



ผลการวิจัย

4.1 การหาผลสนองต่อรังสีของฟิล์มเมื่อผ่านกระบวนการล้างฟิล์มที่ใช้อุณหภูมิควบคุมต่างกัน

เพื่อศึกษาว่าในกระบวนการล้างฟิล์มสมควรที่จะใช้อุณหภูมิควบคุมเท่าไร จึงจะเหมาะสม ผลการทดลองสำหรับฟิล์ม Kodak Tri-X-Pan (ASA 400) ต่อรังสีเอกซ์ พลังงาน 64 keV ดังแสดงไว้ในตารางที่ 4.1 ซึ่งเมื่อเขียนเป็นกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นที่บดแสงและปริมาณรังสี ก็จะได้ดังภาพที่ 4.1 จากกราฟนี้พบว่า ค่าความหนาแน่นที่บดแสงต่อปริมาณรังสีจะมีค่าสูงขึ้นตามอุณหภูมิควบคุม และจากข้อแตกต่างนี้พบว่า อุณหภูมิควบคุมที่ 20°C และ 21°C ให้ Sensitometric curve ที่เหมาะสมกว่า ทั้งนี้เพราะให้ Sensitometric curve ใกล้เคียงกันมาก ดังนั้น เพื่อความเหมาะสมในการปฏิบัติให้สอดคล้องกับฟิล์มชนิดอื่น ๆ รวมทั้งฟิล์มบันทึกปริมาณรังสีประจำตัวบุคคล (ฟิล์มมาตรฐาน) สำหรับการทดลองนี้จึงถือเอาอุณหภูมิควบคุมที่ 20°C (68°F) เป็นมาตรฐานสำหรับแนวปฏิบัติต่อไป

4.2 การหาความไวต่อรังสีของฟิล์ม

จากการทดลองพบว่า เมื่อเอาฟิล์มทดลองไปอาบรังสีพลังงานต่าง ๆ กัน ตั้งแต่ 30 keV ขึ้นไปจนถึง 1250 keV (จาก <sup>60</sup>Co) นั้น ได้เส้น Sensitometric curve ต่างกัน และ Sensitometric curve เหล่านี้มีค่าแตกต่างกันตามชนิดของฟิล์มด้วย

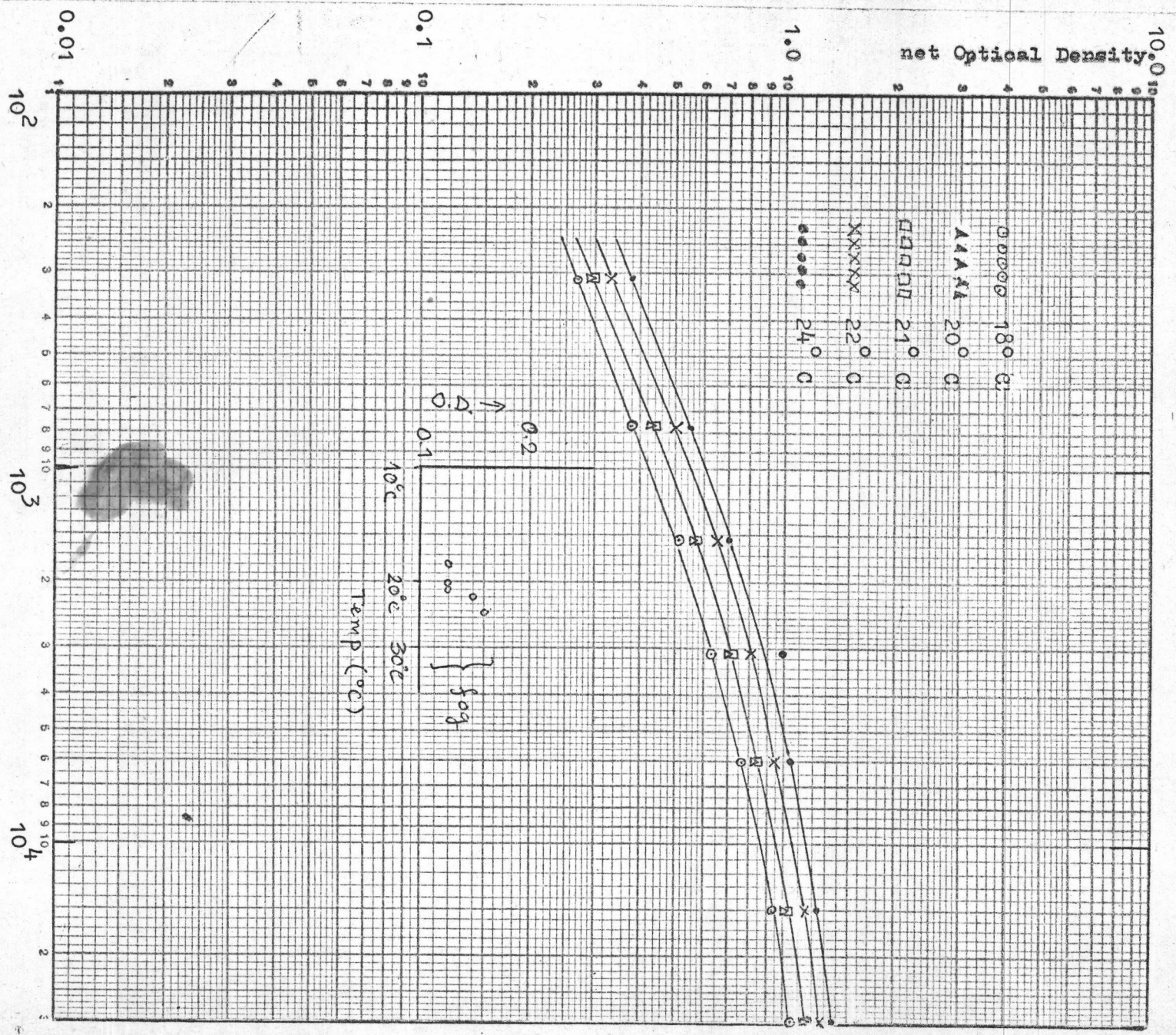
สำหรับผลการทดลองของฟิล์ม Kodak Tri-X-Pan (ASA 400) ดังแสดงไว้ในตารางที่ 4.2 และนำมาพล็อตบนกระดาษกราฟ log-log หา Sensitometric curve ได้ดังภาพที่ 4.3 พบว่า Sensitometric curve ที่ได้นั้นแม้จะแปรตามพลังงานของรังสี แต่ยังคงมีลักษณะเป็นแบบเดียวกัน นอกจากนี้พบว่า ส่วนที่เป็นเส้นตรงของ Sensitometric curve (ค่าความหนาแน่นที่บดแสง-

แปรตามปริมาณรังสี) อยู่ในช่วงความหนาแน่นที่แสงไม่เกิน 1 และสำหรับค่าความหนาแน่นที่แสงที่เท่ากัน จะได้อาปริมาณรังสีจาก Sensitometric curve แต่ละเส้นไม่เท่ากัน ซึ่งจากความสัมพันธ์นี้เองทำให้เราสามารถหาความไวต่อรังสีพลังงานต่าง ๆ ของฟิล์มได้ กล่าวคือ จากค่านิยามที่ว่าความไวคือส่วนกลับของปริมาณรังสี ( $S = \frac{1}{D}$ ) ทำให้เราหาความไวที่พลังงานต่าง ๆ จาก Sensitometric curve แต่ละเส้น ที่ค่าความหนาแน่นที่แสงใด ๆ ได้ความไวนี้เพื่อความสะดวกอาจจะหาค่าในเทอมของความไวสัมพัทธ์ก็ได้ (Relative Sensitivity) สำหรับฟิล์ม Kodak Tri-X-Pan (ASA 400) ที่ค่าความหนาแน่นที่แสง 0.5 ได้ค่าความไวต่อรังสีดังแสดงไว้ในตารางที่ 4-3. ซึ่งเมื่อนำค่าความไวสัมพัทธ์มาเขียนกราฟกับค่าพลังงานของรังสีบนกระดาษ semi-log ก็จะได้กราฟที่ 4-3.



ตารางที่ 4.1 ผลสนองของคอมทอร์รังสีเอกซ์ (64 keV) ของฟิล์ม Kodak (ASA 400) เมื่อใช้จุดหมึกมีความคมในกระบวนการล้างฟิล์มต่างกัน

Dose mr.	18°C		20°C		21°C		22°C		24°C	
	O.D.	net O.D.	O.D.	net O.D.	O.D.	net O.D.	O.D.	net O.D.	O.D.	net O.D.
60,000	1.26	1.15	1.34	1.23	1.38	1.26	1.50	1.36	1.65	1.50
30,000	1.16	1.04	1.23	1.12	1.27	1.15	1.39	1.25	1.51	1.36
15,000	1.05	0.93	1.12	1.00	1.16	1.04	1.27	1.13	1.37	1.22
6,000	0.89	0.77	0.95	0.83	0.99	0.87	1.08	0.94	1.17	1.02
3,080	0.75	0.63	0.82	0.70	0.85	0.73	0.94	0.80	1.04	0.99
1,540	0.63	0.51	0.68	0.56	0.70	0.58	0.79	0.65	0.85	0.70
770	0.50	0.38	0.55	0.43	0.57	0.45	0.64	0.50	0.70	0.55
308	0.38	0.27	0.41	0.29	0.42	0.30	0.47	0.33	0.53	0.38
Control. (Fog.)	0.12		0.12		0.12		0.14		0.15	



ภาพที่ 4-1 ผลสนองของทอริงดีไอเอกซ์ (64 keV) ของฟิล์ม Kodak (ASA 400) เมื่อ  
 ใ้ชุดอุณหภูมิความถี่ในการสแกนการต่าง ๆ กัน

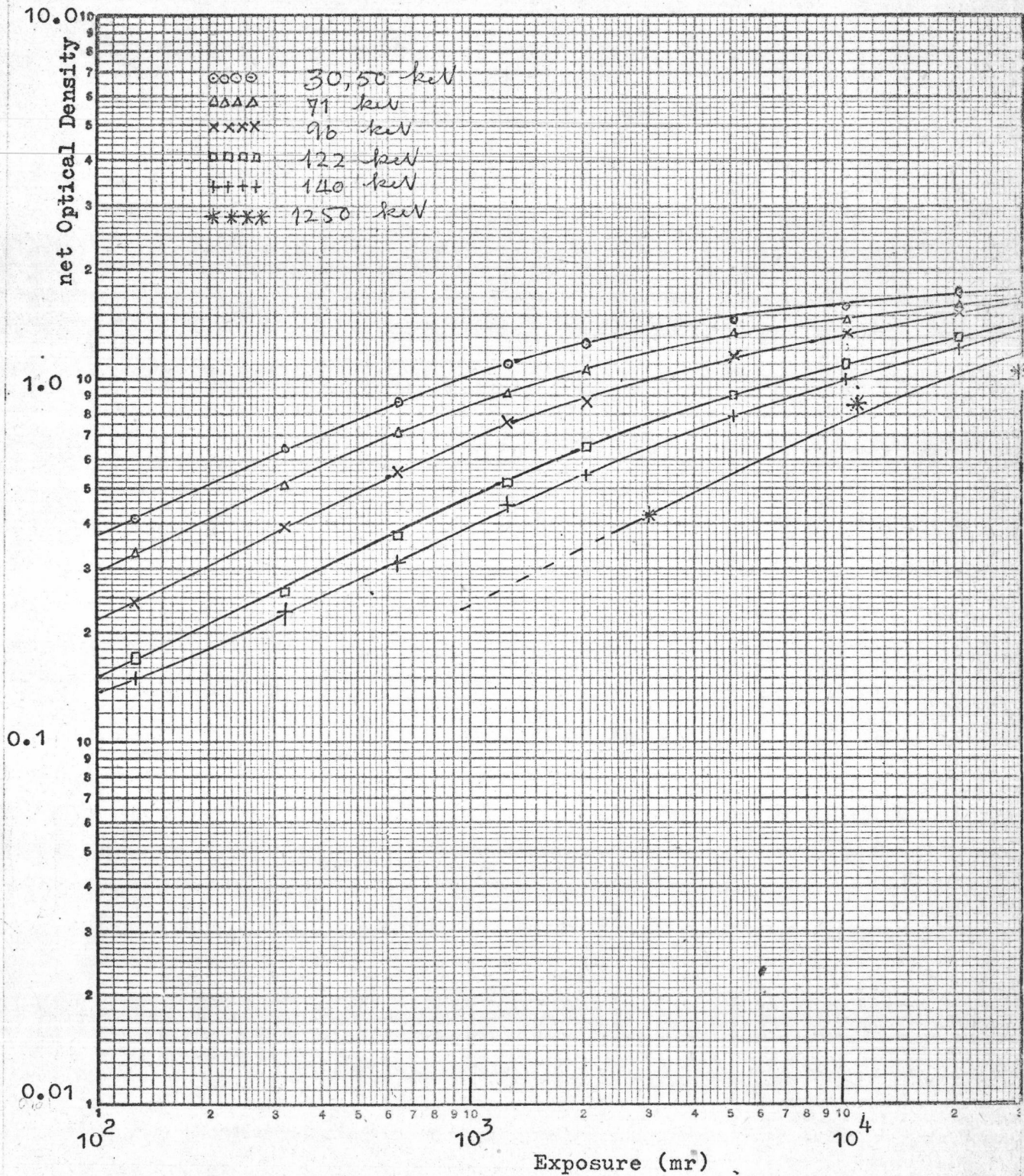


ตารางที่ 4.2 ผลสนองตอบต่อรังสีพลังงานต่าง ๆ กันของฟิล์ม

Kodak Tri-X-Pan

Dose mr.	30 keV		50 keV		71 keV		96 keV		122 keV		140 keV		1250 keV		
	O.D.	net O.D.	O.D.	net O.D.	O.D.	net O.D.	O.D.	net O.D.	O.D.	net O.D.	O.D.	net O.D.	Dose(R)	O.D.	net O.D.
20,505.6	1.87	1.73	1.87	1.73	1.74	1.61	1.64	1.51	1.43	1.30	1.35	1.22	1,000	1.93	1.75
10,252.8	1.74	1.60	1.74	1.60	1.60	1.47	1.46	1.33	1.24	1.11	1.13	1.00	520	1.88	1.70
5,126.4	1.60	1.46	1.61	1.47	1.44	1.31	1.28	1.15	1.04	0.91	.91	.78	270	1.78	1.60
2,050.6	1.39	1.25	1.38	1.24	1.20	1.07	.99	.86	.77	0.64	.67	.54	110	1.62	1.44
1,280	1.24	1.10	1.24	1.10	1.04	0.91	.89	.76	.65	.52	.58	.45	58	1.49	1.31
640	1.01	.87	1.01	.87	.83	0.70	.68	.55	.50	.37	.44	.31	30	1.24	1.06
320	.78	.64	.78	.64	.64	0.51	.52	.39	.39	.26	.36	.23	11	1.03	.85
128	.55	.41	.55	.41	.46	.33	.37	.24	.30	.17	.28	.15	3	0.60	.42
Control. (Fog.)	0.14		0.14		0.13		0.13		0.13		0.13			0.18	





ภาพที่ ๘-๒ ผลสนองตอบของรังสีพลังงานต่าง ๆ ของฟิล์ม Kodak Tri-X-Pan(ASA 400)

ตารางที่ 4.3 ความไวต่อรังสีที่พลังงานต่าง ๆ กันของฟิล์ม Kodak Tri-X-Pan (ASA 400) ที่ความหนาแน่นที่แสง 0.5

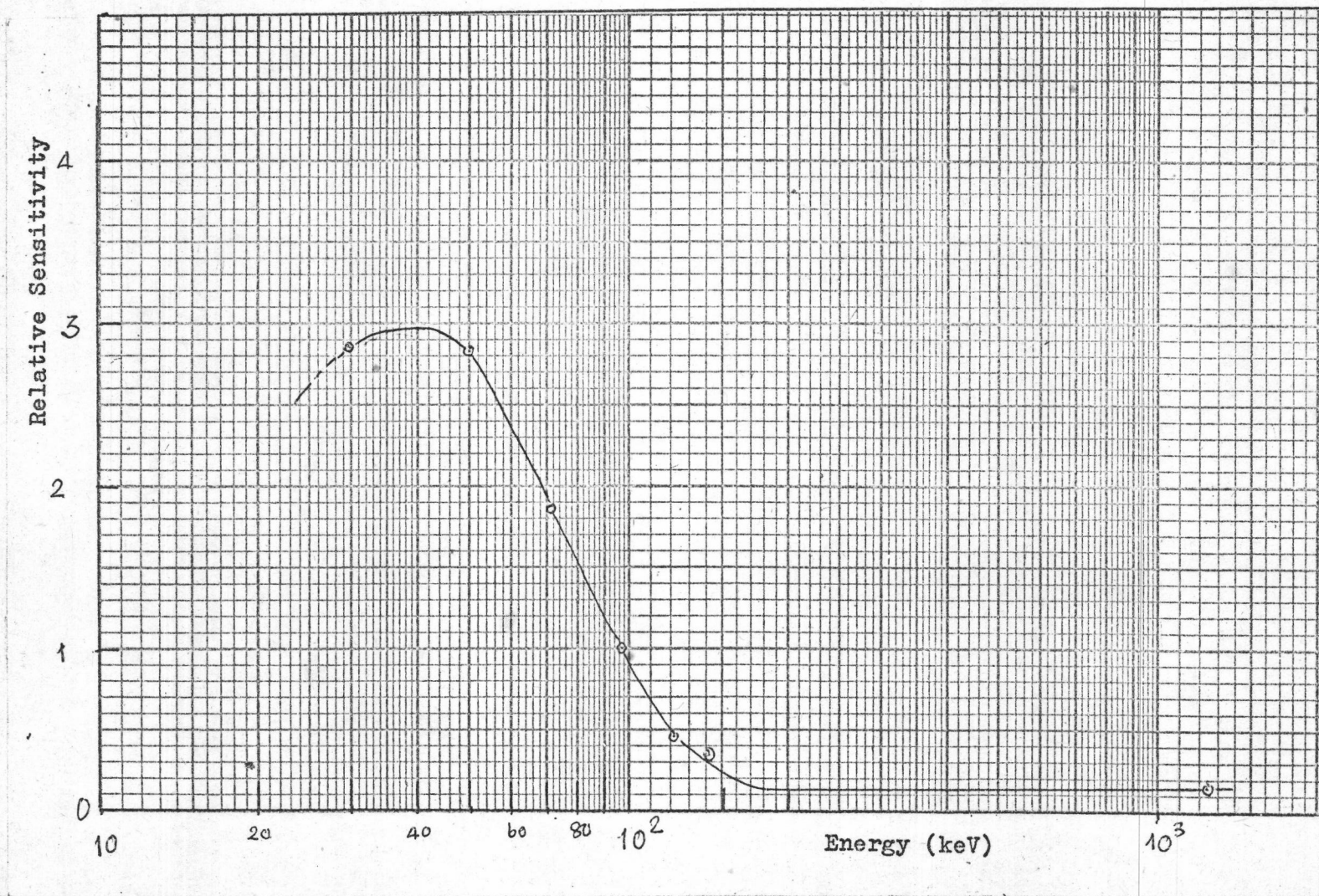
E keV	D	$S = \frac{1}{D}$	R.S
30	190	1/190	2.84
50	190	1/190	2.84
71	290	1/290	1.86
96	540	1/540	1
122	1150	1/1150	0.47
140	1650	1/1650	0.33
1250	4200	1/4200	0.13

S = ความไว

D = ปริมาณรังสี หน่วย มิลลิเรินท์เกิน (mr)

R.S = ความไวสัมพัทธ์ (Relative Sensitivity)





ภาพที่ 4-3 ความไวต่อรังสีพลังงานต่าง ๆ กันของฟิล์ม Kodak Tri-X-Pan (ASA 400)



ในการทำงานเดียวกัน สามารถหาความไวคอรังสีของฟิล์มทดลองชนิดอื่น ๆ ได้ กล่าวคือ Kodak Plus-X-Pan (ASA 125) ดังตารางที่ 4-4, 4-5 และภาพที่ 4-4, 4-5 ตามลำดับ

Kodak Panatomic-X (ASA 32) ตารางที่ 4-6, 4-7 และภาพที่ 4-6, 4-7

Ilford HP 4 (ASA 400-650) ตารางที่ 4-8, 4-9 และภาพที่ 4-8, 4-9

Ilford FP 4 (ASA 125) ตารางที่ 4-10, 4-11 และภาพที่ 4-10, 4-11

Agfapan 400 Professional (ASA 400) ตารางที่ 4-12, 4-13 และภาพที่ 4-12, 4-13

Agfa Super Pan (ASA 200) ตารางที่ 4-14, 4-15 และภาพที่ 4-14, 4-15

Agfa Isopan ISS (ASA 100) ตารางที่ 4-16, 4-17 และภาพที่ 4-16, 4-17

Fuji film, Neopan SS (ASA 100) ตารางที่ 4-18, 4-19 และภาพที่ 4-18, 4-19

### 4.3 การจางหายของภาพแฝง

จากผลการทดลองข้อ 4.2 พบว่าฟิล์ม Kodak Tri-X-Pan (ASA 400) ให้ผลสนองต่อรังสีสูงกว่าฟิล์มทดลองอื่นทุกชนิด นอกจากนี้ยังเป็นฟิล์มที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย, มีมาตรฐานการผลิตดี และมีน้ำยาเคมีที่สะดวกทั้งการเตรียมและการใช้ ดังนั้นเพื่อความเหมาะสมดังกล่าว ในการทดลองนี้ จึงใช้ฟิล์ม Kodak Tri-X-Pan (ASA 400) เป็นฟิล์มทดลองสำหรับการศึกษาการจางหายของภาพแฝง ผลการทดลองเกี่ยวกับการจางหายของภาพแฝงนี้แสดงไว้ ดังตารางที่ 4-20 และภาพที่ 4-20

#### 4.4 การเปรียบเทียบผลการวัดปริมาณรังสีของฟิล์มทดลองกับฟิล์มมาตรฐาน

ในการทดลองเพื่อเปรียบเทียบผลการวัดปริมาณรังสีนี้ ได้ใช้ฟิล์มทดลองที่ให้ผลสนองตอบต่อรังสีมากที่สุด คือ Kodak Tri-X-Pan (ASA 400) ผลจากการนำฟิล์มทดลองนี้ไปฉายรังสีแกมมา จาก  $^{226}\text{Ra-Be}$  เทียบกับฟิล์มมาตรฐาน ทั้งนี้เมื่อผ่านกระบวนการล้างฟิล์มแล้วจะได้ความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นทึบแสงและปริมาณรังสี ดังตารางที่ 4-2! และภาพที่ 4-2! นำฟิล์มทดลองและฟิล์มมาตรฐานอีกชุดหนึ่งไปฉายรังสีจาก  $^{226}\text{Ra-Be}$  ที่ตำแหน่งใด ๆ โดยเทียบกับเครื่องวัดรังสีมาตรฐาน (Victoreen) และการคำนวณ หลังจากนำฟิล์มไปล้างได้ฟิล์มเนกาทีฟ และวัดความหนาแน่นทึบแสงจากเครื่องเคนซิโคมิเตอร์แล้ว ก็สามารถหาปริมาณรังสีจากความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นทึบแสง และปริมาณรังสีตามภาพที่ 4-2! ได้ ซึ่งผลการทดลองแสดงดังตารางที่ 4-2?

อย่างไรก็ตาม ข้อมูลจากตารางที่ 4-2! สามารถนำมาวิเคราะห์หาสูตรประกอบการคำนวณปริมาณรังสีจากฟิล์มทดลอง Kodak Tri-X-Pan (ASA 400) ในกรณีที่ทราบค่าความหนาแน่นทึบแสงแต่เพียงอย่างเดียว จากสมการ (รายละเอียดในภาคผนวก)

$$Y = 1 - e^{-(2.527 \times 10^4)X}$$

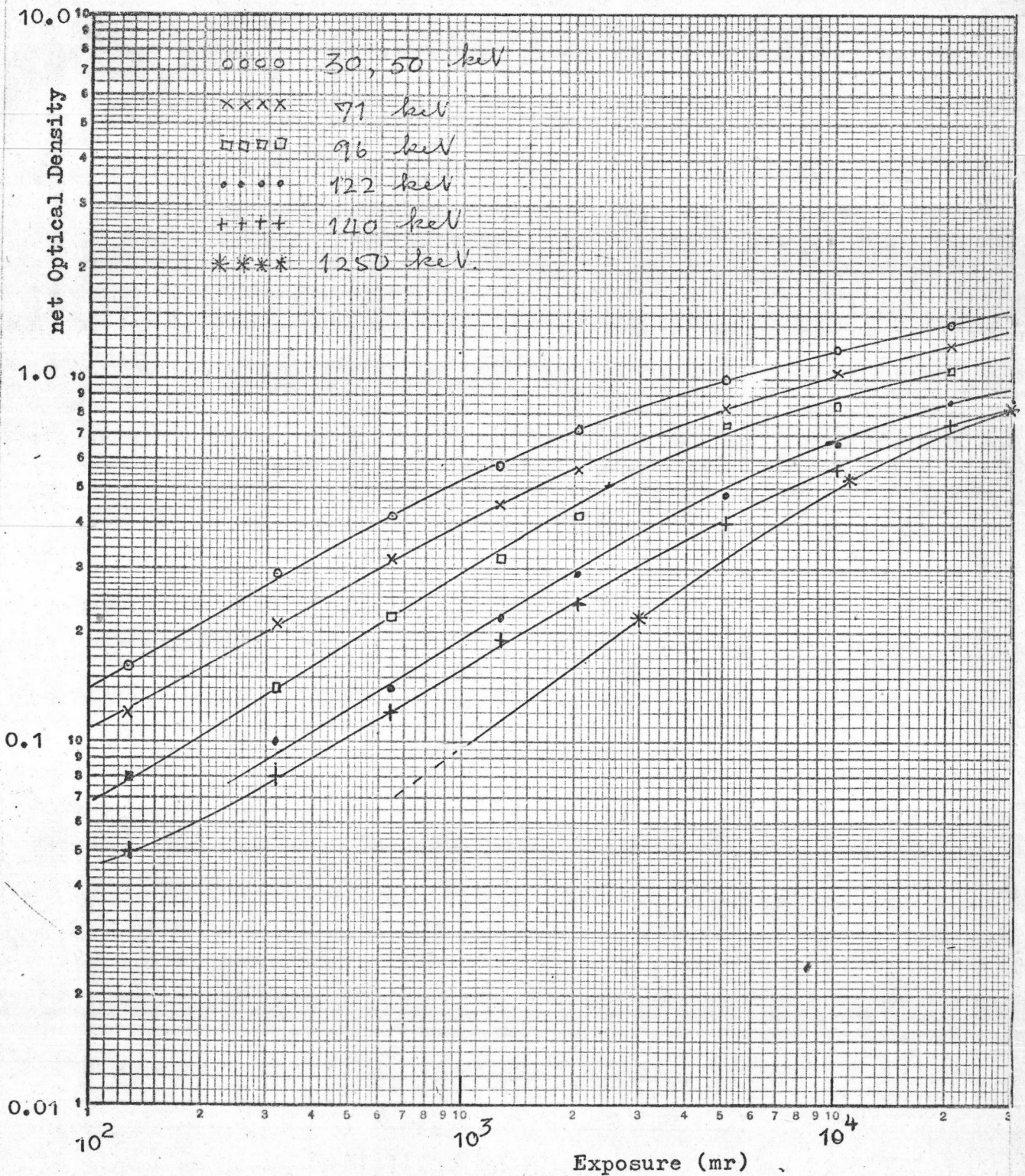
โดยที่ค่า Y และ X เป็นค่าความหนาแน่นทึบแสงและปริมาณรังสี (mr) ตามลำดับ



ตารางที่ 4.4 ผลสนองทอมทอรั้งสีที่พลังงานต่าง ๆ กันของฟิล์ม Kodak Plus-X-Pan (ASA 125)

Dose mr.	29.5 keV		50 keV		71 keV		96 keV		122 keV		140 keV		1250 keV		
	O.D.	net O.D.	O.D.	net O.D.	O.D.	net O.D.	O.D.	net O.D.	O.D.	net O.D.	O.D.	net O.D.	Dose(R)	O.D.	net O.D.
20,467.2	1.53	1.42	1.50	1.39	1.33	1.22	1.16	1.05	.96	.87	.86	.75	1,000	2.09	1.98
10,233.6	1.32	1.21	1.32	1.21	1.13	1.02	.95	.84	.77	.66	.67	.56	520	1.96	1.85
5,116.8	1.11	1.00	1.08	0.97	.93	.82	.75	.74	.59	.48	.51	.40	270	1.80	1.69
2,046.7	.83	0.72	.80	.69	.67	.56	.53	.42	.40	.29	.35	.24	110	1.48	1.37
1,280	.69	0.58	.67	.56	.56	.45	.43	.32	.33	.22	.30	.19	58	1.21	1.10
640	.53	0.42	.51	.40	.43	.32	.33	.22	.25	.14	.23	.12	30	.94	.83
320	.40	.29	.38	.27	.32	.21	.25	.14	.21	.10	.19	.08	11	.64	.53
128	.27	.16	.27	.16	.23	.12	.19	.08	.18	.08	.16	.05	3	.33	.22
Control (Fog.)	0.11		0.11		0.11		0.11		0.10		0.11			0.11	



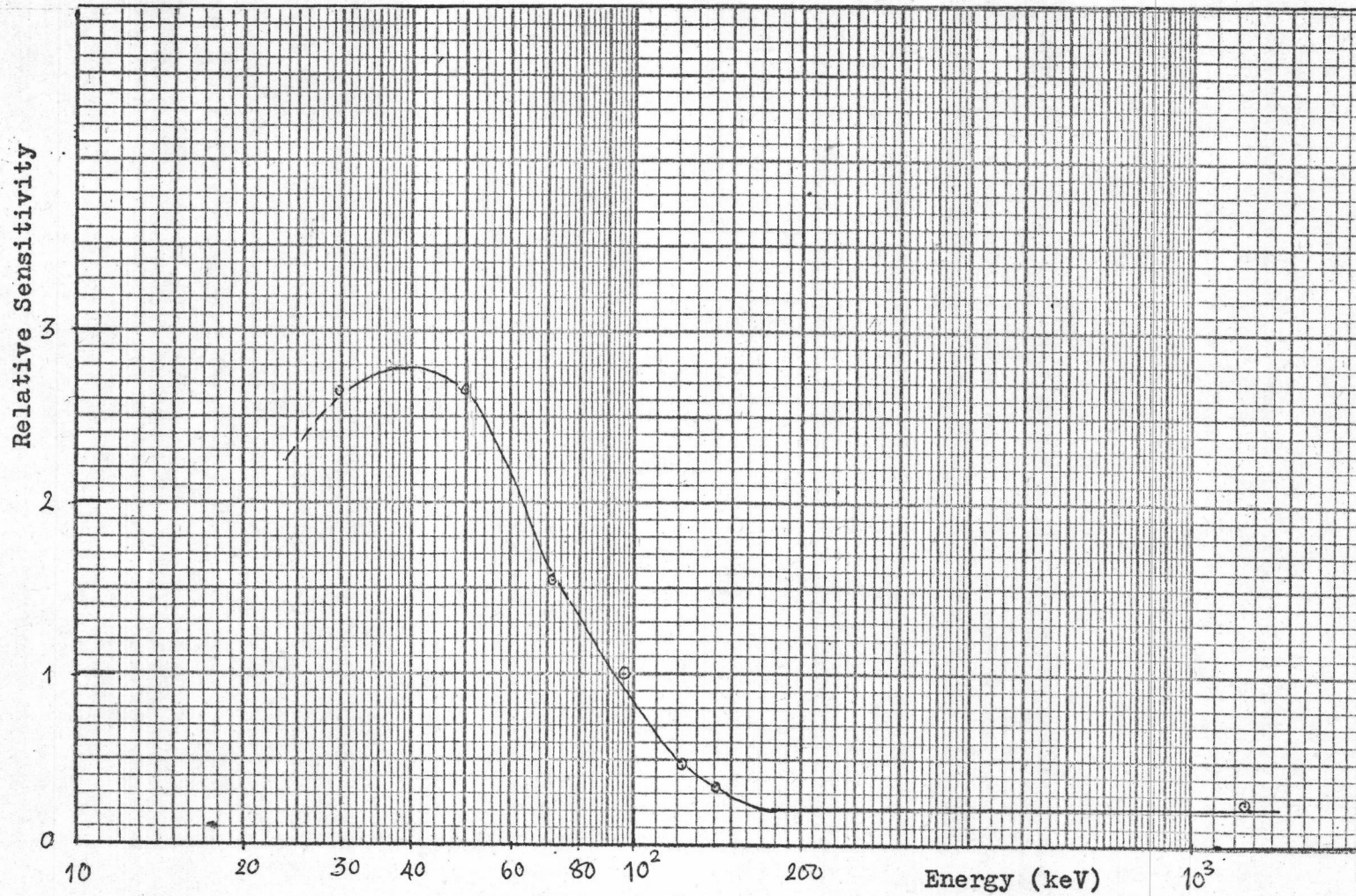


ภาพที่ 4-4 ผลสนองต่อรังสีพลังงานต่าง ๆ กันของฟิล์ม Kodak Plus-X-Pan(ASA 125)

ตารางที่ 4.5 ความไวต่อรังสีที่พลังงานต่าง ๆ กันของฟิล์ม Kodak Plus-X-Pan (ASA 125)  
ที่ความหนาที่บแสง 0.5

E keV	D	$S = \frac{1}{D}$	R.S
30	900	1/900	2.67
50	900	1/900	2.67
71	1550	1/1550	1.55
96	2400	1/2400	1.00
122	5000	1/5000	0.48
140	7500	1/7500	0.32
1250	10000	1/10000	0.24





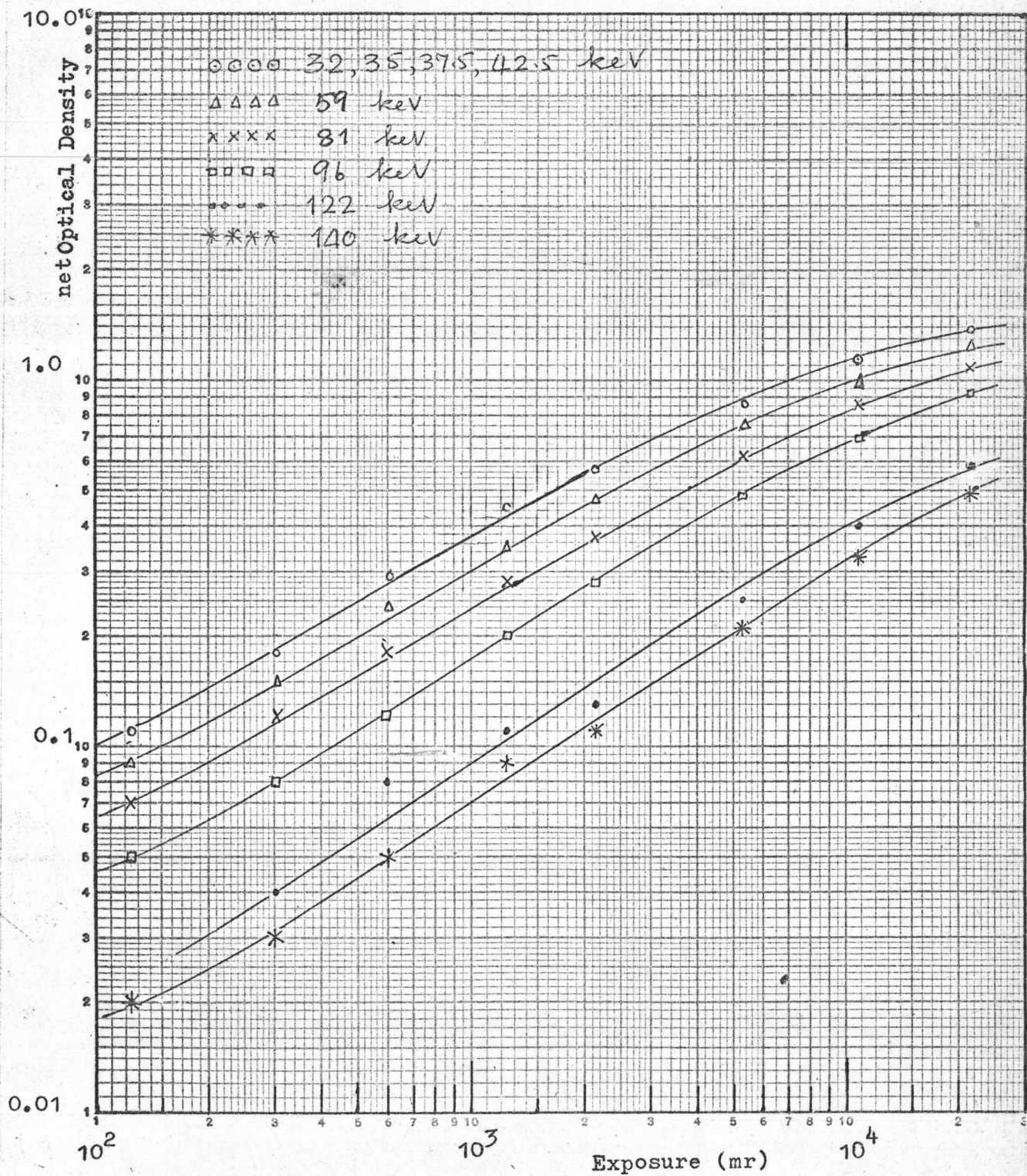
ภาพที่ 4-5 ความไวต่อรังสีพลังงานต่าง ๆ กันของฟิล์ม Kodak Plus-X-Pan (ASA 125)





ตารางที่ 4.6 ผลสนองต่อรังสีพลังงานต่าง ๆ กันของฟิล์ม Kodak Panatomic-X (ASA 32)

Dose mr.	32 keV		35 keV		37.5keV		39.5keV		42.5keV		59 keV		81 keV		96 keV		122 keV		140 keV	
	O.D.	net O.D	O.D.	net O.D	O.D.	net O.D	O.D.	net O.D	O.D.	net O.D	O.D.	net O.D	O.D.	net O.D	O.D.	net O.D	O.D.	net O.D	O.D.	net O.D
21,437.5	1.47	1.38	1.44	1.35	1.42	1.33	1.45	1.36	1.43	1.34	1.34	1.25	1.18	1.09	1.01	.92	.67	.58	.58	.49
10,718.8	1.22	1.13	1.19	1.10	1.17	1.08	1.20	1.11	1.18	1.09	1.07	.98	.94	.85	.78	.69	.49	.40	.42	.33
5,359.4	.96	.87	.95	.86	.93	.84	.96	.87	.93	.84	.84	.75	.71	.62	.57	.48	.34	.25	.30	.29
2,143.8	.66	.57	.65	.56	.62	.53	.66	.57	.63	.54	.56	.47	.46	.37	.37	.28	.22	.13	.20	.11
1,225	.52	.43	.51	.42	.49	.40	.52	.43	.49	.40	.44	.35	.37	.28	.29	.20	.20	.11	.18	.09
612.5	.36	.29	.37	.28	.36	.27	.38	.29	.37	.28	.33	.24	.27	.18	.21	.12	.16	.07	.14	.05
306.3	.27	.18	.27	.18	.27	.18	.28	.19	.28	.19	.24	.15	.21	.12	.17	.08	.13	.04	.12	.03
122.5	.20	.11	.20	.11	.20	.11	.20	.11	.20	.11	.18	.09	.16	.07	.14	.05	.11	.02	.11	.02
Control (Fog.)	.09		.09		.09		.09		.09		.09		.09		.09		.09		.09	



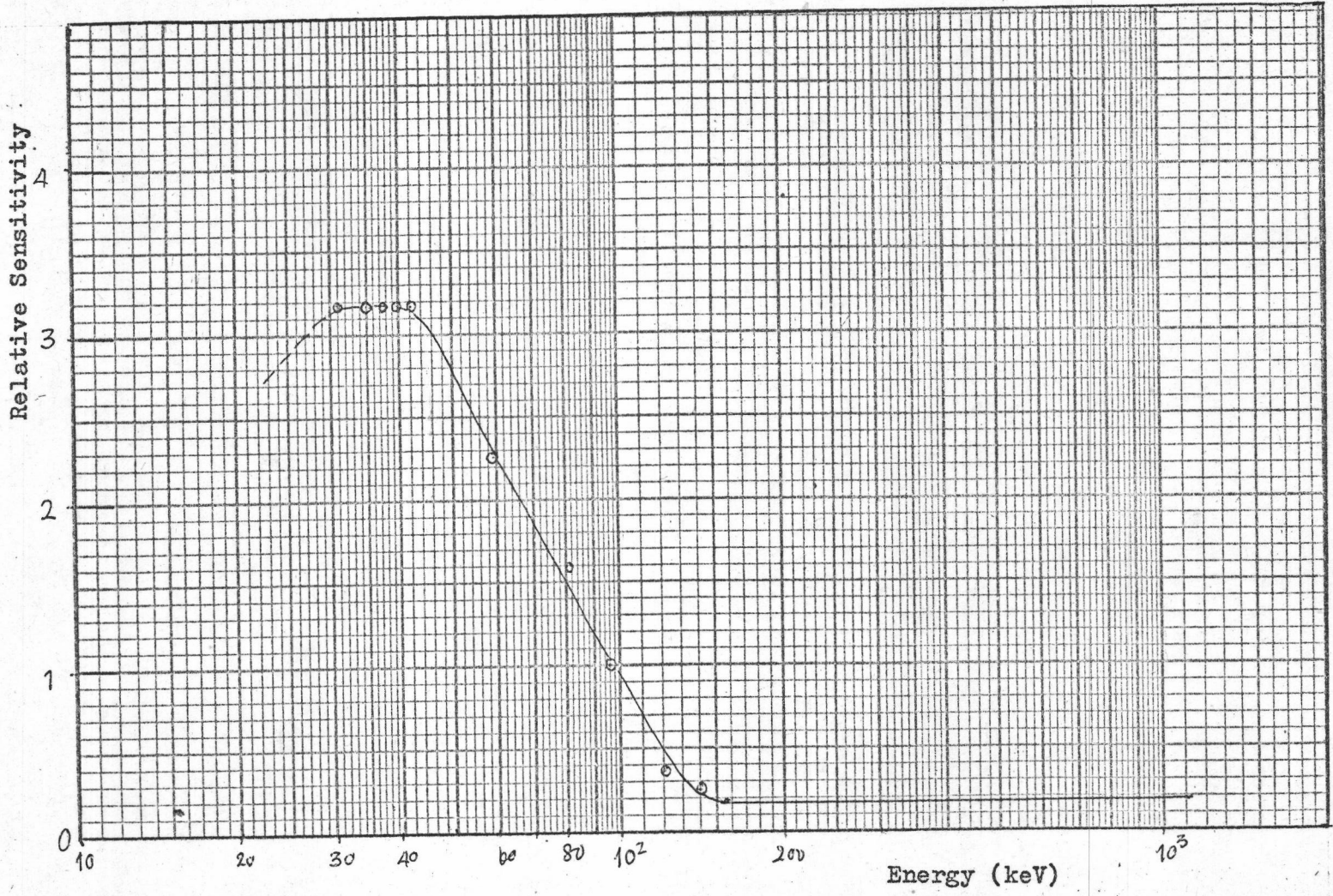
ภาพที่ 4-6 ผลของการตอบสนองรังสีพลังงานต่าง ๆ กันของฟิล์ม Kodak Panatomic-X

(ASA 32)



ตารางที่ 4.7 ความไวต่อรังสีที่พลังงานต่าง ๆ กันของฟิล์ม Kodak Panatomic-X (ASA 32)  
ที่ความหนาแน่นที่บดแสง 0.5

E keV	D	$S = \frac{1}{D}$	R.S
32	1700	1/1700	3.18
35	1700	1/1700	3.18
37.5	1700	1/1700	3.18
39.5	1700	1/1700	3.18
42.5	1700	1/1700	3.18
59	2400	1/2400	2.25
81	3400	1/3400	1.59
96	5400	1/5400	1
122	16000	1/16000	0.34
140	22000	1/22000	0.25

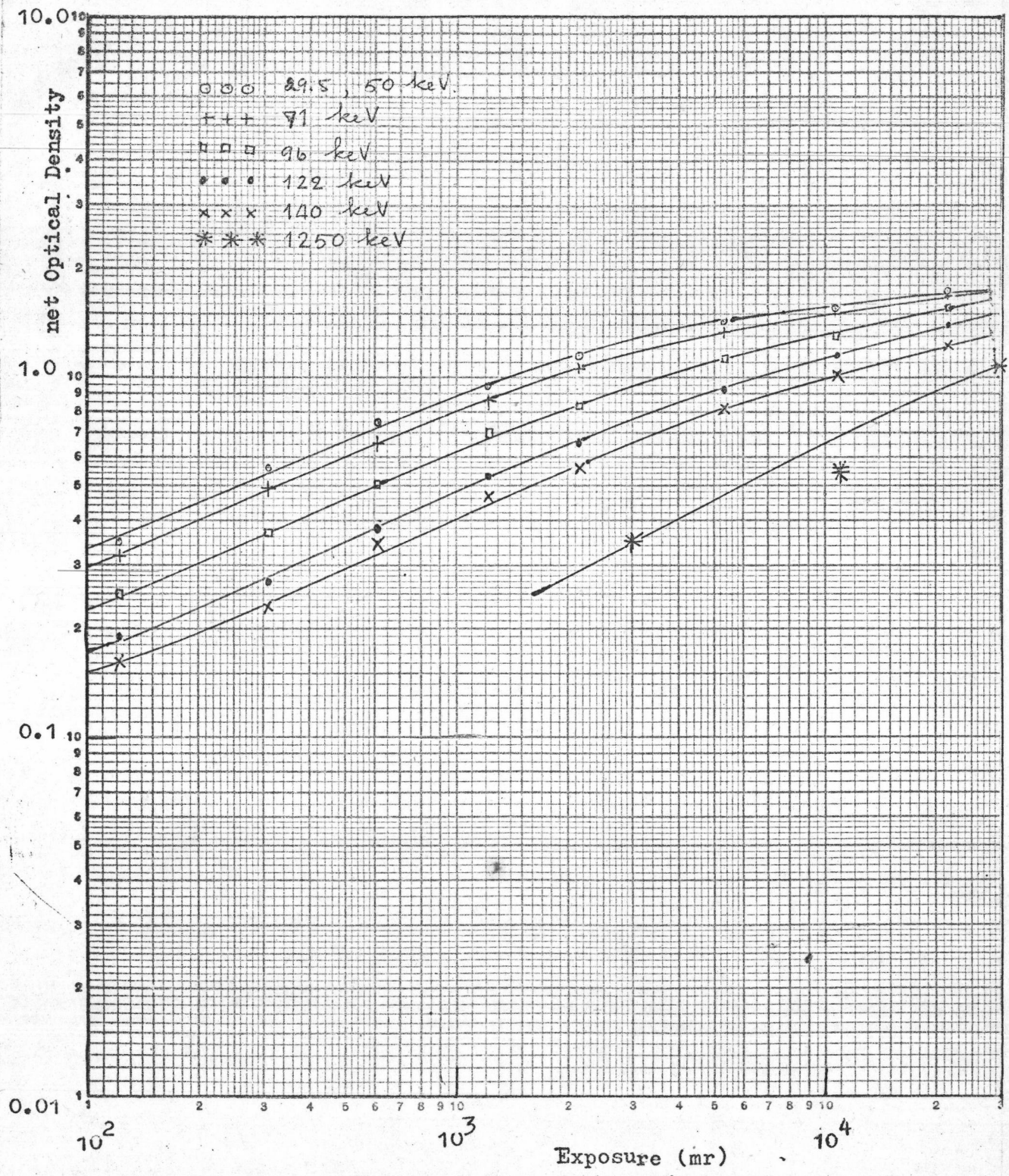


ภาพที่ 4-7 ความไวต่อรังสีพลังงานต่าง ๆ กันของฟิล์ม Kodak Panatomic-X (ASA 32)



ตารางที่ 4.8 ผลสนองของคอมทอรัวส์พลังงานต่าง ๆ กันของฟิล์ม Ilford HP 4 (ASA 400-650)

Dose (mr.)	29.5 keV		50 keV		71 KeV		96 keV		122 keV		140 keV		1250 keV		
	O.D	net O.D	O.D	net O.D	O.D	net O.D	O.D	net O.D	O.D	net O.D	O.D	net O.D	D(R)	O.D	net O.D
21,437.5	1.94	1.73	1.94	1.73	1.90	1.69	1.73	1.52	1.60	1.39	1.42	1.21	1000	2.31	2.07
10,718.8	1.78	1.57	1.77	1.56	1.75	1.54	1.52	1.31	1.35	1.14	1.21	1.00	520	2.16	1.92
5,359.4	1.63	1.42	1.61	1.40	1.53	1.32	1.33	1.12	1.13	.92	1.02	.81	270	1.96	1.72
2,143.8	1.37	1.15	1.36	1.14	1.24	1.03	1.04	.83	.86	.65	.77	.56	110	1.70	1.46
1,225	1.15	.94	1.11	.90	1.07	.86	.91	.70	.74	.53	.67	.46	58	1.55	1.31
612.5	.95	.74	.92	.71	.87	.66	.72	.51	.59	.38	.55	.34	30	1.32	1.08
306.3	.77	.56	.74	.53	.70	.49	.58	.37	.48	.27	.44	.23	11	.78	.54
122.5	.56	.35	.57	.35	.53	.32	.46	.25	.40	.19	.37	.16	3	.24	
Control (Fog.)	.21		.21		.21		.21		.21		.21			.24	

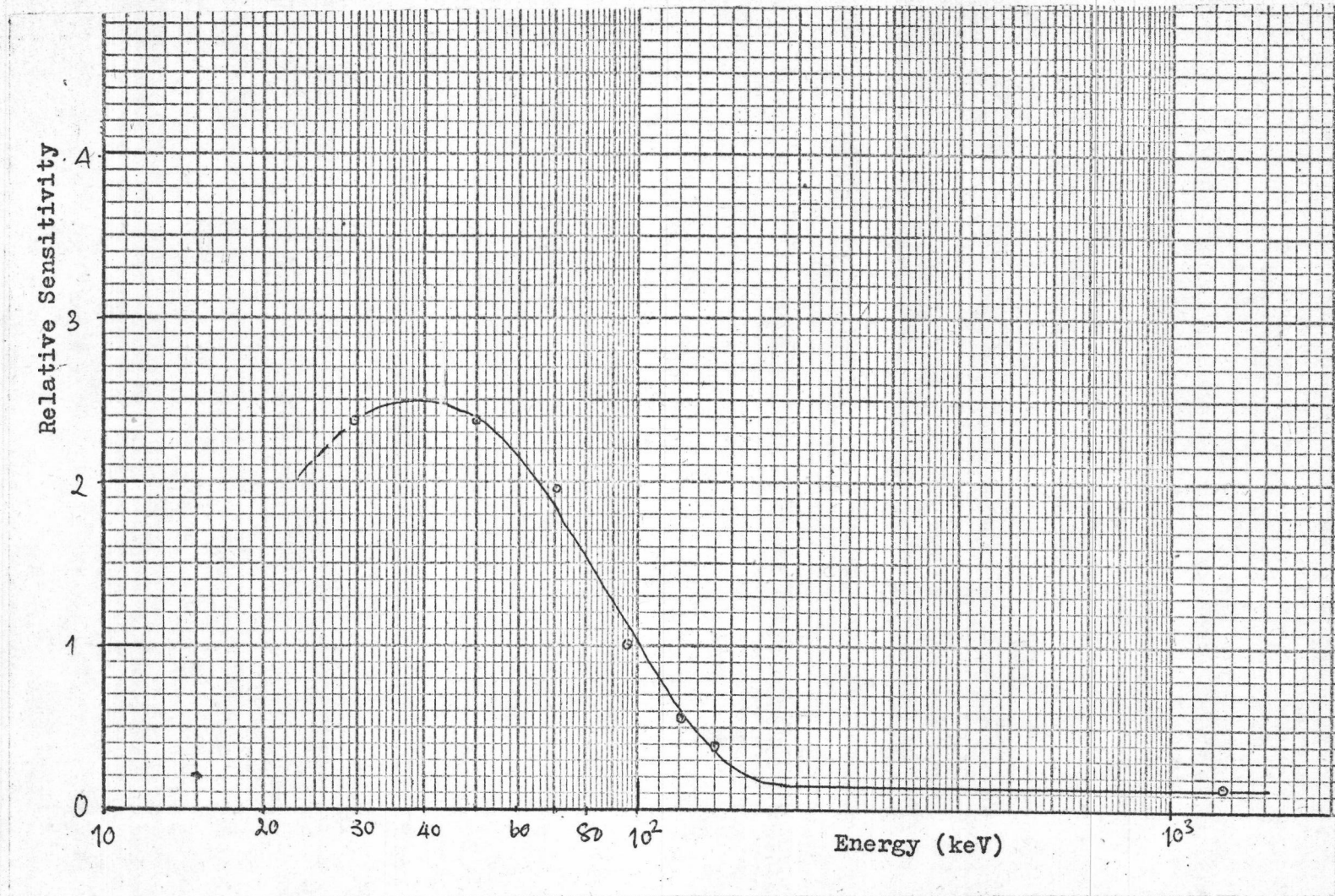


ภาพที่ 4-8 ผลสนองตอบของรังสีพลังงานต่าง ๆ กันของฟิล์ม Ilford HP4 (ASA 400-650)



ตารางที่ 4.9 ความไวของรังสีที่พลังงานต่าง ๆ กันของฟิล์ม Ilford HP 4 (ASA 400-650) ที่ความหนาแน่นทึบแสง 0.5

E keV	D	$S = \frac{1}{D}$	R.S
29.5	260	1/260	2.38
50	260	1/260	2.38
71	320	1/320	1.94
96	620	1/620	1
122	1120	1/1120	0.55
140	1600	1/1600	0.39
1250	6000	1/6000	1.03



ภาพที่ 4-9 ความไวต่อรังสีพลังงานต่าง ๆ กันของฟิล์ม Ilford HP4 (ASA 400-650)



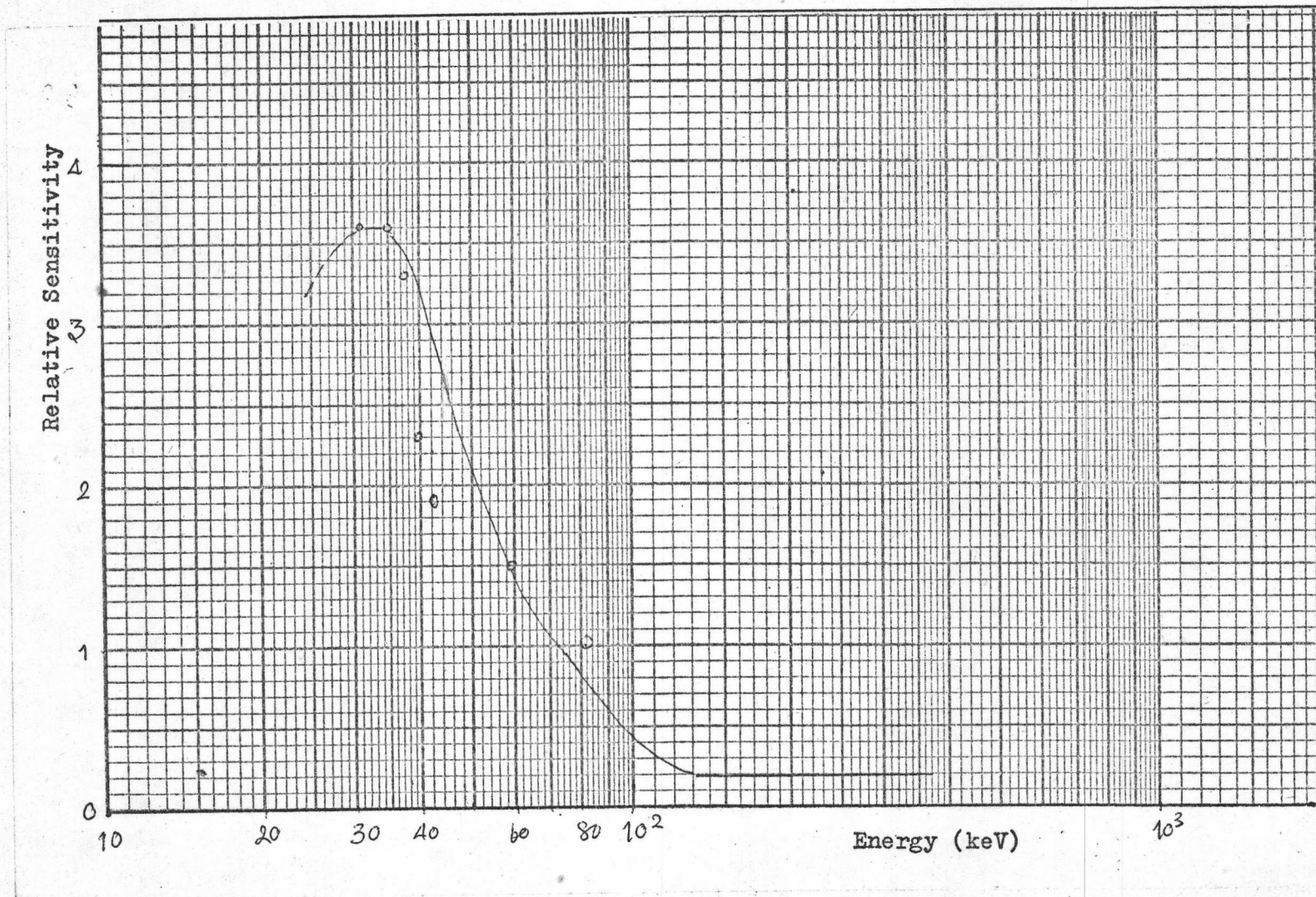
ตารางที่ 4.10 ผลสนองตอบของรังสีพลังงานต่าง ๆ กันของฟิล์ม Ilford HP4 (ASA125)

Dose mr.	32 keV		35 keV		37.5 keV		39.5 keV		42.5 keV		59.5 keV		81 keV	
	O.D	net O.D	O.D	net O.D	O.D	net O.D	O.D	net O.D	O.D	net O.D	O.D	net O.D	O.D	net O.D
21,437.5	1.49	1.38	1.49	1.38	1.47	1.36	1.47	1.40	1.49	1.40	1.43	1.34	1.32	1.23
10,718.8	1.32	1.21	1.33	1.22	1.32	1.21	1.32	1.22	1.30	1.21	1.24	1.15	1.12	1.03
5,359.4	1.14	1.03	1.15	1.04	1.13	1.02	1.13	1.02	1.11	1.02	1.03	.94	.90	.81
2,143.8	.91	.08	.92	.81	.89	.78	.89	.75	.82	.73	.75	.66	.64	.55
1,225	.78	.67	.77	.66	.76	.65	.76	.60	.64	.55	.60	.51	.50	.41
612.5	.65	.54	.64	.53	.63	.52	.63	.45	.50	.41	.46	.37	.39	.30
306.3	.54	.43	.54	.43	.53	.42	.53	.32	.39	.30	.34	.25	.29	.20
122.5	.45	.34	.45	.34	.43	.32	.43	.20	.26	.17	.24	.15	.22	.13
Control (Fog.)	.11		.11		.09		.11		.09		.09		.09	

ตารางที่ 4.1 ความไวต่อรังสีพลังงานต่าง ๆ กันของฟิล์ม Ilford HP 4 (ASA 125)  
ที่ความหนาแน่นทับแสง 0.5

E keV	D	$S = \frac{1}{D}$	R.S.
32	500	1/500	3.6
35	500	1/500	3.6
37.5	540	1/540	3.3
39.5	770	1/770	2.3
42.5	1000	1/1000	1.90
59	1200	1/1200	1.5
8.1	1800	1/1800	1



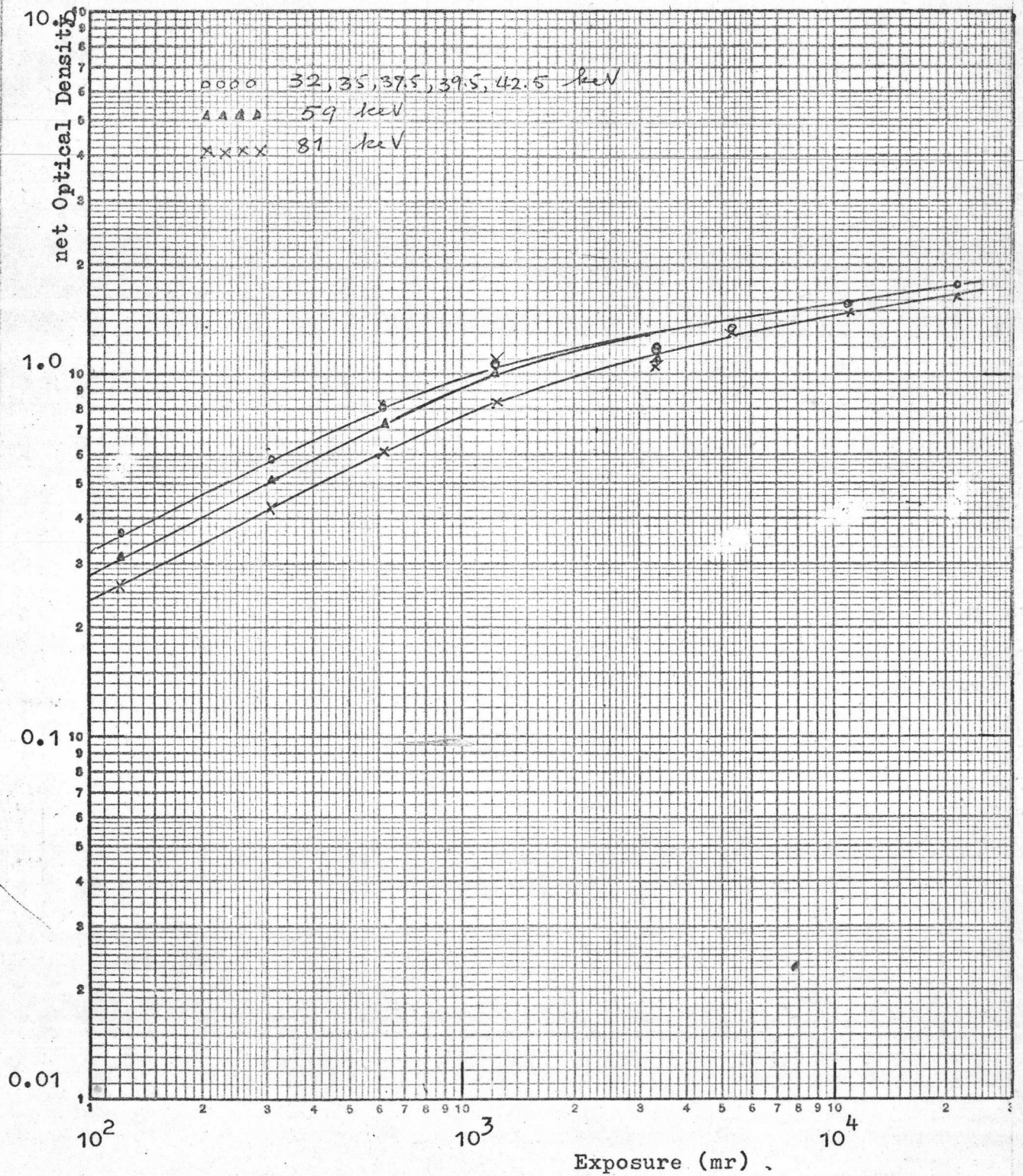


ภาพที่ 4-11 ความไวของรังสีพลังงานต่าง ๆ กันของฟิล์ม Ilford FP4 (ASA 125)

ตารางที่ 4.12 ผลสนองของคอมทอรั้งสีที่พลังงานต่าง ๆ กันของฟิล์ม Agfa pan 400 (ASA 400)

Dose mr.	32 keV		35 keV		37.5 keV		39.5 keV		42.5 keV		59 keV		81 keV	
	O.D	net O.D	O.D	net O.D	O.D	net O.D	O.D	net O.D	O.D	net O.D	O.D	net O.D	O.D	net O.D
21,437.5	1.94	1.73	1.92	1.71	1.88	1.67	1.87	1.66	1.97	1.76	1.93	1.72	1.85	1.64
10,718.8	1.79	1.58	1.78	1.54	1.75	1.54	1.77	1.56	1.83	1.62	1.78	1.57	1.70	1.49
5,359.4	1.63	1.42	1.62	1.41	1.62	1.41	1.60	1.39	1.67	1.46	1.60	1.39	1.53	1.32
2,143.8	1.38	1.17	1.36	1.17	1.38	1.17	1.41	1.20	1.40	1.19	1.31	1.10	1.23	1.02
1,225	1.25	1.05	1.25	.99	1.20	.99	1.21	1.00	1.25	1.04	1.19	.98	1.04	.83
612.5	1.01	.80	1.00	.77	.98	.77	.99	.78	1.01	.80	.93	.72	.82	.61
306.3	.79	.58	.78	.58	.79	.58	.78	.57	.79	.58	.72	.51	.64	.43
122.5	.57	.36	.57	.37	.58	.37	.57	.36	.59	.38	.52	.31	.47	.26
Control (Fog.)	0.21		0.21		0.21		0.21		0.21		0.21		0.21	



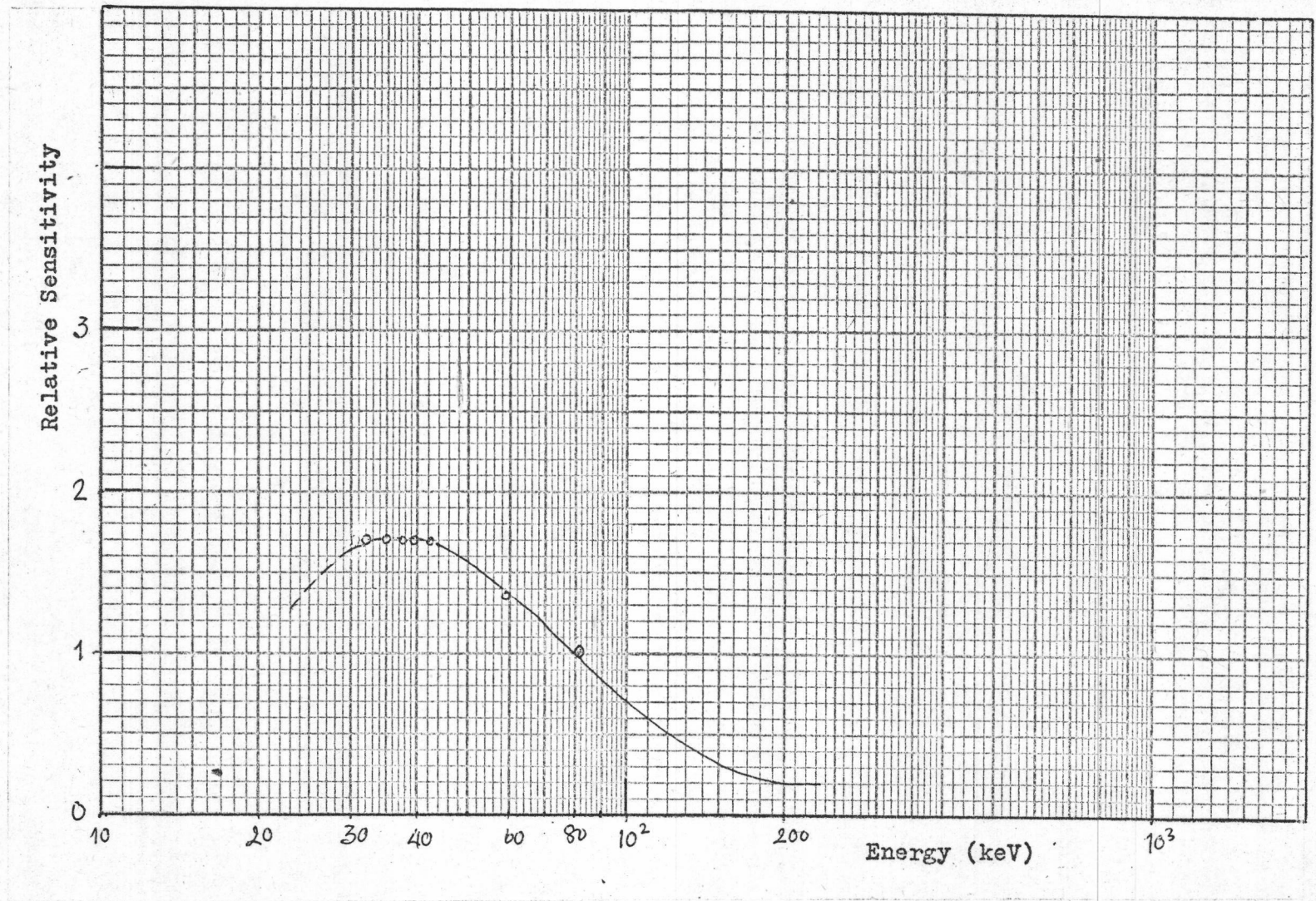


ภาพที่ 4-12 ผลของทอพอกรังสีพลังงานต่าง ๆ กันของฟิล์ม Agfapan 400 (ASA 400)

ตารางที่ 4.13 ความไวต่อรังสีที่พลังงานต่าง ๆ กันของฟิล์ม Agfa pan 400 (ASA 400)  
ที่ความหนาแน่นที่บดแสง 0.5

E keV	D	$S = \frac{1}{D}$	R.S
32	240	1/240	1.71
35	240	1/240	1.71
37.5	240	1/240	1.71
39.5	240	1/240	1.71
42.5	240	1/240	1.71
59	300	1/300	1.36
81	410	1/410	1



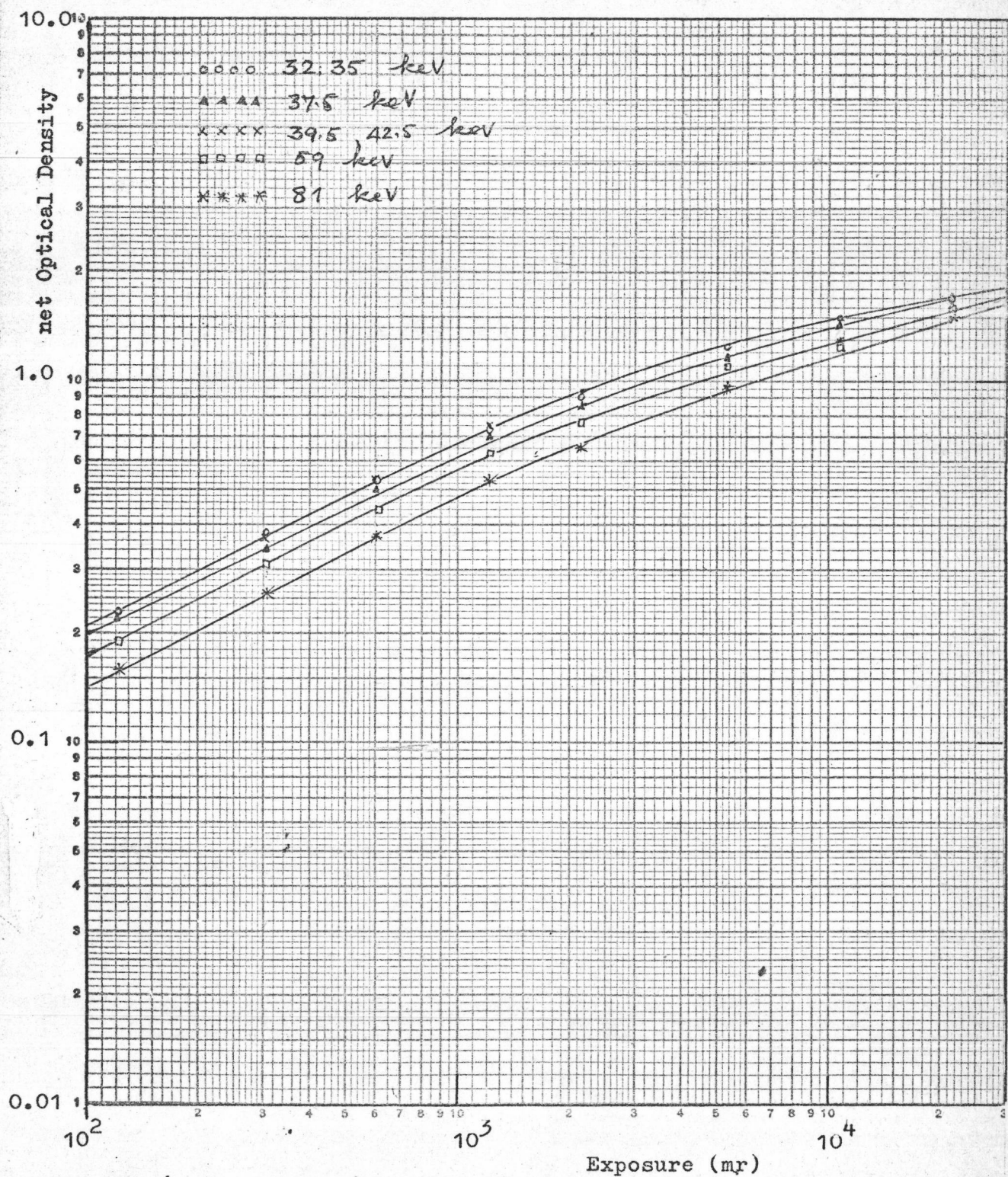


ภาพที่ 4-3 ความไวต่อรังสีพลังงานต่าง ๆ กันของฟิล์ม Agtapan 400 (ASA 400)

ตารางที่ 4.14 ผลสนองต่อมทอรังสีพลังงานต่าง ๆ กันของฟิล์ม Agfa Super Pan (ASA 200)

Dose mr.	32 keV		35 keV		37.5 keV		39.5 keV		42.5 keV		51 keV		81 keV	
	O.D	net O.D	O.D	net O.D	O.D	net O.D	O.D	net O.D	O.D	net O.D	O.D	net O.D	O.D	net O.D
21,437.5	1.81	1.70	1.82	1.71	1.80	1.69	1.79	1.68	1.70	1.59	1.78	1.67	1.61	1.5
10,718.8	1.60	1.49	1.56	1.45	1.57	1.46	1.55	1.44	1.45	1.34	1.55	1.44	1.33	1.22
5,359.4	1.35	1.24	1.31	1.20	1.28	1.17	1.30	1.19	1.21	1.10	1.29	1.18	1.08	.97
2,143.8	1.01	.90	.99	.88	.96	.85	.98	.87	.89	.78	.98	.87	.76	.65
1,225	.81	.73	.83	.72	.81	.70	.86	.75	.74	.63	.81	.70	.64	.53
612.5	.64	.53	.66	.57	.61	.50	.63	.52	.55	.44	.62	.51	.48	.37
306.3	.48	.37	.47	.36	.45	.34	.48	.37	.42	.31	.47	.36	.37	.26
122.5	.34	.23	.34	.23	.33	.22	.34	.23	.30	.19	.33	.22	.27	.16
Control (Fog.)	.11		.11		.11		.11		.11		.11		.11	



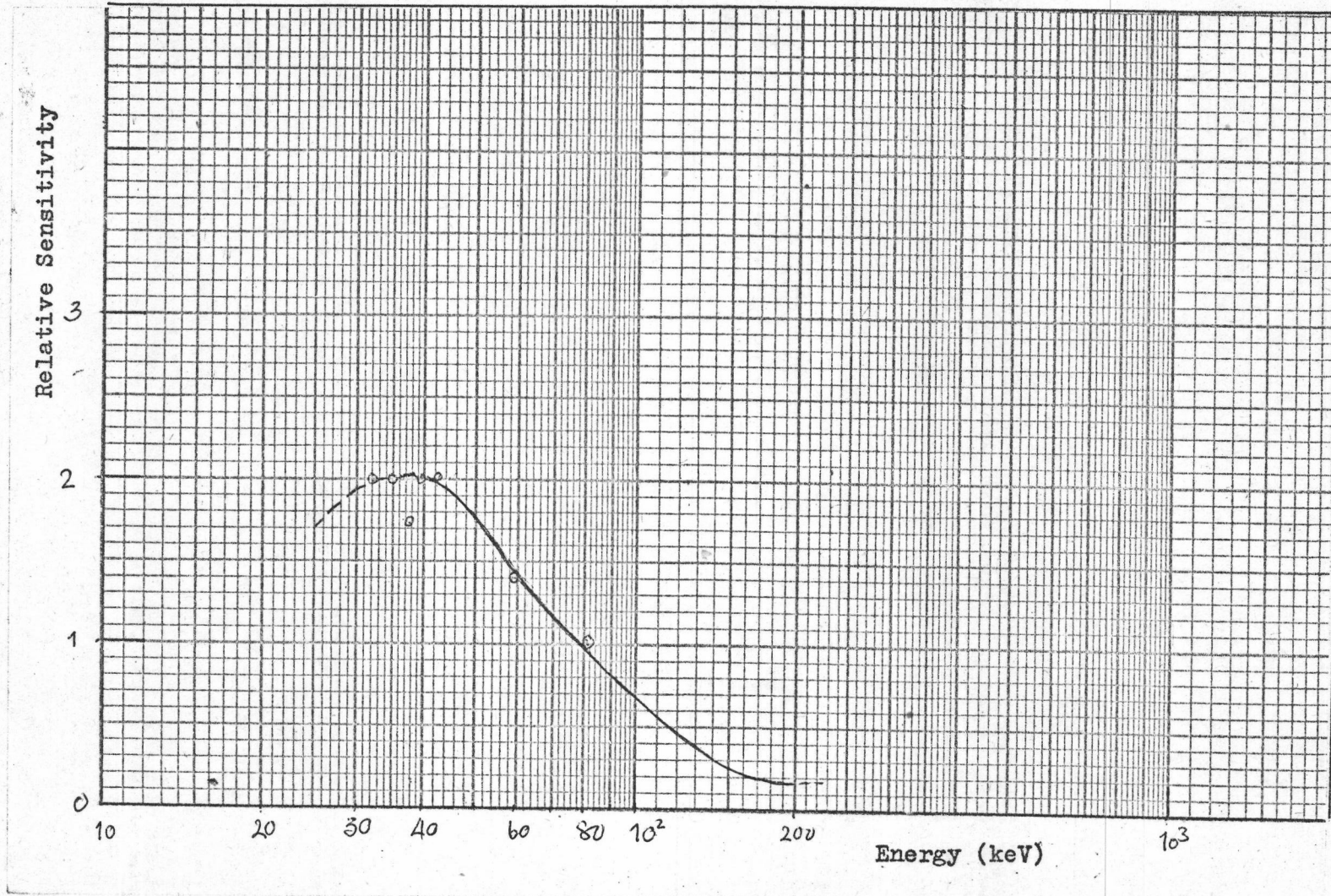


ภาพที่ 4-14 ผลสนองของคอมทอรั้งสีพลังงานต่าง ๆ กันของฟิล์ม Agfa Super Pan (ASA 200)

ตารางที่ 4.15 ความไวต่อรังสีที่พลังงานต่าง ๆ กันของฟิล์ม Agfa Super Pan (ASA 200)  
ที่ความหนาแน่นฟิล์มแสง 0.5

E keV	D	$S = \frac{1}{D}$	R.S
32	560	1/560	2
35	560	1/560	2
37.5	650	1/650	1.72
39.5	560	1/560	2
42.5	560	1/560	2
59	800	1/800	1.4
81	1120	1/1120	1



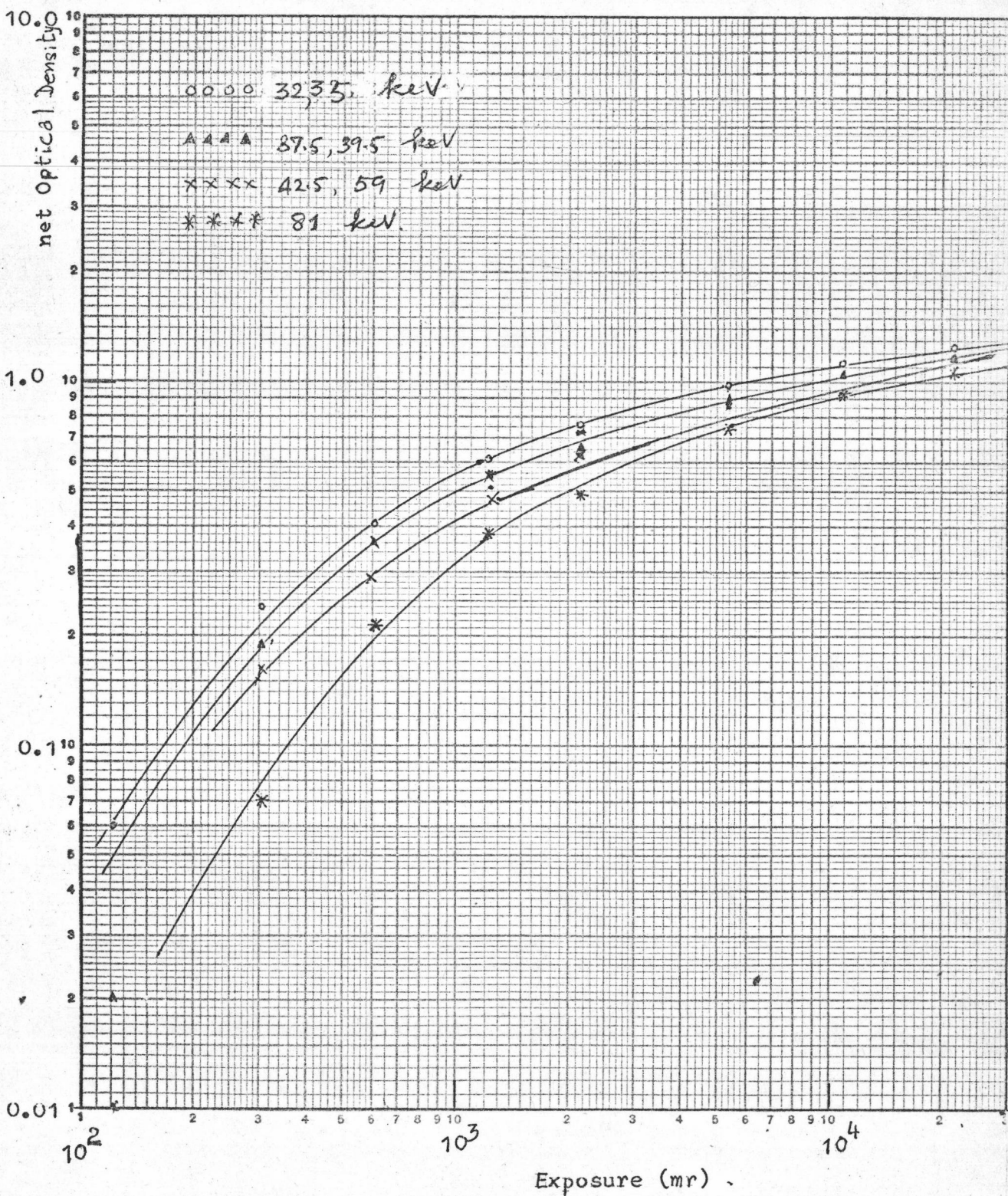


ภาพที่ 4-15 ความไวต่อรังสีพลังงานต่าง ๆ กันของฟิล์ม Agfa Super Pan (ASA 200)

ตารางที่ 4.16 ผลสนองตอบของรังสีที่พลังงานต่าง ๆ กันของฟิล์ม Agfa Isopan ISS (ASA 100)

Dose mr.	32 keV		35 keV		37.5 keV		39.5 keV		42.5 keV		59 keV		81 keV	
	O.D	net O.D	O.D	net O.D	O.D	net O.D	O.D	net O.D	O.D	net O.D	O.D	net O.D	O.D	net O.D
21,437.5	1.36	1.24	1.39	1.25	1.39	1.25	1.31	1.18	1.31	1.18	1.28	1.15	1.19	1.06
10,718.8	1.23	1.11	1.28	1.14	1.26	1.12	1.19	1.06	1.18	1.05	1.14	1.01	1.04	.91
5,359.4	1.10	.98	1.15	1.01	1.10	.96	1.04	.91	1.02	.89	.99	.86	.87	.74
2,143.8	.89	.77	.91	.87	.87	.73	.84	.71	.80	.67	.76	.63	.62	.49
1,225	.73	.61	.86	.62	.69	.55	.68	.55	.67	.54	.60	.47	.57	.38
612.5	.53	.41	.56	.42	.50	.36	.51	.38	.49	.36	.42	.29	.34	.21
306.3	.36	.24	.38	.24	.30	.16	.33	.20	.32	.19	.28	.15	.20	.07
122.5	.18	.06	.19	.05	.14	-	.17	.04	.15	.02	.14	.01	.13	-
Control (Fog.)	.12		.14		.14		.13		.13		.13		.13	



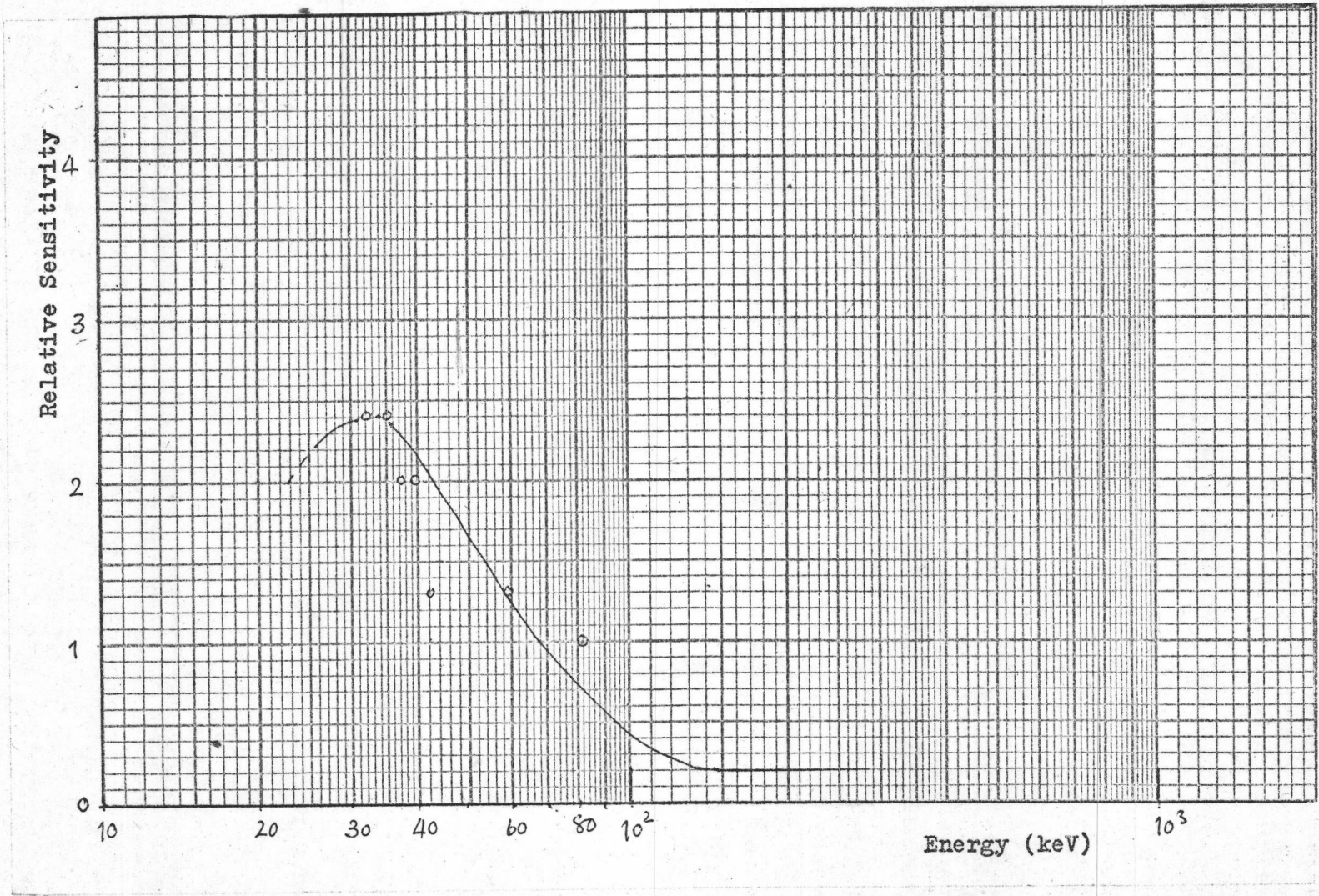


ภาพที่ 4-16 ผลสนองของท่อต่อรังสีพลังงานต่าง ๆ กันของฟิล์ม Agfa Isopan ISS (ASA 100)

ตารางที่ 4.17 ความไวต่อรังสีที่พลังงานต่าง ๆ กันของฟิล์ม Agfa Isopan ISS (ASA 100)  
ที่ความหนาแน่นที่บดแสง

E keV	D	$S = \frac{1}{D}$	R.S
32	830	1/830	2.41
35	830	1/830	2.41
37.5	1000	1/1000	2.00
39.5	1000	1/1000	2.00
42.5	1530	1/1530	1.31
59	1530	1/1530	1.31
81	2000	1/2000	1



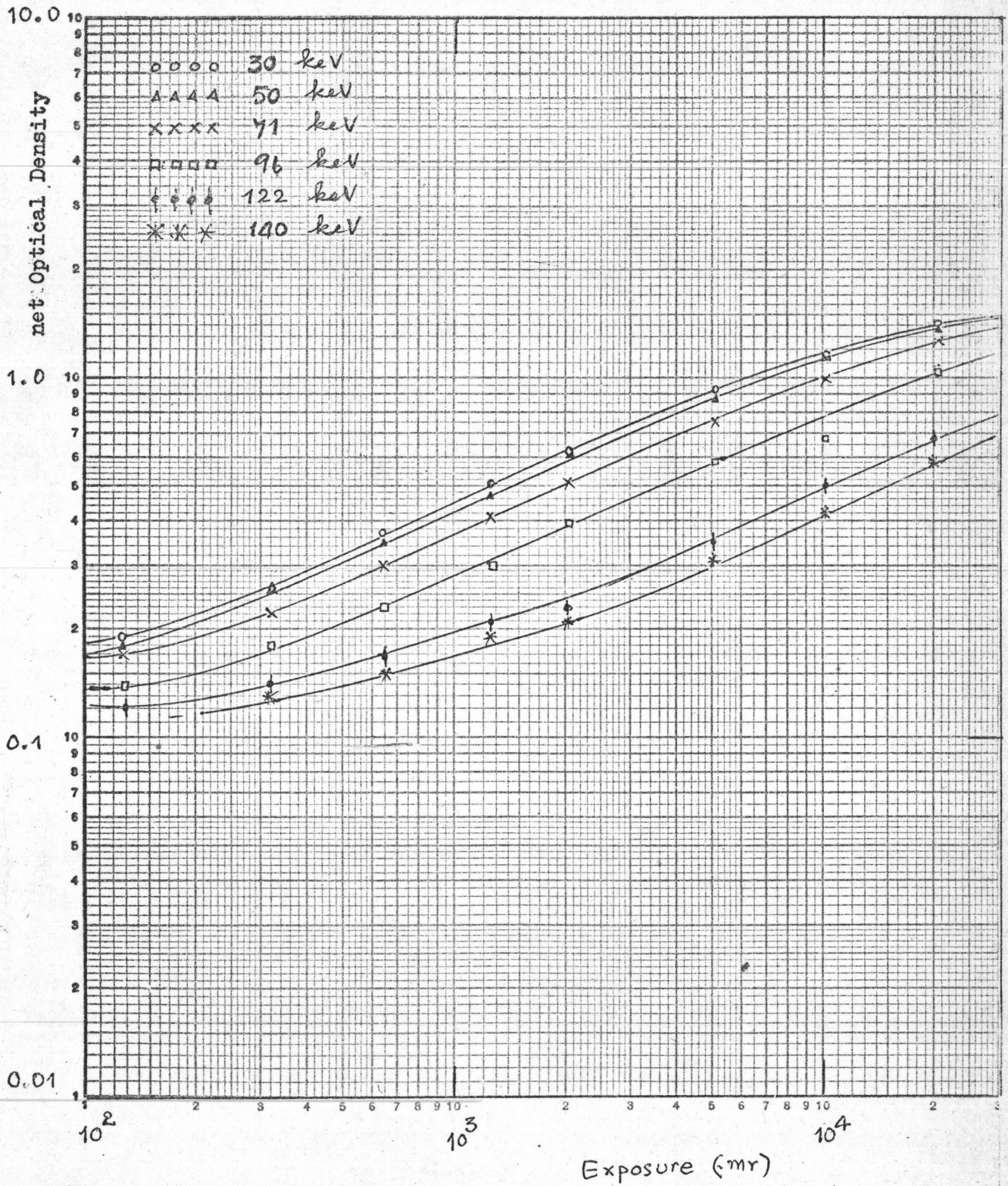


ภาพที่ 4-17 ความไวต่อรังสีพลังงานต่าง ๆ กันของฟิล์ม Agfa Isopan ISS (ASA 100)

ตารางที่ 4.18 ผลสนองทอมทอรั้งสีพลังงานต่าง ๆ กันของฟิล์ม Fuji, Neopan SS (ASA 100)

Dose mr.	30 keV		50 keV		71 keV		96 keV		122 keV		140 keV	
	O.D	net O.D	O.D	net O.D	O.D	net O.D	O.D	net O.D	O.D	net O.D	O.D	net O.D
20,505.6	1.51	1.42	1.47	1.38	1.33	1.24	1.11	1.02	.77	.68	.67	.58
10,252.8	1.27	1.18	1.22	1.13	1.08	.99	.87	.68	.59	.50	.51	.42
5,126.4	1.02	.93	.97	.88	.84	.75	.67	.58	.44	.35	.40	.31
2,050.6	.72	.63	.69	.60	.60	.51	.48	.39	.32	.23	.30	.21
1,280	.60	.51	.56	.47	.49	.40	.39	.30	.30	.21	.28	.19
640	.46	.37	.44	.35	.39	.30	.32	.23	.26	.17	.24	.15
320	.35	.26	.35	.26	.31	.22	.27	.18	.23	.14	.22	.13
128	.28	.19	.27	.18	.26	.17	.25	.14	.21	.12	.21	.02
Control	.09		.09		.09		.09		.09		.09	



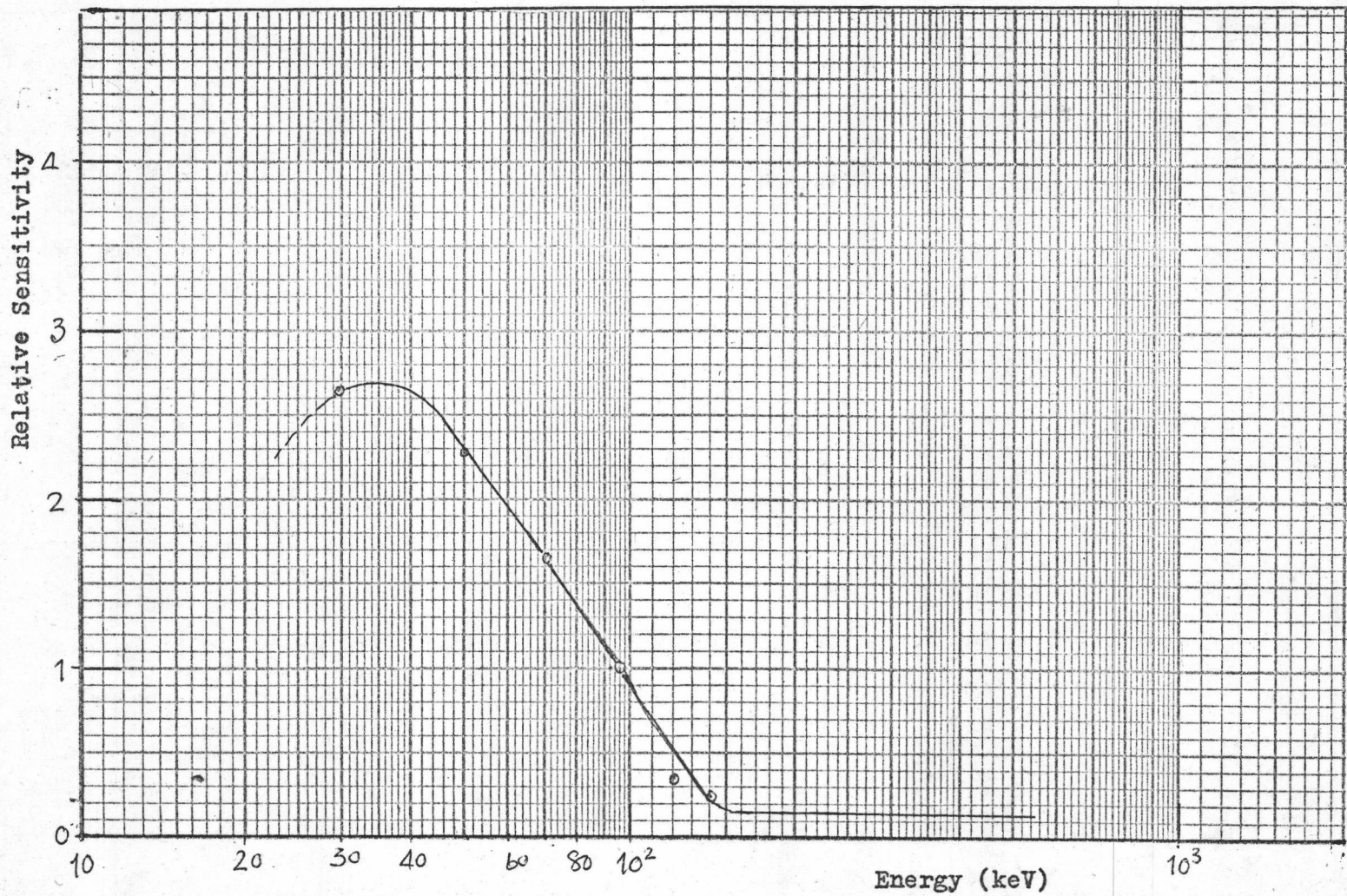


ภาพที่ 4-18 ผลสนองต่อรังสีพลังงานต่าง ๆ กันของฟิล์ม Fuji, Neopan SS (ASA 100)

ตารางที่ 4.19 ความไวต่อรังสีที่พลังงานต่าง ๆ กันของฟิล์ม Fuji, Neopan SS (ASA 100)  
ที่ความหนาแน่นที่บดแสง 0.5

E keV	D	$S = \frac{1}{D}$	R.S
30	1250	1/1250	2.64
50	1450	1/1450	2.28
71	2000	1/2000	1.65
96	3300	1/3300	1
122	10200	1/10200	0.32
140	15000	1/15000	0.22



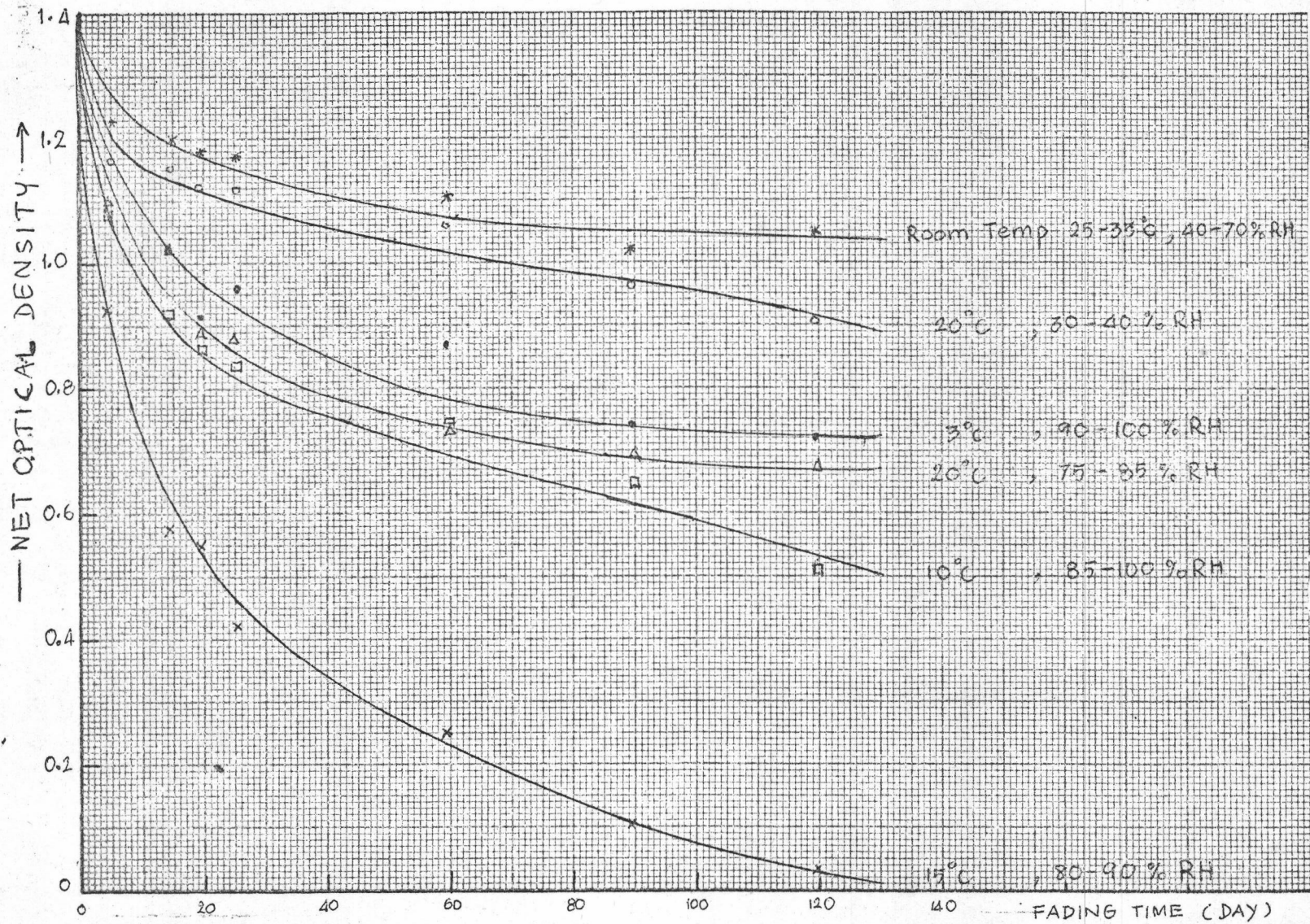


ภาพที่ 4-19 ความไวต่อรังสีพลังงานต่าง ๆ กันของฟิล์ม Fuji, Neopan SS (ASA 100)

ตารางที่ 4.20 การจางหายของภาพแฝงเมื่อเก็บฟิล์มทดลอง (Kodak Tri-X-pan) ในสภาวะต่างๆ

Fading time (days)	20°C 30-4 % R.H			20°C 75-85 % R.H			15°C 80-90 % R.H			10°C 85-100 % R.H			3°C 90-100 % R.H			Room Temp. 25-30°C 40-70 % RH.		
	O.D	fog.	net O.D	O.D	fog.	net O.D	O.D	fog.	net O.D	O.D	fog.	net O.D	O.D	fog.	net O.D	O.D	fog.	net O.D
	0.052	1.78	0.39	1.39	1.78	0.39	1.39	1.78	0.39	1.39	1.78	0.39	1.39	1.78	0.39	1.39	1.78	0.39
5.086	1.62	0.46	1.16	1.52	0.42	1.10	1.35	0.42	0.93	1.52	0.44	1.08	1.62	0.46	1.16	1.65	0.42	1.23
15.146	1.62	0.47	1.15	1.45	0.43	1.02	1.00	0.42	0.58	1.36	0.44	0.92	1.48	0.46	1.02	1.63	0.43	1.20
20.135	1.59	0.47	1.12	1.32	0.43	0.89	0.97	0.42	0.55	1.30	0.44	0.86	1.37	0.46	0.91	1.16	0.43	1.18
26.146	1.59	0.47	1.12	1.32	0.44	0.88	0.85	0.43	0.42	1.29	0.45	0.84	1.42	0.36	0.96	1.61	0.44	1.17
60.052	1.47	0.41	1.06	1.11	0.38	0.73	0.70	0.35	0.25	1.11	0.36	0.75	1.24	0.37	0.87	1.46	0.35	1.11
90.135	1.41	0.45	0.96	1.08	0.38	0.70	0.42	0.32	0.10	1.00	0.36	0.64	1.12	0.38	0.74	1.38	0.36	1.02
120.135	1.28	0.38	0.90	1.05	0.38	0.67	0.37	0.35	0.03	0.88	0.37	0.51	1.08	0.36	0.72	1.43	0.38	1.05



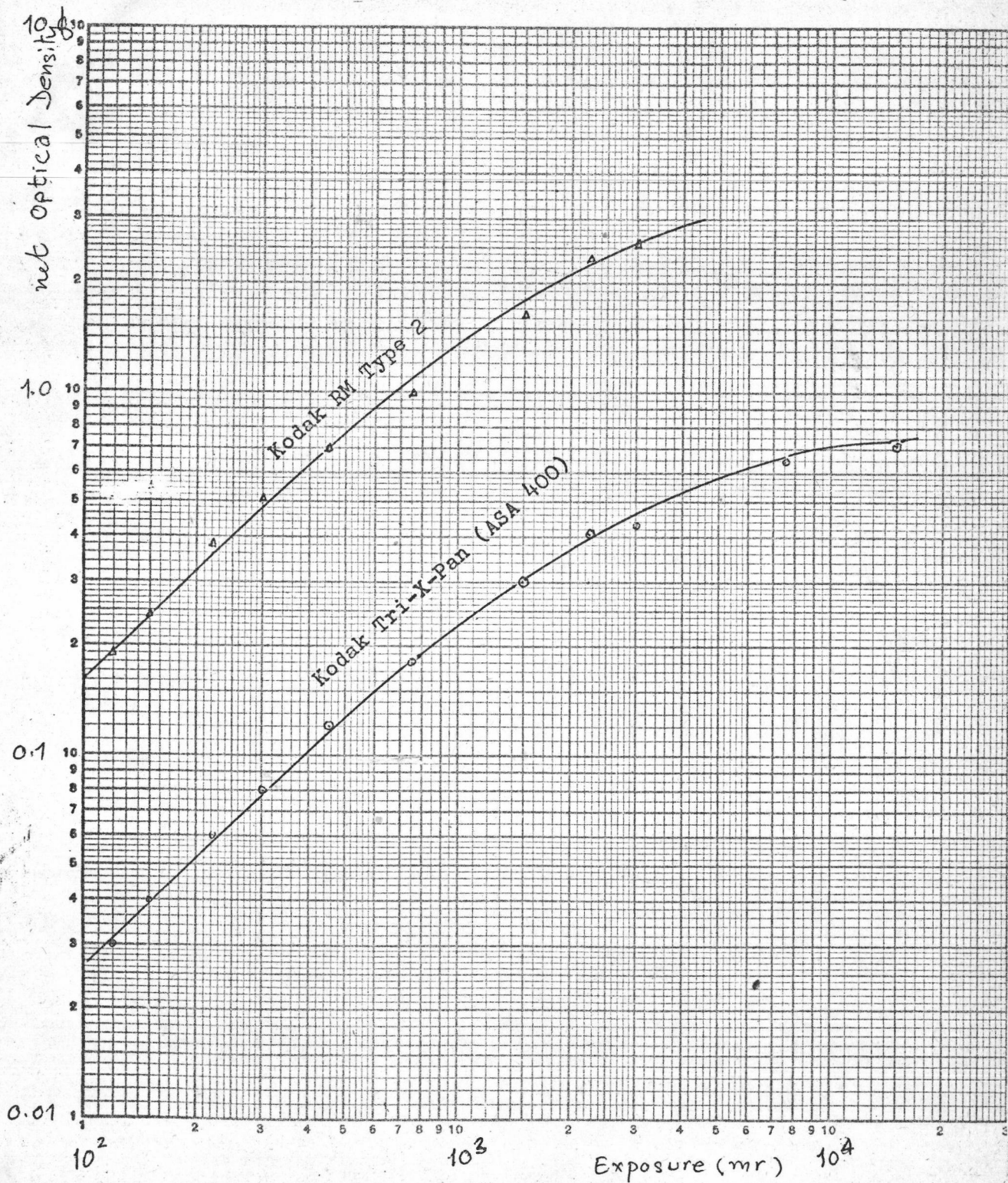


ภาพที่ 1-20 การจางหายของภาพแฝงเมื่อเก็บฟิล์มทดลอง (Kodak Tri-X-Pan) ในสภาวะต่างกัน.

ตารางที่ 4.21 ความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นที่บดแสงกับปริมาณรังสีจาก Ra-Be 226

Exposure (mr.)	Kodak Tri-X-Pan (ASA 400)		Kodak Radiation Monitoring film	
	O.D	net O.D	type 2 O.D	net O.D
15,000	1.10	0.72	3.5	-
7,500	1.03	0.65	3.5	-
3,000	0.81	0.43	2.89	2.56
2,250	0.79	0.41	2.68	2.35
1,500	0.68	0.30	1.94	1.61
750	0.56	0.18	1.311	0.98
450	0.50	0.12	1.02	0.69
300	0.46	0.08	0.84	0.51
225	0.44	0.06	0.71	0.38
150	0.42	0.04	0.54	0.24
120	0.41	0.03	0.52	0.19
75	0.40	0.02	0.45	0.12
45	0.39	0.01	0.41	0.08
30	0.39	0.01	0.38	0.05
Control (Fog.)	0.38		0.33	





ภาพที่ 4-21 ความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นที่แสงและปริมาณรังสีจาก  $^{226}\text{Ra-Be}$

ตารางที่ 4.22 การเปรียบเทียบผลการวัดปริมาณรังสีระหว่างฟิล์มทดลอง  
ฟิล์มมาตรฐานและเครื่องวัดรังสีมาตรฐาน

Irradiation Time (min)	Victoreen (mr.)	Kodak RM Type 2			Kodak Tri-X-Pan(ASA 400)			Calculate exposure (mr.)
		O.D	net O.D	Exposure (mr.)	O.D	net O.D	Exposure (mr.)	
30	101	0.54	0.21	120	0.41	0.04	150	161.5
60	205	0.78	0.45	270	0.43	0.06	225	244.9
90	310	0.95	0.62	390	0.50	0.13	500	551.1
120	416	1.22	0.89	610	0.52	0.15	590	643.1
Control film		0.33			0.37			

หมายเหตุ

-ใช้  $^{226}\text{Ra-Be}$  เป็นต้นกำเนิดรังสีแกมมาและรังสีนิวตรอน

--วางฟิล์มและเครื่องวัดในบริเวณที่มีอัตราปริมาณรังสี 200 mr/hr (โดยการคำนวณ)

O.D. = Optical Density