4. ผลการวิจัย

4.1 การสำรวจภาคสนาม

การสำรวจตรวจสอบระบบของรางระบายน้ำ

ในงานสำรวจภาคสนามได้ทำการสำรวจและเก็บข้อมูลที่จะนำไปใช้ในการวิเคราะห์และตรวจสอบการออกแบบ ซึ่งได้แก่ สภาพค่าระดับและข้อมูลอื่น ๆ ของรางระบายน้ำ และพื้นที่ในโครงการศึกษา

จากพื้นที่รวมของคณะวิศวกรรมศาสตร์ จะแบ่งพื้นที่ออกเป็นส่วนใหญ่ ๆ คือ พื้นของแต่ละอาคารภายในคณะวิศวกรรมศาสตร์ ได้แก่ อาคารปฏิบัติการโยธาและสิ่งแวดล้อม อาคารปฏิบัติการเครื่องกล อาคารปฏิบัติการอุตสาหการ อาคารปฏิบัติการไฟฟ้า อาคารเรียน C.E. อาคารเรียน I.E. และอาคารเรียนรวม E.N. ดังรูปที่ 1

การสำรวจในส่วนรางระบายน้ำ ได้ทำการเปิดฝารางระบายน้ำเพื่อวัดขนาดความลึกและค่าระดับในแนวดิ่ง ณ บริเวณปลายของรางระบายน้ำทั้ง 2 ปลาย ของแต่ละแนวรางระบายน้ำ

การสำรวจตรวจสอบระดับรางระบายน้ำของกลุ่มอาคารคณะวิศวกรรมศาสตร์เพื่อทราบทิศทางการไหลของน้ำในสภาพจริง ดังในรูปที่ 2

4.2 ระบบการระบายน้ำภายในคณะวิศวกรรมศาสตร์

4.2.1 โครงข่ายรางระบายน้ำ

จากข้อมูลที่ได้จากการสำรวจ พบว่ารางระบายน้ำทั้งหมด เป็นแบบรางระบายน้ำคอนกรีตเสริมเหล็กหน้าตัดสี่เหลี่ยมผืนผ้า มีความกว้าง 0.30 เมตร และมีความลึกตั้งแต่ 0.40 - 1.20 เมตร

แนวการวางรางระบายน้ำจะทำการวางรอบ ๆ บริเวณอาคารต่าง ๆ เพื่อความสวยงาม โดยวางเป็นแนวเส้นตรง และน้ำจะไหลจากรางระบายน้ำแต่ละรางลงสู่บ่อพัก ซึ่งแต่ละอาคารจะมีบ่อพัก 2 บ่อ และเนื่องจากแต่ละอาคารจะแบ่งโซนพื้นที่รับน้ำออกเป็น 2 โซน ดังนั้นจุดที่วางบ่อพักจะแยกอยู่โซนละ 1 บ่อ ของแต่ละส่วนของพื้นที่รับน้ำของแต่ละอาคาร พบว่า จะมีรางระบายน้ำทั้งหมด 26 ราง และมีบ่อพักทั้งหมด 16 บ่อ

4.2.2 สภาพปฏิกูลในรางระบายน้ำ

ในรางระบายน้ำส่วนใหญ่จะพบว่า มีตะกอนหนาประมาณ 10 เซ็นติเมตร จัดตัวกันค่อนข้างแน่น และพบว่าบางรางระบายน้ำมีน้ำขังอยู่ทำให้ความสามารถในการรับน้ำลดลง

4.2.3 สภาพผิวถนนที่มีผลต่อการระบายน้ำ

จากการสำรวจในเขตพื้นที่ศึกษา พบว่า บริเวณพื้นที่ส่วนใหญ่เป็นคอนกรีต และบางช่วงเป็นหญ้าสั้น ทำให้การไหลของน้ำในเขตพื้นที่ศึกษาเป็นแบบไหลหลากอย่างรวดเร็ว

4.3 ผลตรวจสอบการออกแบบรางระบายน้ำ

การวิเคราะห์น้ำผิวดินนั้น คณะทำงานได้ดำเนินการวิเคราะห์น้ำผิวดินโดยรวมในเขตพื้นที่ คณะวิศวกรรมศาสตร์ โดยเน้นการวิเคราะห์น้ำฝน ซึ่งเป็นปริมาณน้ำหลักที่จะต้องระบายออกโดยระบบรางระบายน้ำ สำหรับการวิเคราะห์เพื่อหาค่า Rainfall Intensity ก็จะอาศัยข้อมูลจาก Rainfall Intensity - Duration - Frequency Curves ของจังหวัดพิษณุโลก ดังรูปที่ 4 โดย

1) ทำการเลือกใช้ข้อมูลอุตุอุทกวิทยาที่ผ่านการวิเคราะห์ความถี่และรอบของการเกิดซ้ำ 5 ปี, 10 ปี, 25 ปี, 50 ปี, 100 ปี และ 200 ปี

2) ในการออกแบบรางระบายน้ำจะเป็นระบบไหลตามแรงโน้มถ่วงของโลกทั้งสิ้น

การวิเคราะห์น้ำผิวดินที่ระบายโดยระบบรางระบายน้ำนั้น จำเป็นต้องทำการแบ่งพื้นที่รับน้ำฝนย่อย ๆ ซึ่งได้ทำการแบ่งพื้นที่ออกเป็นโซนย่อยดังรูปที่ 1 โดยขึ้นกับลักษณะการวางตำแหน่งของรางระบายน้ำ แล้วจึงนำข้อมูลที่ได้มาคำนวณ และได้จัดทำตารางการคำนวณดังตัวอย่างในตารางที่ 2 ตารางที่ 3 และรูปที่ 4

(ส่วนรายละเอียดจุดอื่น ๆ แสดงไว้ในภาคผนวก ก)

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	2456	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	1876	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	76	0 047
I1	I2	871	0 7	610	10 41	0.86	11 27	165	0.026
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 2 แสดงผลการคำนวณที่ Return Period 5 Years

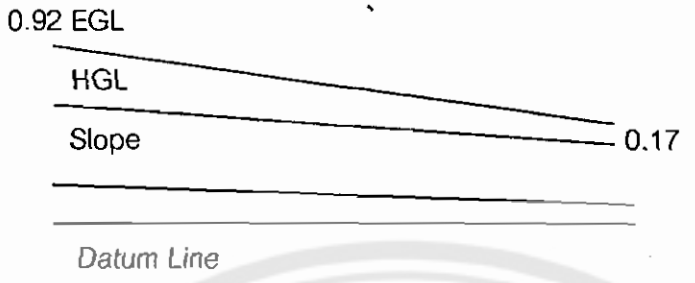
ตารางที่ 2

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 1259	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	6 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
0.0068	0.113	34	0 3	1.0029	34	0.109	0.95	0 0551	0.1681

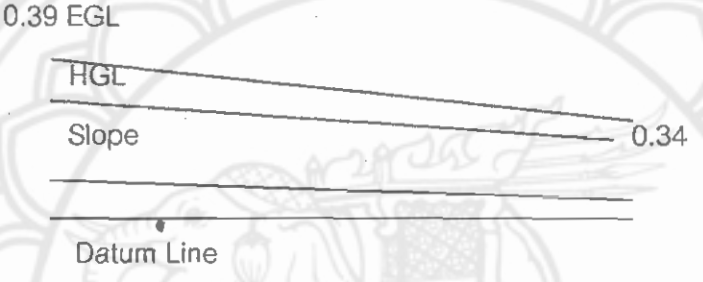
ตารางที่ 2 (ต่อ) แสดงผลการคำนวณที่ Return Period 5 Years

Q	Qn/Ds	d/D	d(m)	L(m)	D	A/D^2	A	V	f	Hf	Hl	HEL	Totel HEL
0.125	0.456019	0.81	0.324	105	0.4	0.6745	0.10792	1.15827	0.028	0.502579	0.239323	0.917378	0.175476
0.1242	0.4531	0.8	0.32	8	0.4	0.6736	0.10778	1.15239	0.0282	0.038175	0.033843	0.391686	0.319668
0.113	0.412241	0.74	0.296	20	0.4	0.6178	0.09885	1.14317	0.0285	0.094915	0.033304	0.462607	0.334388
0.088	0.321037	0.61	0.244	95	0.4	0.502	0.08032	1.09562	0.0296	0.430105	0.183544	0.780181	0.166533
0.1132	0.41297	0.736	0.2944	20	0.4	0.621	0.09936	1.13929	0.0286	0.094603	0.033078	0.460556	0.332875
0.0852	0.310822	0.6	0.24	8.5	0.4	0.492	0.07872	1.08232	0.03	0.038062	0.029852	0.342205	0.274291
0.037	0.134982	0.37	0.148	12.5	0.4	0.2621	0.04194	0.8823	0.037	0.045876	0.019838	0.812676	0.746962
0.03	0.109444	0.33	0.132	12.5	0.4	0.226	0.03616	0.82965	0.39	0.427564	0.017541	0.792082	0.346977
0.29	1.057963	1	0.4	204	0.4	1	0.16	1.8125	0.018	1.537091	1.172074	1.587439	-1.121726

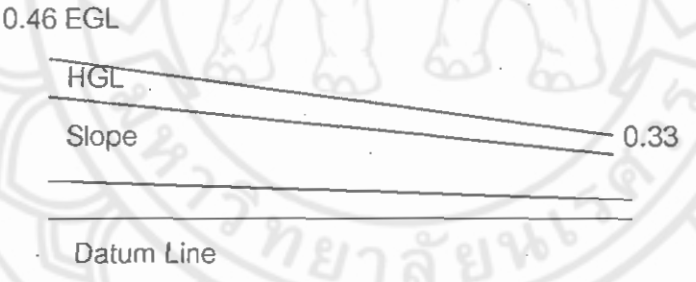
ตารางที่ 3 แสดงการคำนวณ Energy and Loss



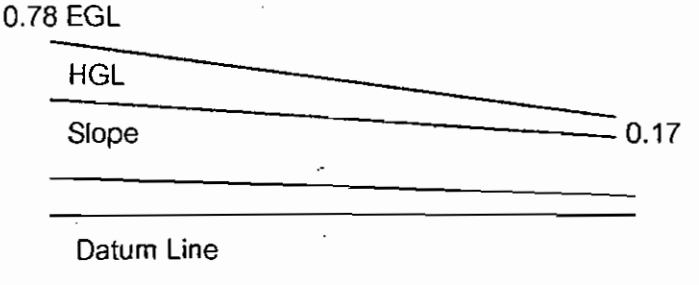
Profile of Energy Grade Line at Station 1



Profile of Energy Grade Line at Station 2

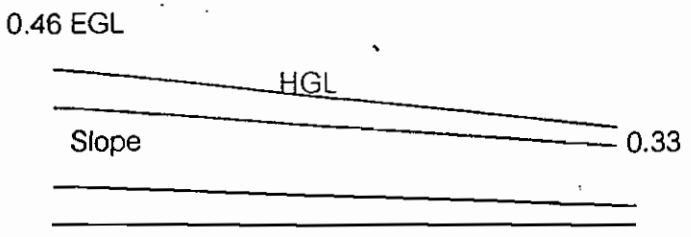


Profile of Energy Grade Line at Station 3



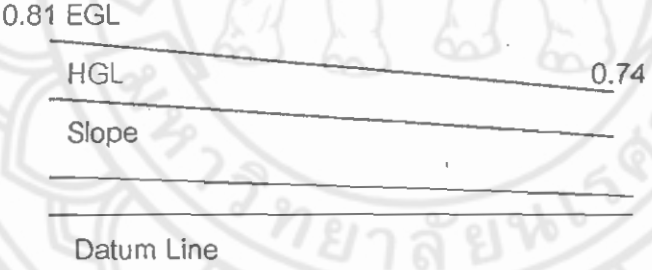
Profile of Energy Grade Line at Station 4

รูปที่ 5 แสดง Profile ของเส้นพลังงานของท่อขนาด 0.40 เมตร

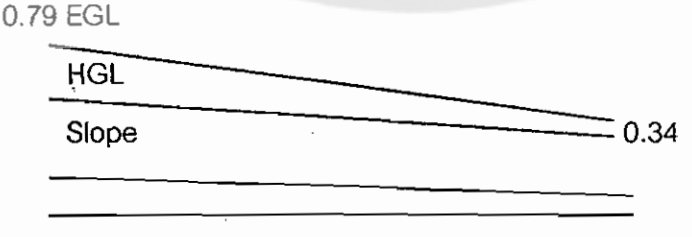


Profile of Energy Grade Line at Station 5

Profile of Energy Grade Line at Station 6

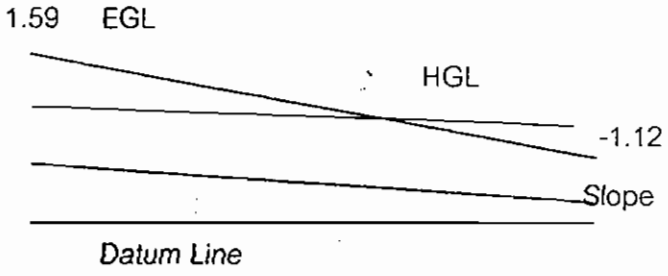


Profile of Energy Grade Line at Station 7



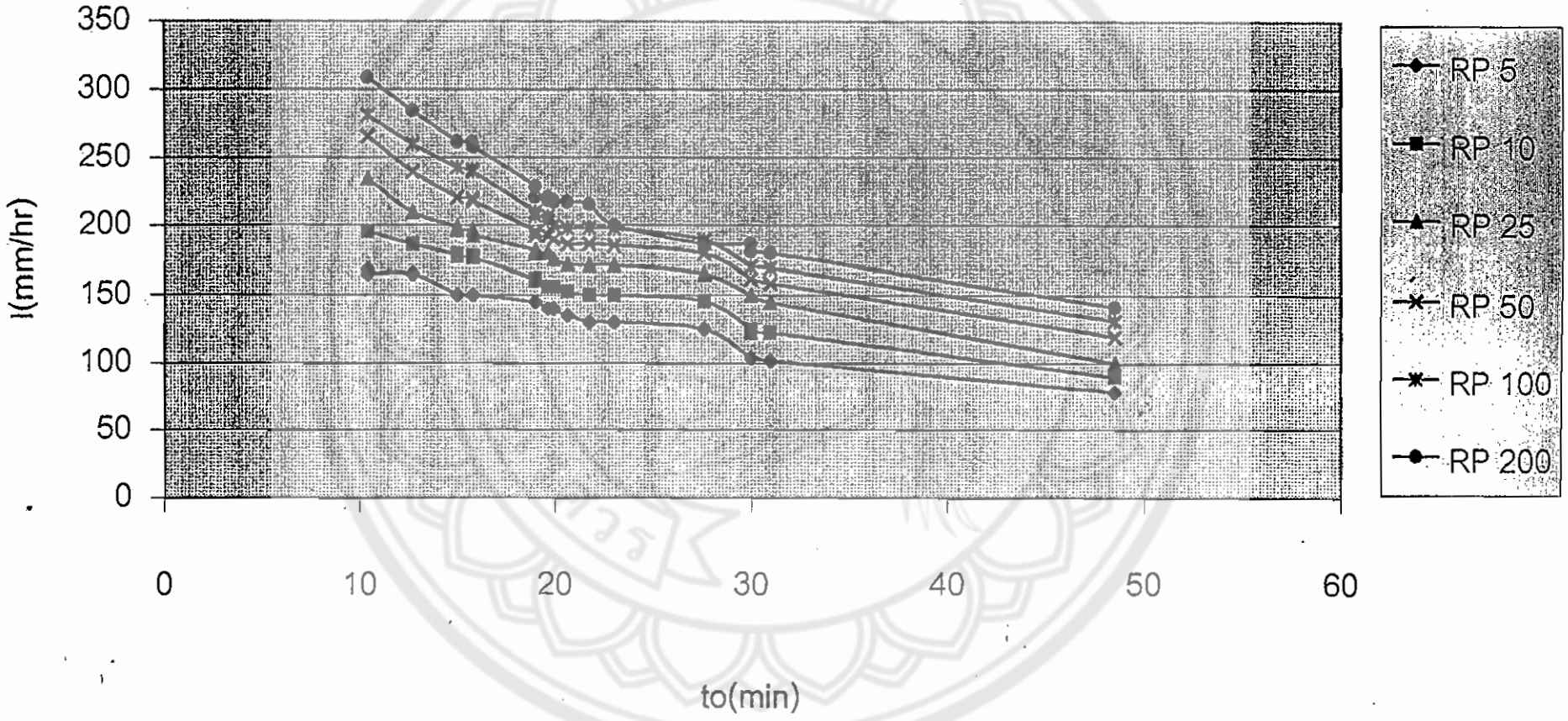
Profile of Energy Grade Line at Station 8

รูปที่ 5 แสดง Profile ของเส้นพลังงานของท่อขนาด 0.40 เมตร (ต่อ)

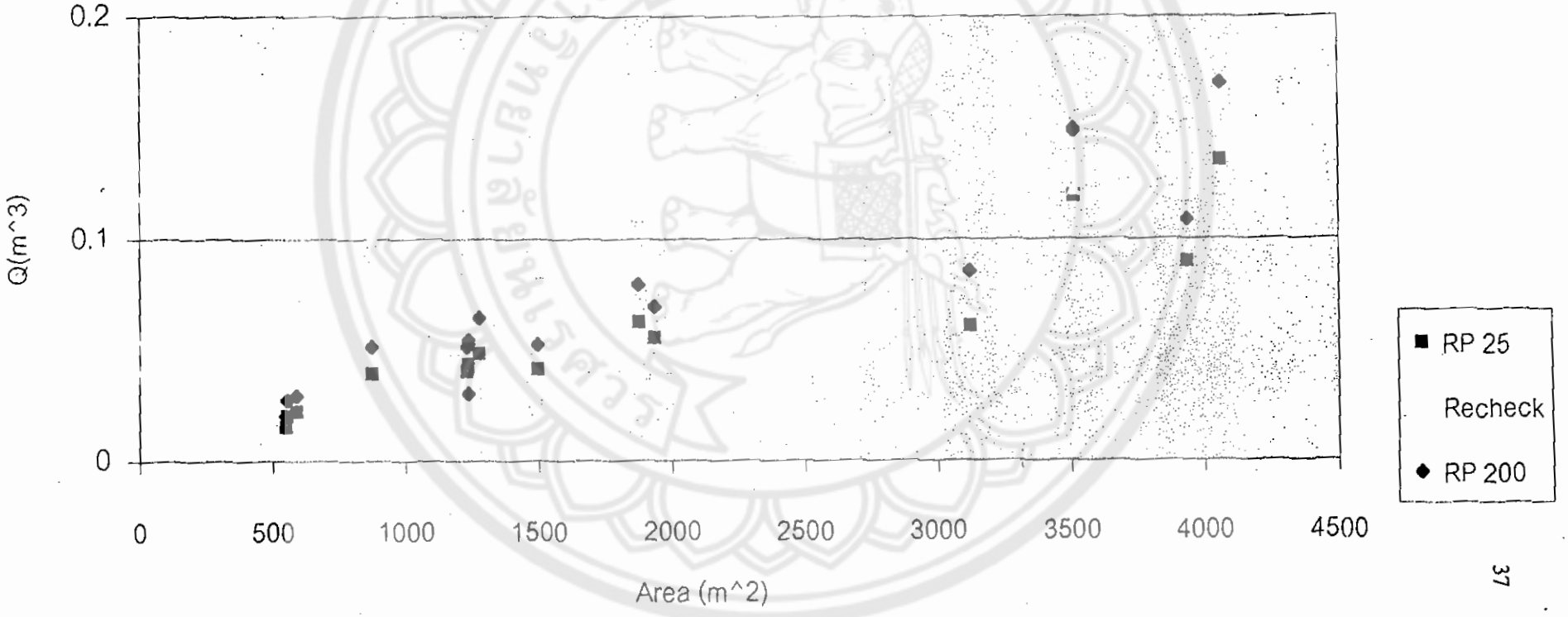


Profile of Energy Grade Line at Station 9

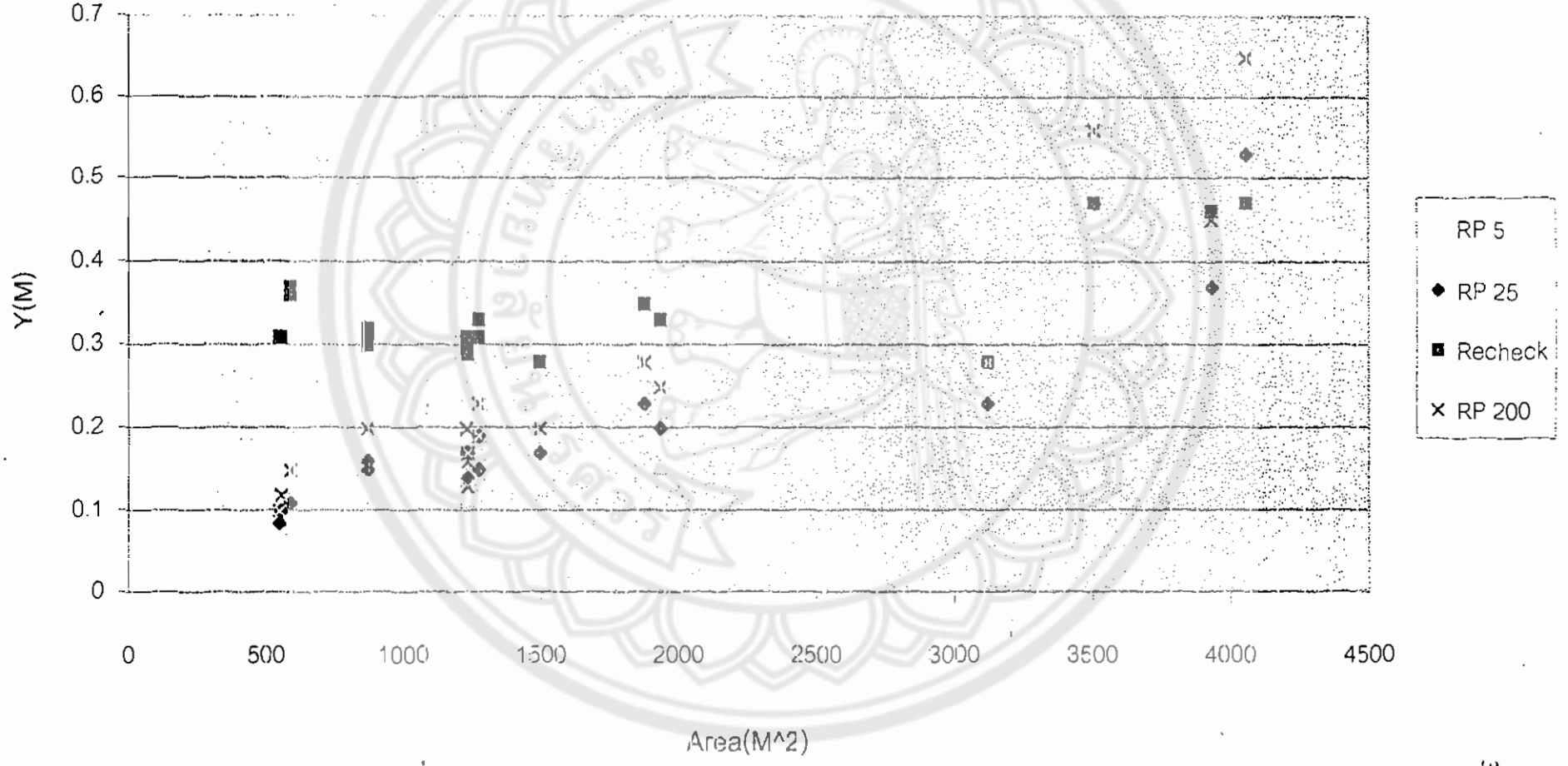
รูปที่ 5 แสดง Profile ของเส้นพลังงานของท่อขนาด 0.40 เมตร (ต่อ)



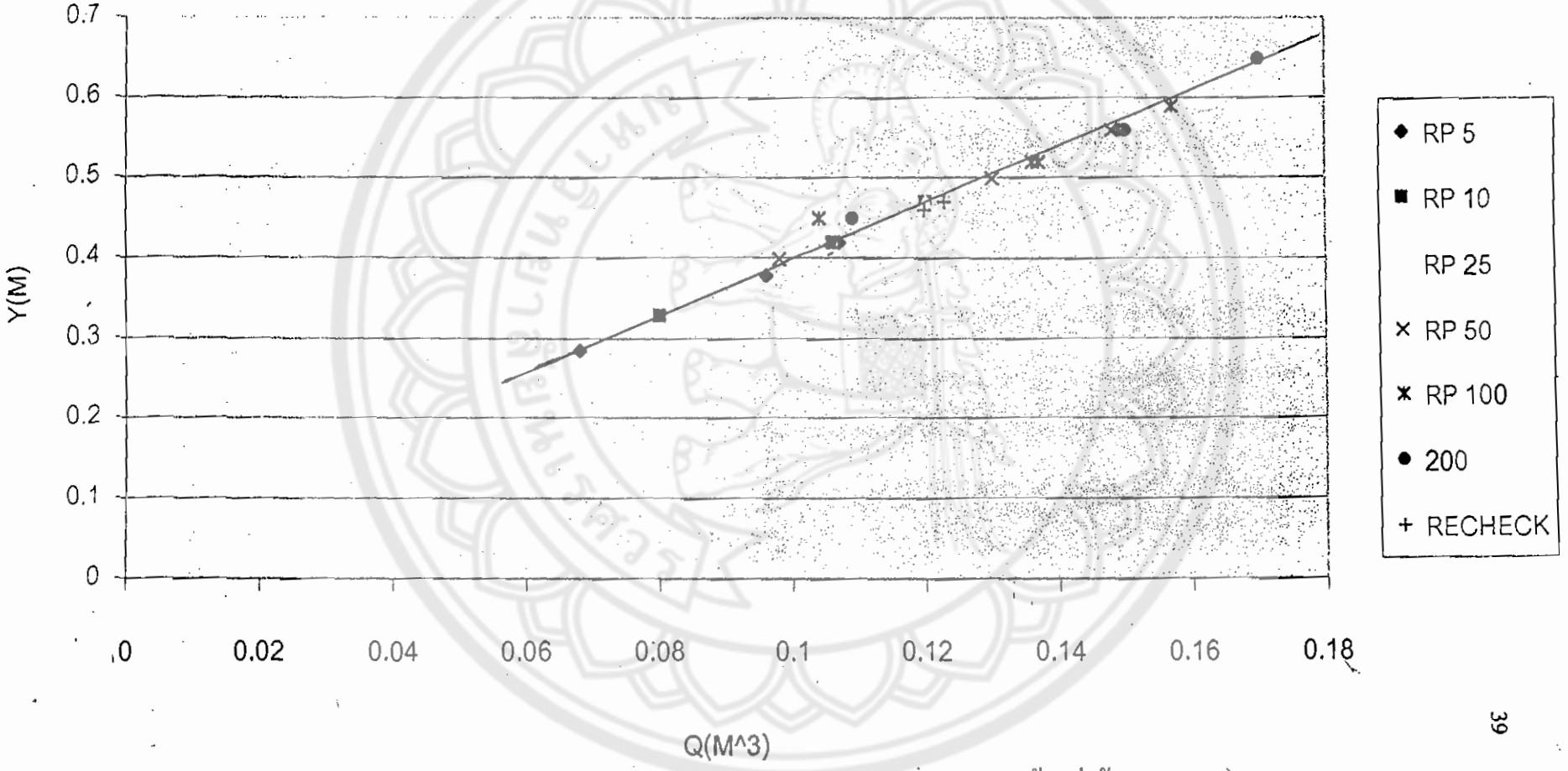
รูปที่ 6 เปรียบเทียบ ความเข้มฝน I กับ ช่วงเวลา t_0



รูปที่ 7 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการไหลกับพื้นที่รับน้ำเปรียบเทียบกันในแต่ละราง



รูปที่ 8 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Y กับ A เปรียบเทียบกันในแต่ละราง



รูปที่ 9 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Q กับ Y ที่ Slope ของรางเท่ากับ 0.0031 (ความกว้างเท่ากับ 0.30 เมตร)