.9E-03	.6507	28.1429

ภาคผนวก ก-2

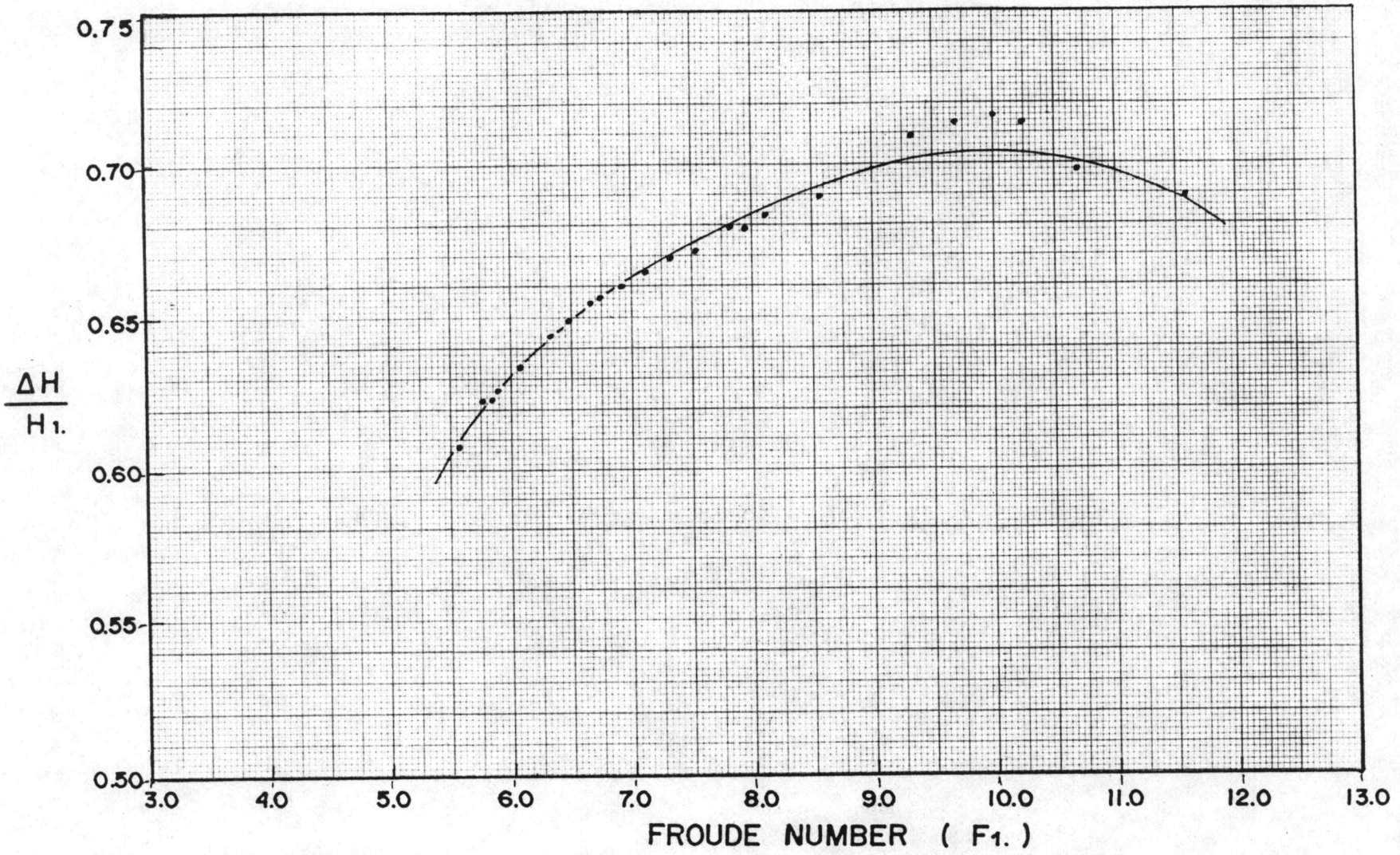
(กราฟ เปรียบ เทียบข้อมูลการทดลอง)



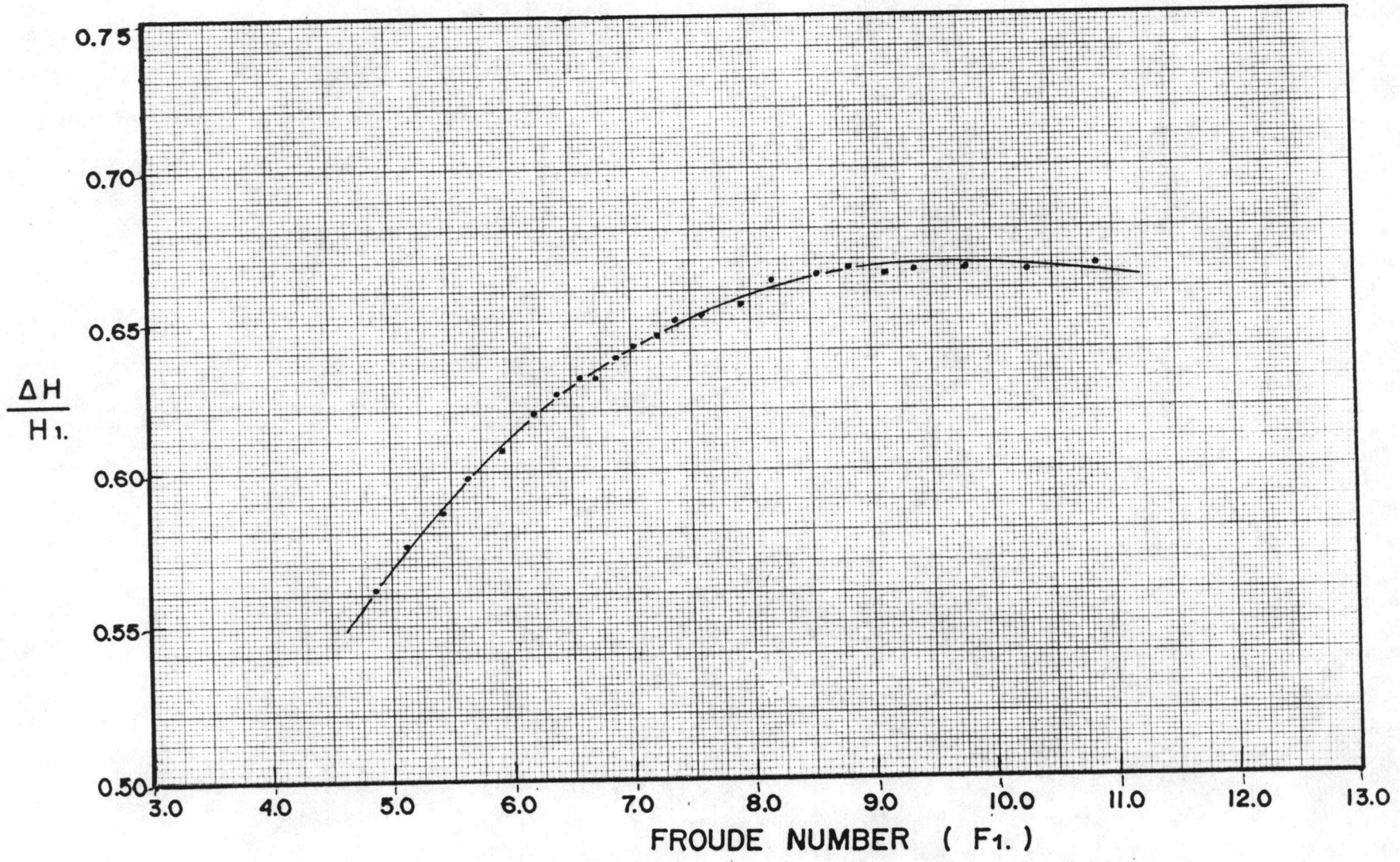
รูป ก-2.1 แสดงอัตราส่วนพลังงานของมวลน้ำที่สูญเสียไป สำหรับแอ่งน้ำนิ่ง USBR. TYPE III (ไม่ควบคุมระดับท้ายน้ำ)



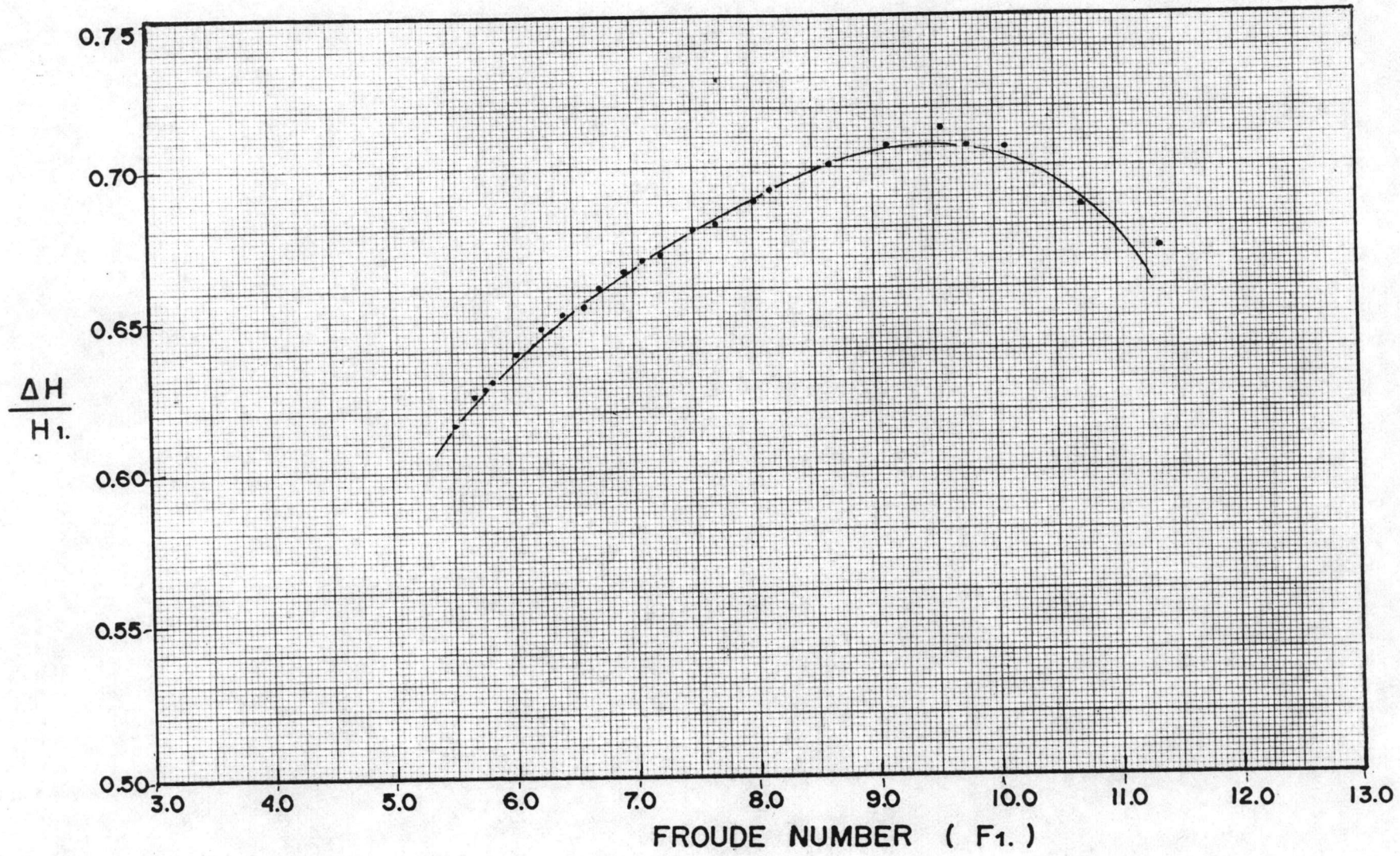
รูป ก-2.2 แสดงอัตราส่วนพลังงานของมวลน้ำที่สูญเสียไป สำหรับแอ่งน้ำนิ่ง USBR. TYPE III
(ควบคุมระดับท้ายน้ำ)



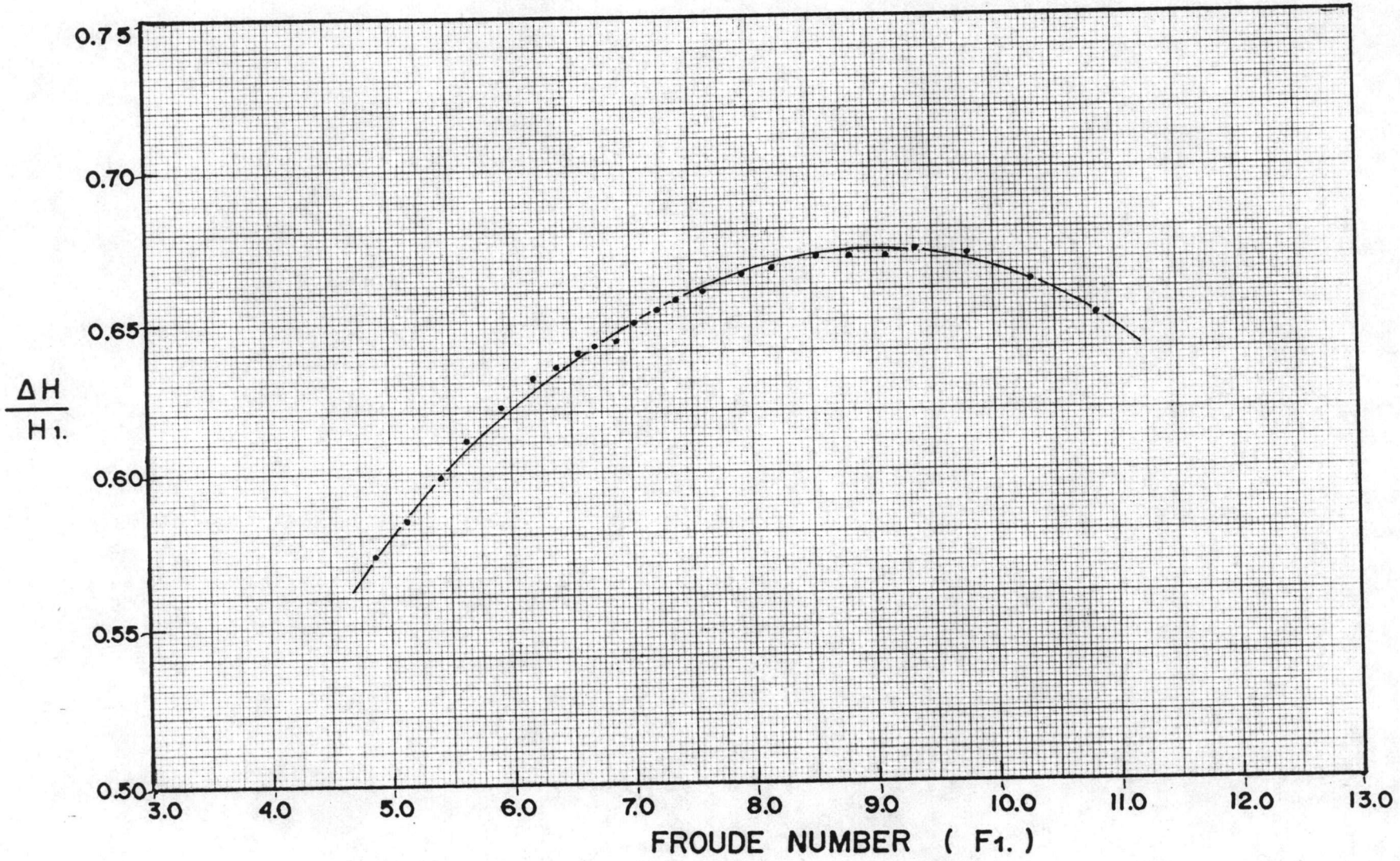
รูป ก-2.3 แสดงอัตราส่วนพลังงานของมวลน้ำที่สูญเสียไป สำหรับแอ่งน้ำนิ่ง USBR. TYPE III + ท่อขนาด ø0.5" (ไม่ควบคุมระดับท้ายน้ำ)



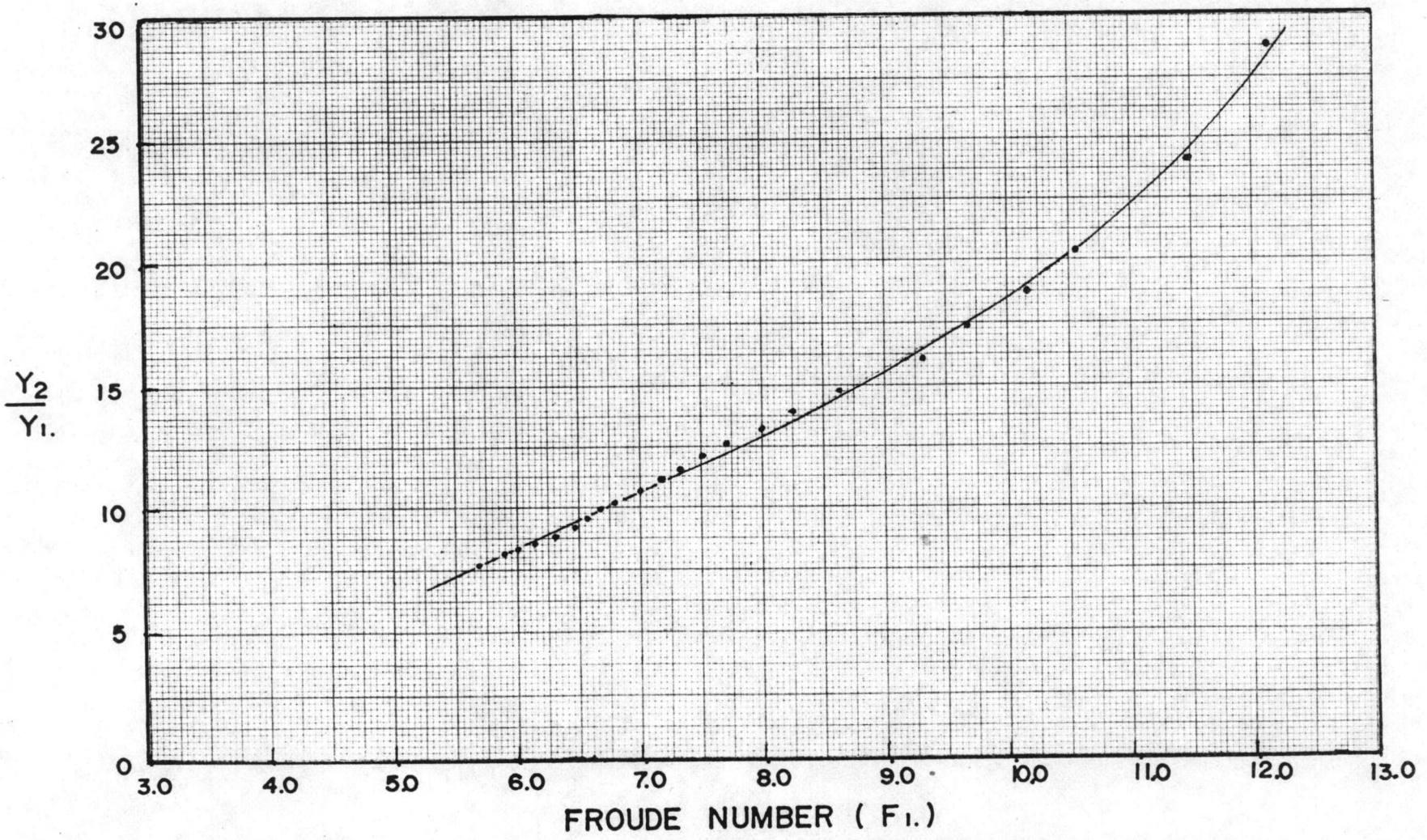
รูป ก-2.4 แสดงอัตราส่วนพลังงานของมวลน้ำที่สูญเสียไป สำหรับแอ่งน้ำนิ่ง USBR. TYPE III + ท่อขนาด ø 0.5" (ควบคุมระดับท้ายน้ำ)



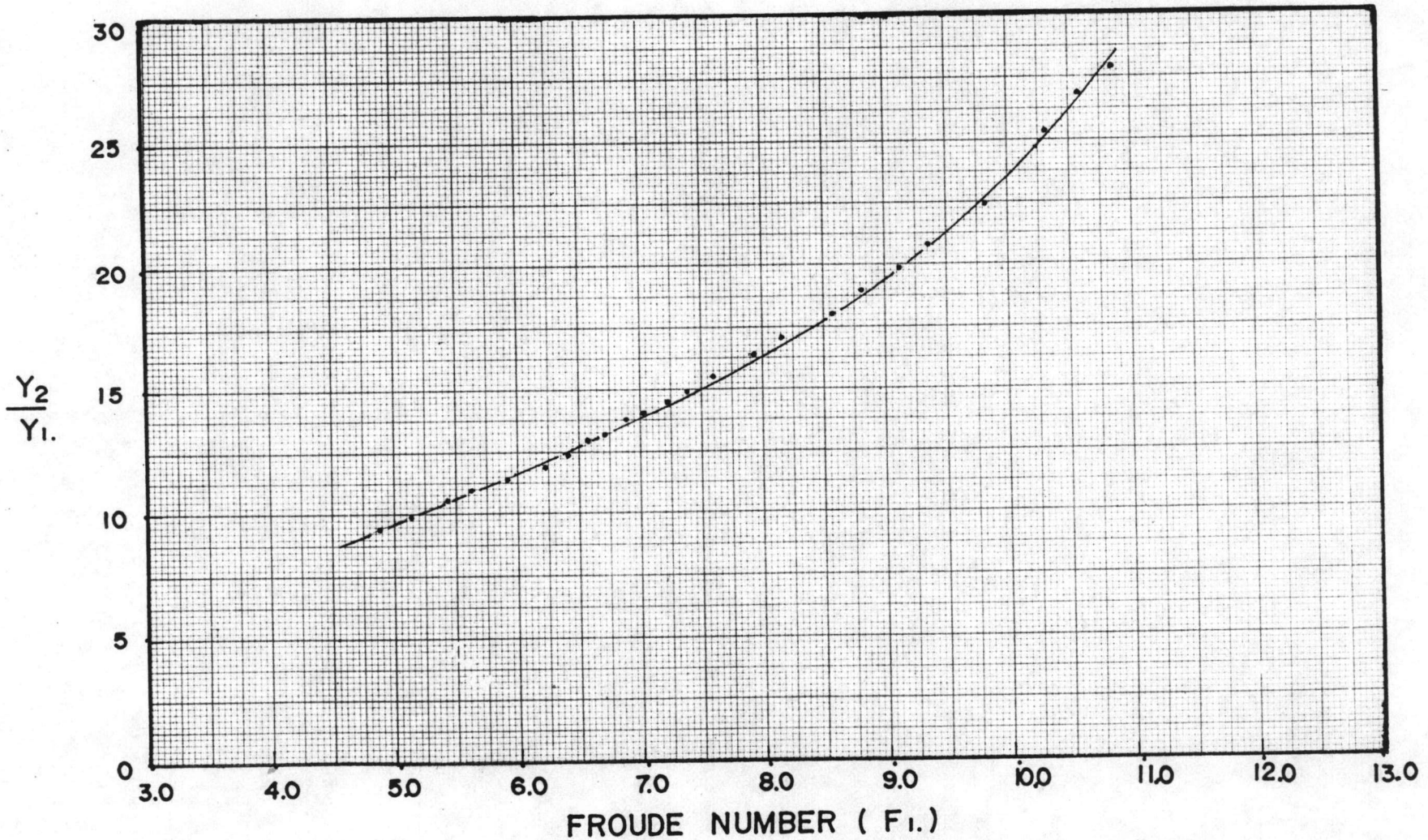
รูป ก-2.5 แสดงอัตราส่วนพลังงานของมวลน้ำที่สูญเสียไป สำหรับแอ่งน้ำนิ่ง USBR. TYPE III + ท่อขนาด ø 1" (ไม่ควบคุมระดับท้ายน้ำ)



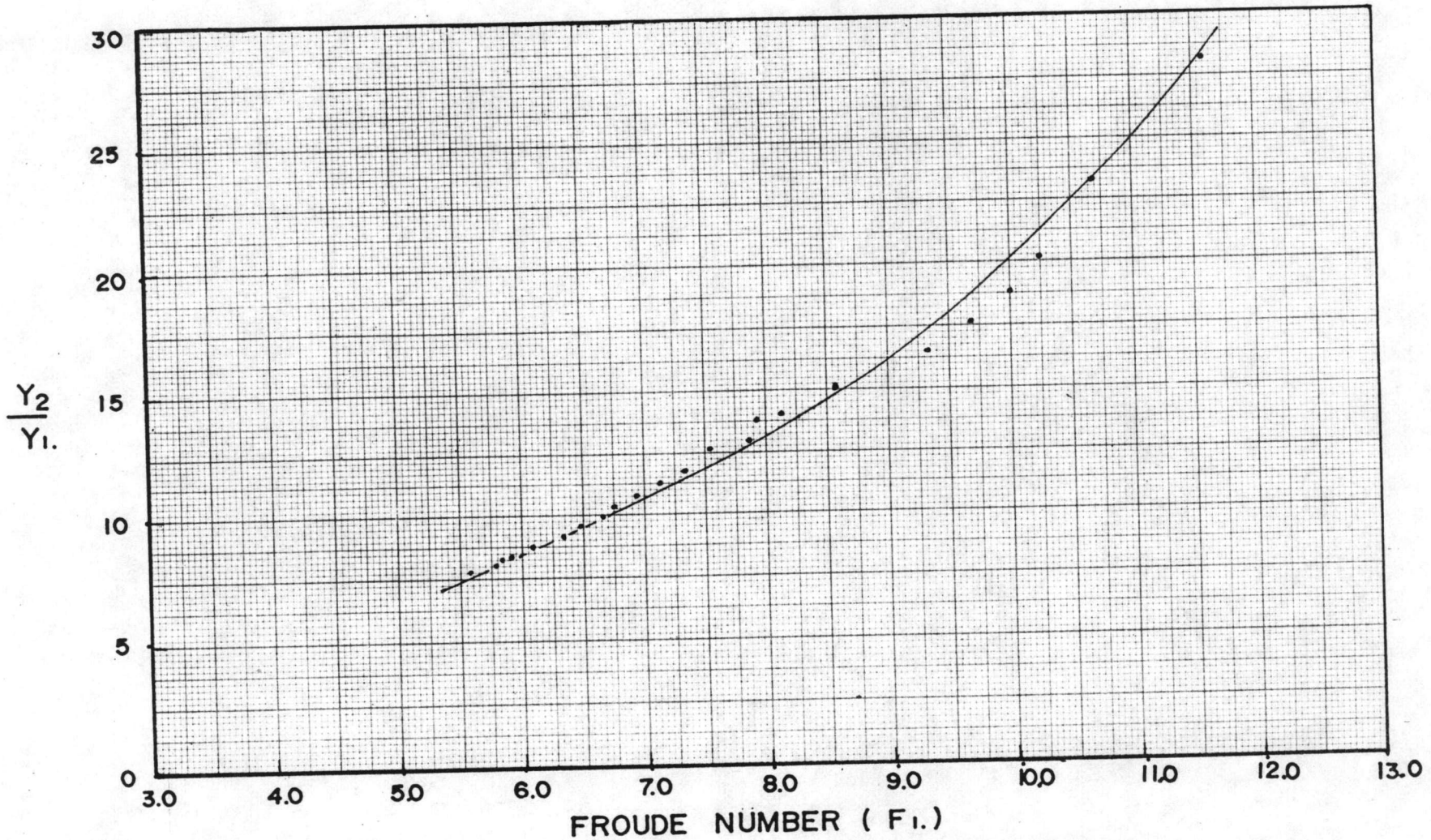
รูป ก-2.6 แสดงอัตราส่วนพลังงานของมวลน้ำที่สูญเสียไป สำหรับแอ่งน้ำนิ่ง USBR. TYPE III + ท่อขนาด ø1" (ควบคุมระดับท้ายน้ำ)



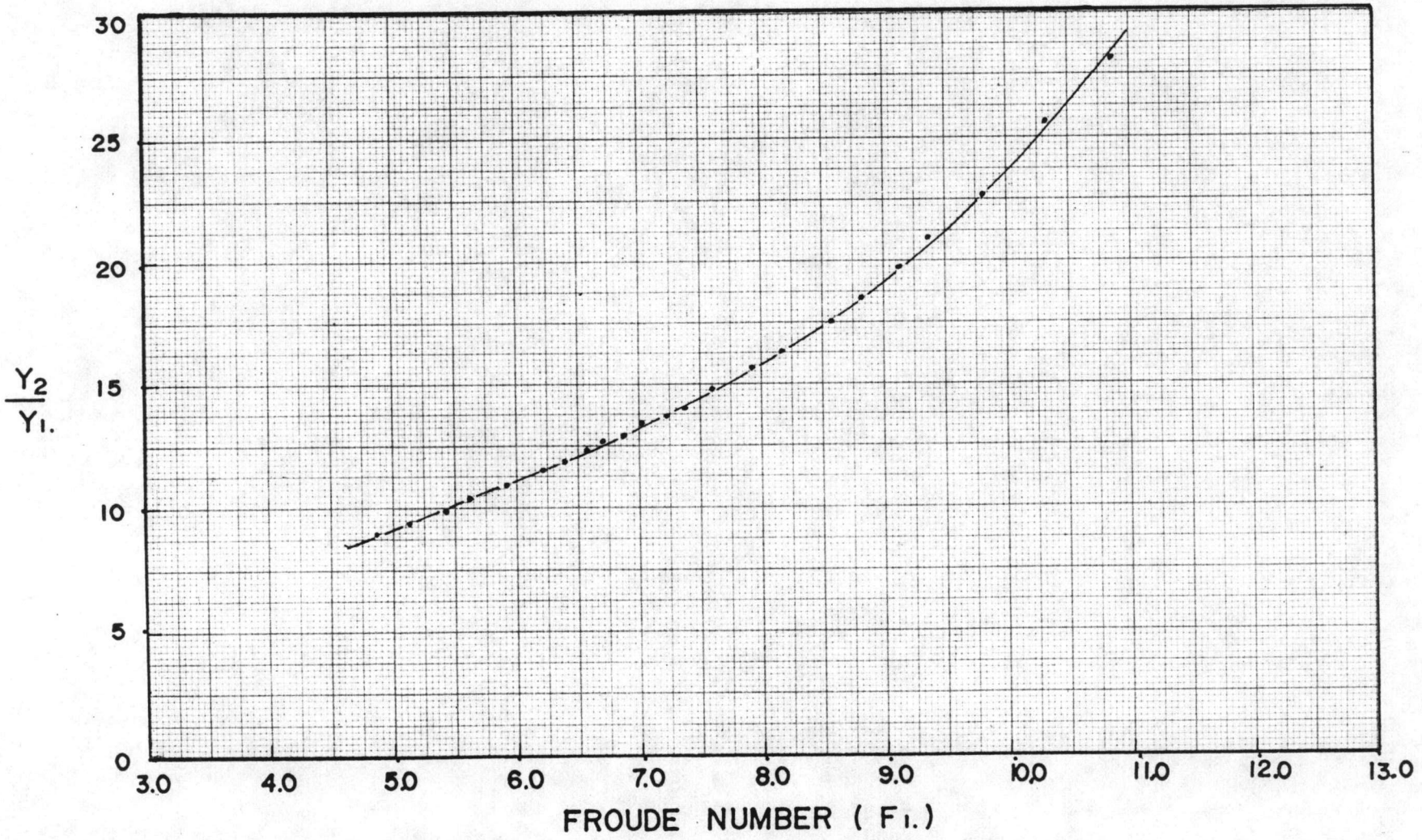
รูป ก-2.7 แสดงอัตราส่วนเปรียบเทียบของ TAILWATER DEPTH ต่อ INITIAL DEPTH กับ FROUDE NUMBER
สำหรับแอ่งน้ำนิ่ง USBR. TYPE III (ไม่ควบคุมระดับท้ายน้ำ)



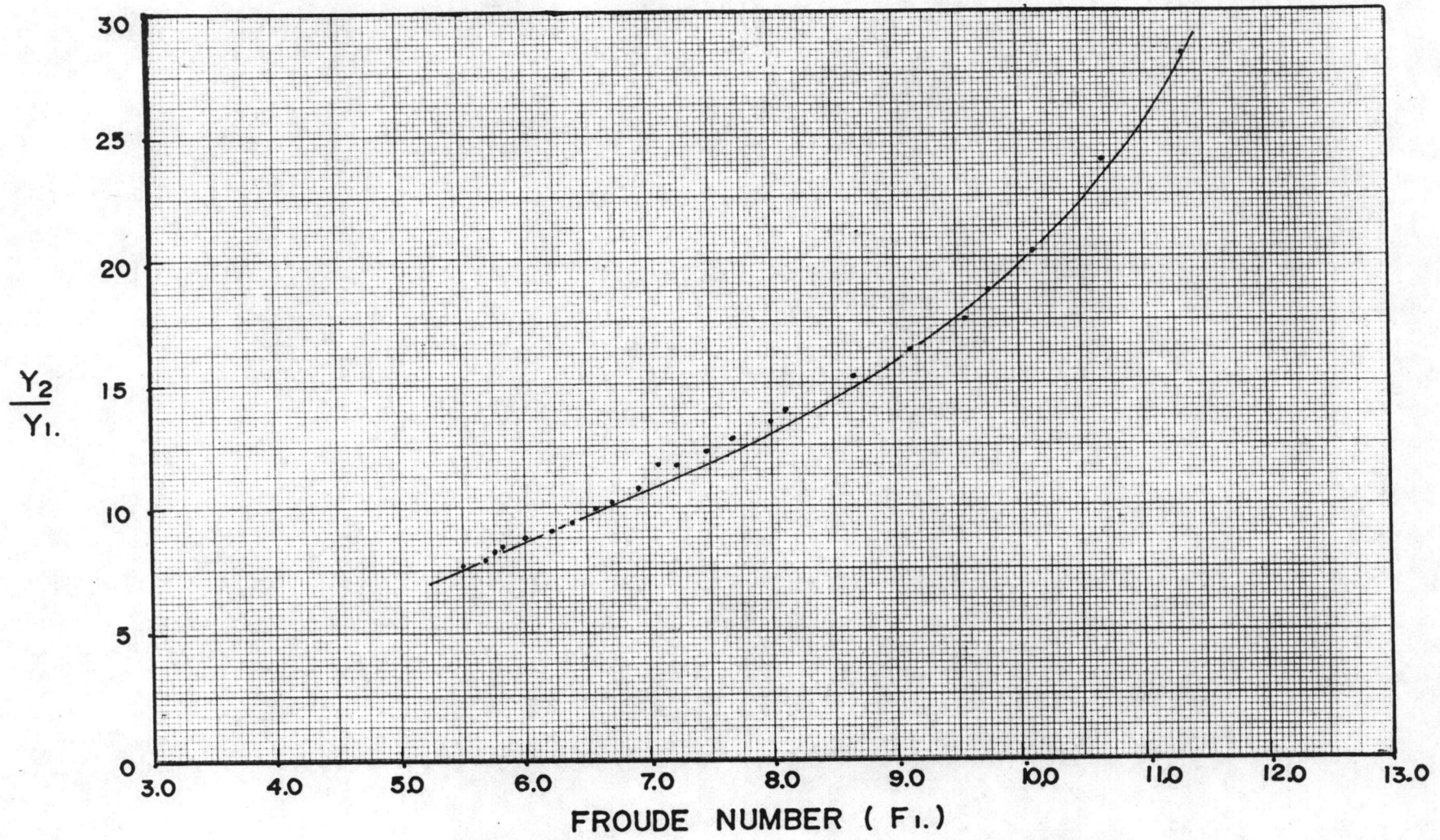
รูป ก-2.8 แสดงอัตราส่วนเปรียบเทียบของ TAILWATER DEPTH ต่อ INITIAL DEPTH กับ FROUDE NUMBER
สำหรับแอ่งน้ำนิ่ง U S B R. TYPE III (ควบคุมระดับท้ายน้ำ)



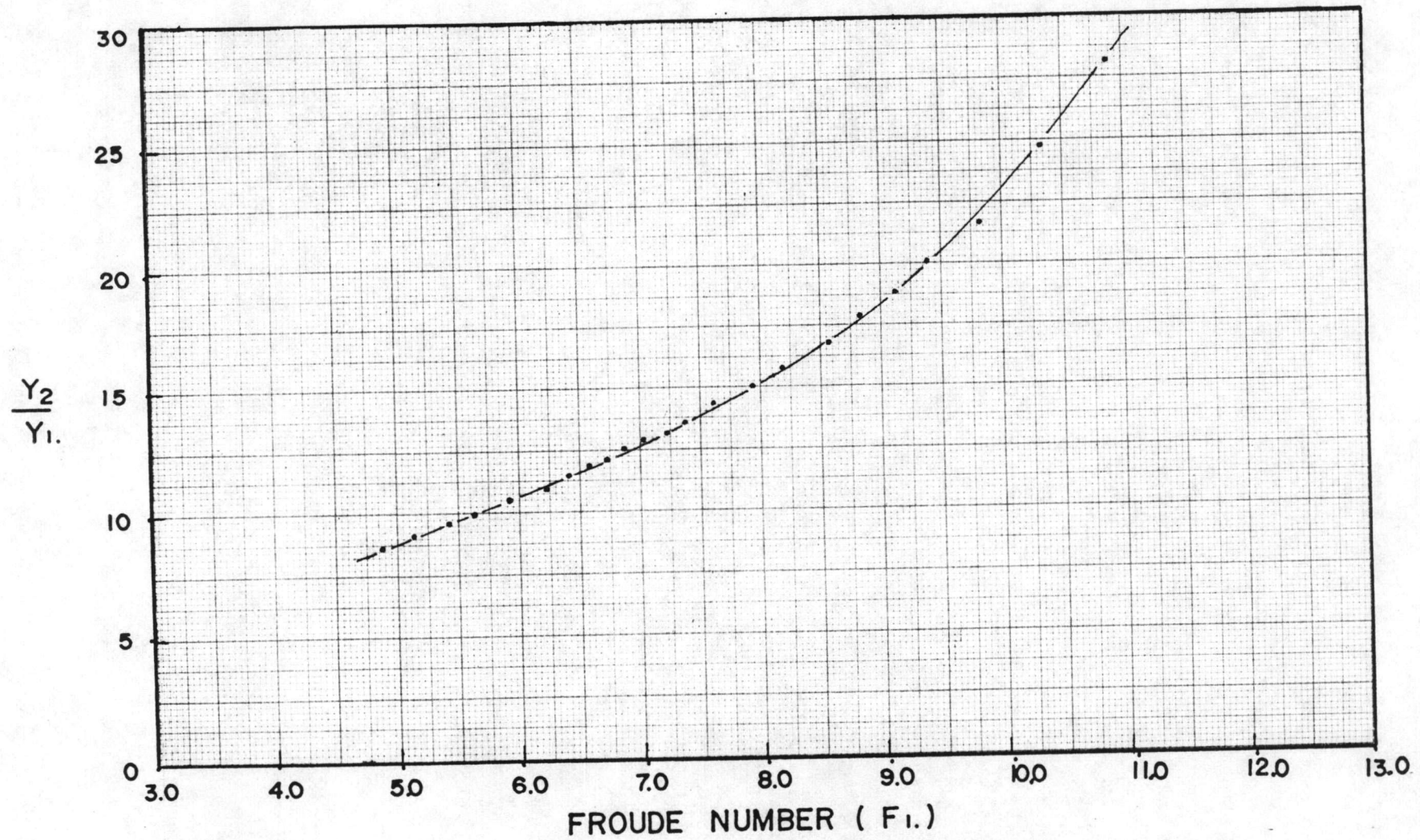
รูป ก-29 แสดงอัตราส่วนเปรียบเทียบของ TAILWATER DEPTH ต่อ INITIAL DEPTH กับ FROUDE NUMBER
สำหรับแอ่งน้ำนิ่ง U S B R. TYPE III + ท่อขนาด Ø0.5"(ไม่ควบคุมระดับท้ายน้ำ)



รูป ก-2.10 แสดงอัตราส่วนเปรียบเทียบของ TAILWATER DEPTH ต่อ INITIAL DEPTH กับ FROUDE NUMBER
สำหรับแอ่งน้ำนิ่ง U S B R. TYPE III + ท่อขนาด ø 0.5" (ควบคุมระดับท้ายน้ำ)



รูป ก-2.11 แสดงอัตราส่วนเปรียบเทียบของ TAILWATER DEPTH ต่อ INITIAL DEPTH กับ FROUDE NUMBER
สำหรับแอ่งน้ำนิ่ง USBR. TYPE III + ท่อขนาด ø 1" (ไม่ควบคุมระดับท้ายน้ำ)



รูป ก-2.12 แสดงอัตราส่วนเปรียบเทียบของ TAILWATER DEPTH ต่อ INITIAL DEPTH กับ FROUDE NUMBER
สำหรับแอ่งน้ำนิ่ง U S B R. TYPE III + ท่อขนาด ∅1" (ควบคุมระดับท้ายน้ำ)

ภาคผนวก ข

(เวีย ทางน้ำล้นและ Pitot Tube)

ภาคผนวก ข-1 รายละเอียดการคำนวณ

ภาคผนวก ข-2 ตารางข้อมูลและการ Calibrate

ภาคผนวก ข-3 กราฟแสดงการ Calibrate

ภาคผนวก ข-1

(รายละเอียดการคำนวณ)

ภาคผนวก ข-1

รายละเอียดการคำนวณ

การวิจัยนี้ได้ทำการหาปริมาณการไหลของน้ำ โดยใช้ทางน้ำล้น (Ogee spillway) เป็นตัววัด แล้วตรวจสอบค่าที่วัดด้วยเวียรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า (Rectangular weir) ซึ่งมีความกว้างเท่ากับความกว้างของ Flume จากทฤษฎีที่กล่าวถึงสูตรสมการในการหาปริมาณน้ำที่ไหลผ่านเวียรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า มีค่าเป็น

$$Q = \frac{2}{3} C_d \sqrt{2g}.L.H^{2/3}$$

เพื่อความถูกต้องในการวัดหาปริมาณการไหลของน้ำ จึงสมมติให้

$Q = KH^n$ (H = ระดับความสูงจากสันทางน้ำล้นหรือสันเวียถึงระดับผิวน้ำ)

จากนั้นจึงทำการ Calibrate หาค่า K และ n โดยการวัดค่า H และ Q (Weight time measurement) ซึ่งแสดงรายละเอียดข้อมูลในตาราง ข-2.1 สำหรับสันเวียนั้นให้อยู่สูงจากพื้น 0.28 เมตร นำข้อมูลของ H & Q มาทำ Correlation and least squares methods ดังแสดงในตาราง ข-2.3 และตาราง ข-2.4 โดยแปลงข้อมูลเป็นค่า log จาก $Q = KH^n$ จะได้สมการเส้นตรง

$$\log Q = \log K + n \log H \qquad \text{.....(a)}$$

หรือเขียนให้อยู่ในรูปสมการ $y = Ax+B$ (A+B เป็นค่าคงที่) .....(b)

ซึ่งสมการเส้นตรงเส้นนี้จะลากผ่านค่า Mean เพื่อความถูกต้อง จึงหา Coefficient of correlation (r) ตรวจดูว่าข้อมูลในตาราง ข-2.1 มีความสัมพันธ์กันมากน้อยเพียงใด โดยเทียบจากค่า r

จากสมการ (b) จะได้ $$A = \frac{\varepsilon(x-\bar{x}).(y-\bar{y})}{\varepsilon(x-\bar{x})^2} \qquad \text{.....(c)}$$

$$\text{Coefficient of correlation, } r = \frac{\varepsilon(x-\bar{x}).(y-\bar{y})}{\sqrt{\varepsilon(x-\bar{x})^2.\varepsilon(y-\bar{y})^2}} \quad \ldots\ldots(d)$$

ค่า x,y เป็นข้อมูลที่ได้

$\bar{x},\bar{y}$ เป็นค่าเฉลี่ยทางเลขคณิตของแต่ละข้อมูล

เมื่อ $r = 1$ แสดงว่าข้อมูล (x,y) มีความสัมพันธ์กันโดยตรง

ถ้า $0.6<r<1$ แสดงว่าข้อมูล (x,y) มีความสัมพันธ์กันเป็นอย่างดี

$0<r<0.6$ แสดงว่าข้อมูล (x,y) มีความสัมพันธ์กันน้อย

$r = 0$ แสดงว่าข้อมูล (x,y) ไม่มีความสัมพันธ์กันเลย

สำหรับการหาค่าความถูกต้องของ Pitot tube มีรายละเอียดการคำนวณทำนองเดียวกับของเวีย เพียงแต่เป็นการเปรียบเทียบระหว่างความเร็วของน้ำภายในท่อ (V) กับ Velocity head (H_p) นั่นคือ

จากสมการ 2.12.1 $V = C_p\sqrt{2gH_p}$ .....(e)

นั่นคือสมมติให้ $V = KH^n$ .....(f)

ตัวอย่างรายการคำนวณ (จากตาราง ข-2.4)

จากสมการ (d), $r = \frac{\varepsilon(x-\bar{x}).(y-\bar{y})}{\sqrt{\varepsilon(x-\bar{x})^2.\varepsilon(y-\bar{y})^2}}$

จากตาราง ข-2.4 นำมาแทนค่าจะได้

$$r = \frac{2.52579}{\sqrt{(1.67797)\times(3.80321)}} = 0.99984$$

แสดงว่าข้อมูลมีความสัมพันธ์กันดี

$$A = \frac{\varepsilon(x-\bar{x}).(y-\bar{y})}{\varepsilon(x-\bar{x})^2}$$

$$= \frac{2.52579}{1.67797} = 1.50527$$

$$B = \bar{y} - A\bar{x}$$

$$= (-1.45781) - (1.5027) \times (-1.12126)$$

$$= 0.22998$$

ดังนั้นจะเขียนสมการได้จาก $y = Ax + B$

เพราะฉะนั้น $y = 1.50527\ x + 0.22998$ .....(g)

เมื่อเปรียบเทียบกับสมการ $\log Q = \log K + n \log H$

จะได้ $\log K = 0.22998$

$K = 1.69818$

$A = n = 1.50527$

ดังนั้นสมการ $Q = KH^n$ สามารถเขียนได้เป็น

$Q = 1.69818\ H^{1.50527}$

ภาคผนวก ข-2

(ตารางข้อมูลและการ Calibrate)

ตาราง ข-2.1 ข้อมูลและรายการคำนวณการหาปริมาณน้ำที่ไหลผ่านทางน้ำล้น, เวียโดยวิธี WEIGHT TIME MEASUREMENT

N	Hd (m)	Hw (m)	W (kg)	V (cu.m)	Tav (sec)	Q (cu.m/sec)
1	.175	.171	375	.3764	3.07	.1226
2	.162	.1595	375	.3764	3.4333	.1096
3	.154	.1505	375	.3764	3.72	.1012
4	.151	.147	375	.3764	3.8533	.0977
5	.145	.14	375	.3764	4.1	.0918
6	.138	.134	375	.3764	4.39	.0857
7	.132	.127	375	.3764	4.64	.0811
8	.12	.115	375	.3764	5.36	.0702
9	.112	.107	375	.3764	5.9933	.0628
10	.108	.104	375	.3764	6.2733	.06
11	.103	.094	375	.3764	6.6133	.0569
12	.095	.092	375	.3764	7.62	.0494
13	.092	.088	375	.3764	8.0067	.047
14	.085	.083	375	.3764	9.0033	.0418
15	.08	.078	375	.3764	9.8533	.0382
16	.07	.067	375	.3764	12.3	.0306
17	.065	.0615	375	.3764	13.3467	.0282
18	.06	.0575	375	.3764	15.36	.0245
19	.058	.055	375	.3764	16.4333	.0229
20	.051	.049	375	.3764	19.5	.0193
21	.048	.0455	375	.3764	21.7533	.0173
22	.045	.042	375	.3764	24.28	.0155
23	.042	.0405	375	.3764	25.9567	.0145
24	.04	.0385	375	.3764	28.0867	.0134
25	.035	.0335	375	.3764	34.53	.0109
26	.033	.0325	375	.3764	35.8433	.0105
27	.029	.0275	375	.3764	47.0467	8E-03
28	.0265	.0255	375	.3764	52.2733	7.2E-03

$T = 27.5^{\circ}C$

$\gamma = 996.38\ Kg/m^3$

ตาราง ข-2.2 ข้อมูลและรายการคำนวณการหาปริมาณน้ำที่ไหลผ่านท่อด้วย PITOT TUBE โดยใช้วิธี WEIGHT TIME MEASUREMENT

N	Hp (m)	W (kg)	Vo (cu.m)	Tav (sec)	Q (cu.m/sec)	V (m/sec)
1	.055	42	.0422	13.55	3.1E-03	.596
2	.056	42	.0422	13.48	3.1E-03	.599
3	.057	42	.0422	13.44	3.1E-03	.601
4	.058	42	.0422	13.35	3.2E-03	.605
5	.06	42	.0422	13.13	3.2E-03	.615
6	.061	42	.0422	13.05	3.2E-03	.619
7	.063	42	.0422	12.94	3.3E-03	.624
8	.065	42	.0422	12.64	3.3E-03	.639
9	.067	42	.0422	12.45	3.4E-03	.649
10	.07	42	.0422	12.24	3.4E-03	.66
11	.074	42	.0422	11.64	3.6E-03	.694
12	.078	42	.0422	11.44	3.7E-03	.706

$T = 27.5^{\circ}C$

$\gamma = 996.38\ Kg/m^3$

ตาราง ข-2.3 รายการคำนวณการ CALIBRATE เวีย

N	H (m)	X=LOG(H)	Q cu.m/sec	Y=LOG(Q)	$(X-\bar{X})$	$(Y-\bar{Y})$	$(X-\bar{X})(Y-\bar{Y})$	$(X-\bar{X})^2$	$(Y-\bar{Y})^2$
1	.171	-.767	.1226	-.91151	.37078	.5463	.20256	.13748	.29845
2	.1595	-.79724	.1096	-.96019	.34055	.49762	.16946	.11597	.24763
3	.1505	-.82246	.1012	-.99482	.31532	.46299	.14599	.09943	.21436
4	.147	-.83268	.0977	-1.01011	.3051	.44771	.1366	.09309	.20044
5	.14	-.85387	.0918	-1.03716	.28391	.42065	.11943	.08061	.17695
6	.134	-.8729	.0857	-1.06702	.26489	.39079	.10352	.07017	.15272
7	.127	-.8962	.0811	-1.09098	.24159	.36683	.08862	.05837	.13457
8	.115	-.9393	.0702	-1.15366	.19848	.30415	.06037	.0394	.09251
9	.107	-.97062	.0628	-1.20204	.16717	.25577	.04276	.02795	.06542
10	.104	-.98297	.06	-1.22185	.15482	.23596	.03653	.02397	.05568
11	.099	-1.00436	.0569	-1.24489	.13342	.21292	.02841	.0178	.04534
12	.092	-1.03621	.0494	-1.30627	.10157	.15154	.01539	.01032	.02296
13	.088	-1.05552	.047	-1.3279	.08227	.12991	.01069	6.77E-03	.01688
14	.083	-1.08092	.0418	-1.37882	.05686	.07899	4.49E-03	3.23E-03	6.24E-03
15	.078	-1.10791	.0382	-1.41794	.02988	.03988	1.19E-03	8.9E-04	1.59E-03
16	.067	-1.17392	.0306	-1.51428	-.03614	-.05647	2.04E-03	1.31E-03	3.19E-03
17	.0615	-1.21112	.0282	-1.54975	-.07334	-.09194	6.74E-03	5.38E-03	8.45E-03
18	.0575	-1.24033	.0245	-1.61083	-.10255	-.15302	.01569	.01052	.02342
19	.055	-1.25964	.0229	-1.64016	-.12185	-.18235	.02222	.01485	.03325
20	.049	-1.3098	.0193	-1.71444	-.17202	-.25663	.04415	.02959	.06586
21	.0455	-1.34199	.0173	-1.76195	-.2042	-.30414	.06211	.0417	.0925
22	.042	-1.37675	.0155	-1.80967	-.23896	-.35186	.08408	.0571	.1238
23	.0405	-1.39254	.0145	-1.83863	-.25476	-.38082	.09702	.0649	.14502
24	.0385	-1.41454	.0134	-1.87289	-.27675	-.41508	.11488	.07659	.17229
25	.0335	-1.47495	.0109	-1.96257	-.33717	-.50476	.17019	.11368	.25478
26	.0325	-1.48812	.0105	-1.97881	-.35033	-.521	.18252	.12273	.27144
27	.0275	-1.56067	8E-03	-2.09691	-.42288	-.6391	.27026	.17883	.40845
28	.0255	-1.59346	7.2E-03	-2.14267	-.45567	-.68486	.31207	.20764	.46903
	SUM	-31.858		-40.81873	0	0	2.54998	1.71025	3.80321

Xbar = -1.13779
Ybar = -1.45781
REGRESSION = .99984
N = 28
A = n = 1.491
B = LOG K = .23862
K = 1.73231

Q = 1.73229H^1.491

ตาราง ข-2.4 รายการคำนวณการ CALIBRATE ทางน้ำล้น

N	H (m)	X=LOG(H)	Q cu.m/sec	Y=LOG(Q)	$(X-\bar{X})$	$(Y-\bar{Y})$	$(X-\bar{X})(Y-\bar{Y})$	$(X-\bar{X})^2$	$(Y-\bar{Y})^2$
1	.175	-.75696	.1226	-.91151	.3643	.5463	.19902	.13271	.29845
2	.162	-.79048	.1096	-.96019	.33078	.49762	.1646	.10941	.24763
3	.154	-.81248	.1012	-.99482	.30878	.46299	.14296	.09535	.21436
4	.151	-.82102	.0977	-1.01011	.30024	.44771	.13442	.09014	.20044
5	.145	-.83863	.0918	-1.03716	.28263	.42065	.11889	.07988	.17695
6	.138	-.86012	.0857	-1.06702	.26114	.39079	.10205	.06819	.15272
7	.132	-.87943	.0811	-1.09098	.24183	.36683	.08871	.05848	.13457
8	.12	-.92082	.0702	-1.15366	.20044	.30415	.06096	.04018	.09251
9	.112	-.95078	.0628	-1.20204	.17048	.25577	.0436	.02906	.06542
10	.108	-.96658	.06	-1.22185	.15468	.23596	.0365	.02393	.05568
11	.103	-.98716	.0569	-1.24489	.1341	.21292	.02855	.01798	.04534
12	.095	-1.02228	.0494	-1.30627	.09898	.15154	.015	9.8E-03	.02296
13	.092	-1.03621	.047	-1.3279	.08505	.12991	.01105	7.23E-03	.01688
14	.085	-1.07058	.0418	-1.37882	.05068	.07899	4E-03	2.57E-03	6.24E-03
15	.08	-1.09691	.0382	-1.41794	.02435	.03988	9.7E-04	5.9E-04	1.59E-03
16	.07	-1.1549	.0306	-1.51428	-.03364	-.05647	1.9E-03	1.13E-03	3.19E-03
17	.065	-1.18709	.0282	-1.54975	-.06583	-.09194	6.05E-03	4.33E-03	8.45E-03
18	.06	-1.22185	.0245	-1.61083	-.10059	-.15302	.01539	.01012	.02342
19	.058	-1.23657	.0229	-1.64016	-.11531	-.18235	.02103	.0133	.03325
20	.051	-1.29243	.0193	-1.71444	-.17117	-.25663	.04393	.0293	.06586
21	.048	-1.31876	.0173	-1.76195	-.1975	-.30414	.06007	.03901	.0925
22	.045	-1.34679	.0155	-1.80967	-.22553	-.35186	.07935	.05086	.1238
23	.042	-1.37675	.0145	-1.83863	-.25549	-.38082	.0973	.06528	.14502
24	.04	-1.39794	.0134	-1.87289	-.27668	-.41508	.11484	.07655	.17229
25	.035	-1.45593	.0109	-1.96257	-.33467	-.50476	.16893	.112	.25478
26	.033	-1.48149	.0105	-1.97881	-.36023	-.521	.18768	.12976	.27144
27	.029	-1.5376	8E-03	-2.09691	-.41634	-.6391	.26608	.17334	.40845
28	.0265	-1.57675	7.2E-03	-2.14267	-.45549	-.68486	.31195	.20747	.46903
	SUM	-31.39529		-40.81873	0	0	2.52579	1.67797	3.80321

Xbar = -1.12126
Ybar = -1.45781
REGRESSION = .99984
N = 28
A = n = 1.50527
B = LOG K = .22998
K = 1.69818

Q = 1.69818H^1.50527

ตาราง ข-2.5 รายการคำนวณการ CALIBRATE PITOT TUBE

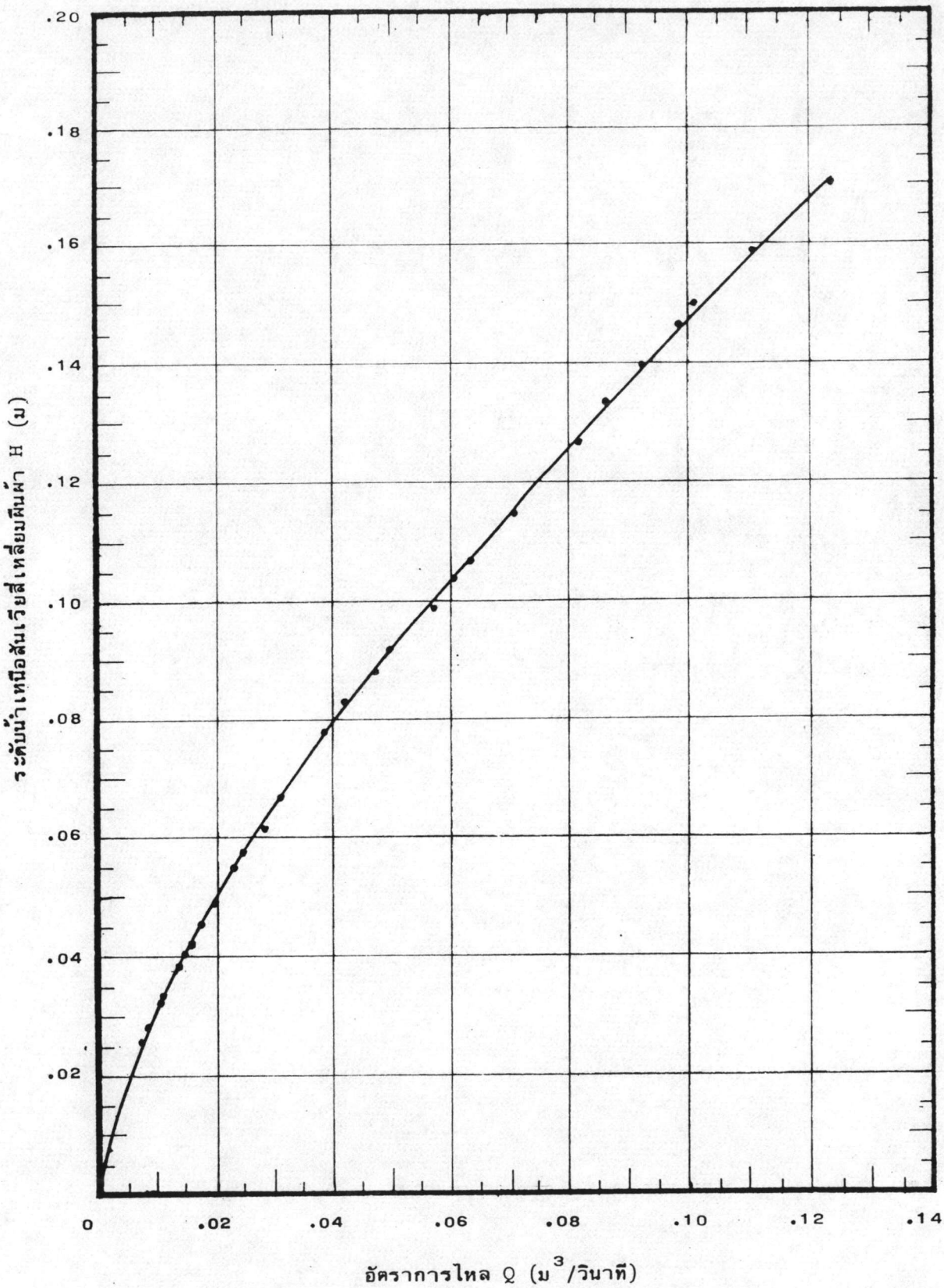
N	H (m)	X=LOG(H)	V (m/sec)	Y=LOG(V)	$(X-\bar{X})$	$(Y-\bar{Y})$	$(X-\bar{X})(Y-\bar{Y})$	$(X-\bar{X})^2$	$(Y-\bar{Y})^2$
1	.055	-1.25964	.596	-.22475	-.06098	-.02613	1.59E-03	3.72E-03	6.8E-04
2	.056	-1.25181	.599	-.22257	-.05315	-.02395	1.27E-03	2.83E-03	5.7E-04
3	.057	-1.24412	.601	-.22113	-.04547	-.0225	1.02E-03	2.07E-03	5.1E-04
4	.058	-1.23657	.605	-.21824	-.03791	-.01962	7.4E-04	1.44E-03	3.8E-04
5	.06	-1.22185	.615	-.21112	-.02319	-.0125	2.9E-04	5.4E-04	1.6E-04
6	.061	-1.21467	.619	-.20831	-.01601	-9.68E-03	1.6E-04	2.6E-04	9E-05
7	.063	-1.20066	.624	-.20482	-2E-03	-6.19E-03	1E-05	0	4E-05
8	.065	-1.18709	.639	-.1945	.01157	4.13E-03	5E-05	1.3E-04	2E-05
9	.067	-1.17392	.649	-.18776	.02473	.01087	2.7E-04	6.1E-04	1.2E-04
10	.07	-1.1549	.66	-.18046	.04376	.01817	7.9E-04	1.91E-03	3.3E-04
11	.074	-1.13077	.694	-.15864	.06789	.03998	2.71E-03	4.61E-03	1.6E-03
12	.078	-1.10791	.706	-.1512	.09075	.04743	4.3E-03	8.24E-03	2.25E-03
	SUM	-14.38391		-2.38349	0	0	.01322	.02635	6.75E-03

Xbar = -1.19866
Ybar = -.19862
REGRESSION = .99126
N = 12
A = n = .50171
B = LOG K = .40275
K = 2.52786

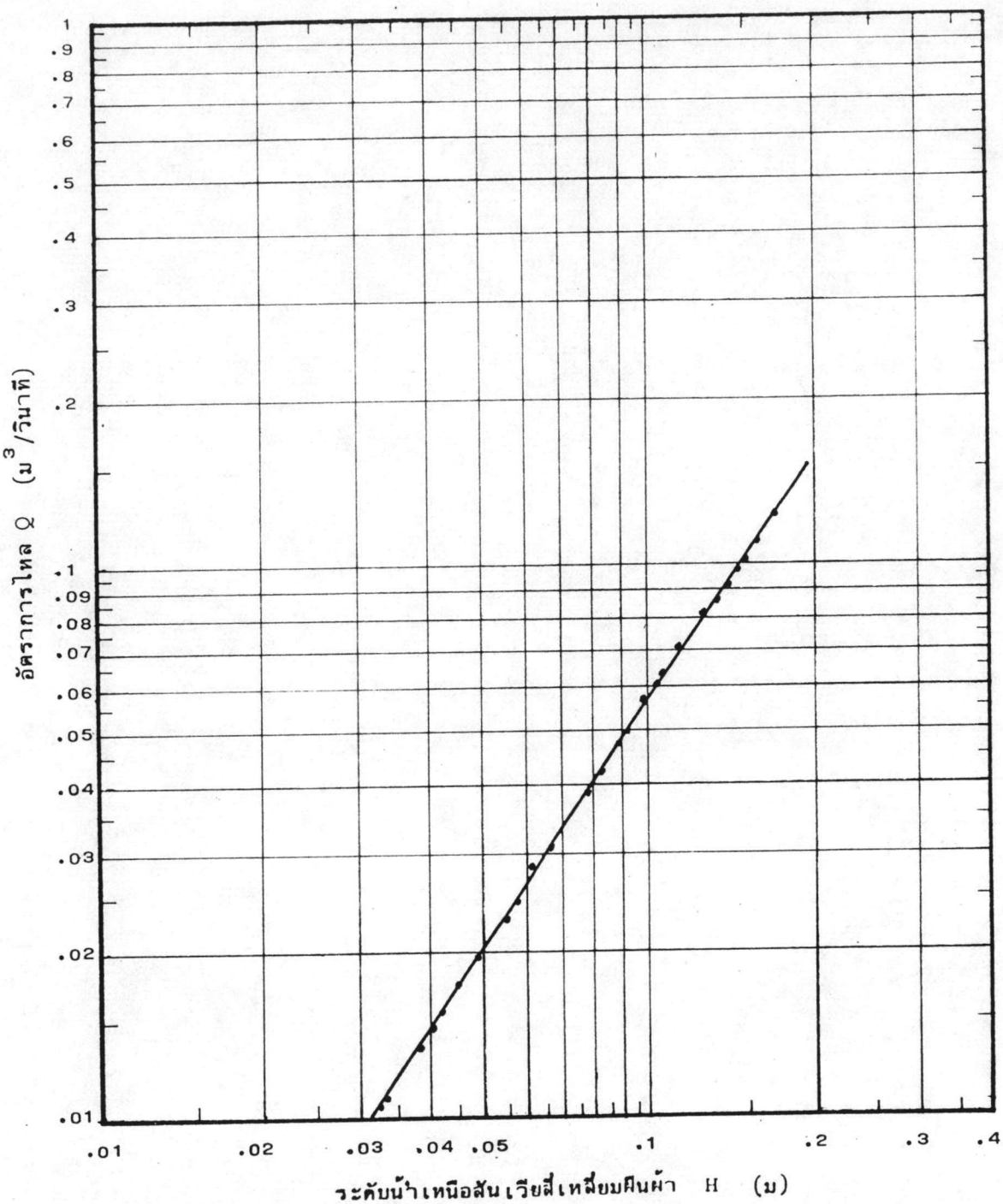
V = 2.52786H^0.50171

ภาคผนวก ข-3

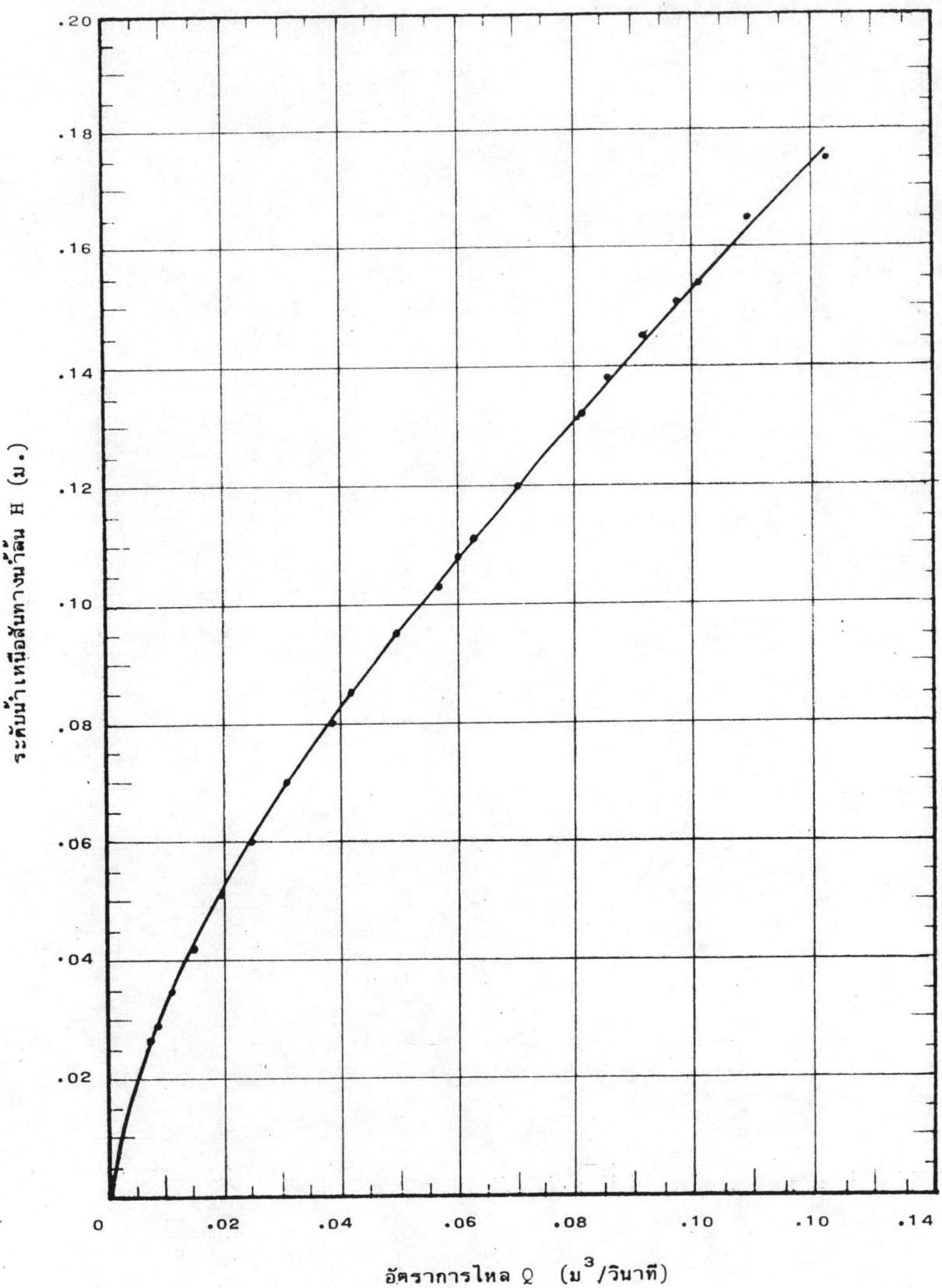
(กราฟแสดงการ Calibrate)



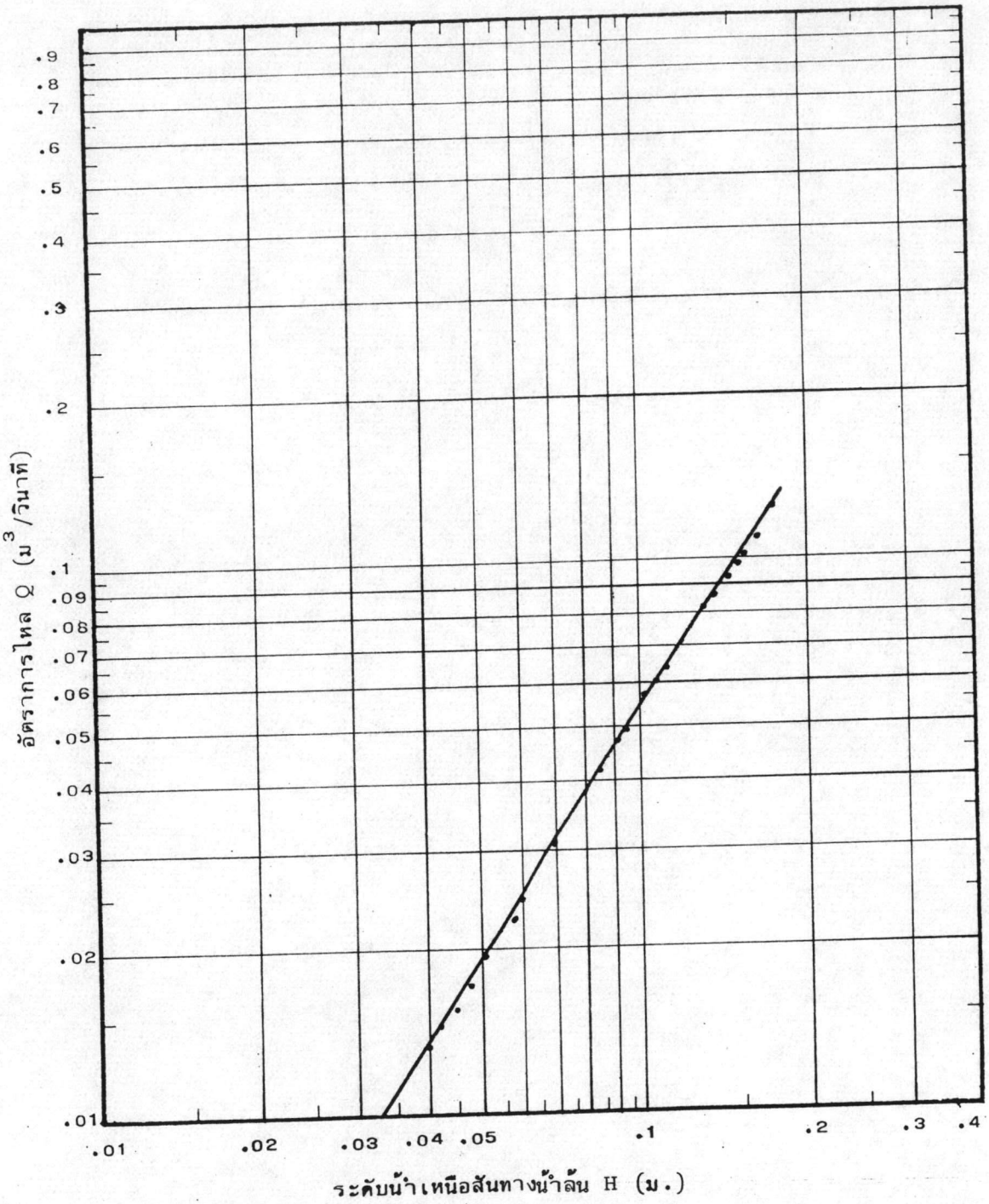
รูป ข-3.1 กราฟเปรียบเทียบระหว่างค่า H กับ Q ของเวีย



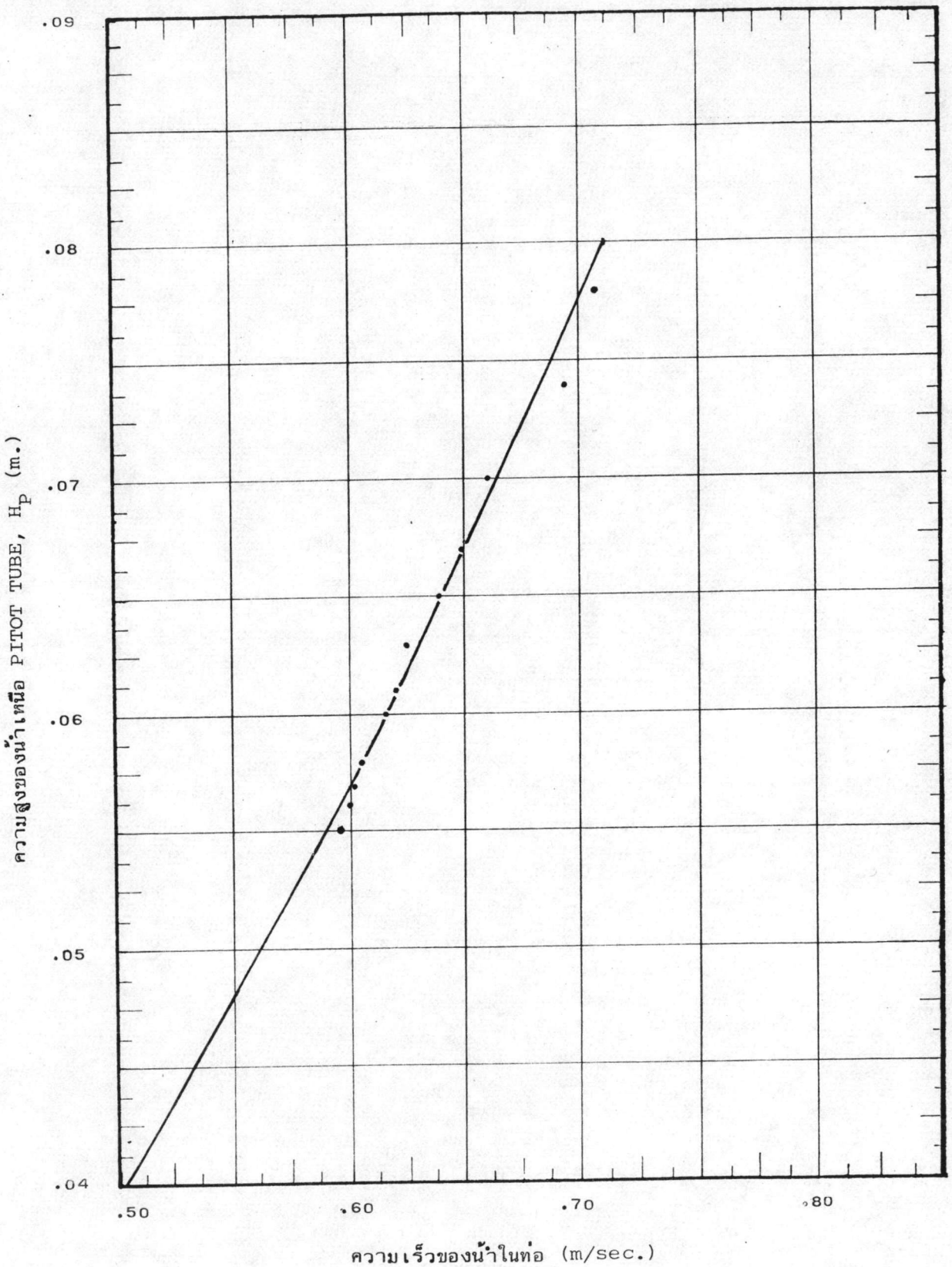
รูป ข-3.2 กราฟ LOG เปรียบเทียบระหว่างค่า H กับ Q ของเวีย



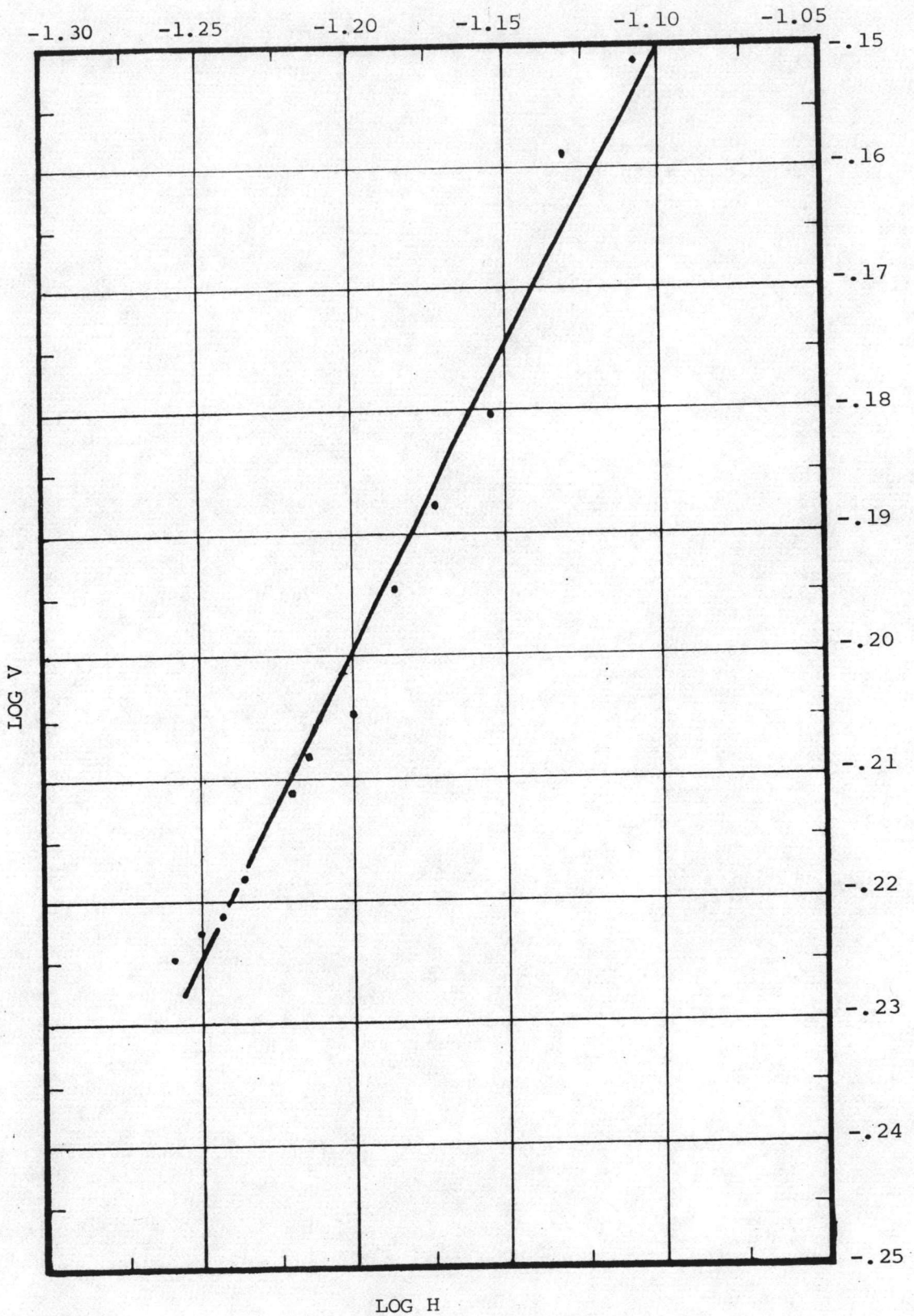
รูป ข-3.3 กราฟเปรียบเทียบระหว่างค่า H กับ Q ของทางน้ำล้น



รูป ข-3.4 กราฟ LOG เปรียบเทียบระหว่างค่าH กับ Q ของทางน้ำล้น



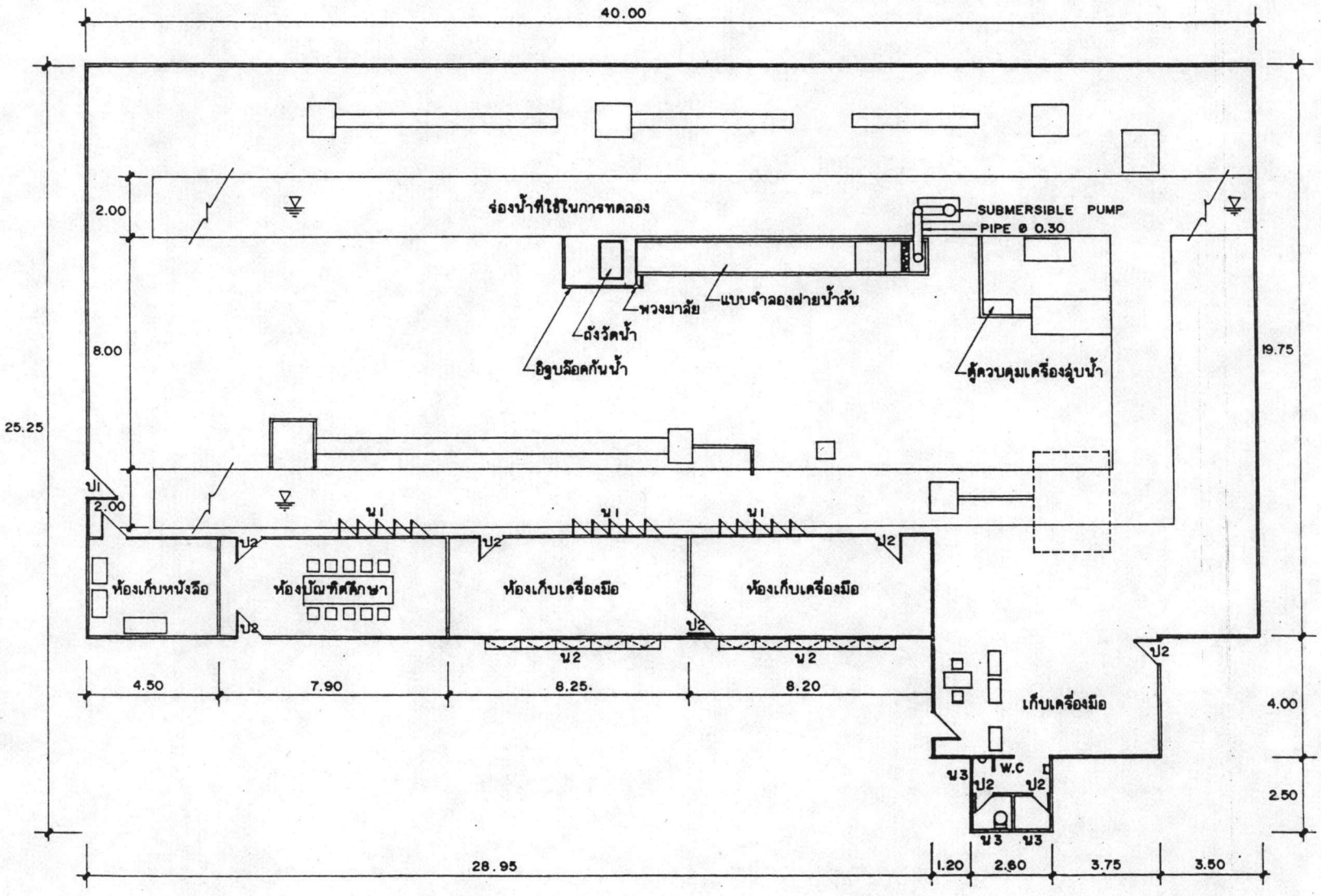
รูป ข-3.5 กราฟเปรียบเทียบระหว่างค่า H กับ V ของ PITOT TUBE



รูป ข-3.6 กราฟ LOG เปรียบเทียบระหว่างค่า V กับ H ของ PITOT TUBE

ภาคผนวก ค

(รายละเอียดรูปแบบจำลองทางน้ำล้น)

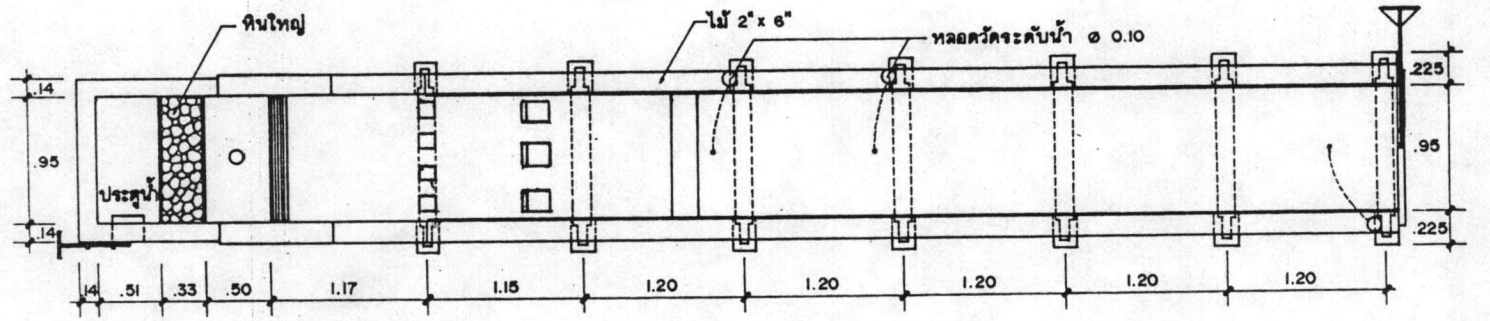


แปลนแสดงตำแหน่งของเครื่องทดลองในอาคารประลอง สาขาวิศวกรรมแหล่งน้ำ

มาตราส่วน 1 : 150

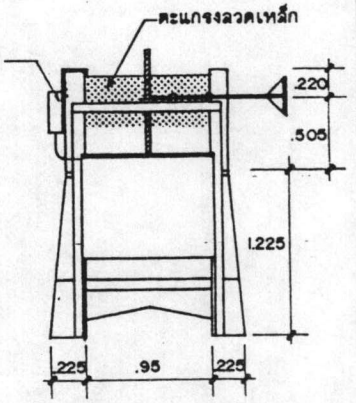
รูป ค-1 แสดงตำแหน่งของรูปแบบจำลองทางน้ำล้นในห้องปฏิบัติการ

0 1.0 2.0 เมตร



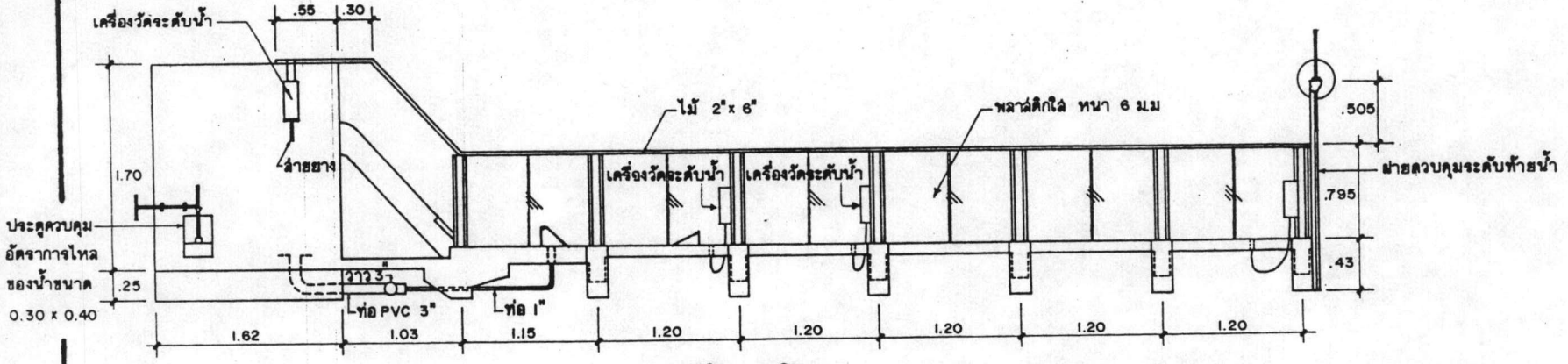
แปลน

มาตราส่วน 1 : 40



รูปด้านหน้า

มาตราส่วน 1 : 40

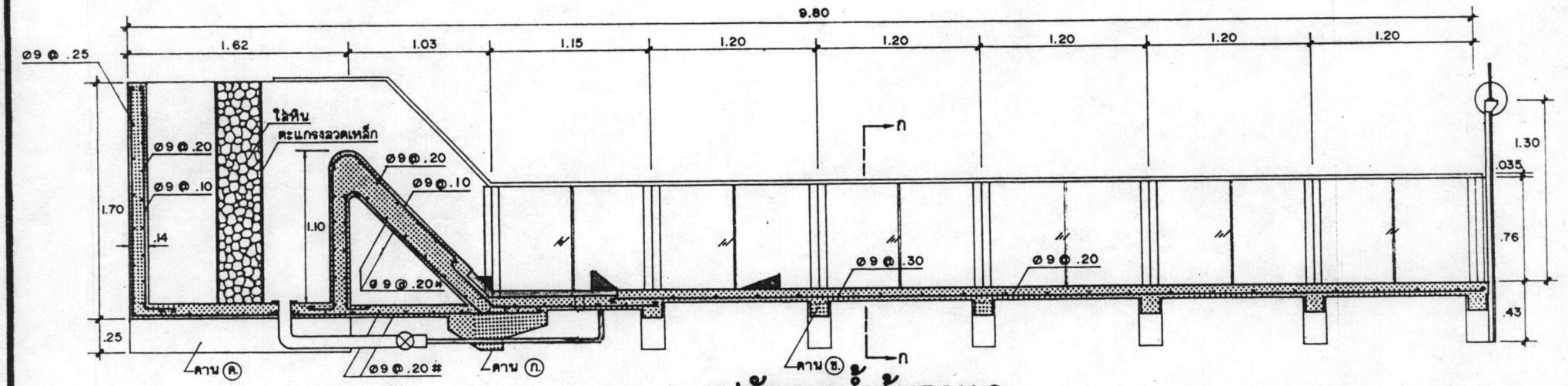


รูปด้านข้าง

มาตราส่วน 1 : 40

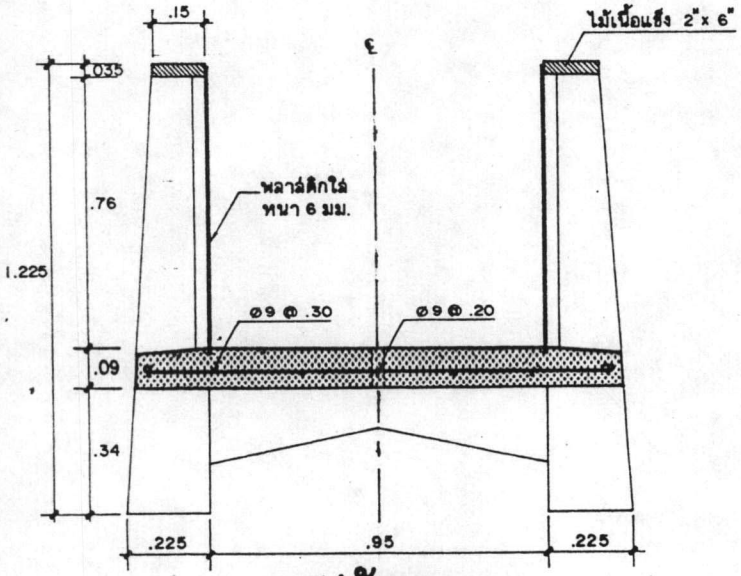
รูป ค-2 แสดงรูปด้านของรูปแบบจำลองทางน้ำล้น

0 0.5 1.0 1.5 เมตร



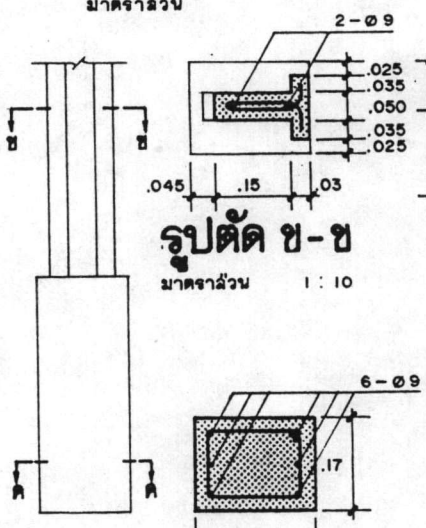
รูปตัดทางน้ำล้นตาม ℄

มาตราส่วน 1 : 30



รูปตัด ก-ก

มาตราส่วน 1 : 15

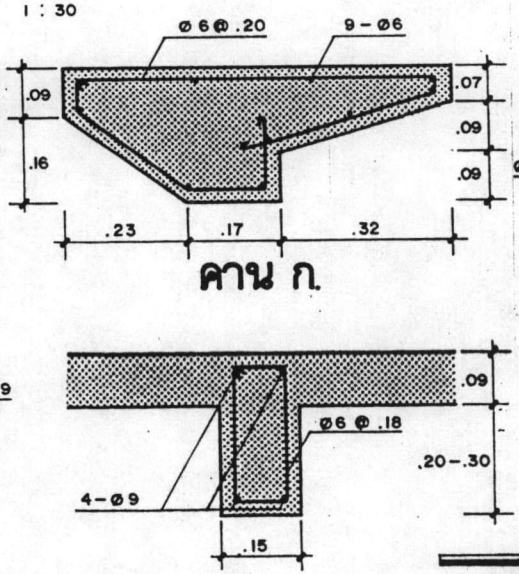


รูปตัด ข-ข

มาตราส่วน 1 : 10

รูปตัด ค-ค

มาตราส่วน 1 : 10



คาน ก.

คาน ค.

คาน ข.

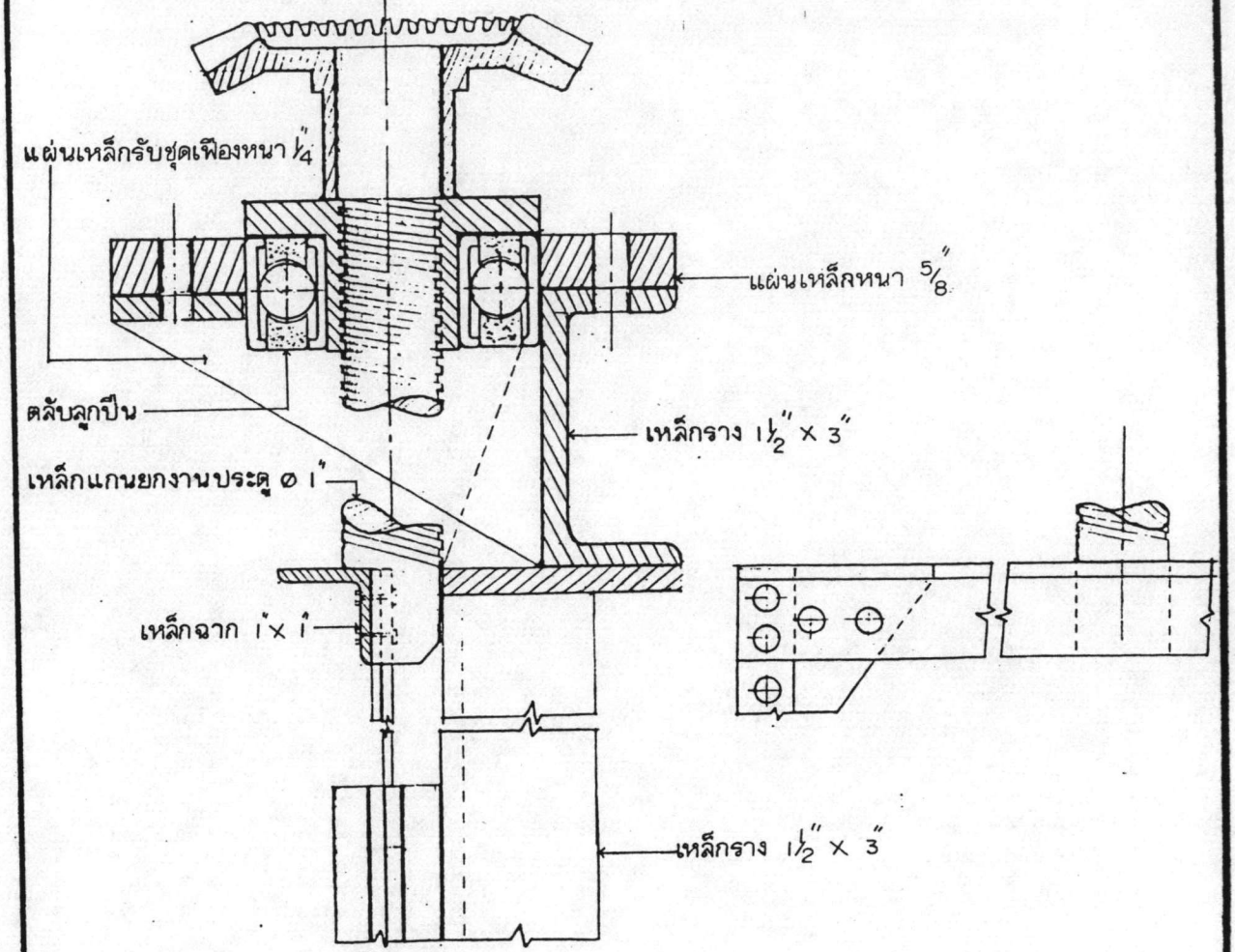
0 .50 1.0 เมตร

0 .25 .50 เมตร

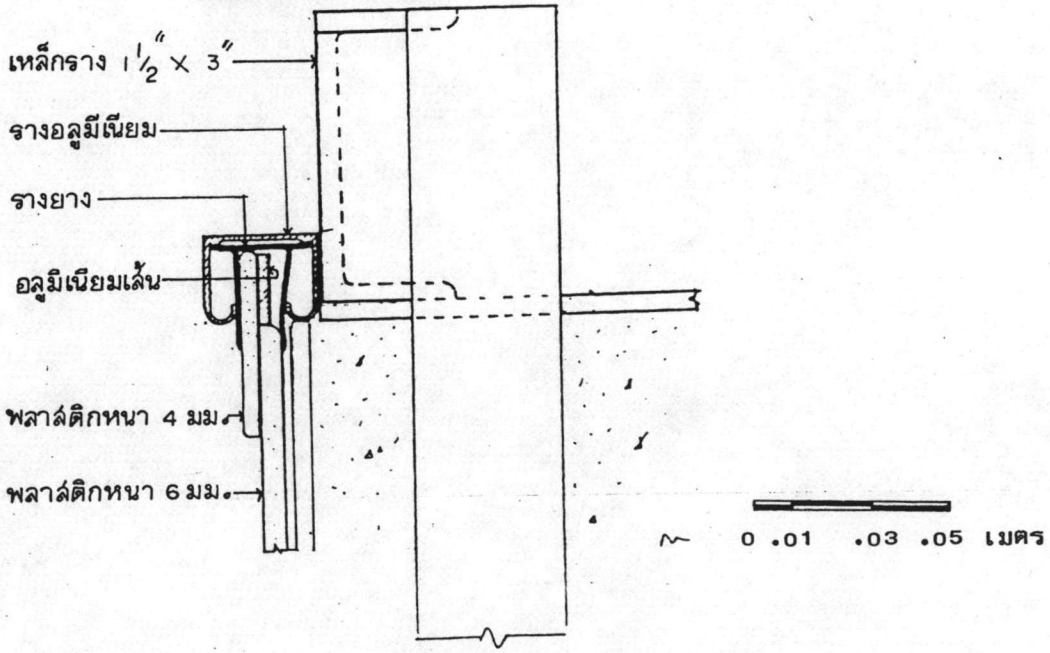
0 .25 .50 เมตร

รูป ค-3 แสดงรายละเอียดการเสริมเหล็กรูปแบบจำลองทางน้ำล้น

ศูนย์วิทยทรัพยากร จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ตัดขยาย 1:2



แปลน 1:2

รูป ค-4 แสดงแบบขยายละเอียดรูปแบบจำลองทางน้ำล้น

ภาคผนวก ง

(โปรแกรมคอมพิวเตอร์พร้อมตารางทั่วไป)

ตาราง ง-1 โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับคำนวณหาค่า Q โดยวิธี WEIGHT TIME MEASUREMENT (ดังตาราง ข-2.1 และ ข-2.2)

```
                THIS PROGRAM FOR WEIGHT TIME MEASUREMENT

                        (A BASIC)


10 N = 28
20  DIM H(50),T(50,5),MEAN(50),Q(50),HW(50)
30 W = 375
40 D = 996.38
50 V = W / D
60  FOR I = 1 TO N
70  READ H(I),T(I,1),T(I,2),T(I,3),HW(I)
80 MEAN(I) = (T(I,1) + T(I,2) + T(I,3)) / 3
90 Q(I) = V / MEAN(I)
100  NEXT I
105  PRINT  TAB( 30);"TABLE B1 (DESIGN  HEAD  &DISCHARGE)": PRINT : PRINT : PRINT

110  PRINT  TAB( 4);"N"; TAB( 13);"Hd"; TAB( 24);"Hw";
120  PRINT  TAB( 35);"W"; TAB( 44);"V"; TAB( 14);"Tav"; TAB( 27);"Q"
130  PRINT  TAB( 13);"(m)"; TAB( 23);"(m)"; TAB( 33);"(kg)";
140  PRINT  TAB( 42);"(cu.m)"; TAB( 13);"(sec)"; TAB( 23);"(cu.m/sec)": PRINT

150  FOR I = 1 TO N
160  GOSUB 250
170  PRINT  TAB( 4);I; TAB( 12);H(I); TAB( 22);HW(I); TAB( 33);W;
180  PRINT  TAB( 42);V; TAB( 13);MEAN(I); TAB( 25);Q(I)
200  NEXT I
230  END
250 V =  INT (10000 * V + .5) / 10000:
260 MEAN(I) =  INT (10000 * MEAN(I) + .5) / 10000:
270 Q(I) =  INT (10000 * Q(I) + .5) / 10000:
280  RETURN
```

ตาราง ง-2 โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับวิธีการ Calibrate (ดังตาราง ข-2.3, ข-2.4 และ ข-2.5)

```
                THIS PROGRAM FOR COMPUTING THE COFFICIENT OF CORRELATION

                                (A BASIC)

0  REM  A(I)=Xi-Xbar
1  REM  B(I)=(Xi-Xbar)^2
2  REM  C=SUM(Xi-Xbar)^2
3  REM  D=SUM(Xi-Xbar)
4  REM  P(I)=(Yi-Ybar)
5  REM  T(I)=(Yi-Ybar)^2
6  REM  R=SUM(Yi-Ybar)^2
7  REM  S=SUM(Yi-Ybar)
8  REM  XY(I)=(Xi-Xbar)(Yi-Ybar)
9  REM  SUMXY=SUM(Xi-Xbar)(Yi-Ybar)
10  REM  REGRESSION=SUMXY/SQR(C*R)
11  REM  A=SUMXY/C=n
12  REM  B=Ybar-SUMXY*Xbar/C=K
25  DIM H(50),Q(50),X(50),Y(50),A(50),B(50),P(50),T(50),XY(50)
30 N = 28
40  FOR J = 1 TO N
50  READ H(J),Q(J)
60 X(J) = .4342944 *  LOG (H(J))
70 Y(J) = .4342944 *  LOG (Q(J))
80 SX = SX + X(J)
90 SY = SY + Y(J)
100  NEXT J
110 XBAR = SX / N
120 YBAR = SY / N
130  FOR I = 1 TO N
140 A(I) = X(I) - XBAR
150 B(I) = A(I) * A(I)
160 C = C + B(I)
170 D = D + A(I)
180 P(I) = Y(I) - YBAR
190 T(I) = P(I) * P(I)
200 R = R + T(I)
210 S = S + P(I)
220 XY(I) = A(I) * P(I)
230 SUMXY = SUMXY + XY(I)
240  NEXT I
250  PRINT  TAB( 15);"TABLE  2.3 (REGRESSION ANALYSIS FOR CALIBRATED DESIGN HE
    AD DATA FROM CURVE)": PRINT
255  PRINT  TAB( 2);"N";
260  PRINT  TAB( 10);"H"; TAB( 18);"X=LOG(H)";
270  PRINT  TAB( 34);"Q"; TAB( 43);"Y=LOG(Q)";
280  PRINT  TAB( 18);"(X-X)"; TAB( 31);"(Y-Y)";
290  PRINT  TAB( 42);"(X-X)(Y-Y)";
300  PRINT  TAB( 18);"(X-X)"; TAB( 32);"(Y-Y)"
310  PRINT  TAB( 9);"(m)"; TAB( 30);"cu.m/sec": PRINT
320  FOR K = 1 TO N
330  GOSUB 599
```

ตาราง ง-2 (ต่อ)

```
        THIS PROGRAM FOR COMPUTING THE COFFICIENT OF CORRELATION (continued)


335  PRINT K;
340  PRINT  TAB( 8);H(K); TAB( 18);X(K);
350  PRINT  TAB( 31);Q(K); TAB( 43);Y(K);
360  PRINT  TAB( 18);A(K); TAB( 30);P(K);
370  PRINT  TAB( 43);XY(K);
380  PRINT  TAB( 17);B(K); TAB( 31);T(K)
390  NEXT K: PRINT
400  PRINT  TAB( 8);"SUM"; TAB( 18);SX; TAB( 43);SY; TAB( 22);D; TAB( 34);S;  TAB(
     43);SUMXY; TAB( 17);C; TAB( 31);R: PRINT : PRINT
410 RE = SUMXY /  SQR (C * R)
420 A1 = SUMXY / C
430 B1 = YBAR - SUMXY * XBAR / C
432 B2 = 10 ^ B1
435  GOSUB 614
440  PRINT  TAB( 20);"Xbar"; TAB( 33);"=   "XBAR
450  PRINT  TAB( 20);"Ybar"; TAB( 33);"=   "YBAR
460  PRINT  TAB( 20);"REGRESSION"; TAB( 33);"=   "RE
470  PRINT  TAB( 20);"N"; TAB( 33);"=   "N
480  PRINT  TAB( 20);"A  =  n"; TAB( 33);"=   "A1
490  PRINT  TAB( 20);"B  =  LOG K"; TAB( 33);"=   "B1
495  PRINT  TAB( 20);"K"; TAB( 33);"=   "B2: PRINT
496  PRINT  TAB( 20);"Q"; TAB( 33);"=   1.73229H^1.491": PRINT
540  END
599 A(K) =  INT (100000 * A(K) + .5) / 100000:
600 X(K) =  INT (100000 * X(K) + .5) / 100000:
601 Y(K) =  INT (100000 * Y(K) + .5) / 100000:
602 P(K) =  INT (100000 * P(K) + .5) / 100000:
603 XY(K) =  INT (100000 * XY(K) + .5) / 100000:
604 B(K) =  INT (100000 * B(K) + .5) / 100000:
605 T(K) =  INT (100000 * T(K) + .5) / 100000:
606 SX =  INT (100000 * SX + .5) / 100000:
607 SY =  INT (100000 * SY + .5) / 100000:
608 D =  INT (100000 * D + .5) / 100000:
609 S =  INT (100000 * S + .5) / 100000:
610 SUMXY =  INT (100000 * SUMXY + .5) / 100000:
611 C =  INT (100000 * C + .5) / 100000:
612 R =  INT (100000 * R + .5) / 100000:
613  RETURN
614 A1 =  INT (100000 * A1 + .5) / 100000:
615 B1 =  INT (100000 * B1 + .5) / 100000
616 RE =  INT (100000 * RE + .5) / 100000
617 XBAR =  INT (100000 * XBAR + .5) / 100000
618 YBAR =  INT (100000 * YBAR + .5) / 100000
619 B2 =  INT (100000 * B2 + .5) / 100000
620  RETURN
```

ตาราง ง-3 โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับคำนวณหาอัตราการสูญเสียพลังงานของมวลน้ำภายในแอ่งน้ำนิ่ง (ดังตาราง ก-1.1 ถึง ก-1.6)

```
        THIS PROGRAM FOR COMPUTING THE ENERGY LOSS OF THE STILLING BASIN

                        (A BASIC)

0  REM  H(I)=h(pitot tube):A(I)=q1:B(I)=q2:M(I)=q3
1  REM  V4(I)=in 3"dia:D(I)=energy loss
2  REM  F(I)=EL/E1:G(I)=EL/Y1
5  DIM HD(30),Q1(30),A(30),Y1(30),V1(30)
6  DIM F1(30),H(30),Q2(30),B(30),Y2(30)
7  DIM V2(30),Q3(30),V3(30)
8  DIM X(30),E1(30),E2(30),D(30),Z(30),F(30)
9  DIM E3(30),M(30),V4(30),C(30),G(30),P(30),HY(30),FG(30)
10 B = 0.938
20 G = 9.81
30 D1 = 0.0815
40 D2 = 0.0170
50 A1 = (22 * D1 ^ 2) / 28
55 A2 = (22 * D2 ^ 2) / 28
60 N = 23
90  FOR I = 1 TO N
110  READ HD(I),Y1(I),Y2(I),Z(I),H(I)
120 Q1(I) = (HD(I) ^ 1.50527) * 1.69818
130 A(I) = Q1(I) / B
140 V1(I) = A(I) / Y1(I)
150 F1(I) = V1(I) /  SQR (G * Y1(I))
160 V4(I) = 2.52786 * (H(I) ^ .50171)
165 Q3(I) = V4(I) * A1
170 M(I) = Q3(I) / B
175 V3(I) = Q3(I) / (3 * A2)
180 Q2(I) = Q1(I) + Q3(I)
190 B(I) = Q2(I) / B
200 V2(I) = B(I) / Y2(I)
210 C(I) = Y2(I) / Y1(I)
215 HY(I) = HD(I) / Y1(I)
220 X(I) = Y1(I) * .573462344
230 E1(I) = Z(I) + X(I) + V1(I) * V1(I) / (2 * G)
240 E2(I) = Y2(I) + V2(I) * V2(I) / (2 * G)
245 E3(I) = V3(I) * V3(I) / (2 * G)
250 D(I) = (A(I) * E1(I) + M(I) * E3(I) - B(I) * E2(I))
255 F(I) = D(I) / (E1(I) * A(I))
257 FG(I) = D(I) / (B(I) * E1(I))
260 G(I) = D(I) / (Y1(I) * B(I))
265 P(I) = M(I) / ((G * (Y1(I) ^ 3)) ^ .5)
270  NEXT I
```

ตาราง ง-3 (ต่อ)

```
        THIS PROGRAM FOR COMPUTING THE ENERGY LOSS OF THE STILLING BASIN
                              (continued)


300  PRINT  TAB( 5);"No."; TAB( 15);"Hd"; TAB( 25);"Q1"; TAB( 36);"q1";
310  PRINT  TAB( 47);"Y1"; TAB( 18);"V1"; TAB( 30);"F1";
320  PRINT  TAB( 42);"Hp"; TAB( 16);"Q3"; TAB( 30);"q3"; TAB( 42);"V3"
330  PRINT  TAB( 14);"(m)"; TAB( 21)"(cu.m/sec)"; TAB( 31);"(cu.m/sec/m)";
340  PRINT  TAB( 6);"(m)"; TAB( 16);"(m/sec)"; TAB( 41);"(m)";
350  PRINT  TAB( 12);"(cu.m/sec)"; TAB( 25);"(cu.m/sec/m)"; TAB( 40);"(m/sec)"
     : PRINT
351  PRINT  TAB( 5);"(1)"; TAB( 14);"(2)"; TAB( 24);"(3)"; TAB( 35);"(4)";
352  PRINT  TAB( 46);"(5)"; TAB( 17);"(6)"; TAB( 29);"(7)";
353  PRINT  TAB( 41);"(8)"; TAB( 15);"(9)"; TAB( 29);"(10)"; TAB( 41);"(11)": PRINT

355  FOR I = 1 TO N
360  GOSUB 701
370  PRINT  TAB( 5);I; TAB( 13);HD(I); TAB( 23);Q1(I); TAB( 34);A(I);
380  PRINT  TAB( 45);Y1(I); TAB( 16);V1(I); TAB( 28);F1(I);
390  PRINT  TAB( 40);H(I); TAB( 13);Q3(I); TAB( 27);M(I); TAB( 41);V3(I)
410  NEXT I
420  PRINT : PRINT : PRINT
430  PRINT  TAB( 3);"Y2(T.W.)"; TAB( 17);"Q2"; TAB( 28);"q2";
440  PRINT  TAB( 39);"V2"; TAB( 7);"x=y1*cos0"; TAB( 21);"Z1";
450  PRINT  TAB( 31);"E1";
460  PRINT  TAB( 42);"E2"; TAB( 13);"E3"; TAB( 24);"HL"; TAB( 34);"HL/H1"; TAB(
     45);"y2/y1"
470  PRINT  TAB( 6);"(m)"; TAB( 13);"(cu.m/sec)"; TAB( 23);"(cu.m/sec/m)";
480  PRINT  TAB( 36);"(m/sec)";
490  PRINT  TAB( 10);"(m)"; TAB( 20);"(m)";
500  PRINT  TAB( 30);"(m)"; TAB( 41);"(m)"; TAB( 12);"(m)"; TAB( 22);"(q2EL)";
     TAB( 31);"q2EL/q1E1": PRINT
501  PRINT  TAB( 5);"(12)"; TAB( 16);"(13)"; TAB( 27);"(14)";
502  PRINT  TAB( 38);"(15)"; TAB( 9);"(16)"; TAB( 20);"(17)";
503  PRINT  TAB( 30);"(18)";
504  PRINT  TAB( 41);"(19)"; TAB( 12);"(20)"; TAB( 23);"(21)"; TAB( 34);"(22)"
     ; TAB( 45);"(23)": PRINT
505  FOR I = 1 TO N
515  GOSUB 721
520  PRINT  TAB( 5);Y2(I); TAB( 15);Q2(I); TAB( 26);B(I);
530  PRINT  TAB( 37);V2(I); TAB( 8);X(I); TAB( 20);Z(I);
540  PRINT  TAB( 29);E1(I); TAB( 40);E2(I); TAB( 11);E3(I); TAB( 22);D(I); TAB(
     33);F(I); TAB( 44);C(I)
560  NEXT I
600  END
```

ตาราง ง-3 (ต่อ)

THIS PROGRAM FOR COMPUTING THE ENERGY LOSS OF THE STILLING BASIN
(continued)

```
701 Q1(I) =  INT (10000 * Q1(I) + .5) / 10000
702 A(I) =  INT (10000 * A(I) + .5) / 10000
703 V1(I) =  INT (10000 * V1(I) + .5) / 10000
704 F1(I) =  INT (1000 * F1(I) + .5) / 1000
705 Q3(I) =  INT (100000 * Q3(I) + .5) / 100000
706 M(I) =  INT (100000 * M(I) + .5) / 100000
707 V3(I) =  INT (10000 * V3(I) + .5) / 10000
710  RETURN
721 V2(I) =  INT (10000 * V2(I) + .5) / 10000
722 Q2(I) =  INT (10000 * Q2(I) + .5) / 10000
723 B(I) =  INT (10000 * B(I) + .5) / 10000
724 E3(I) =  INT (10000 * E3(I) + .5) / 10000
725 X(I) =  INT (10000 * X(I) + .5) / 10000
726 E1(I) =  INT (10000 * E1(I) + .5) / 10000
727 E2(I) =  INT (10000 * E2(I) + .5) / 10000
728 D(I) =  INT (10000 * D(I) + .5) / 10000
729 F(I) =  INT (10000 * F(I) + .5) / 10000
730 C(I) =  INT (10000 * C(I) + .5) / 10000
731  RETURN
```

ตาราง ง-4 มิติตัวแปรทางชลศาสตร์

คุณลักษณะ	หน่วย		สัญญลักษณ์	มิติ	
	อังกฤษ	เมตริก		ระบบF-L-T	ระบบ M-L-T
ก. เกี่ยวข้องทางเรขาคณิต					
ความยาว	ฟ.	ม.	L	L	L
พื้นที่	ตร.ฟ.	ตร.ม.	A	L^2	L^2
ปริมาตร	ลบ.ฟ.	ลบ.ม.	V	L/T	L/T
ข. คุณสมบัติของของไหล					
มวล	ปอนด์-(วินาที)^2/ฟ.	กก.-(วินาที)^2/ม.	m	FT^2/L	M
น้ำหนักจำเพาะ	ปอนด์/$ฟ^3$	กก./$ม^3$	γ	F/L^3	M/L^2T^2
ความหนาแน่น	ปอนด์-(วินาที)^2/$ฟ^4$	กก.-(วินาที)^2/$ม^4$	ρ	FT^2/L^4	M/L^3
ความหนืดสมบูรณ์	ปอนด์-วินาที/$ฟ^2$	กก.-วินาที/$ม^2$	μ	FT/L^2	M/LT
ความหนืดคีนีเมติค	$ฟ^2$/วินาที	$ม^2$/วินาที	ν	L^2/T	L^2/T
แรงดึงผิว	ปอนด์/ฟ.	กก./ม.	σ	F/L	M/T^2
ค. คุณลักษณะทางการไหล					
ความเร็ว	ฟ./วินาที	ม./วินาที	V	L/T	L/T
ความเร็วเชิงมุม	เรเดียน/วินาที	เรเดียน/วินาที	w	1/T	1/T
อัตราเร่ง	ฟ./(วินาที)^2	ม./(วินาที)^2	g	L/T^2	L/T^2
ความกดดัน	ปอนด์/$ฟ^2$	กก./$ม^2$	P	F/L^2	M/LT^2
แรง	ปอนด์	กก.	F	F	ML/T^2
ปริมาณการไหล	$ฟ^3$/วินาที	$ม^3$/วินาที	Q	L^3/T	L^3/T
งานหรือพลังงาน	ปอนด์-ฟ.	กก.-ม.	E	FL	ML^2/T^2
กำลัง	ฟ.-ปอนด์/วินาที	กก.-ม./วินาที	P	FL/T	ML^2/T^3
ความหยาบ (Manning)	-	-	n	$L^{1/6}$	$L^{1/6}$

ตาราง ง-5 คุณสมบัติของน้ำที่อุณหภูมิต่าง ๆ ในหน่วย cgs

Temp. ^{o}C	Specific gravity	Density gm/cm^3	Heat of Vaporization cal/gm	Viscosity		Vapor pressure		
				Absolute centiposes	Kinematic centistokes	mm.Hg.	Millibars	G/cm^2
0	0.99987	0.99984	597.3	1.79	1.79	4.58	6.11	6.23
5	0.99999	0.99996	594.5	1.52	1.52	6.54	8.72	8.89
10	0.99973	0.99970	591.7	1.31	1.31	9.20	12.27	12.51
15	0.99913	0.99910	588.9	1.14	1.14	12.78	17.04	17.38
20	0.99824	0.99821	586.0	1.00	1.00	17.53	23.37	23.83
25	0.99708	0.99705	583.2	0.890	0.890	23.76	31.67	32.30
30	9.99568	0.99565	580.4	0.798	0.801	31.83	42.43	43.27
35	0.99407	0.99404	577.6	0.719	0.723	42.18	56.24	57.34
40	0.99225	0.99222	574.7	0.653	0.658	55.34	73.78	75.23
50	0.98807	0.98804	569.0	0.547	0.554	92.56	123.40	125.83
60	0.98323	0.98320	563.2	0.466	0.474	149.46	199.26	203.19
70	0.97780	0.97777	557.4	0.404	0.413	233.79	311.69	317.84
80	0.97182	0.97179	551.4	0.355	0.365	355.28	473.67	483.01
90	0.96534	0.96531	545.3	0.315	0.326	525.89	710.13	714.95
100	0.95839	0.95836	539.1	0.282	0.294	760.00	1013.25	1033.23

Source: LINSLEY, KOHLER and PAULHUS HYDROLOGY FOR ENGINEERS, SECOND EDITION pp. 448, McGraw-Hill Series in Water Resources and Environmental Engineering; McGraw-Hill Book Company.

ตาราง ง-6 แสดงการแปลงหน่วย

1. หน่วยความยาว

1 ซม.	=	0.394 นิ้ว
1 ม.	=	3.28 ฟุต

2. หน่วยพื้นที่

1 ตร.ซม.	=	0.155 ตร.นิ้ว
1 ตร.ม.	=	10.764 ตร.ฟุต

3. หน่วยปริมาตร

1 ลบ.ซม.	=	0.061 ลบ.นิ้ว
1 ลบ.ม.	=	35.315 ลบ.ฟุต

4. หน่วยแรง

1 ตัน	=	1000 กก.
1 กก.	=	2.204 ปอนด์

ประวัติผู้เขียน

นาย ธงชัย บุญสม

เกิด วันศุกร์ที่ 14 มีนาคม พ.ศ. 2501 ณ กรุงเทพมหานคร

ผลการศึกษา

พ.ศ. 2522 จบหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมโยธา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

พ.ศ. 2524 เข้าศึกษาหลักสูตรในระดับบัณฑิตศึกษาในคณะวิศวกรรมศาสตร์ ภาควิชาวิศวกรรมโยธา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ผลการทำงาน

พ.ศ. 2522 - ปัจจุบัน ทำงานบริษัท เอเซี่ยน เอ็นจิเนียริ่ง คอนซัลแต้นส์ จำกัด ในตำแหน่งวิศวกรออกแบบ