หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 5

ขั้นตอนและวิธีการดำเนินงานวิจัย

การดำเนินงานวิจัยการถ่ายภาพด้วยรังสีเอกซ์ โดยการใช้กระดาษอัดรูป จะมีขั้นตอนในการดำเนินงานดังต่อไปนี้

5.1 ขั้นตอนการวิจัย

5.1.1 การทำกราฟเอกซ์โพเชอร์ สำหรับฟิล์มรังสีเอกซ์

5.1.2 การทำกราฟเอกซ์โพเชอร์ สำหรับกระดาษอัดรูป 3 เบอร์ โดยใช้ฉากเรืองแสง 3 ชนิด กับกระดาษอัดรูปแต่ละชนิด

5.1.3 การหาคอร์เรกชันแฟกเตอร์ของกระดาษอัดรูปทั้ง 3 เบอร์ กับฉากเรืองแสงทั้ง 3 ชนิด

5.1.4 การพิจารณาหากระดาษอัดรูป และฉากเรืองแสงคู่ที่มีคอนทราสต์ (contrast) และความไวดีกว่าอีก 2 ชนิด

5.1.5 การหาช่วงการใช้พลังงานของรังสีเอกซ์กับกระดาษอัดรูปเพื่อให้ได้ความไวไม่เกิน 2 %

5.1.6 การหาช่วงการใช้งานของกระดาษอัดรูป เปรียบเทียบกับฟิล์มรังสีเอกซ์

5.1.7 การถ่ายตัวอย่างชิ้นงานเปรียบเทียบระหว่างกระดาษอัดรูปกับฟิล์มรังสีเอกซ์

5.1.8 การล้างกระดาษอัดรูป และฟิล์มรังสีเอกซ์

5.1.9 การอ่านผลกระดาษอัดรูป และฟิล์มรังสีเอกซ์ที่ได้

5.2 การสร้างกราฟเอกซ์โพเชอร์สำหรับฟิล์มรังสีเอกซ์

การถ่ายด้วยรังสีเอกซ์กับเครื่องรังสีเอกซ์หนึ่งๆ จะต้องมีการทำกราฟเอกซ์โพเชอร์ของเครื่องเครื่องนั้น ในการวิจัยครั้งนี้ใช้เหล็กขั้นบันไดเป็นมาตรฐาน ขั้นตอนในการทำกราฟเอกซ์โพเชอร์ มีดังต่อไปนี้

5.2.1 ถ่ายเหล็กขั้นบันไดด้วยรังสีเอกซ์ โดยใช้กระแสไฟฟ้าต่างๆกัน และศักดาไฟฟ้าต่างๆกันด้วย คือถ่ายเหล็กขั้นบันได ที่

120 kVP. 8 mA - min 120 kVp. 15 mA - min 120 kVp. 30 mA - min

140 kVp. 8 mA - min 140 kVp. 15 mA - min 140 kVp. 30 mA - min

160 kVp. 8 mA - min 160 kVp. 15 mA - min 160 kVp. 30 mA - min

180 kVp. 8 mA - min 180 kVp. 15 mA - min 180 kVp. 30 mA - min

200 kVp. 8 mA - min 200 kVp. 15 mA - min 200 kVp. 30 mA - min

โดยถ่ายที่ระยะ FFD = 82.16 เซนติเมตร(FFD = 82.16 เซนติเมตรได้จากการเลือกใช้ระยะตั้งฉากจากหลอดรังสีเอกซ์กับพื้นระนาบ 90 เซนติเมตร)

5.2.2 ล้างฟิล์มทั้งหมดโดยให้สภาพการล้างเหมือนกันทุกครั้ง

5.2.3 วัดความดำ(density) ของฟิล์มตามระดับความหนาของเหล็กขั้นบันได โดยใช้เดนซิโตมิเตอร์

5.2.4 เขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่างความหนาของเหล็กกับความดำของที่วัดได้ บนกระดาษกราฟธรรมดา

5.2.5 เขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่างความหนาของเหล็กกับค่าเอกซ์โพเชอร์ (mA - min) โดยเลือกที่ความดำเท่ากับ 2 และค่าศักดาไฟฟ้าคงที่ ดังแสดงในรูปที่ 5.1

5.3 การสร้างกราฟเอกซ์โพเชอร์สำหรับกระดาษอัดรูป 3 เบอร์ โดยใช้ฉากเรืองแสง 3 ชนิด กับกระดาษอัดรูปแต่ละชนิด (โดยเอาด้านที่ฉาบสารไวแสงของกระดาษอัดรูปประกบกับฉากเรืองแสง)

กระดาษอัดรูปเบอร์ F2 กับฉากเรืองแสง ชนิดที่ 1 ชนิดที่ 2 ชนิดที่ 3

กระดาษอัดรูปเบอร์ F3 กับฉากเรืองแสง ชนิดที่ 1 ชนิดที่ 2 ชนิดที่ 3

กระดาษอัดรูปเบอร์ F4 กับฉากเรืองแสง ชนิดที่ 1 ชนิดที่ 2 ชนิดที่ 3

โดยใช้เหล็กขั้นบันไดเป็นมาตรฐาน ขั้นตอนในการทำกราฟเอกซ์โพเชอร์มีดังต่อไปนี้

5.3.1 ถ่ายภาพ เหล็กขั้นบันได ด้วยรังสีเอกซ์โดยใช้กระแสไฟฟ้าต่างๆกัน และศักดาไฟฟ้าต่างๆกันด้วย คือถ่ายภาพเหล็กขั้นบันได ที่

140 kVp. 12 mA - min	140 kVp. 20 mA - min	140 kVp. 30 mA - min
160 kVp. 12 mA - min	160 kVp. 20 mA - min	160 kVp. 30 mA - min
180 kVp. 12 mA - min	180 kVp. 20 mA - min	180 kVp. 30 mA - min
200 kVp. 12 mA - min	200 kVp. 20 mA - min	200 kVp. 30 mA - min
220 kVp. 12 mA - min	220 kVp. 20 mA - min	220 kVp. 30 mA - min

โดยใช้ระยะ FFD = 82.16 เซนติเมตร

5.3.2 ล้างกระดาษอัดรูปทั้งหมดโดยให้มีสภาพการล้างเหมือนกันทุกครั้ง

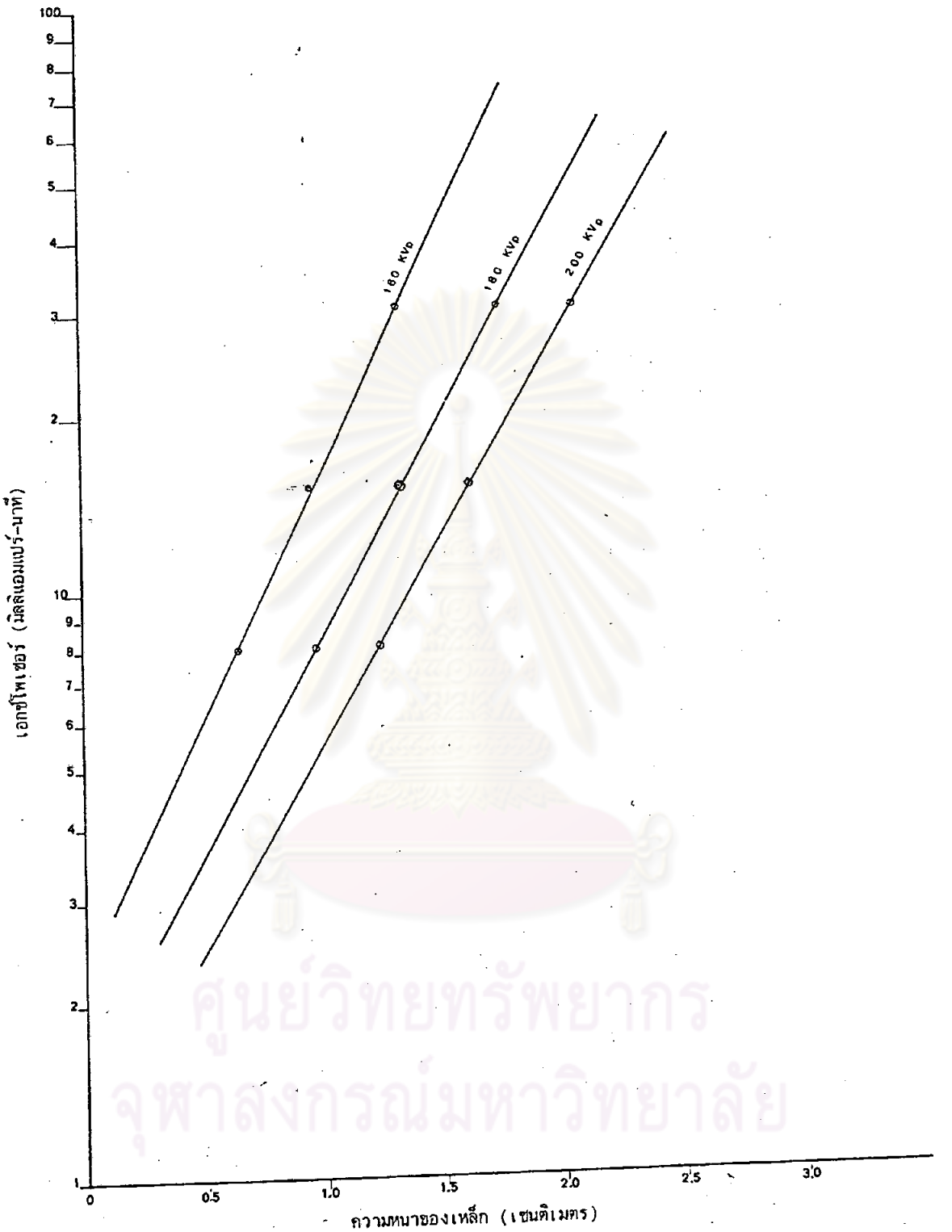
5.3.3 วัดความดำ(density) ของกระดาษอัดรูปตามความหนาของเหล็กขั้นบันได(step wedge) โดยใช้เกรย์สเกลเป็นตัวเปรียบเทียบ

5.3.4 เขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่างความหนาของเหล็กขั้นบันไดกับความดำของกระดาษอัดรูปบนกราฟธรรมดา

5.3.5 จากข้อ 5.1.2.4 เขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่างความหนาของเหล็กขั้นบันไดกับค่าเอกซ์โพเชอร์ (mA - min) โดยเลือกความดำของกระดาษรูปเป็น 0.6 ดังแสดงในรูปที่ 5.2 - 5.10

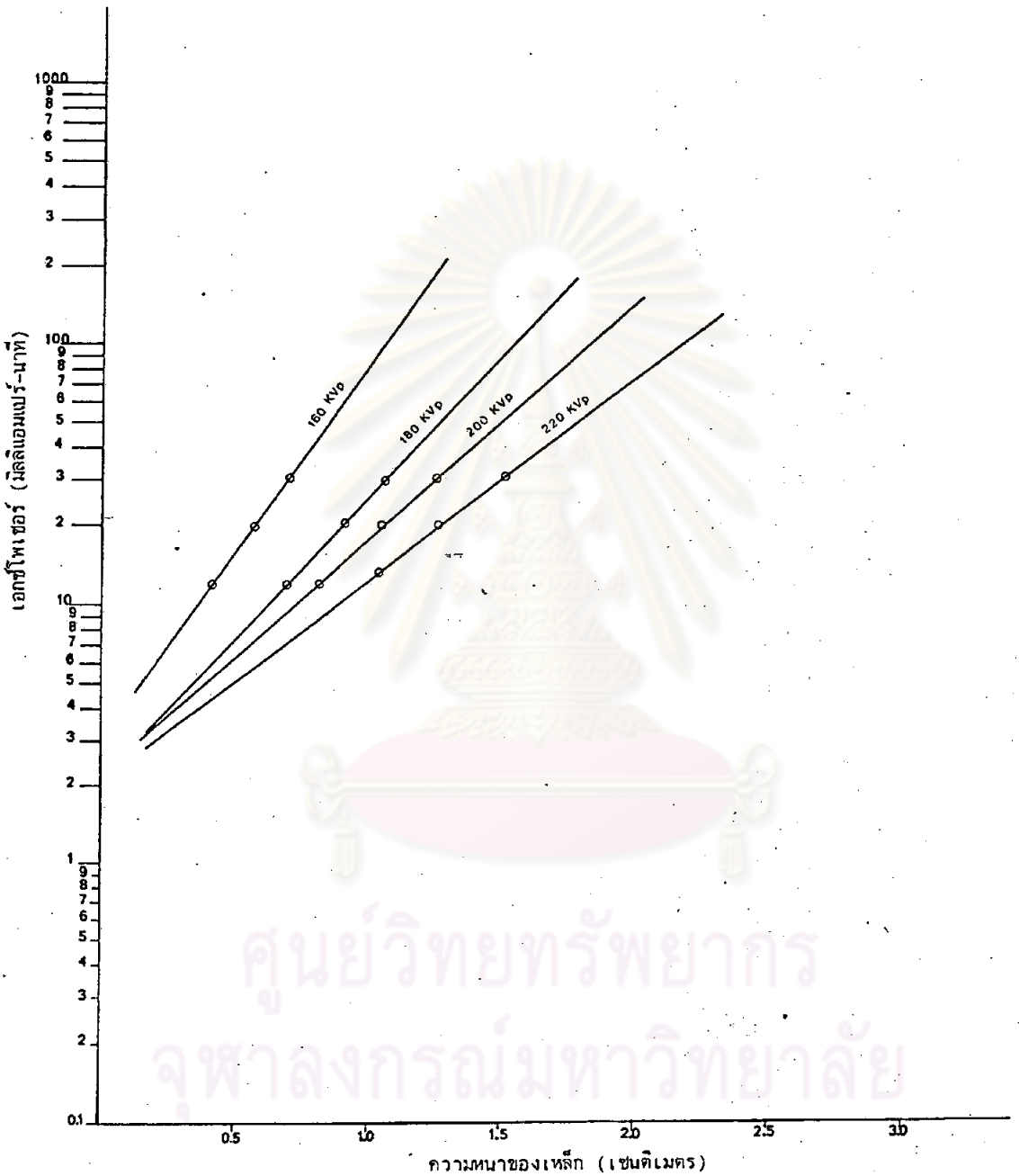
หมายเหตุ ฉากเรืองแสงชนิดที่ 1 หรือ S1 คือฉากเรืองแสงของบริษัท PHILIPS
ฉากเรืองแสงชนิดที่ 2 หรือ S2 คือฉากเรืองแสงของบริษัท TOSHIBA
ฉากเรืองแสงชนิดที่ 3 หรือ S3 คือฉากเรืองแสงของบริษัท PICKER

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 5.1 กราฟเอกซ์โพเชอร์ของฟิล์มรังสีเอกซ์ FFD = 82.16 เซนติเมตร

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 5.2 กราฟเอกซ์โพเชอร์ของกระดาษอัดรูปเบอร์ F2 กับฉากเรืองแสงชนิดที่ 1

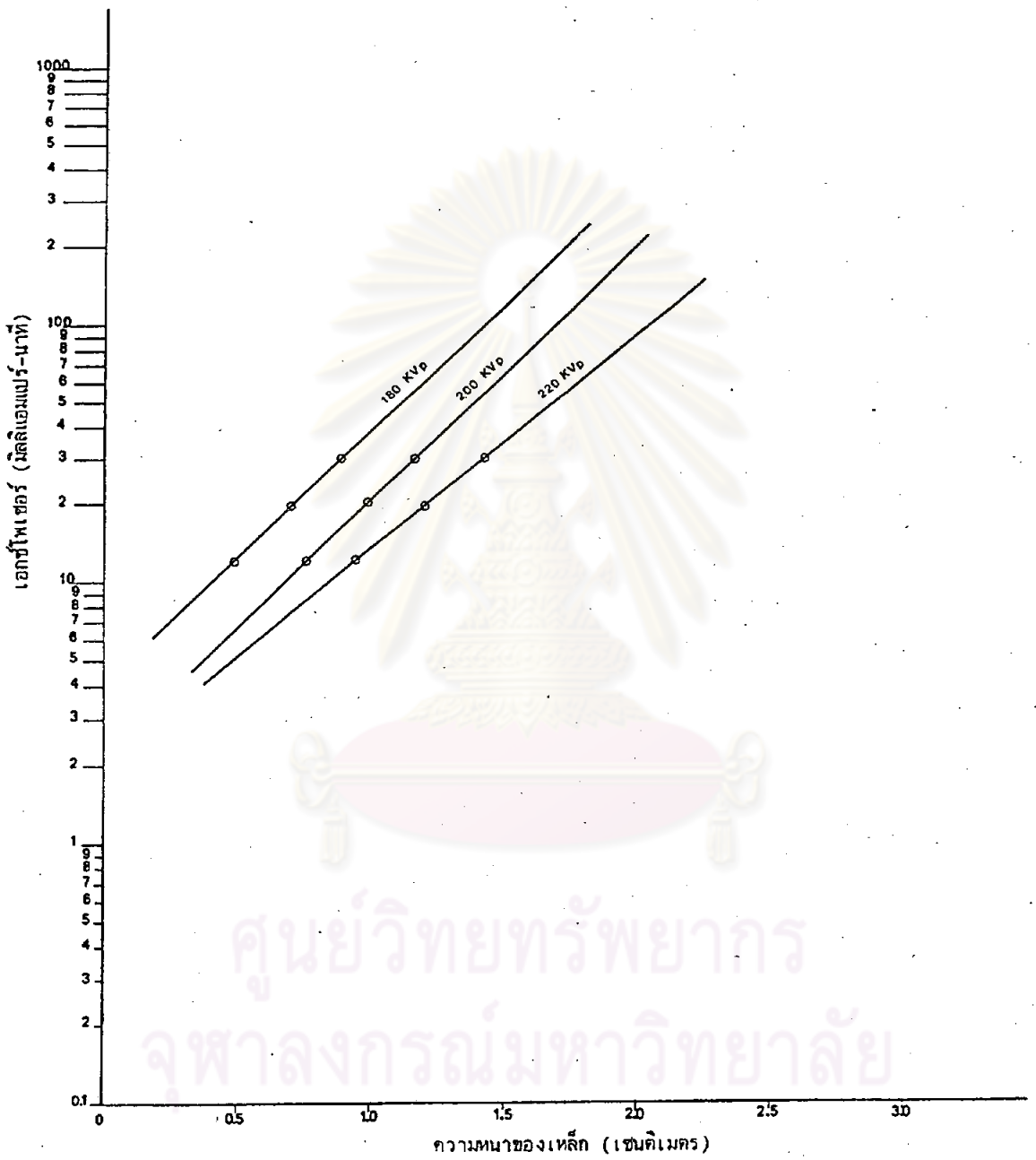
FFD = 82.16 เซนติเมตร

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 5.3 กราฟเอกซ์โพเชอร์ของกระดาษอัดรูปเบอร์ F3 กับฉากเรืองแสงชนิดที่ 1

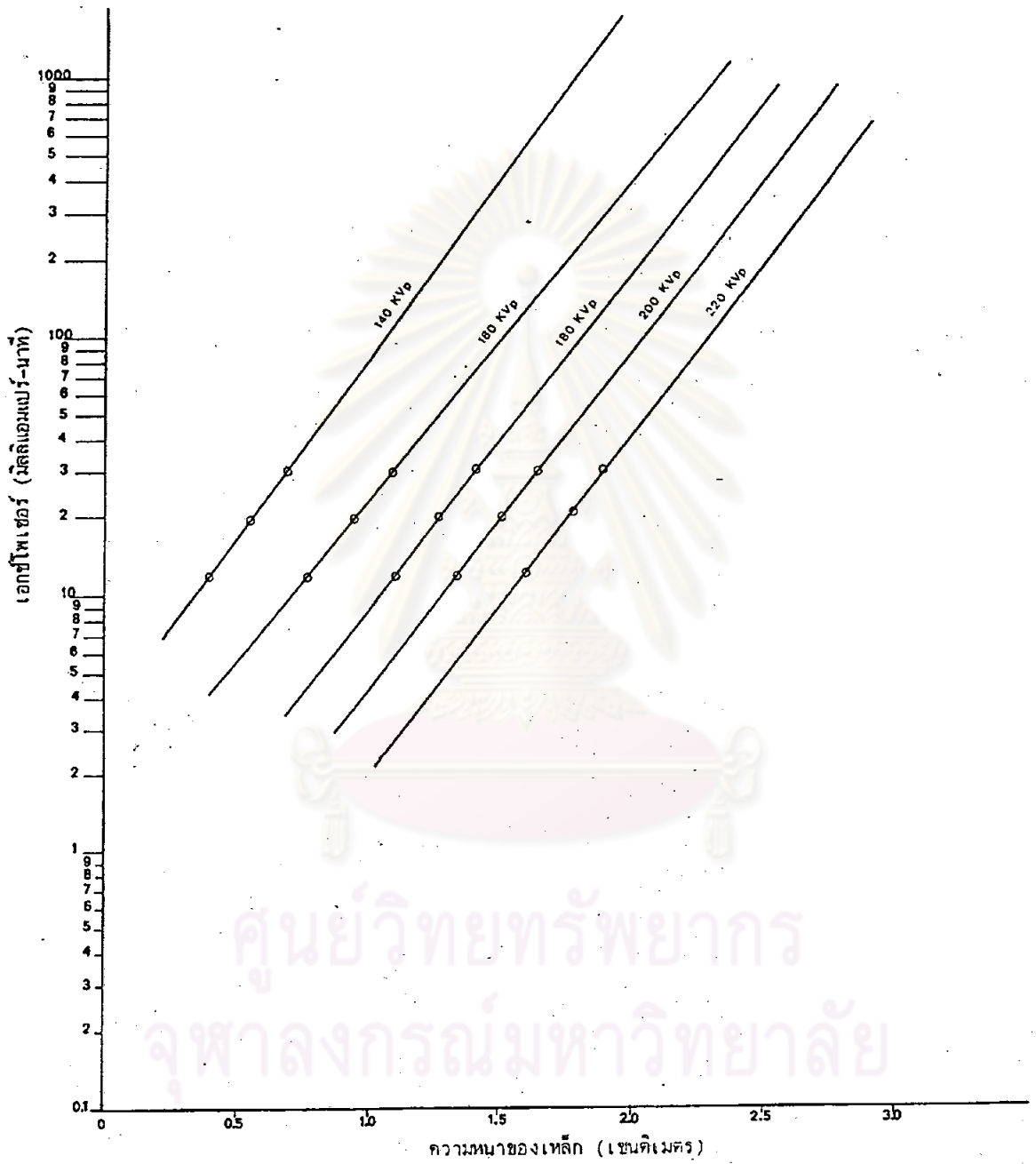
FFD = 82.16 เซนติเมตร

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 5.4 กราฟเอกซ์โพเชอร์ของกระดาษอัดรูปเบอร์ F4 กับฉากเรืองแสงชนิดที่ 1
FFD = 82.16 เซนติเมตร

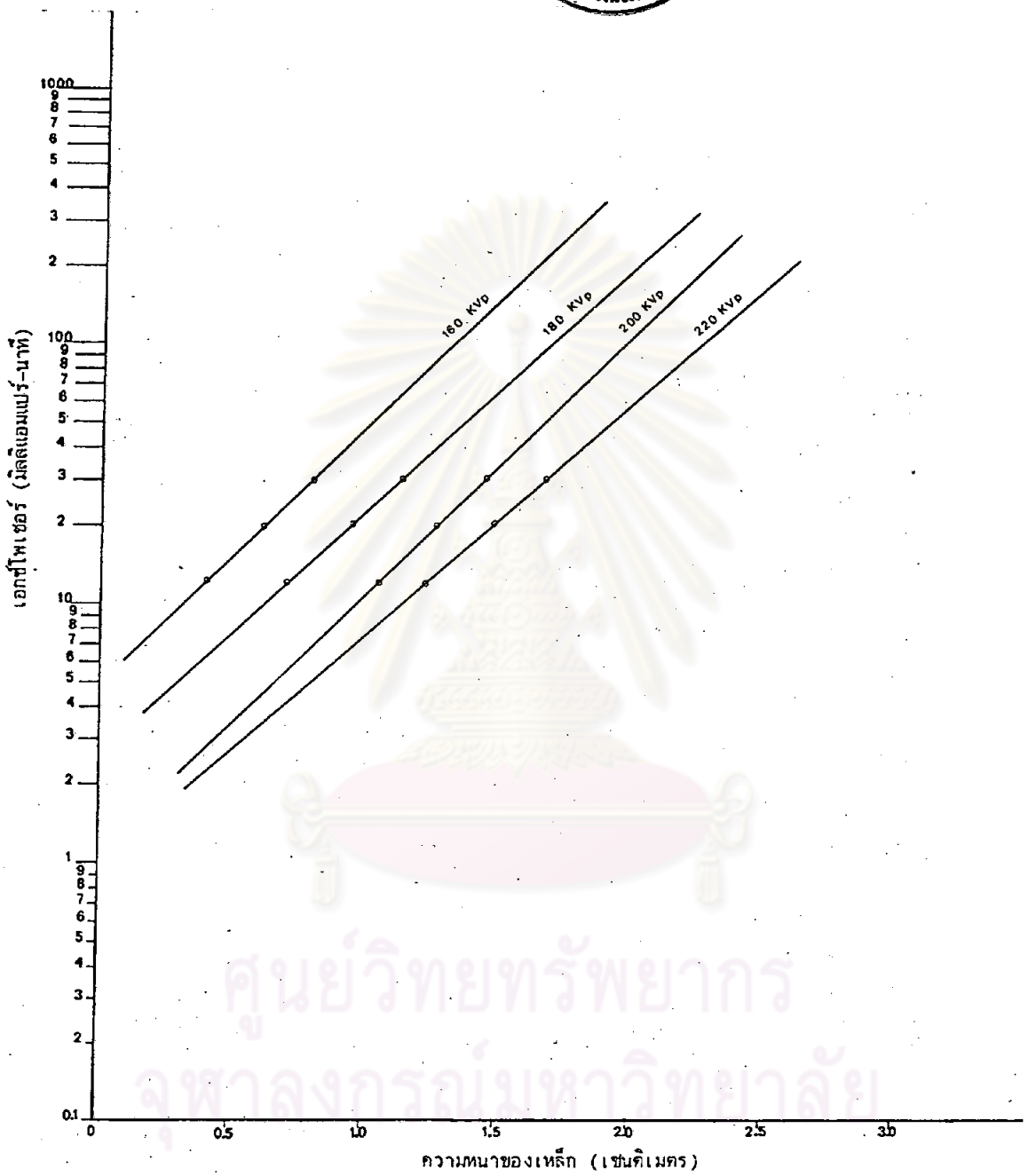
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 5.5 กราฟเอกซ์โพเชอร์ของกระดาษอัดรูปเบอร์F2 กับฉากเรืองแสงชนิดที่ 2

FFD = 82.16 เซนติเมตร

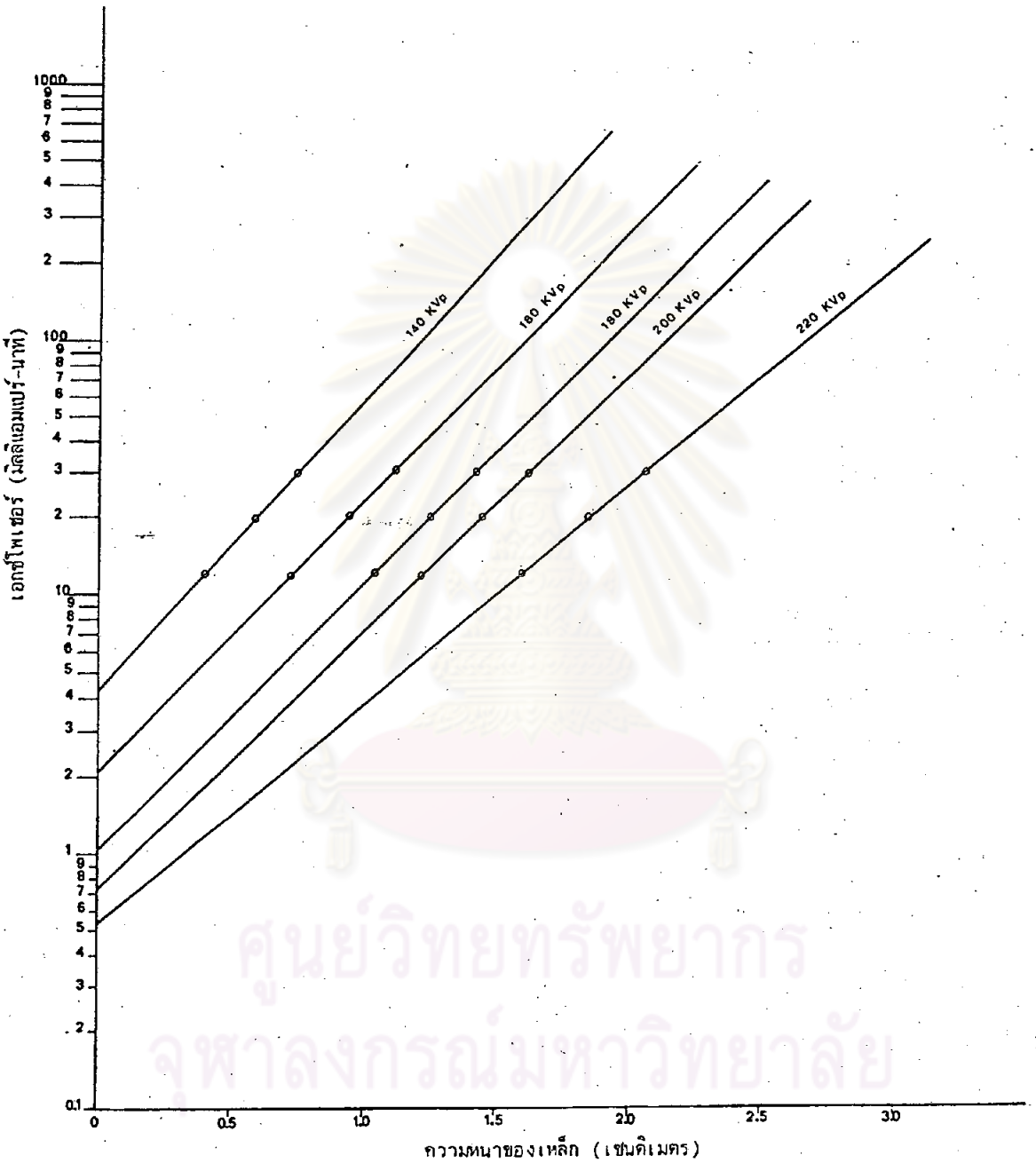
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 5.6 กราฟเอกซ์โพเซอร์ของกระดาษอัดรูปเบอร์ F3 กับฉากเรืองแสงชนิดที่ 2

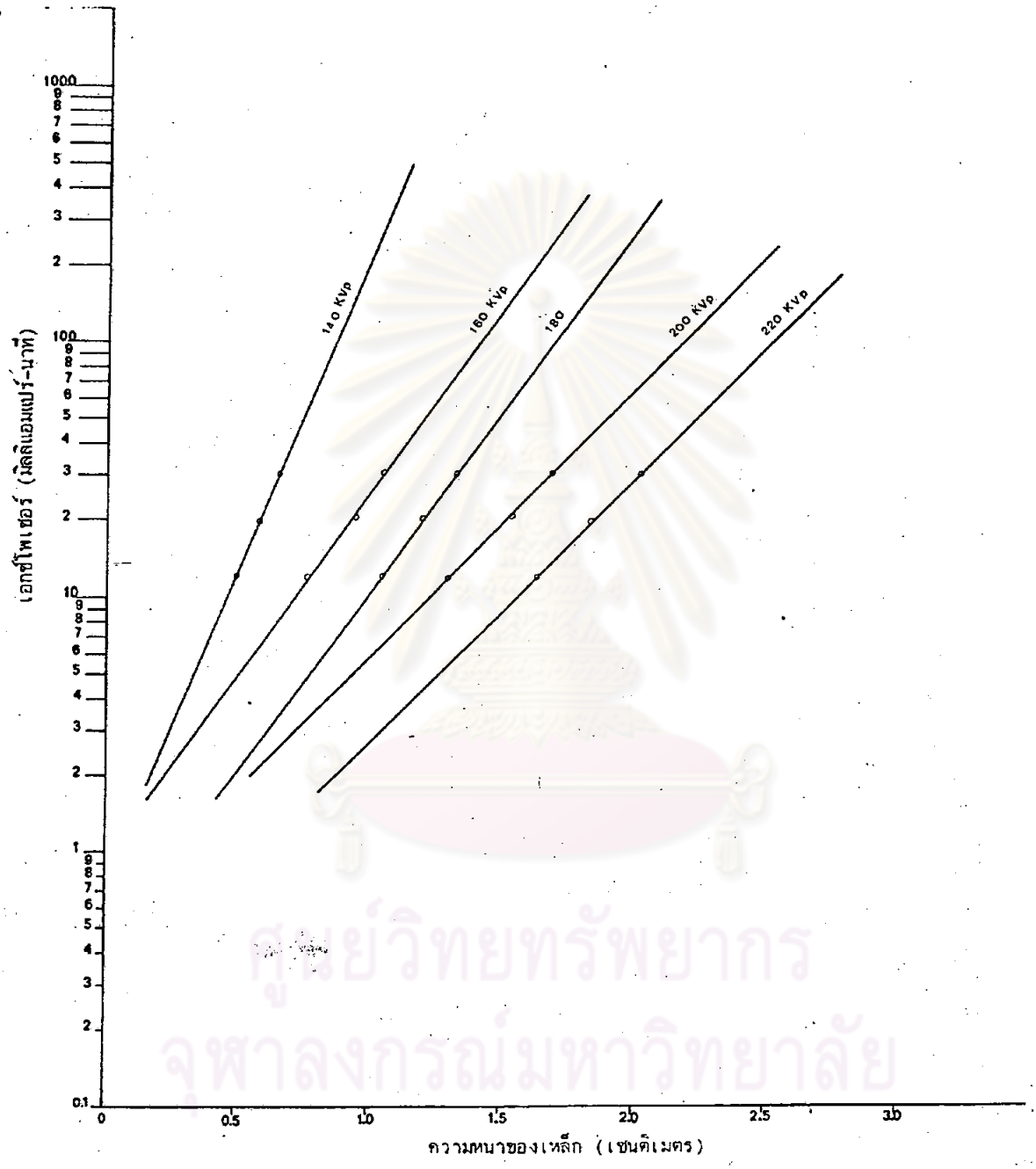
FFD = 82.16 เซนติเมตร

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 5.7 กราฟเอกซ์โพเชอร์ของกระดาษอัดรูปเบอร์ F4 กับฉากเรืองแสงชนิดที่ 2 FFD = 82.16 เซนติเมตร

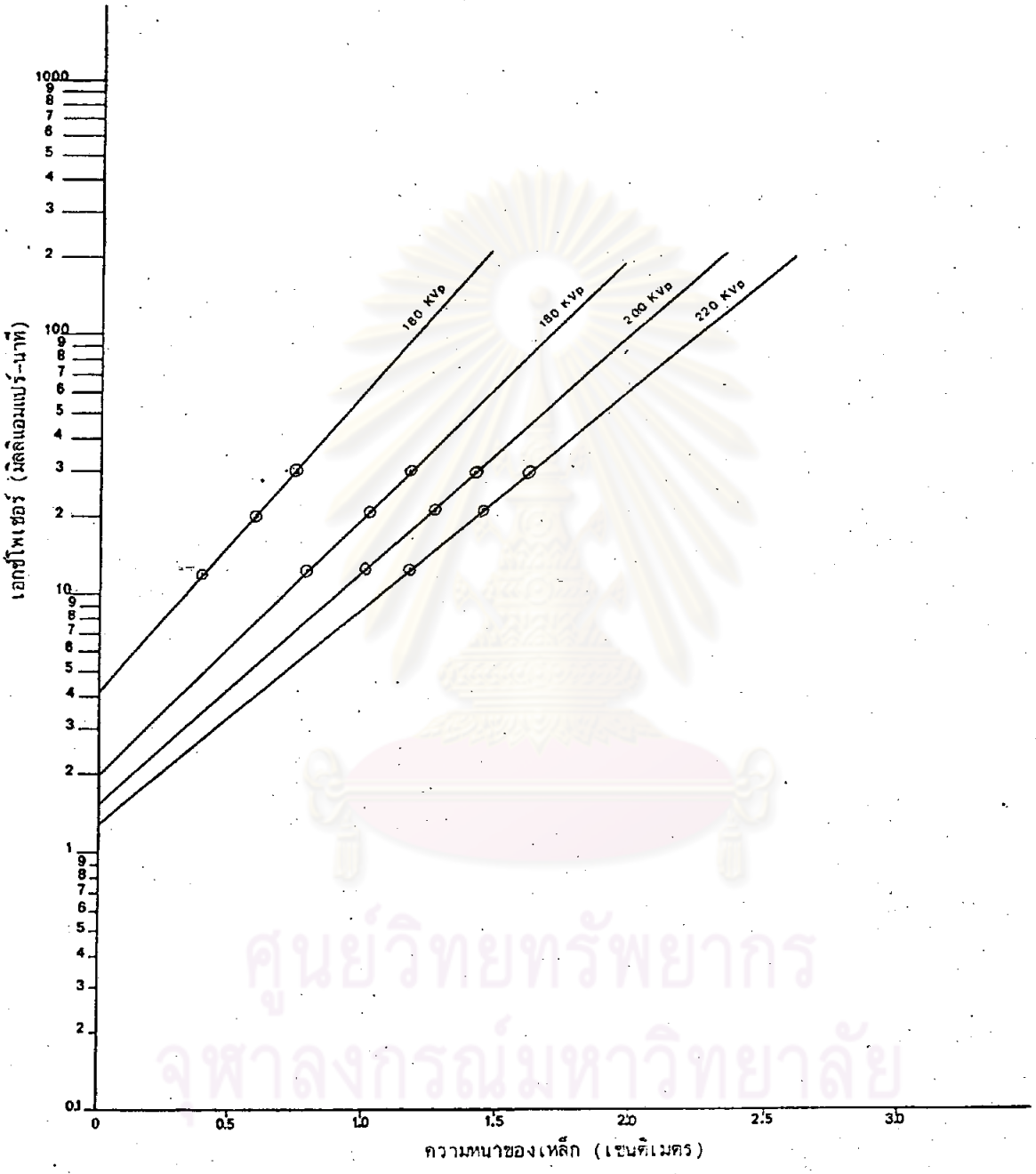
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 5.8 กราฟเอกซ์โพเชอร์ของกระดาษอัดรูปเบอร์F2 กับฉากเรืองแสงชนิดที่ 3

FFD = 82.16 เซนติเมตร

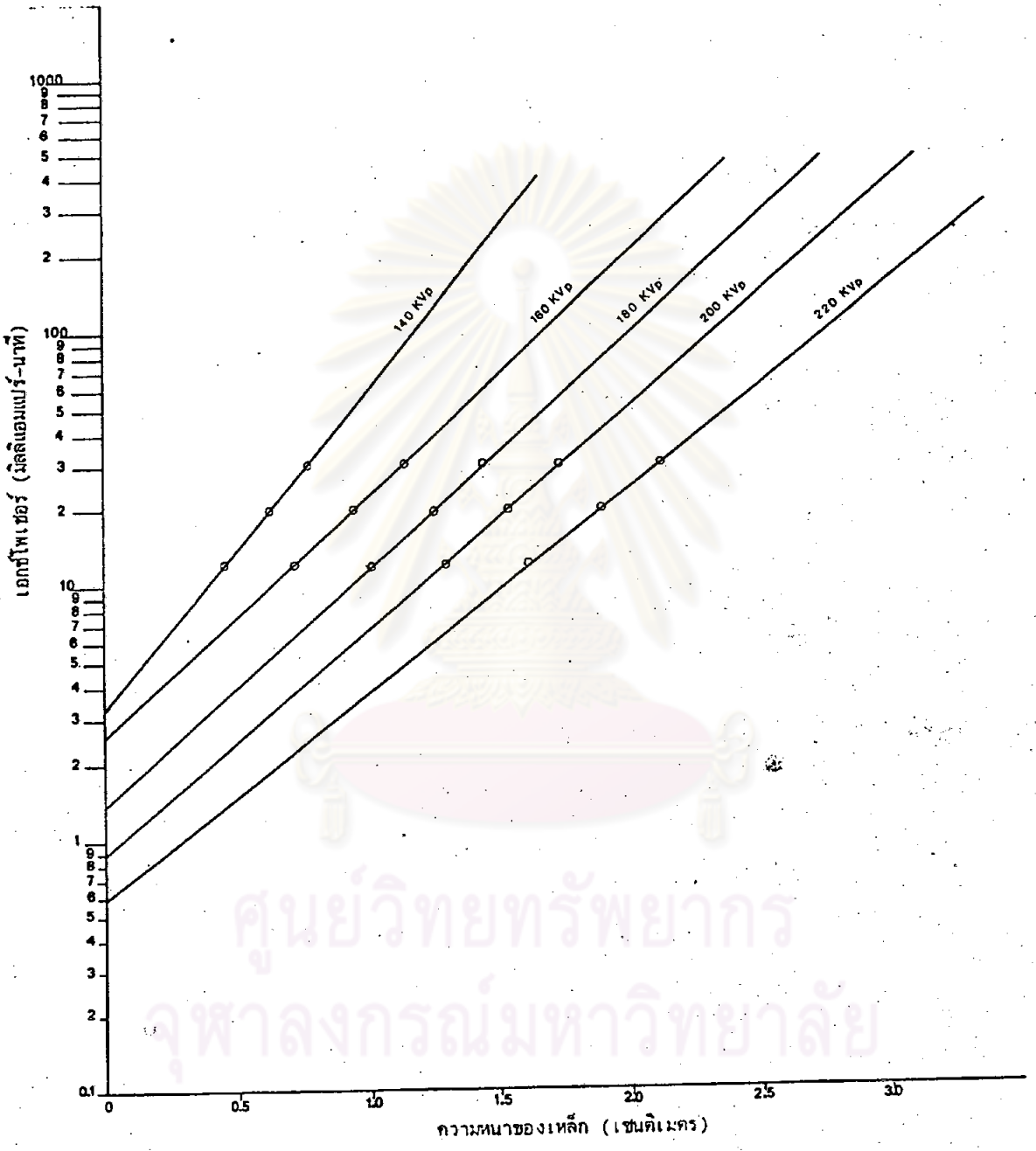
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 5.9 กราฟเอกซ์โพเชอร์ของกระดาษอัดรูปเบอร์ F3 กับฉากเรืองแสงชนิดที่ 3

FFD = 82.16 เซนติเมตร

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 5.10 กราฟเอกซ์โพเชอร์ ของกระดาษอัดรูปเบอร์ F4 กับฉากเรืองแสงชนิดที่ 3

FFD = 82.16 เซนติเมตร

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

5.4 คอร์เรกชัน แฟกเตอร์ (correction factor)

ค่าคอร์เรกชัน แฟกเตอร์ หมายถึงค่าที่ใช้สำหรับแก้ค่าจากค่าที่มีความสัมพันธ์กันค่าหนึ่งไปสู่อีกค่าหนึ่ง สำหรับการถ่ายภาพด้วยรังสีนั้นไม่จำเป็นต้องสร้างกราฟเอกซ์โพเชอร์ทุกรูปในกรณีที่ใช้กระดาษอัดหรือฉากเรืองแสงหลายชนิด โดยสามารถสร้างเพียงรูปเดียวซึ่งอาจจะยึดกระดาษอัดรูปและฉากเรืองแสงเพียงคู่เดียวเท่านั้น แล้วคำนวนค่าแก้ไปยังกระดาษอัดหรือฉากเรืองแสงคู่อื่นๆ ในที่นี้เราเลือกกระดาษอัด เบอร์ F4 และฉากเรืองแสง S3 เป็นคู่มาตรฐาน ดังตารางที่ 5.1

ตัวอย่างการหาค่าคอร์เรกชันแฟกเตอร์ จากรูปที่ 5.10 ที่ 160 kVp และความหนา 1 ซม. อ่านค่าเอกซ์โพเชอร์ได้ 22 mA - min และจากรูปที่ 5.9 ที่ 160 kVp ความหนา 1 ซม. อ่านค่าเอกซ์โพเชอร์ได้ 60 mA - min

เพราะฉนั้น ค่าคอร์เรกชันแฟกเตอร์ (F) เท่ากับ $\frac{60}{22}$ = 2.73 เป็นต้น

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 5.1 แสดงค่าคอร์เรกชัน แฟกเตอร์ สำหรับค่าเอกซ์โพเชอร์ของกระดาษอัดรูปชนิดต่างๆ กับฉากเรืองแสงชนิดต่างๆ *

ชนิดของกระดาษอัด	ชนิดของฉากเรืองแสง														
	S1					S2					S3				
	kVp					kVp					kVp				
	140	160	180	200	220	140	160	180	200	220	140	160	180	200	220
F2	-	-	2.22	2.81	3.24	1.40	1.05	0.77	0.67	0.54	-	-	0.90	0.91	0.73
F3	-	-	5.22	7.19	6.35	-	2.18	2.00	1.72	2.05	-	2.73	1.74	1.95	2.40
F4	-	-	1.74	3.03	3.65	1.00	1.02	1.00	1.13	1.02	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

หมายเหตุ * ค่าจากตารางนี้ใช้ร่วมกับกราฟเอกซ์โพเชอร์ในรูปที่ 5.10

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

5.5 การพิจารณาหากระดาษอัดรูป และฉากเรืองแสงคู่ที่มีคอนทราสต์ (contrast) และความไว (sensitivity)ดีกว่าอีก 2 ชนิด

5.5.1 หาคอนทราสต์ของกระดาษอัดรูปเบอร์ที่สูงกว่าอีก 2 เบอร์ โดยใช้กระดาษอัดรูปทั้ง 3 เบอร์กับฉากเรืองแสงชนิดที่ 3

กระดาษอัดรูปเบอร์ F2 กับ ฉากเรืองแสงชนิดที่ 3
กระดาษอัดรูปเบอร์ F3 กับ ฉากเรืองแสงชนิดที่ 3
กระดาษอัดรูปเบอร์ F4 กับ ฉากเรืองแสงชนิดที่ 3

ก. ถ่าย เหล็กขั้นบันได ด้วยรังสีเอกซ์ โดยใช้เอกซ์โพเชอร์ 30 mA -min และศักดาไฟฟ้า ที่ 220 kVp

ข. ล้างกระดาษอัดรูปทั้ง 3 เบอร์ โดยให้มีสภาพการล้างเหมือนกันหมด

ค. วัดความดำ (density) ของกระดาษอัดรูปตามความหนาของเหล็กขั้นบันได โดยใช้เกรย์สเกล เป็นตัวเทียบ

ง. เขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่างความหนาของเหล็กขั้นบันไดกับความดำของกระดาษอัดรูป

จ. ได้กราฟ 3 เส้น ซึ่งแสดงคุณสมบัติของกระดาษอัดรูปทั้ง 3 เบอร์ ตามรูปที่ 5.11 สรุปได้ว่า F4 มีคอนทราสต์ดีกว่า F2 และ F2 ดีกว่า F3

5.5.2 หาฉากเรืองแสงที่ทำให้กระดาษอัดรูปมีคอนทราสต์สูงกว่าอีก 2 เบอร์ โดยใช้ฉากเรืองแสง 3 ชนิด กับกระดาษอัดรูป เบอร์F4

ฉากเรืองแสงชนิดที่ 1 กับ กระดาษอัดรูปเบอร์ F4
ฉากเรืองแสงชนิดที่ 2 กับ กระดาษอัดรูปเบอร์ F4
ฉากเรืองแสงชนิดที่ 3 กับ กระดาษอัดรูปเบอร์ F4

ก. ถ่ายขั้นบันได ด้วยรังสีเอกซ์โดยใช้เอกซ์โพเชอร์ 30 mA-min และศักดาไฟฟ้า ที่ 220 kVp.

ข. ล้างกระดาษอัดรูปทั้ง 3 แผ่น โดยให้มีสภาพการล้างเหมือนกันหมด

ค. วัดความดำ (density) ของกระดาษอัดรูปตามความหนาของเหล็กขั้นบันได โดยใช้เกรย์สเกล เป็นตัวเทียบ

ง. เขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่างความหนาของเหล็กขั้นบันไดกับความดำของกระดาษอัดรูป

จ. ได้กราฟ 3 เส้น ซึ่งแสดงคุณสมบัติของฉากเรืองแสงทั้ง 3 ชนิด ดังรูปที่ 5.12

5.5.3 พิจารณาหากระดาษอัดรูปกับฉากเรืองแสงคู่ที่มีความไว (sensitivity) ดีกว่าอีก 2 ชนิด

หาความไว (sensitivity) ของ

กระดาษอัดรูปเบอร์ F2	กับ	ฉากเรืองแสงชนิดที่ 1
กระดาษอัดรูปเบอร์ F3	กับ	ฉากเรืองแสงชนิดที่ 1
กระดาษอัดรูปเบอร์ F4	กับ	ฉากเรืองแสงชนิดที่ 1
กระดาษอัดรูปเบอร์ F2	กับ	ฉากเรืองแสงชนิดที่ 2
กระดาษอัดรูปเบอร์ F3	กับ	ฉากเรืองแสงชนิดที่ 2
กระดาษอัดรูปเบอร์ F4	กับ	ฉากเรืองแสงชนิดที่ 2
กระดาษอัดรูปเบอร์ F2	กับ	ฉากเรืองแสงชนิดที่ 3
กระดาษอัดรูปเบอร์ F3	กับ	ฉากเรืองแสงชนิดที่ 3
กระดาษอัดรูปเบอร์ F4	กับ	ฉากเรืองแสงชนิดที่ 3

ก. ถ่ายเหล็กหล่อหนา 1.6 เซนติเมตร ด้วยรังสีเอกซ์ ซึ่งมี IQI แบบ DIN 62 FE ขนาดเส้นลวดเบอร์ 6 ถึง 12 วางข้างบนโดยใช้ค่าเอกซ์โพเชอร์ 30 mA-min และศักดาไฟฟ้าที่ 220 kVp. FFD = 82.16 เซนติเมตร

ข. ล้างกระดาษอัดรูปทั้ง 9 แผ่น โดยให้มีสภาพการล้างเหมือนกันหมด

ค. พิจารณาดูขนาดของเส้นลวดเล็กที่สุดที่มองเห็นของกระดาษอัดรูปกับฉากเรืองแสงแต่ละคู่ และนำมาคำนวณค่าความไว (sensitivity) จากสมการ

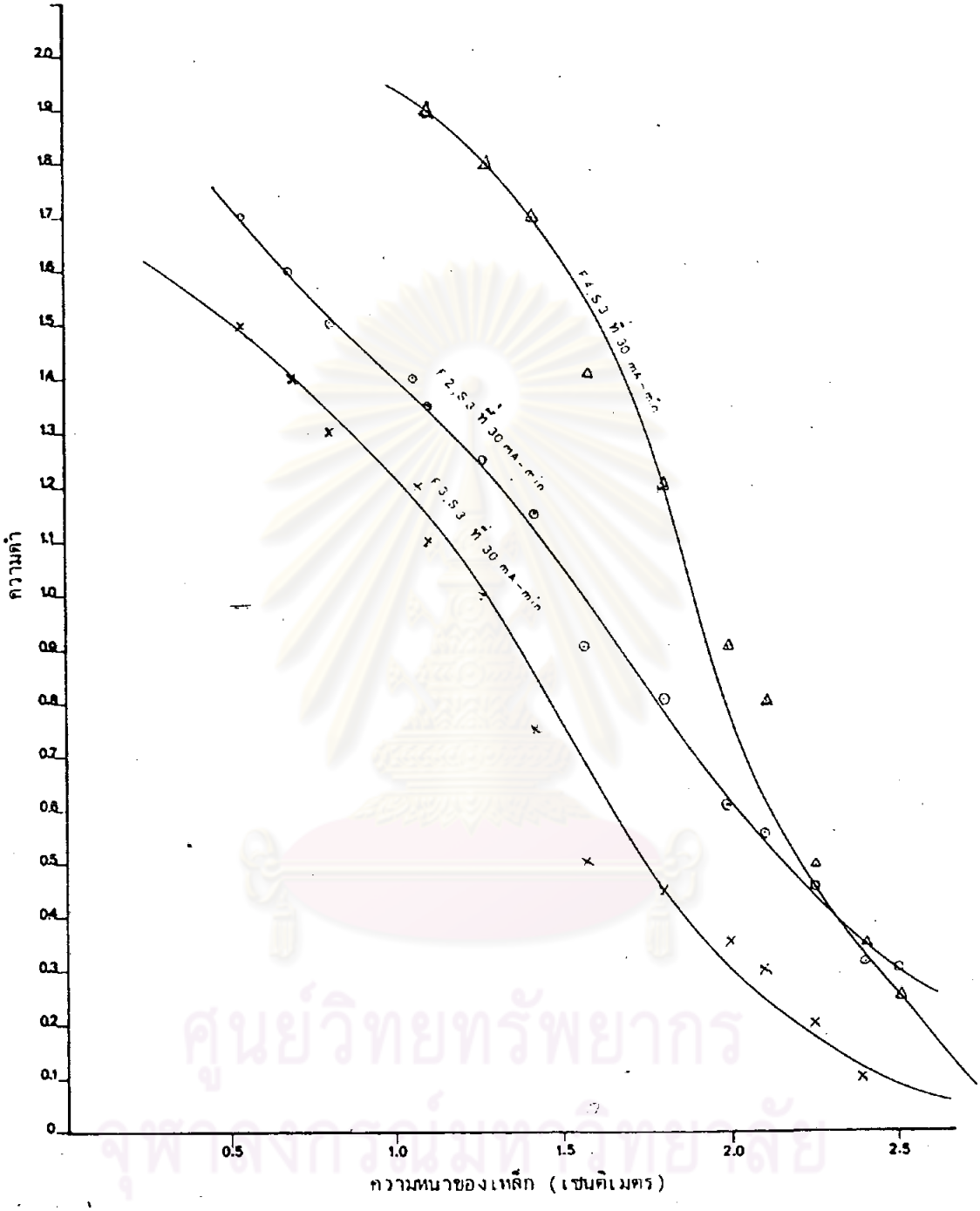
$$\text{ความไว} = \frac{\text{ขนาดเส้นลวดเล็กที่สุดที่มองเห็น}}{\text{ความหนาของชิ้นงาน}} \times 100$$

จะได้ค่าความไว (sensitivity) ของกระดาษอัดรูปกับฉากเรืองแสง แต่ละคู่กับตาราง 5.2

ตารางที่ 5.2 เปรียบเทียบความไวของกระดาษอัดรูปกับฉากเรืองแสงแต่ละคู่

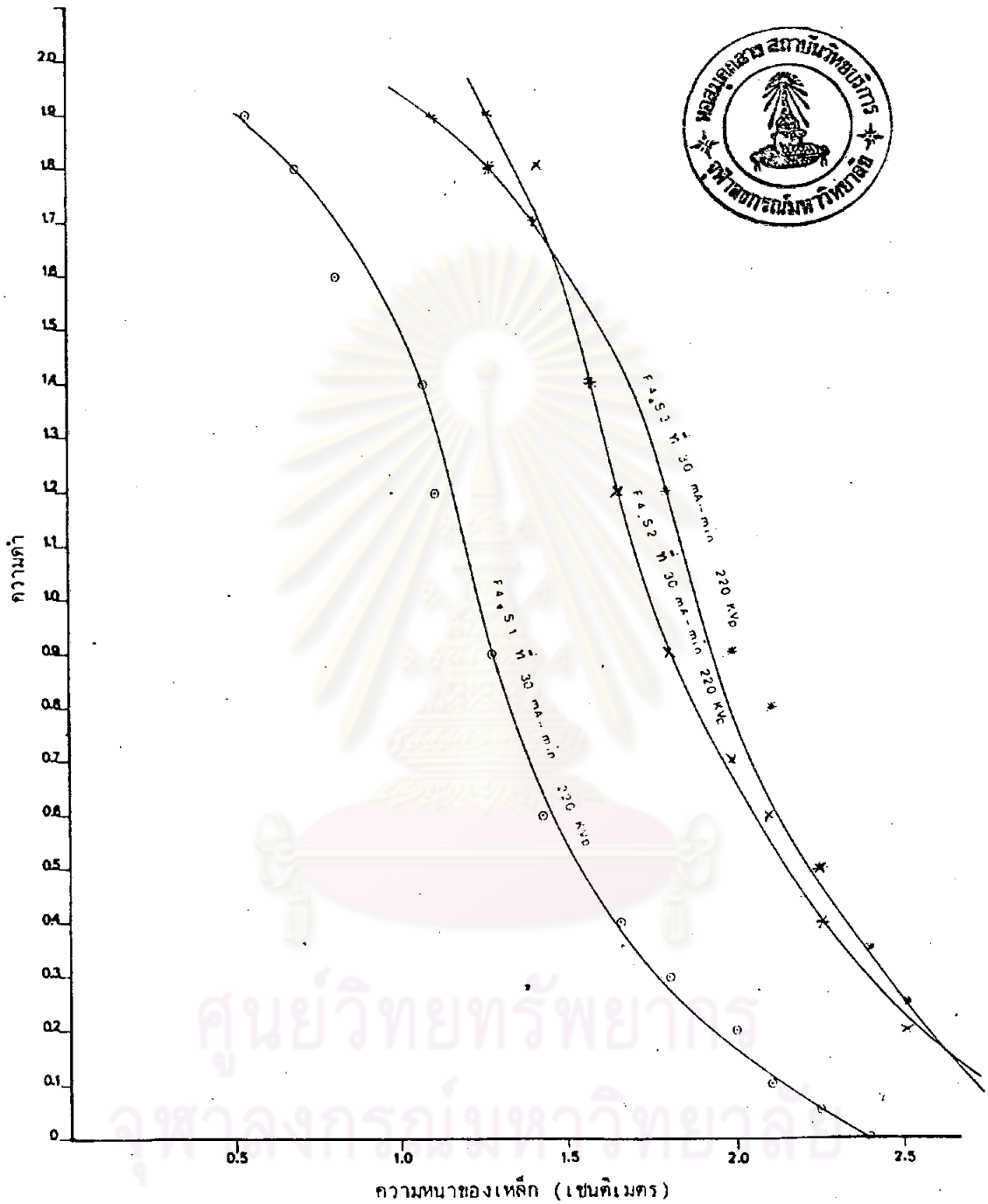
ชนิดกระดาษอัดรูป	ชนิดฉากเรืองแสง	ขนาดเส้นลวดเล็กที่สุดที่มองเห็น		ความไว
		เบอร์เส้นลวด	ขนาดø(มม.)	(%)
F2	1	9	0.50	3.125
F3	1	9	0.50	3.125
F4	1	10	0.40	2.50
F2	2	9	0.50	3.125
F3	2	9	0.50	3.125
F4	2	10	0.40	2.50
F2	3	10	0.40	2.50
F3	3	10	0.40	2.50
F4	3	12	0.25	1.56

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 5.11 กราฟเปรียบเทียบคอนทราสต์ของกระดาษอัดรูปเบอร์ต่างๆเมื่อใช้ฉากเรืองแสงชนิดเดียวกัน FFD = 82.16 เซนติเมตร

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 5.12 กราฟเปรียบเทียบคอนทราสต์ของฉากเรืองแสงชนิดต่างๆ เมื่อใช้กระดาษอัดรูปเบอร์เดียวกัน FFD = 82.16 เซนติเมตร

5.6 การหาช่วงการใช้พลังงานของรังสีเอกซ์กับกระดาษอัดรูปเพื่อให้ได้ความไว (Sensitivity) ไม่เกิน 2 % (ใช้กระดาษอัดรูปเบอร์ F4 กับฉากเรืองแสงชนิดที่ 3)

มีขั้นตอนดังนี้

1. ถ่ายเหล็กขั้นบันได ด้วยรังสีเอกซ์ ซึ่งวาง IQI แบบ DIN 62 FE อยู่ข้างบน ที่ระยะความหนา 5.48 มิลลิเมตร 10.72 มิลลิเมตร 12.79 มิลลิเมตร 16.60 มิลลิเมตร และ 20.00 มิลลิเมตร โดยใช้ศักดาไฟฟ้า ที่ 140 kVp. 160 kVp 180 kVp. 200 kVp และ 220 kVp กับแต่ละความหนา เวลาในการถ่าย อ่านจากกราฟเอกซ์โพเชอร์ ที่ 5.10 ระยะ FFD = 82.16 เซนติเมตร

2. ล้างกระดาษอัดรูปทั้งหมดที่สภาพการล้างเหมือนกันหมด

3. หาค่าความไวของแต่ละชั้นความหนาของเหล็กขั้นบันได ซึ่งจะได้ค่าดังแสดงในตาราง 5.3

4. เขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าศักดาไฟฟ้า (kVp) กับความไวบนกระดาษกราฟธรรมดา ดังกราฟที่ 5.13, 5.14, 5.15, 5.16 และ 5.17

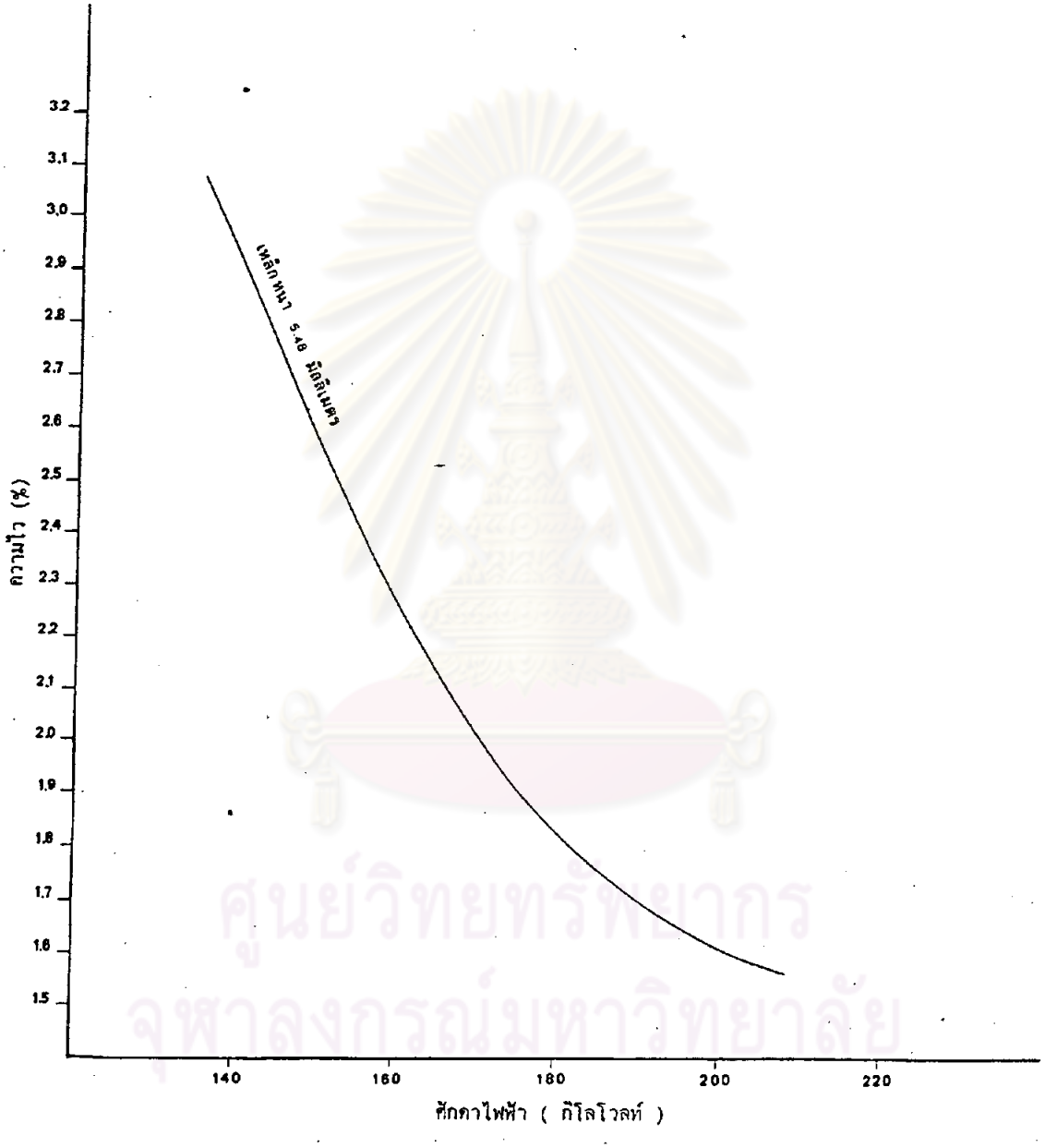
5. จากข้อ 4 เลือกความไวที่ค่า 2% และอ่านค่าศักดาไฟฟ้า แล้วหาค่าที่ได้มาเขียนกราฟระหว่างค่าความหนาของเหล็กขั้นบันได กับค่าศักดาไฟฟ้า

6. จะได้กราฟที่แสดงช่วงการใช้พลังงานของรังสีเอกซ์กับกระดาษอัดรูปเพื่อจะให้ภาพที่ได้มีความไวไม่เกิน 2% ตามกราฟ 5.18

ตาราง 5.3 แสดงค่าความไวที่ระยะความหนาและค่าศักดาไฟฟ้าต่างๆของกระดาษอัดรูป

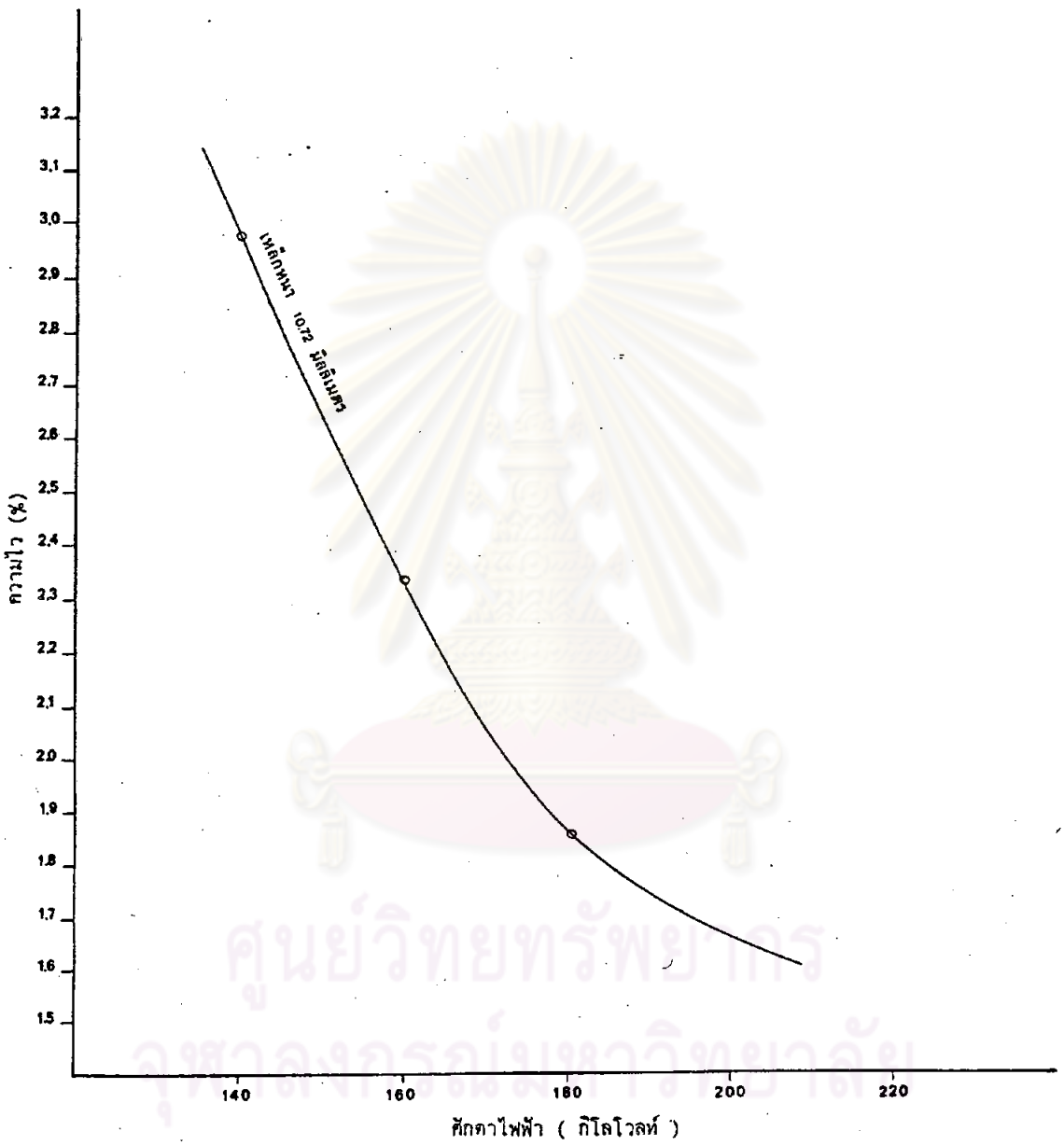
ความหนาเหล็กขั้นบันได (มม.)	ศักดาไฟฟ้าที่ใช้ (kVp)	ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของเส้นลวดเล็กที่สุดที่มองเห็น (มม.)	ความไว (%)
5.48	140	0.16	2.92
5.48	160	0.125	2.28
5.48	180	0.100	1.82
10.72	140	0.32	2.98
10.72	160	0.25	2.33
10.72	180	0.20	1.86
12.79	160	0.40	3.13
12.79	180	0.32	2.50
12.79	200	0.25	1.95
16.60	180	0.50	3.01
16.60	200	0.40	2.41
16.60	220	0.32	1.93
20.00	180	0.63	3.15
20.00	200	0.50	2.50
20.00	220	0.40	2.00

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



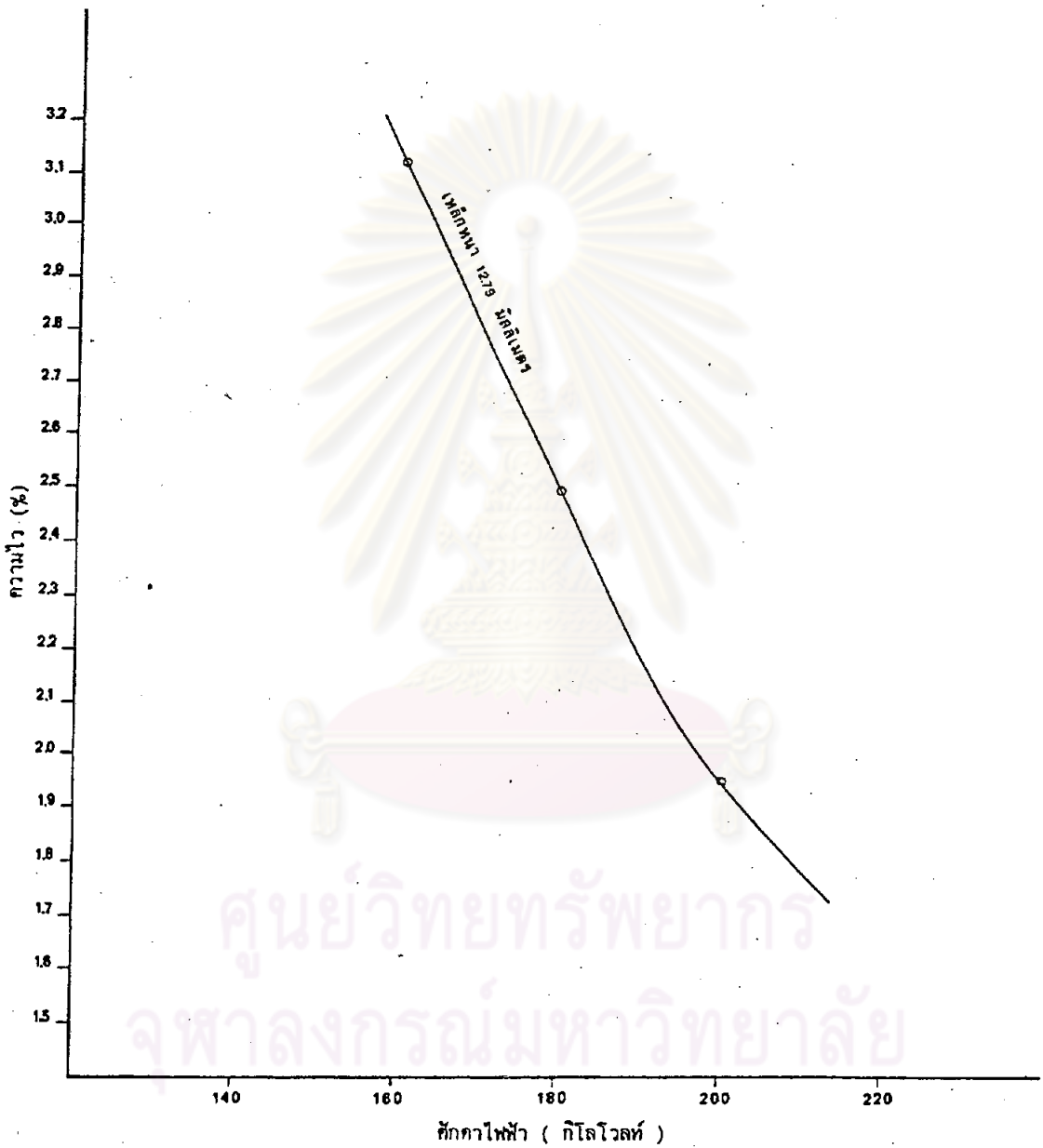
รูปที่ 5.13 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานของรังสีเอกซ์กับความไว เมื่อใช้กระดาษอัดรูปเป็นแผ่นบันทึกภาพ เหล็กหนา 5.48 มิลลิเมตร FFD = 82.16 เซนติเมตร

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 5.14 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานของรังสีเอกซ์กับความไว เมื่อใช้กระดาษอัดรูปเป็นแผ่นบันทึกภาพ เหล็กหนา 10.72 มิลลิเมตร FFD = 82.16 เซนติเมตร

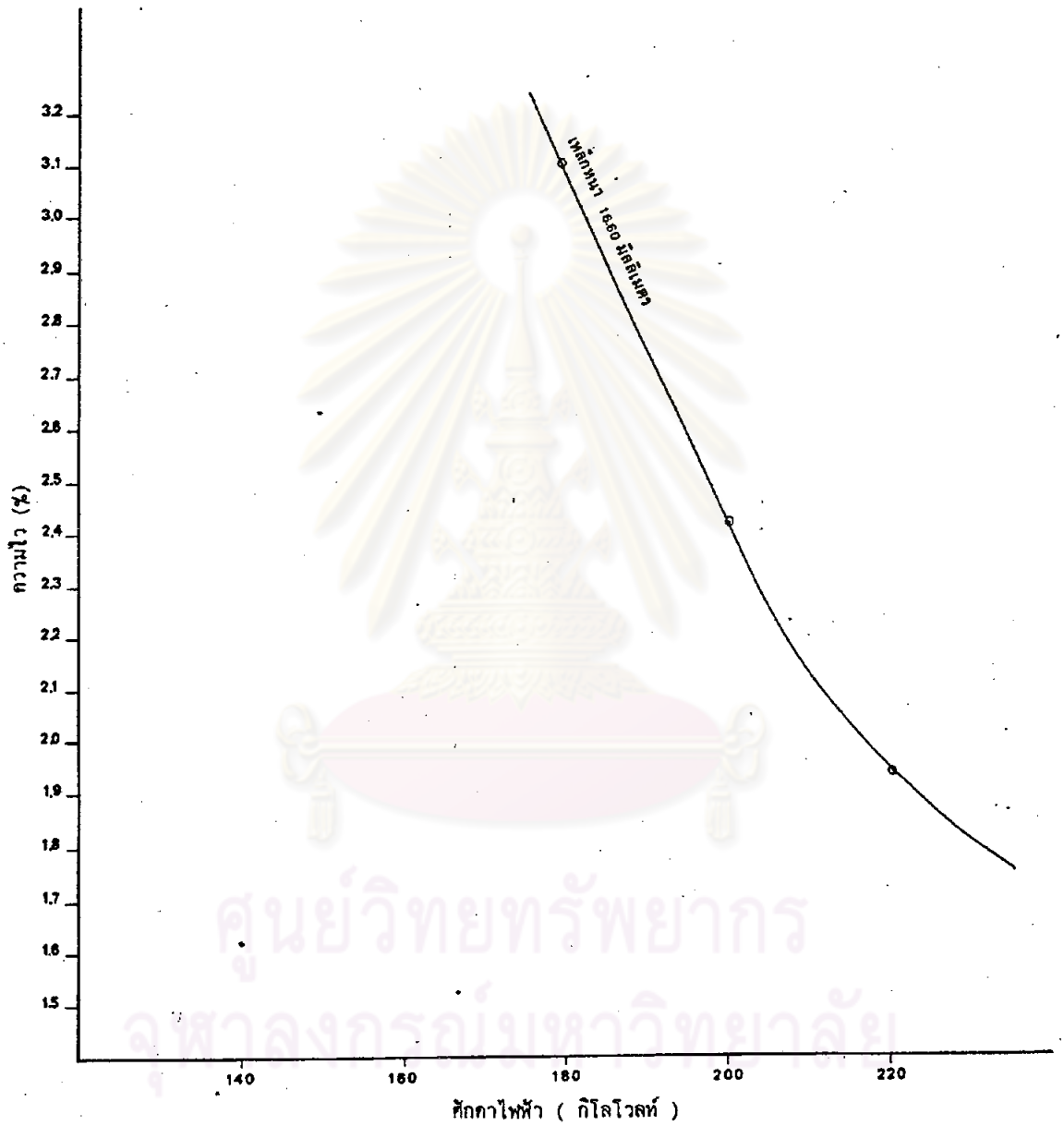
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 5.15 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานของรังสีเอกซ์กับความไว เมื่อใช้กระดาษอัดรูปเป็นแผ่นบันทึกภาพ เหล็กหนา 12.79 มิลลิเมตร

FFD = 82.16 เซนติเมตร

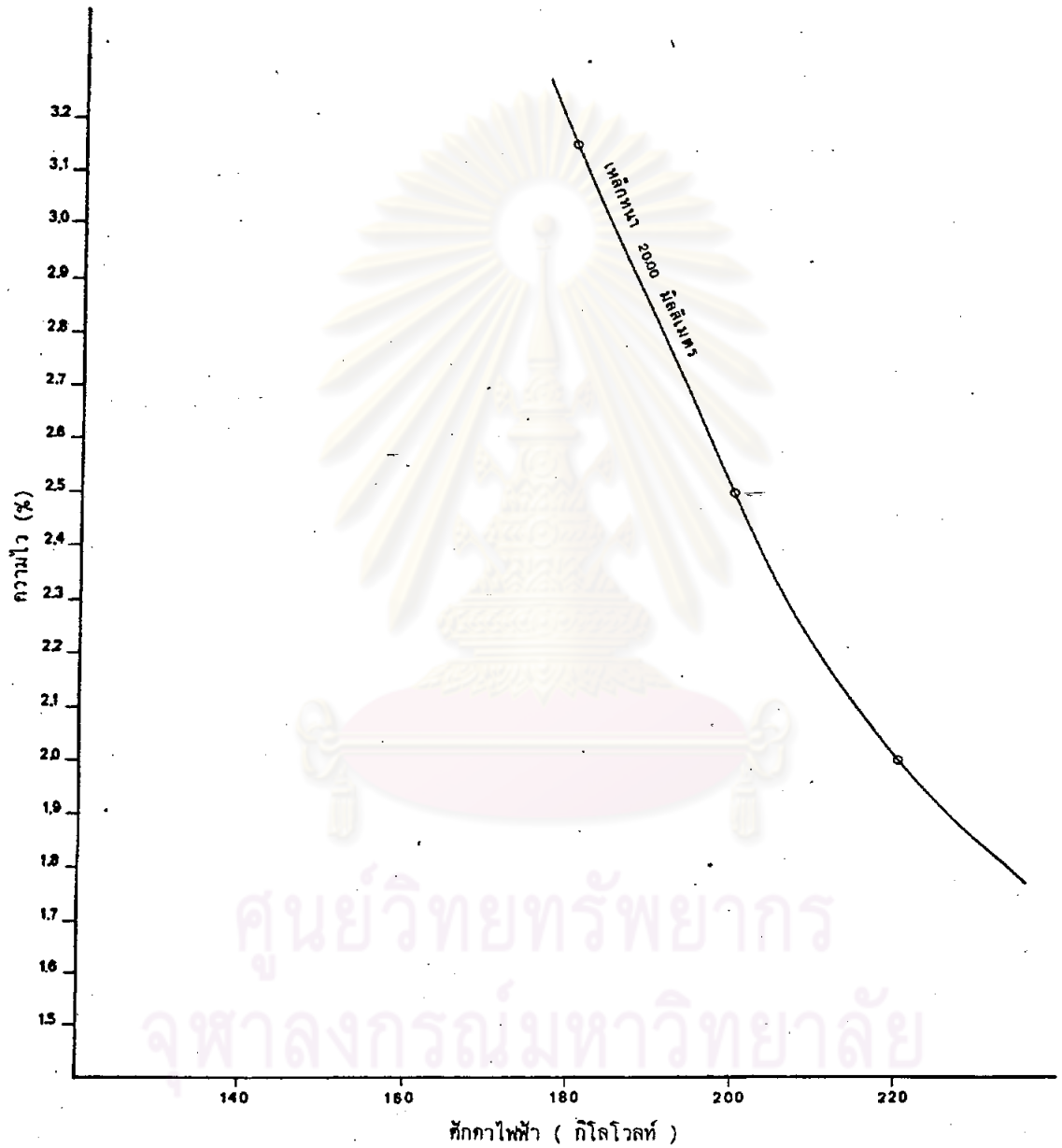
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 5.16 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานของรังสีเอกซ์กับความไว เมื่อใช้กระดาษอัดรูปเป็นแผ่นบันทึกภาพ เหล็กหนา 16.60 มิลลิเมตร

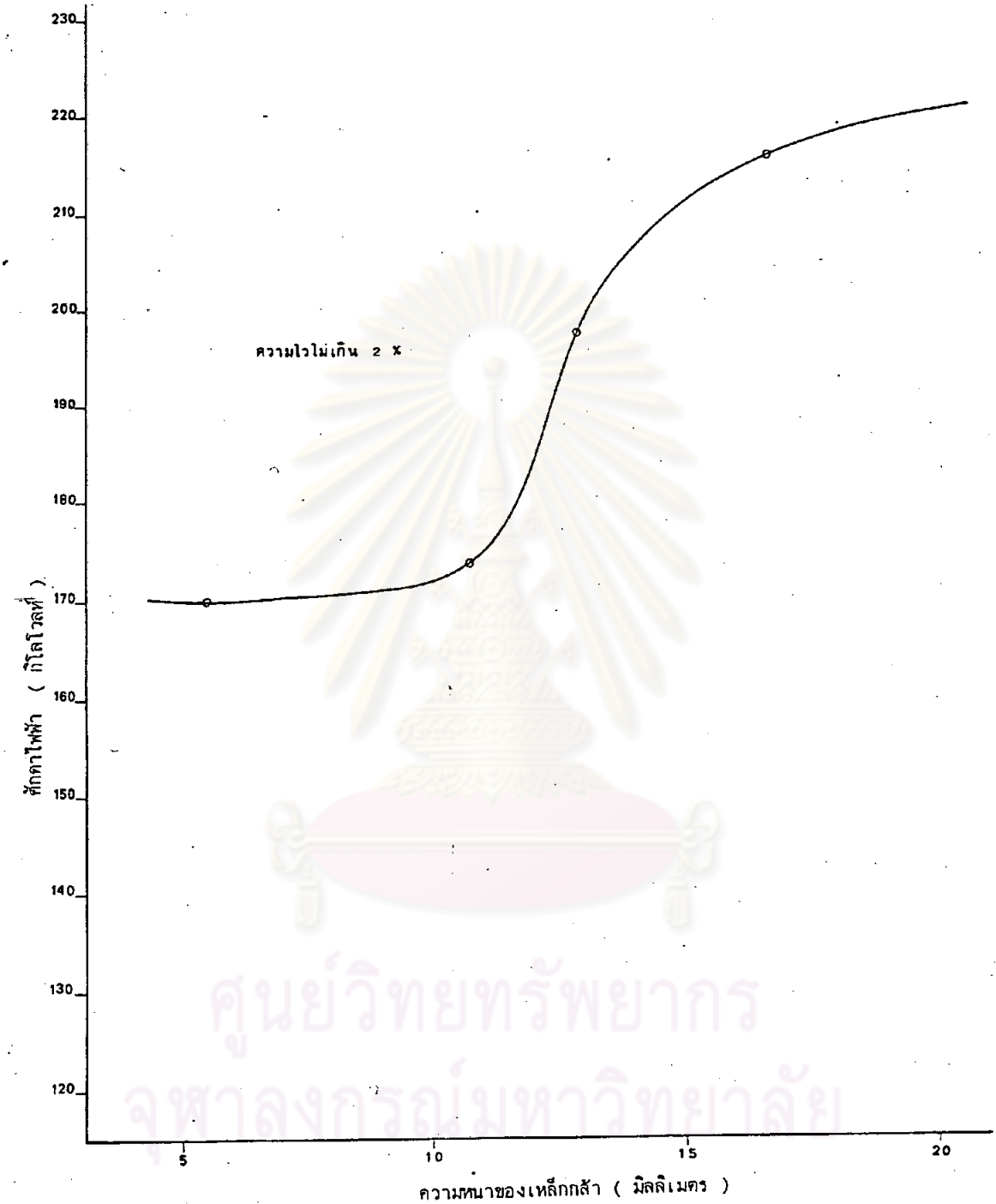
FFD = 82.16 เซนติเมตร

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 5.17 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานของรังสีเอกซ์กับความไว เมื่อใช้กระดาษอัดรูปเป็นแผ่นบันทึกภาพ เหล็กหนา 20.00 มิลลิเมตร FFD = 82.16 เซนติเมตร

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 5.18 กราฟแสดงช่วงการใช้พลังงานของรังสีเอกซ์ (ความไวไม่เกิน 2%) เมื่อใช้กระดาษอัดรูปF4 เป็นแผ่นบันทึกภาพ FFD = 82.16 เซนติเมตร

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

5.7 การหาช่วงการใช้งานของกระดาษอัดรูปเปรียบเทียบกับฟิล์มรังสีเอกซ์

การเปรียบเทียบช่วงการใช้งานของกระดาษอัดรูปกับฟิล์มรังสีเอกซ์จะใช้ความไว (sensitivity) เป็นสิ่งเปรียบเทียบ ซึ่งมีขั้นตอนการทดลองดังนี้

1. ถ่ายเหล็กหล่อหนา 1.6 ซม. ด้วยรังสีเอกซ์ โดยวาง IQI แบบDIN 62 FE ไว้ข้างบน ใช้ศักดาไฟฟ้า ที่ 220 kVp, 200 kVp, 180 kVp และ 160 kVp ระยะ FED = 82.16 เซนติเมตร เวลาที่ใช้ในการถ่ายหาจากรูปที่ 5.10 แผ่นบันทึกภาพใช้กระดาษอัดรูป

2. ถ่ายเหล็กหล่อหนา 1.6 ซม. ด้วยรังสีเอกซ์ โดยวาง IQI แบบ DIN 62 FE ไว้ข้างบนใช้ศักดาไฟฟ้าที่ 200 kVp, 180 kVp และ 160 kVp ระยะ FFD = 82.16 เซนติเมตร เวลาที่ใช้ในการถ่ายหาจาก รูปที่ 5.1 ใช้ฟิล์มรังสีเอกซ์เป็นแผ่นบันทึกภาพ

3. ล้างกระดาษอัดรูปทั้งหมดที่สภาพการล้างเหมือนกันหมด

4. ล้างฟิล์มรังสีเอกซ์ทั้งหมดที่สภาพการล้างเหมือนกัน

5. หาค่าความไวของกระดาษอัดรูป และฟิล์มรังสีเอกซ์ที่ศักดาไฟฟ้า

6. ได้ค่าความไวของกระดาษอัดรูปและฟิล์มรังสีเอกซ์ที่ศักดาไฟฟ้าต่างๆ ดังแสดงในตารางที่ 5.4

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 5.4 แสดงความไวของกระดาษอัดรูป เปรียบเทียบกับฟิล์มรังสีเอกซ์ เมื่อใช้ศักดาไฟฟ้าต่างๆ

ศักดาไฟฟ้า (KVp)	เวลาที่ใช้ถ่าย(mA-min)		ความไว(Sensitivity) (%)	
	กระดาษอัดรูป*	ฟิล์มรังสีเอกซ์	กระดาษอัดรูป	ฟิล์มรังสีเอกซ์
220	11.5	-	1.56	-
200	22	14.5	2.00	1.56
180	42	22	2.50	2.00
160	84	51	2.50	2.00

หมายเหตุ * ใช้กระดาษอัดรูปเบอร์ F4 ฉากเรืองแสงชนิดที่ 3 ถ่ายเหล็กหนา 1.6 ซม.

5.8 การถ่ายตัวอย่างชิ้นงานเปรียบเทียบระหว่างกระดาษอัดรูปกับฟิล์มรังสีเอกซ์

ในการถ่ายตัวอย่างชิ้นงานเปรียบเทียบระหว่างกระดาษอัดรูปกับฟิล์มรังสีเอกซ์ อุปกรณ์ที่จะต้องใช้ได้แก่

1. อุปกรณ์ต้นกำเนิดรังสีเอกซ์และอุปกรณ์ควบคุม
2. ชิ้นงานที่จะถ่ายเปรียบเทียบ
3. ฟิล์มรังสีเอกซ์ และฉากตะกั่ว
4. กระดาษอัดรูปและฉากเรืองแสง
5. อุปกรณ์อื่นๆ ที่จำเป็น

การถ่ายชิ้นงานต่างๆ เพื่อเปรียบเทียบระหว่างกระดาษอัดรูปกับฟิล์มรังสีเอกซ์ จะมีขั้นตอนการดำเนินการทดลองดังนี้

1. การถ่ายภาพด้วยรังสีเอกซ์โดยใช้ฟิล์มรังสีเอกซ์เป็นแผ่นบันทึกภาพที่ระยะ FFD = 82.16 เซนติเมตร

ชิ้นงาน	ศักดาไฟฟ้า (kVp)	เอกซ์โพเชอร์ (mA min)	แผ่นบันทึกภาพ
เครื่องคิดเลข	160	4	ฟิล์มรังสีเอกซ์
มิเตอร์วัดความดัน	160	6	ฟิล์มรังสีเอกซ์
นาฬิกาข้อมือ	160	6	ฟิล์มรังสีเอกซ์
ลูกปืนขนาดต่างๆ	180	6	ฟิล์มรังสีเอกซ์
ไมโครมิเตอร์	200	8	ฟิล์มรังสีเอกซ์
กุญแจ	200	24	ฟิลม์รังสีเอกซ์

2. การถ่ายภาพด้วยรังสีเอกซ์โดยใช้กระดาษอัดรูปเป็นตัวบันทึกภาพ ที่ระยะ FFD = 82.16 เซนติเมตร

ชิ้นงาน	ศักดาไฟฟ้า (kVp)	เอกซ์โพเชอร์ (mA min)	แผ่นบันทึกภาพ
เครื่องคิดเลข	140	6	กระดาษอัดรูป
มิเตอร์วัดความดัน	160	16	กระดาษอัดรูป
นาฬิกาข้อมือ	140	10	กระดาษอัดรูป
ลูกปืนขนาดต่างๆ	200	10	กระดาษอัดรูป
ไมโครมิเตอร์	200	16	กระดาษอัดรูป
กุญแจ	220	24	กระดาษอัดรูป

3. ล้างฟิล์มรังสีเอกซ์ทั้งหมดโดยให้มีสภาพการล้างเหมือนกัน

4. ล้างกระดาษอัดรูปทั้งหมดโดยให้มีสภาพการล้างเหมือนกัน

5. จะได้ภาพชิ้นงานที่บันทึกบนฟิล์มรังสีเอกซ์ และกระดาษอัดรูปตามต้องการ ซึ่งแสดงในภาคผนวก ข.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย