

## รายการอ้างอิง

1. กฤษชัย ศรีนภาสวัสดิ์. การถ่ายเทความร้อนในท่อลูกฟูก. ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า ธนบุรี , 2520.
2. พงศธร สุมันต์กุล. การพาความร้อนในท่อวงรี. ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย , 2533.
3. Kay, W.M. and Crawford, M.E. Convective Heat and Mass transfer. McGraw-Hill , 1993.
4. Frank P. Incropera. Fundamentals of Heat and Mass Transfer. John Wiley & Sons , 1990.
5. Robert P. Benedict. Fundamentals of pipe flow. John Wiley & Sons , 1977.
6. James W. Dally . Instrumentation for Engineering Measurement. John Wiley & Sons , Inc. , 1983.
7. Frank M. White. Viscous Fluid Flow. McGraw-Hill International Edition. , 1991.
8. Brien, J.E.O and Sparrow, E.M. Corrugated- duct Heat Transfer , Pressure Drop , And Flow Visualization. ASME Journal of Heat Transfer. , Vol. 104 , pp.410-416 , 1982.
9. Ito, H. Pressure Losses in Smooth Pipe Bends. ASME Journal of Basic Engineering , 1960.
10. ASME. Flow Measurement Instruments and Apparatus. USA: Power Test Codes Committee, 1959.

ภาคผนวก

## ภาคผนวก ก

### ศัพท์วิชาการ

เนื่องจากการใช้ศัพท์วิชาการทางวิศวกรรมศาสตร์ ที่เป็นภาษาไทยยังไม่เป็นมาตรฐานเดียวกันหมด ถึงแม้ว่าวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์ (ว.ส.ท.) จะได้บัญญัติศัพท์ขึ้นมาบ้างแล้วก็ตาม ผู้วิจัยได้ใช้ศัพท์บางคำแตกต่างออกไปบ้าง ดังนั้นผู้ที่สนใจในงานวิจัยนี้พึงตรวจสอบความหมายที่แท้จริงจากรากศัพท์ภาษาอังกฤษ ดังต่อไปนี้

amplitude	แอมป์ริจูด
bend	โค้ง
dimensionless variable	ตัวแปรไร้มิติ
boundary layer	ชั้นขอบเขต
downstream pipe	ด้านทางออกท่อ
energy balance	สมดุลพลังงาน
friction	ความเสียดทาน
friction coefficient	สัมประสิทธิ์ความเสียดทาน
fully developed temperature profile	รูปแบบของอุณหภูมิคงรูปแล้ว
fully developed velocity profile	รูปแบบของความเร็วคงรูปแล้ว
gradient	ความลาดเอียง
heater	เครื่องทำความร้อน
heat flux	ค่าความร้อนต่อหน่วยพื้นที่คงที่
heat transfer	การถ่ายเทความร้อน
heat transfer coefficient	สัมประสิทธิ์การพาความร้อน
laminar flow	การไหลแบบราบเรียบ
Nussult number	นัสเซลท์นัมเบอร์
oriffice meter	ออริฟิซมิเตอร์
pitch	พิท
Prandtl number	แพร์นเติลนัมเบอร์
pressure loss	ความดันลด

Reynold number	เรย์โนลด์นัมเบอร์
specific heat	ความร้อนจำเพาะ
temperature gradient	ความลาดเอียงของอุณหภูมิ
temperature profile	รูปแบบของอุณหภูมิ
thermal	ความร้อน
thermocouple	คู่ควบอุณหภูมิ
thermometer indicater	เครื่องวัดอุณหภูมิแบบดิจิตอล
turbulent flow	การไหลแบบปั่นป่วน
velocity profile	รูปแบบของความเร็ว
wall shear stress	ความเค้นเฉือนที่ผิว

## ภาคผนวก ข

### ตารางบันทึกผลการทดลองและการคำนวณ

ตารางบันทึกผลการทดลองและการคำนวณ เป็นการรวบรวมผลการทดลองทั้ง 48 การทดลอง ซึ่งประกอบด้วย

1. ผลการทดลองการถ่ายเทความร้อนและความเสียดทานในท่ออะลูมิเนียมชนิดหุ่่นที่วางตัวในแนวตรง ความยาว 1 เมตร 12 การทดลอง
2. ผลการทดลองการถ่ายเทความร้อนและความเสียดทานในท่ออะลูมิเนียมชนิดหุ่่นที่วางตัวในแนวตรง ความยาว 0.5 เมตร 12 การทดลอง
3. ผลการทดลองการถ่ายเทความร้อนและความเสียดทานในท่ออะลูมิเนียมชนิดหุ่่นที่วางตัวในแนวโค้ง  $90^\circ$  ความยาว 1 เมตร 12 การทดลอง
4. ผลการทดลองการถ่ายเทความร้อนและความเสียดทานในท่ออะลูมิเนียมชนิดหุ่่นที่วางตัวในแนวโค้ง  $90^\circ$  ความยาว 0.5 เมตร 12 การทดลอง

สัญลักษณ์เพื่อใช้อธิบายถึงข้อกำหนดต่างๆในการควบคุมของในแต่ละการทดลอง

เมื่อ A,B,C เป็นค่าคงที่

sA หมายถึง ท่อทดสอบวางตัวในแนวตรงยาว A เมตร

bA หมายถึง ท่อทดสอบวางตัวในแนวโค้ง  $90^\circ$  องศา ความยาว A เมตร

PB หมายถึง ท่อทดสอบมีระยะพิทที่ผิวท่อ B มิลลิเมตร

dTC หมายถึง ความแตกต่างของอากาศที่เข้าและออกท่อทดสอบมีค่า  $C^\circ\text{C}$

[H],[C] หมายถึง อากาศที่เข้าท่อทดสอบเป็นอากาศอุณหภูมิ  $31^\circ\text{C}$  และ  $16^\circ\text{C}$

ตามลำดับ

จากข้อมูลที่ได้จากการทดลองได้นำไปคำนวณเพื่อหาค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานและนัสเซิลท์นัมเบอร์ โดยตัวอย่างการคำนวณแสดงในภาคผนวก ง

ตารางที่ 1 ข ผลการทดลองและการคำนวณ การทดลองที่ s1P25dT2.5[C]

รูปแบบท่อ      รูปการวางท่อ      ∞      องศา       $\Delta T = 2.5[C]$        $T_m = 17.25^\circ C$   
 ลักษณะผิวท่อ (P/D)      0.238      (%การขยาดัว=98.425%)      L/D=9.524       $\mu/D=0.0214$

Pitch (m)	0.025	D(m)	0.105		
x (m)	1	2	3	4	5
	0.2	0.4	0.6	0.8	1
$A_1 (m^2)$	0.335				

Run No	H(mm.H <sub>2</sub> O)	m(kg/s)	h <sub>m</sub> (mm.H <sub>2</sub> O)	T <sub>m,i</sub>	T <sub>m,o</sub>	Pr	$\Delta T$	q(w)	Ts1	Ts2	Ts3	Ts4	Ts5	h <sub>m</sub>	Re	Nu	f
1	5.1	0.045	0.5	16.1	18.6	0.7122	2.500	113.09	30.4	31.3	32.0	32.6	32.9	23.708	30266.6	97.747	0.047
2	12.7	0.071	1.1	15.9	18.6	0.7123	2.700	193.11	30.9	31.6	32.6	33.0	33.9	38.747	47868.5	159.804	0.042
3	20.3	0.090	1.8	16.0	18.5	0.7123	2.500	226.18	31.6	32.2	33.4	33.9	34.7	43.136	60549.4	177.904	0.041
4	22.9	0.096	1.9	16.0	18.5	0.7123	2.500	239.90	32.0	32.8	34.0	34.3	34.9	44.494	64222.3	183.504	0.039
5	25.4	0.101	2.0	16.1	18.6	0.7122	2.500	252.88	32.3	33.5	34.2	34.9	35.4	45.878	67678.3	189.154	0.038
6	30.5	0.110	2.4	15.9	18.5	0.7123	2.600	288.09	32.9	34.1	34.6	35.3	36.0	50.240	74167.5	207.236	0.037
7	33.0	0.115	2.5	16.0	18.5	0.7123	2.500	288.32	33.6	35.0	35.0	35.7	36.5	48.483	77185.7	199.955	0.036
8	35.6	0.119	2.7	16.0	18.5	0.7123	2.500	299.21	33.7	35.2	35.4	36.1	37.0	49.692	80099.3	204.943	0.035
9	38.1	0.123	2.8	16.1	18.6	0.7122	2.500	309.71	34.3	35.7	35.7	36.5	37.4	50.475	82888.6	208.107	0.034
10	40.6	0.127	2.7	15.9	18.5	0.7123	2.600	332.66	34.4	35.9	36.3	37.0	38.0	52.676	85641.2	217.280	0.032
11	45.7	0.135	3.0	16.0	18.5	0.7123	2.500	339.27	34.9	36.1	36.8	37.8	38.2	52.606	90824.1	216.959	0.031
12	50.8	0.142	3.3	16.0	18.5	0.7123	2.500	357.62	35.3	36.5	37.4	38.1	38.8	54.161	95737.0	223.372	0.031
13	61.0	0.156	4.1	15.9	18.6	0.7123	2.700	423.09	35.7	36.9	37.9	38.7	38.6	63.042	104874.7	259.999	0.031
14	73.7	0.172	4.5	16.0	18.5	0.7123	2.500	430.63	36.1	37.3	38.6	39.0	39.0	62.734	115282.6	258.733	0.029
15	81.3	0.180	5.2	16.1	18.6	0.7122	2.500	452.36	36.5	37.6	38.5	39.4	39.4	65.314	121066.6	269.289	0.030

ตารางที่ 2 ข ผลการทดลองและการคำนวณ การทดลองที่ s1P15dT2.5[C]

รูปแบบท่อ      รูปการวางท่อ      ∞      ขงศก       $\Delta T = 2.5[C]$        $T_m = 17.25 \text{ } ^\circ C$   
 ลักษณะผิวท่อ(P/D)      0.143      (%การขยขตัว=59%)      L/D=9.524       $\mu/D=0.0976$

Pitch (m)	0.015	D(m)		0.105	
x (m)	1	2	3	4	5
	0.22	0.41	0.61	0.83	1
$A_s (m^2)$	0.558				

Run No	H(mm.H <sub>2</sub> O)	m(kg/s)	h <sub>w</sub> (mm.H <sub>2</sub> O)	T <sub>in,i</sub>	T <sub>in,o</sub>	Pr	$\Delta T$	q(w)	Ts1	Ts2	Ts3	Ts4	Ts5	h <sub>in</sub>	Re	Nu	f
1	5.1	0.045	1.5	16.1	18.6	0.7122	2.5	113.090	22.8	23.3	24.0	24.5	25.2	32.087	30266.6	132.294	0.141
2	12.7	0.071	3.4	16.0	18.5	0.7123	2.5	178.810	23.2	23.8	24.5	25.1	25.8	46.235	47868.5	190.686	0.125
3	20.3	0.090	5.2	15.9	18.5	0.7123	2.6	235.225	24.0	24.5	25.2	25.7	26.6	54.817	60557.5	226.113	0.120
4	22.9	0.096	5.8	16.0	18.5	0.7123	2.5	239.898	24.4	25.1	25.8	26.0	27.0	53.044	64222.3	218.768	0.119
5	25.4	0.101	6.4	16.0	18.5	0.7123	2.5	252.875	23.7	25.1	25.3	25.8	26.5	58.751	67696.3	242.305	0.117
6	30.5	0.110	7.6	16.0	18.5	0.7123	2.5	277.011	24.3	25.3	25.4	26.0	27.4	61.311	74157.6	252.861	0.117
7	33.0	0.115	8.1	16.0	18.5	0.7123	2.5	288.322	24.6	25.7	26.4	26.7	27.9	59.153	77185.7	243.960	0.116
8	35.6	0.119	8.7	16.0	18.6	0.7123	2.6	311.175	24.8	25.8	26.6	27.0	28.3	63.011	80088.7	259.834	0.115
9	38.1	0.123	9.3	16.0	18.6	0.7123	2.6	322.097	25.4	26.1	27.1	27.3	28.4	62.511	82899.7	257.773	0.114
10	40.6	0.127	9.9	16.0	18.6	0.7123	2.6	332.660	25.8	26.4	27.2	27.4	28.7	62.923	85618.4	259.471	0.114
11	45.7	0.135	11.0	16.0	18.6	0.7123	2.6	352.839	25.6	26.6	27.1	27.9	28.7	66.170	90812.0	272.860	0.113
12	50.8	0.142	12.1	15.9	18.5	0.7123	2.6	371.923	26.0	27.3	27.6	27.9	29.6	65.877	95749.8	271.734	0.112
13	61.0	0.156	14.3	15.9	18.5	0.7123	2.6	407.421	26.4	27.2	27.3	28.6	29.1	71.502	104888.6	294.937	0.110
14	73.7	0.172	17.0	15.9	18.5	0.7123	2.6	447.854	25.9	27.0	27.4	28.0	29.2	80.562	115298.0	332.309	0.109
15	81.3	0.180	18.7	16.0	18.6	0.7123	2.6	470.452	26.0	27.1	27.7	28.7	29.4	83.106	121082.7	342.698	0.108

ตารางที่ 3 ผลการทดลองและการคำนวณ การทดลองที่ s1P10dT2.5[C]

รูปแบบท่อ      มุมการวางท่อ      ∞ องศา      ΔT = 2.5[C]      T<sub>m</sub> = 17.25 °C  
 ลักษณะผิวท่อ (P/D)      0.143      (%การขยาดตัว=39.37%)      L/D=9.524      a/D=0.111

Pitch (m)	0.01	D(m)	0.105		
x (m)	1	2	3	4	5
	0.23	0.41	0.62	0.81	1
A <sub>1</sub> (m <sup>2</sup> )	0.838				

Run No	H(mm.H <sub>2</sub> O)	m(kg/s)	h <sub>a</sub> (mm H <sub>2</sub> O)	T <sub>m,i</sub>	T <sub>m,o</sub>	Pr	ΔT	q(w)	Ts1	Ts2	Ts3	Ts4	Ts5	h <sub>m</sub>	Re	Nu	f
1	5.1	0.045	2.9	16.0	18.4	0.7123	2.4	108.565	20.0	20.5	20.7	21.0	22.4	38.116	30278.7	157.222	0.268
2	12.7	0.071	6.7	16.0	18.5	0.7123	2.5	178.810	20.6	20.7	21.0	21.7	22.7	56.362	47868.5	232.450	0.249
3	20.3	0.090	10.4	16.0	18.4	0.7123	2.4	217.130	21.0	21.1	21.5	22.1	23.5	59.909	60557.5	247.119	0.240
4	22.9	0.096	11.6	15.9	18.5	0.7123	2.6	249.493	21.4	21.3	21.7	22.5	23.8	64.524	64230.9	266.153	0.238
5	25.4	0.101	12.8	16.0	18.5	0.7123	2.5	252.875	21.8	21.8	22.0	22.7	24.2	61.220	67696.3	252.485	0.236
6	30.5	0.110	15.1	15.9	18.6	0.7123	2.7	299.171	22.2	22.3	22.3	23.0	24.0	69.361	74157.6	286.061	0.233
7	33.0	0.115	16.3	15.9	18.5	0.7123	2.6	299.854	22.3	22.3	22.5	23.3	24.2	65.237	77195.9	269.094	0.231
8	35.6	0.119	17.4	15.9	18.5	0.7123	2.6	311.173	22.5	22.7	22.9	23.7	24.6	64.223	80110.0	264.913	0.230
9	38.1	0.123	18.5	15.9	18.5	0.7123	2.6	322.095	22.4	22.4	22.7	23.5	24.2	69.543	82921.7	286.858	0.229
10	40.6	0.127	19.7	16.0	18.6	0.7123	2.6	332.660	22.0	22.2	22.5	22.9	24.2	76.946	85618.4	317.294	0.228
11	45.7	0.135	21.9	16.0	18.6	0.7123	2.6	352.839	22.3	22.8	23.2	23.6	24.3	74.758	90812.0	308.273	0.226
12	50.8	0.142	24.2	16.0	18.5	0.7123	2.5	357.619	22.6	22.8	23.1	23.6	23.8	75.678	95737.0	312.113	0.224
13	61.0	0.156	28.6	16.0	18.6	0.7123	2.6	407.423	22.3	22.8	23.3	23.8	24.3	85.465	104860.7	352.424	0.221
14	73.7	0.172	34.0	15.9	18.5	0.7123	2.6	447.854	22.3	23.0	23.6	24.0	24.6	89.430	115298.0	368.887	0.217
15	81.3	0.180	37.3	15.9	18.5	0.7123	2.6	470.449	22.7	22.5	23.5	23.8	24.6	94.664	121115.0	390.477	0.216



ตารางที่ 4ข ผลการทดลองและการคำนวณ การทดลองที่ s1P25dT5[C]

รูปแบบท่อ      ทูมการวางท่อ      ∞    องศา      ΔT = 5[C]      T<sub>in</sub> = 18.5 °C  
 ลักษณะผิวท่อ(P/D)      0.238    (%การขยาดัว=98.425%)      L/D=9.524    s/D=0.0214

Pitch (m)	0.025	D(m)	0.105		
x (m)	1	2	3	4	5
	0.2	0.4	0.6	0.8	1
A <sub>c</sub> (m <sup>2</sup> )	0.335				

Run No	H(mm.H <sub>2</sub> O)	m(kg/s)	h <sub>v</sub> (mm.H <sub>2</sub> O)	T <sub>m,i</sub>	T <sub>m,o</sub>	Pr	Δ T	q(w)	Ts1	Ts2	Ts3	Ts4	Ts5	h <sub>in</sub>	Re	Nu	f
1	5.1	0.015	0.5	15.9	21.1	0.7120	5.2	235.244	48.9	50.6	52.0	52.7	53.1	21.645	30174.3	88.930	0.047
2	12.7	0.071	1.1	15.9	21.2	0.7120	5.3	379.108	49.7	51.5	52.8	54.1	54.6	33.818	47703.5	138.925	0.042
3	20.3	0.090	1.8	16.0	21.1	0.7120	5.1	461.442	50.6	52.1	53.1	54.7	55.3	40.388	60340.7	165.914	0.041
4	22.9	0.096	1.9	16.0	21.0	0.7120	5.0	479.835	50.7	52.4	53.5	55.2	55.9	41.468	64009.4	170.376	0.039
5	25.4	0.101	2.0	15.9	21.1	0.7120	5.2	526.022	51.9	53.1	54.6	55.7	56.9	44.324	67471.9	182.111	0.037
6	30.5	0.110	2.4	16.0	21.1	0.7120	5.1	565.149	52.2	53.9	55.6	56.5	57.9	46.655	73901.9	191.657	0.037
7	33.0	0.115	2.5	16.0	21.1	0.7120	5.1	588.225	53.0	54.4	56.2	57.3	58.2	47.510	76919.6	195.173	0.036
8	35.6	0.119	2.7	16.0	21.1	0.7120	5.1	610.430	53.5	54.9	56.8	57.3	58.5	49.057	79823.2	201.527	0.035
9	38.1	0.123	2.8	16.0	21.0	0.7120	5.0	619.464	54.1	55.3	56.9	57.9	58.6	49.223	82635.8	202.240	0.034
10	40.6	0.127	2.7	15.9	21.0	0.7120	5.1	652.573	54.6	56.0	57.0	58.1	59.2	51.224	85357.2	210.493	0.032
11	45.7	0.135	3.0	16.0	21.1	0.7120	5.1	692.163	55.2	56.0	57.0	58.7	60.0	53.911	90511.0	221.465	0.031
12	50.8	0.142	3.3	15.9	21.0	0.7120	5.1	729.599	55.6	56.6	58.0	59.3	60.7	55.722	95432.3	228.973	0.030
13	61.0	0.156	4.1	16.0	21.0	0.7120	5.0	783.567	55.7	57.0	59.2	59.7	61.3	59.097	104527.0	242.805	0.031
14	73.7	0.172	4.5	15.9	21.1	0.7120	5.2	895.783	57.2	58.0	59.9	60.7	61.7	66.044	114900.4	271.351	0.029
15	81.3	0.180	5.2	15.9	21.1	0.7120	5.2	940.976	57.7	58.5	59.9	60.1	62.0	69.138	120697.3	284.060	0.030

ตารางที่ 5 ผลการทดลองและการคำนวณ การทดลองที่ s1P15dT5[C]

รูปแบบท่อ      มุมการวางท่อ      ∞ องศา      ΔT = 5C[C]      T<sub>m</sub> = 18.5 °C  
 ลักษณะผิวท่อ(P/D)      0.143      (%การขูดตัว=59%)      L/D=9.524      a/D=0.0976

Pitch (m)	0.015		D(m)	0.105	
x (m)	1	2	3	4	5
	0.22	0.41	0.61	0.83	1
A <sub>s</sub> (m <sup>2</sup> )	0.558				

Run No	H(mm.H <sub>2</sub> O)	m(kg/s)	h <sub>a</sub> (mm.H <sub>2</sub> O)	T <sub>m,i</sub>	T <sub>m,o</sub>	Pr	Δ T	q(w)	Ts1	Ts2	Ts3	Ts4	Ts5	h <sub>a</sub>	Re	Nu	f
1	5.1	0.045	1.5	16.0	21.0	0.7120	5.0	226.196	30.9	32.2	33.3	34.6	35.6	28.468	30174.3	116.964	0.140
2	12.7	0.071	3.4	16.0	21.1	0.7120	5.1	364.802	31.8	32.8	34.0	35.4	36.5	43.639	47703.5	179.270	0.123
3	20.3	0.090	5.2	16.0	21.1	0.7120	5.1	461.442	33.3	34.5	35.5	36.6	37.6	50.565	60340.7	207.719	0.120
4	22.9	0.096	5.8	16.1	21.0	0.7120	4.9	470.240	34.0	34.9	36.1	37.2	38.3	49.633	64001.0	203.891	0.118
5	25.4	0.101	6.5	16.0	21.0	0.7120	5.0	505.790	34.2	35.5	36.4	37.3	38.4	52.398	67471.9	215.282	0.119
6	30.5	0.110	7.5	15.9	21.0	0.7120	5.1	565.145	34.6	36.0	37.0	37.8	38.8	56.835	73921.5	233.550	0.116
7	33.0	0.115	8.1	16.0	20.9	0.7120	4.9	565.154	34.9	36.3	37.4	38.3	39.3	55.166	76939.9	226.690	0.115
8	35.6	0.119	8.7	16.0	21.0	0.7120	5.0	598.459	35.2	36.4	37.6	38.4	39.2	58.626	79833.8	240.873	0.115
9	38.1	0.123	9.3	16.0	21.0	0.7120	5.0	619.464	35.4	36.7	37.7	38.5	39.2	60.230	82635.8	247.460	0.114
10	40.6	0.127	9.9	16.0	20.9	0.7120	4.9	626.982	35.9	37.1	37.9	38.7	39.3	59.832	85357.2	245.863	0.113
11	45.7	0.135	11.0	16.0	21.0	0.7120	5.0	678.589	35.9	37.2	37.9	38.9	39.8	64.411	90523.0	264.642	0.112
12	50.8	0.142	12.1	15.9	20.9	0.7120	5.0	715.291	36.2	36.7	38.1	38.6	40.1	67.562	95444.9	277.670	0.111
13	61.0	0.156	14.3	16.1	21.0	0.7120	4.9	767.898	36.1	37.1	38.0	38.8	39.9	72.888	104513.1	299.422	0.110
14	73.7	0.172	17.0	16.0	21.0	0.7120	5.0	861.330	36.8	37.6	38.1	39.0	41.0	79.515	114900.4	326.696	0.108
15	81.3	0.180	18.8	16.0	21.0	0.7120	5.0	904.785	37.2	37.9	38.7	39.8	41.4	81.369	120697.3	334.316	0.108

ตารางที่ 6 ผลการทดลองและการคำนวณ การทดลองที่ s1P10dT5[C]

รูปแบบท่อ      มุมการวางท่อ      ∞ องศา       $\Delta T = 5C[C]$        $T_{in} = 33.5\text{ }^{\circ}C$   
 ลักษณะผิวท่อ(P/D)      0.095      (%การขยาด) = 39.37%      L/D = 9.524      a/D = 0.111

Pitch (m)	0.01	D(m)	0.105		
x (m)	1	2	3	4	5
	0.23	0.41	0.62	0.81	1
$A_c (m^2)$	0.838				

Run No	H(mm.H <sub>2</sub> O)	m(kg/s)	h <sub>v</sub> (mm.H <sub>2</sub> O)	T <sub>m,i</sub>	T <sub>m,o</sub>	Pr	$\Delta T$	q(w)	Ts1	Ts2	Ts3	Ts4	Ts5	h <sub>m</sub>	Re	Nu	f
1	5.1	0.045	2.9	16.1	21.0	0.7120	4.9	221.673	23.0	24.4	25.8	27.0	28.1	40.791	30170.3	167.568	0.269
2	12.7	0.071	6.7	16.0	21.1	0.7120	5.1	364.802	23.8	25.7	26.9	27.8	29.0	58.497	47703.5	240.303	0.248
3	20.3	0.090	10.4	16.0	20.9	0.7120	4.9	443.343	24.8	26.5	27.7	28.6	29.6	63.122	60356.7	259.385	0.240
4	22.9	0.096	11.6	16.0	20.9	0.7120	4.9	470.236	25.1	27.0	28.4	28.9	29.8	63.948	64017.9	262.779	0.237
5	25.4	0.101	12.8	15.9	21.0	0.7120	5.1	515.904	25.8	27.4	29.0	29.7	30.0	66.129	67480.8	271.741	0.235
6	30.5	0.110	15.1	15.9	21.0	0.7120	5.1	565.145	26.3	27.7	29.1	30.3	30.6	69.272	73921.5	284.655	0.232
7	33.0	0.115	16.3	16.0	20.9	0.7120	4.9	565.154	26.9	28.3	29.7	30.6	31.3	64.335	76939.9	264.370	0.230
8	35.6	0.119	17.4	16.0	21.0	0.7120	5	598.459	27.2	28.4	29.8	30.7	31.2	68.848	79833.8	282.869	0.229
9	38.1	0.123	18.5	16.0	21.0	0.7120	5	619.464	27.4	28.6	29.8	31.0	31.7	69.685	82635.8	286.309	0.228
10	40.6	0.127	19.7	16.0	20.9	0.7120	4.9	626.982	28.0	29.1	30.2	31.3	32.4	66.976	85357.2	275.222	0.227
11	45.7	0.135	22.0	16.0	21.0	0.7120	5	678.589	28.1	29.1	30.4	31.5	32.5	72.090	90523.0	296.191	0.225
12	50.8	0.142	24.2	15.9	21.0	0.7120	5.1	729.599	28.5	29.4	30.5	31.8	32.3	75.967	95432.3	312.166	0.223
13	61.0	0.156	28.7	16.0	21.1	0.7120	5.1	799.241	28.3	29.4	30.6	31.6	32.8	83.723	104513.1	343.935	0.220
14	73.7	0.172	34.0	16.0	21.1	0.7120	5.1	878.559	28.4	29.3	30.5	31.7	32.9	91.863	114885.2	377.374	0.216
15	81.3	0.180	37.6	16.0	21.1	0.7120	5.1	922.884	28.0	29.4	30.6	31.8	33.0	96.693	120681.3	397.214	0.216

ตารางที่ 7 ข ผลการทดลองและการคำนวณ การทดลองที่ s1P25dT2.5[H]

รูปแบบท่อ      วนการวางท่อ      ∞      ยงศา       $\Delta T = 2.5C[H]$        $T_m = 32.25 \text{ } ^\circ C$   
 ลักษณะผิวท่อ(P/D)      0.238      (%การขยาดตัว=98.425%)       $L/D=9.524$        $a/D=0.0214$

Pitch (m)	0.025	D(m)	0.105		
x (m)	1	2	3	4	5
	0.2	0.4	0.6	0.8	1
$A_1 (m^2)$	0.335				

Run No	H(mm.H <sub>2</sub> O)	m(kg/s)	h <sub>e</sub> (mm.H <sub>2</sub> O)	T <sub>m,i</sub>	T <sub>m,o</sub>	Pr	$\Delta T$	q(w)	Ts1	Ts2	Ts3	Ts4	Ts5	h <sub>a</sub>	Re	Nu	f
1	5.1	0.045	0.5	31.1	33.5	0.7097	2.4	108.683	46.9	47.8	48.7	48.7	49.3	20.613	29125.0	81.332	0.045
2	12.7	0.071	1.1	31.0	33.6	0.7097	2.6	186.164	47.2	48.3	49.2	49.3	50.0	34.224	46050.7	135.037	0.040
3	20.3	0.090	1.8	30.9	33.5	0.7097	2.6	235.479	48.0	48.9	49.3	50.2	50.7	41.444	58264.5	163.574	0.039
4	22.9	0.096	1.9	30.9	33.5	0.7097	2.6	249.761	48.3	49.2	49.9	50.7	51.2	42.852	61798.8	169.130	0.037
5	25.4	0.101	2.0	30.9	33.5	0.7097	2.6	263.274	48.9	49.7	50.6	51.2	51.7	43.759	65141.7	172.711	0.036
6	30.5	0.110	2.4	31.1	33.5	0.7097	2.4	266.219	49.0	50.2	51.0	51.7	52.2	43.492	71341.4	171.609	0.035
7	33.0	0.115	2.5	31.0	33.6	0.7097	2.6	300.180	50.4	51.5	52.0	52.9	53.3	45.814	74254.5	180.770	0.034
8	35.6	0.119	2.7	31.0	33.6	0.7097	2.6	311.512	50.6	51.9	52.3	53.3	53.5	47.065	77057.5	185.705	0.033
9	38.1	0.123	2.8	30.9	33.6	0.7097	2.7	334.846	50.9	52.2	52.5	53.7	53.7	49.784	79772.0	196.462	0.033
10	40.6	0.127	2.7	31.0	33.6	0.7097	2.6	333.020	51.2	52.4	52.9	54.0	54.0	48.880	82378.0	192.868	0.030
11	45.7	0.135	3.0	31.0	33.6	0.7097	2.6	353.221	51.5	53.0	53.7	54.6	55.0	50.232	87375.0	198.202	0.030
12	50.8	0.142	3.3	31.0	33.6	0.7097	2.6	372.328	52.8	53.7	55.0	55.7	56.4	50.178	92101.4	197.989	0.029
13	61.0	0.156	4.1	30.9	33.5	0.7097	2.6	407.862	53.2	54.2	55.1	56.0	56.9	53.845	100917.1	212.518	0.030
14	73.7	0.172	4.5	30.9	33.5	0.7097	2.6	448.339	54.0	54.8	55.4	56.7	57.8	57.516	110932.3	227.009	0.027
15	81.3	0.180	5.2	30.9	33.5	0.7097	2.6	470.959	54.3	55.4	56.0	57.3	57.6	59.432	116529.0	234.569	0.029

ตารางที่ 8 ข ผลการทดลองและการคำนวณ การทดลองที่ s1P15dT2.5[H]

รูปแบบท่อ      วนกรวางท่อ      ∞ องศา      ΔT=2.5C[11]      T<sub>in</sub>=32.25 °C  
 ลักษณะผิวท่อ(P/D)      0.143      (%การขยตัว=59%)      L/D=9.521      s/D=0.0976

Pitch (m)	0.015		D(m)	0.105	
x (m)	1	2	3	4	5
	0.22	0.41	0.61	0.83	1
A <sub>s</sub> (m <sup>2</sup> )	0.558				

Run No	H(mm H <sub>2</sub> O)	m(kg/s)	h <sub>c</sub> (mm H <sub>2</sub> O)	T <sub>m,i</sub>	T <sub>m,o</sub>	Pr	ΔT	q(w)	Ts1	Ts2	Ts3	Ts4	Ts5	h <sub>in</sub>	Re	Nu	f
1	5.1	0.045	1.5	31.1	33.6	0.7097	2.5	113.212	39.1	39.8	40.2	40.8	41.7	26.461	29121.4	104.392	0.134
2	12.7	0.071	3.4	31.0	33.6	0.7097	2.6	186.161	39.4	40.2	40.9	41.7	42.0	40.506	46050.7	159.825	0.119
3	20.3	0.090	5.2	31.1	33.5	0.7097	2.4	217.367	39.7	40.4	41.2	41.9	42.6	45.507	58250.0	179.560	0.114
4	22.9	0.096	5.8	31.0	33.5	0.7097	2.5	240.158	40.0	40.8	41.6	42.0	42.9	48.362	61791.2	190.850	0.113
5	25.4	0.101	6.4	30.9	33.5	0.7097	2.6	263.274	40.0	40.8	41.6	42.2	42.8	52.772	65141.7	208.283	0.112
6	30.5	0.110	7.6	30.9	33.5	0.7097	2.6	288.402	40.3	41.2	41.7	42.5	43.3	55.886	71359.1	220.574	0.112
7	33.0	0.115	8.1	30.9	33.5	0.7097	2.6	300.178	40.6	41.6	42.1	42.9	43.7	55.412	74273.0	218.702	0.110
8	35.6	0.119	8.7	30.9	33.5	0.7097	2.6	311.510	40.8	41.9	42.2	43.1	43.8	56.817	77076.7	224.250	0.109
9	38.1	0.123	9.1	31.0	33.5	0.7097	2.5	310.043	41.0	42.3	42.4	43.4	44.1	55.188	79772.0	217.790	0.107
10	40.6	0.127	9.8	30.9	33.5	0.7097	2.6	333.018	41.3	42.5	42.8	43.5	44.4	57.548	82398.4	227.134	0.108
11	45.7	0.135	10.9	31.0	33.5	0.7097	2.5	339.635	41.4	42.8	42.9	43.7	44.4	58.126	87385.9	229.382	0.107
12	50.8	0.142	12.1	31.0	33.6	0.7097	2.6	372.328	41.9	42.8	43.0	43.8	44.7	62.816	92101.4	247.855	0.106
13	61.0	0.156	14.2	31.0	33.6	0.7097	2.6	407.865	42.1	42.8	42.9	44.0	44.9	68.200	100892.0	269.099	0.104
14	73.7	0.172	17.0	30.9	33.6	0.7097	2.7	465.584	42.8	43.4	43.9	44.9	45.8	71.993	110918.5	284.106	0.103
15	81.3	0.180	18.8	31.0	33.6	0.7097	2.6	470.961	42.7	43.3	43.5	44.2	44.8	75.991	116500.1	299.840	0.103

ตารางที่ 9 ข ผลการทดลองและการคำนวณ การทดลองที่ s1P10dT2.5[H]

รูปแบบท่อ      รูปกรวยวงท่อ      ∞      ยงศก       $\Delta T = 2.5C[H]$        $T_{in} = 32.25^{\circ}C$   
 ลักษณะผิวท่อ(P/D)      0.095      (%การขยต้ว=39.37%)      L/D=9.524      a/D=0.111

Pitch (m)	0.01	D(m)	0.105		
x (m)	1	2	3	4	5
	0.23	0.41	0.62	0.81	1
$A_1 (m^2)$	0.838				

Run No	H(mm.H <sub>2</sub> O)	m(kg/s)	h <sub>s</sub> (mm.H <sub>2</sub> O)	T <sub>m,i</sub>	T <sub>m,o</sub>	Pr	ΔT	q(w)	Ts1	Ts2	Ts3	Ts4	Ts5	h <sub>sa</sub>	Re	Nu	f
1	5.1	0.045	3.0	31.1	33.5	0.7097	2.4	108.683	33.9	35.4	36.1	36.3	37.1	42.186	29125.0	166.457	0.268
2	12.7	0.071	6.9	31.1	33.5	0.7097	2.4	171.844	34.6	36.1	36.9	37.6	38.0	52.320	46050.7	206.440	0.241
3	20.3	0.090	10.7	31.0	33.4	0.7097	2.4	217.366	35.0	36.5	37.4	38.2	38.8	57.232	58264.5	225.888	0.234
4	22.9	0.096	11.9	31.0	33.5	0.7097	2.5	240.158	35.0	36.9	37.6	38.6	39.0	61.572	61791.2	242.981	0.233
5	25.4	0.101	13.2	30.9	33.5	0.7097	2.6	263.274	35.5	37.2	37.7	38.6	39.2	62.944	65141.7	248.429	0.232
6	30.5	0.110	16.0	30.9	33.5	0.7097	2.6	288.402	35.7	37.5	38.1	38.9	39.4	65.332	71359.1	257.855	0.234
7	33.0	0.115	17.5	31.0	33.4	0.7097	2.4	277.088	35.6	37.3	38.2	39.0	39.5	62.517	74273.0	246.744	0.237
8	35.6	0.119	18.3	31.0	33.4	0.7097	2.4	287.548	35.8	37.5	38.3	39.0	39.6	63.360	77076.7	250.075	0.229
9	38.1	0.123	19.8	30.9	33.5	0.7097	2.6	322.443	35.7	37.2	38.2	39.1	39.9	72.222	79781.9	285.051	0.232
10	40.6	0.127	20.3	30.9	33.6	0.7097	2.7	345.827	36.2	37.9	38.3	39.0	40.0	73.526	82388.2	290.155	0.223
11	45.7	0.135	22.4	31.0	33.6	0.7097	2.6	353.221	36.2	37.7	38.5	39.2	40.0	75.120	87375.0	296.404	0.218
12	50.8	0.142	25.7	30.9	33.6	0.7097	2.7	386.647	36.5	37.9	38.6	39.4	40.4	78.340	92112.8	309.151	0.225
13	61.0	0.156	29.7	30.9	33.6	0.7097	2.7	423.550	36.6	37.8	38.8	39.4	40.6	84.709	100904.5	334.289	0.217
14	73.7	0.172	35.1	31.0	33.6	0.7097	2.6	448.342	36.8	38.0	39.0	39.8	40.4	87.934	110904.7	346.965	0.212
15	81.3	0.180	38.4	30.9	33.6	0.7097	2.7	489.074	36.7	38.3	39.1	39.9	40.5	93.828	116514.5	370.274	0.210

ตารางที่ 10 ผลการทดลองและการคำนวณ การทดลองที่ s1P25dT5[H]

รูปแบบท่อ      ทูบการวางท่อ      ∞      องศา       $\Delta T = 5C[III]$        $T_m = 33.5^{\circ}C$   
 ลักษณะหัวท่อ(P/D)      0.238      (%การขยายตัว-98.425%)      L/D=9.524      a/D=0.0214

Pitch (m)	0.025	D(m)	0.105		
x (m)	1	2	3	4	5
	0.2	0.4	0.6	0.8	1
$A_s (m^2)$	0.335				

Run No	H(mm.H <sub>2</sub> O)	m(kg/s)	h <sub>w</sub> (mm.H <sub>2</sub> O)	T <sub>m,i</sub>	T <sub>m,o</sub>	Pr	$\Delta T$	q(w)	Ts1	Ts2	Ts3	Ts4	Ts5	h <sub>m</sub>	Re	Nu	f
1	5.1	0.045	0.5	31.0	36.0	0.7095	5.0	226.440	62.4	64.9	66.1	67.1	68.3	21.288	29038.6	83.712	0.044
2	12.7	0.071	1.1	30.9	36.1	0.7095	5.2	372.354	63.3	65.8	66.6	68.0	68.8	34.224	45914.1	134.580	0.040
3	20.3	0.090	1.8	30.9	36.1	0.7095	5.2	470.994	63.8	65.8	67.4	69.0	70.0	42.387	58077.2	166.680	0.039
4	22.9	0.096	1.9	31.0	35.9	0.7095	4.9	470.743	64.7	67.1	68.3	69.6	70.6	41.193	61607.8	162.011	0.037
5	25.4	0.101	2.0	31.0	36.0	0.7095	5.0	506.334	64.9	67.6	68.8	70.4	71.0	43.777	64932.3	172.146	0.036
6	30.5	0.110	2.4	30.9	36.0	0.7095	5.1	565.753	65.4	68.5	69.8	71.3	71.7	47.760	71138.5	187.837	0.035
7	33.0	0.115	2.5	31.0	36.1	0.7095	5.1	588.858	66.3	69.1	70.7	72.0	72.3	48.555	74025.0	190.910	0.034
8	35.6	0.119	2.7	31.1	36.0	0.7095	4.9	587.122	68.3	70.6	71.8	73.5	73.5	46.743	76819.4	183.784	0.033
9	38.1	0.123	2.8	31.1	36.1	0.7095	5.0	620.134	69.1	71.3	72.1	74.2	74.2	48.615	79505.8	191.119	0.033
10	40.6	0.127	2.7	31.0	36.1	0.7095	5.1	653.279	70.4	72.4	73.5	75.4	75.6	49.495	82123.4	194.604	0.030
11	45.7	0.135	3.0	31.0	36.1	0.7095	5.1	692.907	71.0	73.2	74.5	74.8	75.4	52.071	87105.0	204.733	0.030
12	50.8	0.142	3.3	31.0	36.1	0.7095	5.1	730.388	72.3	74.5	75.7	76.0	76.7	53.198	91816.8	209.166	0.029
13	61.0	0.156	4.1	31.0	36.1	0.7095	5.1	800.100	73.2	75.1	75.7	76.4	78.0	57.375	100580.2	225.586	0.030
14	73.7	0.172	4.5	31.0	36.0	0.7095	5.0	862.256	73.7	75.6	76.2	77.2	78.7	60.867	110575.7	239.351	0.027
15	81.3	0.180	5.2	30.9	36.0	0.7095	5.1	923.871	73.4	75.9	76.9	77.5	79.0	64.764	116168.7	254.713	0.029

ตารางที่ 11 ข ผลการทดลองและการคำนวณ การทดลองที่ s1P15dT5[H]

รูปแบบท่อ รุนการวางท่อ  $\infty$  องศา  $\Delta T = 5C(H)$   $T_{in} = 33.5^{\circ}C$   
 ลักษณะผิวท่อ(P/D) 0.143 (%การขยาดัว=59%)  $L/D=9.524$   $a/D=0.0976$

Pitch (m)	0.015		D(m)	0.105	
	1	2	3	4	5
x (m)	0.22	0.41	0.61	0.83	1
$A_1 (m^2)$	0.558				

Run No	H(mm H <sub>2</sub> O)	m(kg/s)	$h_w$ (mm H <sub>2</sub> O)	$T_{m,i}$	$T_{m,o}$	Pr	$\Delta T$	q(w)	Ts1	Ts2	Ts3	Ts4	Ts5	$h_{in}$	Re	Nu	f
1	5.1	0.045	1.5	31.0	36.0	0.7095	5.0	226.440	45.6	47.3	48.3	49.3	50.0	29.003	29038.6	114.052	0.133
2	12.7	0.071	3.4	31.0	36.0	0.7095	5.0	358.032	46.1	47.9	49.3	49.9	50.8	43.611	45914.1	171.494	0.118
3	20.3	0.090	5.2	31.0	36.0	0.7095	5.0	452.879	47.2	48.9	50.1	50.8	52.1	51.603	58077.2	202.922	0.114
4	22.9	0.096	5.8	31.0	36.1	0.7095	5.1	489.959	47.8	49.3	51.1	51.4	52.8	53.792	61592.6	211.502	0.112
5	25.4	0.101	6.4	31.0	36.0	0.7095	5.0	506.334	48.3	50.1	51.3	51.8	53.3	53.817	64932.3	211.627	0.111
6	30.5	0.110	7.5	31.0	35.9	0.7095	4.9	543.567	48.5	50.4	51.5	52.5	53.9	56.265	71138.5	221.285	0.109
7	33.0	0.115	8.1	31.1	36.0	0.7095	4.9	565.765	49.3	51.5	52.6	53.5	54.7	55.402	74025.0	217.832	0.109
8	35.6	0.119	8.7	31.0	36.0	0.7095	5.0	599.103	49.6	52.2	53.0	54.0	55.6	57.276	76828.9	225.232	0.109
9	38.1	0.123	9.3	31.1	36.0	0.7095	4.9	607.730	49.9	52.1	53.0	54.2	55.8	57.826	79515.7	227.363	0.108
10	40.6	0.127	9.9	31.0	36.0	0.7095	5.0	640.468	50.3	52.5	53.3	54.9	55.0	60.017	82133.6	236.008	0.108
11	45.7	0.135	11.0	30.9	36.0	0.7095	5.1	692.903	50.7	52.9	53.2	54.4	55.6	64.315	87126.5	252.944	0.107
12	50.8	0.142	12.1	31.0	35.9	0.7095	4.9	701.742	51.0	53.3	53.5	55.4	56.4	63.271	91839.4	248.842	0.106
13	61.0	0.156	14.3	31.0	36.1	0.7095	5.1	800.100	51.3	52.6	53.9	55.7	57.1	71.865	100580.2	282.558	0.104
14	73.7	0.172	17.3	31.0	36.1	0.7095	5.1	879.504	51.7	53.3	54.2	56.0	57.6	77.317	110562.0	303.998	0.104
15	81.3	0.180	18.8	31.0	36.1	0.7095	5.1	923.876	51.9	53.6	54.8	56.0	57.5	80.386	116140.0	316.064	0.103



ตารางที่ 12 ผลการทดลองและการคำนวณ การทดลองที่ s1P10dT5[H]

รูปแบบท่อ      รวบรวมวางท่อ      ∞ องศา      ΔT=5C[H]      T<sub>in</sub>=33.5 °C  
 ลักษณะผิวท่อ(P/D)      0.095      (%การขยาดตัว=39.37%)      L/D=9.524      a/D=0.111

Pitch (m)	0.01	D(m)	0.105		
x (m)	1	2	3	4	5
	0.23	0.41	0.62	0.81	1
A <sub>s</sub> (m <sup>2</sup> )	0.838				

Run No	H(mm.H <sub>2</sub> O)	m(kg/s)	h <sub>s</sub> (mm.H <sub>2</sub> O)	T <sub>in,i</sub>	T <sub>in,o</sub>	Pr	ΔT	q(w)	Ts1	Ts2	Ts3	Ts4	Ts5	h <sub>m</sub>	Re	Nu	f
1	5.1	0.045	3.0	31.0	36.0	0.7095	5.0	226.440	38.0	39.4	40.6	41.4	42.5	43.012	29038.6	169.140	0.267
2	12.7	0.071	7.4	31.1	36.0	0.7095	4.9	350.873	39.9	41.0	42.1	42.9	43.9	53.393	45908.4	209.930	0.258
3	20.3	0.090	10.9	31.0	35.9	0.7095	4.9	443.820	40.6	42.0	42.9	43.9	45.0	59.876	58084.4	235.488	0.239
4	22.9	0.096	12.4	30.9	36.0	0.7095	5.1	489.957	41.0	42.5	43.6	44.9	45.6	61.854	61607.8	213.267	0.242
5	25.4	0.101	13.2	30.9	36.1	0.7095	5.2	526.588	41.1	42.8	43.8	44.6	45.7	66.313	64932.3	260.767	0.231
6	30.5	0.110	16.0	31.0	35.9	0.7095	4.9	543.567	41.8	43.5	44.2	44.9	46.0	64.592	71138.5	254.035	0.233
7	33.0	0.115	17.8	31.0	36.0	0.7095	5.0	577.310	42.5	43.9	45.0	45.4	46.0	64.634	74034.2	254.165	0.239
8	35.6	0.119	18.0	30.9	36.0	0.7095	5.1	611.083	42.8	44.2	45.0	45.7	46.5	67.551	76838.4	265.674	0.225
9	38.1	0.123	19.6	31.0	35.9	0.7095	4.9	607.726	43.3	44.6	45.0	45.8	46.8	65.470	79535.3	257.488	0.228
10	40.6	0.127	20.3	30.9	36.0	0.7095	5.1	653.275	43.2	44.6	45.4	46.3	47.0	69.274	82143.7	272.448	0.222
11	45.7	0.135	23.6	30.9	36.1	0.7095	5.2	706.492	43.5	44.7	46.0	46.7	47.4	72.941	87115.8	286.832	0.229
12	50.8	0.142	25.9	31.0	36.1	0.7095	5.1	730.388	43.5	45.3	46.0	46.8	48.0	74.143	91816.8	291.517	0.226
13	61.0	0.156	30.0	31.0	36.0	0.7095	5.0	784.410	43.0	44.9	45.7	46.5	47.2	82.448	100592.6	324.216	0.218
14	73.7	0.172	36.8	31.1	36.1	0.7095	5.0	862.261	43.5	45.1	46.1	47.1	48.5	86.850	110548.4	341.430	0.222
15	81.3	0.180	38.9	31.0	36.1	0.7095	5.1	923.876	43.6	45.3	46.1	47.8	49.0	90.642	116140.0	356.388	0.212

ตารางที่ 13 ผลการทดลองและการคำนวณ การทดลองที่ s0.5P25dT2.5[C]

รูปแนวท่อ      มุมการวางท่อ      ∞ องศา      ΔT=2.5 C[C]      T<sub>in</sub> =17.25 °C  
 ลักษณะผิวท่อ(P/D)      0.238      (%การขยาดตัว=98.425%)      L/D=4.762      s/D=0.0214

Pitch (m)	0.025	D(m)	0.105		
x (m)	1	2	3	4	5
	0.04	0.14	0.24	0.34	0.5
A <sub>s</sub> (m <sup>2</sup> )	0.168				

Run No	H(mm.H <sub>2</sub> O)	m(kg/s)	h <sub>v</sub> (mm.H <sub>2</sub> O)	T <sub>m,i</sub>	T <sub>m,o</sub>	Pr	Δ T	q(w)	Ts1	Ts2	Ts3	Ts4	Ts5	h <sub>in</sub>	Re	Nu	f
1	10.2	0.064	0.5	16.0	18.5	0.7123	2.5	159.932	39.5	40.2	40.7	41.5	42.1	40.491	42814.9	166.995	0.043
2	15.2	0.078	0.6	16.0	18.5	0.7123	2.5	195.876	39.9	40.5	41.3	41.9	42.6	48.659	52437.3	200.682	0.038
3	20.3	0.090	0.8	16.0	18.5	0.7123	2.5	226.178	40.5	41.3	41.9	42.8	43.4	54.457	60549.4	224.595	0.037
4	25.4	0.101	0.9	16.0	18.5	0.7123	2.5	252.875	41.2	41.8	42.4	43.2	43.7	59.839	67696.3	246.792	0.035
5	27.9	0.106	1.0	16.0	18.5	0.7123	2.5	265.217	41.9	42.3	43.0	43.6	44.4	61.348	71000.5	253.016	0.034
6	29.2	0.108	1.1	16.0	18.5	0.7123	2.5	271.178	42.3	43.2	43.8	44.4	44.8	61.165	72596.2	252.258	0.035
7	33.0	0.115	1.2	15.9	18.6	0.7123	2.7	311.387	44.2	44.8	45.2	45.6	45.8	66.308	77185.7	273.472	0.034
8	35.6	0.119	1.3	16.0	18.6	0.7123	2.6	311.175	44.6	45.3	45.7	45.8	46.2	66.075	80088.7	272.469	0.034
9	40.6	0.127	1.4	15.9	18.5	0.7123	2.6	332.658	45.1	45.6	46.4	46.6	46.8	68.937	85641.2	284.359	0.032
10	43.2	0.131	1.5	15.9	18.5	0.7123	2.6	342.896	45.5	46.1	46.9	47.0	47.1	70.072	88276.9	289.037	0.032
11	48.3	0.139	1.5	16.0	18.5	0.7123	2.5	348.564	45.9	46.7	47.1	47.6	47.6	70.184	93312.9	289.457	0.030
12	50.8	0.142	1.6	16.0	18.6	0.7123	2.6	371.925	46.9	47.6	48.2	48.3	49.0	72.421	95724.3	298.636	0.030
13	63.5	0.159	1.9	16.0	18.6	0.7123	2.6	415.825	47.6	48.4	49.0	49.2	49.8	78.879	107023.0	325.267	0.028
14	80.0	0.179	2.1	16.0	18.6	0.7123	2.6	466.762	48.2	49.0	49.7	50.4	50.6	86.336	120133.0	356.019	0.025
15	94.0	0.194	2.4	16.0	18.6	0.7123	2.6	505.873	49.0	49.6	50.7	51.2	51.6	91.131	130199.1	375.789	0.024

ตารางที่ 14 ผลการทดลองและการคำนวณ การทดลองที่ s0.5P15dT2.5[C]

รูปแบบท่อ      รูปการวางท่อ      ∞      องศา       $\Delta T = 2.5 \text{ C}$        $T_m = 32.25 \text{ }^\circ\text{C}$   
 ลักษณะผิวท่อ(P/D)      0.143      (%การขยาด=59%)      L/D=4.762      a/D=0.0976

Pitch (m)	0.015	D(m)	0.105		
x (m)	1	2	3	4	5
	0.097	0.247	0.334	0.434	0.5
$A_1 \text{ (m}^2\text{)}$	0.279				

Run No	H(mm.H <sub>2</sub> O)	m(kg/s)	h <sub>s</sub> (mm.H <sub>2</sub> O)	T <sub>m,i</sub>	T <sub>m,o</sub>	Pr	$\Delta T$	q(w)	Ts1	Ts2	Ts3	Ts4	Ts5	h <sub>m</sub>	Re	Nu	f
1	5.1	0.045	0.7	16.0	18.5	0.7123	2.5	113.089	26.3	27.4	28.2	28.5	28.8	38.487	30274.7	158.729	0.135
2	7.6	0.055	1.0	16.0	18.5	0.7123	2.5	138.505	26.6	27.8	28.7	29.0	29.3	46.628	37078.8	192.308	0.125
3	10.2	0.064	1.4	16.0	18.5	0.7123	2.5	159.932	27.0	28.2	29.3	29.8	30.1	51.140	42814.9	210.916	0.126
4	12.7	0.071	1.7	16.0	18.5	0.7123	2.5	178.810	27.7	28.8	29.7	30.3	30.8	54.459	47868.5	224.603	0.123
5	15.1	0.078	1.9	16.0	18.4	0.7123	2.4	187.255	28.0	29.1	30.4	30.8	31.4	54.674	52225.3	225.522	0.116
6	19.3	0.088	2.4	16.0	18.5	0.7123	2.5	220.596	28.5	29.3	30.6	31.2	31.5	63.044	59055.1	260.008	0.117
7	23.4	0.097	2.7	15.9	18.5	0.7123	2.6	252.250	28.7	29.7	31.2	31.7	32.2	69.407	64940.7	286.297	0.110
8	27.9	0.106	3.4	16.1	18.5	0.7123	2.4	254.610	28.9	29.8	31.1	32.0	32.3	70.023	70991.0	288.747	0.115
9	30.8	0.111	3.6	16.0	18.5	0.7123	2.5	278.622	28.9	30.2	31.5	32.0	32.5	74.988	74588.9	309.270	0.109
10	32.2	0.113	3.8	16.0	18.4	0.7123	2.4	273.145	29.3	30.4	31.8	32.5	32.9	71.410	76179.8	294.557	0.111
11	33.0	0.115	3.9	16.0	18.5	0.7123	2.5	288.322	29.7	30.8	32.2	32.8	33.4	73.763	77185.7	304.218	0.111
12	38.1	0.123	4.4	16.0	18.5	0.7123	2.5	309.707	29.9	31.1	32.3	33.2	33.8	77.504	82910.7	319.645	0.109
13	55.9	0.149	6.2	16.0	18.5	0.7123	2.5	375.074	30.0	31.4	32.2	33.4	33.8	93.055	100409.8	383.783	0.104
14	63.5	0.159	7.0	16.1	18.5	0.7123	2.4	383.838	30.3	31.5	32.6	33.7	33.8	94.097	107023.0	388.020	0.104
15	78.7	0.177	8.7	16.0	18.5	0.7123	2.5	445.232	30.2	31.7	33.0	33.7	34.1	107.751	119191.6	444.393	0.104

ตารางที่ 15 ผลการทดลองและการคำนวณ การทดลองที่ s0.5P10dT2.5[C]

รูปแบบท่อ      มุมการวางท่อ      ∞ องศา       $\Delta T = 2.5[C]$        $T_m = 17.25 ^\circ C$   
 ลักษณะผิวท่อ(P/D)      0.095      (%การขยาดัว 39.37%)      L/D=4.762      a/D=0.111

Pitch (m)	0.01	D(m)		0.105	
x (m)	1	2	3	4	5
	0.07	0.17	0.3	0.387	0.5
$A_s (m^2)$	0.419				

Run No	H(mm.H <sub>2</sub> O)	m(kg/s)	h <sub>s</sub> (mm.H <sub>2</sub> O)	T <sub>in,i</sub>	T <sub>in,o</sub>	Pr	$\Delta T$	q(w)	Ts1	Ts2	Ts3	Ts4	Ts5	h <sub>in</sub>	Re	Nu	f
1	7.9	0.056	2.2	16.0	18.6	0.7123	2.6	146.43	22.4	23.5	24.5	25.0	25.2	49.940	37686.7	205.932	0.259
2	12.7	0.071	3.4	16.0	18.6	0.7123	2.6	185.96	22.8	23.8	24.8	25.6	25.8	62.559	47862.1	257.968	0.248
3	15.5	0.079	4.0	16.0	18.6	0.7123	2.6	205.40	23.0	24.0	25.2	25.8	25.9	67.006	52865.5	276.309	0.245
4	20.8	0.091	5.3	16.0	18.5	0.7123	2.5	228.99	23.2	24.1	25.2	25.8	26.3	72.707	61301.6	299.863	0.237
5	27.9	0.106	7.0	16.0	18.6	0.7123	2.6	275.83	23.5	24.1	25.2	26.1	26.3	87.107	70991.0	359.196	0.234
6	31.8	0.113	7.8	16.0	18.6	0.7123	2.6	294.03	23.9	24.5	25.6	26.3	26.5	88.853	75676.7	366.395	0.232
7	36.1	0.120	8.8	16.0	18.6	0.7123	2.6	313.39	24.3	24.8	25.9	26.9	27.0	88.877	80658.7	366.494	0.230
8	39.4	0.125	9.7	16.0	18.6	0.7123	2.6	327.42	24.5	25.0	26.1	27.2	27.2	91.798	84270.0	378.539	0.230
9	44.7	0.134	10.8	16.0	18.6	0.7123	2.6	348.90	24.7	25.4	26.3	27.5	27.6	94.640	89797.3	390.261	0.227
10	49.3	0.140	11.8	16.0	18.6	0.7123	2.6	366.30	24.8	25.7	26.6	27.8	27.9	96.414	94277.5	397.576	0.224
11	53.3	0.146	12.5	16.0	18.6	0.7123	2.6	381.11	24.9	25.8	26.6	27.9	28.5	98.273	98088.2	405.239	0.221
12	63.5	0.159	14.9	15.9	18.6	0.7123	2.7	431.82	25.5	26.5	27.1	28.3	29.1	104.752	107037.2	432.025	0.221
13	66.5	0.163	15.6	15.9	18.6	0.7123	2.7	442.06	25.4	26.3	27.2	28.2	29.1	107.435	109576.0	443.087	0.220
14	72.1	0.170	16.6	15.9	18.6	0.7123	2.7	460.24	25.7	26.7	27.6	28.4	30.7	105.673	114083.8	435.821	0.216
15	78.7	0.177	17.9	15.9	18.6	0.7123	2.7	480.85	26.2	26.9	28.2	28.8	29.5	109.248	119191.6	450.564	0.214

ตารางที่ 16 ผลการทดลองและการคำนวณ การทดลองที่ s0.5P25dT5[C]

รูปแบบท่อ รุมการวางท่อ  $\infty$  องศา  $\Delta T = 5$  [C]  $T_{in} = 18.5$  °C  
 ลักขณะผิวท่อ(P/D) 0.238 (%การขยตัว-98.425%)  $L/D=4.762$   $a/D=0.0214$

Pitch (m)	0.025	D(m)	0.105		
x (m)	1	2	3	4	5
	0.04	0.14	0.24	0.34	0.5
$A_s$ (m <sup>2</sup> )	0.168				

Run No	H(mm H <sub>2</sub> O)	m(kg/s)	$h_w$ (mm.H <sub>2</sub> O)	$T_{m,j}$	$T_{in,o}$	Pr	$\Delta T$	q(w)	Ts1	Ts2	Ts3	Ts4	Ts5	$h_m$	Re	Nu	f
1	7.6	0.055	0.4	15.9	21.1	0.7120	5.2	288.114	63.0	65.0	66.2	67.0	68.3	36.298	36955.9	149.136	0.046
2	12.7	0.071	0.5	16.0	21.0	0.7120	5.0	357.648	64.4	66.4	67.7	68.9	70.0	43.606	47709.8	179.159	0.039
3	17.8	0.084	0.7	16.0	21.0	0.7120	5.0	423.174	66.0	68.9	69.3	70.5	71.3	49.847	56451.0	204.801	0.037
4	22.9	0.096	0.9	16.1	21.0	0.7120	4.9	470.240	66.8	70.0	70.0	71.0	72.1	54.605	64001.0	224.317	0.035
5	25.4	0.101	0.9	15.9	21.0	0.7120	5.1	515.904	67.4	70.5	71.0	72.0	73.0	58.877	67480.8	241.941	0.034
6	27.9	0.106	1.0	16.0	21.1	0.7120	5.1	541.089	68.2	70.8	71.8	72.9	73.7	61.049	70755.7	250.788	0.034
7	30.5	0.110	1.1	16.0	21.0	0.7120	5.0	554.065	69.4	71.8	73.0	74.0	75.0	60.761	73911.7	249.643	0.033
8	33.0	0.115	1.2	15.9	21.0	0.7120	5.1	588.221	70.2	72.4	73.9	75.0	76.0	63.809	76939.9	262.205	0.033
9	38.1	0.123	1.3	16.0	21.0	0.7120	5.0	619.464	71.0	72.7	74.3	75.0	76.3	66.816	82635.8	274.523	0.033
10	43.2	0.131	1.5	16.0	20.9	0.7120	4.9	646.278	72.2	73.0	74.7	75.5	77.1	68.847	87984.2	282.909	0.033
11	48.3	0.139	1.5	15.9	21.0	0.7120	5.1	711.125	74.5	75.7	77.1	78.4	79.0	72.596	93015.9	298.314	0.030
12	50.8	0.142	1.6	16.0	20.9	0.7120	4.9	700.987	76.0	76.8	78.0	80.0	80.5	69.981	95432.3	287.570	0.030
13	63.5	0.159	1.9	16.0	21.0	0.7120	5.0	799.725	77.2	77.9	78.7	80.5	81.1	78.822	106682.4	323.850	0.029
14	80.0	0.179	2.1	16.0	21.0	0.7120	5.0	897.689	78.0	79.3	79.7	81.0	81.7	87.210	119750.7	358.434	0.025
15	94.0	0.194	2.7	16.1	21.0	0.7120	4.9	953.452	78.9	80.0	80.5	81.3	83.0	91.538	129767.5	376.038	0.027

ตารางที่ 17 ผลการทดลองและการคำนวณ การทดลองที่ s0.5P15dT5[C]

รูปแบบท่อ      รูปการวางท่อ      ∞      องศา       $\Delta T = 5C[C]$        $T_m = 18.25\text{ }^{\circ}C$   
 ลักษณะผิวท่อ(P/D)      0.143      (%การขยยตัว=59%)      L/D=4.762      a/D=0.0976

Pitch (m)	0.015	D(m)				0.105
x (m)	1	2	3	4	5	
	0.097	0.247	0.334	0.434	0.5	
$A_s (m^2)$	0.279					

Run No	H(mm.H <sub>2</sub> O)	m(kg/s)	h <sub>w</sub> (mm.H <sub>2</sub> O)	T <sub>m,i</sub>	T <sub>m,o</sub>	Pr	ΔT	q(w)	Ts1	Ts2	Ts3	Ts4	Ts5	h <sub>m</sub>	Re	Nu	f
1	5.1	0.045	0.7	15.9	21.1	0.7120	5.2	235.244	37.6	39.5	40.9	42.1	43.0	38.154	30174.3	156.760	0.132
2	7.6	0.055	1.0	15.9	21.0	0.7120	5.1	282.572	38.3	40.4	41.9	43.3	44.4	45.293	36960.8	186.118	0.128
3	10.2	0.064	1.3	16.1	21.0	0.7120	4.9	313.493	38.8	40.7	42.3	44.1	44.9	49.376	42667.3	202.837	0.116
4	12.7	0.071	1.6	15.8	21.1	0.7120	5.3	379.105	39.0	41.1	43.0	44.0	45.4	58.702	47716.1	241.219	0.120
5	15.1	0.078	1.8	15.9	21.0	0.7120	5.1	397.949	39.8	41.7	43.3	44.8	46.0	59.939	52052.2	246.303	0.114
6	19.3	0.088	2.2	16.0	21.0	0.7120	5.0	441.228	40.7	42.6	44.0	45.9	46.8	64.161	58859.3	263.613	0.108
7	23.4	0.097	2.7	16.0	21.1	0.7120	5.1	494.841	42.8	44.4	45.9	47.8	48.7	66.722	64708.2	274.095	0.110
8	27.9	0.106	3.1	16.0	21.0	0.7120	5.0	530.477	43.9	45.2	46.6	48.6	49.4	69.408	70765.1	285.170	0.105
9	30.8	0.111	3.3	15.9	21.1	0.7120	5.2	579.580	44.6	45.8	47.3	49.1	50.0	74.208	74341.6	304.891	0.100
10	32.2	0.113	3.5	16.0	21.0	0.7120	5.0	569.098	45.3	46.7	48.4	49.6	50.7	70.807	75917.1	290.918	0.101
11	33.0	0.115	3.6	16.0	21.1	0.7120	5.1	588.225	46.5	47.9	49.3	51.0	51.7	70.487	76919.6	289.562	0.101
12	38.1	0.123	4.1	16.0	21.1	0.7120	5.1	631.855	47.4	48.9	50.5	52.2	52.9	73.079	82624.9	300.208	0.100
13	55.9	0.149	5.9	16.0	21.1	0.7120	5.1	765.215	47.9	49.2	51.5	52.9	53.8	86.793	100063.7	356.545	0.099
14	63.5	0.159	6.4	15.9	21.0	0.7120	5.1	815.716	49.3	50.7	52.4	54.0	54.5	88.855	106696.5	365.128	0.094
15	78.7	0.177	7.8	15.9	21.0	0.7120	5.1	908.343	50.0	51.3	53.1	54.8	55.3	96.880	118812.2	398.104	0.093

ตารางที่ 18 ข ผลการทดลองและการคำนวณ การทดลองที่ s0.5P10dT5[C]

รูปแบบท่อ      อนุกรมวางท่อ      ∞      องศา       $\Delta T = 5C[C]$        $T_{in} = 18.5\text{ }^{\circ}C$   
 ลักษณะผิวท่อ(P/D)      0.095      (%การขยาดัว=39.37%)      L/D=4.762      s/D=0.111

Pitch (m)	0.01	D(m)		0.105	
x (m)	1	2	3	4	5
	0.07	0.17	0.3	0.387	0.5
$A_s(m^2)$	0.419				

Run No	H(mm.H <sub>2</sub> O)	m(kg/s)	$h_w(mm.H_2O)$	$T_{in,j}$	$T_{m,o}$	Pr	$\Delta T$	q(w)	Ts1	Ts2	Ts3	Ts4	Ts5	$h_m$	Re	Nu	f
1	7.9	0.056	2.2	16.1	21.0	0.7120	4.9	275.981	28.3	30.0	31.6	32.2	33.5	50.893	37561.8	209.070	0.266
2	12.7	0.071	3.4	16.0	21.0	0.7120	5.0	357.648	29.1	30.7	32.2	32.9	34.4	65.399	47709.8	268.701	0.253
3	15.5	0.079	4.1	16.0	21.0	0.7120	5.0	395.035	29.9	31.8	33.3	34.0	35.9	66.448	52697.2	273.009	0.245
4	20.8	0.091	5.4	15.9	21.0	0.7120	5.1	467.171	30.0	32.4	33.8	34.4	35.9	76.567	61106.5	314.633	0.242
5	27.9	0.106	7.0	16.1	21.0	0.7120	4.9	519.869	30.7	32.7	34.6	34.8	36.2	82.791	70755.7	340.107	0.235
6	31.8	0.113	7.9	16.0	20.9	0.7120	4.9	554.179	31.8	33.5	35.4	35.6	37.0	83.003	75445.8	341.081	0.234
7	36.1	0.120	8.8	16.0	21.1	0.7120	5.1	614.775	32.4	34.4	36.3	36.7	37.6	86.885	80391.4	356.925	0.229
8	39.4	0.125	9.7	16.0	21.0	0.7120	5.0	629.704	32.9	34.8	36.7	37.1	38.0	87.829	84001.8	360.854	0.231
9	44.7	0.134	10.9	16.0	21.0	0.7120	5.0	671.007	33.7	35.6	37.3	37.8	38.9	89.627	89511.5	368.241	0.228
10	49.3	0.140	11.8	16.1	21.0	0.7120	4.9	690.397	34.4	36.2	37.8	38.2	39.5	89.631	93965.0	368.203	0.224
11	53.3	0.146	12.5	15.9	21.1	0.7120	5.2	762.278	35.4	37.1	38.0	38.9	40.6	95.015	97776.0	390.381	0.220
12	63.5	0.159	14.8	16.1	21.0	0.7120	4.9	783.733	36.0	37.9	38.9	39.5	41.4	94.051	106668.3	386.362	0.218
13	66.5	0.163	15.7	15.9	21.1	0.7120	5.2	851.441	36.1	38.0	39.1	39.7	41.6	101.229	109212.7	415.912	0.221
14	72.1	0.170	16.9	16.0	21.2	0.7120	5.2	886.474	36.4	38.3	39.4	39.9	41.6	104.787	113675.5	430.400	0.219
15	78.7	0.177	18.1	15.9	21.1	0.7120	5.2	926.157	36.2	38.1	39.1	40.0	41.3	109.996	118796.5	451.931	0.215

ตารางที่ 19 ข ผลการทดลองและการคำนวณ การทดลองที่ s0.5P25dT2.5[H]

รูปแบบท่อ      ทูบการวางท่อ      ∞      ขงศา       $\Delta T = 2.5C[H]$        $T_m = 32.25^\circ C$   
 ลักษณะหัวท่อ(P/D)      0.238      (%การขยหัว=98.425%)      L/D=4.762      a/D=0.0214

Pitch (m)	0.025	D(m)	0.105		
x (m)	1	2	3	4	5
	0.04	0.14	0.24	0.34	0.5
$A_1 (m^2)$	0.168				

Run No	H(mm.H <sub>2</sub> O)	m(kg/s)	h <sub>m</sub> (mm.H <sub>2</sub> O)	T <sub>m,i</sub>	T <sub>m,o</sub>	Pr	$\Delta T$	q(w)	Ts1	Ts2	Ts3	Ts4	Ts5	h <sub>m</sub>	Re	Nu	f
1	10.2	0.064	0.5	31.0	33.6	0.7097	2.6	166.510	57.3	57.8	58.6	59.0	60.0	37.838	41189.0	149.299	0.043
2	15.2	0.078	0.6	31.0	33.6	0.7097	2.6	203.932	57.9	58.1	59.1	59.7	60.4	45.518	50446.0	179.603	0.038
3	20.3	0.090	0.8	31.0	33.5	0.7097	2.5	226.423	58.1	58.5	59.5	60.1	61.1	49.539	58257.3	195.495	0.036
4	25.4	0.101	0.9	30.9	33.5	0.7097	2.6	263.274	58.3	58.9	59.5	60.3	61.5	56.970	65141.7	224.852	0.033
5	27.9	0.106	1.0	31.0	33.5	0.7097	2.5	265.505	58.3	59.2	59.9	60.3	61.5	57.240	68312.7	225.885	0.032
6	29.2	0.108	1.1	30.9	33.6	0.7097	2.7	293.189	58.7	59.5	60.3	60.9	61.9	62.313	69848.0	245.905	0.033
7	33.0	0.115	1.2	31.0	33.5	0.7097	2.5	288.634	59.1	60.0	60.8	61.2	62.4	59.814	74263.7	236.042	0.032
8	35.6	0.119	1.3	31.0	33.6	0.7097	2.6	311.512	59.2	60.4	60.8	61.3	62.6	64.857	77057.5	255.910	0.032
9	40.6	0.127	1.4	31.0	33.5	0.7097	2.5	320.211	59.5	60.5	61.3	61.5	63.0	65.815	82388.2	259.728	0.031
10	43.2	0.131	1.4	30.9	33.5	0.7097	2.6	343.267	59.7	60.5	61.5	61.9	63.0	70.129	84934.4	276.788	0.030
11	48.3	0.139	1.6	31.0	33.5	0.7097	2.5	348.941	59.8	60.6	61.8	62.4	63.1	70.853	89780.5	279.606	0.030
12	50.8	0.142	1.7	31.0	33.5	0.7097	2.5	358.006	60.3	61.1	62.3	63.0	63.6	71.430	92112.8	281.886	0.031
13	63.5	0.159	2.1	31.0	33.5	0.7097	2.5	400.263	60.3	61.4	62.7	63.1	63.9	79.187	102985.3	312.495	0.029
14	80.0	0.179	2.4	30.9	33.5	0.7097	2.6	467.265	60.5	61.7	62.6	63.4	64.0	91.868	115615.0	362.591	0.027
15	94.0	0.194	2.6	31.0	33.5	0.7097	2.5	486.941	60.7	61.7	62.8	63.4	64.2	95.483	125287.0	376.804	0.025



ตารางที่ 20 ผลการทดลองและการคำนวณ การทดลองที่ s0.5P15dT2.5[II]

รูปแบบท่อ      รูปการวางท่อ      ∞      ยงศา       $\Delta T = 2.5C[II]$        $T_m = 32.25^\circ C$   
 ลักษณะผิวท่อ(P/D)      0.143      (%การขยาดัว=59%)      L/D=4.762      a/D=0.0976

Pitch (m)	0.015	D(m)	0.105		
x (m)	1	2	3	4	5
	0.097	0.247	0.334	0.434	0.5
$A_s (m^2)$	0.279				

Run No	h (mm.H <sub>2</sub> O)	m (kg/s)	h <sub>w</sub> (mm.H <sub>2</sub> O)	T <sub>in,i</sub>	T <sub>m,o</sub>	Pr	$\Delta T$	q(w)	Ts1	Ts2	Ts3	Ts4	Ts5	h <sub>in</sub>	Re	Nu	f
1	5.1	0.045	0.7	31.1	33.5	0.7097	2.4	108.683	42.1	42.8	43.3	43.8	44.2	36.755	29125.0	145.024	0.131
2	7.6	0.055	1.1	31.0	33.5	0.7097	2.5	138.655	43.0	44.0	45.0	45.5	45.8	41.405	35675.1	163.397	0.129
3	10.2	0.064	1.5	31.0	33.5	0.7097	2.5	160.105	43.9	44.7	45.8	46.2	46.3	45.126	41194.1	178.079	0.127
4	12.7	0.071	1.8	31.0	33.5	0.7097	2.5	179.003	44.3	45.0	46.0	46.5	46.7	49.219	46056.4	194.234	0.124
5	15.1	0.078	2.0	31.1	33.6	0.7097	2.5	195.271	44.4	45.2	46.0	46.8	46.8	53.465	50229.1	210.930	0.119
6	19.3	0.088	2.6	30.9	33.5	0.7097	2.6	229.668	44.8	45.6	46.2	47.2	47.1	60.552	56826.6	238.992	0.118
7	23.4	0.097	3.0	31.0	33.5	0.7097	2.5	242.812	45.0	45.7	46.6	47.6	47.6	62.724	62474.0	247.528	0.115
8	27.9	0.106	3.6	31.0	33.6	0.7097	2.6	276.126	45.3	45.8	46.7	47.6	47.7	71.224	68304.2	281.031	0.114
9	30.8	0.111	3.9	31.0	33.5	0.7097	2.5	278.923	45.6	46.1	46.9	47.8	47.7	70.497	71765.3	278.201	0.112
10	32.2	0.113	4.0	30.9	33.5	0.7097	2.6	296.227	45.8	46.3	47.0	47.6	48.1	73.976	73295.3	291.971	0.112
11	33.0	0.115	4.1	30.9	33.4	0.7097	2.5	288.632	45.9	46.3	46.7	48.0	48.2	71.501	74282.2	282.246	0.111
12	38.1	0.123	4.8	31.0	33.5	0.7097	2.5	310.043	46.1	46.4	47.2	47.8	47.9	76.907	79772.0	303.500	0.112
13	55.9	0.149	6.8	31.0	33.5	0.7097	2.5	375.480	45.9	46.7	47.5	48.4	49.1	90.823	96608.7	358.414	0.108
14	63.5	0.159	7.6	30.9	33.4	0.7097	2.5	400.261	46.2	46.9	47.7	48.7	49.4	94.599	103010.8	373.424	0.107
15	78.7	0.177	9.3	31.0	33.6	0.7097	2.6	463.544	47.4	47.4	48.3	49.0	50.1	106.137	114665.3	418.788	0.105

ตารางที่ 21 ข ผลการทดลองและการคำนวณ การทดลองที่ s0.5P10dT2.5[H]

รูปแบบท่อ      รวบรวมวางท่อ      ∞      องศา       $\Delta T = 2.5 (H)$        $T_{in} = 32.25 ^\circ C$   
 ลักษณะผิวท่อ(P/D)      0.095      (%การขยาดัว=39.37%)      L/D=4.762      a/D=0.111

Pitch (m)	0.01	D(m)	0.105		
x (m)	1	2	3	4	5
	0.07	0.17	0.3	0.387	0.5
$A_s (m^2)$	0.419				

Run No	H(mm.H <sub>2</sub> O)	m(kg/s)	h <sub>m</sub> (mm.H <sub>2</sub> O)	T <sub>m,j</sub>	T <sub>m,o</sub>	Pr	$\Delta T$	q(w)	Ts1	Ts2	Ts3	Ts4	Ts5	h <sub>m</sub>	Re	Nu	f
1	7.6	0.055	2.2	30.9	33.6	0.7097	2.7	149.748	36.7	37.7	38.6	39.3	39.6	56.620	35675.1	223.411	0.262
2	12.7	0.071	3.6	31.0	33.4	0.7097	2.4	171.843	36.8	38.0	38.6	39.3	39.8	66.700	46062.1	263.257	0.252
3	15.2	0.078	4.2	31.0	33.4	0.7097	2.4	188.244	37.3	38.4	38.8	39.6	40.2	69.172	50458.5	273.014	0.245
4	20.3	0.090	5.5	31.0	33.4	0.7097	2.4	217.366	37.3	38.4	39.1	39.8	40.0	79.193	58264.5	312.565	0.243
5	27.9	0.106	7.3	31.0	33.5	0.7097	2.5	265.505	39.5	40.0	40.4	41.0	41.4	79.018	68312.7	311.828	0.234
6	31.8	0.113	8.2	30.9	33.6	0.7097	2.7	305.671	39.7	40.2	40.7	41.1	41.8	88.864	72821.6	350.686	0.231
7	35.6	0.119	9.0	31.0	33.5	0.7097	2.5	299.530	39.8	40.3	40.8	41.1	41.5	85.412	77067.1	337.063	0.225
8	39.4	0.125	9.9	31.0	33.5	0.7097	2.5	315.168	39.5	40.3	40.8	41.2	41.7	90.872	81090.7	358.607	0.223
9	44.5	0.133	11.2	31.0	33.6	0.7097	2.6	348.281	39.9	40.3	40.8	41.5	42.1	98.645	86153.0	389.227	0.224
10	48.3	0.139	12.1	31.0	33.5	0.7097	2.5	348.941	39.8	40.4	41.0	41.7	42.1	97.217	89780.5	383.649	0.224
11	50.8	0.142	12.7	31.0	33.5	0.7097	2.5	358.006	40.2	40.4	41.1	41.7	42.4	98.097	92112.8	387.121	0.223
12	62.2	0.158	15.1	31.0	33.6	0.7097	2.6	412.091	40.1	40.5	40.9	41.4	42.2	115.546	101937.5	455.916	0.216
13	66.0	0.162	16.1	30.9	33.6	0.7097	2.7	440.845	40.1	40.4	41.3	42.0	42.8	118.655	105024.8	468.246	0.218
14	71.1	0.169	17.2	31.0	33.6	0.7097	2.6	440.544	40.3	40.5	41.6	42.4	42.9	116.114	108975.8	458.155	0.215
15	78.7	0.177	18.8	30.9	33.6	0.7097	2.7	481.371	40.6	40.9	41.9	42.6	43.1	122.588	114679.5	483.768	0.213

ตารางที่ 22 ผลการทดลองและการคำนวณ การทดลองที่ s0.5P25dT5[H]

รูปแบบท่อ      มุมการวางท่อ      ∞ องศา      ΔT=5 C[II]      T<sub>in</sub>=33.5 °C  
 ลักษณะผิวท่อ(P/D)      0.238      (%การขยเขตัว=98.425%)      L/D=4.762      a/D=0.0214

Pitch (m)	0.025	D(m)	0.105		
x (m)	1	2	3	4	5
	0.04	0.14	0.24	0.34	0.5
A <sub>s</sub> (m <sup>2</sup> )	0.168				

Run No	h(mm.H <sub>2</sub> O)	m(kg/s)	h <sub>w</sub> (mm.H <sub>2</sub> O)	T <sub>m,i</sub>	T <sub>m,o</sub>	Pr	Δ T	q(w)	Ts1	Ts2	Ts3	Ts4	Ts5	h <sub>ia</sub>	Re	Nu	f
1	7.6	0.055	0.4	31.0	36.0	0.7095	5.0	277.331	73.4	75.0	76.2	77.4	78.2	38.911	35564.9	153.011	0.045
2	12.7	0.071	0.6	31.0	36.0	0.7095	5.0	358.032	76.6	77.7	78.9	80.0	81.5	47.013	45914.1	184.871	0.039
3	17.8	0.084	0.7	31.0	36.0	0.7095	5.0	423.630	78.4	79.5	80.7	82.0	83.5	53.390	54326.2	209.950	0.037
4	22.9	0.096	0.9	31.1	35.9	0.7095	4.8	461.137	80.4	81.6	83.4	84.4	86.7	55.050	61600.2	216.476	0.034
5	25.4	0.101	0.9	31.1	35.8	0.7095	4.7	475.953	82.4	84.2	85.5	86.5	89.0	54.302	64940.3	213.565	0.033
6	27.9	0.106	1.0	31.0	36.0	0.7095	5.0	531.048	84.2	85.7	87.2	88.3	90.0	59.024	68101.5	232.103	0.032
7	30.5	0.110	1.1	31.0	36.0	0.7095	5.0	554.662	86.0	87.5	89.0	90.0	92.6	58.887	71129.7	231.567	0.032
8	33.0	0.115	1.2	30.9	36.1	0.7095	5.2	600.402	86.7	88.3	90.3	91.3	93.9	63.027	74034.2	247.847	0.031
9	38.1	0.123	1.3	31.1	35.9	0.7095	4.8	595.325	87.8	89.0	90.8	92.9	94.6	61.506	79525.5	241.866	0.031
10	43.2	0.131	1.4	31.1	36.0	0.7095	4.9	646.977	89.3	90.8	93.0	94.1	95.9	65.128	84650.9	256.072	0.029
11	48.3	0.139	1.6	31.0	36.0	0.7095	5.0	697.934	90.6	91.8	93.9	95.9	97.0	68.827	89503.0	270.653	0.030
12	50.8	0.142	1.7	31.1	35.9	0.7095	4.8	687.422	92.4	93.4	96.0	97.5	99.5	65.602	91828.1	257.970	0.030
13	63.5	0.159	2.1	31.1	35.8	0.7095	4.7	752.548	93.4	94.4	96.5	97.8	100.3	70.954	102679.6	279.056	0.029
14	80.0	0.179	2.4	31.1	35.9	0.7095	4.8	862.708	94.4	95.7	97.5	98.8	101.3	80.073	115243.4	314.876	0.027
15	94.0	0.194	2.5	31.2	35.9	0.7095	4.7	915.519	96.2	97.8	99.0	100.1	101.6	83.428	124884.3	328.024	0.024

ตารางที่ 23 ผลการทดลองและการคำนวณ การทดลองที่ s0.5P15dT5[H]

รูปแบบท่อ      รวบรวมวางท่อ      ∞      องศา       $\Delta T = 5C[H]$        $T_m = 33.5^\circ C$   
 ลักษณะผิวท่อ(P/D)      0.143      (%การขยาดัว=59%)      L/D=4.762      a/D=0.0976

Pitch (m)	0.015	D(m)	0.105		
x (m)	1	2	3	4	5
	0.097	0.247	0.334	0.434	0.5
$A_s (m^2)$	0.279				

Run No	H(mm.H <sub>2</sub> O)	m(kg/s)	h <sub>m</sub> (mm.H <sub>2</sub> O)	T <sub>m,i</sub>	T <sub>m,o</sub>	Pr	$\Delta T$	q(w)	Ts1	Ts2	Ts3	Ts4	Ts5	h <sub>m</sub>	Re	Nu	f
1	5.1	0.045	0.7	30.9	36.0	0.7095	5.1	230.968	50.8	52.0	53.2	54.8	55.8	41.648	29042.2	163.798	0.127
2	7.6	0.055	1.1	31.0	35.9	0.7095	4.9	271.783	51.3	52.5	53.9	55.6	56.5	49.496	35569.3	194.663	0.129
3	10.2	0.064	1.4	30.9	35.9	0.7096	5.0	320.232	52.1	53.0	54.4	56.5	57.3	56.285	41076.9	221.395	0.124
4	12.7	0.071	1.7	31.0	36.0	0.7095	5.0	358.032	52.8	54.1	55.3	57.0	58.0	60.777	45914.1	239.000	0.119
5	15.1	0.078	2.0	31.0	36.0	0.7095	5.0	390.567	54.2	55.4	56.6	57.9	59.1	62.752	50086.3	246.764	0.119
6	19.3	0.088	2.6	30.9	36.0	0.7095	5.1	450.535	55.6	56.7	57.6	59.1	60.3	68.406	56650.9	269.034	0.119
7	23.4	0.097	3.0	31.0	36.0	0.7095	5.0	485.659	56.5	57.5	58.6	60.0	61.1	70.980	62280.8	279.119	0.115
8	27.9	0.106	3.6	30.9	36.0	0.7095	5.1	541.667	57.2	58.3	59.8	60.8	61.7	76.716	68110.0	301.719	0.113
9	30.8	0.111	4.0	31.0	36.0	0.7095	5.0	557.888	57.9	59.3	60.6	61.4	62.3	76.711	71543.5	301.657	0.115
10	32.2	0.113	4.1	31.1	36.0	0.7095	4.9	558.318	58.7	60.0	61.2	62.2	63.0	74.872	73050.6	294.383	0.112
11	33.0	0.115	4.3	31.0	36.0	0.7095	5.0	577.310	59.3	60.5	61.8	62.9	63.5	75.642	74034.2	297.451	0.115
12	38.1	0.123	4.9	31.0	36.0	0.7095	5.0	620.130	60.4	61.9	62.8	63.9	64.5	78.019	79525.5	306.800	0.113
13	55.9	0.149	6.9	31.0	36.0	0.7095	5.0	751.015	61.9	63.1	63.9	65.0	66.0	90.495	96310.1	355.861	0.109
14	63.5	0.159	7.7	30.9	36.0	0.7095	5.1	816.594	63.7	65.2	66.3	67.4	68.8	91.418	102679.6	359.540	0.108
15	78.7	0.177	9.3	31.0	36.0	0.7095	5.0	891.494	64.6	66.4	67.8	68.8	70.0	96.196	114325.1	378.280	0.105

ตารางที่ 24ข ผลการทดลองและการคำนวณ การทดลองที่ s0.5P10dT5[II]

รูปแบบท่อ      รูปการวางท่อ      ∞      องศา       $\Delta T = 5C[II]$        $T_{in} = 33.5 \text{ } ^\circ C$   
 ลักษณะผิวท่อ(P/D)      0.095      (%การขยาดัว=39.37%)      L/D=4.762      a/D=0.111

Pitch (m)	0.01	D(m)	0.105		
x (m)	1	2	3	4	5
	0.07	0.17	0.3	0.387	0.5
$A_s (m^2)$	0.419				

Run No	h(mm.H <sub>2</sub> O)	m(kg/s)	h <sub>a</sub> (mm.H <sub>2</sub> O)	T <sub>in,j</sub>	T <sub>in,o</sub>	Pr	ΔT	q(w)	Ts1	Ts2	Ts3	Ts4	Ts5	h <sub>m</sub>	Re	Nu	f
1	7.9	0.056	2.3	31.0	36.1	0.7095	5.1	287.554	43.2	44.3	45.7	46.8	48.3	54.708	36148.3	215.103	0.258
2	12.7	0.071	3.6	31.0	36.1	0.7095	5.1	365.194	43.5	44.6	45.8	46.9	48.5	72.867	45908.4	286.498	0.249
3	15.5	0.079	4.3	31.1	36.0	0.7095	4.9	387.552	43.7	45.0	46.2	47.3	49.1	74.766	50707.5	293.968	0.246
4	20.8	0.091	5.6	31.1	35.9	0.7095	4.8	440.165	44.1	45.1	46.3	47.5	49.4	83.157	58798.7	327.006	0.237
5	27.9	0.106	7.3	31.0	35.9	0.7095	4.9	520.426	44.5	45.4	46.6	47.6	49.8	95.752	68110.0	376.585	0.233
6	31.8	0.113	8.3	31.1	35.9	0.7095	4.8	543.455	44.7	45.6	46.9	48.2	49.7	98.389	72596.5	386.901	0.232
7	36.1	0.120	9.3	31.1	35.9	0.7095	4.8	579.232	45.8	46.9	48.0	49.1	50.4	95.917	77375.7	377.181	0.228
8	39.4	0.125	9.9	31.1	35.9	0.7095	4.8	605.166	46.2	47.2	48.3	49.8	50.8	98.917	80840.0	388.977	0.222
9	44.7	0.134	11.3	31.1	36.0	0.7095	4.9	658.296	46.7	47.6	48.8	50.4	51.2	104.632	86131.8	411.392	0.225
10	49.3	0.140	12.4	31.0	36.0	0.7095	5.0	705.242	47.2	48.2	49.3	50.7	51.9	107.987	90440.2	424.643	0.224
11	53.3	0.146	13.4	31.0	35.9	0.7095	4.9	719.071	47.8	48.9	49.5	51.2	52.4	106.473	94107.4	418.749	0.223
12	63.5	0.159	15.5	31.0	36.0	0.7095	5.0	800.585	48.6	49.2	49.8	51.8	52.9	115.660	102666.9	454.818	0.217
13	66.5	0.163	16.6	31.0	35.9	0.7095	4.9	803.180	49.1	49.5	49.7	51.9	53.2	114.388	105115.0	449.878	0.221
14	72.1	0.170	17.8	31.1	36.0	0.7095	4.9	836.226	49.4	50.0	50.6	52.2	53.5	116.237	109412.3	457.024	0.219
15	78.7	0.177	19.3	31.1	36.0	0.7095	4.9	873.666	50.1	50.5	50.7	52.5	54.0	118.823	114311.0	467.192	0.218

ตารางที่ 25 ผลการทดลองและการคำนวณ การทดลองที่ b1P23dT2.5[C]

รูปแบบท่อ      วนการวางท่อ      90 องศา       $\Delta T = 2.5\text{C}[C]$        $T_m = 17.25\text{ }^\circ\text{C}$   
 ลักษณะผิวท่อ(P/D)      0.219      (%การขยยตัว=91%)       $R/D=6.063$        $a/D=0.0513$

Pitch (m)	0.023	D(m)		0.105	
x(m)	1	2	3	4	5
	0.23	0.41	0.62	0.8	1
$A_c(m^2)$	0.364				

Run No	H(mm.H <sub>2</sub> O)	m(kg/s)	h <sub>w</sub> (mm.H <sub>2</sub> O)	T <sub>mid</sub>	T <sub>mo</sub>	Pr	$\Delta T$	q(w)	Ts1	Ts2	Ts3	Ts4	Ts5	h <sub>m</sub>	Re	Nu	K
1	7.6	0.055	4.9	16.0	18.4	0.7123	2.4	132.965	23.4	24.3	25.2	25.8	26.5	48.484	37083.7	199.9925	2.866
2	11.4	0.068	6.9	16.0	18.4	0.7123	2.4	162.848	23.8	24.7	25.6	26.3	27.0	56.105	45418.1	231.425	2.699
3	16.5	0.081	9.3	16.0	18.4	0.7123	2.4	195.719	24.2	25.0	26.0	26.5	27.5	64.478	54585.8	265.9636	2.514
4	20.3	0.090	11.2	16.0	18.5	0.7123	2.5	226.178	24.2	25.2	26.2	26.8	27.8	73.546	60549.4	303.3231	2.458
5	27.9	0.106	14.7	15.9	18.5	0.7123	2.6	275.825	25.0	26.0	26.7	27.4	28.3	82.826	71009.9	341.6466	2.355
6	35.6	0.119	18.8	16.0	18.5	0.7123	2.5	299.206	25.5	26.8	27.4	28.0	28.7	84.885	80099.3	350.0873	2.372
7	38.1	0.123	20.4	16.0	18.6	0.7123	2.6	322.097	26.0	27.2	27.8	28.3	29.2	87.173	82899.7	359.4676	2.400
8	40.6	0.127	21.4	15.9	18.5	0.7123	2.6	332.658	26.3	27.5	28.0	28.5	29.2	88.018	85641.2	363.0622	2.358
9	43.2	0.131	22.6	16.0	18.5	0.7123	2.5	329.709	26.6	27.8	28.1	28.8	29.5	85.565	88265.2	352.8924	2.339
10	47.0	0.137	24.8	16.0	18.5	0.7123	2.5	343.947	26.8	28.0	28.3	29.1	29.7	87.443	92076.9	360.6356	2.359
11	48.3	0.139	24.2	15.9	18.6	0.7123	2.7	376.449	27.2	28.3	28.8	29.5	30.1	92.245	93312.9	380.4434	2.240
12	50.8	0.142	25.9	15.9	18.6	0.7123	2.7	386.229	27.8	29.0	29.2	30.0	30.6	90.341	95737.0	372.589	2.278
13	63.5	0.159	32.0	15.9	18.6	0.7123	2.7	431.817	27.8	29.1	29.1	30.3	30.6	100.620	107037.2	414.982	2.255
14	71.1	0.169	35.5	16.0	18.6	0.7123	2.6	440.068	28.0	29.3	29.6	30.1	30.9	100.834	113262.5	415.801	2.233
15	81.3	0.180	40.0	16.0	18.6	0.7123	2.6	470.452	28.0	29.0	29.6	30.1	30.7	108.681	121082.7	448.160	2.202

ตารางที่ 26 ข ผลการทดลองและการคำนวณ การทดลองที่ b1P15dT2.5[C]

รูปแบบท่อ      มุมการวางท่อ      90 องศา       $\Delta T = 2.5[C]$        $T_{in} = 17.25 ^\circ C$   
 ลักษณะผิวท่อ(I/D)      0.143      (%การขยาดัว=59%)      R/D=6.063      a/D=0.0976

Pitch (m)	0.015	D(m)	0.105		
x(m)	1	2	3	4	5
	0.2	0.41	0.65	0.82	1
$A_s(m^2)$	0.558				

Run No	H(mm H <sub>2</sub> O)	m(kg/s)	h <sub>w</sub> (mm.H <sub>2</sub> O)	T <sub>in,j</sub>	T <sub>in,o</sub>	Pr	$\Delta T$	q(w)	Ts1	Ts2	Ts3	Ts4	Ts5	h <sub>in</sub>	Re	Nu	K
1	5.1	0.045	4.9	16.0	18.5	0.7123	2.5	113.089	19.7	20.4	21.0	21.9	22.6	57.986	30274.7	239.148	4.299
2	10.2	0.064	9.3	16.0	18.5	0.7123	2.5	159.932	20.1	20.6	21.4	22.2	23.0	74.125	42814.9	305.708	4.084
3	12.7	0.071	11.5	16.0	18.5	0.7123	2.5	178.810	20.4	21.0	21.7	22.8	23.3	75.657	47868.5	312.029	4.041
4	17.8	0.084	15.0	16.0	18.5	0.7123	2.5	211.570	20.7	21.4	21.9	23.0	23.7	83.617	56638.8	344.856	3.777
5	20.3	0.090	16.8	16.1	18.5	0.7123	2.4	217.132	21.0	21.5	22.3	23.2	23.7	82.529	60541.3	340.320	3.694
6	27.9	0.106	21.7	16.0	18.5	0.7123	2.5	265.217	20.9	21.6	22.4	23.2	23.6	99.692	71000.5	411.154	3.468
7	30.5	0.110	24.8	15.9	18.5	0.7123	2.6	288.090	21.3	22.3	22.6	23.4	24.1	97.802	74167.5	403.420	3.637
8	33.0	0.115	26.8	15.9	18.5	0.7123	2.6	299.854	21.3	21.8	22.7	23.6	23.9	104.838	77195.9	432.443	3.638
9	35.6	0.119	29.6	16.1	18.5	0.7123	2.4	287.238	21.3	22.0	22.8	23.7	24.0	100.138	80088.7	412.930	3.730
10	38.1	0.123	30.5	16.0	18.6	0.7123	2.6	322.097	21.2	22.0	23.0	23.7	24.3	111.085	82899.7	458.071	3.582
11	40.6	0.127	30.9	15.9	18.5	0.7123	2.6	332.658	20.9	21.9	22.6	23.6	24.4	116.838	85611.2	481.943	3.406
12	44.2	0.133	33.4	16.0	18.6	0.7123	2.6	346.909	21.3	22.5	23.3	24.1	24.6	113.109	89285.7	466.421	3.381
13	47.0	0.137	35.5	15.9	18.5	0.7123	2.6	357.704	21.3	22.4	23.2	24.2	24.6	115.167	92089.2	475.050	3.381
14	50.8	0.142	38.4	16.0	18.6	0.7123	2.6	371.925	21.1	22.5	23.0	23.7	24.2	126.671	95724.3	522.342	3.382
15	63.5	0.159	47.1	15.9	18.5	0.7123	2.6	415.822	21.1	22.1	22.9	24.1	25.2	136.576	107051.5	563.358	3.320

ตารางที่ 27 ผลการทดลองและการคำนวณ การทดลองที่ b1P10dT2.5[C]

รูปแบบท่อ      รูปการวางท่อ      90 องศา       $\Delta T = 2.5[C]$        $T_m = 17.25 ^\circ C$   
 ลักษณะผิวท่อ(P/D)      0.095      (%การขยาดตัว=39.37%)      R/D=6.063      a/D=0.111

Pitch (m)	0.01	D(m)	0.105		
x(m)	1	2	3	4	5
	0.18	0.22	0.53	0.81	1
$A_s(m^2)$	0.838				

Run No	$l(mm.H_2O)$	$m(kg/s)$	$h_s(mm.H_2O)$	$T_{m,i}$	$T_{m,o}$	Pr	$\Delta T$	$q(w)$	$T_{s1}$	$T_{s2}$	$T_{s3}$	$T_{s4}$	$T_{s5}$	$h_{ia}$	Re	Nu	K
1	7.6	0.055	9.3	16.0	18.6	0.7123	2.6	144.046	18.1	18.8	19.7	20.4	21.0	80.561	37073.9	332.202	5.444
2	10.2	0.064	12.0	16.0	18.6	0.7123	2.6	166.330	18.2	19.0	19.9	20.6	21.3	85.684	42809.2	353.330	5.265
3	12.7	0.071	15.0	16.0	18.6	0.7123	2.6	185.963	18.4	19.1	20.2	20.9	21.3	87.528	47862.1	360.931	5.287
4	15.2	0.078	18.1	16.0	18.5	0.7123	2.5	195.876	18.4	19.1	20.1	20.8	21.5	90.843	52437.3	374.661	5.320
5	17.8	0.084	20.8	16.0	18.6	0.7123	2.6	220.034	18.4	19.1	20.1	20.8	21.4	103.212	56631.2	425.608	5.235
6	20.3	0.090	23.4	16.0	18.5	0.7123	2.5	226.178	18.4	19.2	20.1	20.9	21.4	102.798	60549.4	423.966	5.159
7	22.9	0.096	25.6	16.1	18.5	0.7123	2.4	230.303	18.5	19.3	20.3	21.0	21.6	99.820	64213.8	411.621	5.015
8	25.4	0.101	27.9	16.0	18.4	0.7123	2.4	242.759	18.5	19.2	20.3	21.0	21.5	104.208	67705.3	429.846	4.912
9	27.9	0.106	30.5	15.9	18.5	0.7123	2.6	275.825	18.6	19.3	20.3	21.0	21.6	117.209	71009.9	483.474	4.886
10	30.5	0.110	32.7	16.0	18.5	0.7123	2.5	277.011	18.6	19.4	20.3	21.0	21.6	119.170	74157.6	491.488	4.800
11	33.0	0.115	34.5	16.0	18.5	0.7123	2.5	288.322	18.7	19.4	20.3	21.1	21.6	121.781	77185.7	502.255	4.671
12	35.6	0.119	36.2	15.9	18.4	0.7123	2.5	299.204	18.7	19.5	20.3	21.2	21.7	120.143	80120.7	495.649	4.562
13	38.1	0.123	37.6	15.9	18.5	0.7123	2.6	322.095	18.8	19.6	20.4	21.2	21.8	128.822	82921.7	531.375	4.414
14	50.8	0.142	46.2	16.0	18.5	0.7123	2.5	357.619	18.7	19.6	21.3	21.6	22.4	127.278	95737.0	524.926	4.070
15	55.9	0.149	49.9	16.0	18.5	0.7123	2.5	375.074	18.8	19.5	21.1	21.6	22.4	134.015	100409.8	552.711	3.996



ตารางที่ 28 ข ผลการทดลองและการคำนวณ การทดลองที่ b1P23dT5[C]

รูปแบบท่อ      รูปการวางท่อ      90 องศา       $\Delta T = 5C|C|$        $T_m = 18.5^\circ C$   
 ลักษณะผิวท่อ(P/D)      0.219      (%การขยาดตัว=91%)      R/D=6.063      a/D 0.0513

Pitch (m)	0.023		D(m)	0.105	
x(m)	1	2	3	4	5
	0.23	0.41	0.62	0.8	1
$A_1(m^2)$	0.364				

Run No	H(mm.H <sub>2</sub> O)	m(kg/s)	h <sub>w</sub> (mm.H <sub>2</sub> O)	T <sub>m,i</sub>	T <sub>m,o</sub>	Pr	$\Delta T$	q(w)	Ts1	Ts2	Ts3	Ts4	Ts5	h <sub>io</sub>	Re	Nu	K
1	7.6	0.055	4.9	16.1	21.1	0.7120	5.0	277.035	31.0	32.5	34.3	36.0	37.1	50.961	36946.1	209.316	2.852
2	10.2	0.064	6.5	16.0	20.9	0.7120	4.9	313.491	32.5	34.0	36.0	37.3	38.0	52.203	42678.6	214.516	2.863
3	12.7	0.071	7.7	15.9	21.0	0.7120	5.1	364.799	33.6	34.8	37.3	38.6	39.0	57.008	47716.1	234.261	2.718
4	16.5	0.081	9.8	16.0	21.1	0.7120	5.1	415.938	34.0	35.3	38.0	39.3	40.0	63.065	54390.3	259.069	2.633
5	19.1	0.087	11.5	16.1	20.9	0.7120	4.8	420.506	34.6	36.0	38.6	40.3	40.6	61.200	58432.3	251.449	2.682
6	20.3	0.090	11.8	16.0	21.0	0.7120	5.0	452.393	35.3	36.6	39.1	40.8	41.4	63.761	60348.7	261.968	2.581
7	24.1	0.098	13.0	15.9	21.0	0.7120	5.1	502.841	36.0	37.8	40.0	41.6	42.6	66.870	65772.1	274.786	2.400
8	27.9	0.106	14.8	16.0	21.1	0.7120	5.1	541.089	36.6	38.3	40.4	42.3	42.9	71.174	70755.7	292.384	2.363
9	30.5	0.110	16.4	16.1	20.9	0.7120	4.8	531.903	37.1	38.8	40.3	42.1	43.0	69.090	73911.7	283.865	2.399
10	33.0	0.115	17.9	16.0	21.0	0.7120	5.0	576.690	37.6	39.3	40.6	42.1	43.2	73.846	76929.8	303.404	2.420
11	38.1	0.123	20.1	15.9	21.0	0.7120	5.1	631.851	38.0	39.4	41.3	42.6	43.7	79.124	82646.8	325.140	2.354
12	45.7	0.135	24.4	16.0	21.1	0.7120	5.1	692.163	38.6	40.3	42.4	43.4	44.4	83.956	90511.0	344.892	2.377
13	53.3	0.146	28.8	16.1	21.0	0.7120	4.9	718.303	39.0	40.8	43.2	43.7	44.6	85.394	97763.1	350.799	2.405
14	71.1	0.169	38.4	16.0	21.1	0.7120	5.1	863.279	42.0	44.0	45.5	46.0	47.4	91.807	112887.1	377.144	2.405
15	78.7	0.177	42.0	15.9	21.0	0.7120	5.1	908.343	40.9	42.9	44.0	45.1	46.0	100.919	118812.2	414.701	2.377

ตารางที่ 29 ข ผลการทดลองและการคำนวณ การทดลองที่ bIP15dT5[C]

รูปแบบท่อ      วนการวางท่อ      90 องศา       $\Delta T = 5C[C]$        $T_m = 18.5 \text{ } ^\circ C$   
 ลักษณะผิวท่อ(P/D)      0.143      (%การขยาดัว=59%)      R/D=6.063      a/D=0.0976

Pitch (m)	0.015	D(m)			0.105
x(m)	1	2	3	4	5
	0.2	0.41	0.65	0.82	1
$A_s(m^2)$	0.558				

Run No	H(mm.H <sub>2</sub> O)	m(kg/s)	h <sub>c</sub> (mm.H <sub>2</sub> O)	T <sub>in,i</sub>	T <sub>m,o</sub>	Pr	$\Delta T$	q(w)	Ts1	Ts2	Ts3	Ts4	Ts5	h <sub>in</sub>	Re	Nu	K
1	7.6	0.055	7.3	16.0	20.9	0.7120	4.9	271.491	24.0	25.5	27.0	27.8	29.0	63.830	36960.8	262.293	4.281
2	8.9	0.060	7.9	16.0	20.9	0.7120	4.9	293.244	24.5	26.3	27.8	28.4	29.8	63.162	39922.2	259.548	3.975
3	10.2	0.064	9.3	16.1	21.0	0.7120	4.9	313.493	24.5	26.8	27.6	29.0	30.0	66.867	42667.3	274.691	4.065
4	15.2	0.078	12.2	16.0	21.0	0.7120	5.0	391.783	24.5	26.5	27.8	28.6	30.0	83.895	52263.5	344.693	3.567
5	20.3	0.090	16.8	15.9	21.0	0.7120	5.1	461.439	24.8	27.0	28.1	29.3	30.4	93.610	60356.7	384.664	3.679
6	25.4	0.101	19.9	16.0	21.0	0.7120	5.0	505.790	25.5	28.0	29.1	30.3	31.8	92.681	67471.9	380.790	3.488
7	29.2	0.108	23.0	16.0	21.0	0.7120	5.0	542.400	26.1	28.0	29.8	30.8	32.4	93.582	72355.5	384.491	3.508
8	33.0	0.115	25.6	15.9	21.0	0.7120	5.1	588.221	25.8	28.3	29.4	30.4	32.3	104.129	76939.9	427.892	3.458
9	35.6	0.119	27.9	15.9	21.0	0.7120	5.1	610.426	26.0	28.0	29.8	30.8	32.4	106.387	79844.4	437.169	3.494
10	39.4	0.125	30.5	16.0	21.0	0.7120	5.0	629.704	25.8	28.4	30.0	31.0	32.4	109.066	84001.8	448.112	3.452
11	40.6	0.127	31.7	16.0	21.1	0.7120	5.1	652.577	26.5	28.8	30.6	31.4	32.9	107.950	85334.6	443.457	3.477
12	45.7	0.135	34.2	15.9	21.0	0.7120	5.1	692.158	26.8	29.4	31.4	32.3	33.9	106.851	90535.0	439.077	3.330
13	50.8	0.142	37.7	16.0	21.1	0.7120	5.1	729.604	27.0	29.4	31.4	32.6	34.2	112.221	95407.0	461.004	3.306
14	58.4	0.153	43.3	16.0	21.0	0.7120	5.0	767.069	26.8	29.4	31.0	32.7	34.4	118.481	102326.1	486.792	3.302
15	63.5	0.159	46.6	16.0	21.1	0.7120	5.1	815.722	26.5	29.4	31.0	32.6	33.9	128.474	106668.3	527.772	3.269

ตารางที่ 30 ผลการทดลองและการคำนวณ การทดลองที่ b1P10dT5[C]

รูปแบบท่อ      มุมการวางท่อ      90 องศา       $\Delta T = 5C[C]$        $T_{in} = 18.5^{\circ}C$   
 ลักษณะผิวท่อ(P/D)      0.095      (%การขยาดตัว=39.37%)      R/D=6.063      a/D=0.111

Pitch (m)	0.01	D(m)	0.105		
x(m)	1	2	3	4	5
	0.18	0.22	0.53	0.81	1
$A_s(m^2)$	0.838				

Run No	H(mm.H <sub>2</sub> O)	m(kg/s)	h <sub>s</sub> (mm.H <sub>2</sub> O)	T <sub>in,j</sub>	T <sub>in,o</sub>	Pr	$\Delta T$	q(w)	Ts1	Ts2	Ts3	Ts4	Ts5	h <sub>m</sub>	Re	Nu	K
1	5.1	0.045	6.6	16.2	20.9	0.7120	4.7	212.625	20.0	21.1	22.1	23.3	24.5	76.855	30170.3	315.721	5.831
2	8.9	0.060	10.6	16.1	20.9	0.7120	4.8	287.260	20.6	21.9	22.9	24.0	25.1	84.025	39916.9	345.228	5.320
3	11.4	0.068	13.7	16.0	21.1	0.7120	5.1	346.081	20.9	22.4	23.3	24.3	25.4	96.036	45255.5	394.517	5.349
4	15.2	0.078	17.1	16.1	21.0	0.7120	4.9	383.949	21.0	22.5	23.5	24.4	25.5	102.249	52256.6	420.038	4.993
5	17.8	0.084	20.3	15.9	21.0	0.7120	5.1	431.636	21.2	22.5	23.6	24.5	25.4	111.617	56458.5	458.659	5.091
6	20.3	0.090	23.0	16.0	21.1	0.7120	5.1	461.442	21.6	22.8	23.8	24.7	25.7	114.808	60340.7	471.631	5.042
7	22.9	0.096	26.5	16.1	20.9	0.7120	4.8	460.641	21.9	23.1	24.1	24.9	26.0	103.692	64009.4	426.031	5.172
8	26.7	0.103	30.1	16.0	21.0	0.7120	5.0	518.281	22.0	23.4	24.3	25.0	26.0	118.209	69138.1	485.674	5.024
9	27.9	0.106	31.4	16.0	21.0	0.7120	5.0	530.477	22.1	23.7	24.4	25.3	26.2	116.664	70765.1	479.326	5.000
10	30.5	0.110	33.6	15.9	21.1	0.7120	5.2	576.228	22.3	23.8	24.8	25.4	26.3	123.507	73911.7	507.443	4.913
11	33.0	0.115	34.2	16.0	21.0	0.7120	5.0	576.690	22.3	24.1	25.0	25.7	26.7	117.662	76929.8	483.427	4.609
12	35.6	0.119	37.6	15.9	20.9	0.7120	5.0	598.455	22.7	24.4	25.3	26.0	27.0	113.614	79854.9	466.938	4.710
13	43.2	0.131	42.9	16.0	21.0	0.7120	5.0	659.470	23.6	25.2	25.7	26.8	27.5	115.320	87972.5	473.807	4.427
14	50.8	0.142	49.0	16.0	21.1	0.7120	5.1	729.604	23.6	24.9	26.2	26.2	27.0	132.185	95407.0	543.016	4.297
15	55.9	0.149	52.8	15.9	21.1	0.7120	5.2	780.216	24.0	24.9	26.0	26.5	27.3	136.824	100076.9	562.159	4.210

ตารางที่ 31 ข ผลการทดลองและการคำนวณ การทดลองที่ b1P23dT2.5[H]

รูปแบบท่อ      ฎการวางท่อ      90 องศา       $\Delta T = 2.5\text{C}[H]$        $T_{in} = 32.25\text{ }^{\circ}\text{C}$   
 ลักษณะผิวท่อ(P/D)      0.219      (%การขยตัว=91%)      R/D=6.063      a/D=0.0513

Pitch (m)	0.023	D(m)	0.105		
x(m)	1	2	3	4	5
	0.23	0.41	0.62	0.8	1
$A_s(m^2)$	0.364				

Run No	H(mm.H <sub>2</sub> O)	m(kg/s)	h <sub>a</sub> (mm.H <sub>2</sub> O)	T <sub>m,i</sub>	T <sub>m,o</sub>	Pr	$\Delta T$	q(w)	Ts1	Ts2	Ts3	Ts4	Ts5	h <sub>m</sub>	Re	Nu	K
1	7.6	0.055	5.6	31.1	33.5	0.7097	2.4	133.109	38.4	39.2	39.9	40.5	41.4	50.411	35670.7	198.907	3.094
2	14.0	0.075	8.4	31.0	33.4	0.7097	2.4	180.230	39.0	40.0	40.6	41.2	42.2	61.387	48310.4	242.284	2.542
3	15.2	0.078	9.3	31.0	33.6	0.7097	2.6	203.932	39.5	40.6	41.2	41.6	42.6	66.377	50446.0	261.908	2.584
4	19.1	0.087	11.5	31.1	33.5	0.7097	2.4	210.465	39.8	41.1	41.7	42.0	43.0	65.084	56400.3	256.804	2.557
5	20.3	0.090	12.7	31.0	33.5	0.7097	2.5	226.423	39.8	40.9	41.7	42.1	43.3	69.560	58257.3	274.506	2.653
6	25.4	0.101	14.8	30.9	33.5	0.7097	2.6	263.274	40.2	41.4	42.1	42.5	43.4	77.220	65141.7	304.778	2.480
7	26.7	0.103	16.4	30.9	33.5	0.7097	2.6	269.775	40.4	41.6	42.5	43.0	43.6	76.041	66750.4	300.124	2.614
8	27.9	0.106	17.1	31.1	33.5	0.7097	2.4	254.885	40.5	41.7	42.4	42.8	43.7	73.097	68304.2	288.422	2.597
9	31.8	0.113	17.3	31.1	33.5	0.7097	2.4	271.709	40.9	42.0	42.9	43.3	43.9	74.859	72812.5	295.375	2.318
10	35.6	0.119	19.2	31.0	33.5	0.7097	2.5	299.530	40.5	41.8	42.6	43.0	44.0	84.248	77067.1	332.467	2.288
11	40.6	0.127	21.0	31.0	33.6	0.7097	2.6	333.020	40.7	41.9	42.8	43.2	44.0	92.895	82378.0	366.539	2.200
12	45.7	0.135	23.2	31.0	33.5	0.7097	2.5	339.635	41.0	42.2	42.9	43.4	44.2	91.788	87385.9	362.225	2.154
13	53.3	0.146	26.0	31.0	33.6	0.7097	2.6	381.522	41.1	42.4	43.3	43.5	44.3	102.008	94375.8	402.497	2.069
14	68.6	0.166	32.0	31.0	33.6	0.7097	2.6	432.606	41.4	42.7	43.5	43.8	44.7	112.470	107012.1	443.777	1.982
15	81.3	0.180	36.0	31.0	33.5	0.7097	2.5	452.846	41.6	42.8	43.7	44.2	44.9	114.573	116514.5	452.139	1.882

ตารางที่ 32 ข ผลการทดลองและการคำนวณ การทดลองที่ bIP15dT2.5[H]

รูปแบบท่อ      รูปการวางท่อ      90 องศา       $\Delta T = 2.5\text{C}[H]$        $T_{in} = 32.25\text{ }^{\circ}\text{C}$   
 ลักษณะผิวท่อ(P/D)      0.143      (%การขยาดัว=59%)      R/D=6.063      a/D=0.0976

Pitch (m)	0.015		D(m)	0.105	
x(m)	1	2	3	4	5
	0.2	0.41	0.65	0.82	1
$A_f(m^2)$	0.558				

Run No	H(mm.H <sub>2</sub> O)	m(kg/s)	h <sub>a</sub> (mm.H <sub>2</sub> O)	T <sub>in,i</sub>	T <sub>in,o</sub>	Pr	$\Delta T$	q(w)	Ts1	Ts2	Ts3	Ts4	Ts5	h <sub>m</sub>	Re	Nu	K
1	7.6	0.055	7.9	31.0	33.4	0.7097	2.4	133.109	34.8	35.8	36.6	37.3	37.9	60.389	35679.6	238.345	4.422
2	12.7	0.071	11.5	31.0	33.5	0.7097	2.5	179.003	35.0	36.0	36.8	37.5	38.3	78.428	46056.4	309.500	3.836
3	15.2	0.078	13.7	31.0	33.5	0.7097	2.5	196.088	35.4	36.3	37.2	38.0	38.5	78.948	50452.3	311.551	3.826
4	19.1	0.087	16.8	31.0	33.6	0.7097	2.6	228.003	35.3	36.3	37.2	38.0	38.7	92.947	56400.3	366.743	3.740
5	20.3	0.090	18.5	31.1	33.6	0.7097	2.5	226.424	35.4	36.3	37.2	38.0	38.6	92.837	58242.8	366.260	3.876
6	25.4	0.101	21.7	31.1	33.6	0.7097	2.5	253.150	35.5	36.4	37.3	38.2	38.7	101.292	65117.4	399.615	3.621
7	27.9	0.106	24.8	31.0	33.6	0.7097	2.6	276.126	35.7	36.8	37.6	38.4	38.9	101.870	68304.2	401.953	3.765
8	29.2	0.108	26.5	31.0	33.6	0.7097	2.6	282.331	35.8	36.9	37.7	38.3	39.0	104.144	69839.3	410.924	3.859
9	31.8	0.113	27.9	31.0	33.5	0.7097	2.5	283.029	35.9	36.7	37.6	38.3	39.0	103.585	72821.6	408.779	3.730
10	35.6	0.119	30.1	31.1	33.5	0.7097	2.4	287.549	36.0	36.8	37.7	38.4	39.1	103.897	77057.5	409.949	3.592
11	40.6	0.127	34.9	31.0	33.5	0.7097	2.5	320.211	36.2	37.0	37.9	38.4	39.3	110.431	82388.2	435.793	3.648
12	45.7	0.135	38.0	31.0	33.5	0.7097	2.5	339.635	36.3	37.2	38.0	38.4	39.5	114.332	87385.9	451.189	3.531
13	50.8	0.142	41.4	31.0	33.5	0.7097	2.5	358.006	36.2	37.1	38.1	38.6	39.3	121.382	92112.8	479.010	3.462
14	55.9	0.149	44.7	31.0	33.5	0.7097	2.5	375.480	36.2	37.0	37.9	38.4	39.2	130.176	96608.7	513.712	3.398
15	63.5	0.159	49.9	31.0	33.5	0.7097	2.5	400.263	36.2	36.9	37.9	38.5	39.3	138.580	102985.3	546.879	3.339

ตารางที่ 33 ข ผลการทดลองและการคำนวณ การทดลองที่ b1P10dT2.5[H]

รูปแบบท่อ      มุมการวางท่อ      90 องศา       $\Delta T = 2.5C[III]$        $T_{in} = 32.25\text{ }^{\circ}C$   
 ลักษณะผิวท่อ(P/D)      0.095      (%การขยาดัว=39.37%)      R/D=6.063      a/D=0.111

Pitch (m)	0.01	D(m)	0.105		
x(m)	1	2	3	4	5
	0.18	0.22	0.53	0.81	1
$A_c(m^2)$	0.838				

Run No	H(mm.H <sub>2</sub> O)	m(kg/s)	h <sub>w</sub> (mm.H <sub>2</sub> O)	T <sub>in,i</sub>	T <sub>in,o</sub>	Pr	$\Delta T$	q(w)	Ts1	Ts2	Ts3	Ts4	Ts5	h <sub>m</sub>	Re	Nu	K
1	6.4	0.050	8.8	31.0	33.7	0.7097	2.7	136.701	32.7	34.0	35.0	35.5	36.1	79.273	32558.7	312.747	5.916
2	7.6	0.055	10.6	31.0	33.7	0.7097	2.7	149.749	32.9	34.0	35.1	35.7	36.3	80.746	35666.3	318.557	5.916
3	10.2	0.064	13.2	31.1	33.6	0.7097	2.5	160.106	33.0	34.2	35.2	35.8	36.5	80.943	41183.9	319.334	5.533
4	12.7	0.071	16.3	31.0	33.5	0.7097	2.5	179.003	33.1	34.3	35.2	36.0	36.6	83.841	46056.4	330.863	5.469
5	17.8	0.084	21.7	30.9	33.5	0.7097	2.6	220.271	33.3	34.4	35.4	36.0	36.8	95.104	54501.4	375.361	5.175
6	20.3	0.090	24.4	31.0	33.5	0.7097	2.5	226.423	33.3	34.4	35.3	36.0	36.8	100.522	58257.3	396.690	5.101
7	22.9	0.096	26.8	31.0	33.6	0.7097	2.6	249.765	33.3	34.7	35.4	36.3	36.8	104.788	61783.5	413.465	4.987
8	25.4	0.101	28.7	30.9	33.6	0.7097	2.7	273.401	33.4	34.6	35.5	36.2	37.0	113.882	65133.6	449.415	4.806
9	27.9	0.106	32.7	31.0	33.6	0.7097	2.6	276.126	33.6	34.7	35.7	36.5	37.1	109.396	68304.2	431.649	4.971
10	31.2	0.112	34.2	31.0	33.6	0.7097	2.6	291.987	33.6	34.8	35.8	36.6	37.2	113.178	72227.7	446.573	4.644
11	33.0	0.115	36.2	30.9	33.6	0.7097	2.7	311.725	33.6	34.8	35.6	36.5	37.1	122.168	74263.7	482.111	4.662
12	35.6	0.119	38.0	30.9	33.6	0.7097	2.7	323.492	33.6	34.8	35.8	36.4	37.1	124.478	77067.1	491.227	4.540
13	39.4	0.125	42.5	31.0	33.6	0.7097	2.6	327.775	33.6	34.9	35.8	36.4	36.9	128.973	81080.6	508.895	4.581
14	45.7	0.135	47.1	31.0	33.5	0.7097	2.5	339.635	33.5	34.8	35.6	36.5	37.0	133.644	87385.9	527.398	4.377
15	55.9	0.149	55.1	31.0	33.5	0.7097	2.5	375.480	33.6	34.8	35.6	36.2	37.1	148.655	96608.7	586.636	4.189

ตารางที่ 34 ข ผลการทดลองและการคำนวณ การทดลองที่ b1P23dT5[H]

รูปแบบท่อ      รูปการวางท่อ      90 องศา       $\Delta T = 5C(H)$        $T_{in} = 33.5^{\circ}C$   
 ลักษณะผิวท่อ(P/D)      0.219      (%การขยตัว 91%)      R/D=6.063      a/D=0.0513

Pitch (m)	0.023	D(m)	0.105
	1	2	3
	0.23	0.41	0.62
	4	5	
	0.8	1	
$A_1(m^2)$	0.364		

Run No	h(mm.H <sub>2</sub> O)	m(kg/s)	h <sub>w</sub> (mm.H <sub>2</sub> O)	T <sub>m,i</sub>	T <sub>m,o</sub>	Pr	$\Delta T$	q(w)	Ts1	Ts2	Ts3	Ts4	Ts5	h <sub>m</sub>	Re	Nu	K
1	7.6	0.055	5.2	31.1	35.9	0.7095	4.8	266.238	45.7	47.0	48.0	49.1	50.6	52.211	35564.9	205.311	2.912
2	12.7	0.071	7.7	31.1	36.0	0.7095	4.9	350.873	46.3	47.5	48.8	49.8	51.0	66.249	45908.4	260.479	2.580
3	15.2	0.078	9.6	31.0	36.0	0.7095	5.0	392.205	47.2	48.3	49.8	50.8	52.0	69.385	50296.3	272.847	2.658
4	19.1	0.087	11.2	31.0	36.1	0.7095	5.1	447.270	47.9	49.0	50.2	51.4	52.5	76.585	56226.1	301.120	2.478
5	21.6	0.093	12.7	30.9	35.9	0.7096	5.0	466.815	48.5	49.7	50.5	51.9	53.0	76.737	59879.4	301.845	2.487
6	22.9	0.096	13.6	31.0	36.0	0.7095	5.0	480.351	49.3	50.3	51.1	52.2	53.3	76.975	61600.2	302.696	2.517
7	25.4	0.101	13.6	31.0	36.0	0.7095	5.0	506.334	49.9	51.1	51.8	52.8	54.1	77.103	64932.3	303.198	2.266
8	27.9	0.106	16.1	31.1	36.1	0.7095	5.0	531.051	50.2	51.4	52.0	52.8	53.8	81.636	68084.7	320.931	2.437
9	30.5	0.110	17.3	31.0	36.0	0.7095	5.0	554.662	50.6	51.5	52.6	53.0	54.3	83.127	71129.7	326.887	2.404
10	33.0	0.115	17.9	30.9	35.9	0.7096	5.0	577.307	50.7	51.6	52.4	53.3	54.3	85.800	74052.5	337.492	2.298
11	38.1	0.123	18.8	31.1	36.0	0.7095	4.9	607.730	51.1	52.1	53.0	53.4	54.7	88.974	79515.7	349.830	2.092
12	40.6	0.127	20.4	31.0	36.1	0.7095	5.1	653.279	51.8	52.8	53.7	54.0	56.1	91.679	82123.4	360.466	2.127
13	50.8	0.142	24.6	30.9	36.0	0.7095	5.1	730.381	52.0	53.6	54.8	55.0	57.4	97.739	91839.4	384.400	2.049
14	66.0	0.162	29.7	31.0	36.0	0.7095	5.0	816.440	53.0	54.3	55.8	55.9	58.2	104.909	104700.1	412.541	1.902
15	81.3	0.180	34.8	30.9	36.1	0.7095	5.2	911.989	53.9	55.1	56.8	57.1	59.4	115.652	116154.4	454.786	1.811

ตารางที่ 35 ข ผลการทดลองและการคำนวณ การทดลองที่ b1P15dT5[H]

รูปแบบท่อ      มุมการวางท่อ      90 องศา       $\Delta T = 5C[III]$        $T_m = 33.5^\circ C$   
 ลักษณะผิวท่อ(P/D)      0.143      (%การขยาดัว=59%)      R/D=6.063      a/D=0.0976

Pitch (m)	0.015		D(m)	0.105	
x(m)	1	2	3	4	5
	0.2	0.41	0.65	0.82	1
$A_s(m^2)$	0.558				

Run No	H(mm.H <sub>2</sub> O)	m(kg/s)	h <sub>s</sub> (mm.H <sub>2</sub> O)	T <sub>in,i</sub>	T <sub>in,o</sub>	Pr	$\Delta T$	q(w)	Ts1	Ts2	Ts3	Ts4	Ts5	h <sub>m</sub>	Re	Nu	K
1	7.6	0.055	7.9	30.9	35.9	0.7096	5.0	277.329	38.4	40.2	41.9	43.0	44.1	66.495	35573.7	261.557	4.404
2	8.9	0.060	8.8	31.0	36.0	0.7095	5.0	299.551	39.0	40.6	42.5	43.3	44.7	68.066	38414.5	267.659	4.209
3	10.2	0.064	10.2	31.0	36.1	0.7095	5.1	326.640	39.1	41.1	43.0	43.9	44.9	71.389	41061.7	280.690	4.241
4	15.2	0.078	14.2	30.9	35.9	0.7096	5.0	392.203	39.2	41.0	43.0	43.6	44.9	84.534	50308.7	332.512	3.930
5	20.3	0.090	18.5	31.0	36.1	0.7095	5.1	461.938	39.5	41.4	43.1	43.9	45.2	98.109	58070.0	385.747	3.860
6	25.4	0.101	22.0	31.0	36.0	0.7095	5.0	506.334	40.4	42.2	43.6	44.8	46.1	97.715	64932.3	384.252	3.657
7	29.2	0.108	24.8	30.9	35.9	0.7096	5.0	542.980	41.2	42.8	44.4	45.6	47.0	94.579	69649.3	372.027	3.588
8	33.0	0.115	27.4	31.0	36.0	0.7095	5.0	577.310	41.5	43.0	44.7	45.9	46.9	100.664	74034.2	395.849	3.509
9	35.6	0.119	30.5	31.0	36.1	0.7095	5.1	611.087	41.5	43.3	44.9	46.0	47.2	105.342	76819.4	414.185	3.628
10	39.4	0.125	30.9	31.0	36.0	0.7095	5.0	630.381	41.5	43.6	44.8	46.3	47.3	107.023	80840.0	420.855	3.323
11	40.6	0.127	32.7	31.1	36.0	0.7095	4.9	627.660	41.9	43.6	45.0	46.5	47.6	104.787	82123.4	412.002	3.403
12	45.7	0.135	36.2	31.0	35.9	0.7095	4.9	665.731	42.2	43.9	45.0	46.7	48.2	107.559	87126.5	423.021	3.353
13	50.8	0.142	40.0	31.0	36.0	0.7095	5.0	716.065	43.0	44.6	46.0	49.0	49.0	106.249	91828.1	417.812	3.331
14	58.4	0.153	45.2	31.1	36.0	0.7095	4.9	752.538	43.6	45.3	47.0	49.0	49.5	106.509	98462.5	418.773	3.272
15	63.5	0.159	49.0	31.0	36.1	0.7095	5.1	816.599	43.6	45.6	47.0	48.8	50.1	114.520	102654.3	450.270	3.264



ตารางที่ 36 ข ผลการทดลองและการคำนวณ การทดลองที่ b1P10dT5[H]

รูปแบบท่อ      ทุมการวางท่อ      90 องศา       $\Delta T = 5C[III]$        $T_{in} = 33.5^{\circ}C$   
 ลักษณะผิวท่อ(P/D)      0.095      (%การขยาดัว=39.37%)      R/D=6.063      a/D=0.111

Pitch (m)	0.01	D(m)	0.105		
x(m)	1	2	3	4	5
	0.18	0.22	0.53	0.81	1
$A_s(m^2)$	0.838				

Run No	H(mm.H <sub>2</sub> O)	m(kg/s)	h <sub>a</sub> (mm.H <sub>2</sub> O)	T <sub>m,i</sub>	T <sub>m,o</sub>	Pr	$\Delta T$	q(w)	Ts1	Ts2	Ts3	Ts4	Ts5	h <sub>m</sub>	Re	Nu	K
1	7.6	0.055	10.2	31.0	36.0	0.7095	5.0	277.331	35.4	36.8	38.1	39.4	40.2	79.558	35564.9	312.852	5.655
2	10.2	0.064	13.7	31.0	36.0	0.7095	5.0	320.234	35.7	37.3	38.4	39.9	40.6	84.249	41066.8	331.297	5.715
3	12.7	0.071	15.9	31.0	36.0	0.7095	5.0	358.032	35.8	37.3	38.4	40.0	40.5	93.472	45914.1	367.566	5.303
4	14.0	0.075	17.1	31.0	36.1	0.7095	5.1	383.019	36.0	37.6	38.7	40.1	40.9	96.163	48149.1	378.095	5.171
5	17.8	0.084	21.7	31.1	36.0	0.7095	4.9	415.158	36.5	38.0	38.9	40.4	41.2	97.368	54319.5	382.831	5.151
6	20.3	0.090	23.9	31.0	36.0	0.7095	5.0	452.879	36.7	38.4	39.2	40.7	41.4	100.266	58077.2	394.285	4.965
7	22.9	0.096	26.5	31.0	36.0	0.7095	5.0	480.351	37.0	38.5	39.8	41.0	41.6	96.598	61600.2	379.861	4.910
8	25.4	0.101	30.1	31.0	36.1	0.7095	5.1	516.462	37.2	38.7	39.3	41.0	41.9	108.926	64924.3	428.279	5.008
9	27.9	0.106	32.3	30.9	36.0	0.7095	5.1	541.667	37.4	39.1	40.0	41.2	42.0	105.946	68110.0	416.679	4.887
10	31.2	0.112	35.8	31.0	36.0	0.7095	5.0	561.552	37.6	39.0	39.8	41.4	42.2	109.541	72013.4	430.755	4.848
11	33.0	0.115	37.1	30.9	36.0	0.7095	5.1	588.855	37.7	39.2	39.7	41.6	42.3	112.951	74043.3	444.227	4.760
12	36.8	0.121	42.0	31.1	36.1	0.7095	5.0	609.711	37.5	39.4	40.0	41.9	42.4	116.452	78169.5	457.804	4.819
13	40.6	0.127	45.2	30.9	36.0	0.7095	5.1	653.275	38.1	39.5	40.1	42.1	42.5	117.704	82143.7	462.920	4.706
14	45.7	0.135	49.5	30.9	36.1	0.7095	5.2	706.492	37.9	39.7	40.2	42.0	42.6	128.811	87115.8	506.534	4.580
15	55.9	0.149	57.9	31.0	36.1	0.7095	5.1	766.038	38.1	39.7	40.4	41.9	42.4	139.935	96298.2	550.198	4.382

ตารางที่ 37 ผลการทดลองและการคำนวณ การทดลองที่ b0.5P23dT2.5[C]

รูปแบบท่อ      อนุกรมวางท่อ      90 องศา       $\Delta T = 2.5 \text{ C[C]}$        $T_m = 17.25 \text{ }^\circ\text{C}$   
 ลักษณะผิวท่อ(P/D)      0.219      (%การขยขตัว=91%)      R/D=3.028      a/D=0.0513

Pitch (m)	0.023	D(m)	0.105		
x (m)	1	2	3	4	5
	0.09	0.18	0.3	0.41	0.5
$A_c(m^2)$	0.182				

Run No	H(mm H <sub>2</sub> O)	m(kg/s)	h <sub>w</sub> (mm H <sub>2</sub> O)	T <sub>m,i</sub>	T <sub>m,o</sub>	Pr	$\Delta T$	q(w)	Ts1	Ts2	Ts3	Ts4	Ts5	h <sub>m</sub>	Re	Nu	K
1	6.1	0.049	2.5	16.0	18.5	0.7123	2.5	123.883	26.5	27.2	27.8	28.3	28.9	66.458	33164.3	274.091	1.835
2	10.9	0.066	4.2	16.0	18.6	0.7123	2.6	172.455	26.8	27.7	28.3	28.8	29.3	88.951	44385.5	366.801	1.721
3	15.5	0.079	5.7	16.0	18.5	0.7123	2.5	197.502	27.6	28.3	28.8	29.5	30.0	95.405	52872.5	393.472	1.646
4	20.3	0.090	7.1	16.0	18.6	0.7123	2.6	235.226	29.0	29.6	30.2	30.8	31.7	101.692	60541.3	419.341	1.563
5	25.4	0.101	8.4	16.0	18.5	0.7123	2.5	252.875	29.4	30.1	30.3	31.2	32.1	105.900	67696.3	436.757	1.480
6	31.5	0.112	10.6	15.9	18.5	0.7123	2.6	292.852	30.2	31.0	31.3	31.9	32.8	114.908	75393.5	473.982	1.506
7	34.3	0.117	10.8	16.0	18.5	0.7123	2.5	293.814	30.8	31.5	31.9	32.5	33.3	110.722	78656.0	456.644	1.409
8	38.1	0.123	11.8	16.0	18.6	0.7123	2.6	322.097	31.0	31.9	32.3	32.8	33.8	119.383	82899.7	492.289	1.386
9	46.7	0.137	14.5	15.9	18.6	0.7123	2.7	370.457	31.4	32.3	32.6	33.3	33.9	133.931	91827.7	552.364	1.388
10	53.3	0.146	16.2	15.9	18.5	0.7123	2.6	381.107	31.7	32.3	32.9	33.3	34.3	135.588	98114.3	559.282	1.359
11	61.0	0.156	18.4	15.9	18.6	0.7123	2.7	423.092	32.1	32.8	33.3	33.6	34.6	147.338	104874.7	607.659	1.351
12	67.3	0.164	20.0	15.9	18.6	0.7123	2.7	444.583	32.6	33.3	33.8	34.1	35.1	150.370	110201.6	620.165	1.330
13	68.6	0.166	20.8	15.9	18.5	0.7123	2.6	432.135	32.9	33.6	34.2	34.3	35.3	142.807	111251.2	589.060	1.358
14	71.1	0.169	21.1	16.0	18.6	0.7123	2.6	440.068	33.2	33.4	34.3	34.5	35.6	145.110	113262.5	598.378	1.327
15	73.7	0.172	22.1	16.0	18.5	0.7123	2.5	430.630	33.3	33.9	34.3	34.6	35.5	140.736	115282.6	580.429	1.343

ตารางที่ 38 ข ผลการทดลองและการคำนวณ การทดลองที่ b0.5P15dT2.5[C]

รูปแบบท่อ      รูปการวางท่อ      90 องศา       $\Delta T = 2.5[C]$        $T_{in} = 17.25\text{ }^{\circ}C$   
 ลักษณะผิวท่อ(P/D)      0.143      (%การขยาดัว)-59%      R/D=3.028       $\mu/D=0.0976$

Pitch (m)	0.015	D(m)	0.105		
x (m)	1	2	3	4	5
	0.12	0.24	0.37	0.43	0.5
$A_c(m^2)$	0.279				

Run No	H(mm.H <sub>2</sub> O)	m(kg/s)	h <sub>w</sub> (mm.H <sub>2</sub> O)	T <sub>in</sub>	T <sub>out</sub>	Pr	$\Delta T$	q(w)	Ts1	Ts2	Ts3	Ts4	Ts5	h <sub>m</sub>	Re	Nu	K
1	7.9	0.056	4.6	16.1	18.6	0.7122	2.5	140.796	21.2	22.2	23.1	23.7	24.1	100.981	37681.7	416.343	2.613
2	11.7	0.068	6.2	16.0	18.5	0.7123	2.5	171.508	21.4	22.7	23.3	24.1	24.5	113.533	45913.9	468.237	2.375
3	12.7	0.071	6.9	15.9	18.4	0.7123	2.5	178.808	21.8	23.0	23.8	24.5	25.1	107.858	47881.3	444.971	2.432
4	17.3	0.083	9.2	16.0	18.5	0.7123	2.5	208.526	21.8	22.9	24.0	24.4	25.4	126.971	55823.8	523.660	2.384
5	20.3	0.090	10.5	16.1	18.4	0.7123	2.3	208.084	22.0	23.3	24.3	24.9	25.7	119.996	60549.4	494.895	2.312
6	27.9	0.106	14.4	15.9	18.6	0.7123	2.7	286.435	22.2	23.5	24.6	25.0	26.0	159.973	71000.5	659.767	2.306
7	31.2	0.112	15.7	16.0	18.4	0.7123	2.4	269.233	22.4	23.9	25.1	25.3	26.7	139.873	75088.8	576.960	2.249
8	37.1	0.122	18.4	16.0	18.5	0.7123	2.5	305.550	22.4	24.1	25.1	25.7	26.9	158.210	81797.7	652.499	2.220
9	41.9	0.129	20.3	15.9	18.6	0.7123	2.7	350.810	22.9	24.2	25.4	25.9	27.1	174.386	86957.5	719.212	2.168
10	46.2	0.136	22.3	16.0	18.5	0.7123	2.5	341.147	23.3	24.5	25.7	26.3	27.3	161.819	91327.3	667.381	2.159
11	56.4	0.150	26.6	15.9	18.5	0.7123	2.6	391.845	23.6	24.6	25.8	26.4	27.4	180.985	100878.7	746.540	2.111
12	62.7	0.158	29.5	16.0	18.4	0.7123	2.4	381.526	23.4	24.2	25.6	26.3	26.8	182.664	106407.3	753.468	2.105
13	68.1	0.165	31.5	16.1	18.5	0.7123	2.4	397.416	23.4	24.1	25.8	26.2	26.5	193.537	110808.9	798.075	2.070
14	71.4	0.169	32.8	16.0	18.6	0.7123	2.6	440.853	23.6	25.0	26.1	26.4	26.5	204.586	113464.6	843.634	2.056
15	73.7	0.172	34.0	15.9	18.5	0.7123	2.6	447.854	23.9	25.1	26.3	26.4	26.7	200.463	115298.0	826.887	2.066

ตารางที่ 39 ข ผลการทดลองและการคำนวณ การทดลองที่ b0.5P10dT2.5[C]

รูปแบบท่อ      รูปการวางท่อ      90 องศา       $\Delta T = 2.5[C]$        $T_{in} = 17.25^{\circ}C$   
 ลักษณะผิวท่อ(P/D)      0.095      (%การขยเขี้ยว=39.37%)      R/D=3.028      a/D=0.111

Pitch (m)	0.01	D(m)	0.105		
x (m)	1	2	3	4	5
	0.1	0.22	0.3	0.45	0.5
$A_1(m^2)$	0.419				

Run No	H(mm.H <sub>2</sub> O)	m(kg/s)	h <sub>w</sub> (mm.H <sub>2</sub> O)	T <sub>m,i</sub>	T <sub>m,o</sub>	Pr	$\Delta T$	q(w)	Ts1	Ts2	Ts3	Ts4	Ts5	h <sub>m</sub>	Re	Nu	K
1	7.6	0.055	5.9	16.0	18.6	0.7123	2.6	144.046	19.0	20.1	20.5	21.0	21.2	126.386	37073.9	521.168	3.464
2	11.4	0.068	8.9	16.1	18.5	0.7123	2.4	162.849	19.4	20.4	20.8	21.3	21.6	126.331	45406.0	520.940	3.484
3	16.5	0.081	12.0	15.9	18.6	0.7123	2.7	220.184	19.6	20.8	21.2	21.7	22.0	152.373	54578.5	628.426	3.253
4	20.3	0.090	14.8	16.0	18.5	0.7123	2.5	226.178	19.7	20.8	21.2	21.9	22.2	151.105	60549.4	623.195	3.259
5	29.2	0.108	20.0	15.9	18.5	0.7123	2.6	282.024	19.6	20.6	21.1	21.7	22.1	194.731	72605.9	803.244	3.065
6	37.1	0.122	25.1	16.0	18.4	0.7123	2.4	293.327	19.7	20.9	21.4	21.7	22.0	194.264	81808.6	801.314	3.029
7	44.5	0.133	29.0	16.0	18.5	0.7123	2.5	334.522	19.8	21.1	21.7	22.1	22.3	208.039	89553.8	858.005	2.920
8	48.0	0.138	31.0	15.9	18.5	0.7123	2.6	361.550	19.9	21.1	21.9	22.1	22.6	219.760	93079.4	906.484	2.890
9	55.9	0.149	35.4	16.0	18.6	0.7123	2.6	390.078	20.0	21.0	22.1	22.4	22.9	234.700	100396.5	967.813	2.834
10	62.5	0.158	39.3	16.0	18.4	0.7123	2.4	380.753	20.2	21.5	22.4	22.7	23.0	206.857	106191.6	853.261	2.815
11	65.8	0.162	41.8	16.0	18.6	0.7123	2.6	423.243	20.3	21.6	22.6	22.8	23.4	229.501	108932.4	946.373	2.843
12	67.8	0.165	42.8	16.0	18.5	0.7123	2.5	413.201	20.4	21.7	22.6	22.8	23.6	217.397	110616.7	896.600	2.824
13	72.1	0.170	45.2	15.9	18.6	0.7123	2.7	460.245	20.5	21.6	22.7	22.8	23.6	242.241	114083.8	999.061	2.804
14	72.6	0.170	45.7	16.0	18.6	0.7123	2.6	444.758	20.6	21.9	22.9	23.1	23.6	225.748	114469.6	930.898	2.815
15	73.7	0.172	46.7	15.9	18.6	0.7123	2.7	465.081	20.7	21.9	22.9	23.1	23.5	232.447	115282.6	958.668	2.837

ตารางที่ 40 ข ผลการทดลองและการคำนวณ การทดลองที่ b0.5P23dT5[C]

รูปแบบท่อ      ทุบการวางท่อ      90 องศา       $\Delta T = 5 \text{ }^{\circ}\text{C}$        $T_m = 18.5 \text{ }^{\circ}\text{C}$   
 ลักษณะผิวท่อ(P/D)      0.219      (%การขยาดตัว=91%)      R/D=3.028      a/D=0.0513

Pitch (m)	0.023		D(m)	0.105	
x (m)	1	2	3	4	5
	0.09	0.18	0.3	0.41	0.5
$\Lambda_i(m^2)$	0.182				

Run No	H(mm.H <sub>2</sub> O)	m(kg/s)	h <sub>w</sub> (mm.H <sub>2</sub> O)	T <sub>m,i</sub>	T <sub>m,o</sub>	Pr	$\Delta T$	q(w)	Ts1	Ts2	Ts3	Ts4	Ts5	h <sub>m</sub>	Re	Nu	K
1	7.6	0.055	3.0	16.0	20.9	0.7120	4.9	271.491	39.8	40.8	41.7	43.3	44.1	64.696	36960.8	265.850	1.754
2	11.4	0.068	4.2	15.9	21.0	0.7120	5.1	346.079	40.4	41.6	42.3	43.8	44.8	80.419	45267.5	330.461	1.638
3	15.2	0.078	5.7	16.0	21.0	0.7120	5.0	391.783	40.5	42.1	42.7	44.0	45.2	89.936	52263.5	369.512	1.666
4	20.3	0.090	7.1	16.0	21.1	0.7120	5.1	461.442	42.3	43.5	44.5	45.7	46.8	99.234	60340.7	407.654	1.557
5	28.4	0.107	9.8	16.1	21.0	0.7120	4.9	524.571	43.0	44.2	45.7	46.4	47.6	109.189	71396.0	448.547	1.535
6	30.5	0.110	9.8	15.9	20.9	0.7120	5.0	554.062	43.9	44.8	46.3	47.0	48.4	111.812	73931.3	459.531	1.433
7	33.0	0.115	11.1	16.0	21.0	0.7120	5.0	576.690	44.6	45.6	47.1	47.7	49.3	112.824	76929.8	463.550	1.498
8	39.4	0.125	12.5	16.0	21.0	0.7120	5.0	629.701	45.2	46.2	47.6	48.4	49.6	121.586	84001.8	499.550	1.415
9	43.2	0.131	14.0	16.1	21.2	0.7120	5.1	672.666	46.7	47.6	48.6	50.3	51.4	123.958	87937.6	509.065	1.444
10	50.8	0.142	16.0	16.0	21.0	0.7120	5.0	715.295	48.1	48.8	50.0	51.5	52.0	126.219	95419.6	518.585	1.403
11	53.3	0.146	16.7	16.0	21.0	0.7120	5.0	732.960	50.0	50.7	51.9	52.7	53.4	122.790	97776.0	504.497	1.395
12	58.4	0.153	18.0	15.9	21.1	0.7120	5.2	797.752	51.4	51.9	53.3	53.8	54.8	128.622	102326.1	528.459	1.373
13	64.8	0.161	19.2	16.0	21.1	0.7120	5.1	823.839	52.2	52.6	53.8	55.1	55.5	129.927	107729.7	533.740	1.321
14	68.6	0.166	20.2	16.1	20.9	0.7120	4.8	797.851	51.0	52.4	53.6	54.8	55.5	126.930	110867.6	521.505	1.312
15	72.4	0.170	21.1	16.0	21.0	0.7120	5.0	853.872	51.7	52.9	54.1	55.1	56.7	133.441	113905.6	548.258	1.299

ตารางที่ 41 ข ผลการทดลองและการคำนวณ การทดลองที่ b0.5P15dT5[C]

รูปแบบท่อ      มุมการวางท่อ      90 องศา       $\Delta T = 5C[C]$        $T_m = 18.5^\circ C$   
 ลักษณะผิวท่อ(P/D)      0.143      (%การขยาดผิว=59%)       $R/D=3.028$        $a/D=0.0976$

Pitch (m)	0.015	D(m)	0.105		
x (m)	1	2	3	4	5
	0.12	0.24	0.37	0.43	0.5
$A_f(m^2)$	0.279				

Run No	$h(mm.H_2O)$	$m(kg/s)$	$h_s(mm.H_2O)$	$T_{m,i}$	$T_{m,o}$	Pr	$\Delta T$	$q(w)$	$T_{s1}$	$T_{s2}$	$T_{s3}$	$T_{s4}$	$T_{s5}$	$h_m$	Re	Nu	K
1	8.1	0.057	4.6	15.9	21.1	0.7120	5.2	297.563	27.3	28.6	29.7	30.6	31.8	104.542	38167.8	429.523	2.522
2	11.7	0.068	6.6	16.1	20.9	0.7120	4.8	329.322	27.8	29.5	30.3	31.4	32.2	108.421	45761.6	445.459	2.517
3	16.0	0.080	8.5	16.0	21.0	0.7120	5.0	401.459	28.3	30.1	31.0	32.1	32.7	125.481	53554.1	515.554	2.367
4	22.1	0.094	11.5	15.9	21.0	0.7120	5.1	481.203	29.2	31.0	31.9	32.5	33.3	140.132	62941.9	575.837	2.319
5	24.4	0.099	12.5	16.0	21.1	0.7120	5.1	505.484	29.5	31.6	32.3	33.1	33.7	143.199	66099.9	588.262	2.284
6	26.7	0.103	13.8	16.1	20.9	0.7120	4.8	497.550	30.0	32.1	32.9	33.8	34.4	133.972	69138.1	550.438	2.305
7	29.5	0.108	15.1	15.9	21.0	0.7120	5.1	555.646	30.8	32.7	33.7	34.4	35.2	140.681	72679.0	578.090	2.284
8	32.8	0.114	16.7	16.0	21.0	0.7120	5.0	574.467	31.1	33.2	34.1	34.9	35.8	142.399	76633.3	585.061	2.271
9	35.6	0.119	17.7	16.1	20.9	0.7120	4.8	574.521	31.7	33.7	34.4	35.0	36.4	138.030	79833.8	567.113	2.218
10	42.4	0.130	20.3	16.0	21.0	0.7120	5.0	653.625	31.7	33.6	34.4	35.1	36.3	157.503	87192.9	647.119	2.132
11	47.8	0.138	22.3	15.9	21.0	0.7120	5.1	707.372	31.8	33.8	35.0	35.2	36.8	166.578	92525.0	684.510	2.081
12	58.4	0.153	26.6	16.0	20.9	0.7120	4.9	751.725	32.2	34.4	35.8	36.0	37.4	169.847	102339.7	697.943	2.029
13	62.5	0.158	28.9	16.0	21.1	0.7120	5.1	809.170	32.8	34.7	35.8	36.3	38.0	180.313	105811.5	740.725	2.060
14	67.8	0.165	30.8	16.1	21.0	0.7120	4.9	809.941	32.9	34.8	36.0	36.6	37.7	179.167	110235.3	736.018	2.023
15	71.1	0.169	31.5	15.9	21.1	0.7120	5.2	880.203	33.0	34.8	35.8	36.2	37.6	195.544	112902.0	803.417	1.973

ตารางที่ 42 ข ผลการทดลองและการคำนวณ การทดลองที่ b0.5P10dT5[C]

รูปแบบท่อ      มุมการวางท่อ      90 องศา       $\Delta T = 5C[C]$        $T_m = 18.5 ^\circ C$   
 ลักษณะผิวท่อ(P/D)      0.095      (%การขยบตัว=39.37%)      R/D=3.028      a/D=0.111

Pitch (m)	0.01	D(m)	0.105		
x (m)	1	2	3	4	5
	0.1	0.22	0.3	0.45	0.5
$A_1(m^2)$	0.419				

Run No	H(mm.H <sub>2</sub> O)	m(kg/s)	h <sub>w</sub> (mm.H <sub>2</sub> O)	T <sub>m,i</sub>	T <sub>m,o</sub>	Pr	$\Delta T$	q(w)	Ts1	Ts2	Ts3	Ts4	Ts5	h <sub>m</sub>	Re	Nu	K
1	7.6	0.055	5.9	16.0	21.1	0.7120	5.1	282.574	23.0	23.7	24.8	25.2	25.9	129.002	36951.0	529.941	3.449
2	9.7	0.062	7.4	16.0	20.9	0.7120	4.9	305.553	23.1	23.9	25.3	25.5	26.7	128.246	41598.0	526.995	3.417
3	19.1	0.087	14.3	15.9	21.0	0.7120	5.1	446.786	23.9	24.7	25.9	26.1	27.3	168.180	58440.1	691.090	3.345
4	30.5	0.110	20.7	16.0	20.9	0.7120	4.9	542.982	24.8	26.0	26.8	27.6	28.3	170.816	73921.5	701.926	3.026
5	38.1	0.123	24.6	16.0	21.0	0.7120	5.0	619.464	25.4	26.6	27.2	28.1	29.0	183.194	82635.8	752.672	2.877
6	46.7	0.137	29.5	15.9	21.0	0.7120	5.1	699.807	25.7	26.9	27.8	28.6	29.2	196.274	91535.4	806.536	2.813
7	50.8	0.142	32.5	16.0	21.1	0.7120	5.1	729.604	25.9	27.2	28.3	28.8	29.6	199.058	95407.0	817.731	2.850
8	58.4	0.153	36.9	16.0	20.9	0.7120	4.9	751.725	26.2	26.9	28.6	29.1	29.8	200.042	102339.7	822.019	2.815
9	62.2	0.158	39.3	16.0	21.0	0.7120	5.0	791.687	26.4	27.0	28.7	29.3	30.1	208.149	105610.2	855.206	2.814
10	64.8	0.161	40.8	15.9	21.1	0.7120	5.2	839.989	26.5	27.3	28.9	29.5	30.4	216.266	107743.9	888.553	2.807
11	67.1	0.164	41.4	16.0	21.0	0.7120	5.0	821.812	26.6	27.1	28.9	29.5	30.5	211.551	109628.8	869.181	2.751
12	68.6	0.166	42.8	16.0	21.0	0.7120	5.0	831.098	26.8	27.3	29.3	29.9	30.9	207.018	110867.6	850.557	2.781
13	71.1	0.169	44.8	16.0	21.1	0.7120	5.1	863.279	26.9	27.3	29.4	29.8	31.9	214.455	112887.1	880.981	2.806
14	72.4	0.170	45.2	15.9	21.1	0.7120	5.2	888.027	26.8	27.5	29.5	30.1	32.0	216.279	113905.6	888.606	2.782
15	73.7	0.172	46.7	16.0	21.1	0.7120	5.1	878.559	26.5	27.1	29.4	29.8	31.9	221.298	114885.2	909.092	2.824

ตารางที่ 43ข ผลการทดลองและการคำนวณ การทดลองที่ b0.5P23dT2.5[H]

รูปแบบท่อ      ทูบการวางท่อ      90 องศา       $\Delta T = 2.5C[H]$        $T_m = 32.25^\circ C$   
 ลักษณะผิวท่อ(P/D)      0.219      (%การขยาดตัว-91%)      R/D=3.028      a/D=0.0513

Pitch (m)	0.023	D(m)	0.105		
x (m)	1	2	3	4	5
	0.09	0.18	0.3	0.41	0.5
$A_1(m^2)$	0.182				

Run No	H(mm.H <sub>2</sub> O)	m(kg/s)	h <sub>v</sub> (mm.H <sub>2</sub> O)	T <sub>in,j</sub>	T <sub>in,o</sub>	Pr	Δ T	q(w)	Ts1	Ts2	Ts3	Ts4	Ts5	h <sub>in</sub>	Re	Nu	K
1	5.1	0.045	2.2	31.0	33.5	0.7097	2.5	113.212	41.1	41.9	42.7	43.1	43.7	62.097	29128.6	245.053	1.840
2	7.6	0.055	3.2	31.0	33.5	0.7097	2.5	138.655	41.4	42.3	43.1	43.5	44.2	73.031	35675.1	288.202	1.784
3	11.4	0.068	4.4	31.1	33.5	0.7097	2.4	163.025	41.8	42.7	43.4	43.8	44.4	83.502	43687.5	329.476	1.635
4	15.2	0.078	5.7	31.0	33.5	0.7097	2.5	196.088	42.0	42.9	43.6	44.1	44.7	98.110	50452.3	387.173	1.589
5	20.3	0.090	7.9	31.0	33.5	0.7097	2.5	226.423	42.4	43.1	43.7	44.3	44.8	111.136	58257.3	438.575	1.652
6	22.9	0.096	8.6	31.1	33.5	0.7097	2.4	230.552	42.8	43.4	44.0	44.8	45.2	110.088	61783.5	434.379	1.598
7	26.7	0.103	10.0	30.9	33.3	0.7097	2.4	249.022	43.3	44.0	44.4	45.3	45.8	111.201	66767.0	439.020	1.594
8	30.5	0.110	11.3	30.9	33.5	0.7097	2.6	288.402	43.6	44.1	44.5	45.4	45.9	129.269	71359.1	510.207	1.575
9	33.0	0.115	11.8	30.9	33.4	0.7097	2.5	288.632	43.8	44.3	44.8	45.8	46.2	126.304	74282.2	498.574	1.519
10	41.9	0.129	15.0	30.9	33.5	0.7097	2.6	338.181	44.2	44.5	45.2	45.8	46.7	144.748	83676.0	571.299	1.521
11	48.3	0.139	16.7	31.0	33.5	0.7097	2.5	348.941	44.5	44.8	45.6	46.2	46.9	146.065	89780.5	576.416	1.470
12	53.3	0.146	18.2	31.0	33.5	0.7097	2.5	366.847	44.8	45.1	46.1	46.8	47.5	148.310	94387.5	585.275	1.450
13	63.5	0.159	21.4	31.0	33.5	0.7097	2.5	400.263	44.9	45.4	46.5	47.3	48.1	157.429	102985.3	621.264	1.432
14	71.1	0.169	23.4	31.0	33.5	0.7097	2.5	423.599	45.2	45.6	46.7	47.5	48.3	164.030	108989.4	647.310	1.398
15	73.7	0.172	24.0	31.0	33.6	0.7097	2.6	448.342	45.3	45.7	46.7	47.9	48.8	171.851	110904.7	678.079	1.384



ตารางที่ 44x ผลการทดลองและการคำนวณ การทดลองที่ b0.5P15dT2.5[H]

รูปแบบท่อ      มุมการวางท่อ      90 องศา       $\Delta T = 2.5^{\circ}\text{C}[\text{H}]$        $T_m = 32.25^{\circ}\text{C}$   
 ลักษณะผิวท่อ(P/D)      0.143      (%การขยายตัว=59%)      R/D=3.028      a/D=0.0976

Pitch (m)	0.015		D(m)	0.105	
x (m)	1	2	3	4	5
	0.12	0.24	0.37	0.43	0.5
$A_s(\text{m}^2)$	0.279				

Run No	H(mm.H <sub>2</sub> O)	m(kg/s)	h <sub>w</sub> (mm.H <sub>2</sub> O)	T <sub>m,i</sub>	T <sub>m,o</sub>	Pr	$\Delta T$	q(w)	Ts1	Ts2	Ts3	Ts4	Ts5	h <sub>m</sub>	Re	Nu	K
1	7.6	0.055	4.7	30.9	33.6	0.7097	2.7	149.748	37.0	37.4	38.2	38.8	39.4	99.019	35675.1	390.757	2.620
2	10.2	0.064	6.0	31.1	33.4	0.7097	2.3	147.297	37.3	37.7	38.4	39.1	39.5	92.480	41194.1	364.955	2.509
3	12.2	0.070	7.1	31.0	33.5	0.7097	2.5	175.387	37.6	37.9	38.7	39.2	39.7	106.616	45125.9	420.741	2.474
4	15.2	0.078	8.6	30.9	33.5	0.7097	2.6	203.931	37.6	37.9	38.6	39.3	40.1	121.554	50458.5	479.755	2.398
5	20.3	0.090	11.1	31.0	33.6	0.7097	2.6	235.481	37.7	38.2	38.8	39.4	40.2	138.702	58250.0	547.284	2.320
6	25.4	0.101	13.5	31.1	33.4	0.7097	2.3	232.897	37.8	38.4	38.9	39.6	40.3	132.538	65133.6	523.035	2.258
7	30.5	0.110	16.2	31.0	33.5	0.7097	2.5	277.311	38.0	38.6	39.2	39.9	40.6	151.697	71350.3	598.642	2.258
8	38.1	0.123	19.4	31.0	33.5	0.7097	2.5	310.043	38.2	38.7	39.3	39.9	40.7	167.595	79772.0	661.382	2.163
9	43.2	0.131	22.1	31.0	33.6	0.7097	2.6	343.269	38.3	39.0	39.6	40.5	41.1	178.722	84913.3	705.191	2.174
10	45.7	0.135	23.4	31.1	33.5	0.7097	2.4	326.050	38.6	39.3	39.9	40.3	41.0	164.652	87375.0	649.675	2.174
11	53.3	0.146	26.6	31.0	33.4	0.7097	2.4	352.172	38.5	39.4	40.0	40.6	41.1	173.881	94399.3	686.286	2.119
12	58.4	0.153	29.0	30.9	33.6	0.7097	2.7	414.633	38.8	39.7	40.3	40.8	41.4	198.540	98780.0	783.497	2.109
13	66.0	0.162	31.8	31.2	33.6	0.7097	2.4	391.866	39.0	40.0	40.5	41.1	41.8	184.579	104985.7	728.095	2.045
14	69.9	0.167	33.4	30.9	33.6	0.7097	2.7	453.384	39.2	40.2	40.9	41.3	42.2	203.188	108011.9	801.841	2.031
15	72.1	0.170	34.8	31.0	33.6	0.7097	2.6	443.680	39.2	40.1	40.6	41.2	42.0	203.372	109751.5	802.155	2.049

ตารางที่ 45 ผลการทดลองและการคำนวณ การทดลองที่ b0.5P10dT2.5[H]

รูปแบบท่อ      วนการวางท่อ      90 องศา       $\Delta T = 2.5C[H]$        $T_{in} = 32.25^{\circ}C$   
 ลักษณะผิวท่อ(P/D)      0.095      (%การขยาดัว = 39.37%)      R/D=3.028      a/D=0.111

Pitch (m)	0.01	D(m)	0.105		
x (m)	1	2	3	4	5
	0.1	0.22	0.3	0.45	0.5
$A_c(m^2)$	0.419				

Run No	H(mm.H <sub>2</sub> O)	m(kg/s)	h <sub>w</sub> (mm.H <sub>2</sub> O)	T <sub>m,i</sub>	T <sub>m,o</sub>	Pr	$\Delta T$	q(w)	Ts1	Ts2	Ts3	Ts4	Ts5	h <sub>m</sub>	Re	Nu	K
1	7.6	0.055	6.4	30.9	33.5	0.7097	2.6	144.201	33.7	34.4	35.4	36.4	36.8	127.124	35679.6	501.739	3.569
2	11.7	0.068	9.3	31.0	33.5	0.7097	2.5	171.694	34.0	34.8	35.8	37.0	37.1	133.284	44175.8	525.981	3.382
3	16.5	0.081	12.8	30.9	33.5	0.7097	2.6	212.258	34.3	35.0	36.0	37.3	37.5	149.355	52518.9	589.484	3.294
4	20.3	0.090	15.7	31.0	33.5	0.7097	2.5	226.423	34.4	35.1	36.0	37.3	37.7	158.154	58257.3	624.123	3.282
5	25.4	0.101	19.2	31.0	33.6	0.7097	2.6	263.275	34.7	35.4	36.3	37.7	38.1	169.972	65125.5	670.666	3.211
6	29.2	0.108	21.4	30.9	33.4	0.7097	2.5	271.470	34.9	35.2	36.1	37.3	37.7	175.598	69865.4	693.160	3.114
7	37.1	0.122	25.1	31.1	33.5	0.7097	2.4	293.646	34.6	35.8	36.7	37.7	38.0	181.885	78691.5	717.672	2.875
8	42.9	0.131	28.5	31.0	33.5	0.7097	2.5	329.093	35.1	35.7	36.6	37.9	37.8	195.654	84673.7	772.112	2.821
9	44.5	0.133	30.0	31.0	33.6	0.7097	2.6	348.281	35.2	35.9	36.7	38.2	38.3	201.541	86153.0	795.229	2.867
10	56.4	0.150	36.9	31.0	33.5	0.7097	2.5	377.183	35.3	36.0	36.7	38.2	38.5	211.075	97046.9	832.966	2.780
11	60.7	0.156	40.0	31.0	33.5	0.7097	2.5	391.358	35.6	36.3	36.9	38.2	38.3	210.637	100694.1	831.238	2.799
12	62.5	0.158	40.8	30.9	33.6	0.7097	2.7	428.812	35.8	36.5	37.0	38.4	38.7	220.671	102158.1	870.835	2.774
13	67.8	0.165	43.3	30.9	33.6	0.7097	2.7	446.740	35.8	36.6	37.2	38.3	38.8	227.215	106429.2	896.658	2.712
14	68.6	0.166	44.3	30.9	33.5	0.7097	2.6	432.603	35.8	36.5	37.1	38.3	38.7	220.344	107038.7	869.668	2.745
15	73.7	0.172	47.7	30.9	33.6	0.7097	2.7	465.584	35.9	36.6	37.1	38.4	38.7	236.246	110918.5	932.297	2.751

ตารางที่ 46 ผลการทดลองและการคำนวณ การทดลองที่ b0.5P23dT5[H]

รูปแบบท่อ      รูปการวางท่อ      90 องศา       $\Delta T = 5 \text{ C[H]}$        $T_m = 33.5 \text{ }^\circ\text{C}$   
 ลักษณะผิวท่อ(P/D)      0.219      (%การขยบตัว=91%)      R/D=3.028      a/D=0.0513

Pitch (m)	0.023	D(m)	0.105		
x (m)	1	2	3	4	5
	0.09	0.18	0.3	0.41	0.5
$A_s(m^2)$	0.182				

Run No	h(mm.H <sub>2</sub> O)	m(kg/s)	h <sub>s</sub> (mm.H <sub>2</sub> O)	T <sub>m,i</sub>	T <sub>m,o</sub>	Pr	$\Delta T$	q(w)	Ts1	Ts2	Ts3	Ts4	Ts5	h <sub>m</sub>	Re	Nu	K
1	7.6	0.055	3.2	31.1	36.1	0.7095	5.0	277.332	51.5	53.5	54.7	55.7	56.8	74.692	35556.1	293.635	1.776
2	11.2	0.067	4.4	31.1	35.8	0.7095	4.7	315.711	52.0	54.2	55.2	56.3	57.3	82.071	43076.5	322.780	1.666
3	16.5	0.081	6.1	31.1	36.0	0.7095	4.9	400.057	53.0	55.2	56.3	57.2	58.5	99.663	52343.6	391.855	1.563
4	20.3	0.090	7.6	30.9	36.0	0.7095	5.1	461.936	53.5	55.7	56.5	57.7	59.2	112.303	58084.4	441.678	1.582
5	27.9	0.106	9.6	31.0	36.2	0.7095	5.2	552.293	54.2	56.0	57.0	58.0	59.7	132.510	68084.7	520.931	1.453
6	31.5	0.112	11.3	31.0	35.9	0.7095	4.9	552.552	55.0	57.0	58.0	58.8	60.7	126.516	72314.4	497.577	1.518
7	36.8	0.121	12.8	31.0	36.0	0.7095	5.0	609.707	56.0	58.0	59.0	59.7	61.5	133.831	78188.8	526.271	1.470
8	38.1	0.123	13.0	30.9	36.0	0.7095	5.1	632.531	56.7	58.7	59.7	60.5	61.5	136.173	79535.3	535.557	1.444
9	46.7	0.137	15.0	31.0	35.9	0.7095	4.9	673.087	57.3	59.3	60.2	61.0	61.8	142.008	88089.3	558.505	1.358
10	50.8	0.142	15.5	31.0	36.0	0.7095	5.0	716.065	58.7	60.2	61.2	62.2	62.7	145.364	91828.1	571.625	1.291
11	55.9	0.149	17.5	31.0	36.0	0.7095	5.0	751.015	59.5	61.0	62.2	63.2	63.8	147.306	96310.1	579.260	1.325
12	62.0	0.157	18.7	30.9	36.2	0.7095	5.3	838.377	60.5	61.8	63.2	64.7	65.5	158.121	101414.9	621.703	1.276
13	67.3	0.164	20.4	31.0	35.9	0.7095	4.9	807.765	61.5	62.7	64.2	65.3	66.7	146.954	105715.1	577.961	1.282
14	70.6	0.168	21.6	31.0	36.0	0.7095	5.0	844.228	61.7	63.3	64.5	66.0	67.3	151.505	108263.7	595.773	1.294
15	73.7	0.172	22.6	31.1	36.1	0.7095	5.0	862.261	62.0	63.6	64.9	66.4	67.5	153.594	110548.4	603.820	1.297

ตารางที่ 47 ข ผลการทดลองและการคำนวณ การทดลองที่ b0.5P15dTS[H]

รูปแบบท่อ      ฎการวางท่อ      90 องศา       $\Delta T = 5C[H]$        $T_{in} = 33.5^{\circ}C$   
 ลักษณะผิวท่อ(P/D)      0.143      (%การขยตัว=59%)      R/D=3.028      a/D=0.0976

Pitch (m)	0.015	D(m)	0.105		
x (m)	1	2	3	4	5
	0.12	0.24	0.37	0.43	0.5
$A_p(m^2)$	0.279				

Run No	H(mm.H <sub>2</sub> O)	m(kg/s)	h <sub>w</sub> (mm.H <sub>2</sub> O)	T <sub>in</sub>	T <sub>out</sub>	Pr	ΔT	q(w)	Ts1	Ts2	Ts3	Ts4	Ts5	h <sub>m</sub>	Re	Nu	K
1	7.6	0.055	4.6	31.1	36.1	0.7095	5.0	277.332	41.5	43.0	44.2	44.9	46.1	105.011	35556.1	412.826	2.553
2	11.4	0.068	6.6	31.1	36.0	0.7095	4.9	332.867	42.1	43.6	44.8	45.5	46.6	118.167	43552.5	464.611	2.442
3	16.3	0.081	9.2	30.9	35.9	0.7096	5.0	405.065	42.9	44.3	45.5	46.3	47.0	132.392	51958.7	520.762	2.395
4	20.6	0.091	11.1	31.0	36.0	0.7095	5.0	455.701	43.8	45.0	46.2	47.1	48.0	140.333	58439.0	551.840	2.282
5	23.6	0.097	12.5	31.0	36.1	0.7095	5.1	498.058	44.3	45.4	46.6	47.5	48.4	148.571	62610.7	584.153	2.238
6	30.5	0.110	16.4	30.9	35.9	0.7096	5.0	554.658	44.7	45.7	46.8	47.8	48.8	159.206	71147.3	626.235	2.277
7	34.3	0.117	17.7	31.0	36.1	0.7095	5.1	600.075	45.6	46.6	47.6	48.7	49.3	162.636	75435.2	639.455	2.183
8	39.6	0.126	20.3	31.0	36.0	0.7095	5.0	632.411	46.1	47.1	48.1	49.0	49.5	166.228	81100.4	653.671	2.167
9	45.2	0.134	22.3	30.9	36.0	0.7095	5.1	689.043	46.5	47.3	48.4	49.3	49.9	176.128	86641.2	692.700	2.087
10	48.8	0.140	24.3	31.1	35.9	0.7095	4.8	673.534	46.8	47.7	48.7	49.5	49.9	169.394	89972.8	666.121	2.108
11	58.4	0.153	28.9	31.0	36.0	0.7095	5.0	767.894	47.4	48.3	49.2	50.0	50.0	187.170	98474.7	736.020	2.093
12	64.8	0.161	31.5	31.0	36.1	0.7095	5.1	824.724	48.2	48.8	49.8	50.7	51.2	192.680	103675.7	757.582	2.057
13	67.1	0.164	33.1	30.9	36.0	0.7095	5.1	839.148	48.7	49.3	50.3	51.2	51.7	188.661	105515.5	741.990	2.088
14	70.1	0.167	34.8	31.0	35.9	0.7095	4.9	824.360	48.8	49.3	50.6	51.4	51.8	183.234	107886.9	720.646	2.100
15	72.4	0.170	36.0	30.9	36.0	0.7095	5.1	871.884	48.1	49.2	50.8	51.5	53.2	193.046	109631.8	759.237	2.104

ตารางที่ 48 ข ผลการทดลองและการคำนวณ การทดลองที่ b0.5P10dT5[H]

รูปแบบท่อ      มุมการวางท่อ      90 องศา       $\Delta T = 5C [H]$        $T_m = 33.5 ^\circ C$   
 ลักษณะผิวท่อ(P/T)      0.095      (%การขยหายตัว=39.37%)       $R/D=3.028$        $a/D=0.111$

Pitch (m)	0.01	l(m)			0.105
x (m)	1	2	3	4	5
	0.1	0.22	0.3	0.45	0.5
$A_1(m^2)$	0.419				

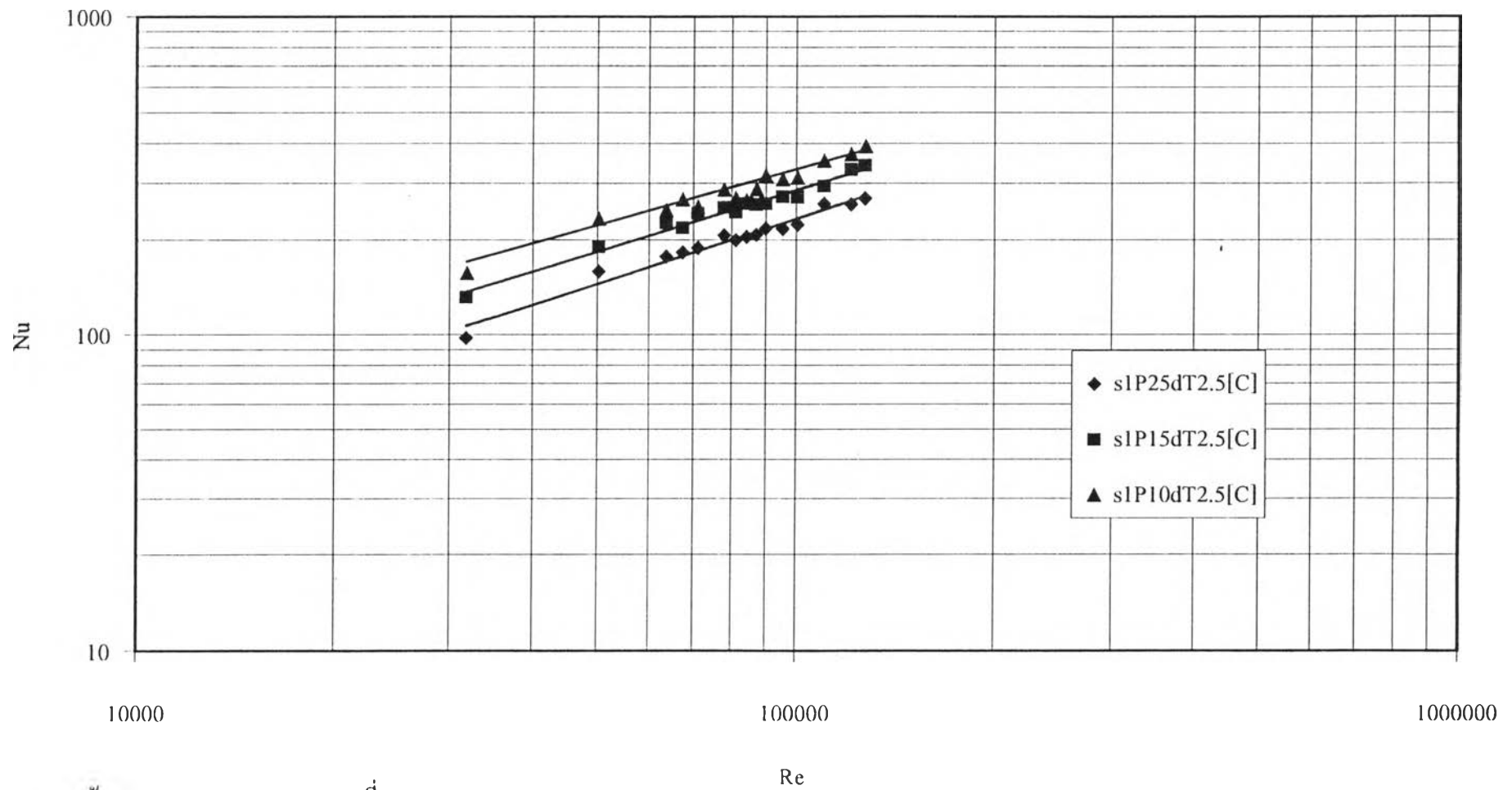
Run No	H(mm.H <sub>2</sub> O)	m(kg/s)	h <sub>a</sub> (mm.H <sub>2</sub> O)	T <sub>m,i</sub>	T <sub>m,o</sub>	Pr	$\Delta T$	q(w)	Ts1	Ts2	Ts3	Ts4	Ts5	h <sub>m</sub>	Re	Nu	K
1	7.6	0.055	6.4	31.0	36.0	0.7095	5.0	277.331	36.8	37.9	39.1	40.6	41.7	133.249	35564.9	523.986	3.553
2	11.4	0.068	9.3	30.1	36.0	0.7096	5.9	400.788	38.0	39.4	40.8	41.8	43.3	142.641	43606.4	561.631	3.447
3	20.3	0.090	15.2	31.0	36.0	0.7095	5.0	452.879	38.5	39.8	41.3	42.3	43.6	159.068	58077.2	625.514	3.164
4	33.0	0.115	24.0	31.1	35.9	0.7095	4.8	554.218	38.7	39.8	41.8	42.5	44.1	187.510	74034.2	737.360	3.075
5	40.6	0.127	28.0	31.1	36.0	0.7095	4.9	627.660	38.9	40.3	42.1	42.8	44.4	204.272	82123.4	803.160	2.914
6	44.7	0.134	31.0	31.0	36.0	0.7095	5.0	671.728	39.3	40.6	42.3	43.0	44.8	209.677	86142.4	824.527	2.933
7	48.3	0.139	33.0	31.1	35.9	0.7095	4.8	670.016	39.4	40.6	42.6	43.4	45.1	201.882	89503.0	793.874	2.893
8	58.4	0.153	39.3	31.0	36.0	0.7095	5.0	767.894	39.7	40.9	42.7	43.6	45.3	226.352	98474.7	890.100	2.846
9	61.0	0.156	41.3	30.9	36.0	0.7095	5.1	800.096	39.8	41.2	43.0	43.8	45.6	228.374	100605.1	898.178	2.866
10	64.8	0.161	42.8	31.0	36.0	0.7095	5.0	808.551	40.3	41.3	43.1	43.8	45.8	226.671	103688.5	891.354	2.795
11	67.1	0.164	44.8	31.0	36.0	0.7095	5.0	822.696	40.7	41.2	43.1	44.1	46.0	227.386	105502.5	894.166	2.826
12	72.1	0.170	47.7	30.9	36.1	0.7095	5.2	887.421	40.7	41.4	43.1	44.3	46.3	241.746	109425.8	950.636	2.797
13	72.6	0.170	47.2	30.9	36.2	0.7095	5.3	907.669	40.3	41.5	43.4	44.4	46.3	247.498	109796.9	973.118	2.748
14	73.4	0.171	49.2	30.9	36.1	0.7095	5.2	895.199	40.9	41.4	43.5	44.7	46.3	237.577	110384.9	934.242	2.835
15	73.9	0.172	49.2	31.0	36.1	0.7095	5.1	881.019	40.7	41.4	43.2	44.5	46.3	238.865	110752.5	939.175	2.815

## ภาคผนวก ค

### กราฟแสดงผลการทดลอง

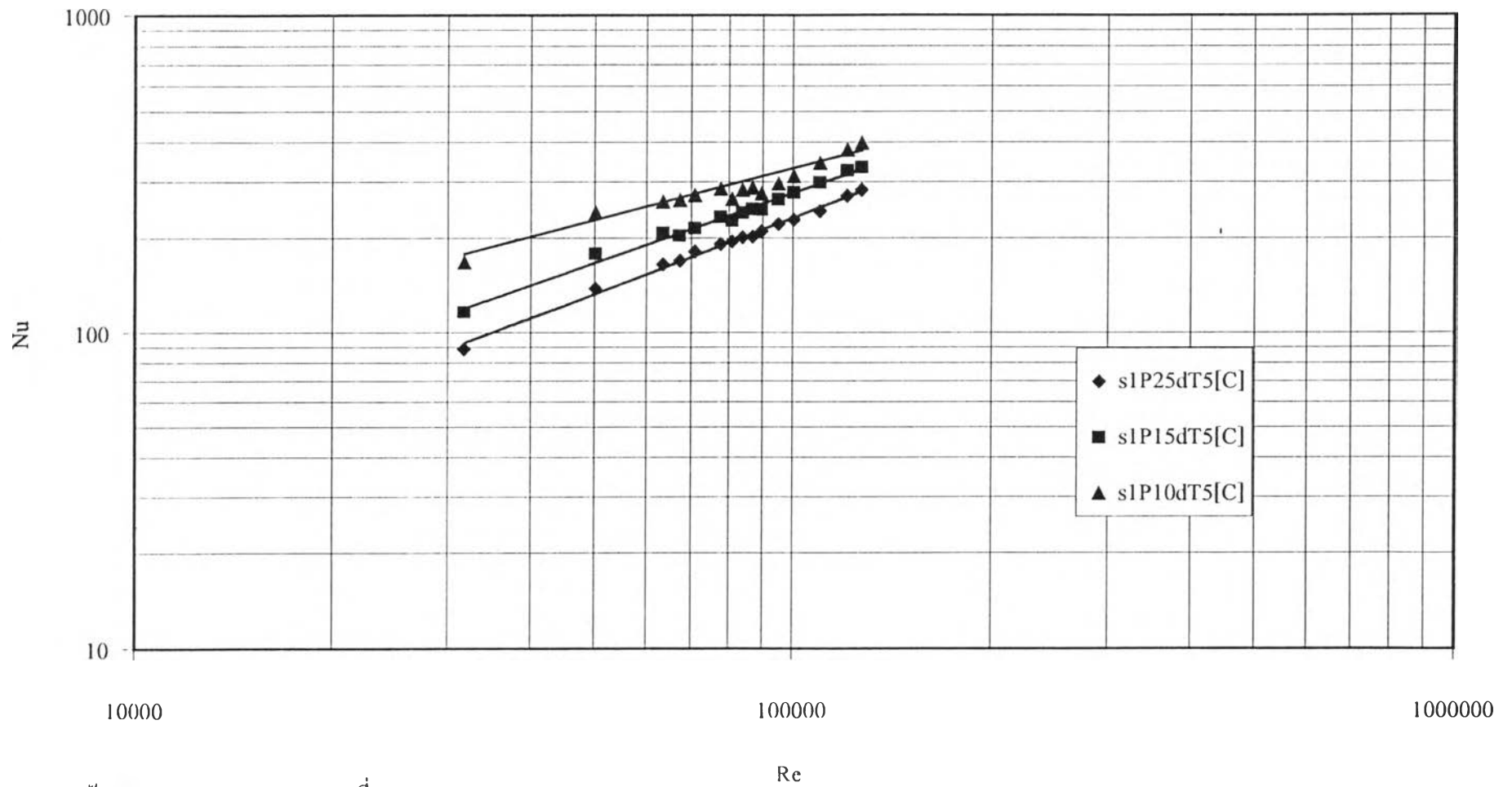
กราฟแสดงผลการทดลองเป็นกราฟที่แสดงความสัมพันธ์ของตัวแปรไร้มิติจากตารางบันทึกผลการทดลองและการคำนวณ (ภาคผนวก ข) จากความสัมพันธ์ของตัวแปรไร้มิติดังกล่าวซึ่งประกอบด้วย กราฟความสัมพันธ์ระหว่างนัสเซลท์นัมเบอร์เฉลี่ย กับเรย์โนลด์์นัมเบอร์ แสดงในรูปแบบที่ 1ค ถึง 16ค กราฟความสัมพันธ์ระหว่างสัมประสิทธิ์ความเสียดทาน กับ เรย์โนลด์์นัมเบอร์ แสดงในรูปแบบที่ 17ค ถึง 24ค และกราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานความโค้งกับเรย์โนลด์์นัมเบอร์ในรูปแบบที่ 25ค ถึง 32คดังแสดงต่อไปนี้ตามลำดับ

รูปที่ 1ค แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าตัวเลขที่นับเบอร์กับเรย์โนลด์์นับเบอร์จากการทดลองที่ s1P25dT2.5[C] , s1P15dT2.5[C] , s1P10dT2.5[C]



หมายเหตุ ข้อมูลจากภาคผนวก ข ตารางที่ 1ข , 2ข , 3ข

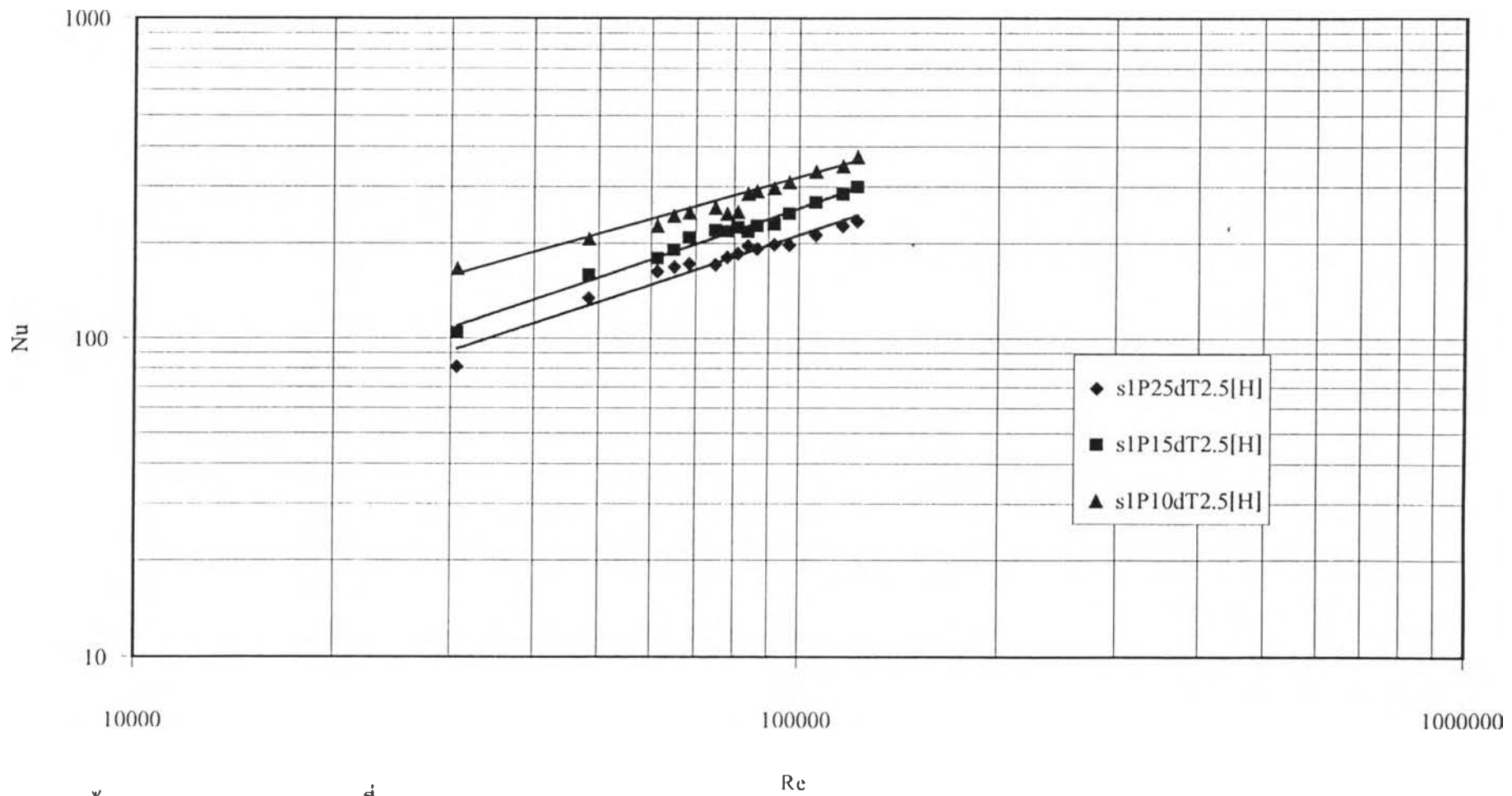
รูปที่ 2ค แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าตัวเลขที่นับเบอร์กับเรย์โนลด์์นับเบอร์จากผลการทดลองที่ s1P25dT5[C] , s1P15dT5[C] , s1P10dT5[C]



หมายเหตุ ข้อมูลจากภาคผนวก ข ตารางที่ 4ข , 5ข , 6ข

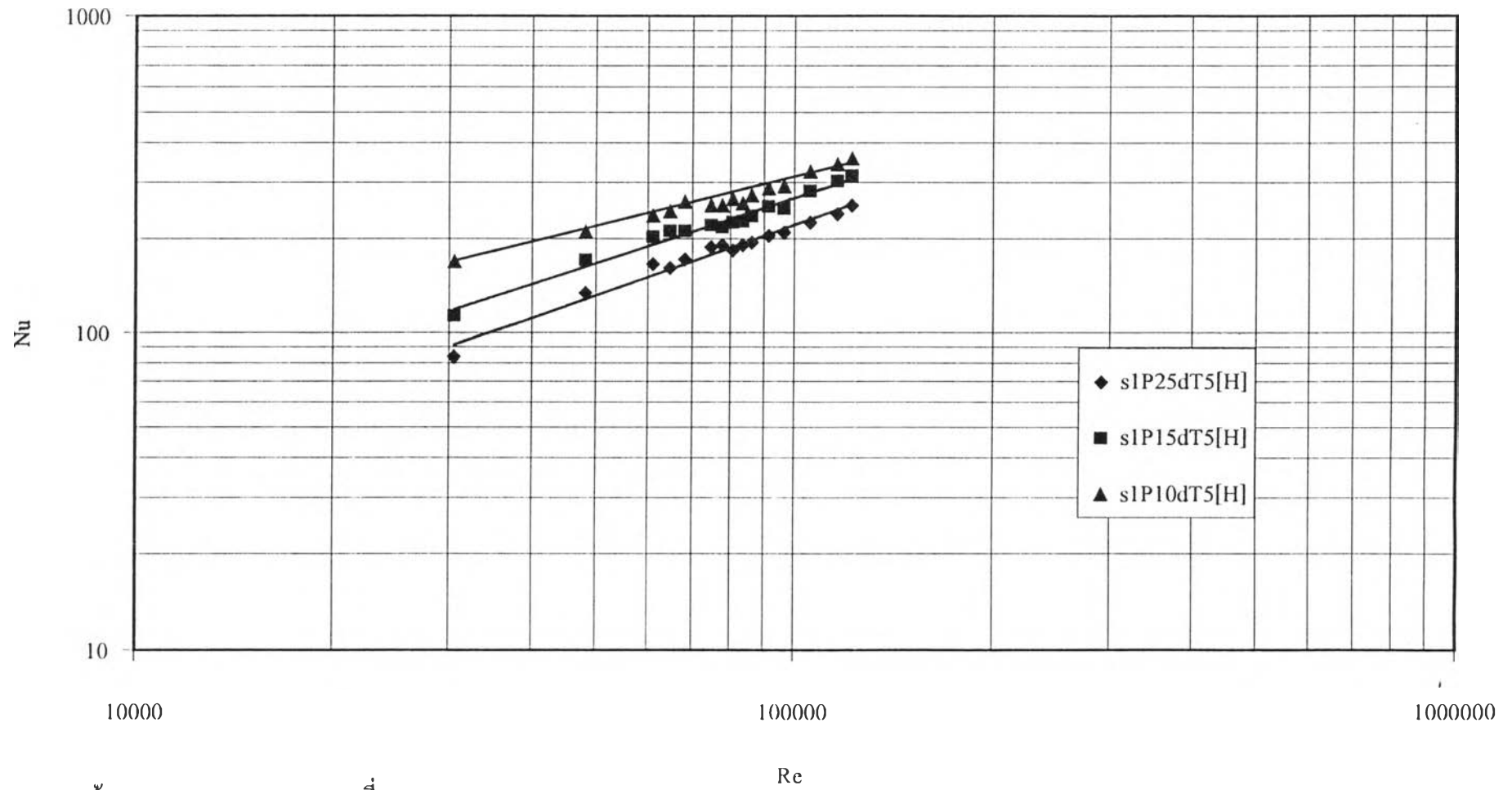


รูปที่ 3ค แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานกับเรย์โนลด์ส์นัมเบอร์จากการทดลองที่ s1P25dT2.5[H] , s1P15dT2.5[H] , s1P10dT2.5[H]



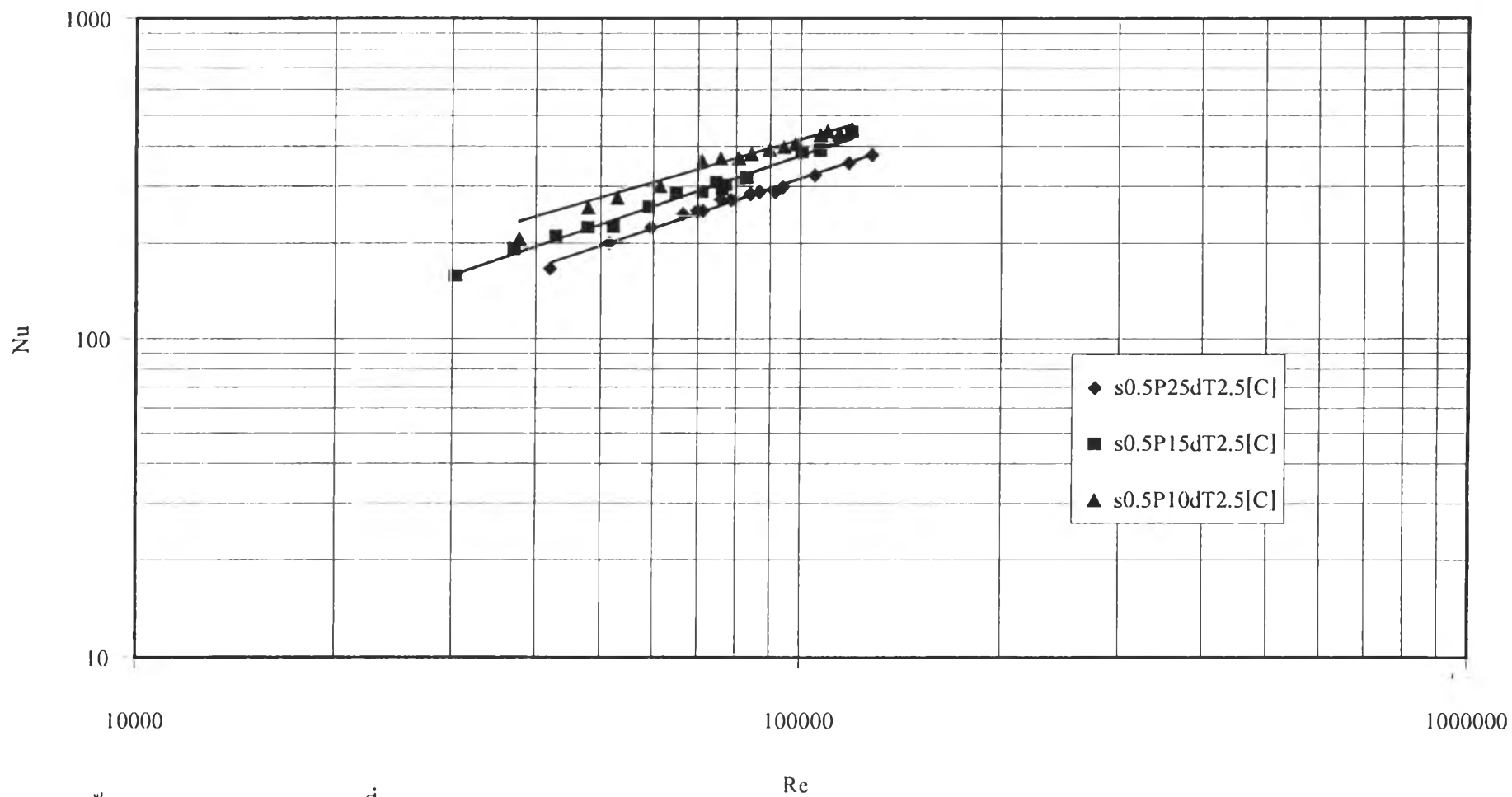
หมายเหตุ ข้อมูลจากภาคผนวก ข ตารางที่ 7ข , 8ข , 9ข

รูปที่ 4ค แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าตัวเลขที่นัมเบอร์กับเรย์โนลด์นัมเบอร์จากผลการทดลองที่ s1P25dT5[H] , s1P15dT5[H] , s1P10dT5[H]



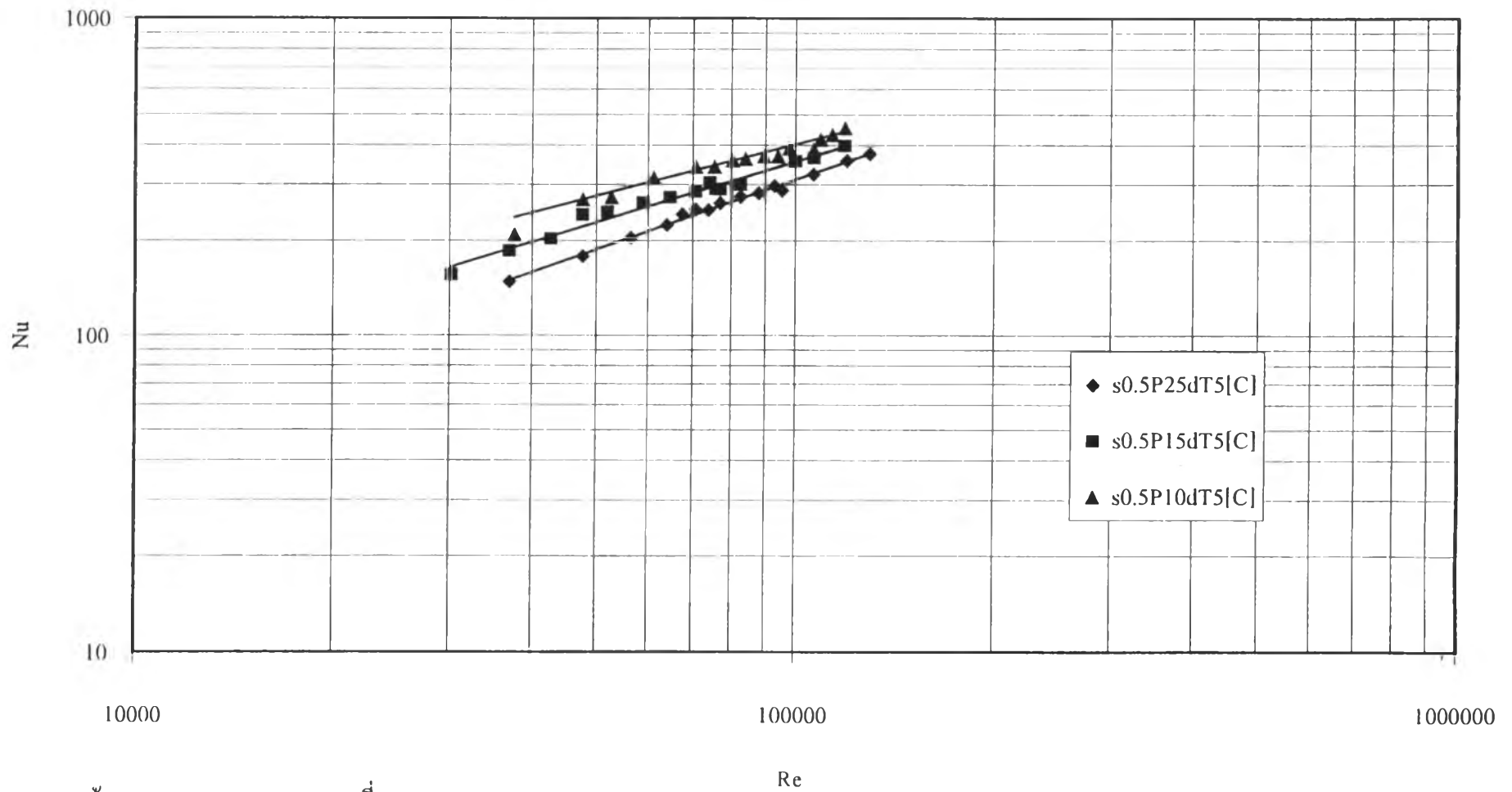
หมายเหตุ ข้อมูลจากภาคผนวก ข ตารางที่ 10ข , 11ข , 12ข

รูปที่ 5ค แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าตัวเลขที่นัมเบอร์กับเรย์โนลด์นัมเบอร์จากผลการทดลองที่ s0.5P25dT2.5[C] , s0.5P15dT2.5[C] , s0.5P10dT2.5[C]



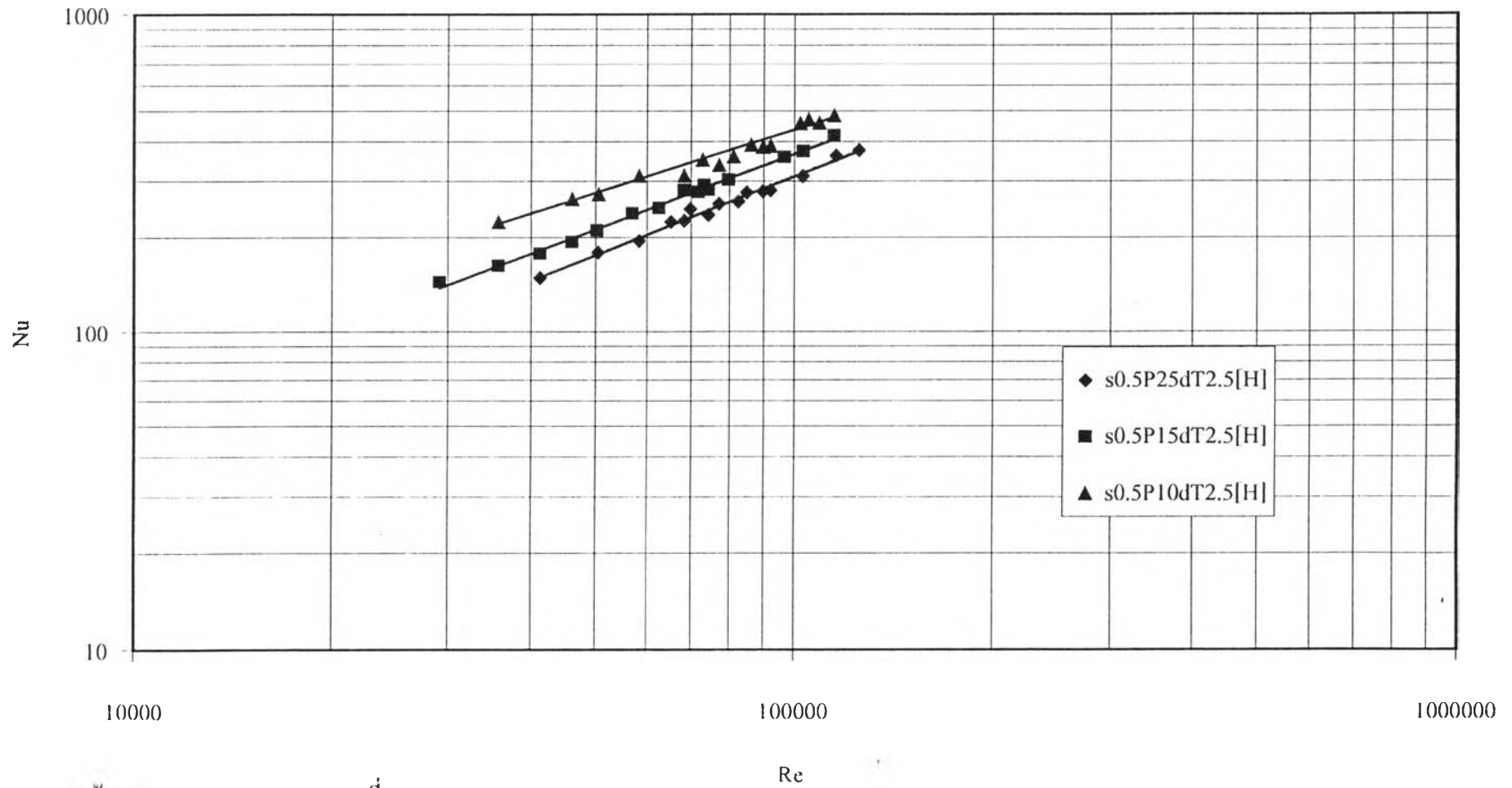
หมายเหตุ ข้อมูลจากภาคผนวก ข ตารางที่ 13ข , 14ข , 15ข

รูปที่ 6c แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าตัวเลขที่นับเบอร์กับเรย์โนลด์ค่านับเบอร์จากการทดลองที่ s0.5P25dT5[C] , s0.5P15dT5[C] , s0.5P10dT5[C]



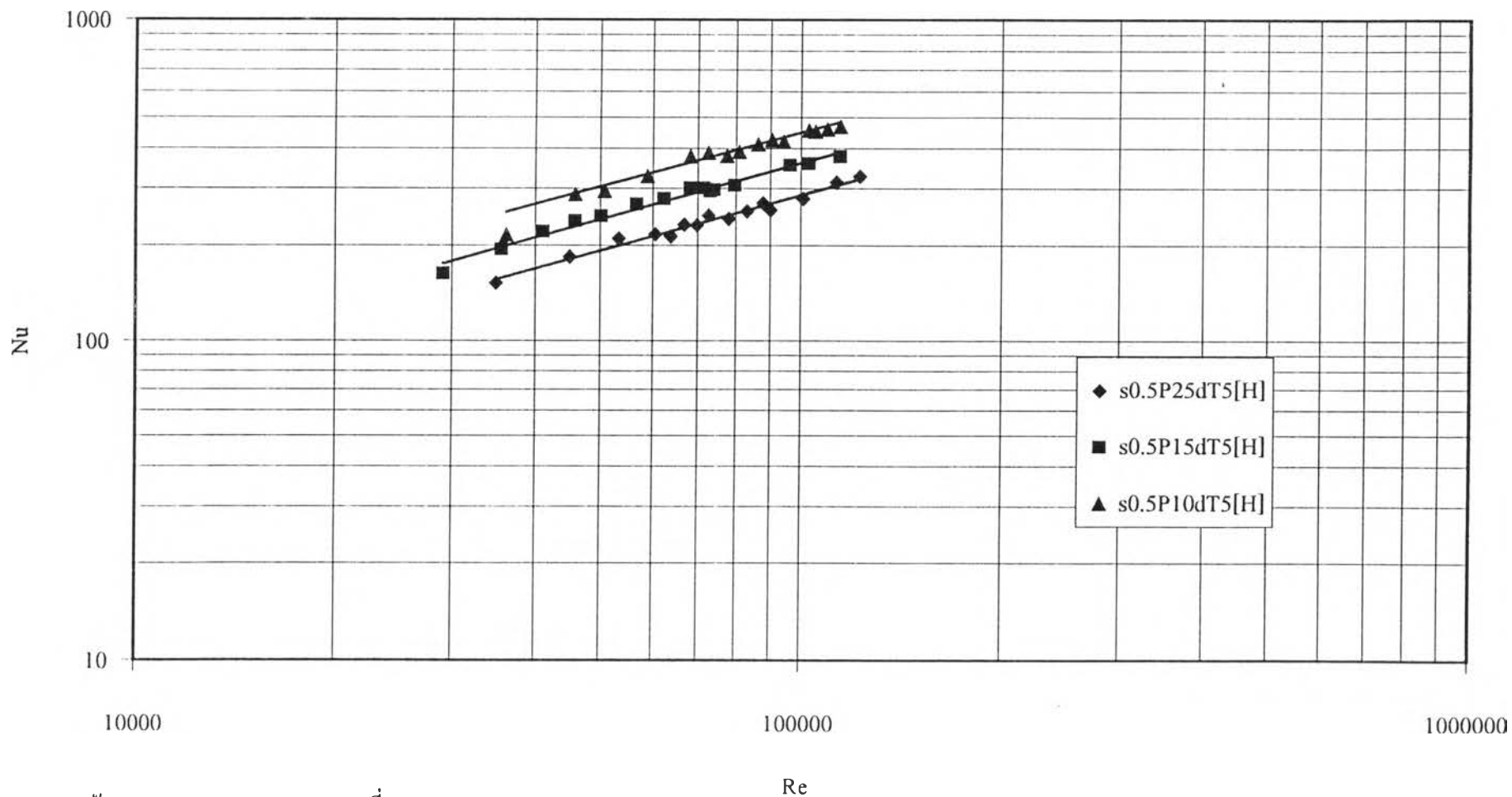
หมายเหตุ ข้อมูลจากภาคผนวก ข ตารางที่ 16ข , 17ข , 18ข

รูปที่ 7ค แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าตัวเลขที่นับเบอร์กับเรย์โนลด์์นับเบอร์จากผลการทดลองที่ s0.5P25dT2.5[H] , s0.5P15dT2.5[H] , s0.5P10dT2.5[H]



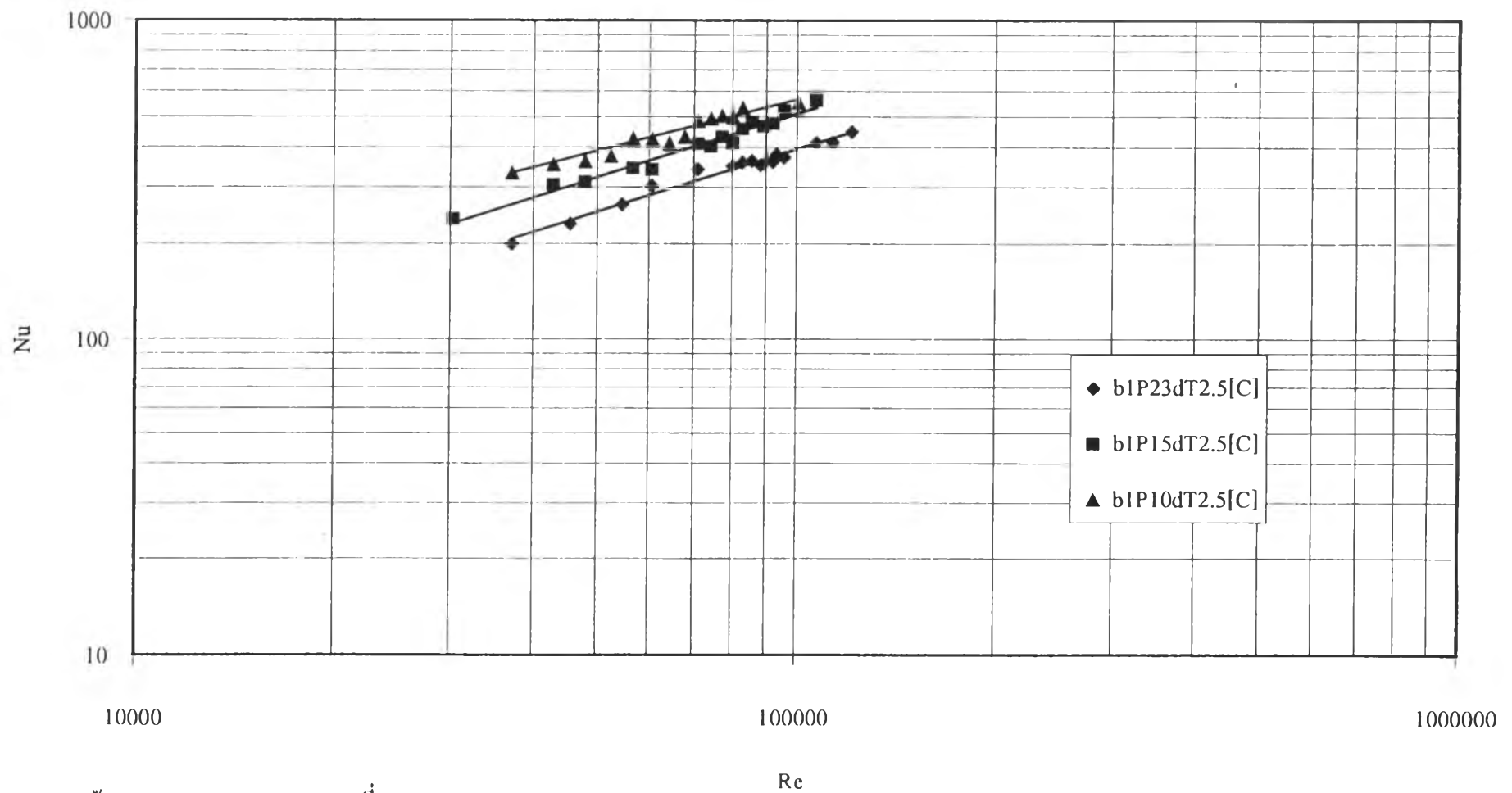
หมายเหตุ ข้อมูลจาก ภาคผนวก ข ตารางที่ 19ข , 20ข , 21ข

รูปที่ 8ค แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าตัวเลขถ่ายเทความร้อนกับเรย์โนลด์ค่านับเบอร์จากผลการทดลองที่ s0.5P25dT5[H] , s0.5P15dT5[H] , s0.5P10dT5[H]



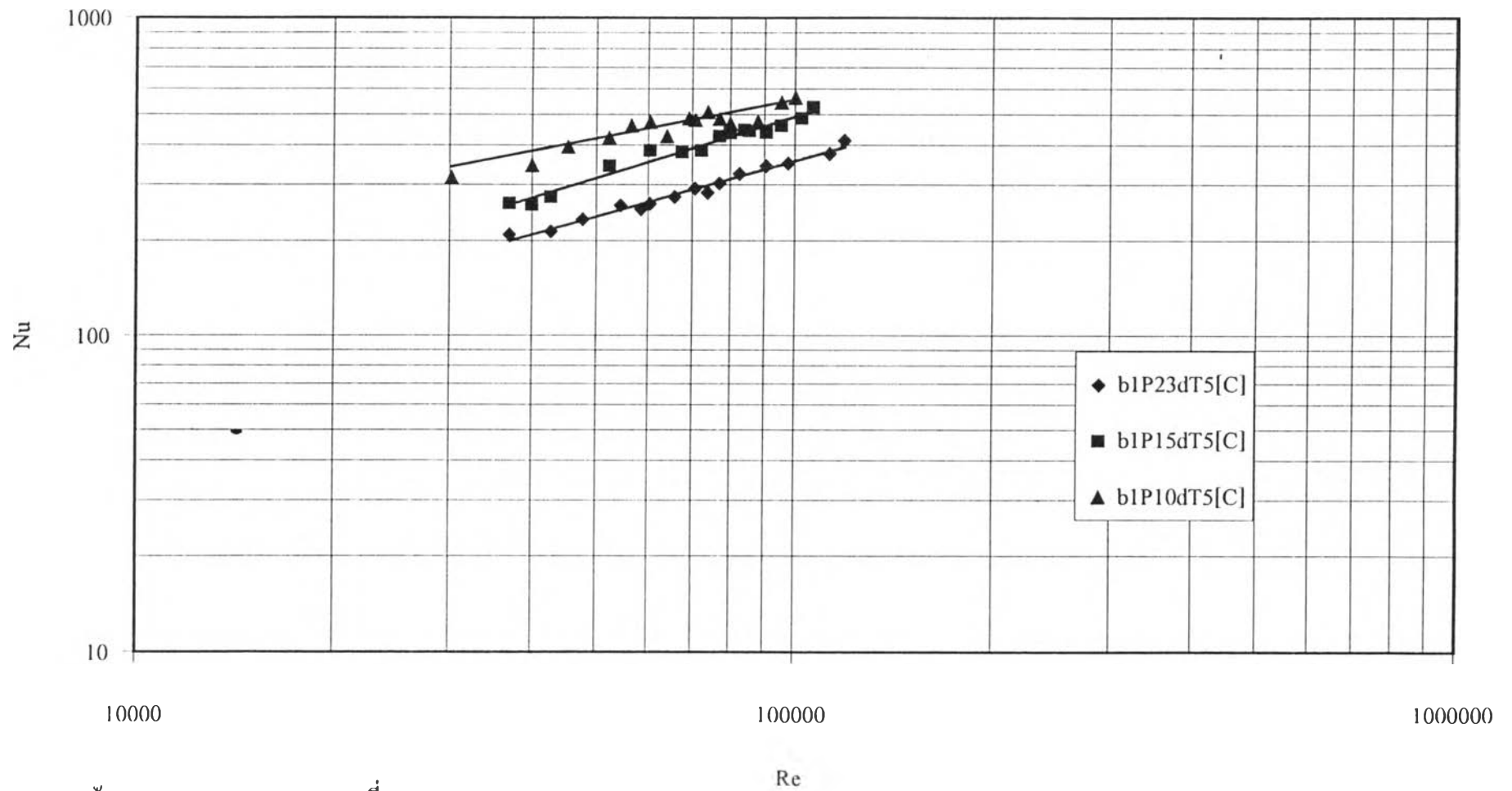
หมายเหตุ ข้อมูลจากภาคผนวก ข ตารางที่ 22ข , 23ข , 24ข

รูปที่ 9ค แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าตัวเลขที่นิบเบอร์กับเรย์โนลด์์นิบเบอร์จากผลการทดลองที่ b1P23dT2.5[C] , b1P15dT2.5[C] , b1P10dT2.5[C]



หมายเหตุ ข้อมูลจากภาคผนวก ข ตารางที่ 25ข , 26ข , 27ข

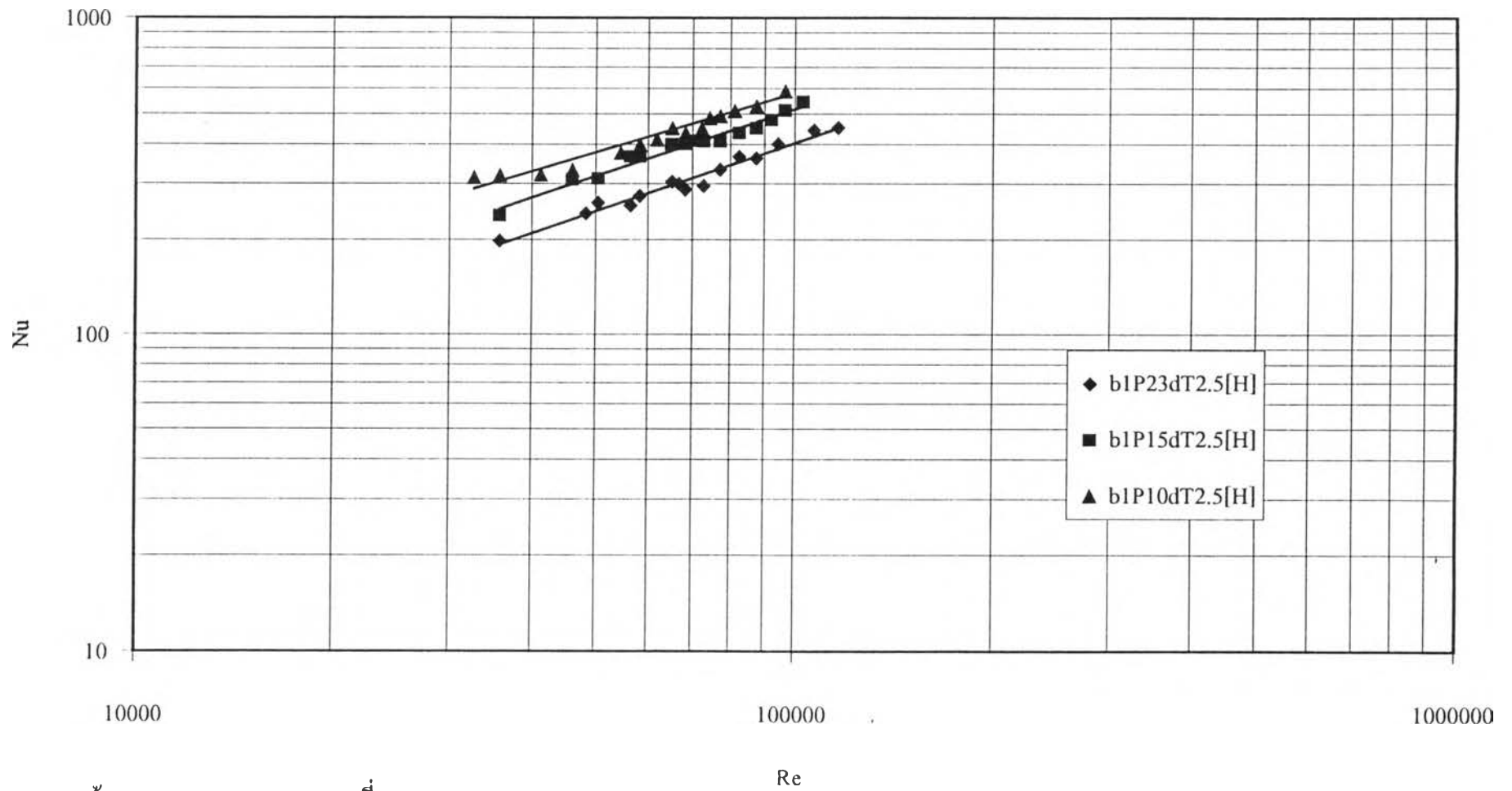
รูปที่ 10ค แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าตัวเลขที่นับเบร์กับเรย์โนลด์์นับเบอร์จากผลการทดลองที่ b1P23dT5[C] , b1P15dT5[C] , b1P10dT5[C]



หมายเหตุ ข้อมูลจากภาคผนวก ข ตารางที่ 28ข , 29ข , 30ข

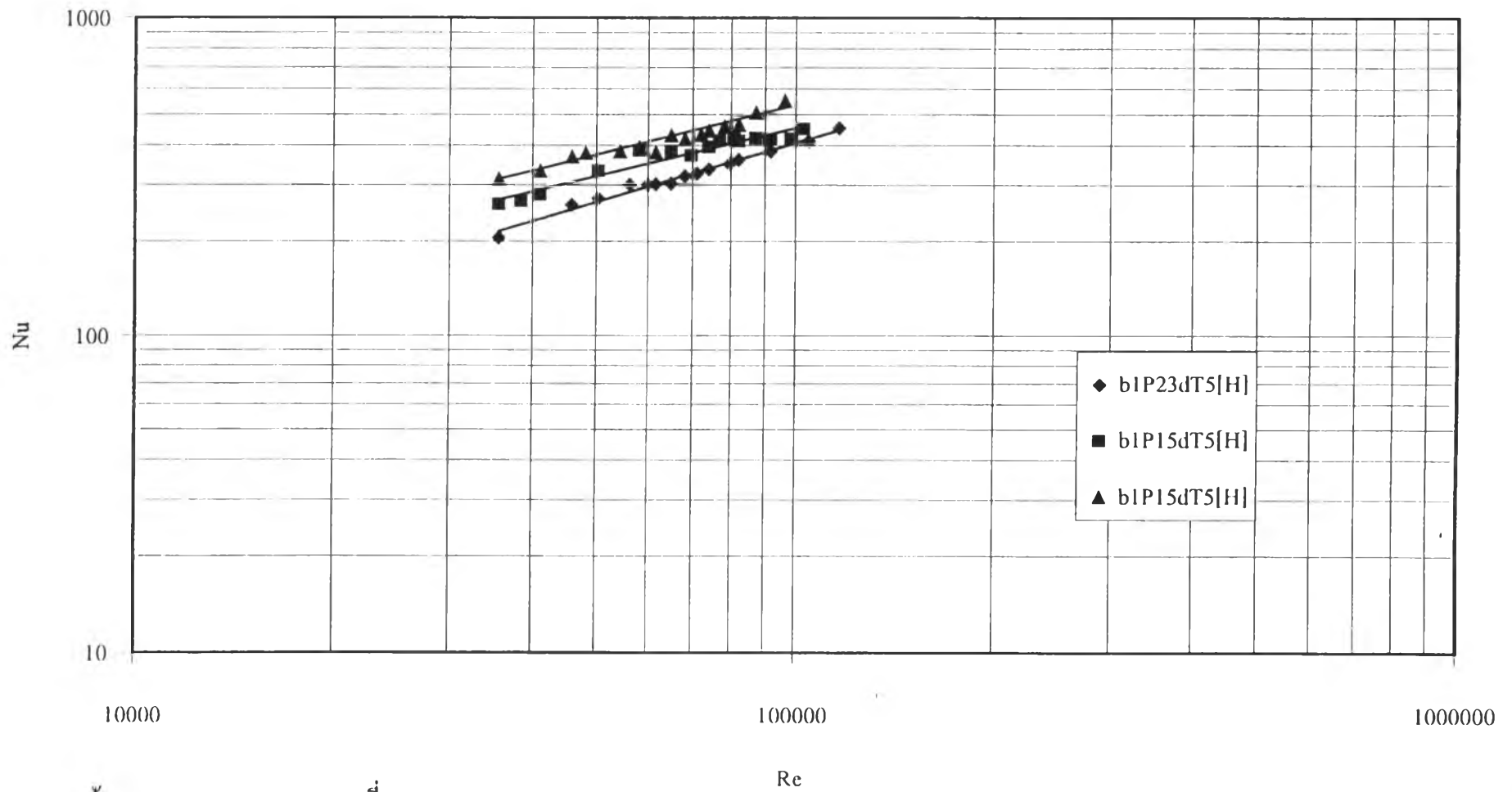


รูปที่ 11ค แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าตัวเลขที่นับเบอร์กับเรย์โนลด์์นับเบอร์จากการทดลองที่ b1P23dT2.5[H] , b1P15dT2.5[H] , b1P10dT2.5[H]



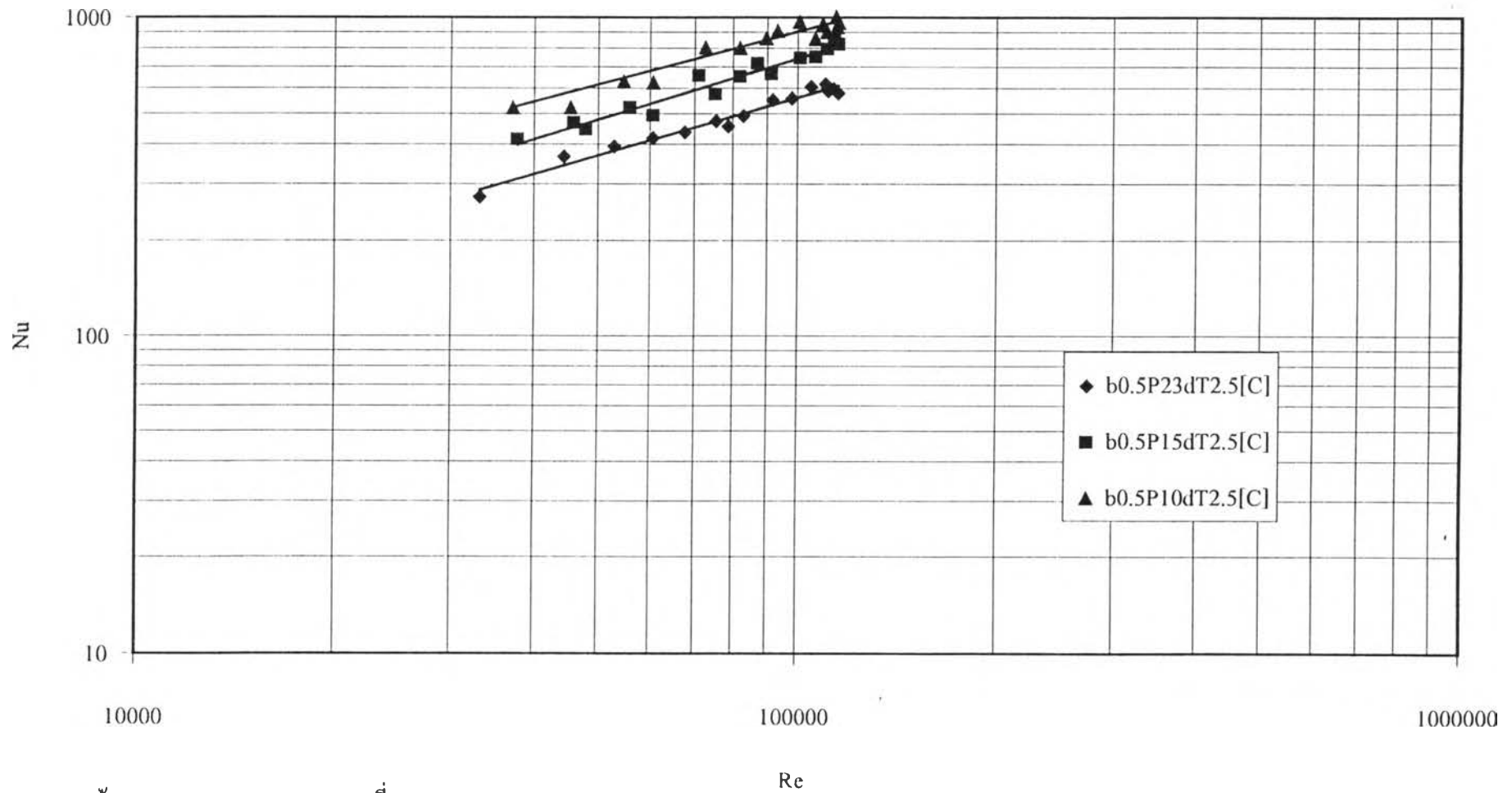
หมายเหตุ ข้อมูลจากภาคผนวก ข ตารางที่ 31ข , 32ข , 33ข

รูปที่ 12ค แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าตัวเลขที่นับเบอร์กับเรย์โนลด์์นับเบอร์จากผลการทดลองที่ b1P23dT5[H] , b1P15dT5[H] , b1P10dT5[H]



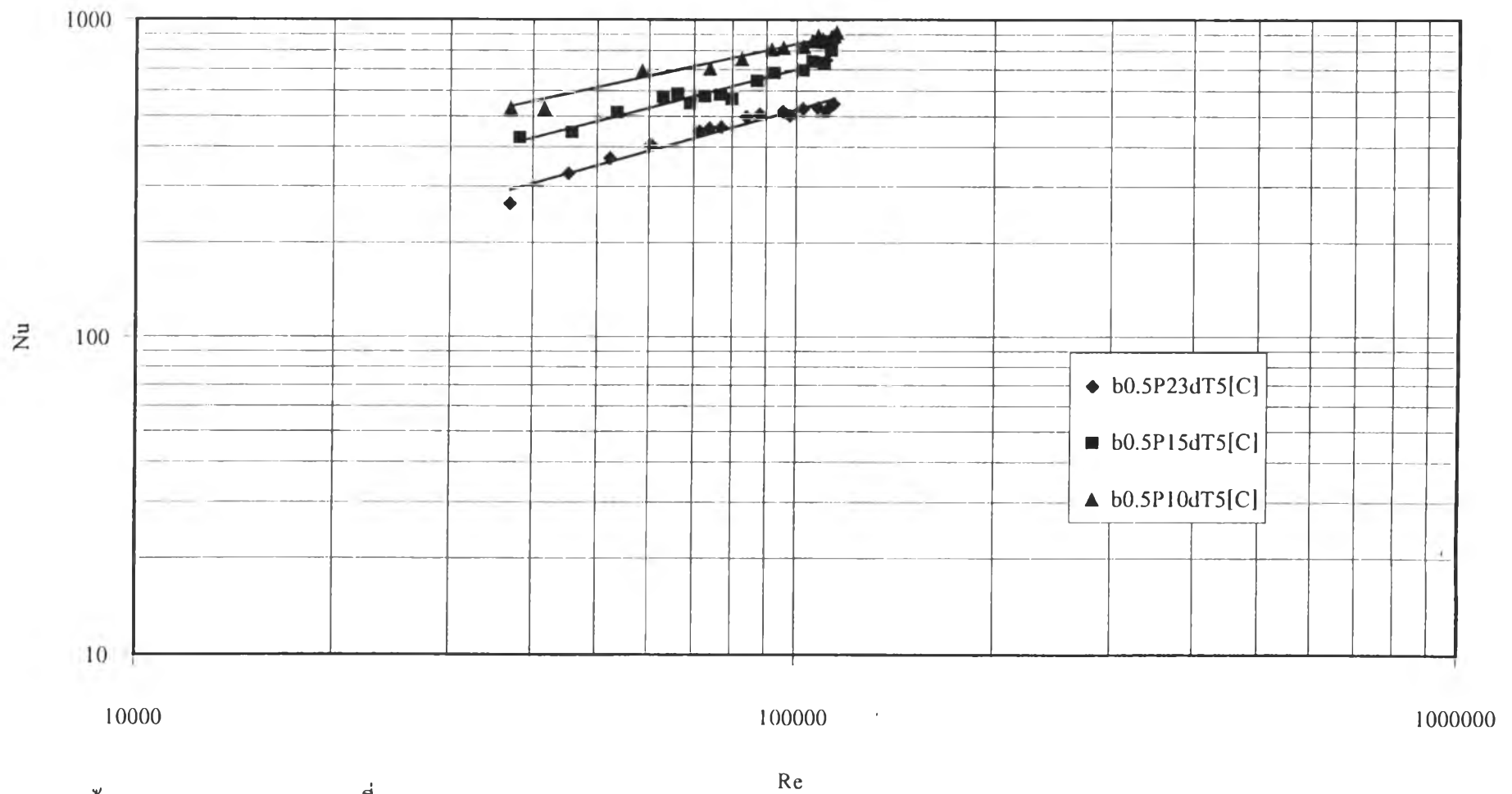
หมายเหตุ ข้อมูลจากภาคผนวก ข ตารางที่ 34ข , 35ข , 36ข

รูปที่ 13ค แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าตัวเลขที่นับเบอร์กับเรย์โนลด์์นับเบอร์จากผลการทดลองที่ b0.5P23dT2.5[C] , b0.5P15dT2.5[C] , b0.5P10dT2.5[C]



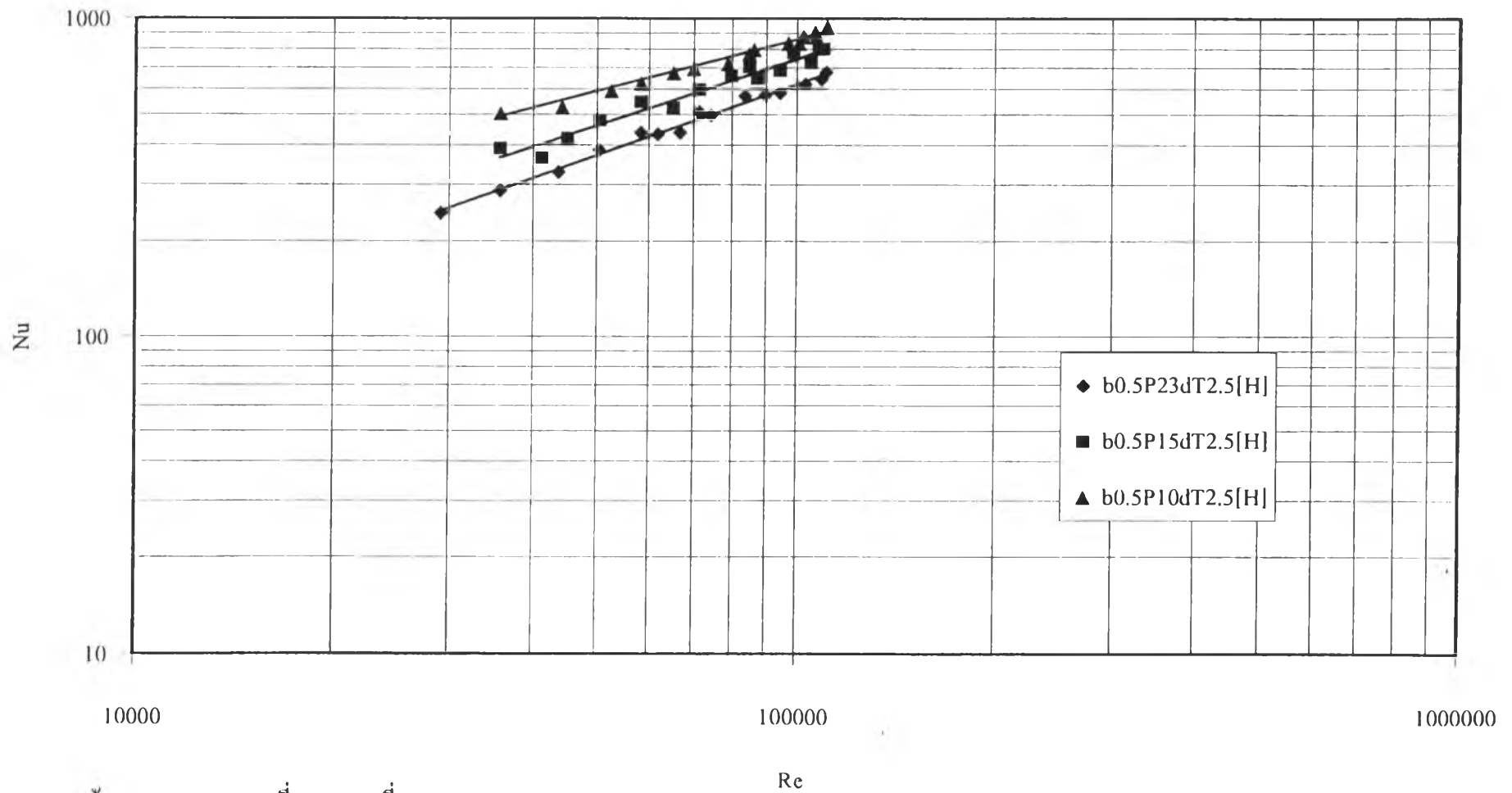
หมายเหตุ ข้อมูลจากภาคผนวก ข ตารางที่ 37ข , 38ข , 39ข

รูปที่ 14ค แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าตัวเลขถ่ายเทความร้อนกับเรย์โนลด์์นัมเบอร์จากผลการทดลองที่ b0.5P23dT5[C] , b0.5P15dT5[C] , b0.5P10dT5[C]



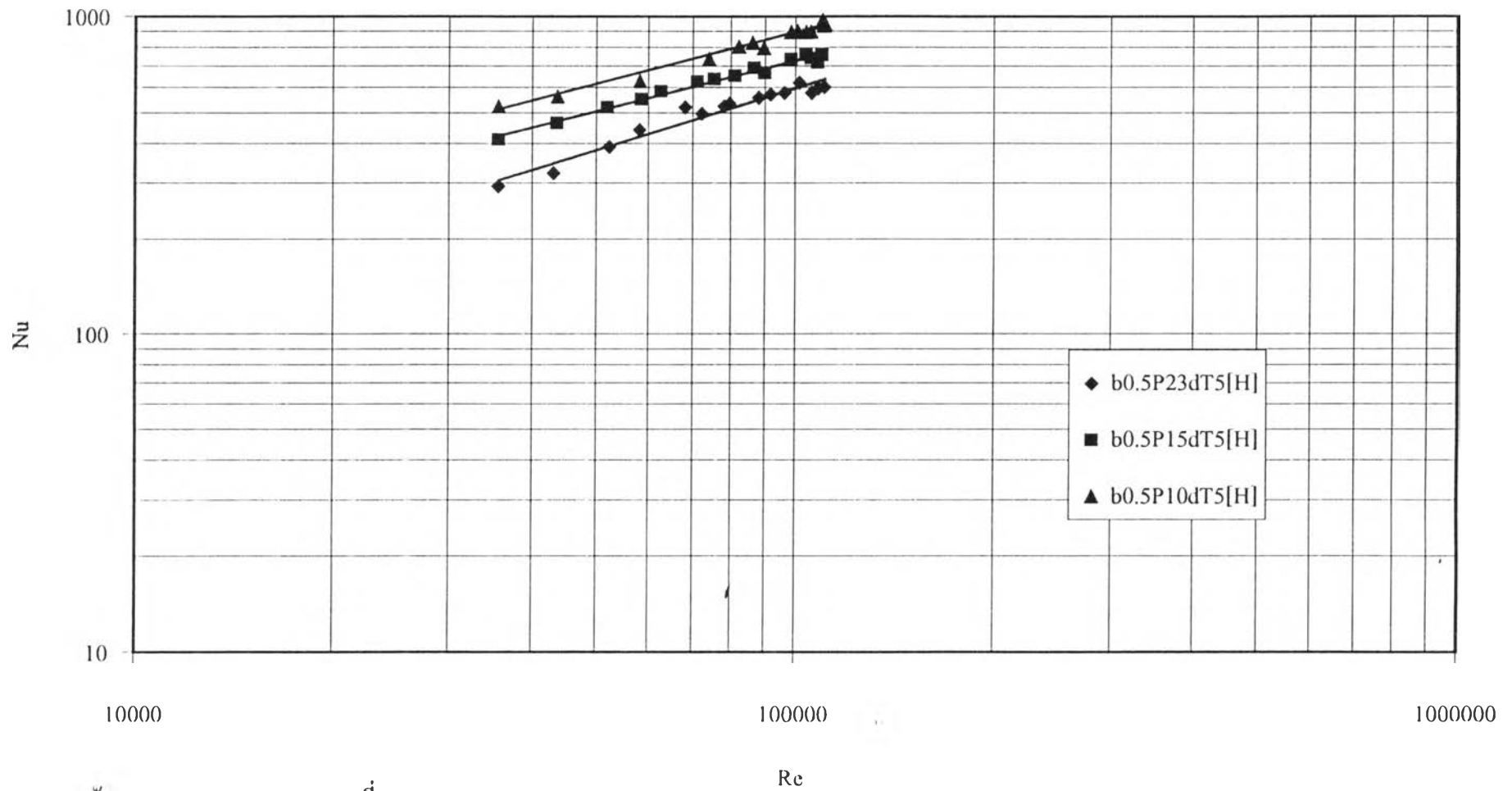
หมายเหตุ ข้อมูลจากภาคผนวก ข ตารางที่ 40ข , 41ข , 42ข

รูปที่ 15ค แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าตัวเลขที่นัมเบอร์กับเรย์โนลด์์นัมเบอร์จากผลการทดลองที่ b0.5P23dT2.5[H] , b0.5P15dT2.5[H] , b0.5P10dT2.5[h]



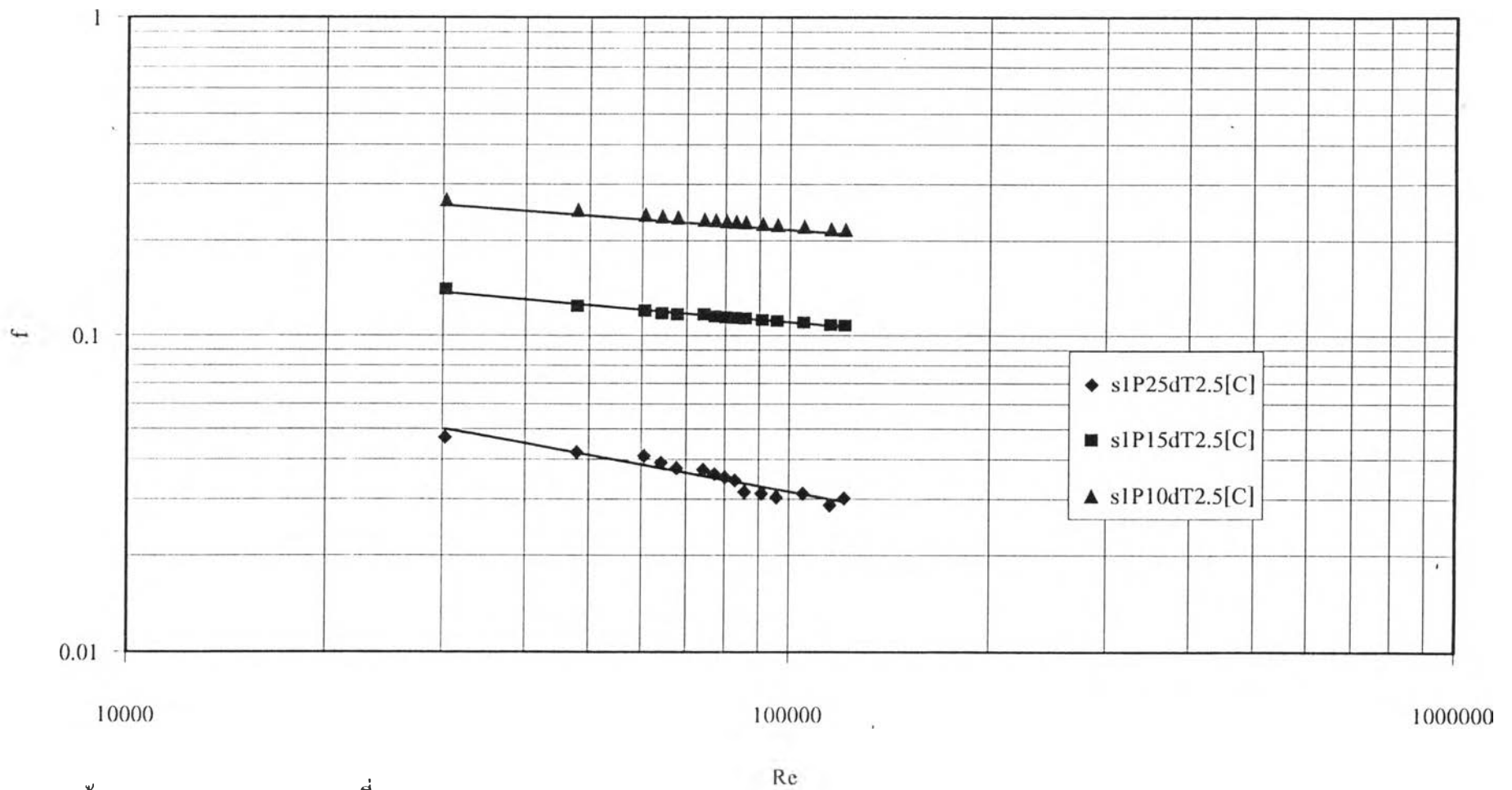
หมายเหตุ ข้อมูลจากภาคผนวกที่ ข ตารางที่ 43ข , 44ข , 45ข

รูปที่ 16ค แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่านี้สเซลท์นัมเบอร์กับเรย์โนลด์์นัมเบอร์จากผลการทดลองที่ b0.5P23dT5[H] , b0.5P15dT5[H] , b0.5P10dT5[H]



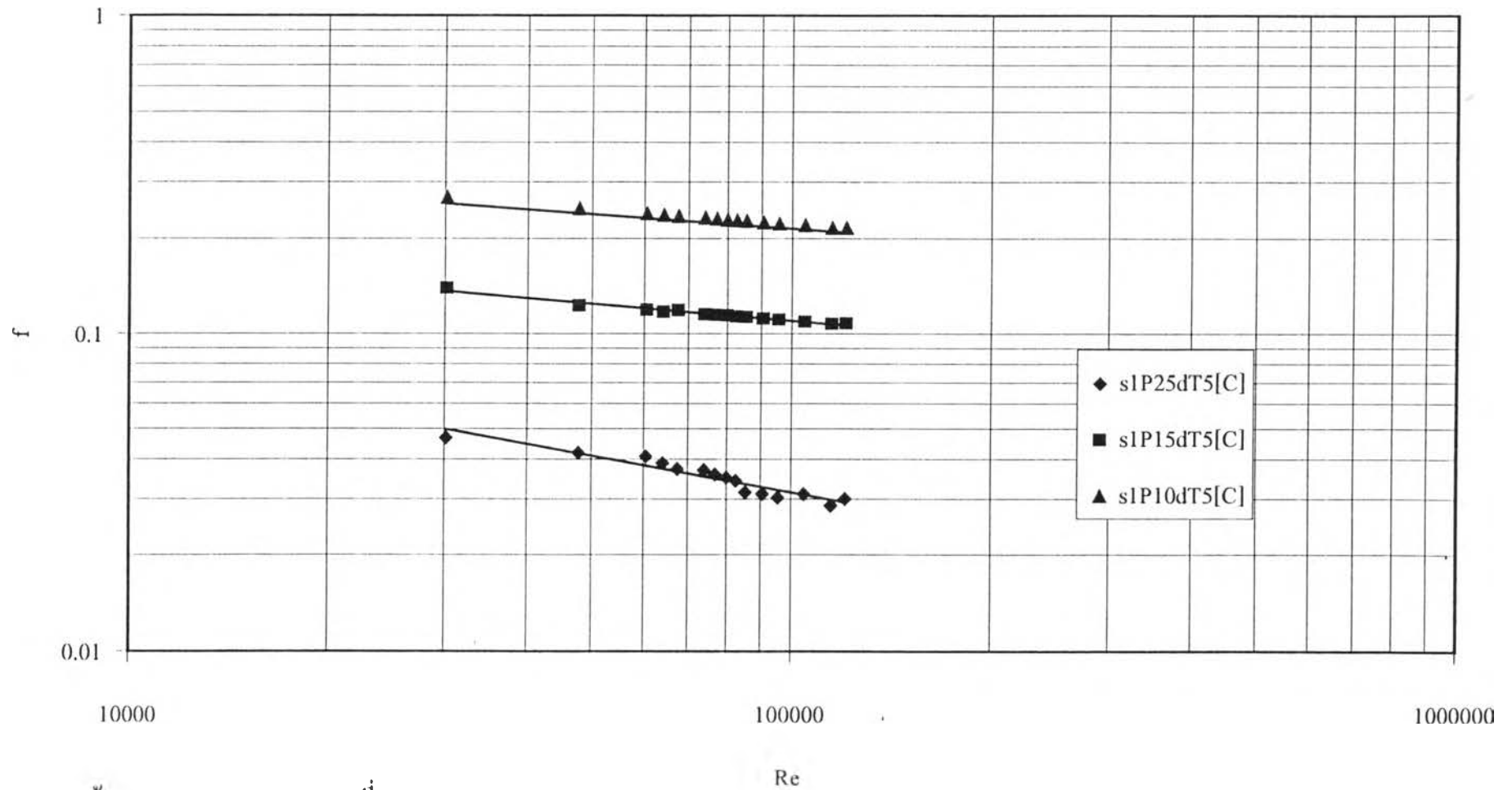
หมายเหตุ ข้อมูลจากภาคผนวก ข ตารางที่ 46ข , 47ข , 48ข

รูปที่ 17 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานกับเรย์โนลด์นัมเบอร์  
 จากผลการทดลองที่ s1P25dT2.5[C] , s1P15dT2.5[C] , s1P10dT2.5[C]



หมายเหตุ ข้อมูลจาก ภาคผนวก ข ตารางที่ 1ข , 2ข , 3ข

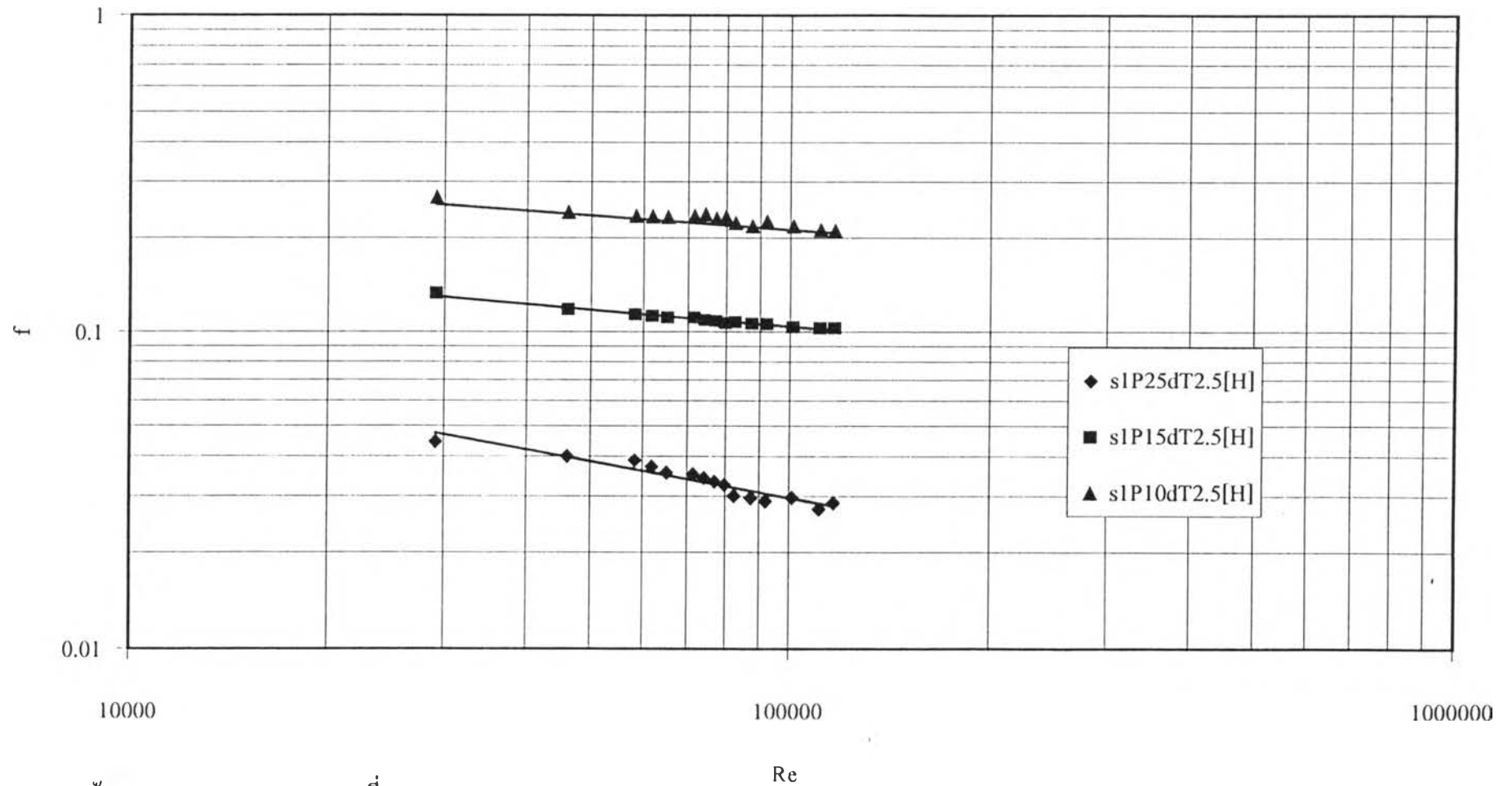
รูปที่ 18ค แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานกับเรย์โนลด์์นัมเบอร์  
 จากผลการทดลองที่ s1P25dT5[C] , s1P15dT5[C] , s1P10dT5[C]



หมายเหตุ ข้อมูลจากภาคผนวก ข ตารางที่ 4ข , 5ข , 6ข

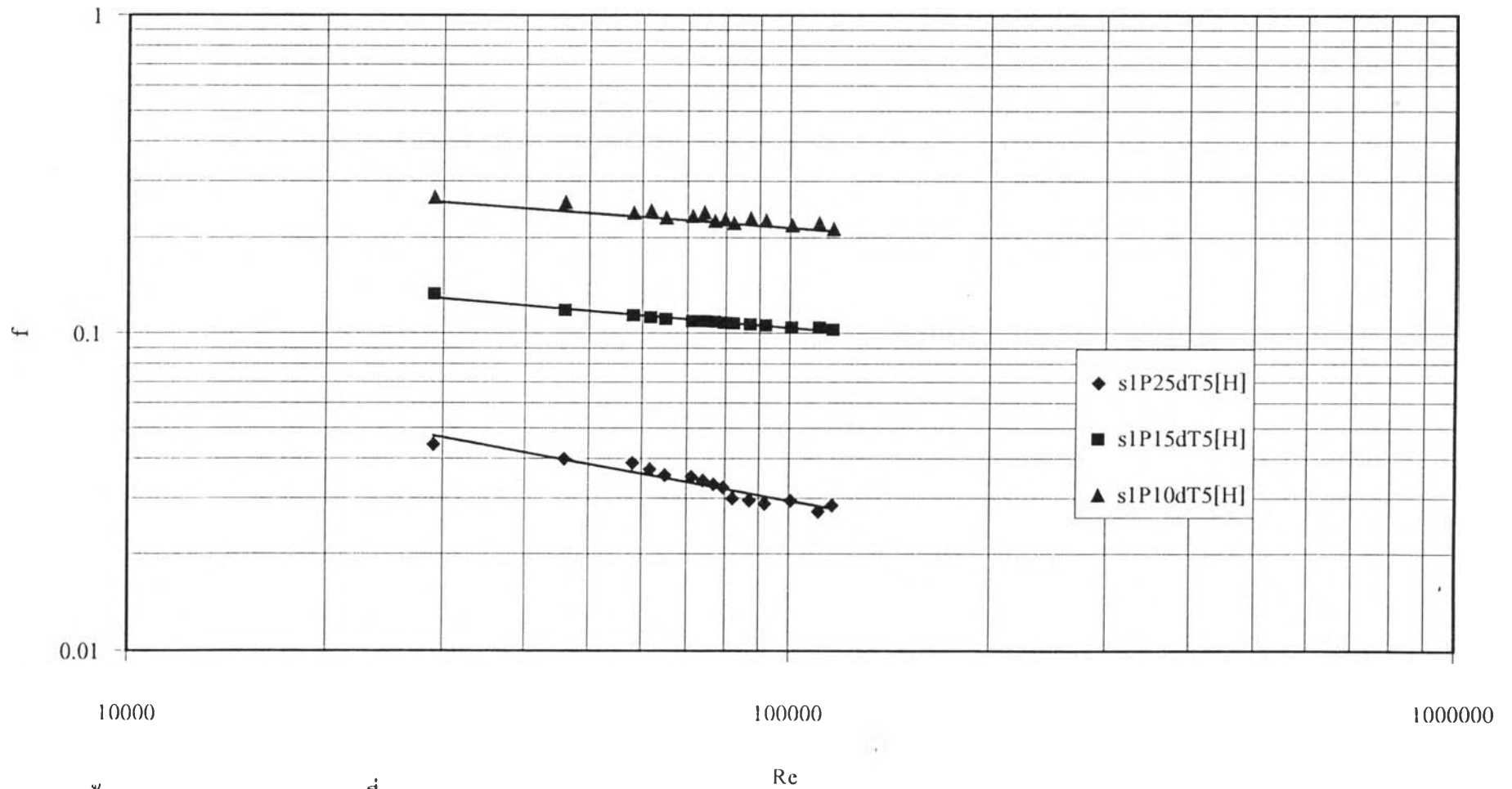


รูปที่ 19ค แสดงความสัมพันธ์ระหว่างสัมประสิทธิ์ความเสียดทานกับเรย์โนลด์นัมเบอร์จากผลการทดลองที่ s1P25dT2.5[H] , s1P15dT2.5[H] , s1P10dT2.5[H]



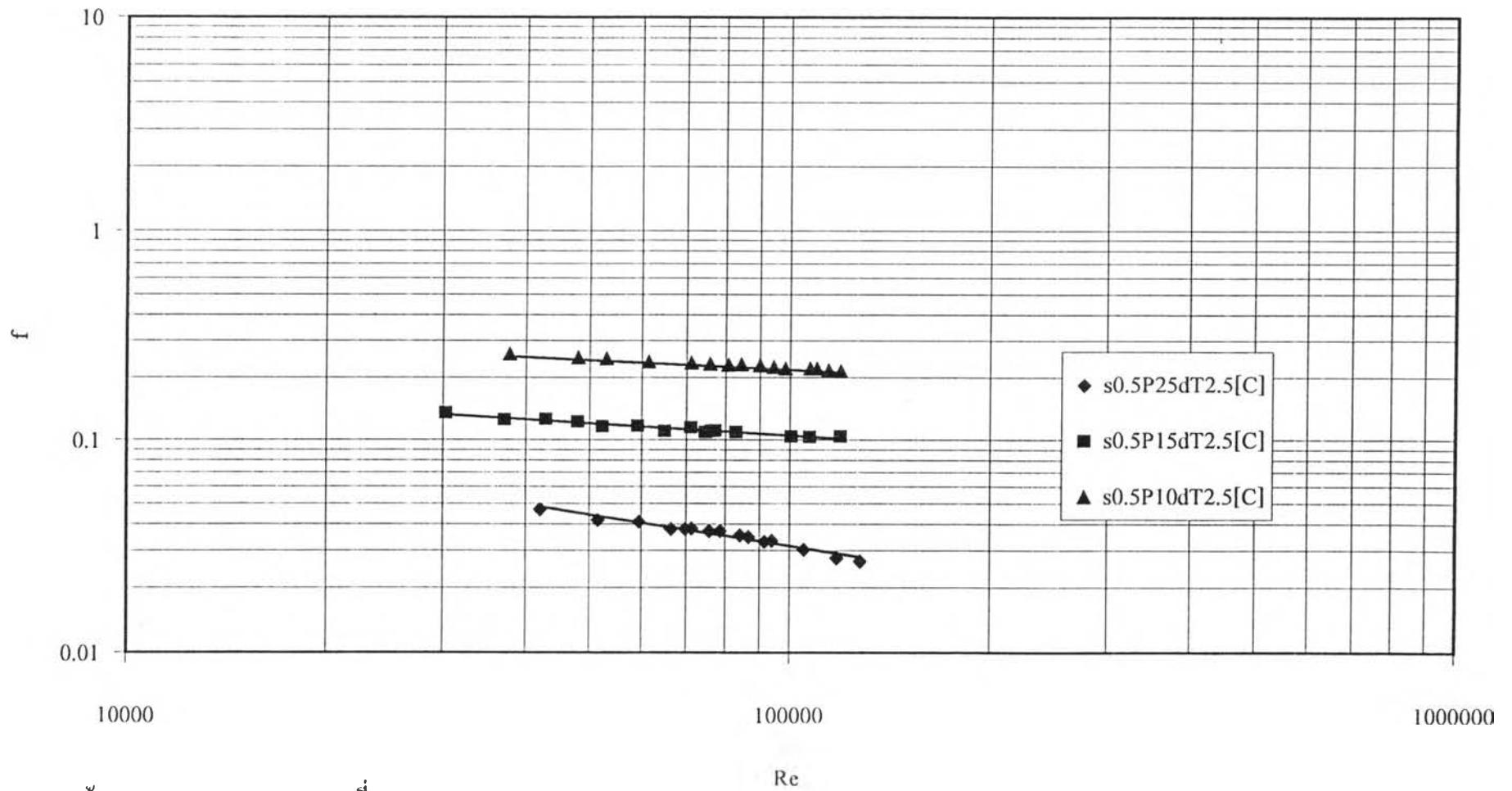
หมายเหตุ ข้อมูลจากภาคผนวก ข ตารางที่ 7ข , 8ข , 9ข

รูปที่ 20ค แสดงความสัมพันธ์ระหว่างสัมประสิทธิ์ความเสียดทานกับเรย์โนลด์นัมเบอร์  
 จากผลการทดลองที่ s1P25dT5[H] , s1P15dT5[H] , s1P10dT5[H]



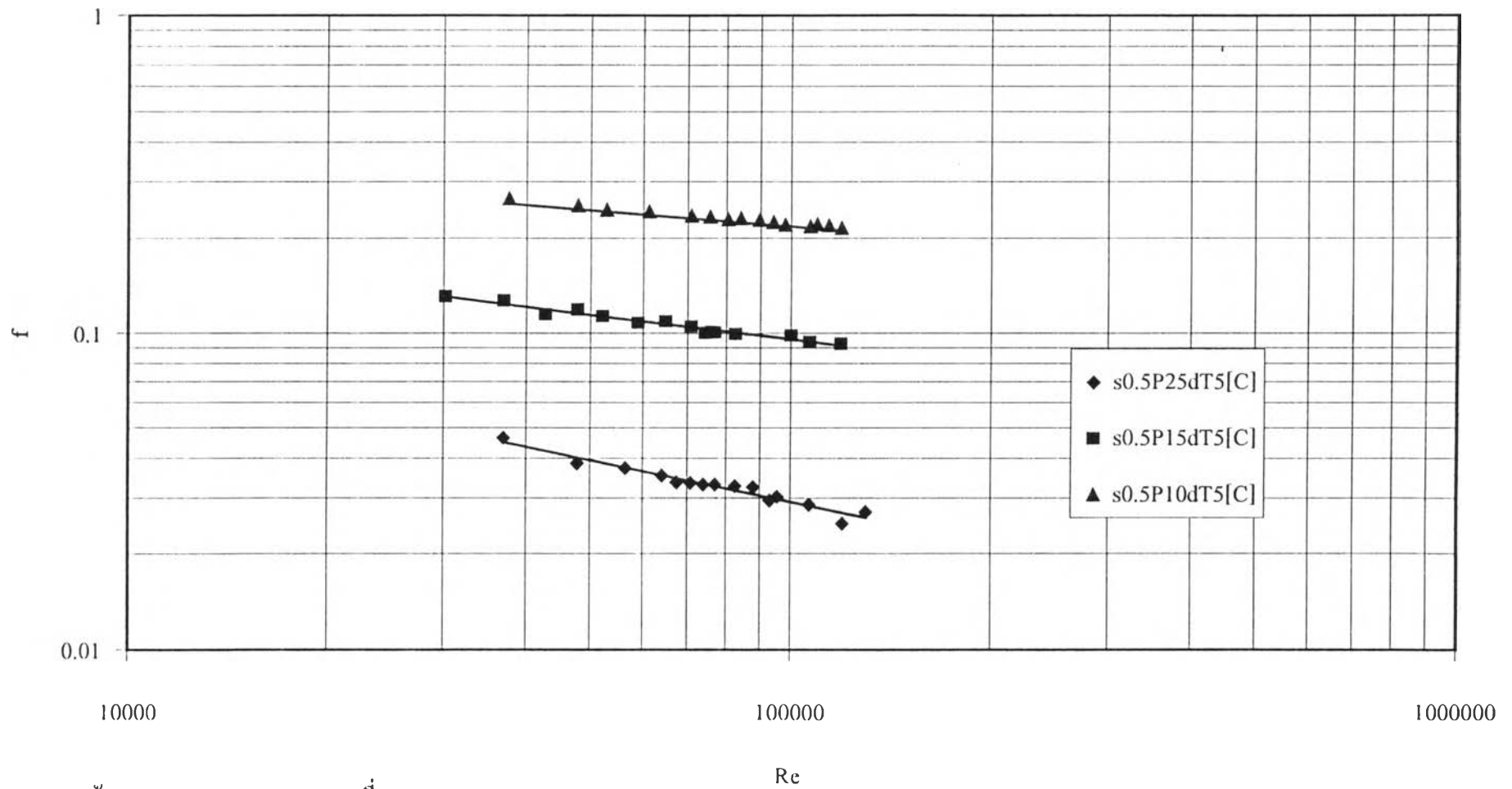
หมายเหตุ ข้อมูลจากภาคผนวก ข ตารางที่ 10ข , 11ข , 12ข

รูปที่ 21ค แสดงความสัมพันธ์ระหว่างสัมประสิทธิ์ความเสียดทานกับเรย์โนลด์์นัมเบอร์  
 จากผลการทดลองที่ s0.5P25dT2.5[C] , s0.5P15dT2.5[C] , s0.5P10dT2.5[C]



หมายเหตุ ข้อมูลจากภาคผนวก ข ตารางที่ 13ข , 14ข , 15ข

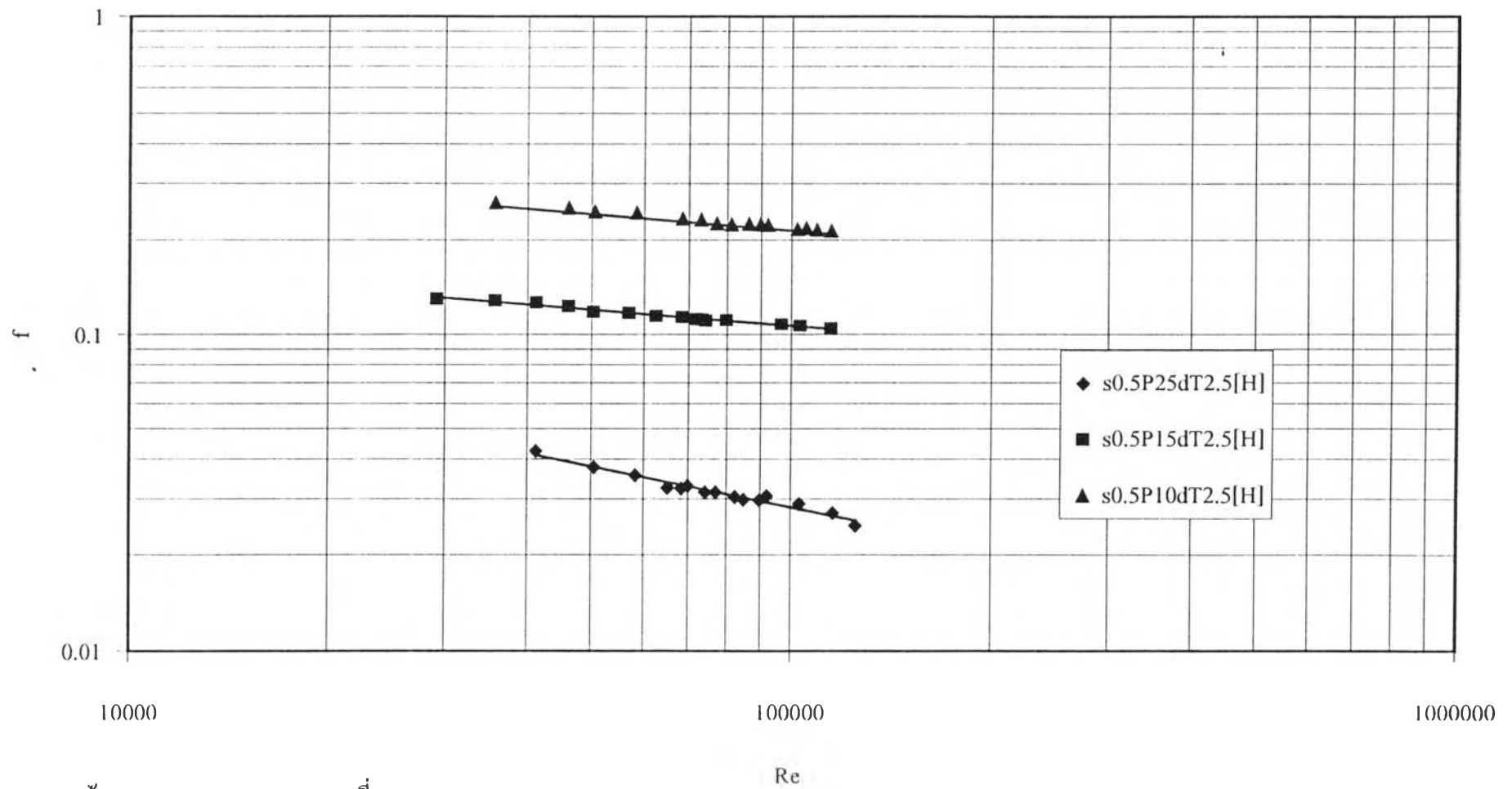
รูปที่ 22ค แสดงความสัมพันธ์ระหว่างสัมประสิทธิ์ความเสียดทานกับเรย์โนลด์ส์นัมเบอร์  
จากผลการทดลองที่ s0.5P25dT5[C] , s0.5P15dT5[C] , s0.5P10dT5[C]



หมายเหตุ ข้อมูลจากภาคผนวก ข ตารางที่ 16ข , 17ข , 18ข

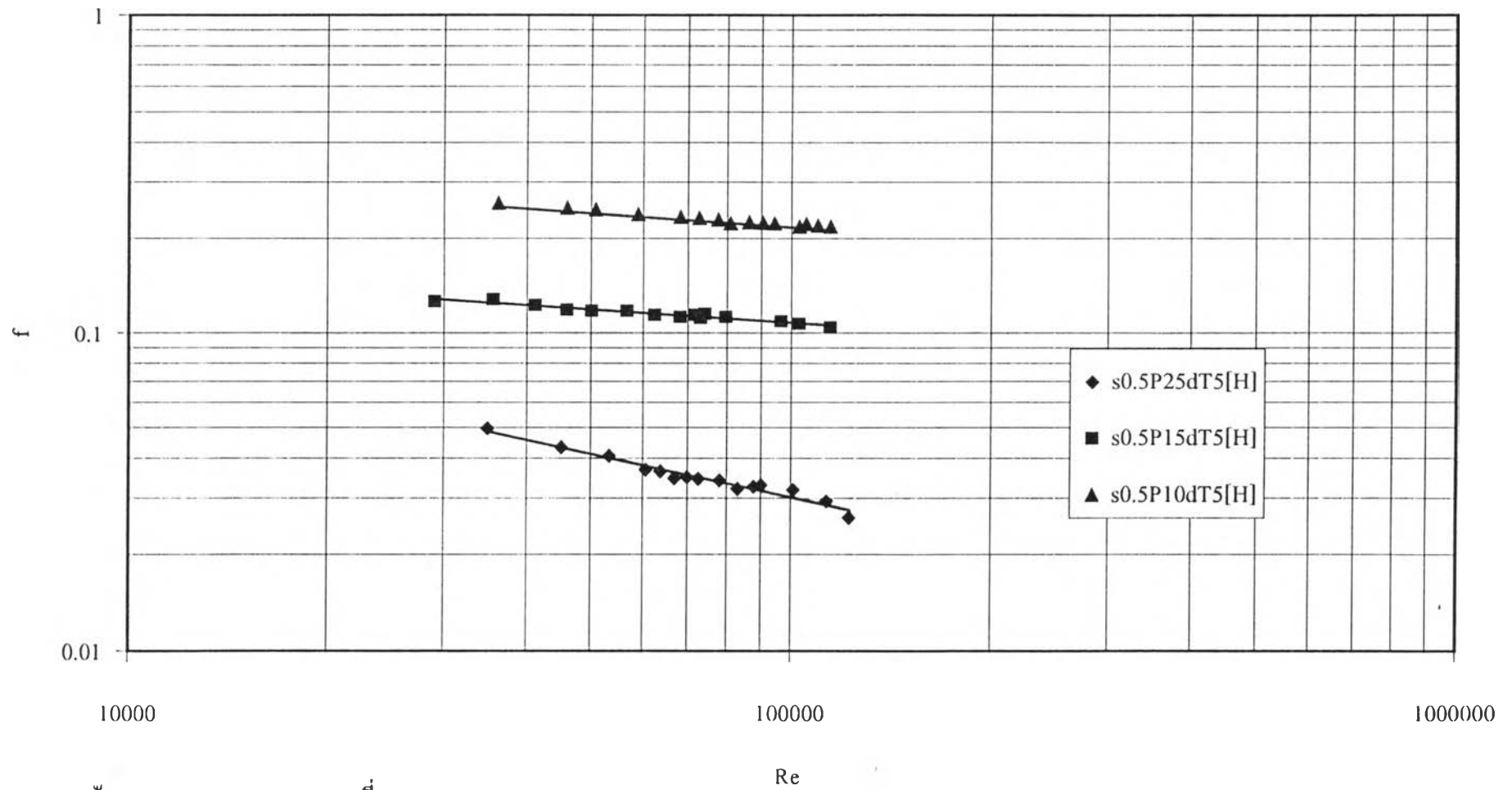
รูปที่ 23ค แสดงความสัมพันธ์ระหว่างสัมประสิทธิ์ความเสียดทานกับเรย์โนลด์ส์นัมเบอร์

จากผลการทดลองที่ s0.5P25dT2.5[H] , s0.5P15dT2.5[H] , s0.5P10dT2.5[H]



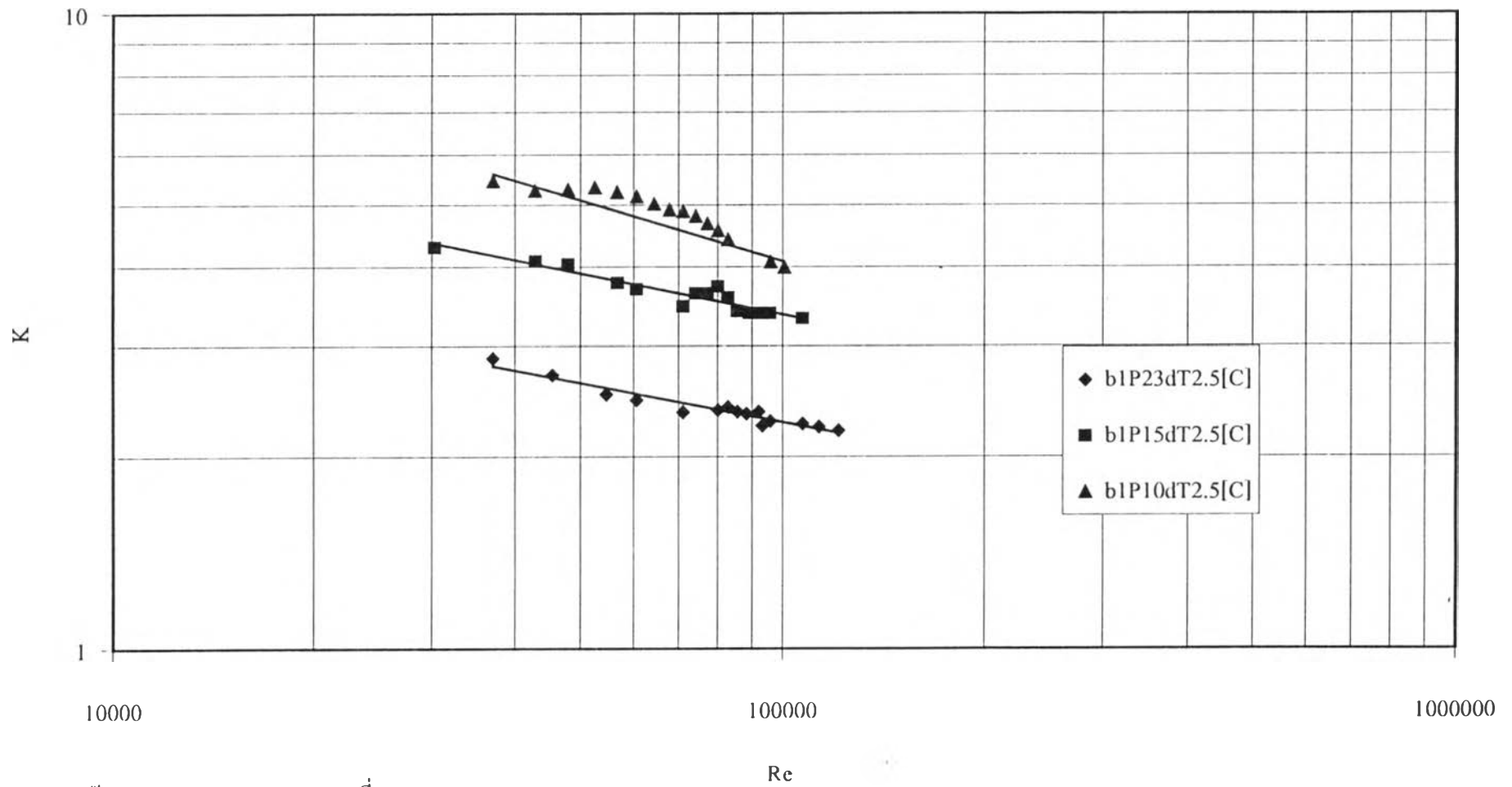
หมายเหตุ ข้อมูลจากภาคผนวก ข ตารางที่ 19ข , 20ข , 21ข

รูปที่ 24ค แสดงความสัมพันธ์ระหว่างสัมประสิทธิ์ความเสียดทานกับเรย์โนลด์ส์นัมเบอร์  
 จากผลการทดลองที่ s0.5P25dT5[H] , s0.5P15dT5[H] , s0.5P10dT5[H]



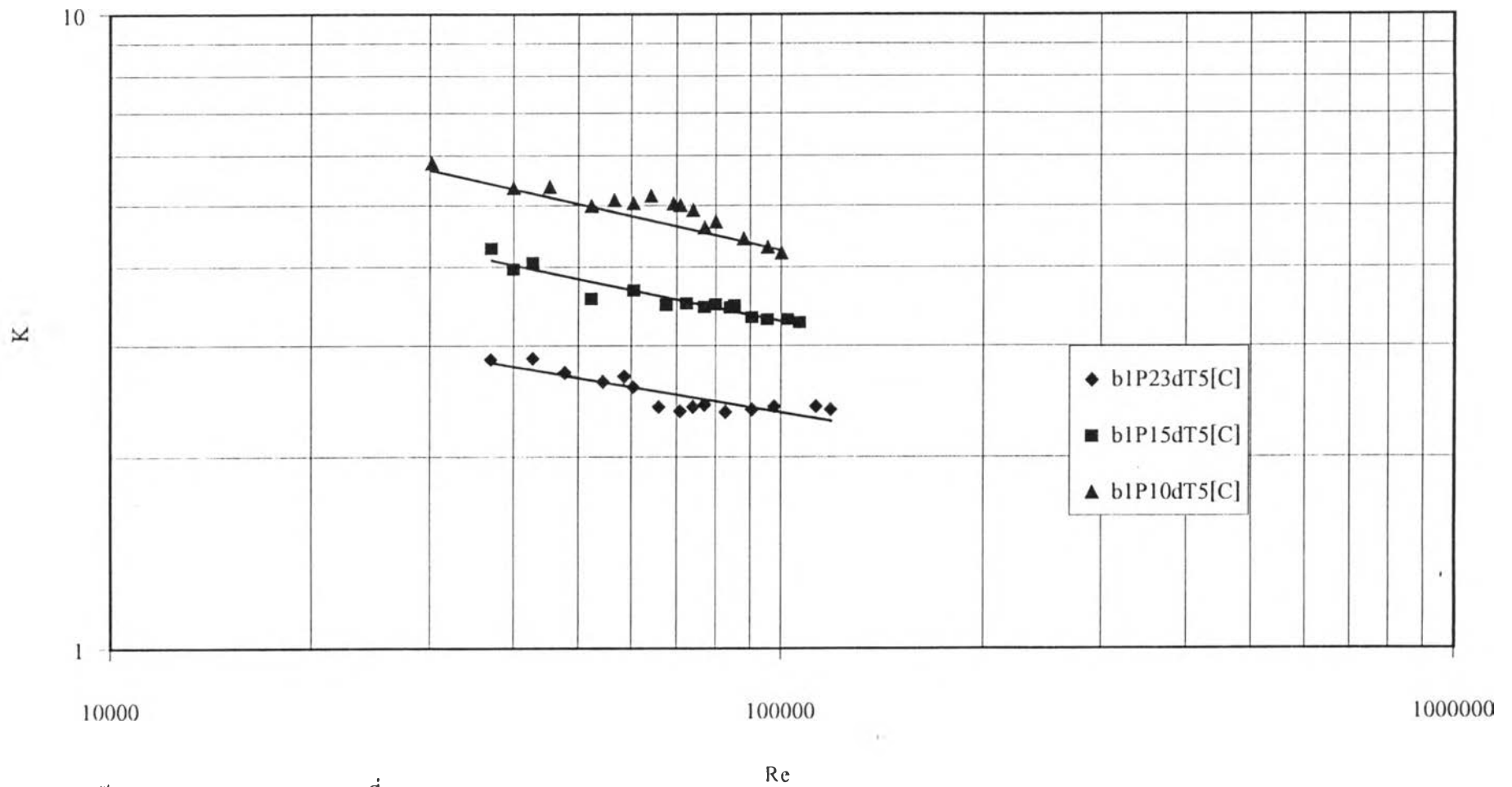
หมายเหตุ ข้อมูลจากภาคผนวก ข ตารางที่ 22ข , 23ข , 24ข

รูปที่ 25ค แสดงความสัมพันธ์ระหว่างสัมประสิทธิ์ความเสียดทานความโค้งกับเรย์โนลด์นัมเบอร์  
 จากผลการทดลองที่ b1P23dT2.5[C] , b1P15dT2.5[C] , b1P10dT2.5[C]



หมายเหตุ ข้อมูลจากภาคผนวก ข ตารางที่ 25ข , 26ข , 27ข

รูปที่ 26ค แสดงความสัมพันธ์ระหว่างสัมประสิทธิ์ความเสียดทานความโค้งกับเรย์โนลด์นัมเบอร์  
 จากผลการทดลองที่ b1P23dT5[C] , b1P15dT5[C] , b1P10dT5[C]

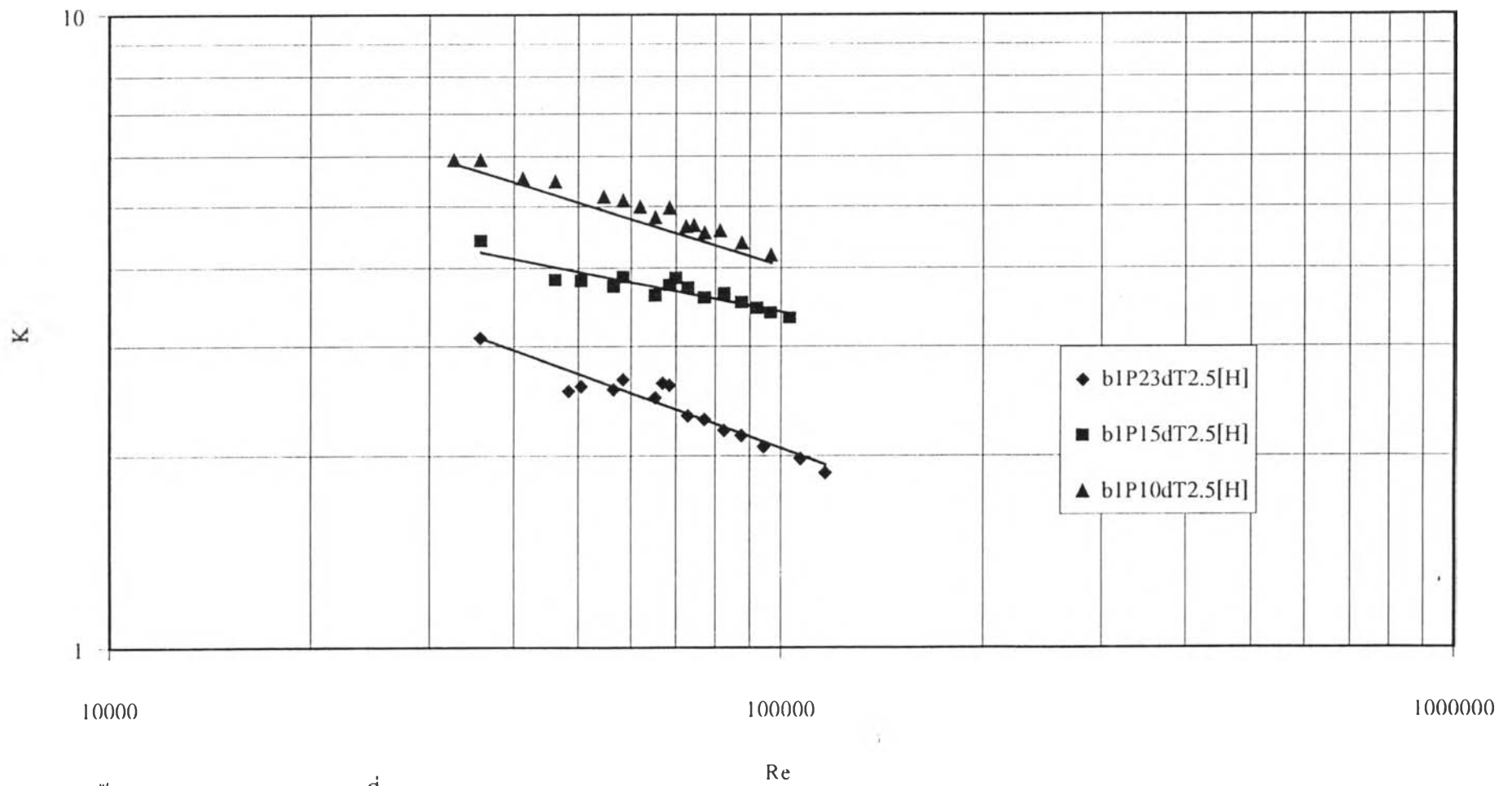


หมายเหตุ ข้อมูลจากภาคผนวก ข ตารางที่ 28ข , 29ข , 30ข



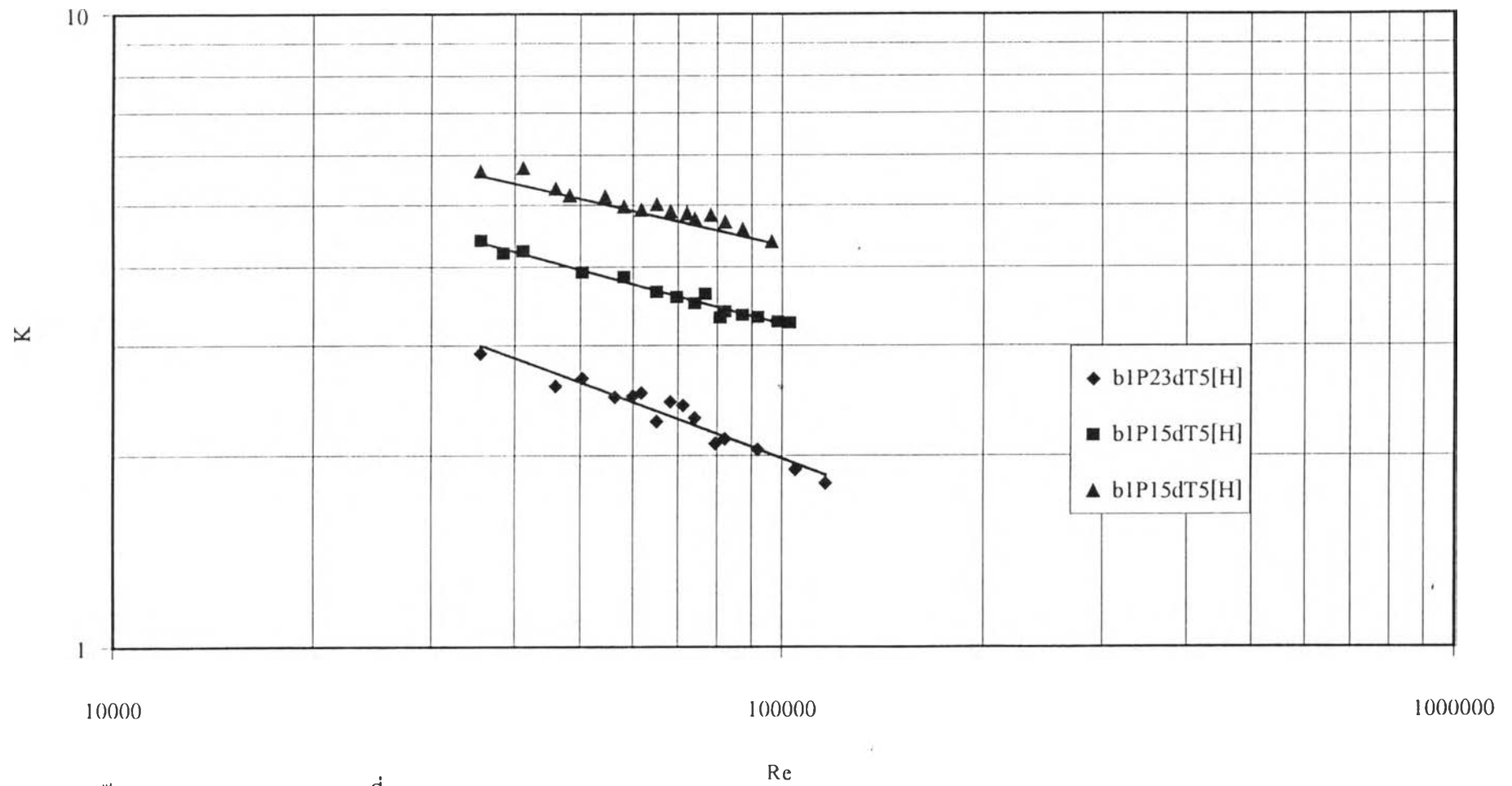
รูปที่ 27ค แสดงความสัมพันธ์ระหว่างสัมประสิทธิ์ความเสียดทานความโค้งกับเรย์โนลด์นัมเบอร์

จากผลการทดลองที่ b1P23dT2.5[H], b1P15dT2.5[H], b1P10dT2.5[H]



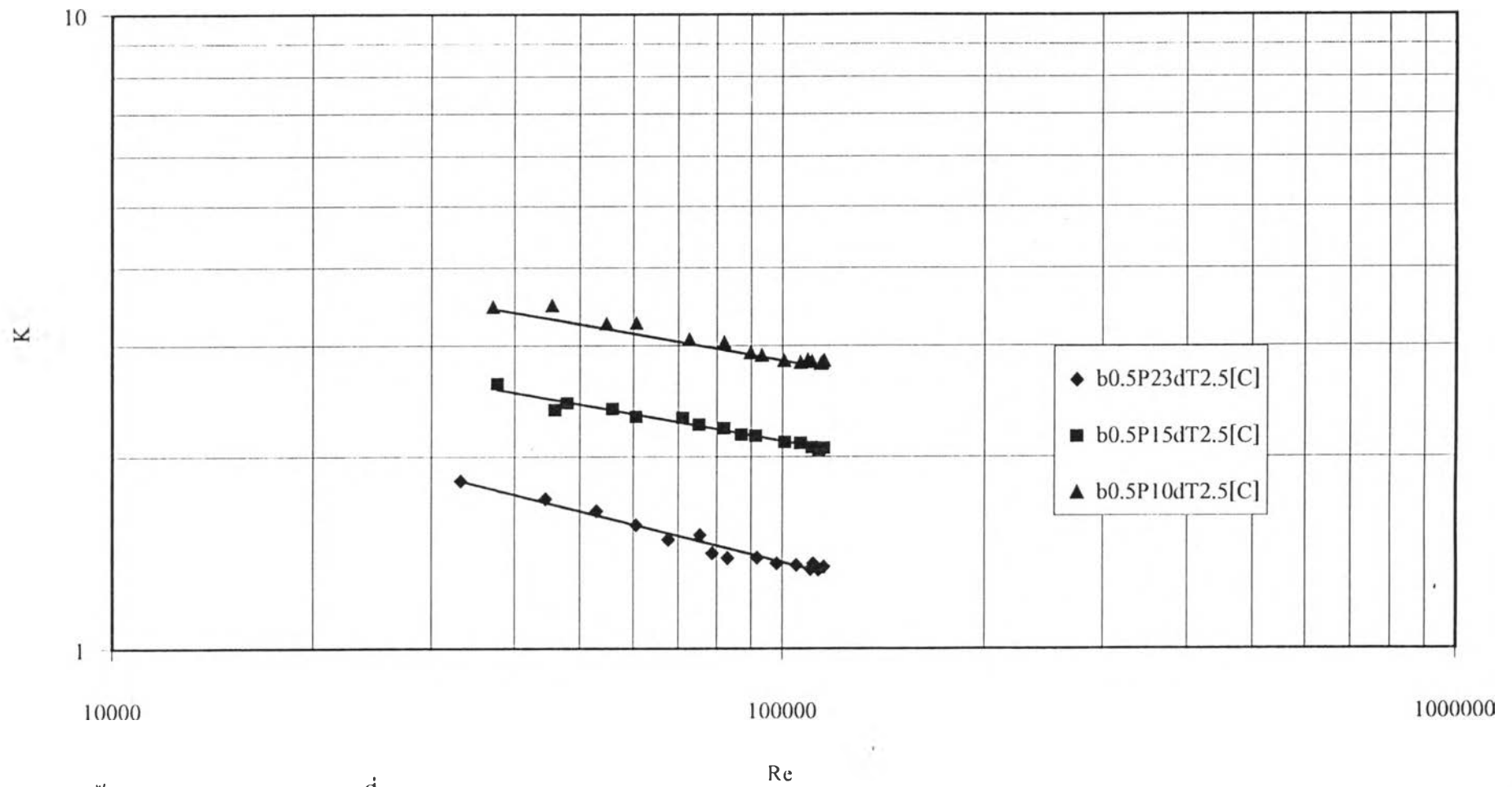
หมายเหตุ ข้อมูลจากภาคผนวก ข ตารางที่ 31ข , 32ข , 33ข

รูปที่ 28ค แสดงความสัมพันธ์ระหว่างสัมประสิทธิ์ความเสียดทานความโค้งกับเรย์โนลด์นัมเบอร์  
 จากผลการทดลองที่ b1P23dT5[H] , b1P15dT5[H] , b1P10dT5[H]



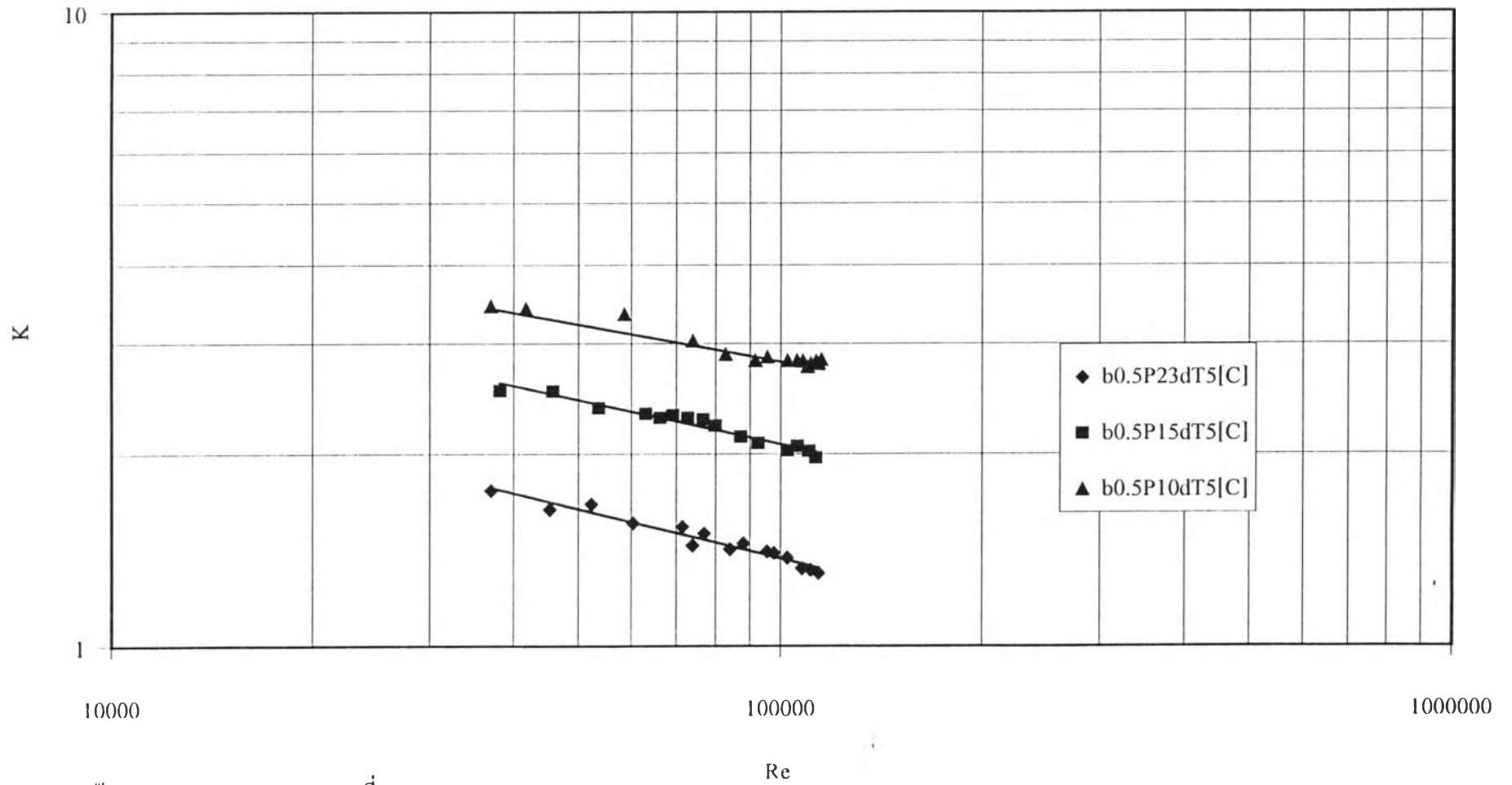
หมายเหตุ ข้อมูลจากภาคผนวก ข ตารางที่ 34ข , 35ข , 36ข

รูปที่ 29ค แสดงความสัมพันธ์ระหว่างสัมประสิทธิ์ความเสียดทานความโค้งกับเรย์โนลด์นัมเบอร์  
จากผลการทดลองที่ b0.5P23dT2.5[C], b0.5P15dT2.5[C], b0.5P10dT2.5[C]



หมายเหตุ ข้อมูลจากภาคผนวก ข ตารางที่ 37ข , 38ข , 39ข

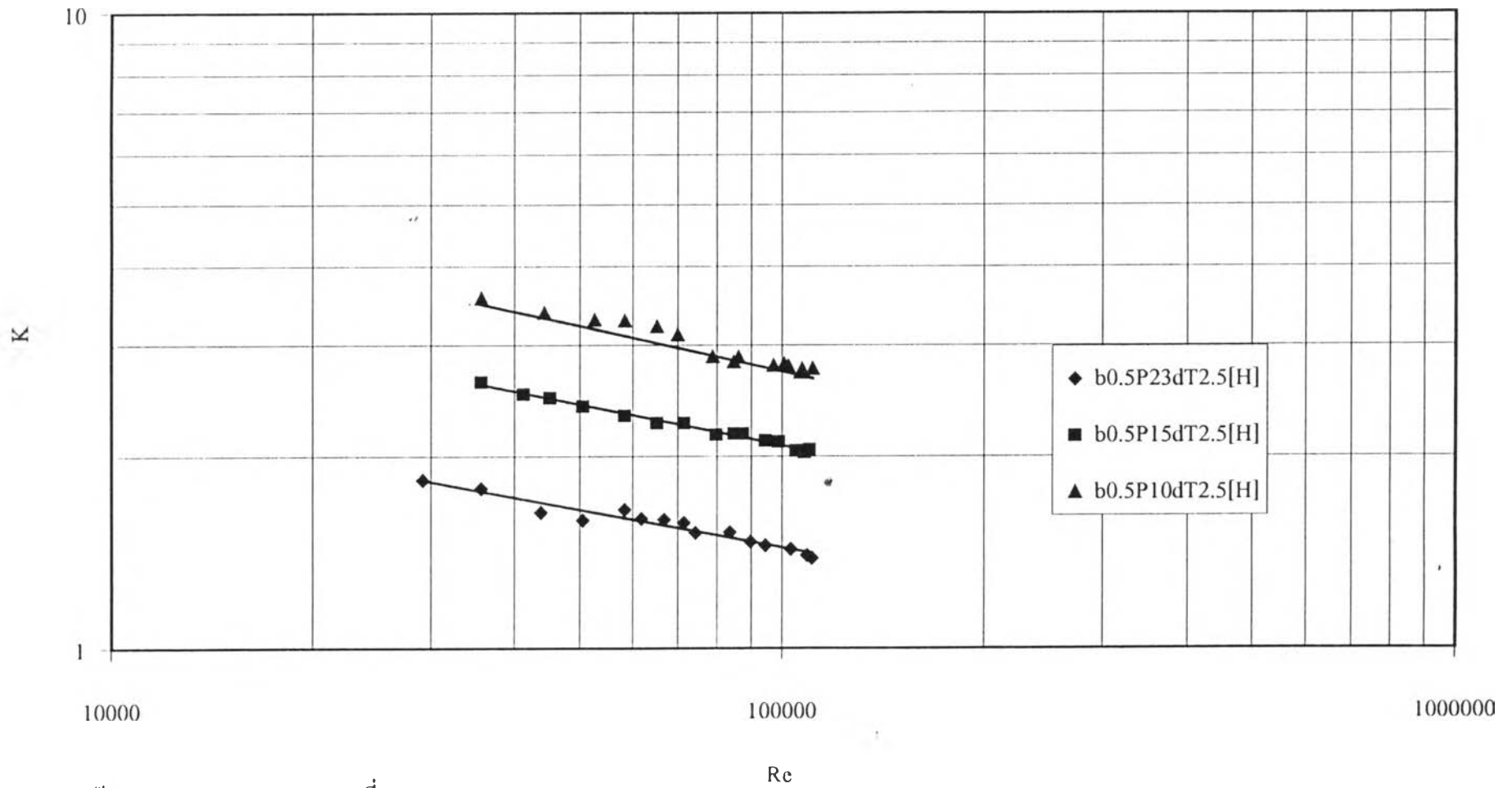
รูปที่ 30ค แสดงความสัมพันธ์ระหว่างสัมประสิทธิ์ความเสียดทานความโค้งกับเรย์โนลด์นัมเบอร์  
 จากผลการทดลองที่ b0.5P23dT5[C] , b0.5P15dT5[C] , b0.5P10dT5[C]



หมายเหตุ ข้อมูลจากภาคผนวก ข ตารางที่ 40ข , 41ข , 42ข

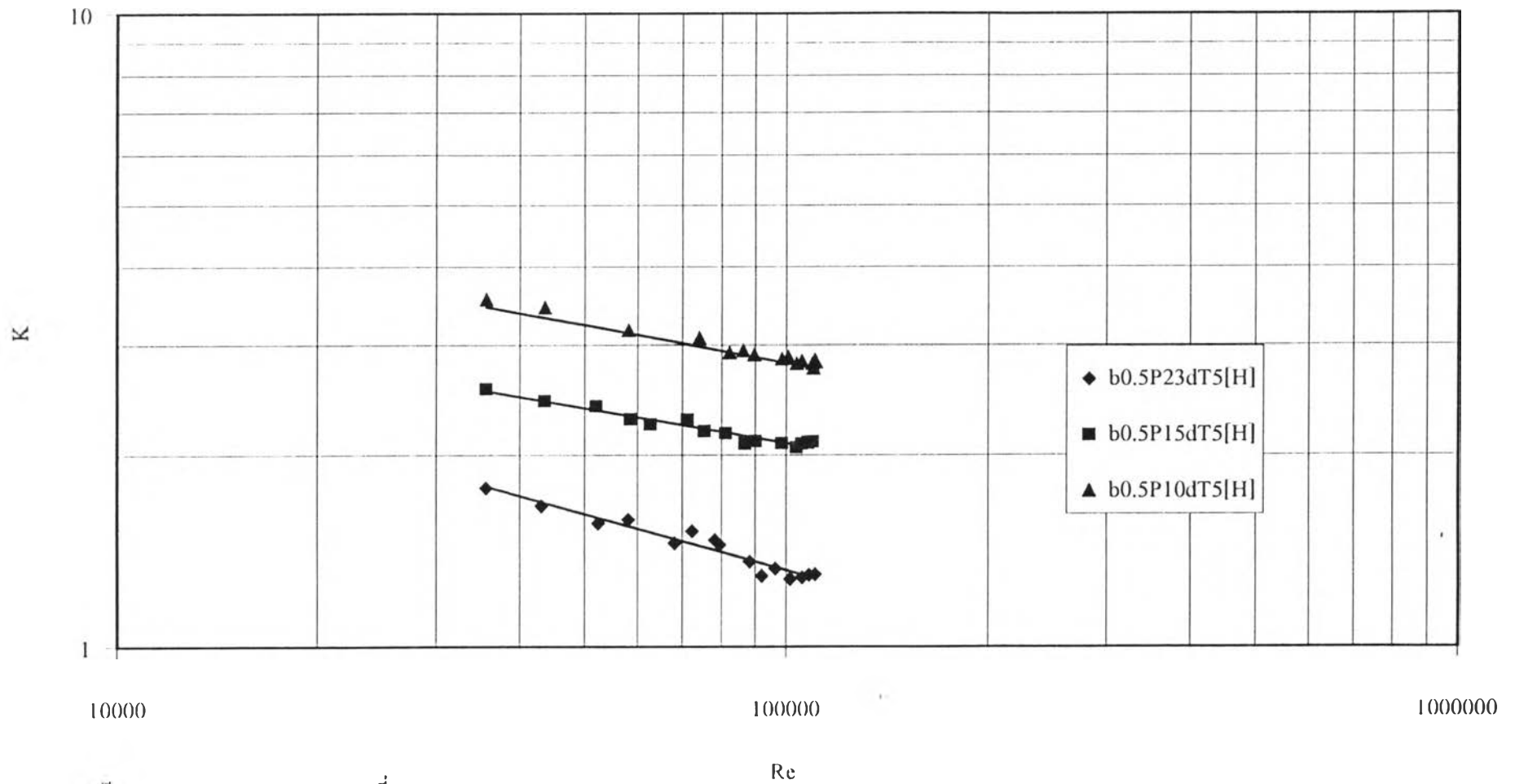
รูปที่ 31ค แสดงความสัมพันธ์ระหว่างสัมประสิทธิ์ความเสียดทานความโค้งกับเรย์โนลด์นัมเบอร์

จากผลการทดลองที่ b0.5P23dT2.5[H] , b0.5P15dT2.5[H] , b0.5P10dT2.5[H]



หมายเหตุ ข้อมูลจากภาคผนวก ข ตารางที่ 43ข , 44ข , 45ข

รูปที่ 32ค แสดงความสัมพันธ์ระหว่างสัมประสิทธิ์ความเสียดทานความโค้งกับเรย์โนลด์นัมเบอร์  
จากผลการทดลองที่ b0.5P23dT5[H] , b0.5P15dT5[H] , b0.5P10dT5[H]



หมายเหตุ ข้อมูลจาก ภาคผนวก ข ตารางที่ 46ข , 47ข , 48ข

## ภาคผนวก ง

### ตัวอย่างการคำนวณ

ตัวอย่างการคำนวณจากผลการทดลองจริง คือ นำผลการทดลองจากการทดลองที่ s1P25dT2.5[C] ใน Run No. ที่ 1. ( ข้อมูลจากภาคผนวก ข ตารางที่ 1ข) ซึ่งผลที่ได้จากการทดลองมีดังนี้

1. อัตราการไหล (m) 0.045 kg/s
2. ความแตกต่างของระดับน้ำในमानometerชนิดเอียง ( $h_w$ ) = 0.508 mm.H<sub>2</sub>O
3. อุณหภูมิอากาศที่เข้า( $T_{m,i}$ )และออก( $T_{m,o}$ ) = 16.1 , 18.6 °C ตามลำดับ
4. อุณหภูมิที่ผิวท่อ

Ts1(°C)	Ts2(°C)	Ts3(°C)	Ts4(°C)	Ts5(°C)
30.4	31.3	32.0	32.6	32.9

### รูปแบบท่อ

1. เส้นผ่านศูนย์กลาง(D) 0.105 m
2. ระยะพิท (P) 0.025 m
3. ระยะติดตั้งคู่คววอุณหภูมิ x

$x_1$ (m)	$x_2$ (m)	$x_3$ (m)	$x_4$ (m)	$x_5$ (m)
0.2	0.4	0.6	0.8	1
$l_1$ (m)	$l_2$ (m)	$l_3$ (m)	$l_4$ (m)	$l_5$ (m)
0.203	0.406	0.61	0.813	1.016
$A_{s,1}$	$A_{s,2}$	$A_{s,3}$	$A_{s,4}$	$A_{s,5}$
$=0.07m^2$	$=0.134m^2$	$=0.201m^2$	$=0.268m^2$	$=0.335m^2$

4. พื้นที่ผิวท่อ ( $A_s$ ) = 0.335 m<sup>2</sup>

5. ท่อตรงความยาว(L) 1 m. ,ความยาวขณะท่อยืดสูงสุด (l) = 1.0156 m

การคำนวณ

$$\text{อุณหภูมิเฉลี่ย } (T_m) = \frac{T_{m,o} + T_{m,i}}{2} = \frac{18.6 + 16.1}{2} = 17.35 \text{ } ^\circ\text{C}$$

จาก อุณหภูมิเฉลี่ย ( $T_m$ ) หาคคุณสมบัติของอากาศได้ดังนี้  $\rho = 1.215 \text{ kg/m}^3$  ,  
 $c_p = 1004.233 \text{ J/kg K}$  ,  $\mu = 1.8 \times 10^{-5} \text{ Pa s}$  ,  $k = 0.025 \text{ W/m K}$  ,  $Pr = 0.712$

จากสมการที่ 3.13

$$q'' = \frac{mc_p (T_{m,o} - T_{m,i})}{A_s} = \frac{0.045 \times 1005.233 \times (18.6 - 16.1)}{0.335} = 337.57 \text{ W/m}^2$$

จากสมการที่ 3.22

$$T_{m,x} = T_{m,i} + \frac{q'' A_s (x)}{mc_p}$$

$T_{m,x1}$ (°C)	$T_{m,x2}$ (°C)	$T_{m,x3}$ (°C)	$T_{m,x4}$ (°C)	$T_{m,x5}$ (°C)
16.6	17.1	17.6	18.1	18.6

แทนสมการที่ 3.13 ใน 3.19

$$h(x) = \frac{mc_p (T_{m,o} - T_{m,i})}{A_s (x) [T_s(x) - T_m(x)]}$$



$h_1(\text{W/m}^2 \text{ K})$	$h_2(\text{W/m}^2 \text{ K})$	$h_3(\text{W/m}^2 \text{ K})$	$h_4(\text{W/m}^2 \text{ K})$	$h_5(\text{W/m}^2 \text{ K})$
24.45	23.76	23.43	23.27	23.61

ค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานการพาความร้อนเฉลี่ยสามารถหาได้จาก

$$h_m = \frac{1}{L} (h_1 dx_1 + h_2 dx_2 + h_3 dx_3 + h_4 dx_4 + h_5 dx_5)$$

$$h_m = \frac{1}{L} [h_1(x_1 - 0) + h_2(x_2 - x_1) + h_3(x_3 - x_2) + h_4(x_4 - x_3) + h_5(x_5 - x_4)]$$

$$= 4.89 + 4.75 + 4.68 + 4.65 + 4.7 = 23.721 \text{ W/m}^2 \text{ K}$$

ดังนั้น

$$\text{Nu} = \frac{h_m D}{k} = \frac{23.721 \times 0.105}{0.025467} = 97.8$$

$$\text{ความเร็วของอากาศ (v)} = \frac{4m}{\rho \pi D^2} = 4.277 \text{ m/s}$$

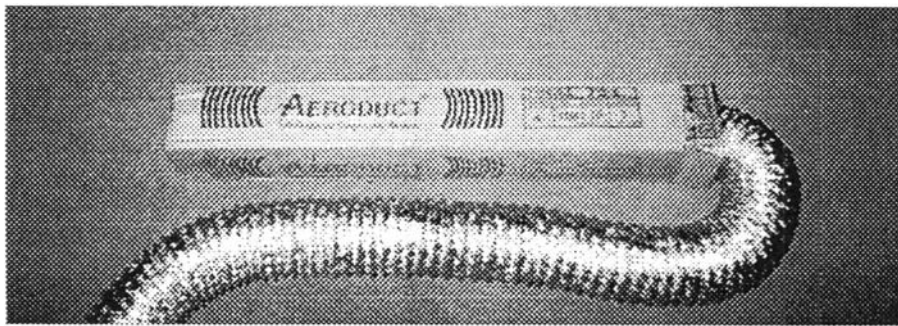
จากสมการที่ 3.24 สามารถจัดรูปใหม่เพื่อหาค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานได้คือ

$$f = \frac{2D\Delta p}{\rho L v^2} = 0.047$$

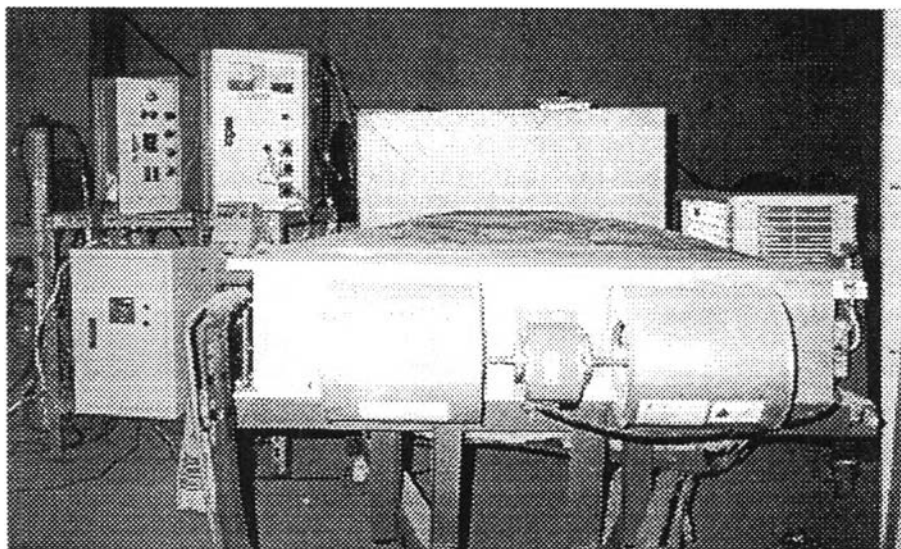
## ภาคผนวก จ

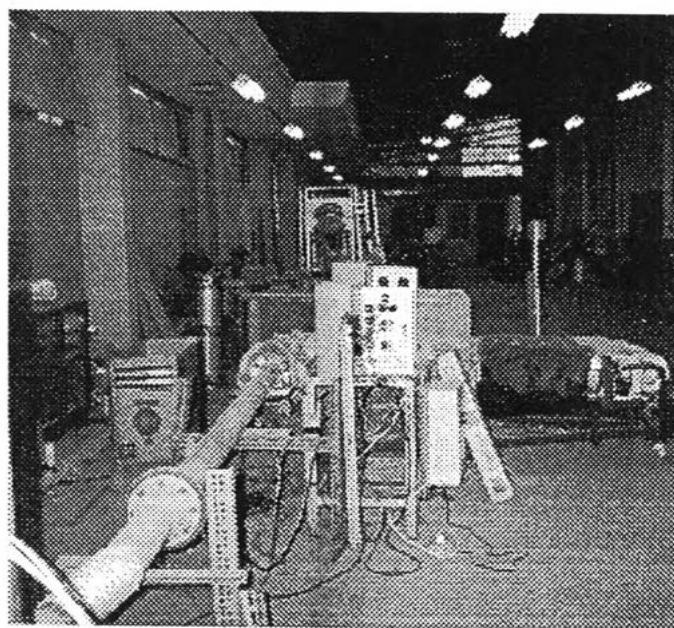
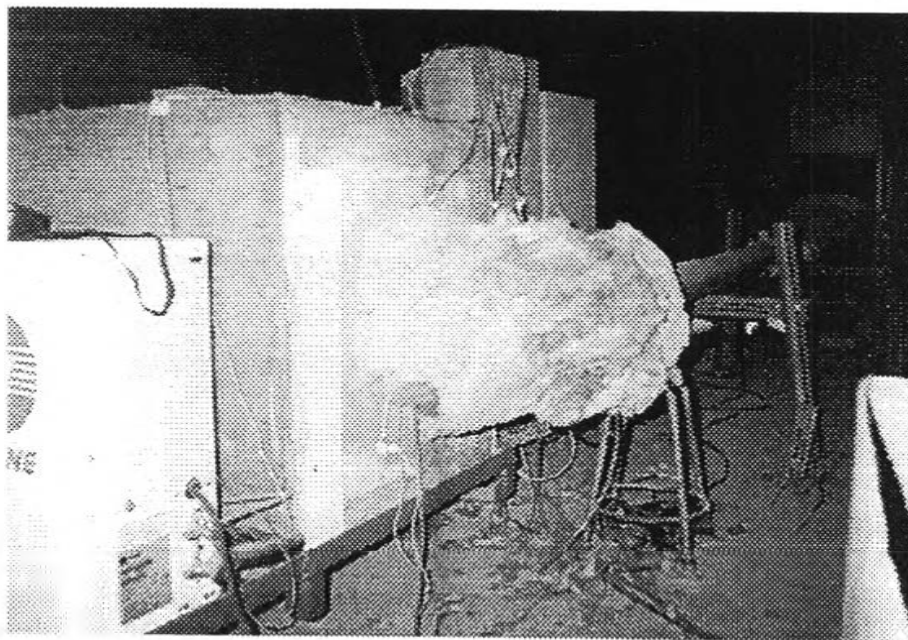
### แสดงอุปกรณ์การทดลอง

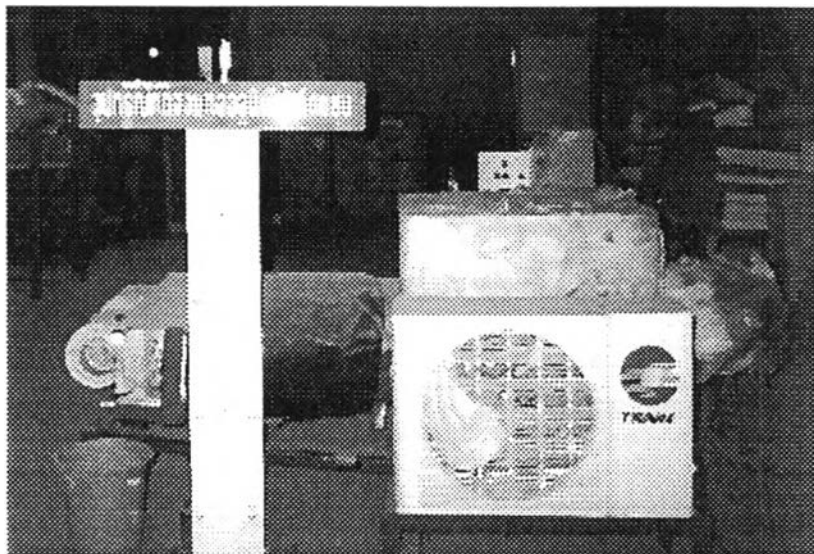
1. แสดงท่ออะลูมิเนียมยืดหยุ่น ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 100 มิลลิเมตร ซึ่งจำหน่ายโดยบริษัทตะวันออกโพลิเมอร์ อุตสาหกรรม จำกัด (Aeroduct) ที่ใช้ในการศึกษาวิจัย



2. แสดงอุปกรณ์ทดลองที่มองจากมุมต่างๆ

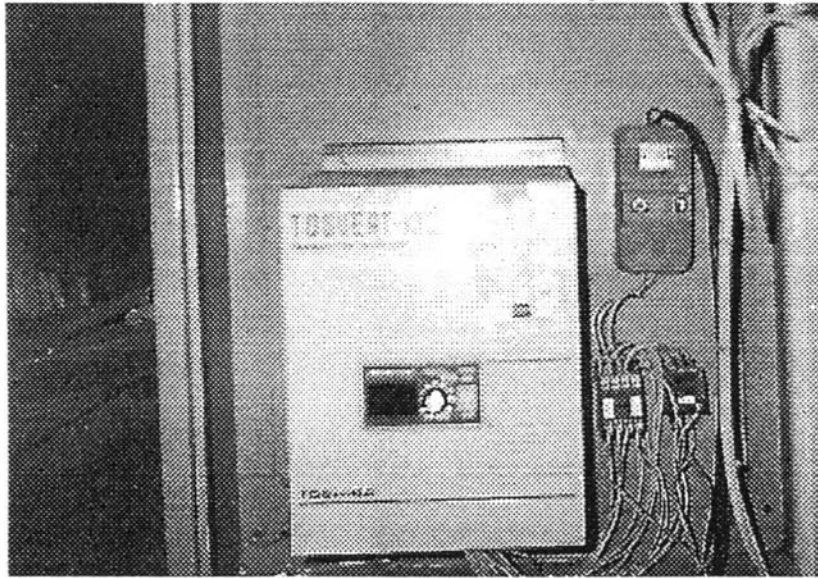




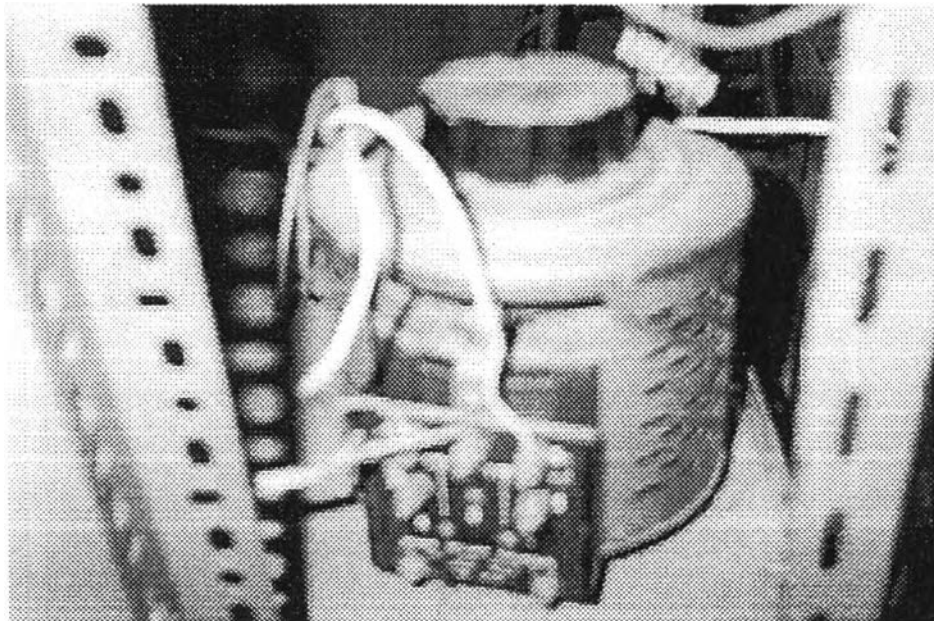


3 . แสดงพัลลวมชนิดแรงเหวี่ยง และเครื่องปรับความเร็วรอบด้วยความถี่ ซึ่งใช้ในการควบคุมอัตราการไหลของอากาศ ที่ใช้ในการทดลอง ตามลำดับ





4. แสดงอุปกรณ์ปรับกระแสไฟฟ้าที่ไหลในขดลวดความร้อน



### ประวัติผู้เขียน

นายธีระชาติ พรพิบูลย์ เกิดวันที่ 6 ตุลาคม 2513 ที่ จังหวัดกรุงเทพมหานคร สำเร็จการศึกษาปริญญาตรีวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมเครื่องกล ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยรังสิต ในปีการศึกษา 2535 และเข้าศึกษาต่อในหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต ที่จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อ พ.ศ. 2536 ปัจจุบันเป็นอาจารย์พิเศษ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยกรุงเทพ

