เอกสารอ้างอิง

1. Belfort,G. Fluid mechanics in membrane filtration : recent development, **J.Memb.Sci.40** (1989) 123-147
2. Belfort,G. Pimbley,J.M.,Greiner,A. and Chung,K.Y. Diagnosis of membrane fouling using a rotating annular filter.1. Cell culture media. **J.Memb.Sci**,77(1993) :1-22
3. Belfort.G.,Mikulasek,P.,Pimbley,J.M.andChung K.Y.Diagnosis of membrane fouling using rotating annular filter.2.Dilute particle suspensions of know particle size **.J.Mem.Sci** 77 (1993) :23-39.
4. Goldinger,W., Rebsamen,E.,Brandli,E. and Ziegler,H.Dynamic micro-and ultra-filtration in bio-technology. **Sulzer technical review**. 3/1986:10-12
5. Hallstrom,B. and Lopez-Levia,M.Description of a rotating ultrafiltration module **Desalination** 24(1978):273-279.
6. Kataoka,K.,Doi,H. and Komai,T. Heat/mass transfer in taylor vortex flor with constant axial flow rates. **Int.J.Heat Mass Transfer** 20(1977):57-63
7. Kroner,K.H.and Nissinen,V. Dynamic filtration of microbial suspensions using an axially rotating filter.**J.Memb.Sci**. 36(1988):85-100
8. Kroner,K.H., Schutte,H.,Hustedt,H. และKula,M.R.Cross flow filtration in the downstream processing of enzymes.**Pro.Biochem.**19(1984):67-74
9. Liebercherr,J. Hydrodynamics of the annular gap flow between permeable cylinder walls.**Escher Wyss News** 2/1978-1/1979:24-30
10. Lopez-Leiva,M.Prediction of permeate fluxs in UF/RO systems. **Ultrafiltration Membrne and Application** (1980):269-282.
11. Riesmeier,B.,Kroner,K.H. and Kula,M.R. Harvest of microbial suspensions by microfiltration **Desalination**. 77(1990):219-233.
12. Rushton,A.and Zhang,G.S.Rotary microporous filtration. **Desalination** 70(1988) :379-394.
13. Tobler,W. Principle and application of shear filtration in and annular gap. **Filtech Conference** 1981.:137-145.

14. Vigo,F.and Uliana,C. Influence of the vorticity at the membrane surface on the performance of the ultrafiltration rotating module .J.Sep.Sci .Technol. 214(1986):367-381.

15. Winton,W.S. and Sirkar,K.**Membrane Handbook** (1992)

16. Matijevic,E.,Dynamic **Membranes for Ultrafiltration**(1984): 583-585.

17. Vigo,F. and Uliana,C. Ravina,E. the vibrating ultrafiltration module performance in the low frequency region. J.Sep.Sci.Technol(1990):63-81.

18. เหมือนเดือน พิศาลพงศ์. การประยุกต์ใช้อุลตราฟิลเตรชั่นเพื่อเพิ่มผลผลิตในกระบวนการหมักอะซิโตน-บิวทานอล แบบต่อเนื่อง. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต จุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย,2532.

19. บริษัทซัลคอน-ไทย จำกัด. คู่มือการเดินระบบบำบัดน้ำเสีย บริษัท เอช เอ็ม ทีซี จำกัด

20. บริษัท เอช เอ็ม ที ซี จำกัด หลักการผลิตเทคนิคการผลิตขนมจากข้าว. 1993

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 1 แสดงผลการศึกษาอัตราการไหลที่มีผลต่อเพอมิเอชันฟลักส์ของน้ำที่ผ่านการกำจัดแร่ธาตุแล้ว ที่เวลาต่างๆ

TIME (min)	FLUX (l/hr.sq.m)		
	FLOW1 = 12 l/hr	FLOW2 = 24 l/hr	FLOW3 = 36 l/hr
0	0	0	0
5	349	697	1048
10	699	1398	2097
15	1049	2095	3145
20	1398	2792	4193

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

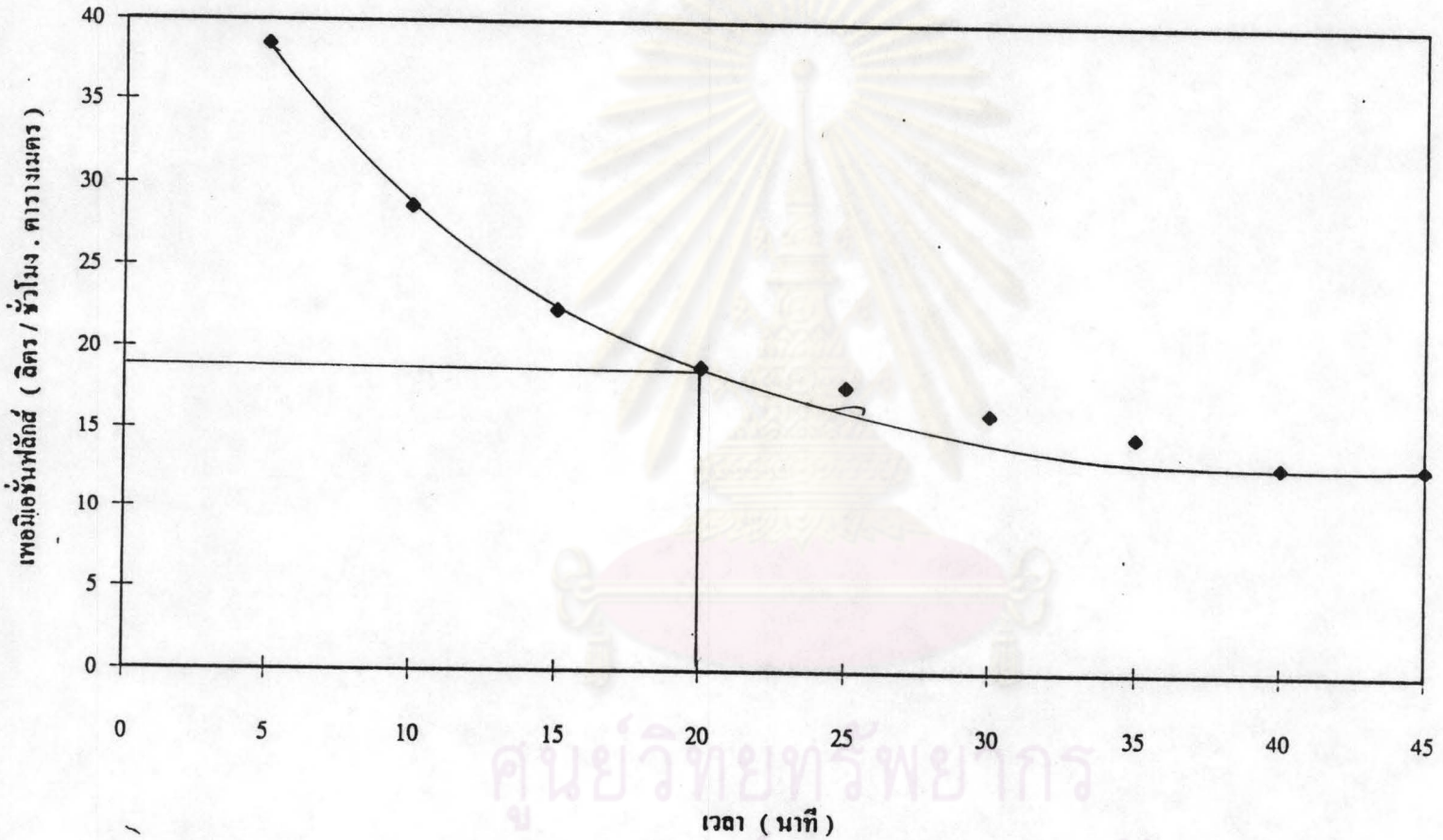
ตารางที่ 2 แสดงผลการศึกษาอัตราการไหล ที่มีผลต่อเพอมิเอชั่นฟลักส์ ที่เวลาต่างๆ

ตัวอย่าง : น้ำทิ้งหลังจากการแช่ข้าว

ความเร็วรอบ : ไม่มีการหมุน

ความดัน : 6 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว

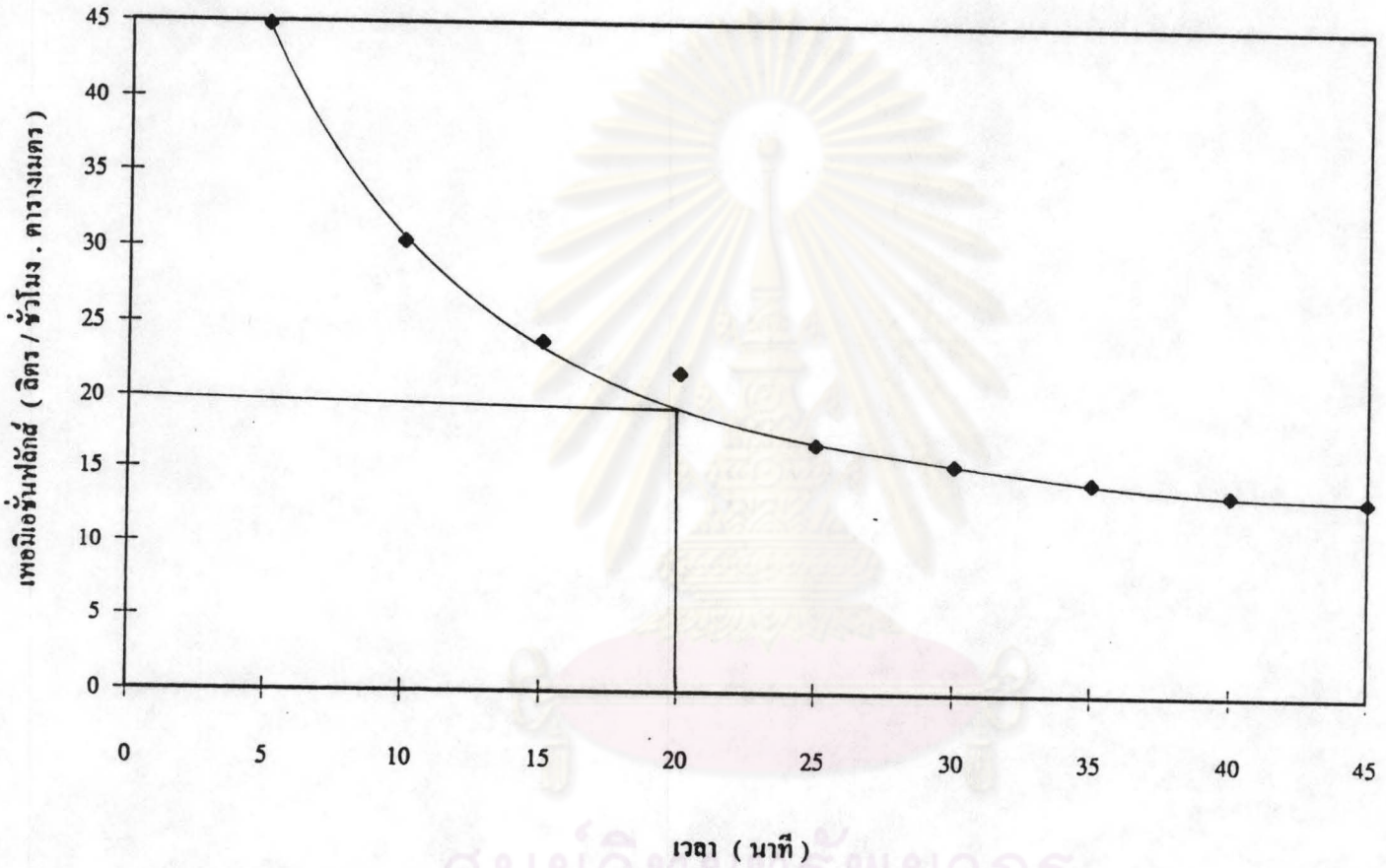
TIME (min)	FLOW 1 GAB 1		FLOW 2 GAB 1		FLOW 3 GAB 1	
	Permeate (ml)	FLUX (l/hr.sq.m)	Permeate (ml)	FLUX (l/hr.sq.m)	Permeate (ml)	FLUX (l/hr.sq.m)
0	-	-	-	-	-	-
5	110	38.5	128	44.8	150	52.4
10	82	28.7	87	30.4	94	32.9
15	64	22.4	68	23.8	72	25.2
20	54	18.9	62	21.7	65	22.7
25	51	17.8	48	16.8	53	18.5
30	46	16.1	44	15.4	47	16.4
35	42	14.7	41	14.3	45	15.7
40	37	12.9	39	13.6	44	15.4
45	37	12.9	38	13.3	44	15.4



รูปที่ 2.1 แสดงเพอมิเอชันฟลักส์ของน้ำทิ้งจากการแช่ข้าวต่อเวลาที่

อัตราการไหล	12	ลิตรต่อชั่วโมง
ระยะห่าง(GAB)	2.65	มิลลิเมตร
ความเร็วรอบการหมุน	ไม่มีการหมุน	
ความดัน	6	ปอนด์/ตารางนิ้ว

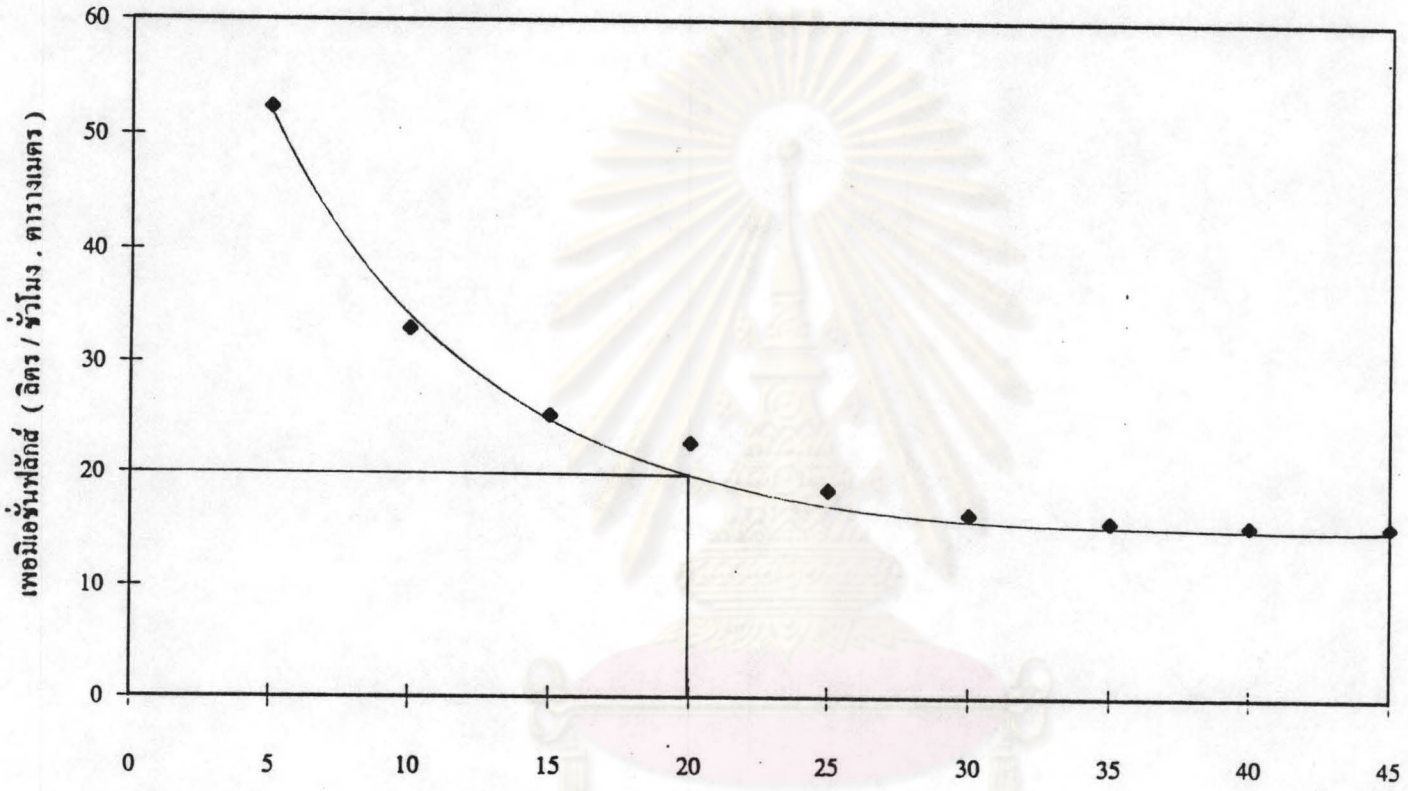
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 2.2 แสดงเพอมิเอชันฟลักส์ของน้ำทิ้งจากการแช่ข้าวต่อเวลาที่

อัตราการไหล	24	ลิตรต่อชั่วโมง
ระยะห่าง(GAB)	2.65	มิลลิเมตร
ความเร็วรอบการหมุน	ไม่มีการหมุน	
ความดัน	6	ปอนด์/ตารางนิ้ว

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 2.3 แสดงเพอมิเอชันฟลักส์ของน้ำทิ้งจากการแช่ข้าวต่อเวลาที่

อัตราการไหล	36	ลิตรต่อชั่วโมง
ระยะห่าง(GAB)	2.65	มิลลิเมตร
ความเร็วรอบการหมุน	ไม่มีการหมุน	
ความดัน	6	ปอนด์/ตารางนิ้ว

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

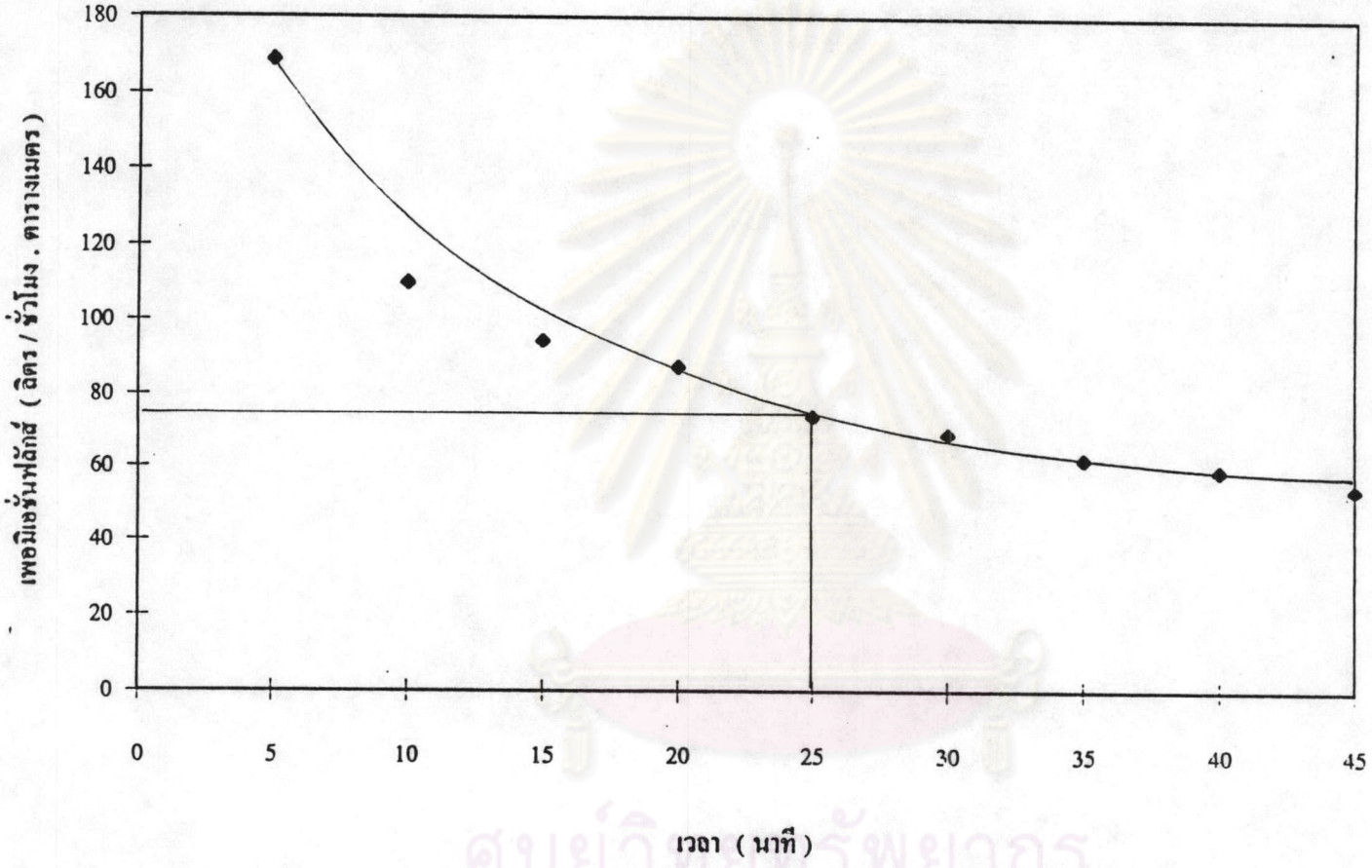
ตารางที่ 3 แสดงผลการศึกษาอัตราการไหลและระยะห่างระหว่างท่อทรงกระบอกกับผนังแท่งเซรามิก (GAB) ที่มีผลต่อเพอมิเอชั่นฟลักส์ ที่เวลาต่างๆ

ตัวอย่าง : น้ำทิ้งหลังจากการแช่ข้าว

ความเร็วรอบ : 500 รอบต่อนาที

ความดัน : 6 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว

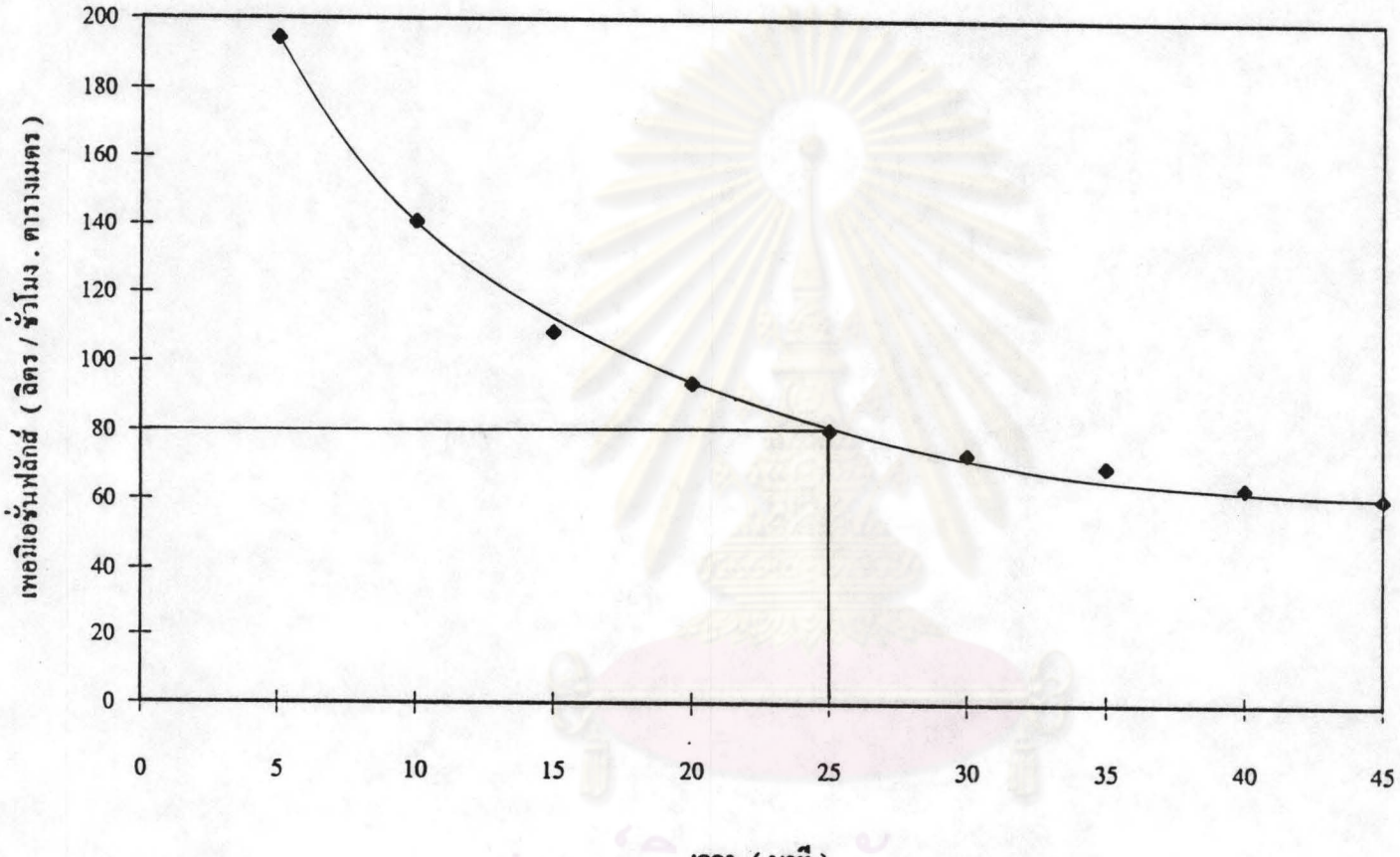
TIME (min)	FLOW 1 GAB 1		FLOW 2 GAB 1		FLOW 3 GAB 1		FLOW 3 GAB 2		FLOW 3 GAB 3	
	Permeate (ml)	FLUX (l/hr.sq.m)	Permeate (ml)	FLUX (l/hr.sq.m)	Permeate (ml)	FLUX (l/hr.sq.m)	Permeate (ml)	FLUX (l/hr.sq.m)	Permeate (ml)	FLUX (l/hr.sq.m)
0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5	483	168.9	556	194.4	603	210.8	684	239.1	724	253.1
10	315	110.1	403	140.9	403	140.9	432	151.0	355	124.1
15	270	94.4	310	108.4	332	116.1	350	122.4	280	97.9
20	250	87.4	268	93.7	273	95.4	267	93.4	258	90.2
25	212	74.1	230	80.4	247	86.4	220	76.9	245	85.7
30	198	69.2	210	73.4	230	80.4	213	74.5	217	75.9
35	178	62.2	200	69.9	210	73.4	190	66.4	203	71.0
40	169	59.1	183	64.0	188	65.7	182	63.6	195	68.2
45	155	54.2	175	61.2	187	65.4	182	63.6	187	65.4



รูปที่ 3.1 แสดงเพอมิเอชันฟลักส์ของน้ำทิ้งจากการแช่ข้าวต่อเวลาที่

อัตราการไหล	12	ลิตรต่อชั่วโมง
ระยะห่าง(GAB)	2.65	มิลลิเมตร
ความเร็วรอบการหมุน	500	รอบต่อนาที
ความดัน	6	ปอนด์/ตารางนิ้ว

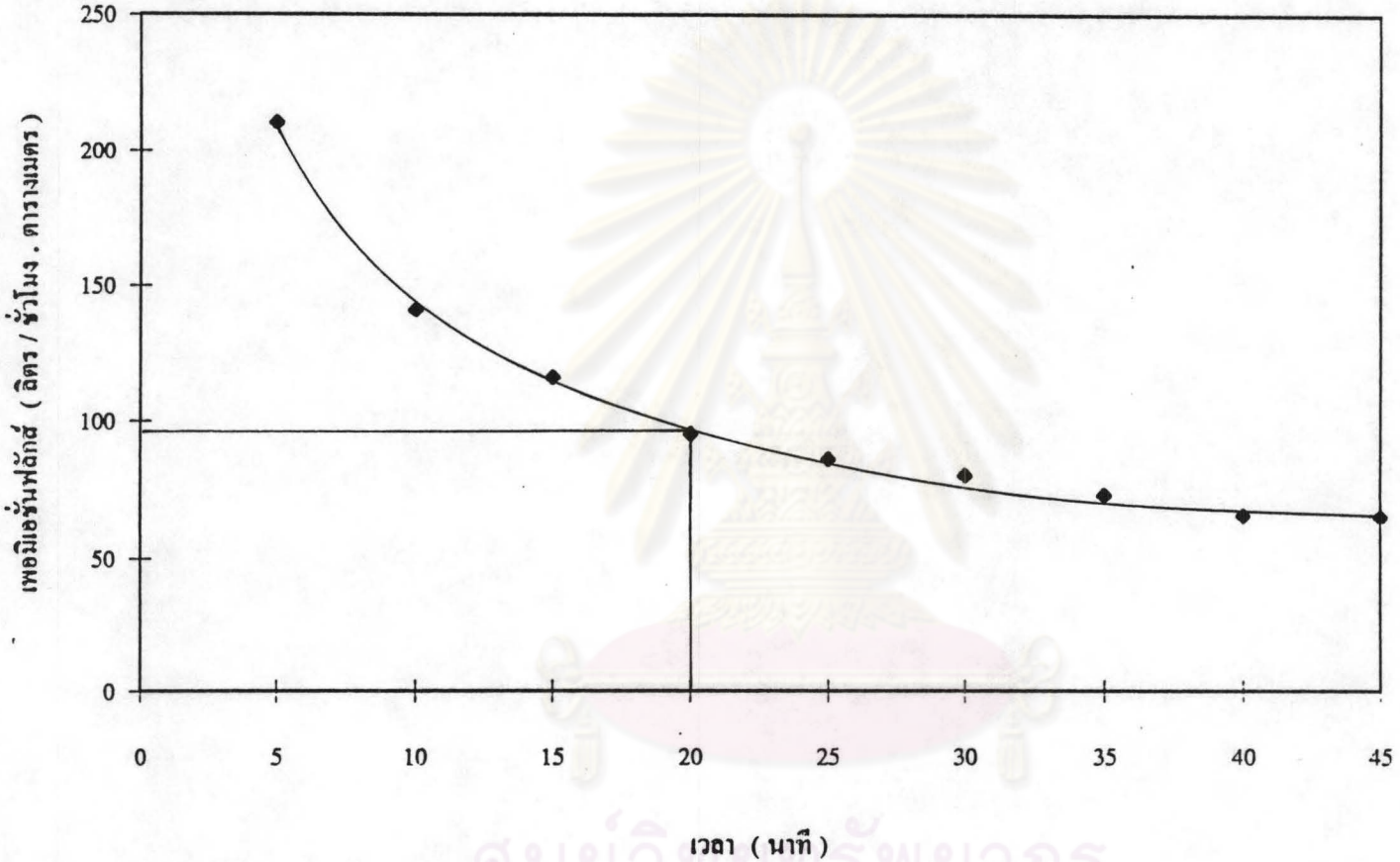
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 3.2 แสดงเพอมิเอชันฟลักส์ของน้ำทิ้งจากการแช่ข้าวต่อเวลาที่

อัตราการไหล	24	ลิตรต่อชั่วโมง
ระยะห่าง(GAB)	2.65	มิลลิเมตร
ความเร็วรอบการหมุน	500	รอบต่อนาที
ความดัน	6	ปอนด์/ตารางนิ้ว

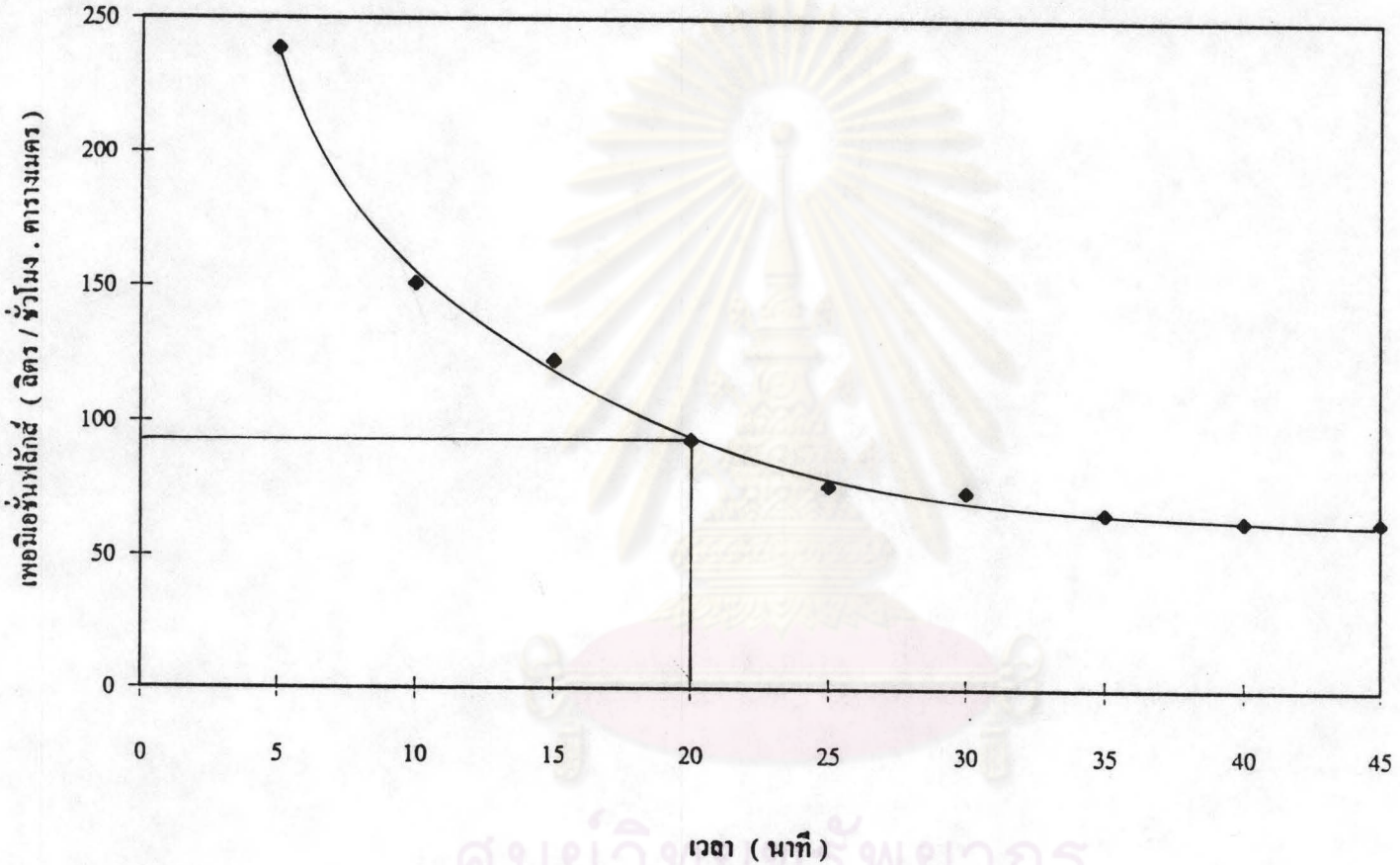
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 3.3 แสดงเพอมิเอชันฟลักส์ของน้ำทิ้งจากการแช่ข้าวต่อเวลาที่

อัตราการไหล	36	ลิตรต่อชั่วโมง
ระยะห่าง(GAB)	2.65	มิลลิเมตร
ความเร็วรอบการหมุน	500	รอบต่อนาที
ความดัน	6	ปอนด์/ตารางนิ้ว

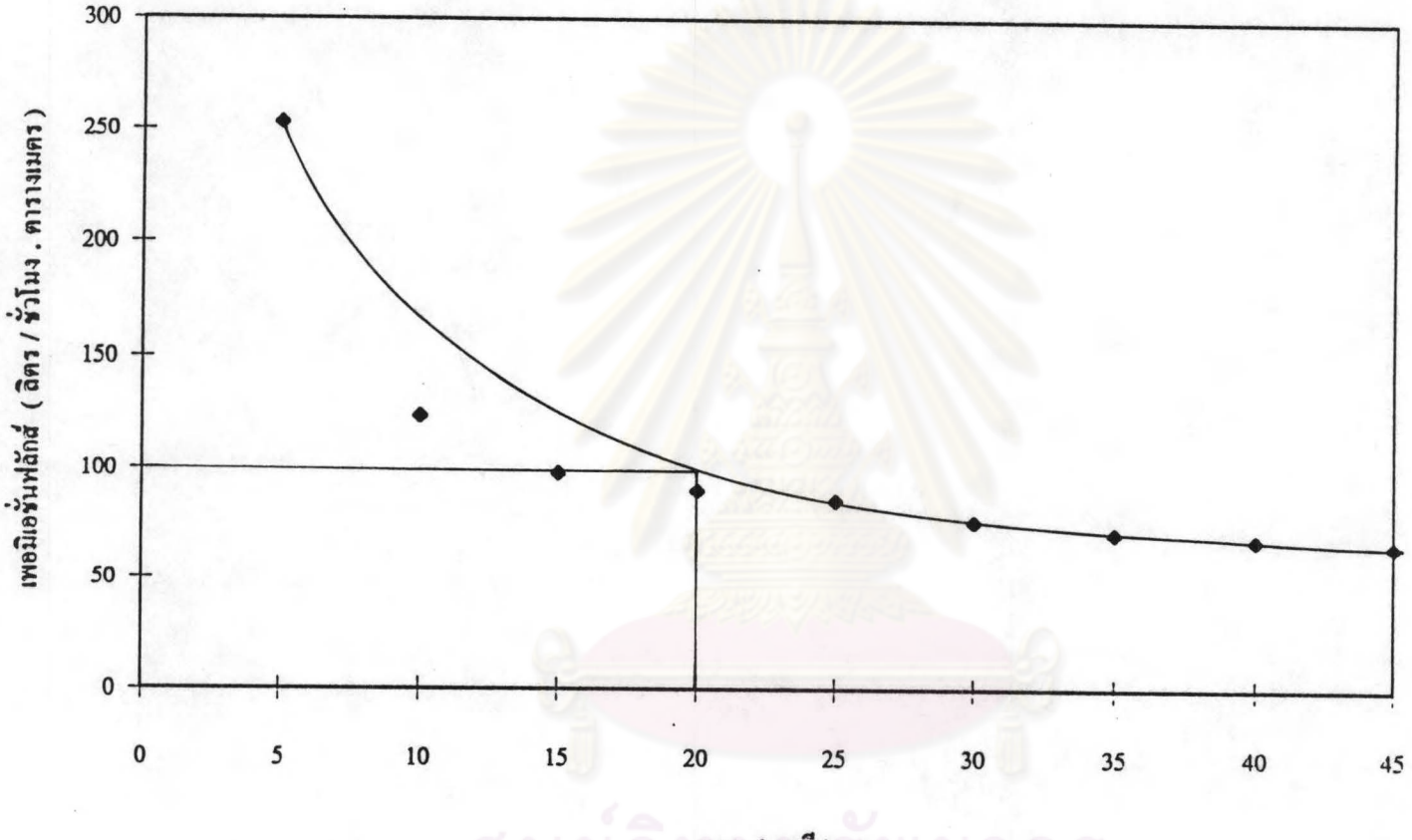
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 3.4 แสดงเพอมิเอชันฟลักส์ของน้ำทิ้งจากการแช่ข้าวต่อเวลาที่

อัตราการไหล	36	ลิตรต่อชั่วโมง
ระยะห่าง(GAB)	4.25	มิลลิเมตร
ความเร็วรอบการหมุน	500	รอบต่อนาที
ความดัน	6	ปอนด์/ตารางนิ้ว

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 3.5 แสดงเพอมิเอชันฟลักส์ของน้ำทิ้งจากการแช่ข้าวต่อเวลาที่

อัตราการไหล	36	ลิตรต่อชั่วโมง
ระยะห่าง(GAB)	5.6	มิลลิเมตร
ความเร็วรอบการหมุน	500	รอบต่อนาที
ความดัน	6	ปอนด์/ตารางนิ้ว

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

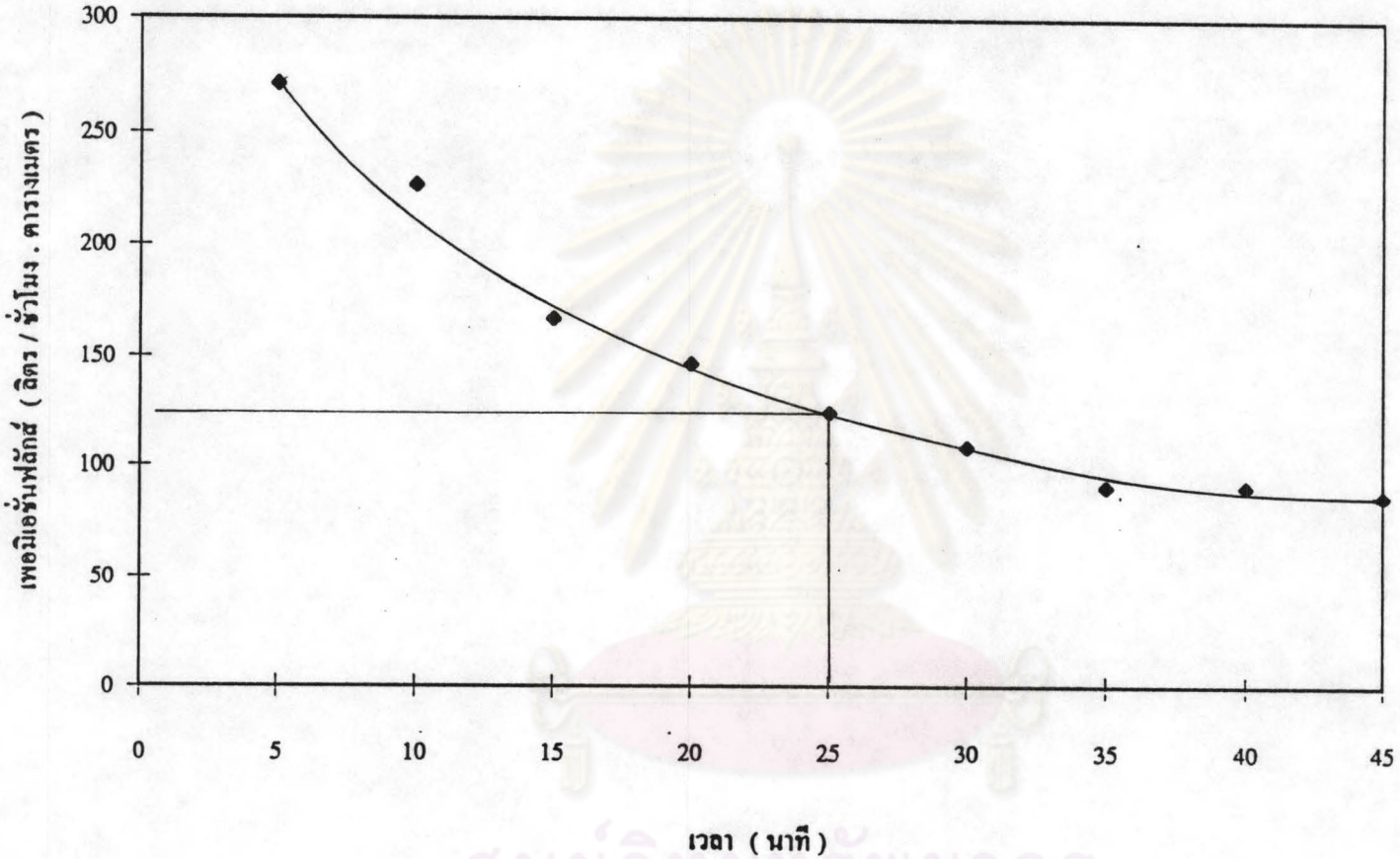
ตารางที่ 4 แสดงผลการศึกษาอัตราการไหลและระยะห่างระหว่างท่อทรงกระบอกกับผนังแท่งเซรามิก (GAB) ที่มีผลต่อเพอมิเอชั่นฟลักส์ ที่เวลาต่างๆ

ตัวอย่าง : น้ำทิ้งหลังจากการแช่ข้าว

ความเร็วรอบ : 1000 รอบต่อนาที

ความดัน : 6 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว

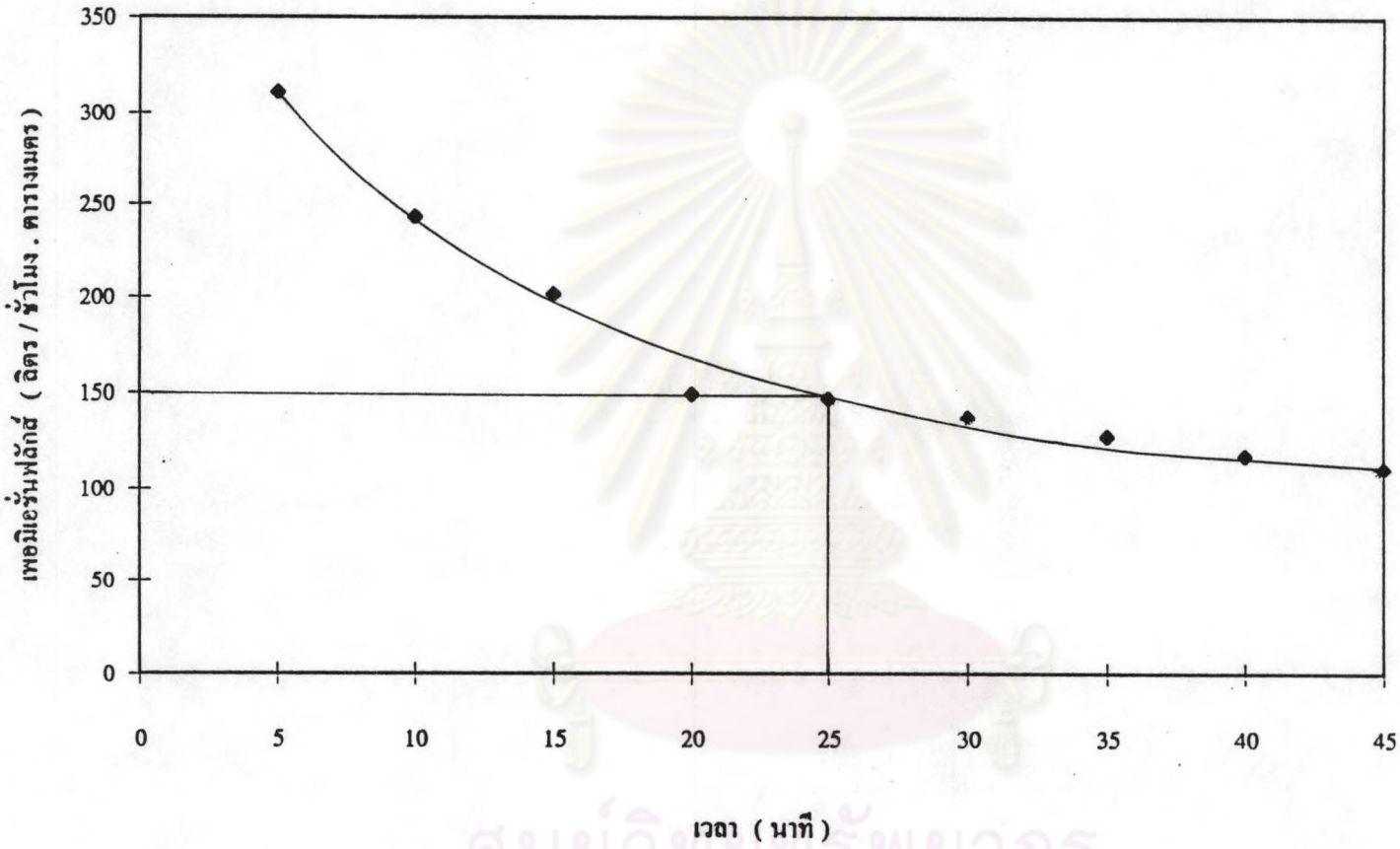
TIME (min)	FLOW 1 GAB 1		FLOW 2 GAB 1		FLOW 3 GAB 1		FLOW 3 GAB 2		FLOW 3 GAB 3	
	Permeate (ml)	FLUX (l/hr.sq.m)	Permeate (ml)	FLUX (l/hr.sq.m)	Permeate (ml)	FLUX (l/hr.sq.m)	Permeate (ml)	FLUX (l/hr.sq.m)	Permeate (ml)	FLUX (l/hr.sq.m)
0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5	776	271.3	890	311.2	934	326.6	864	302.1	797	278.7
10	648	226.6	695	243.0	748	261.5	721	252.1	743	259.8
15	478	167.1	576	201.4	587	205.2	604	211.2	593	207.3
20	420	146.8	426	148.9	530	185.3	518	181.1	521	182.2
25	355	124.1	420	146.8	473	165.4	431	150.7	441	154.2
30	310	108.4	392	137.1	423	147.9	405	141.6	415	145.1
35	260	90.9	364	127.3	420	146.8	382	133.6	364	127.3
40	260	90.9	336	117.5	357	124.8	342	119.6	345	120.6
45	248	86.7	317	110.8	355	124.1	340	118.9	340	118.9



รูปที่ 4.1 แสดงเพอมิเอชันฟลักส์ของน้ำทิ้งจากการแช่ข้าวต่อเวลาที่

อัตราการไหล	12	ลิตรต่อชั่วโมง
ระยะห่าง(GAB)	2.65	มิลลิเมตร
ความเร็วรอบการหมุน	1000	รอบต่อนาที
ความดัน	6	ปอนด์/ตารางนิ้ว

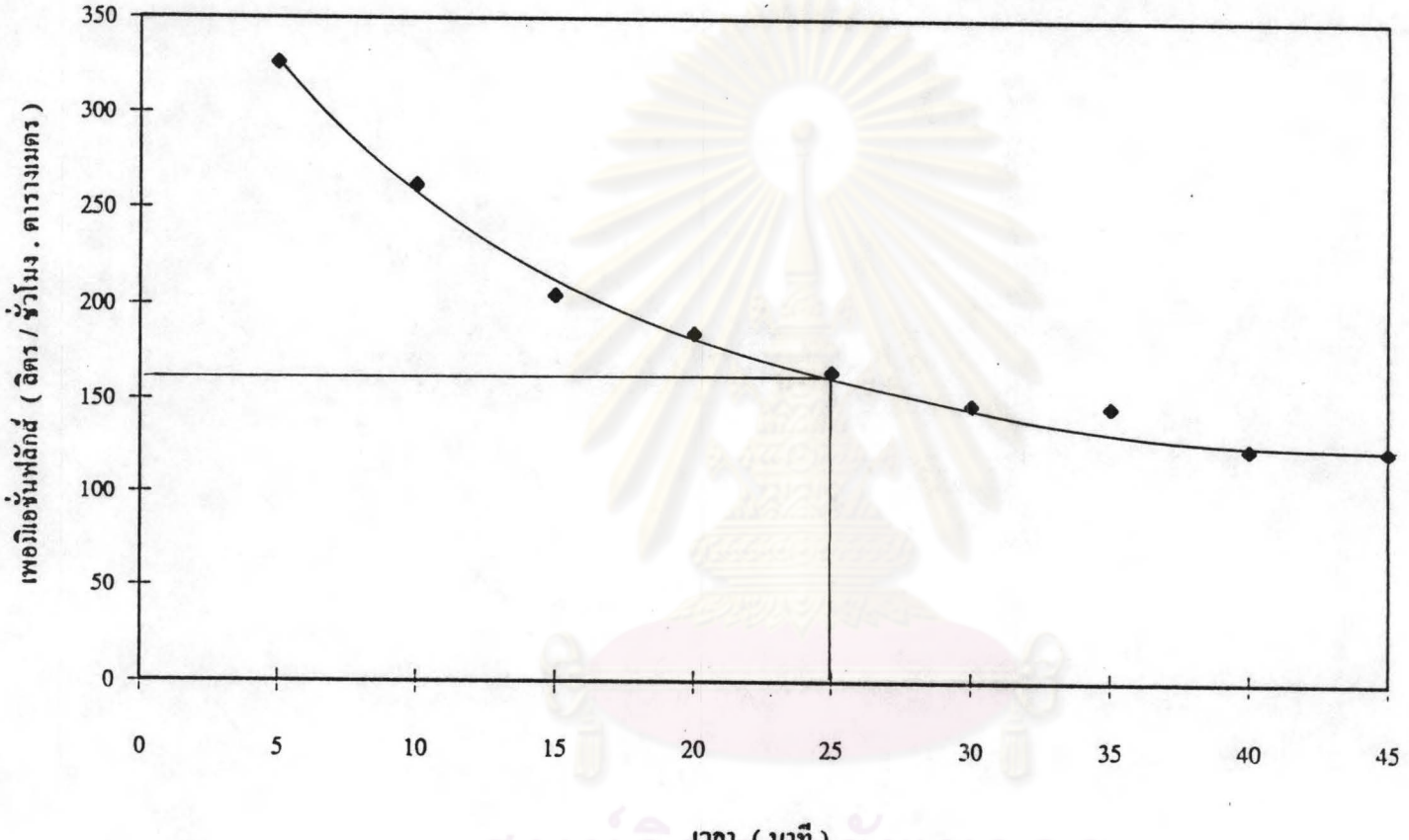
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 4.2 แสดงเพอมิเอชันฟลักส์ของน้ำทิ้งจากการแช่ข้าวต่อเวลาที่

อัตราการไหล	24	ลิตรต่อชั่วโมง
ระยะห่าง(GAB)	2.65	มิลลิเมตร
ความเร็วรอบการหมุน	1000	รอบต่อนาที
ความดัน	6	ปอนด์/ตารางนิ้ว

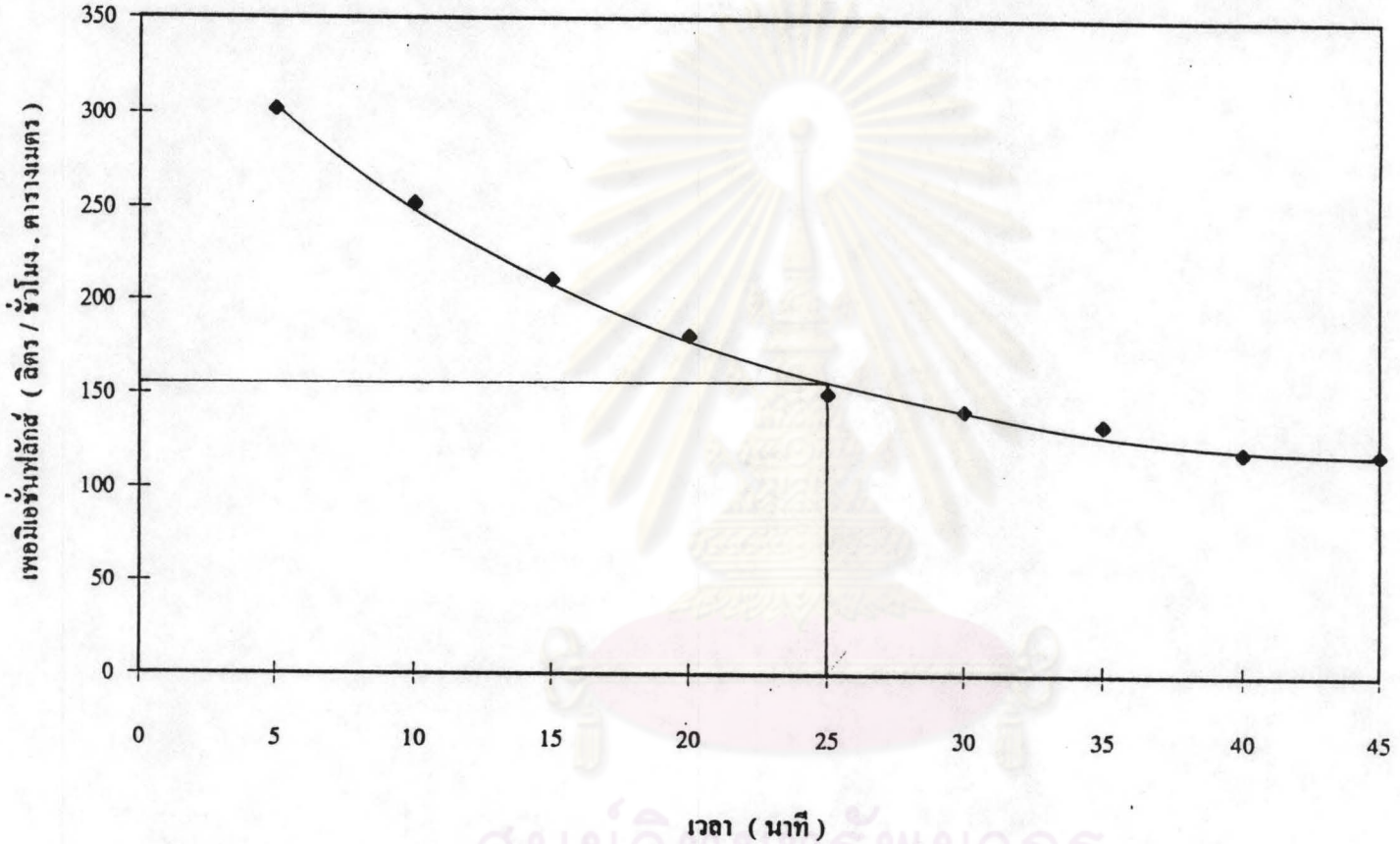
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 4.3 แสดงเพอมิเอชันฟลักส์ของน้ำทิ้งจากการแช่ข้าวต่อเวลาที่

อัตราการไหล	36	ลิตรต่อชั่วโมง
ระยะห่าง(GAB)	2.65	มิลลิเมตร
ความเร็วรอบการหมุน	1000	รอบต่อนาที
ความดัน	6	ปอนด์/ตารางนิ้ว

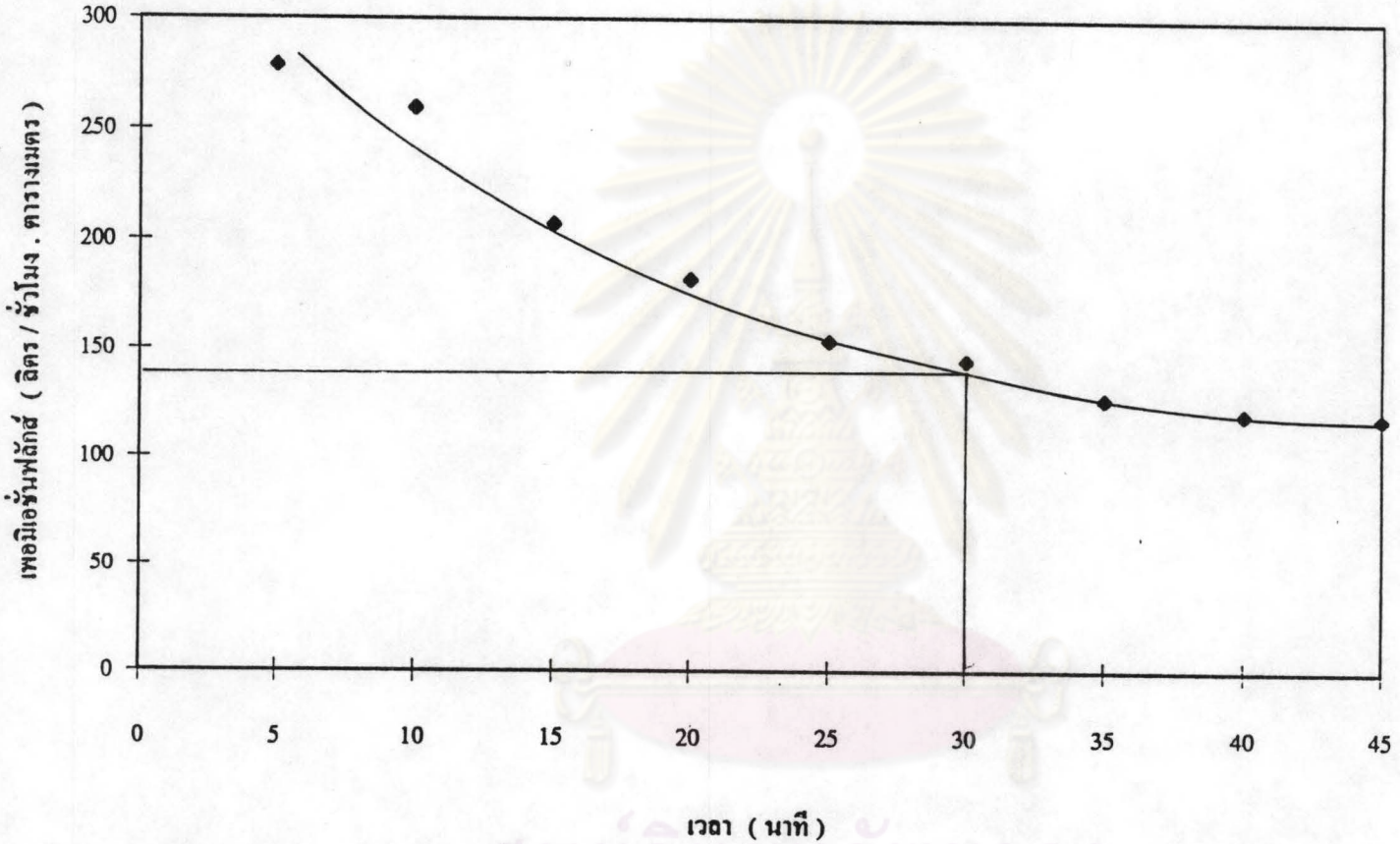
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 4.4 แสดงเพอมิเอชันฟลักส์ของน้ำทิ้งจากการแช่ข้าวต่อเวลาที่

อัตราการไหล	36	ลิตรต่อชั่วโมง
ระยะห่าง(GAB)	4.25	มิลลิเมตร
ความเร็วรอบการหมุน	1000	รอบต่อนาที
ความดัน	6	ปอนด์/ตารางนิ้ว

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 4.5 แสดงเพอมิเอชันฟลักส์ของน้ำทิ้งจากการแช่ข้าวต่อเวลาที่

อัตราการไหล	36	ลิตรต่อชั่วโมง
ระยะห่าง(GAB)	5.6	มิลลิเมตร
ความเร็วรอบการหมุน	1000	รอบต่อนาที
ความดัน	6	ปอนด์/ตารางนิ้ว

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

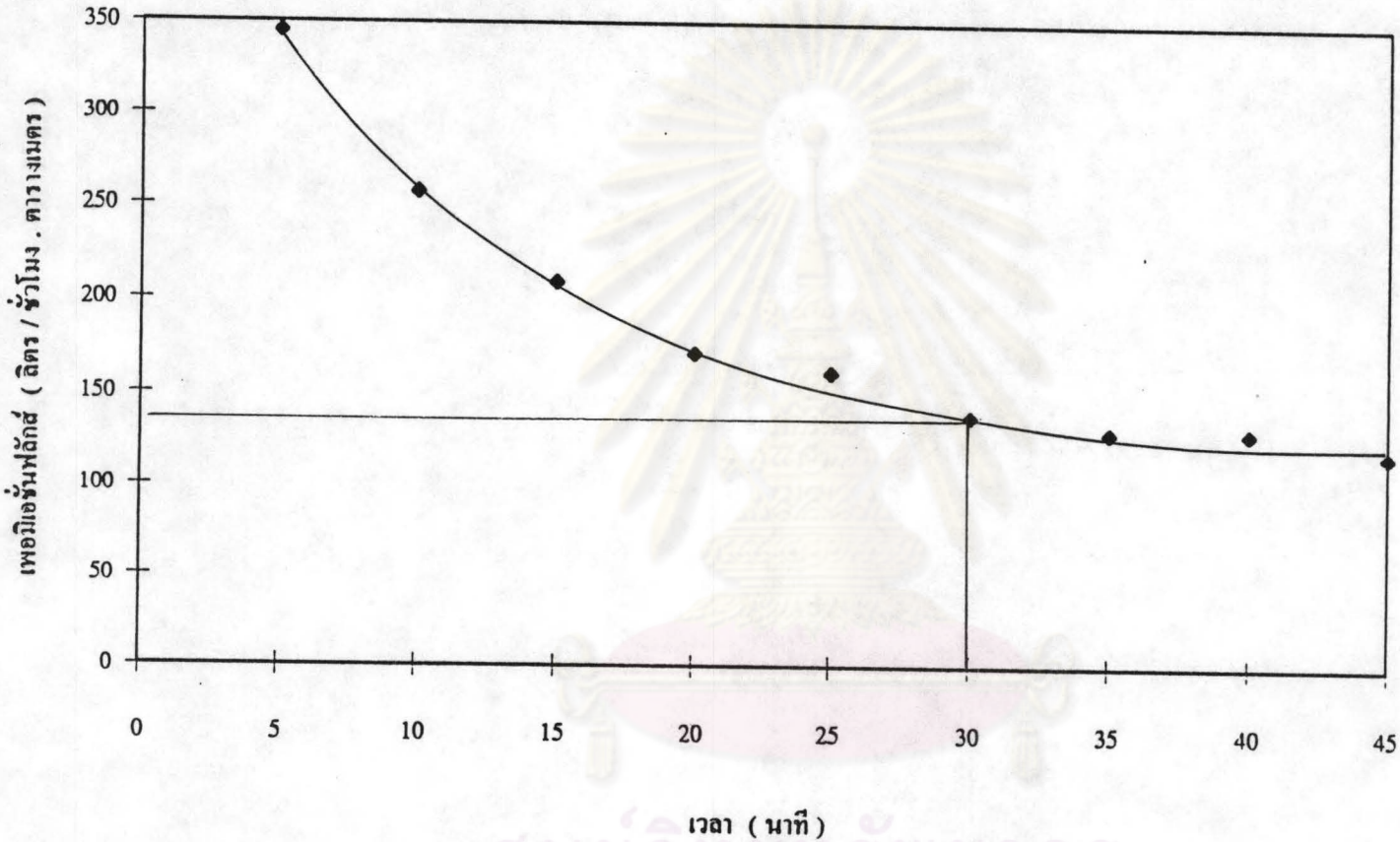
ตารางที่ 5 แสดงผลการศึกษาอัตราการไหลและระยะห่างระหว่างท่อทรงกระบอกกับผนังแท่งเซรามิก (GAB) ที่มีผลต่อเพอมิเอชั่นฟลักส์ ที่เวลาต่างๆ

ตัวอย่าง : น้ำทิ้งหลังจากการแช่ข้าว

ความเร็วรอบ : 1500 รอบต่อนาที

ความดัน : 6 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว

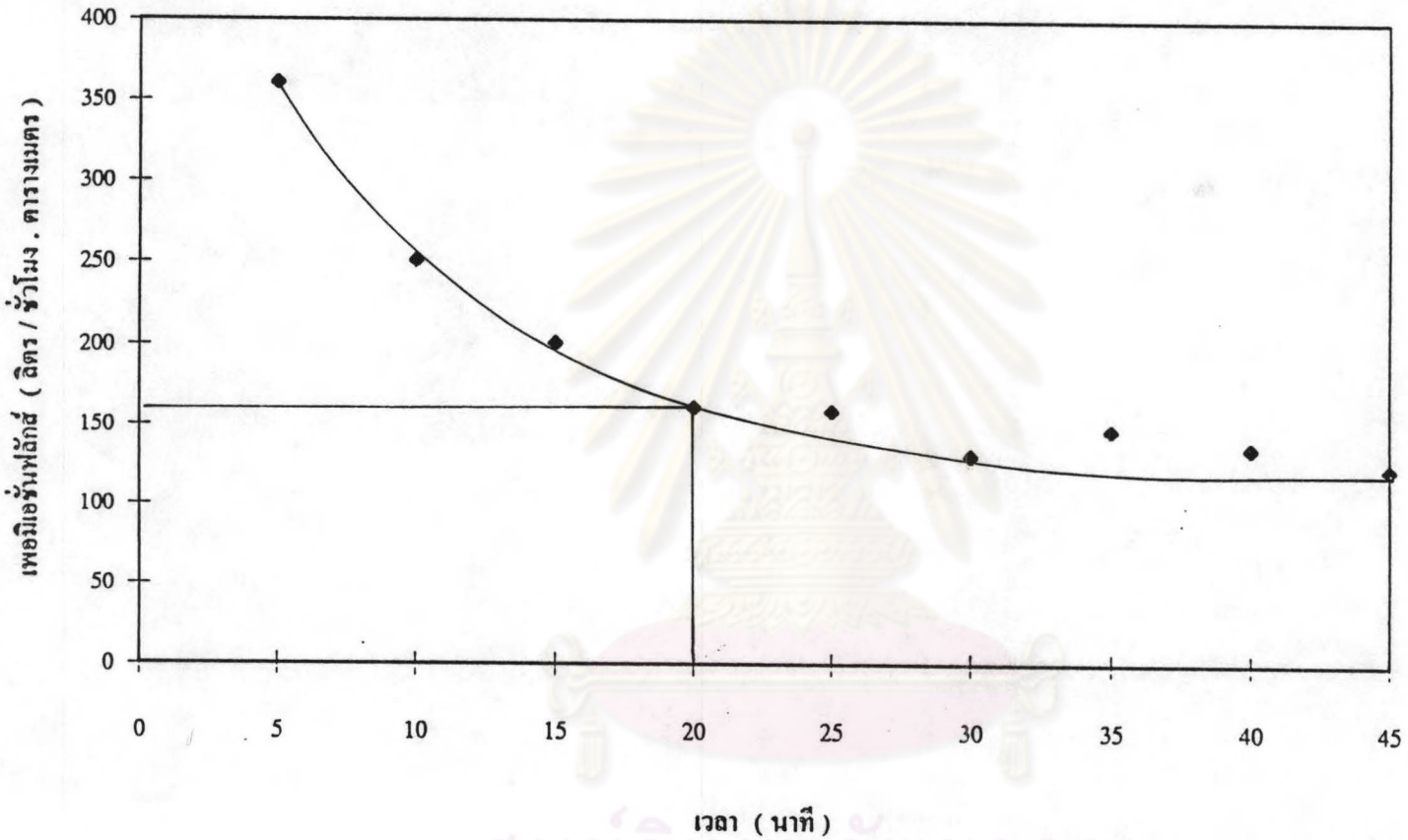
TIME (min)	FLOW 1 GAB 1		FLOW 2 GAB 1		FLOW 3 GAB 1		FLOW 3 GAB 2		FLOW 3 GAB 3	
	Permeate (ml)	FLUX (l/hr.sq.m)	Permeate (ml)	FLUX (l/hr.sq.m)	Permeate (ml)	FLUX (l/hr.sq.m)	Permeate (ml)	FLUX (l/hr.sq.m)	Permeate (ml)	FLUX (l/hr.sq.m)
0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5	987	345.1	1032	360.8	1063	371.7	1005	351.4	854	298.6
10	735	257.0	717	250.7	845	295.4	723	252.8	603	210.8
15	598	209.1	575	201.0	705	246.5	632	221.0	527	184.3
20	490	171.3	462	161.5	578	202.1	617	215.7	527	184.3
25	462	161.5	455	159.1	500	174.8	518	181.1	500	174.8
30	395	138.1	375	131.1	475	166.1	503	175.9	475	166.1
35	370	129.4	421	147.2	425	148.6	445	155.6	475	166.1
40	370	129.4	388	135.7	385	134.6	412	144.0	450	157.3
45	337	117.8	351	122.7	380	132.9	392	137.1	385	134.6



รูปที่ 5.1 แสดงเพอมิเอชันฟลักส์ของน้ำทิ้งจากการแช่ข้าวต่อเวลาที่

อัตราการไหล	12	ลิตรต่อชั่วโมง
ระยะห่าง(GAB)	2.65	มิลลิเมตร
ความเร็วรอบการหมุน	1500	รอบต่อนาที
ความดัน	6	ปอนด์/ตารางนิ้ว

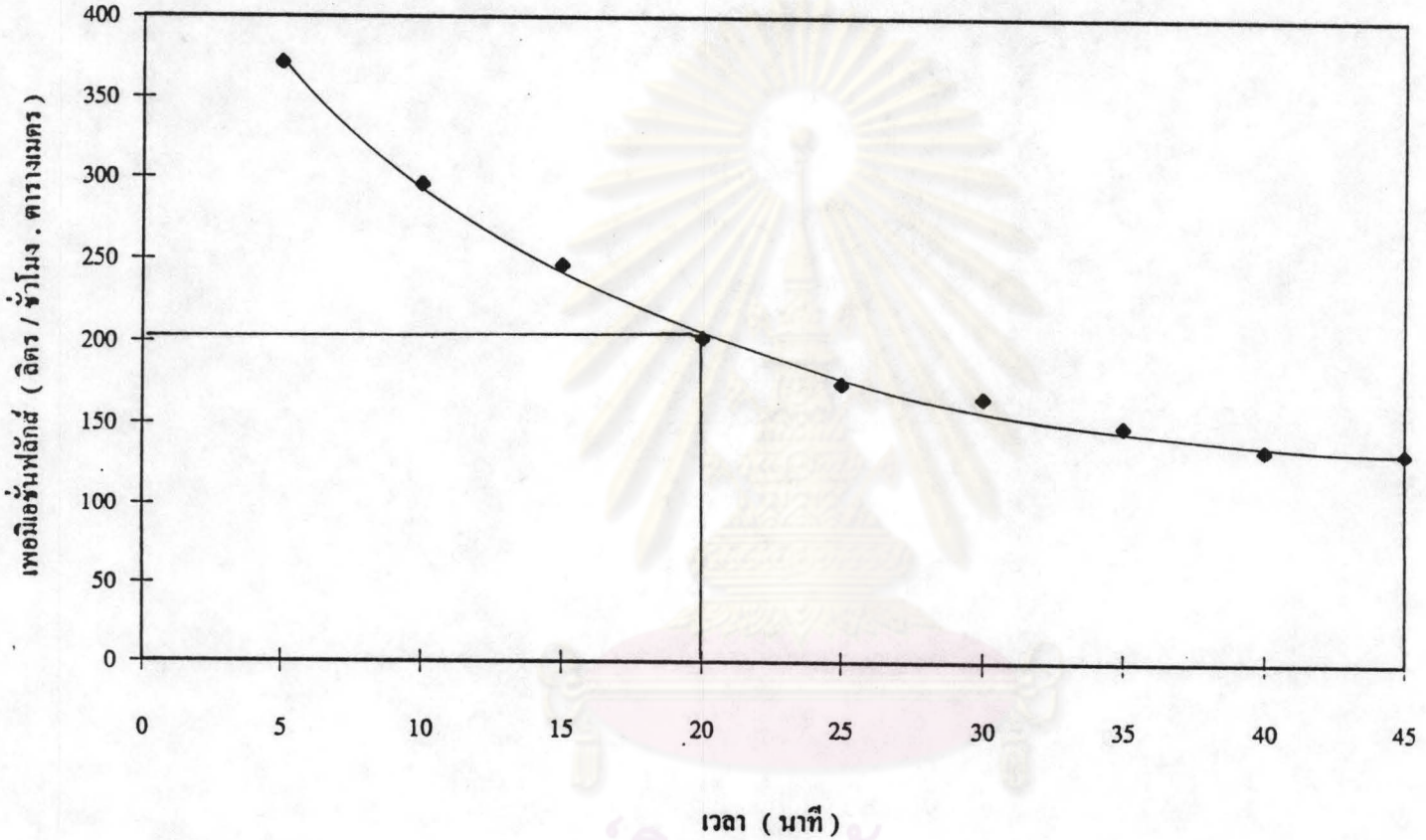
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 5.2 แสดงเพอมิเอชันฟลักส์ของน้ำทิ้งจากการแช่ข้าวต่อเวลาที่

อัตราการไหล	24	ลิตรต่อชั่วโมง
ระยะห่าง(GAB)	2.65	มิลลิเมตร
ความเร็วรอบการหมุน	1500	รอบต่อนาที
ความดัน	6	ปอนด์/ตารางนิ้ว

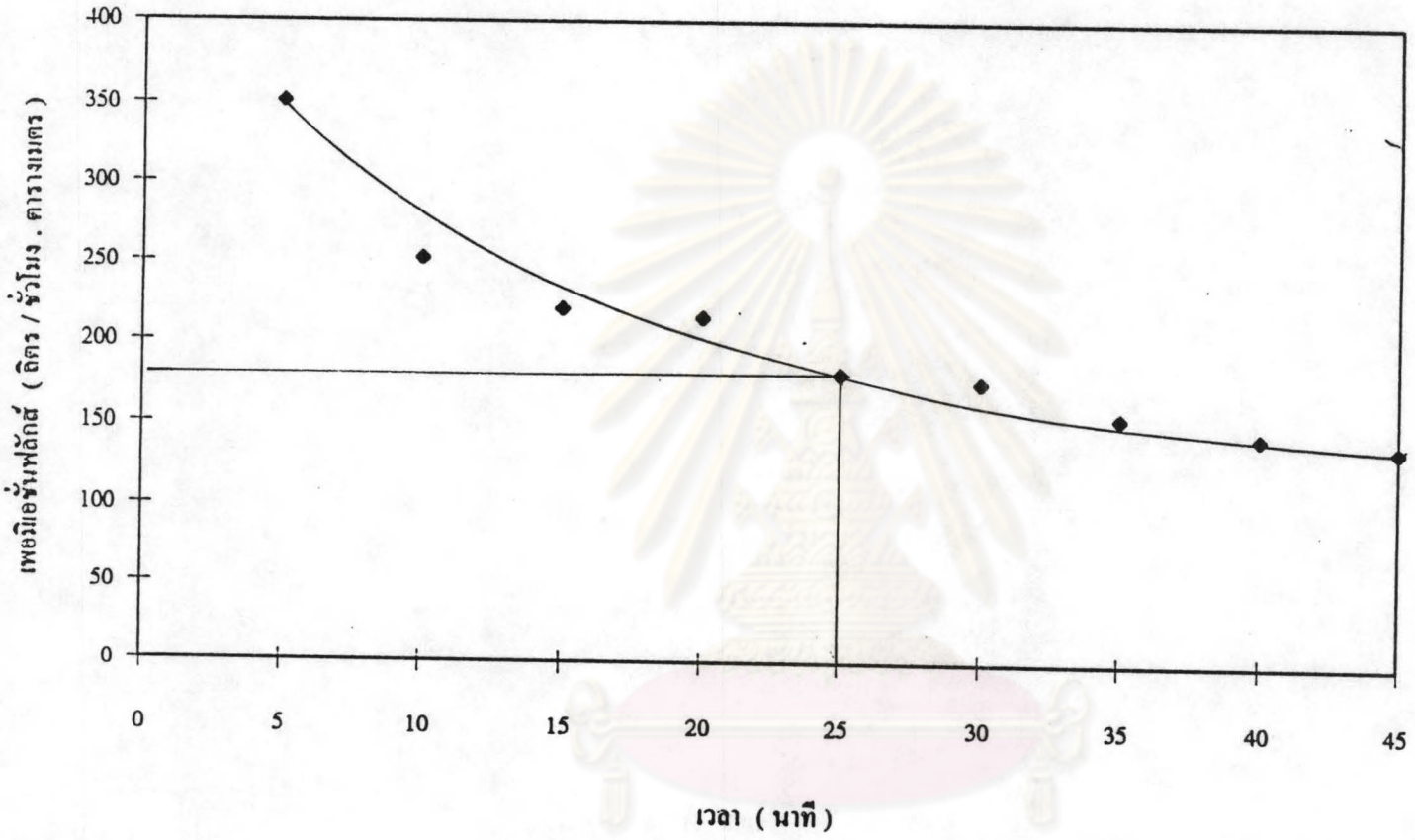
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 5.3 แสดงเพอมิเอชันฟลักส์ของน้ำทิ้งจากการแช่ข้าวต่อเวลาที่

อัตราการไหล	36	ลิตรต่อชั่วโมง
ระยะห่าง(GAB)	2.65	มิลลิเมตร
ความเร็วรอบการหมุน	1500	รอบต่อนาที
ความดัน	6	ปอนด์/ตารางนิ้ว

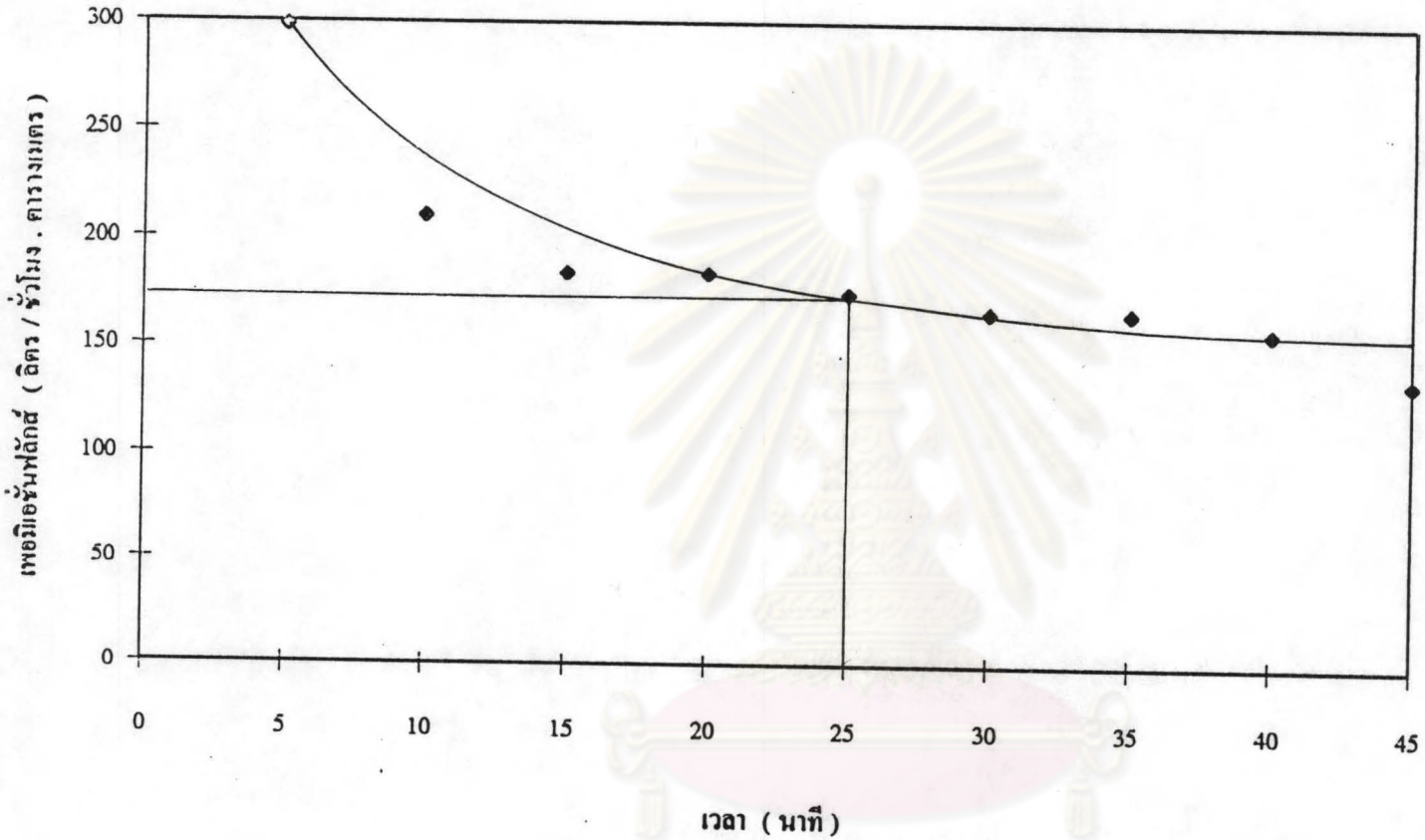
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 5.4 แสดงเพอมิเอชันฟลักส์ของน้ำทิ้งจากการแช่ข้าวต่อเวลาที่

อัตราการไหล	36	ลิตรต่อชั่วโมง
ระยะห่าง(GAB)	4.25	มิลลิเมตร
ความเร็วรอบการหมุน	1500	รอบต่อนาที
ความดัน	6	ปอนด์/ตารางนิ้ว

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 5.5 แสดงเพอมิเอชันฟลักส์ของน้ำทิ้งจากการแช่ข้าวต่อเวลาที่

อัตราการไหล	36	ลิตรต่อชั่วโมง
ระยะห่าง(GAB)	5.6	มิลลิเมตร
ความเร็วรอบการหมุน	1500	รอบต่อนาที
ความดัน	6	ปอนด์/ตารางนิ้ว

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

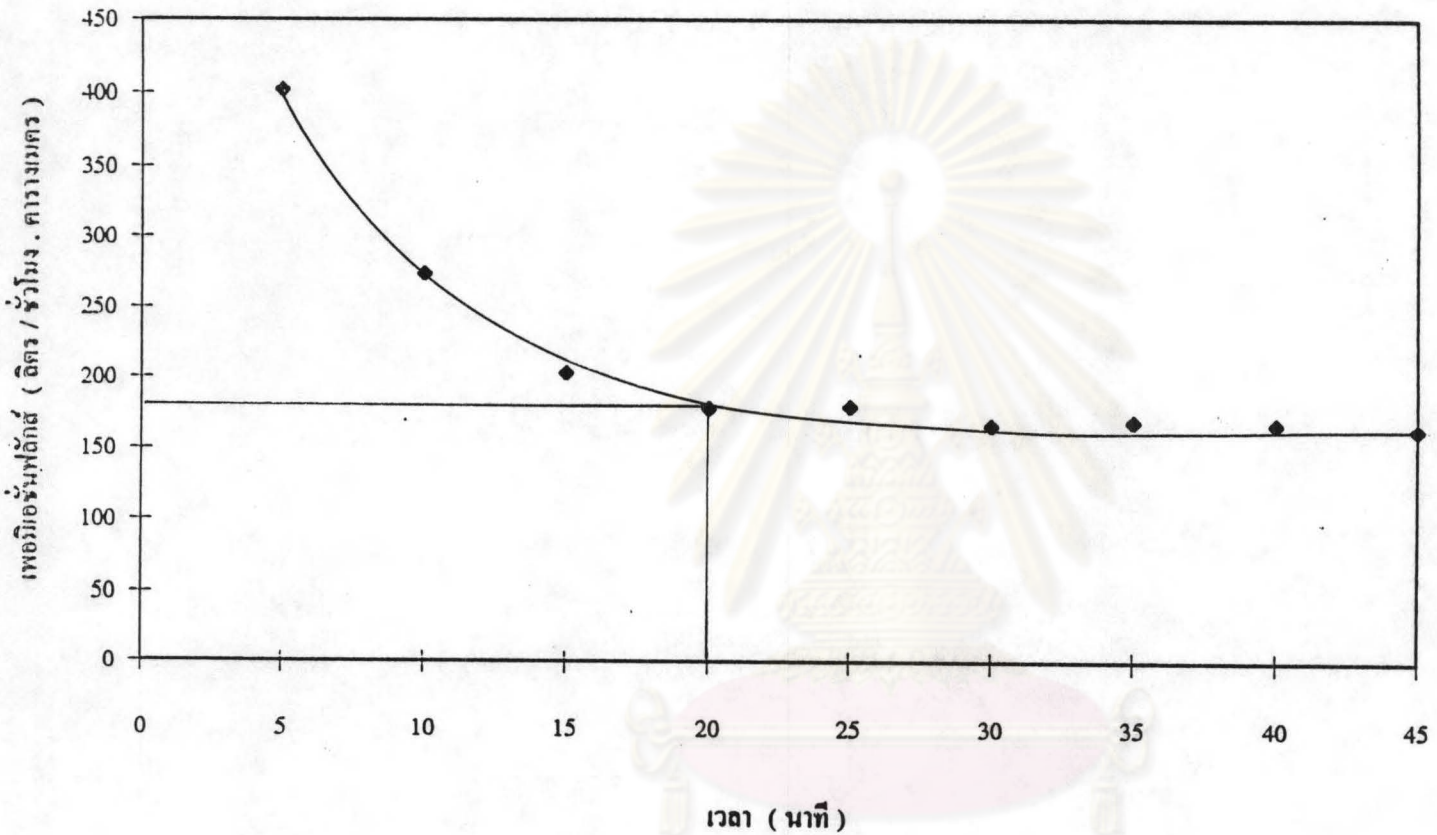
ตารางที่ 6 แสดงผลการศึกษาอัตราการไหลและระยะห่างระหว่างท่อทรงกระบอกกับผนังแท่งเซรามิก (GAB) ที่มีผลต่อเพอมิเอชั่นฟลักส์ ที่เวลาต่างๆ

ตัวอย่าง : น้ำทิ้งหลังจากการแช่ข้าว

ความเร็วรอบ : 2000 รอบต่อนาที

ความดัน : 6 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว

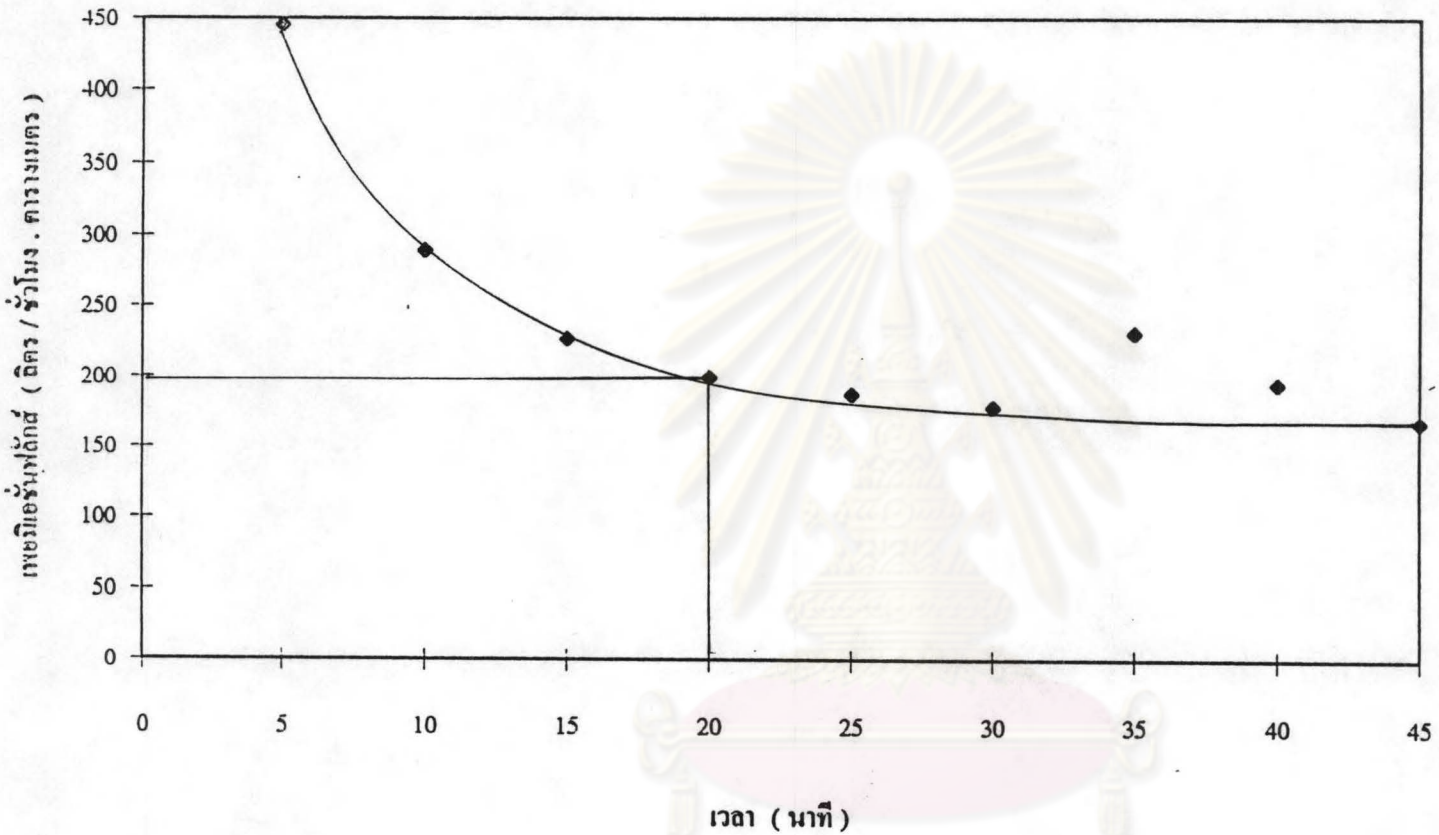
TIME (min)	FLOW 1 GAB 1		FLOW 2 GAB 1		FLOW 3 GAB 1		FLOW 3 GAB 2		FLOW 3 GAB 3	
	Permeate (ml)	FLUX (l/hr.sq.m)	Permeate (ml)	FLUX (l/hr.sq.m)	Permeate (ml)	FLUX (l/hr.sq.m)	Permeate (ml)	FLUX (l/hr.sq.m)	Permeate (ml)	FLUX (l/hr.sq.m)
0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5	1152	402.8	1274	445.4	1325	463.3	1189	415.7	1068	373.4
10	784	274.1	828	289.5	903	315.7	975	340.9	910	318.2
15	583	203.8	650	227.3	764	267.1	772	269.9	662	231.5
20	511	178.7	572	200.0	645	225.5	708	247.5	660	230.8
25	515	180.1	537	187.8	640	223.8	632	221.0	556	194.4
30	478	167.1	512	179.0	596	208.4	563	196.8	511	178.7
35	485	169.6	663	231.8	652	228.0	615	215.0	516	180.4
40	480	167.8	559	195.4	635	222.0	510	178.3	483	168.9
45	470	164.3	482	168.5	550	192.3	480	167.8	475	166.1



รูปที่ 6.1 แสดงเพอมิเอชันฟลักส์ของน้ำทิ้งจากการแช่ข้าวต่อเวลาที่

อัตราการไหล	12	ลิตรต่อชั่วโมง
ระยะห่าง(GAB)	2.65	มิลลิเมตร
ความเร็วรอบการหมุน	2000	รอบต่อนาที
ความดัน	6	ปอนด์/ตารางนิ้ว

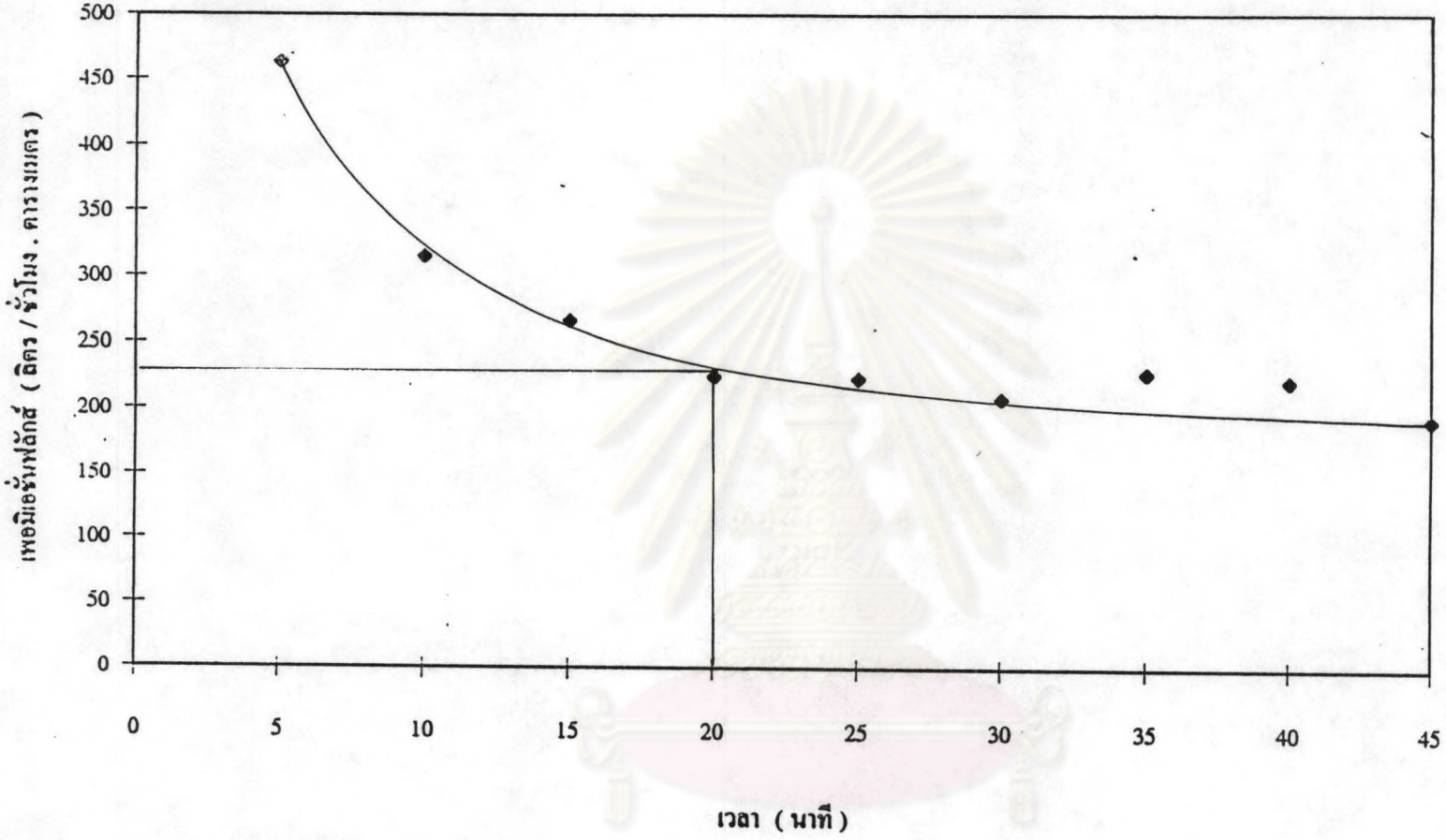
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 6.2 แสดงเพอมิเอชันฟลักส์ของน้ำทิ้งจากการแช่ข้าวต่อเวลาที่

อัตราการไหล	24	ลิตรต่อชั่วโมง
ระยะห่าง(GAB)	2.65	มิลลิเมตร
ความเร็วรอบการหมุน	2000	รอบต่อนาที
ความดัน	6	ปอนด์/ตารางนิ้ว

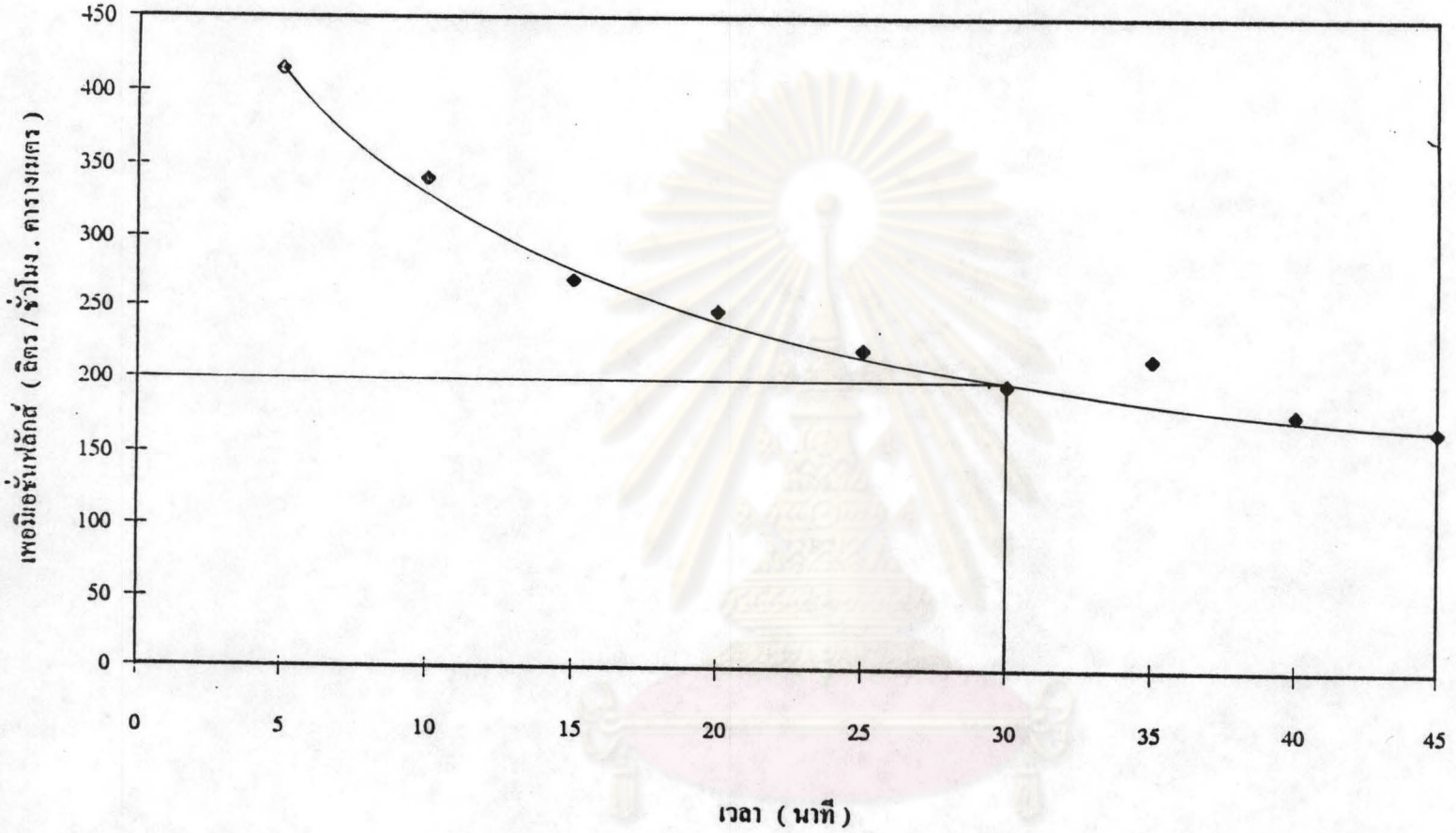
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 6.3 แสดงเพอมิเอชันฟลักส์ของน้ำทิ้งจากการแช่ข้าวต่อเวลาที่

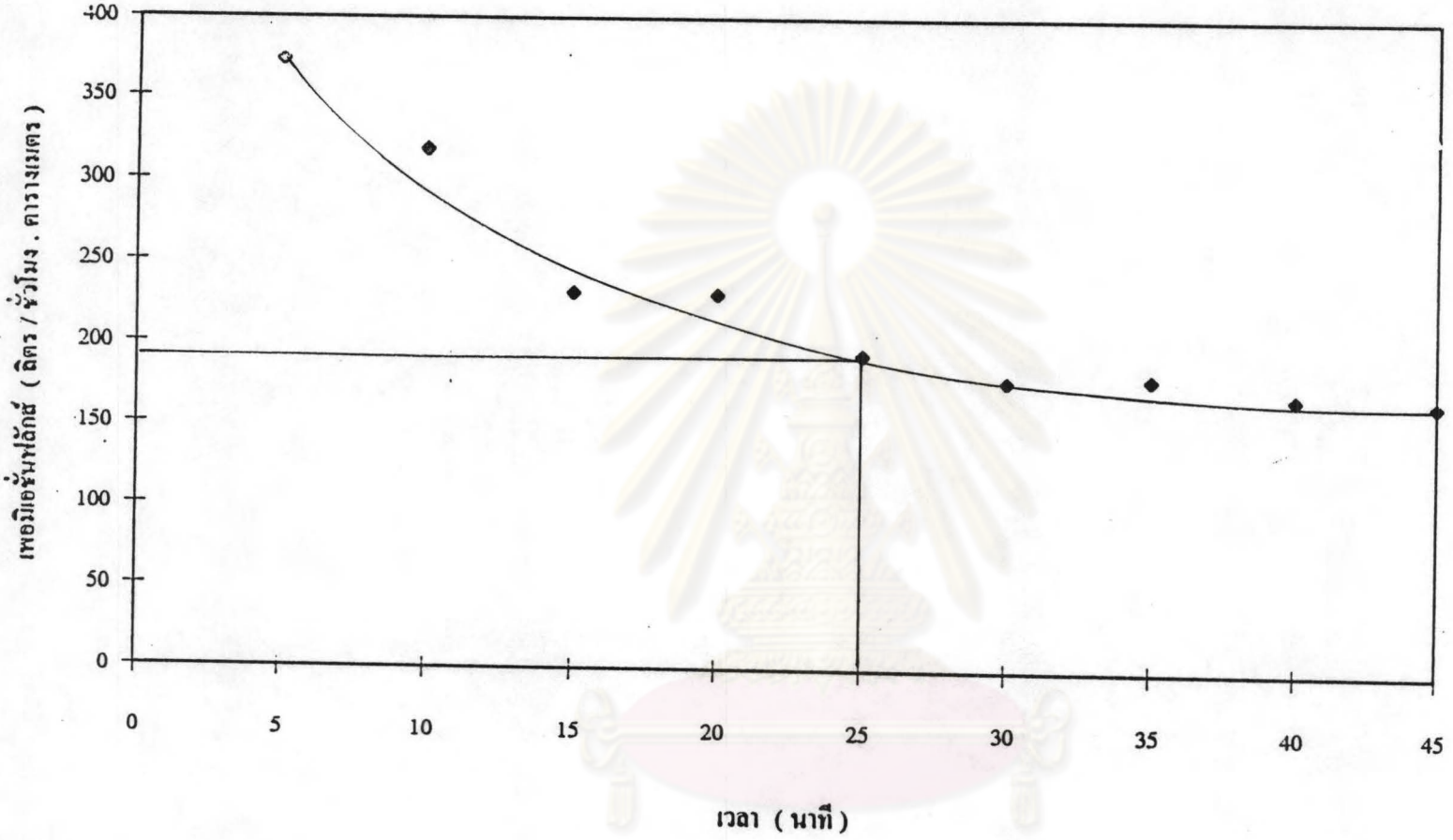
อัตราการไหล	36	ลิตรต่อชั่วโมง
ระยะห่าง(GAB)	2.65	มิลลิเมตร
ความเร็วรอบการหมุน	2000	รอบต่อนาที
ความดัน	6	ปอนด์/ตารางนิ้ว

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 6.4 แสดงเพอมิเอชันฟลักส์ของน้ำทิ้งจากการแช่ข้าวต่อเวลาที่

อัตราการไหล	36	ลิตรต่อชั่วโมง
ระยะห่าง(GAB)	4.25	มิลลิเมตร
ความเร็วรอบการหมุน	2000	รอบต่อนาที
ความดัน	6	ปอนด์/ตารางนิ้ว



รูปที่ 6.5 แสดงเพอมิเอชันฟลักส์ของน้ำทิ้งจากการแช่ข้าวต่อเวลาที่

อัตราการไหล	36	ลิตรต่อชั่วโมง
ระยะห่าง(GAB)	5.6	มิลลิเมตร
ความเร็วรอบการหมุน	2000	รอบต่อนาที
ความดัน	6	ปอนด์/ตารางนิ้ว

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

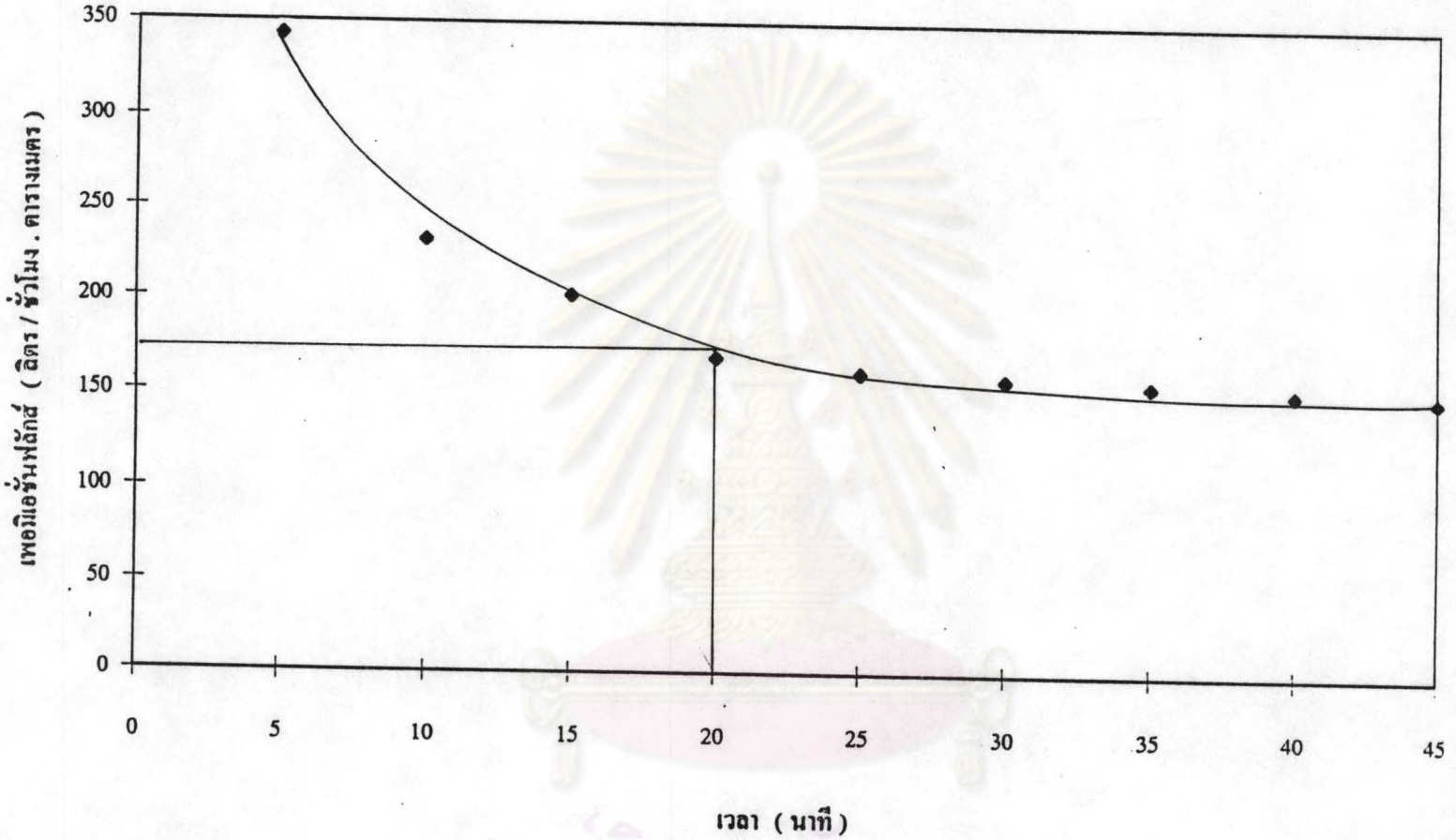
ตารางที่ 7 แสดงผลการศึกษาความดัน ที่มีผลต่อเพอมิเอชั่นฟลักส์ ที่เวลาต่างๆ

ตัวอย่าง : น้ำทิ้งหลังจากการแช่ข้าว

ความเร็วรอบ : 2000 รอบต่อนาที

อัตราการไหล : 36 ลิตรต่อชั่วโมง

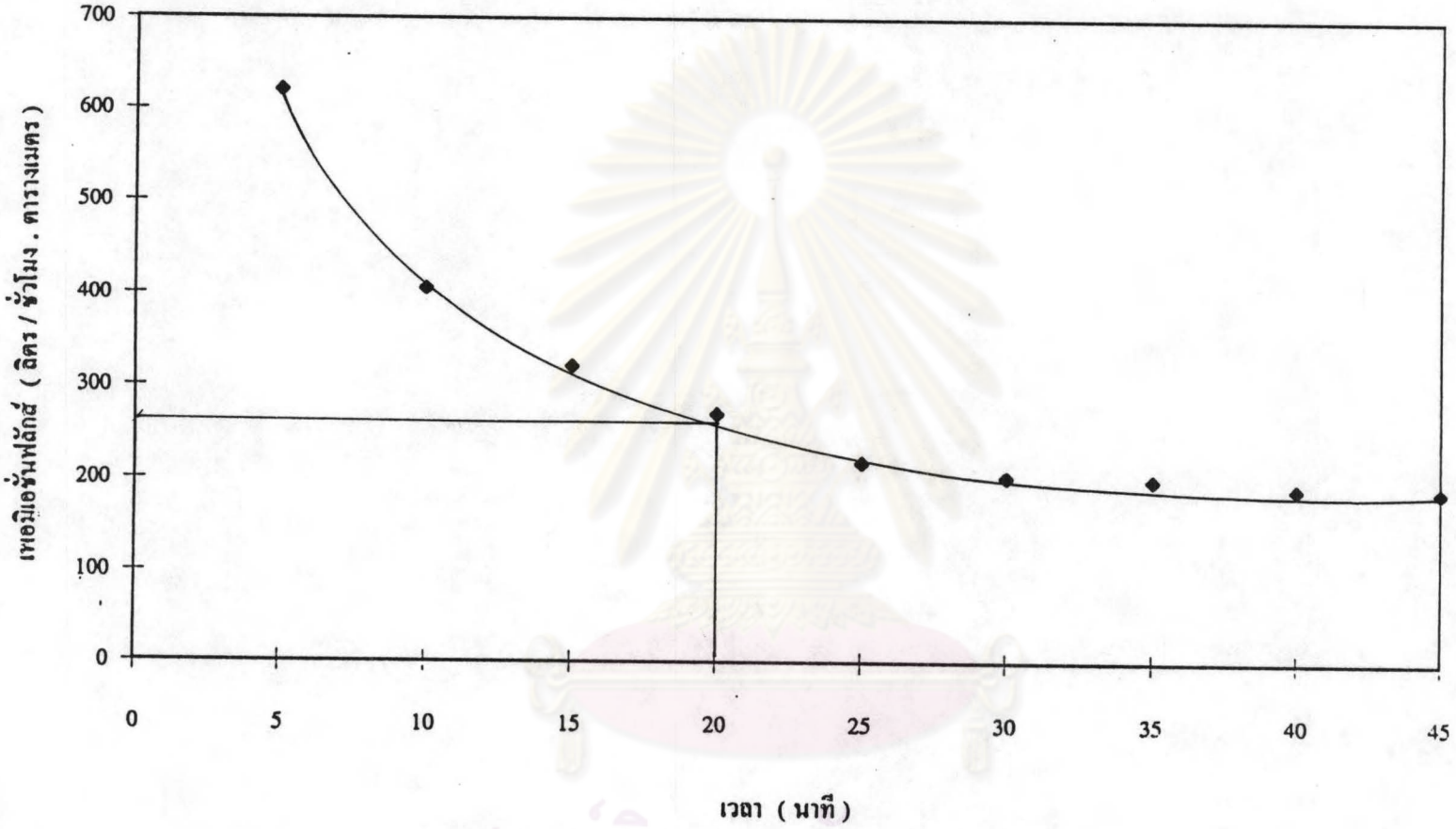
TIME (min)	PRESSURE 4 Psi		PRESSURE 6 Psi		PRESSURE 8 Psi	
	Permeate (ml)	FLUX (l/hr.sq.m)	Permeate (ml)	FLUX (l/hr.sq.m)	Permeate (ml)	FLUX (l/hr.sq.m)
0	-	-	-	-	-	-
5	981	343.0	1325	463.3	1775	620.6
10	663	231.8	903	315.7	1160	405.6
15	577	201.7	764	267.1	920	321.7
20	483	168.9	645	225.5	775	271.0
25	462	161.5	640	223.8	625	218.5
30	453	158.4	596	208.4	580	202.8
35	446	155.9	652	228.0	570	199.3
40	437	152.8	635	222.0	545	190.5
45	429	150.0	550	192.3	537	187.8



รูปที่ 7.1 แสดงเพอมิเอชันฟลักส์ของน้ำทิ้งจากการแช่ข้าวต่อเวลาที่

อัตราการไหล	36	ลิตรต่อชั่วโมง
ระยะห่าง(GAB)	2.65	มิลลิเมตร
ความเร็วรอบการหมุน	2000	รอบต่อนาที
ความดัน	4	ปอนด์/ตารางนิ้ว

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 7.2 แสดงเพอมิเอชันฟลักส์ของน้ำทิ้งจากการแช่ข้าวต่อเวลาที่

อัตราการไหล	36	ลิตรต่อชั่วโมง
ระยะห่าง(GAB)	2.65	มิลลิเมตร
ความเร็วรอบการหมุน	2000	รอบต่อนาที
ความดัน	8	ปอนด์/ตารางนิ้ว

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

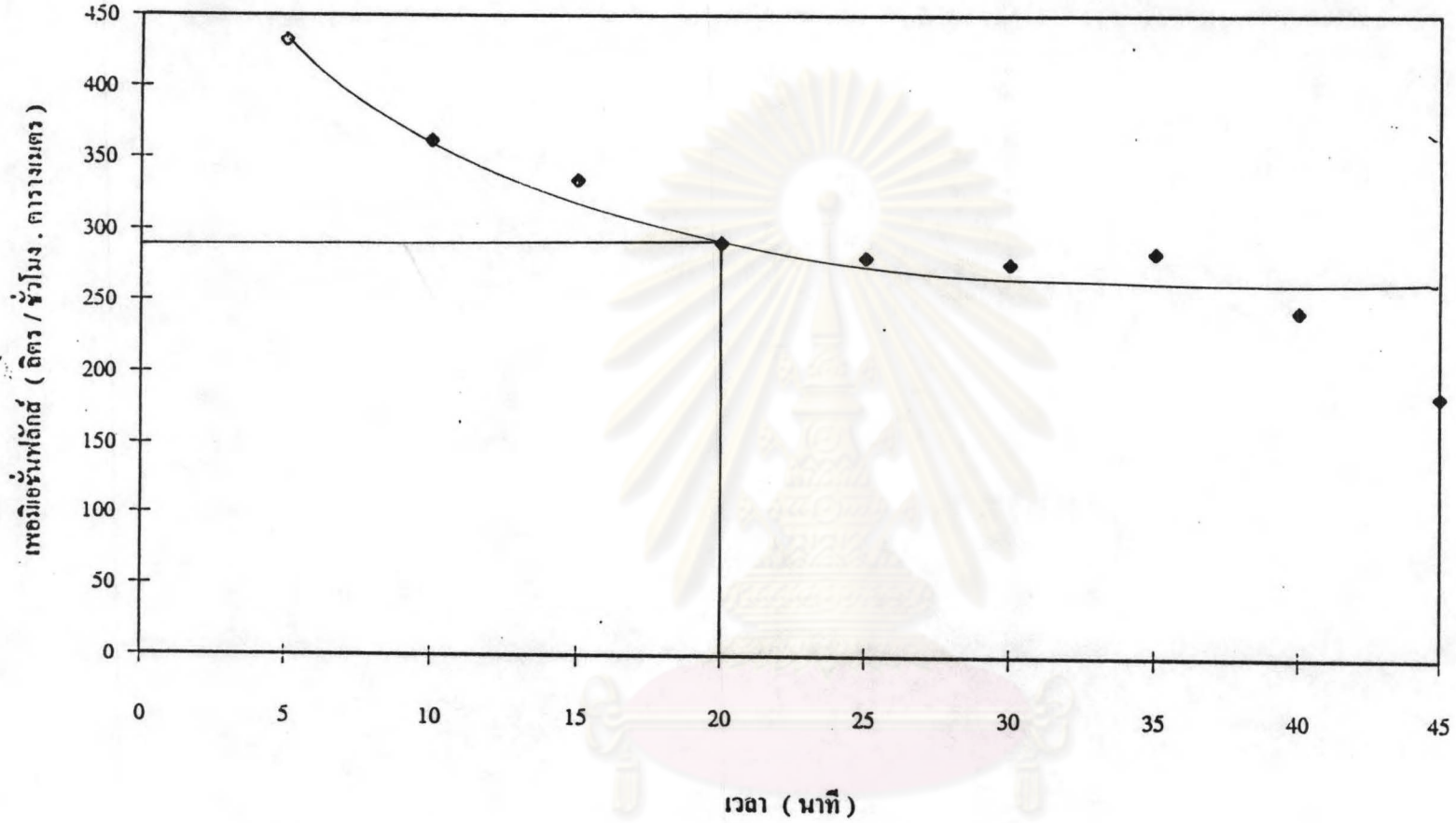
ตารางที่ 8 แสดงผลการศึกษาอัตราการไหลและระยะห่างระหว่างท่อทรงกระบอกกับผนังแท่งเซรามิก (GAB) ที่มีผลต่อเพอมิเอชั่นฟลักส์ ที่เวลาต่างๆ

ตัวอย่าง : น้ำทิ้งจากบ่อพัก (EQUALIZING TANK)

ความเร็วรอบ : 2000 รอบต่อนาที

ความดัน : 6 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว

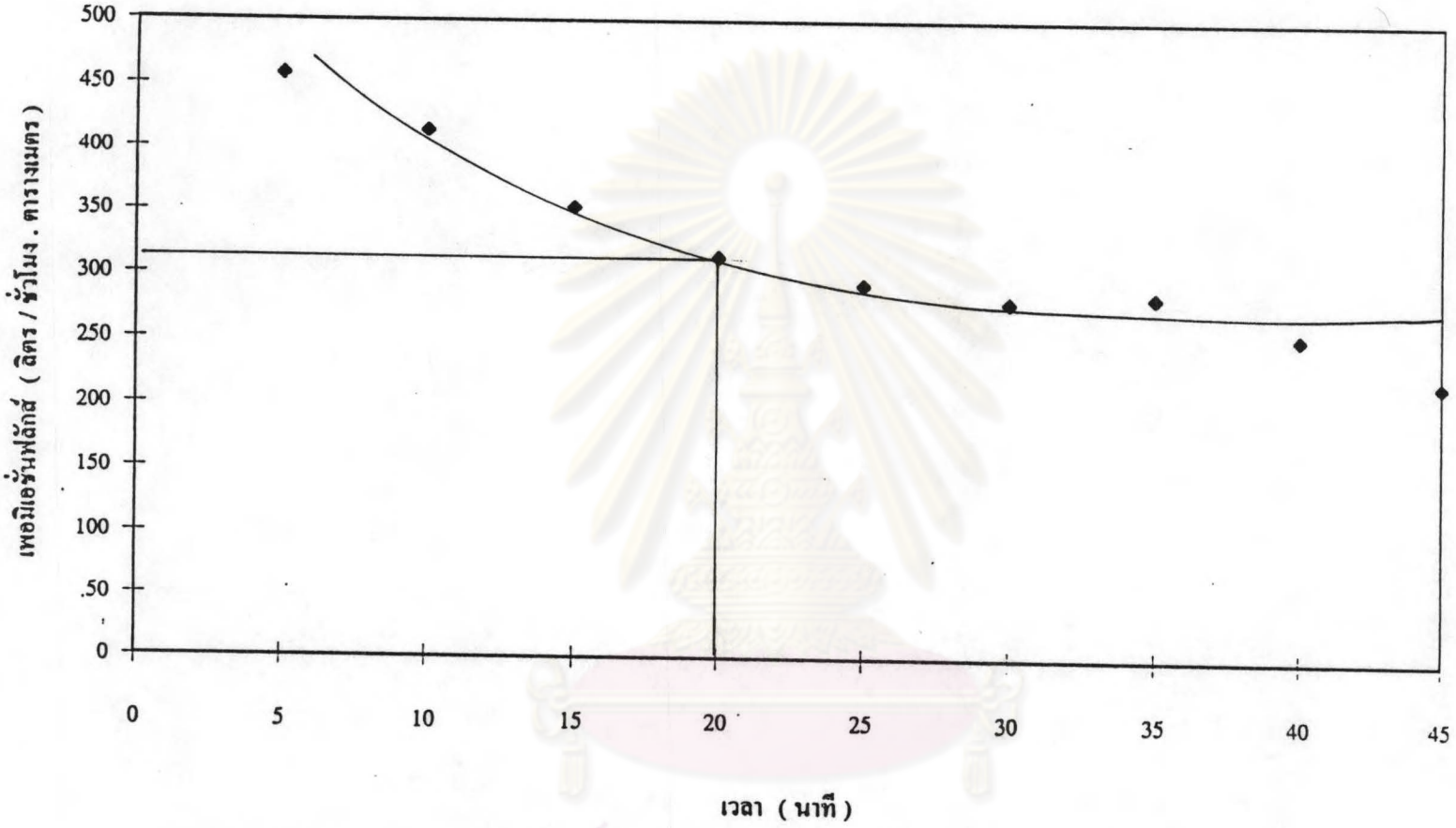
TIME (min)	FLOW 1 GAB 1		FLOW 2 GAB 1		FLOW 3 GAB 1		FLOW 3 GAB 2		FLOW 3 GAB 3	
	Permeate (ml)	FLUX (l/hr.sq.m)	Permeate (ml)	FLUX (l/hr.sq.m)	Permeate (ml)	FLUX (l/hr.sq.m)	Permeate (ml)	FLUX (l/hr.sq.m)	Permeate (ml)	FLUX (l/hr.sq.m)
0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5'	1238	432.8	1308	457.3	1520	531.4	1378	481.8	1105	386.3
10	1036	362.2	1183	413.6	1287	450.0	1153	403.1	983	343.7
15	958	334.9	1008	352.4	1127	394.0	935	326.9	921	322.0
20	834	291.6	897	313.6	962	336.3	902	315.4	878	307.0
25	805	281.5	838	293.0	900	314.7	856	299.3	825	288.4
30	793	277.3	800	279.7	823	287.7	853	298.2	797	278.7
35	816	285.3	813	284.2	845	295.4	784	274.1	742	259.4
40	698	244.0	725	253.5	774	270.6	785	274.5	744	260.1
45	528	184.6	624	218.2	710	248.2	732	255.9	725	253.5



รูปที่ 8.1 แสดงเพอมิเอชันฟลักส์ของน้ำทิ้งจากบ่อพักต่อเวลาที่

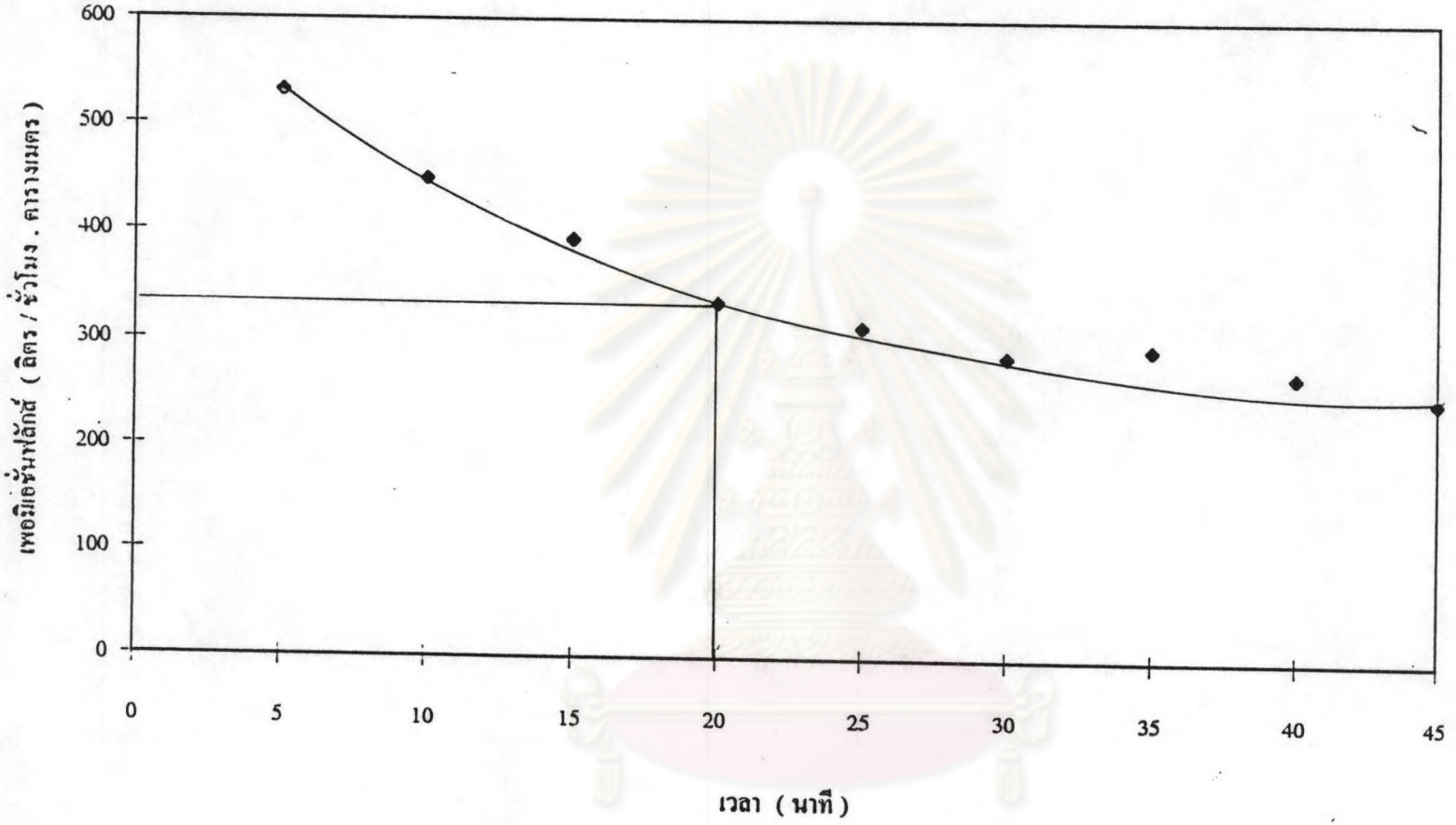
อัตราการไหล	12	ลิตรต่อชั่วโมง
ระยะห่าง(GAB)	2.65	มิลลิเมตร
ความเร็วรอบการหมุน	2000	รอบต่อนาที
ความดัน	6	ปอนด์/ตารางนิ้ว

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 8.2 แสดงเพอมิเอชันฟลักส์ของน้ำทิ้งจากบ่อพักต่อเวลาที่

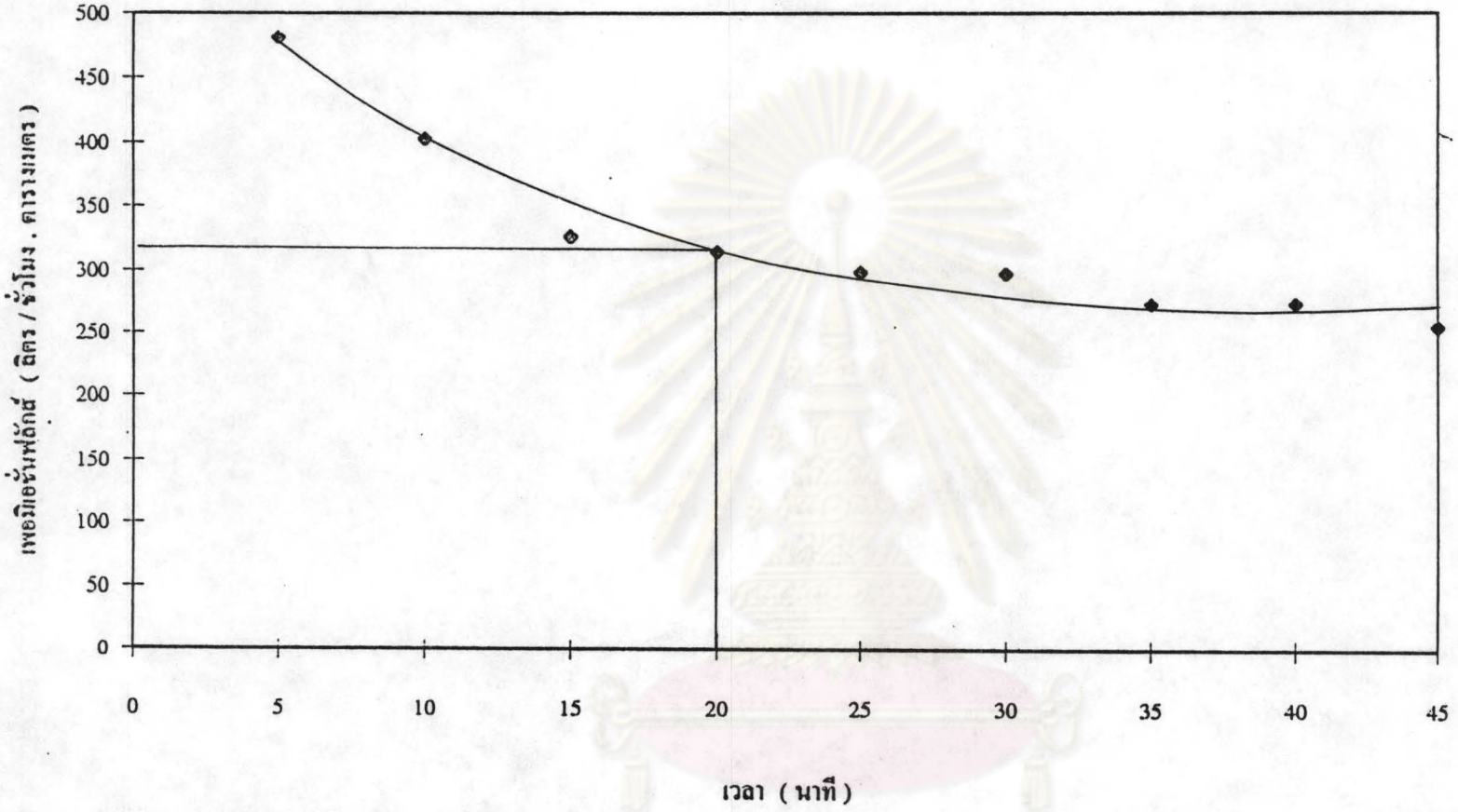
อัตราการไหล	24	ลิตรต่อชั่วโมง
ระยะห่าง(GAB)	2.65	มิลลิเมตร
ความเร็วรอบการหมุน	2000	รอบต่อนาที
ความดัน	6	ปอนด์/ตารางนิ้ว



รูปที่ 8.3 แสดงเพอมิเอชันฟลักส์ของน้ำทิ้งจากบ่อพักต่อเวลาที่

ยัตราการไหล	36	ลิตรต่อชั่วโมง
ระยะห่าง(GAB)	2.65	มิลลิเมตร
ความเร็วรอบการหมุน	2000	รอบต่อนาที
ความดัน	6	ปอนด์/ตารางนิ้ว

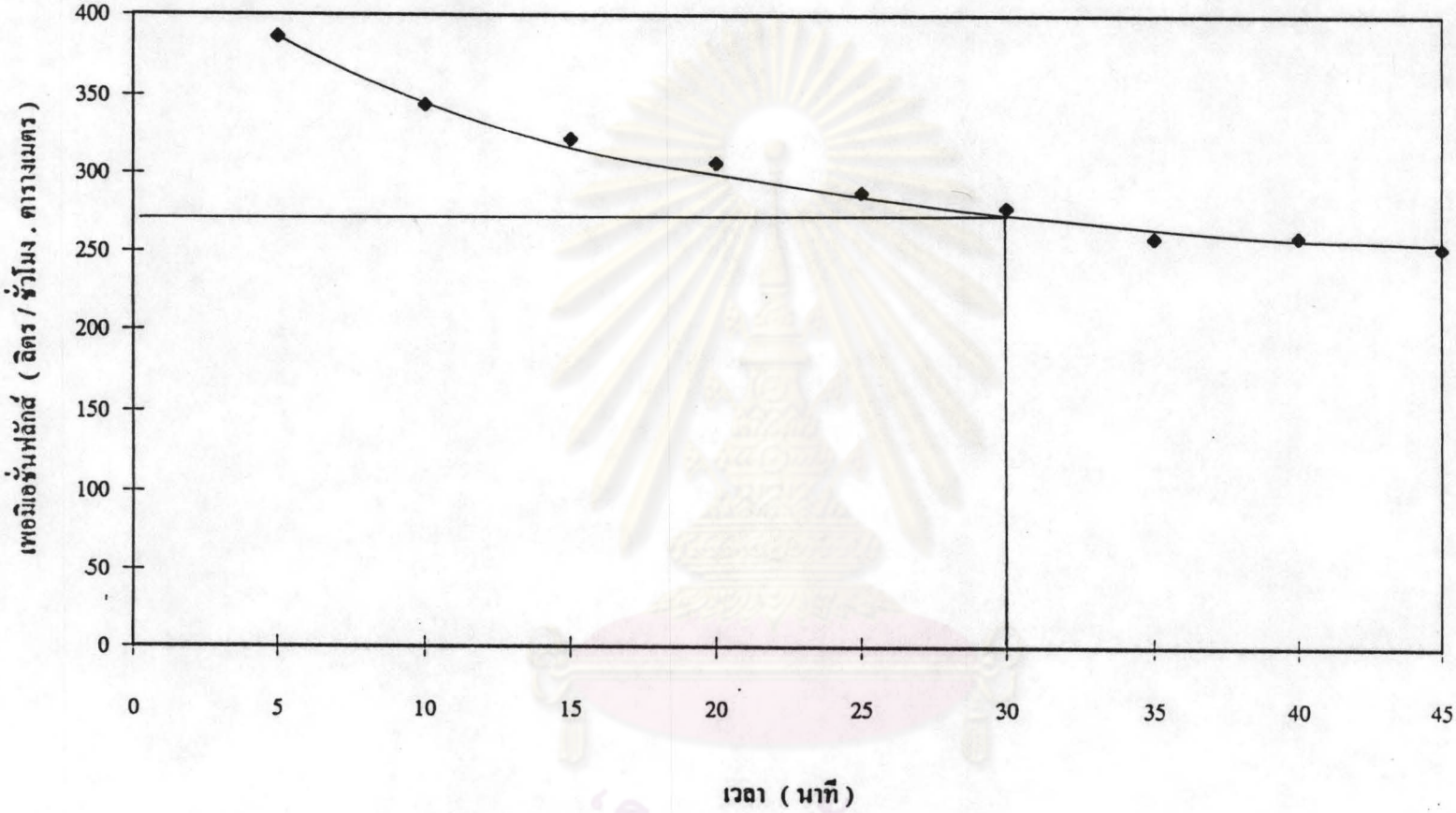
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 8.4 แสดงเพอมิเอชันฟลักส์ของน้ำทิ้งจากบ่อพักต่อเวลาที่

อัตราการไหล	36	ลิตรต่อชั่วโมง
ระยะห่าง(GAB)	4.25	มิลลิเมตร
ความเร็วรอบการหมุน	2000	รอบต่อนาที
ความดัน	6	ปอนด์/ตารางนิ้ว

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 8.5 แสดงเพอมิเอชันฟลักส์ของน้ำทิ้งจากบ่อพักต่อเวลาที่

อัตราการไหล	36	ลิตรต่อชั่วโมง
ระยะห่าง(GAB)	5.6	มิลลิเมตร
ความเร็วรอบการหมุน	2000	รอบต่อนาที
ความดัน	6	ปอนด์/ตารางนิ้ว

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 9 แสดงผลการศึกษาอัตราการไหลและระยะห่างระหว่างท่อทรงกระบอกกับผนังแท่งเซรามิก (GAB) ที่มีผลต่อเพอมิเอชั่นฟลักส์ ที่เวลาต่างๆ

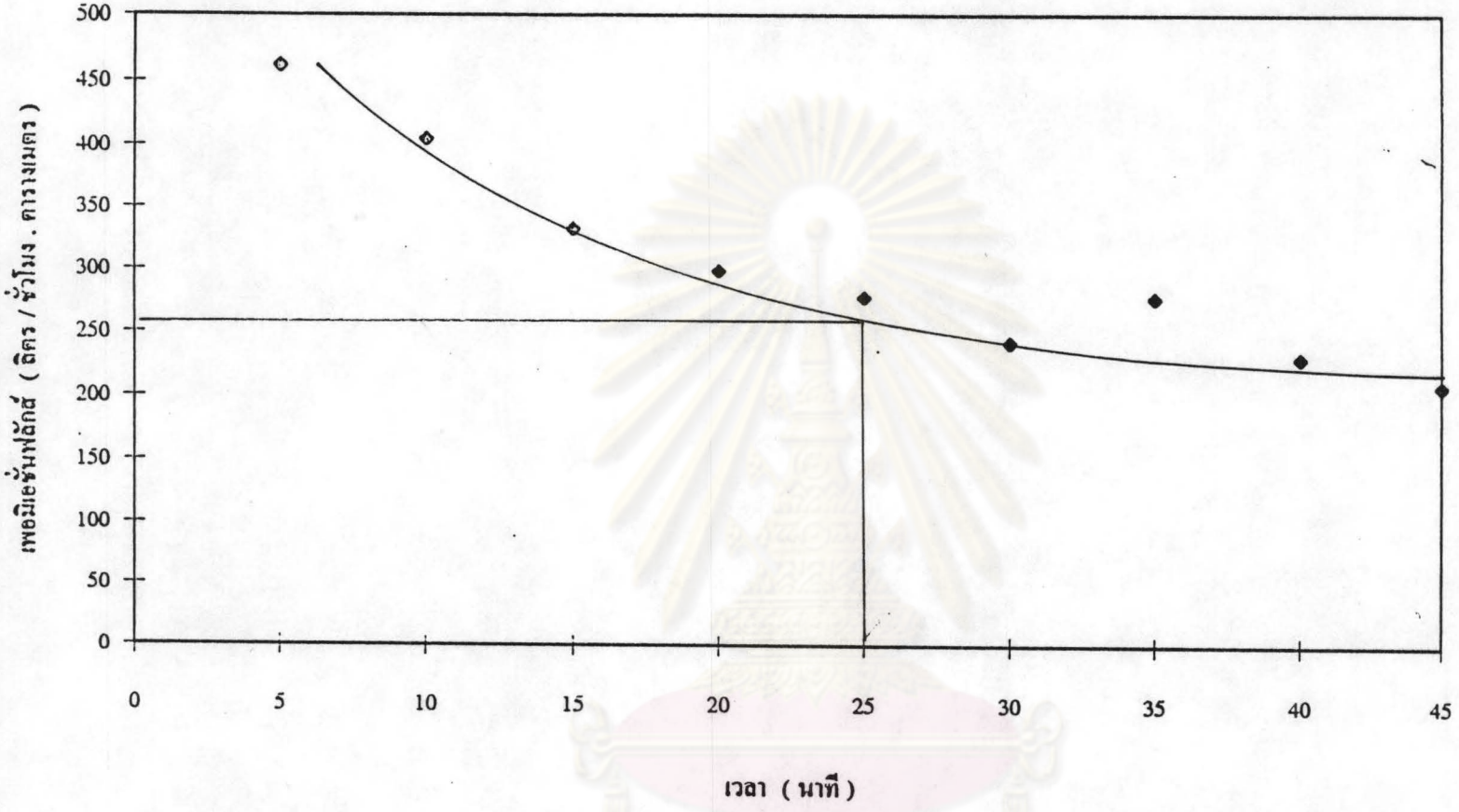
ตัวอย่าง : น้ำทิ้งจากสายการผลิต (PROCESS LINE)

ความเร็วรอบ : 2000 รอบต่อนาที

ความดัน : 6 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว

TIME (min)	FLOW 1 GAB 1		FLOW 2 GAB 1		FLOW 3 GAB 1		FLOW 3 GAB 2		FLOW 3 GAB 3	
	Permeate (ml)	FLUX (l/hr.sq.m)	Permeate (ml)	FLUX (l/hr.sq.m)	Permeate (ml)	FLUX (l/hr.sq.m)	Permeate (ml)	FLUX (l/hr.sq.m)	Permeate (ml)	FLUX (l/hr.sq.m)
0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5	1321	461.9	1458	509.8	1708	597.2	1691	591.2	1580	552.4
10	1158	404.9	1210	423.1	1323	462.6	1423	497.5	1280	447.5
15	952	332.8	1032	360.8	1120	391.6	1053	368.2	1130	395.1
20	856	299.3	938	328.0	973	340.2	950	332.1	943	329.7
25	795	278.0	876	306.3	921	322.0	892	311.9	901	315.0
30	693	242.3	826	288.8	800	279.7	821	287.0	830	290.2
35	794	277.6	848	296.5	873	305.2	857	299.6	842	294.4
40	658	230.1	762	266.4	790	276.2	500	174.8	815	284.9
45	596	208.4	683	238.8	714	249.6	725	253.5	783	273.8

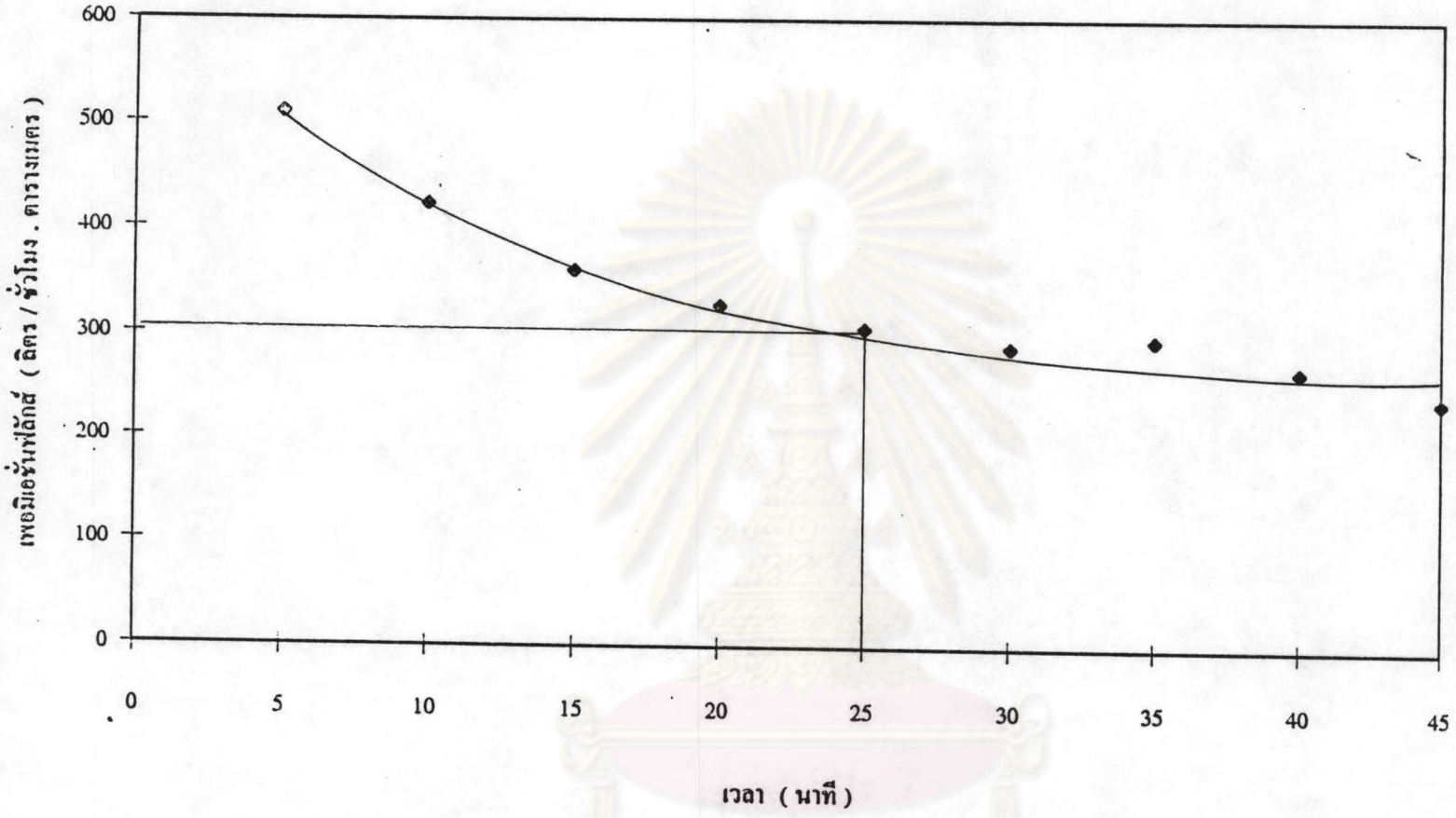
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 9.1 แสดงเพอมิเอชันฟลักส์ของน้ำทิ้งจากกระบวนการผลิตต่อเวลาที่

อัตราการไหล	12	ลิตรต่อชั่วโมง
ระยะห่าง(GAB)	2.65	มิลลิเมตร
ความเร็วรอบการหมุน	2000	รอบต่อนาที
ความดัน	6	ปอนด์/ตารางนิ้ว

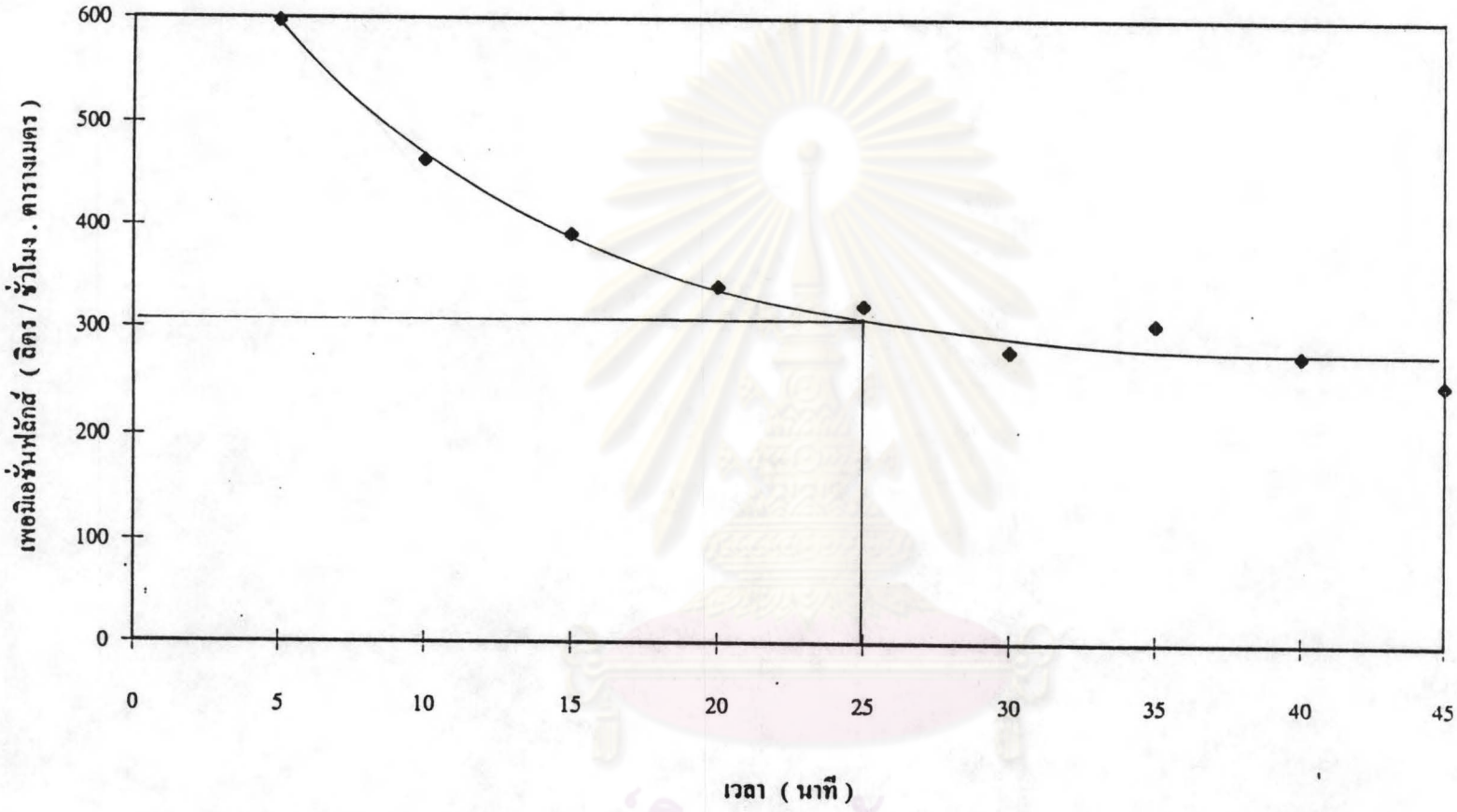
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 9.2 แสดงเพอมิเอชันฟลักส์ของน้ำทิ้งจากกระบวนการผลิตต่อเวลาที่

อัตราการไหล	24	ลิตรต่อชั่วโมง
ระยะห่าง(GAB)	2.65	มิลลิเมตร
ความเร็วรอบการหมุน	2000	รอบต่อนาที
ความดัน	6	ปอนด์/ตารางนิ้ว

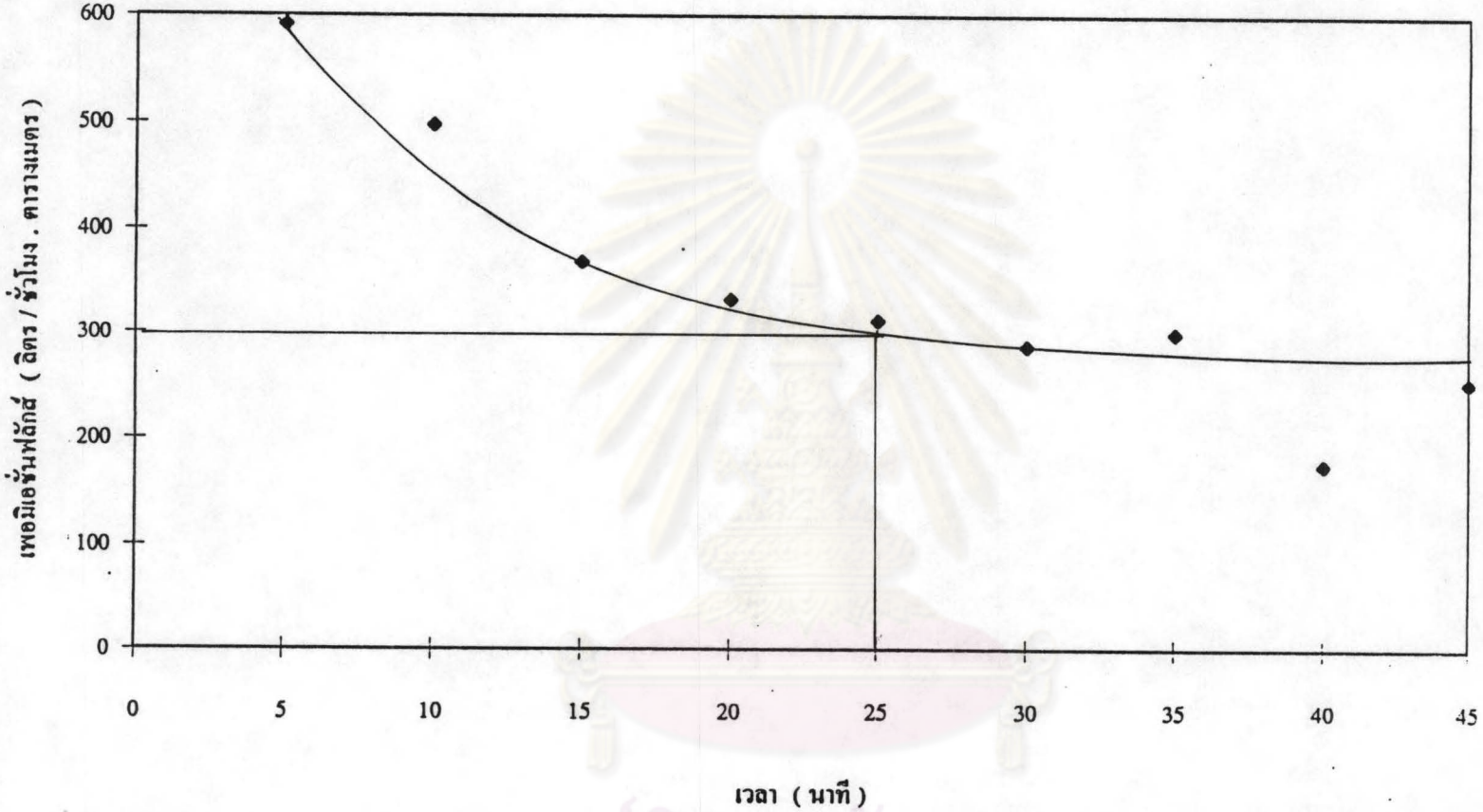
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 9.3 แสดงเพอมิเอชันฟลักส์ของน้ำทิ้งจากกระบวนการผลิตต่อเวลาที่

อัตราการไหล	36	ลิตรต่อชั่วโมง
ระยะห่าง(GAB)	2.65	มิลลิเมตร
ความเร็วรอบการหมุน	2000	รอบต่อนาที
ความดัน	6	ปอนด์/ตารางนิ้ว

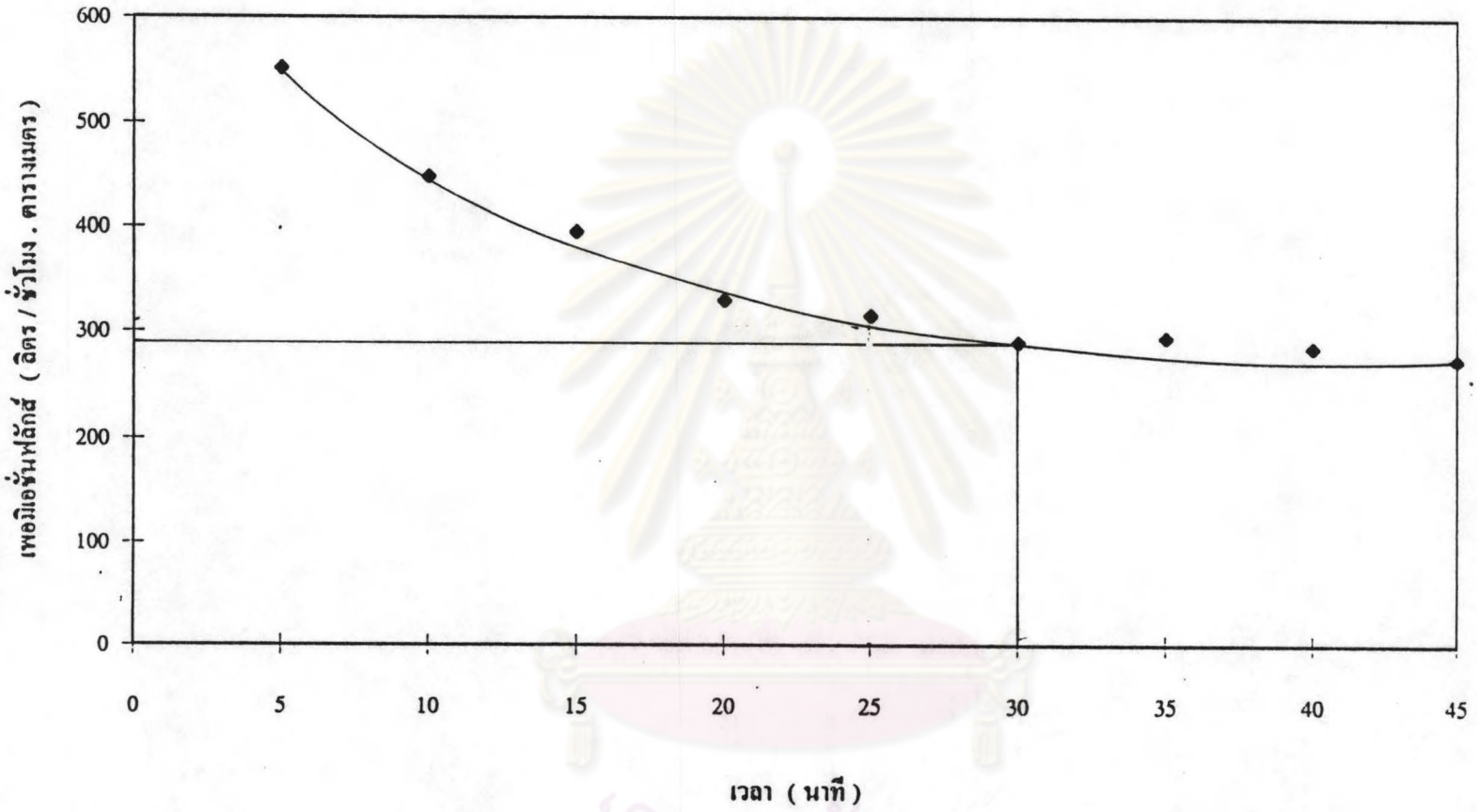
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 9.4 แสดงเพอมิเอชันฟลักส์ของน้ำทิ้งจากกระบวนการผลิตต่อเวลาที่

อัตราการไหล	36	ลิตรต่อชั่วโมง
ระยะห่าง(GAB)	4.25	มิลลิเมตร
ความเร็วรอบการหมุน	2000	รอบต่อนาที
ความดัน	6	ปอนด์/ตารางนิ้ว

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 9.5 แสดงเพอมิเอชันฟลักส์ของน้ำทิ้งจากกระบวนการผลิตต่อเวลาที่

อัตราการไหล	36	ลิตรต่อชั่วโมง
ระยะห่าง(GAB)	5.6	มิลลิเมตร
ความเร็วรอบการหมุน	2000	รอบต่อนาที
ความดัน	6	ปอนด์/ตารางนิ้ว

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 10 แสดงค่า BOD (BIOCHEMICAL OXYGEN DEMAND) ; COD (CHEMICAL OXYGEN DEMAND) และ TSS (TOTAL SUSPENDED SOLID) ของน้ำทิ้งหลังจากการแช่ข้าว , น้ำทิ้งจากกระบวนการผลิต และน้ำทิ้งจากบ่อพัก ก่อนผ่านระบบการกรอง

ตัวอย่าง	BOD (mg/l)	COD (mg/l)	TSS (mg/l)
น้ำทิ้งหลังจากการแช่ข้าว	2440	3528	1730
น้ำทิ้งหลังจากกระบวนการผลิต	414	672	186
น้ำทิ้งหลังจากบ่อพัก	571	840	375

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 11 แสดงค่า BOD ; COD และ TSS

ของน้ำทิ้งจากถังแช่ข้าว (WASTE WATER FROM RICE TANK)ที่ PRESSURE 6 psi , SPEED , FLOWRATE และ GAB ต่างๆ หลังจากผ่านการกรองด้วย ROTATING CERAMIC FILTER แล้ว

SPEED (rpm)	FL OW 1 GAB 1			FL OW 2 GAB 1			FL OW 3 GAB 1			FL OW 3 GAB 2			FL OW 3 GAB 3		
	BOD (mg/l)	COD (mg/l)	TSS (mg/l)	BOD (mg/l)	COD (mg/l)	TSS (mg/l)	BOD (mg/l)	COD (mg/l)	TSS (mg/l)	BOD (mg/l)	COD (mg/l)	TSS (mg/l)	BOD (mg/l)	COD (mg/l)	TSS (mg/l)
NO ROTATE	188	303	36.1	198	319	39.3	198	319	42.5	-	-	-	-	-	-
500	188	303	38.3	188	303	37.4	209	336	45.1	198	319	39.2	188	303	37.2
1000	198	319	42.1	209	336	44.5	219	353	50	209	336	46.2	209	336	46.8
1500	188	303	37	198	319	41.0	198	319	42.3	188	303	37.8	188	303	39
2000	178	286	35.1	198	319	44.0	198	319	41.6	188	303	38	198	319	42.5

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 13 แสดงผลการศึกษาค่าความดันที่มีผลต่อค่า BOD : COD และ TSS
ของน้ำทิ้งจากการแช่ข้าวหลังจากผ่านการกรองด้วย ROTATING CERAMIC FILTER ที่ ความเร็วรอบ 2000 รอบต่อนาที
อัตราการไหล 36 ลิตรต่อชั่วโมง และGAB 2.65 มิลลิเมตร

PRESSURE (Psi)	BO D (m g/l)	CO D (m g/l)	TS S (m g/l)
4	188	303	37.4
6	209	336	47.1
8	209	336	46.9

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 14 แสดงผลการศึกษาค่าความดันที่มีผลต่อค่า % REMOVAL BOD ; % REMOVAL COD และ % REMOVAL TSS ของน้ำทิ้งจากการแช่ข้าวหลังจากผ่านการกรองด้วย ROTATING CERAMIC FILTER ที่ ความเร็วรอบ 2000 รอบต่อนาที อัตราการไหล 36 ลิตรต่อชั่วโมง และGAB 2.65 มิลลิเมตร

PRESSURE (Psi)	% REMOV AL BOD	% REMOV AL COD	% REMOV AL TSS
4	92.3	91.4	97.8
6	91.4	90.5	97.3
8	91.4	90.5	97.3

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 15 แสดงค่า BOD ; COD และ TSS

ของน้ำทิ้งจากบ่อพัก (EQUALIZING TANK) หลังจากผ่านการกรองด้วย ROTATING CERAMIC FILTER ที่ ความดัน 6 psi ; ความเร็วรอบ 2000 รอบต่อนาที อัตราการไหล 36 ลิตรต่อชั่วโมง และ GAB 2.65 มิลลิเมตร หลังจากผ่านการกรอง

SPEED (rpm)	FL OW 1 GAB 1			FL OW 2 GAB 1			FL OW 3 GAB 1			FL OW 3 GAB 2			FL OW 3 GAB 3		
	BOD (mg/l)	COD (mg/l)	TSS (mg/l)	BOD (mg/l)	COD (mg/l)	TSS (mg/l)	BOD (mg/l)	COD (mg/l)	TSS (mg/l)	BOD (mg/l)	COD (mg/l)	TSS (mg/l)	BOD (mg/l)	COD (mg/l)	TSS (mg/l)
2000	168.0	269.0	27.1	168.0	269.0	26.0	178.0	286.0	31.2	168	269	28.9	157	252	25.6

ตารางที่ 16 แสดงค่า % REMOVAL BOD ; % REMOVAL COD และ % REMOVAL TSS

ของน้ำทิ้งจากบ่อพัก (EQUALIZING TANK) หลังจากผ่านการกรองด้วย ROTATING CERAMIC FILTER ที่ ความดัน 6 psi ; ความเร็วรอบ 2000 รอบต่อนาที อัตราการไหล 36 ลิตรต่อชั่วโมง และ GAB 2.65 มิลลิเมตร หลังจากผ่านการกรอง

SPEED (rpm)	FL OW 1 GAB 1			FL OW 2 GAB 1			FL OW 3 GAB 1			FL OW 3 GAB 2			FL OW 3 GAB 3		
	% RE BOD	% RE COD	% RE TSS	% RE BOD	% RE COD	% RE TSS	% RE BOD	% RE COD	% RE TSS	% RE BOD	% RE COD	% RE TSS	% RE BOD	% RE COD	% RE TSS
2000	70.6	68.0	92.8	70.6	68.0	93.1	68.8	66.0	91.7	70.6	68	92.3	72.5	70	93.2

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 17 แสดงค่า BOD ; COD และ TSS

ของน้ำทิ้งจากกระบวนการผลิต (PROCESS LINE) หลังจากผ่านการกรองด้วย ROTATING CERAMIC FILTER ที่ ความดัน 6 psi ; ความเร็วรอบ 2000 รอบต่อนาที อัตราการไหล 36 ลิตรต่อชั่วโมง และ GAB 2.65 มิลลิเมตร หลังจากผ่านการกรอง

SPEED (rpm)	FL OW 1 GAB 1			FL OW 2 GAB 1			FL OW 3 GAB 1			FL OW 3 GAB 2			FL OW 3 GAB 3		
	BOD (mg/l)	COD (mg/l)	TSS (mg/l)	BOD (mg/l)	COD (mg/l)	TSS (mg/l)	BOD (mg/l)	COD (mg/l)	TSS (mg/l)	BOD (mg/l)	COD (mg/l)	TSS (mg/l)	BOD (mg/l)	COD (mg/l)	TSS (mg/l)
2000	151.0	236.0	23.5	151.0	236.0	23.0	161.0	252.0	27.5	151	236	24.2	161	252	29.6

ตารางที่ 18 แสดงค่า % REMOVAL BOD ; % REMOVAL COD และ % REMOVAL TSS

ของน้ำทิ้งจากกระบวนการผลิต (PROCESS LINE) หลังจากผ่านการกรองด้วย ROTATING CERAMIC FILTER ที่ ความดัน 6 psi ; ความเร็วรอบ 2000 รอบต่อนาที อัตราการไหล 36 ลิตรต่อชั่วโมง และ GAB 2.65 มิลลิเมตร หลังจากผ่านการกรอง

SPEED (rpm)	FL OW 1 GAB 1			FL OW 2 GAB 1			FL OW 3 GAB 1			FL OW 3 GAB 2			FL OW 3 GAB 3		
	% RE BOD	% RE COD	% RE TSS	% RE BOD	% RE COD	% RE TSS	% RE BOD	% RE COD	% RE TSS	% RE BOD	% RE COD	% RE TSS	% RE BOD	% RE COD	% RE TSS
2000	63.5	64.9	87.4	63.5	64.9	87.6	61.1	62.5	85.2	63.5	64.9	87	61.1	62.5	84.1

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ประวัติผู้เขียน

นาย พงศธร ศิริศักดิ์กมล เกิดวันที่ 31 พฤษภาคม 2510 ในจังหวัดขอนแก่น ได้รับปริญญาวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมเคมี จากคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ในปีการศึกษา 2532

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย