

วิธีดำเนินงานและวิเคราะห์ข้อมูล

วิธีดำเนินงาน

ก่อนที่จะทำการทดลองจะต้องเลือกวัสดุที่จะใช้ทดลอง เครื่องมือวัดรังสี เครื่องกำเนิดรังสีเอกซ์ รวมทั้งหาเทคนิคการจัดตั้งตำแหน่งของเครื่องมือให้เหมาะสมเสียก่อน

4.1 วัสดุที่ใช้ทดลอง

เนื่องจากการทดลองมีจุดมุ่งหมายจะศึกษาการดูดกลืนรังสีเอกซ์ของวัสดุที่ใช้ทำผนังห้อง จึงได้เลือกเอาวัสดุที่นิยมทำผนังห้องทั่ว ๆ ไปหรืออาจใช้ทำฉากป้องกันรังสีได้ดังตารางที่ 4-1 เมื่อเลือกชนิดของวัสดุได้แล้วก็รวบรวมจัดหาวัสดุเหล่านั้นนำมาตัดเป็นแผ่นขนาด 20 x 30 ซม. (ถ้าเป็นวัสดุที่มีขนาดใหญ่พอ) ประมาณ 7-8 แผ่น ทำการวัดความหนาของแต่ละแผ่นแล้วเฉลี่ยเป็นความหนาของแผ่นเดียว แต่ถ้าวัดวัสดุที่มีความหนาของแต่ละแผ่นแตกต่างกันมากก็ถือว่าความหนาที่วัดได้เป็นความหนาของแผ่นนั้น ๆ โดยไม่นำมาหาค่าเฉลี่ย เมื่อได้เลือกชนิด ขนาด และวัดความหนาของวัสดุแล้ว ก็ใช้วัสดุเหล่านั้นทำการทดลองต่อไป

ก่อนจะทดลองได้ทำการหาความหนาแน่นของวัสดุเหล่านั้นโดยการนำมาตัดเป็นแผ่นสี่เหลี่ยมขนาด 10 x 10 ซม. ทำการวัดความกว้าง ยาว หนา และชั่งน้ำหนัก แล้วคำนวณหาความหนาแน่นในหน่วยกรัม/ลบ.ซม. ส่วนวัสดุที่มีขนาดเฉพาะเช่น อิฐ อิฐทนไฟ และคอนกรีตบล็อก นั้นหาความหนาแน่นโดยวิธีเค็มแต่ใช้ขนาดเค็มแผ่น สำหรับ อิฐบล็อกมีลักษณะคล้ายรวงผึ้งเป็นโพรง คาสีเหลี่ยม การหาความหนาแน่นใช้วิธีชั่งในน้ำและในอากาศ ความหนาแน่นที่หาได้เป็นความหนาแน่นเฉลี่ยที่ได้จากการทดลองของวัสดุชนิดละ 4-5 แผ่น

ตารางที่ 4-1

วัสดุที่ใช้ทดลอง ความหนา และความหนาแน่น

| ลำดับที่ | วัสดุ | ความหนาเฉลี่ย แผ่นละ (ซม.) | ความหนาแน่น กรัมต่อ ลบ.ซม. |
|----------|--------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| 1 | กระเบื้องแผ่นเรียบ | 0.63 | 1.71 |
| 2 | ไม้อัด | 0.44 | 0.64 |
| 3 | กระดาษอัด | 0.31 | 0.94 |
| 4 | สังกะสี | 0.031 | 6.92 |
| 5 | ไม้สัก | 1.11 | 0.57 |
| 6 | ไม้ยาง | 0.91 | 0.69 |
| 7 | ไม้ฉำฉา | 2.10 | 0.41 |
| 8 | เซฟวิ่งบอร์ด | 0.64 | 0.53 |
| 9 | ตะกั่ว | - | 11.34 ¹ |
| 10 | อิฐ | 4 | 1.56 |
| 11 | อิฐบล็อก | 8 | 1.89 |
| 12 | คอนกรีตบล็อก | - | 2.06 |
| 13 | กระจก | 0.5 | 2.46 |
| 14 | แบโรท์ | 1.2 | 4.16 |
| 15 | อลูมิเนียม | - | 2.70 ² |
| 16 | อิฐหนไฟ | 7 | 1.85 |

หมายเหตุ วัสดุที่ไม่ได้วัดความหนาเฉลี่ย เพราะแต่ละแผ่นมีความหนาแตกต่างกันมาก

¹ Radiological Health Handbook, U.S. Department of Health and Welfare, Public Health Service, 1960 หน้า 88

² คู่มือเล่มที่แล้ว

4.2 เครื่องกำเนิดรังสีเอกซ์ที่ใช้ในการทดลอง

เนื่องจากการทดลองนี้มุ่งเฉพาะรังสีเอกซ์ที่มีพลังงานในช่วงวินิจัยโรค จึงได้เลือกเครื่องกำเนิดรังสีเอกซ์ชนิดวินิจัยโรค (Diagnostic X-ray Unit) ของบริษัทโคชิบา มีกำลังสูงสุด 150 กิโลโวลต์ 500 มิลลิแอมป์ ซึ่งอยู่ในช่วงที่ทำการทดลองคือ 50-120 กิโลโวลต์และ 100 มิลลิแอมป์ เป็นเครื่องชนิด "Full wave Rectification" คือมีไดโอด 4 ตัว ต่อแบบ Bridge ทำให้ความต่างศักย์ที่ขั้วทั้งสองของหลอดรังสีเอกซ์ไม่สลับเครื่องหมายกลับไปกลับมาตามไฟฟ้าสลับจากสายจ่ายไฟหลัก ดังนั้นรังสีเอกซ์จะถูกผลิตออกบางส่วนเสมอตลอดช่วงเวลาฉายรังสี ไม่เป็นช่วงๆ (Pulse) เครื่องกำเนิดรังสีเอกซ์มีเป้า (Target) หรือโฟกัส (Focus) ทำด้วยทังสเตน เป็นชนิดหมุนได้ (Rotating anode) เพื่อระบายความร้อนได้ในตัว ส่วนไส้ (Filament) ทำด้วยทังสเตนเช่นกัน ลำรังสีสามารถปรับได้ด้วยระบบ "Light Beam Diaphragm" จึงสามารถปรับขนาดได้ตามต้องการ มีลูนีเยียมหนา 2 มม. สำหรับกรองรังสีตาม ICRP. กำหนดไว้ฉะนั้นจึงเป็นเครื่องที่มีประสิทธิภาพสูงตรงตามที่ ICRP. กำหนดไว้ทุกประการ

4.3 เครื่องมือที่ใช้วัดรังสี

เครื่องวัดรังสีที่ใช้คือเครื่อง G.I.L. Electrometer (G.I.L. ย่อมาจาก Electronic Instruments Limited) เป็นเครื่องชนิดไอออนไนเซชันแชมเบอร์ (Ionization Chamber) จึงวัดรังสีได้ทุกช่วงพลังงานที่เรียกว่า Energy Dependent เครื่องวัดที่ใช้มีปริมาตร 35 ลบ.ซม. สามารถวัดรังสีได้ตั้งแต่ 3 ไมโครเรินเจกซ์ ถึง 10⁷ เรินเจกซ์ ซึ่งเป็นช่วงกว้างมาก และในการทดลองใช้ช่วง 0.03 ถึง 1000 มิลลิเรินเจกซ์ ใช้พลังงานจากแบตเตอรี่ขนาด 12 โวลต์ แล้วขยายโดยวงจรทรานซิสเตอร์ ทำให้เครื่องวัดมีความต่างศักย์ 300 โวลต์ สายที่ออกจากเครื่องวัดเข้ามาตรวจวัดหรือมิเตอร์เป็นสายแบบ C 37C ยาว 3 เมตร และเป็นสายหุ้มด้วยตะกั่ว (Screened Lead) เพื่อป้องกันสนามไฟฟ้าหรือสนามแม่เหล็กที่รบกวนการ ความจุของสายมีค่า 200 พิโคฟารัด (Picofarad) และของเครื่อง



วัดมีค่า 6 พิโคฟารัด (Picofarad) จึงมีผลทำให้ความคลาดเคลื่อนของปริมาณรังสีที่วัดได้ บนเสกัล x 1 และบนเสกัลอื่น ๆ มีผิดพลาดไม่เกิน $\pm 10\%$ และ $\pm 5\%$ ตามลำดับ³

เครื่อง D.F.L. Electrometer นี้ได้รับการเทียบมาตรฐาน (Calibration) กับเครื่อง Dosimeter ของบริษัท Baldwin Instrument Company Limited และบริษัท The Victoreen Instrument Company ซึ่งเป็นเครื่องมาตรฐานทุติยภูมิ (Secondary Standard) เครื่องทั้งสองนี้อยู่ที่โครงการป้องกันอันตรายจากรังสี กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ พระนคร และได้รับการเทียบมาตรฐานจากบริษัทผู้ผลิตและจาก National Radiation Laboratory ประเทศนิวซีแลนด์

4.4 การวัดระยะระหว่างหลอดรังสีเอกซ์ถึงเครื่องวัด

ระยะจากหลอดรังสีเอกซ์ของวัดจากไฟก๊าส ได้ทำการทดลองโดยใช้เครื่องวัดที่ระยะ ขนาดของรังสีเอกซ์ 15 x 15 ซม. ที่ระยะ 55 ซม. จากหลอด ทางกลาง ๆ จากไฟก๊าสตั้งแต่ .4 ถึง 1.2 เมตร, โดยจัดให้เครื่องวัดอยู่กลางลำรังสี ผลของการวัดรังสี ณ ตำแหน่งต่าง ๆ แสดงไว้ในตารางที่ 4-2 นำค่าปริมาณรังสี I ที่อ่านได้ในหน่วยมิลลิเรินท์เซนตเมตรระยะห่างจากไฟก๊าส a ยกกำลังสองได้ตัวเลขใกล้เคียงกันทุกคู่ และเมื่อสร้างกราฟระหว่าง I และ $1/a^2$ ได้กราฟเส้นตรงมีความเอียงเป็น 37 มิลลิเรินท์เซนตเมตร² ตารางที่ 4-1 แสดงว่าปริมาณรังสีจะลดลงตามกฎกำลังสองยกนั้น ฉะนั้นจึงเลือกระยะ 1 เมตร เป็นระยะระหว่างไฟก๊าสถึงเครื่องวัดที่จะใช้ในการทดลอง เพราะต้องการทราบปริมาณรังสีต่อมิลลิแอมป์-นาที่ ที่ระยะ 1 เมตรอยู่แล้ว และอีกประการหนึ่งเปอร์เซ็นต์ของการทะลุผ่านออกมาถึงสมการที่ 3-3ก. เป็นอัตราส่วนของปริมาณรังสีที่ทะลุผ่านวัสดุออกมาต่อปริมาณรังสีในอากาศที่วัด ณ ตำแหน่งเดียวกัน ระยะทางจึงไม่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการคำนวณถ้าหากตำแหน่งของเครื่องวัดและไฟก๊าสไม่เปลี่ยนแปลงตลอดการทดลอง แต่เนื่องจากตะกั่วคอนกรีตยลือกสังกะสี อลูมิเนียม อิฐ กระจุก อิฐบล็อก อิฐหนไฟ และแบไรท์ กุกกลืนรังสีได้มากจึงต้องเปลี่ยน

³ Instruction Manual Model 37C X-Ray Dosimeter Electronic
Instruments Limited, England. หน้า 9

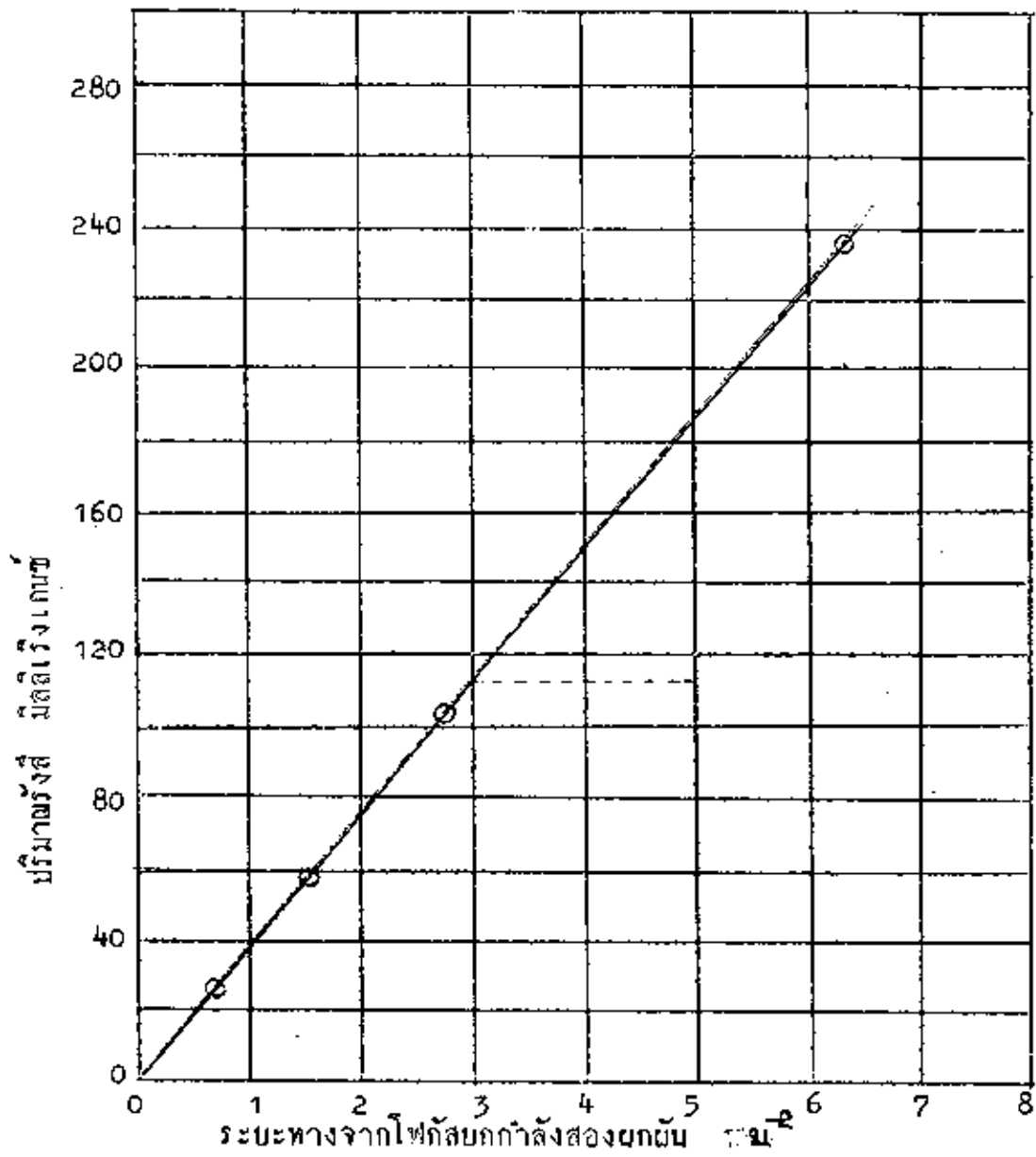
ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณรังสีกับระยะทางจากจุดโฟกัส

| ระยะทาง d เมตร | ปริมาณรังสี I มิลลิเรินเกนซ์ | $1/d^2$ m^{-2} | Id^2 | ความเอียง (Slope) |
|-------------------|---------------------------------|---------------------|--------|----------------------|
| 0.40 | 237.5 | 6.25 | 38.00 | 37.0 |
| 0.60 | 103.5 | 2.78 | 37.23 | |
| 0.80 | 58.5 | 1.56 | 37.50 | |
| 1.00 | 37.0 | 1.00 | 37.00 | |
| 1.20 | 25.8 | 0.69 | 37.39 | |

ตารางที่ 4-3

ผลของระยะห่างระหว่างวัสดุกันรังสีและเครื่องวัดที่มีต่อปริมาณรังสีที่วัดได้
(วัดที่ 80 กิโลโวลต์, 30 มิลลิแอมป์-วินาที, ระยะห่างจากโฟกัส 100 ซม.)

| ระยะห่างระหว่างกระเบื้องแผ่นเรียบ ถึงเครื่องวัด (ซม.) | ปริมาณรังสี (มิลลิเรินเกนซ์) |
|--|------------------------------|
| 4.5 | 21.5 |
| 10.0 | 21.0 |
| 15.5 | 20.3 |
| 25.0 | 20.0 |
| 34.5 | 19.7 |
| 45.5 | 19.4 |
| 55.0 | 19.2 |
| 67.0 | 19.2 |



รูปที่ 4-1 ผลของปริมาณรังสีเอกซ์เมื่อระยะทางจากจุดไฟกัลสเปลี่ยนแปลง

ระยะทางให้ขยลงเหลือเพียง 50-60 ซม. เพื่อให้สามารถอ่านปริมาณรังสีได้ในช่วง 0.03 มิลลิเรินท์ ทั้งนี้เพราะในช่วงเวลาที่ค่ากว่านี้เครื่องทำงานไม่ปกติ

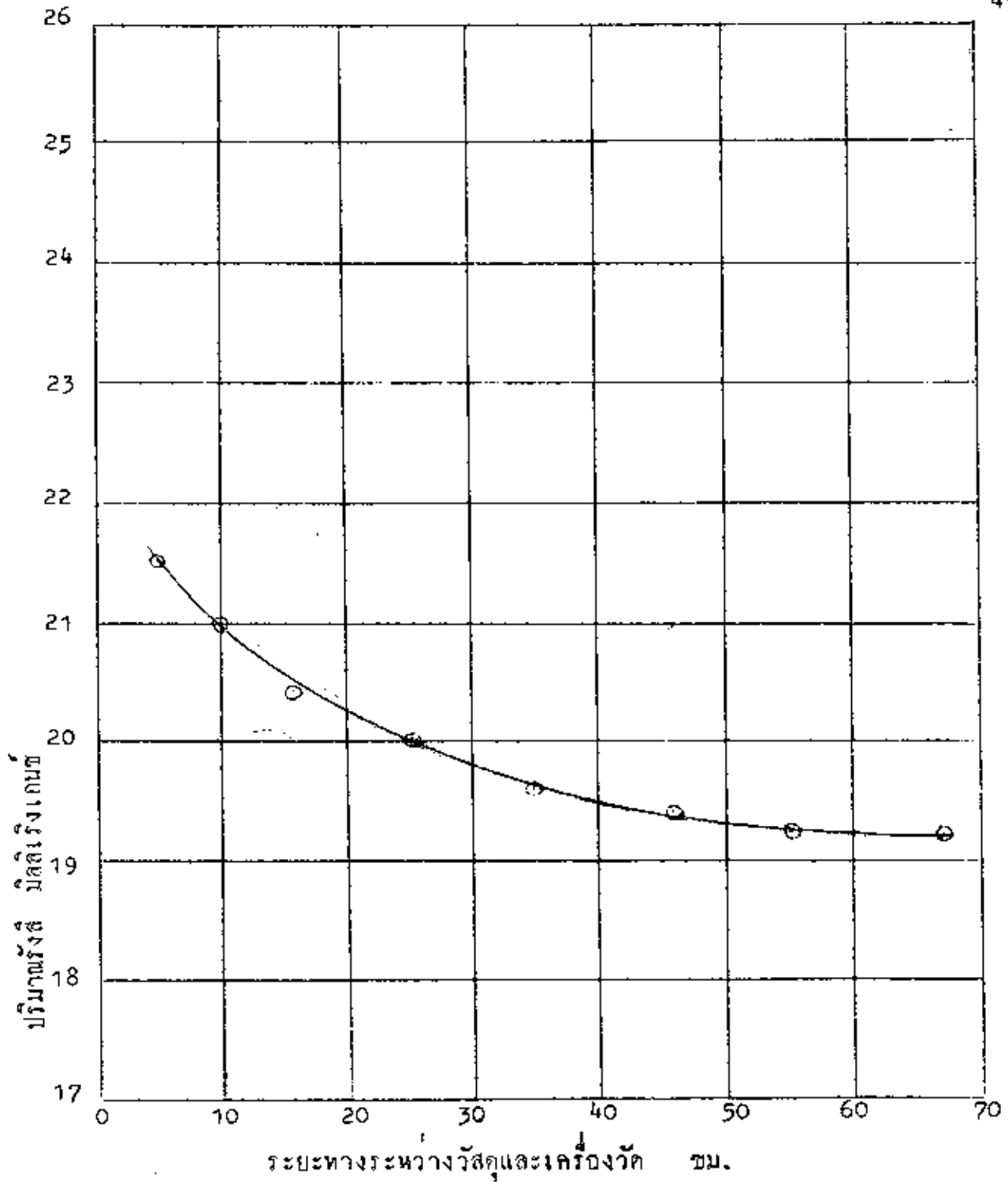
4.5 ตำแหน่งของวัสดุ

วัสดุจะต้องวางกับลำรังสีระหว่างหลอดรังสีเอกซ์และเครื่องวัด เพื่อให้ได้ตำแหน่งที่เหมาะสมต่อการทดลองโดยใช้กระเบื้องแผ่นเรียบ วางกับลำรังสี ณ ตำแหน่งต่าง ๆ ในแนวตั้งฉากกับลำรังสี วัดระยะระหว่างเครื่องวัดและวัสดุและปริมาณรังสี ที่ 80 กิโลโวลต์ 30 มิลลิแอมป์-วินาที โดยให้ระยะทางระหว่างโฟกัสถึงเครื่องวัดเป็น 100 เซนติเมตร/กึ่งแสดง และขนาดของลำรังสีที่วัดได้มีขนาด 15 x 15 ซม.

ในตารางที่ 4-3 ผลปรากฏว่าปริมาณรังสีเปลี่ยนแปลงเมื่อระยะทางระหว่างเครื่องวัดและวัสดุเปลี่ยนแปลง กล่าวคือปริมาณรังสีมีค่ามากเมื่อวัสดุและเครื่องวัดใกล้กัน และจะค่อย ๆ ลดลงเมื่อระยะทางยิ่งไกลขึ้น จนกระทั่งวัสดุอยู่ไกลเกิน 50 เซนติเมตรจากเครื่องวัดปริมาณรังสีเกือบเท่ากับหลอด ความสัมพันธ์นี้แสดงในรูปที่ 4-2 ความหนาแน่นแล้วปริมาณรังสีไม่ควรเปลี่ยนแปลงไม่ว่าวัสดุจะอยู่ที่ใดระหว่างโฟกัสและเครื่องวัด การที่ปริมาณรังสีสูงเมื่อวัสดุและเครื่องวัดอยู่ใกล้กันเป็นเพราะรังสีสะท้อนจากวัสดุไปเข้าเครื่องวัดนั่นเอง สำหรับการทดลองนี้จะคงพยายามให้รังสีสะท้อนมาเข้าเครื่องวัดน้อยที่สุด จึงเลือกระยะจากเครื่องวัดถึงวัสดุเป็น 45 เซนติเมตร ทั้งนี้เพราะถ้าใช้ระยะไกลกว่านี้ลำรังสีตรงบริเวณเครื่องวัดจะโดนมากจนขอบล่างช้ระหมบพื้นโต๊ะที่ตั้งเครื่องมือ ทำให้เกิดรังสีสะท้อนจากพื้นโต๊ะมาเข้าเครื่องวัดได้ วัสดุหนัก ๆ ที่จะต้องให้ระยะจากโฟกัสถึงเครื่องวัดน้อยกว่า 1 เมตรดังกล่าวมาแล้วในข้อ

4.4 ระยะทางจากเครื่องมือถึงวัสดุจำเป็นต้องน้อยกว่า 45 เซนติเมตร แต่ไม่ต่ำกว่า 10 เซนติเมตร คือประมาณ 15-20 เซนติเมตร แล้วแต่กรณีไป เพราะ National Radiation Laboratory⁴ แห่งประเทศนิวซีแลนด์ ได้รายงานว่าการะยะจากเครื่องวัดถึงวัสดุห่างกันไม่ต่ำกว่า 10 เซนติเมตร รังสีสะท้อนจะน้อยมากจนไม่มีผลต่อการทดลองแต่ประการใด

⁴ National Radiational Laboratory, New Zealand, Basic Data.



รูปที่ 4-2

ผลของระยะทางระหว่างขดลวดกับรังสีและเครื่องวัด ที่มีต่อปริมาณรังสีที่วัดได้

4.6 ขนาดของลำรังสีบนวัสดุที่จะใช้ทดสอบ

ลำรังสีที่ใหญ่เกินไปบนวัสดุที่จะใช้ทดสอบจะต้องมีขนาดพอเหมาะ เพราะถ้าใหญ่เกินไปจะมีโอกาสไปกระทบผนังห้องหรือส่วนต่าง ๆ ภายในห้องแล้วสะท้อนมาเข้าเครื่องวัด ทำให้การทดสอบผิดพลาดไปได้ และถ้าเล็กเกินไปจะไม่เหมาะสมกับความมุ่งหมายที่ได้วางไว้ กล่าวคือต้องการจะศึกษาการดูดกลืนรังสีเพื่อพิจารณาประกอบการป้องกันรังสี ซึ่งในการถ่ายรังสีเอกซ์โคททั่ว ๆ ไป ลำรังสีที่ให้มีขนาดใหญ่ จึงได้ทำการทดลองว่าขนาดของลำรังสีจะมีอิทธิพลต่อผลของปริมาณรังสีที่วัดได้หรือไม่ โดยการจัดทำแผนผังไฟก๊ส และเครื่องวัดให้คงที่ แล้วนำวัสดุซึ่งได้แก่กระเบื้องแผ่นเรียบ กระจกชนิด และอากาศธรรมดาไปขวางลำรังสี เพื่อเปรียบเทียบว่าวัสดุที่มีความหนาแน่นต่าง ๆ กันจะทำให้ผลของปริมาณรังสีที่วัดได้เปลี่ยนแปลงเมื่อขนาดลำรังสีเปลี่ยนแปลงหรือไม่ สำหรับการศึกษาย่างละเอียดนี้ ได้ใช้รังสีเอกซ์ที่มีผลที่ค่า 50 และ 80 กิโลโวลต์ ผลการทดลองดังแสดงในตารางที่ 4-4 และกราฟรูปที่ 4-3 ปรากฏว่ากราฟทุกเส้น คือของกระเบื้องแผ่นเรียบ กระจกชนิด และอากาศ ที่ 80 และ 50 กิโลโวลต์ มีลักษณะเหมือนกัน ผิดกันที่ค่าปริมาณรังสีที่อ่านได้เท่านั้น เพราะการดูดกลืนนี้ไม่เท่ากัน ที่ขนาดลำรังสีเล็ก ๆ ปริมาณรังสีที่วัดได้จะน้อย และค่อย ๆ เพิ่มขึ้นตามลำดับ แต่เมื่อขนาดของลำรังสีสูงถึงประมาณ 200 คร.ซม. เส้นกราฟทุกเส้นเริ่มเป็นเส้นตรงในลักษณะขนานกันแทนค่าพื้นที่ลำรังสี แสดงว่าเมื่อพื้นที่ที่รับรังสีสูงเกิน 200 คร.ซม. ปริมาณรังสีที่วัดได้จะเท่ากันตลอด การที่เป็นเช่นนี้อธิบายได้ว่าเป็นเพราะปริมาณรังสีสะท้อนจากวัสดุมาเข้าเครื่องวัดได้สูงสุด เมื่อขนาดลำรังสีมีค่า 200 คร.ซม. รังสีสะท้อนอาจมีมากกว่าแต่สะท้อนไปในทิศทางอื่นที่ไม่สามารถมาเข้าเครื่องวัดได้ จึงถือว่าเป็นค่าแห่งที่รังสีสะท้อนหรือรังสีหุคินภูมิสูงถึงชั้นอิมตัว จึงได้เลือกเอาขนาด 15×15 คร.ซม. หรือ 225 คร.ซม. เป็นขนาดของลำรังสีบนวัสดุที่จะใช้ในการทดสอบ บนแผ่นวัสดุบางชนิดที่มีขนาดจำกัด เช่น อีรู อะซิซขนาดเท่ากันขนาดของแผ่นอีรู หรือแบไรท์ซึ่งมีขนาดเพียง 10×10 คร.ซม. อย่างไรก็ตามก็ไม่ทำให้ผลการทดลองผิดพลาดไปเมื่อเทียบกับความคลาดเคลื่อนอย่างอื่น

ตารางที่ 4-4

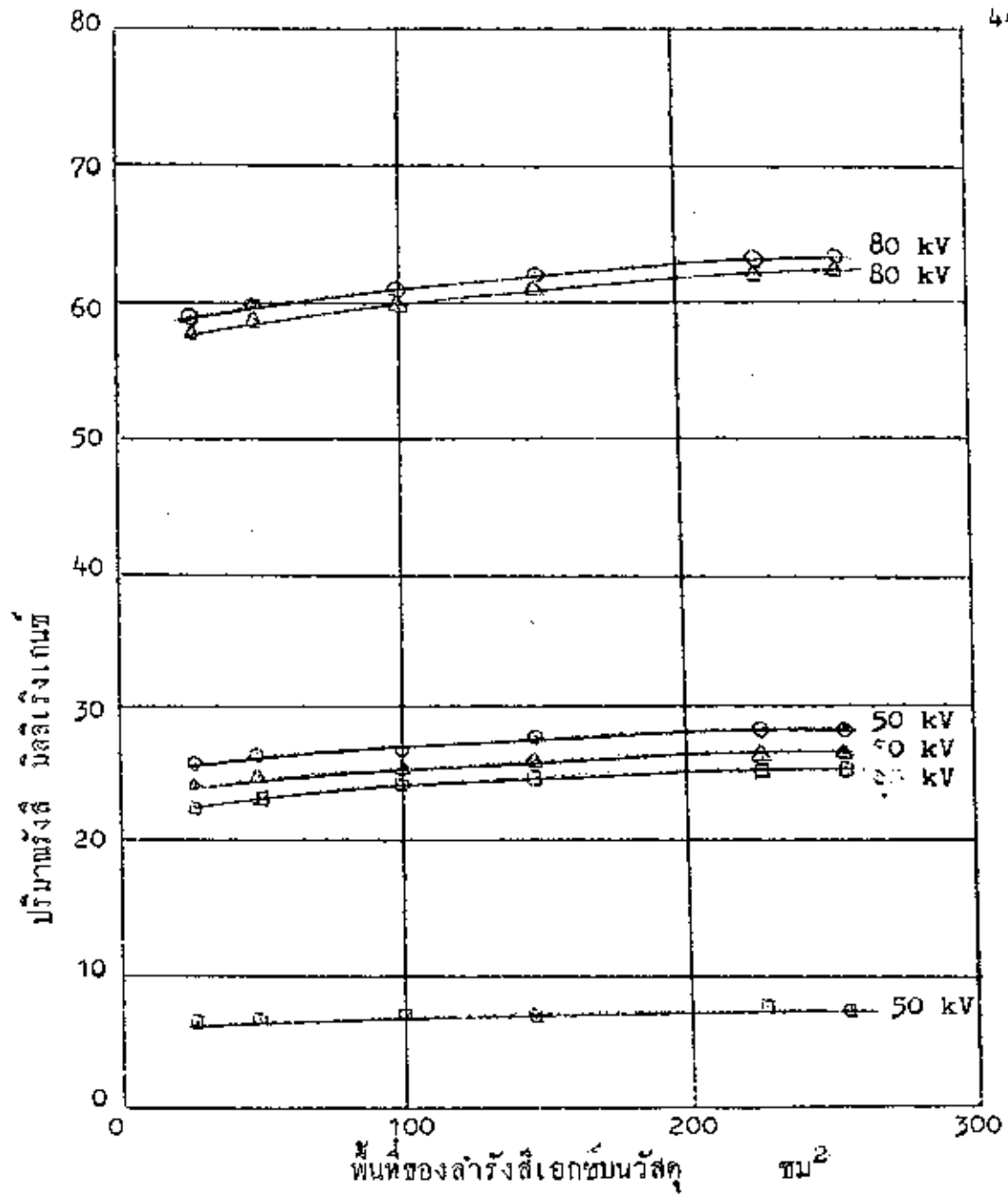
การเปลี่ยนแปลงปริมาณรังสีเมื่อลำรังสีบนวัสดุมีขนาดต่าง ๆ กัน

| กิโลโวลต์ | วัสดุ | ปริมาณรังสี (มิลลิเรินเจกซ์) เมื่อขนาดของลำรังสีเป็น | | | | | |
|-----------|--------------------|--|---------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| | | 5x5 ตร.ซม. | 7x7 ตร.ซม. | 10x10 ตร.ซม. | 12x12 ตร.ซม. | 15x15 ตร.ซม. | 16x16 ตร.ซม. |
| 50 | อากาศ | 25.5 | 26.0 | 26.5 | 27.5 | 28.0 | 28.0 |
| | กระดาษอัด | 24.0 | 24.8 | 25.2 | 25.5 | 26.2 | 26.5 |
| | กระเบื้องแผ่นเรียบ | 6.3 | 6.4 | 6.8 | 6.6 | 7.0 | 7.1 |
| 80 | อากาศ | 59.0 | 60.0 | 61.5 | 62.0 | 63.0 | 63.0 |
| | กระดาษอัด | 58.0 | 59.0 | 60.0 | 61.0 | 62.0 | 62.0 |
| | กระเบื้องแผ่นเรียบ | 22.5 | 23.2 | 24.0 | 24.5 | 25. | 25.3 |

ตารางที่ 4-5

ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณรังสีและค่ามิลลิแอมป์-วินาที

| กิโลโวลต์ | มิลลิแอมป์- วินาที | ปริมาณรังสี มิลลิเรินเจกซ์ | มิลลิเรินเจกซ์/มิลลิแอมป์-วินาที |
|-----------|-----------------------|-------------------------------|----------------------------------|
| 50 | 10 | 17.0 | 1.70 |
| | 20 | 35.0 | 1.75 |
| | 50 | 85.5 | 1.71 |
| 80 | 10 | 39.0 | 3.90 |
| | 20 | 78.0 | 3.90 |
| | 50 | 196.8 | 3.93 |

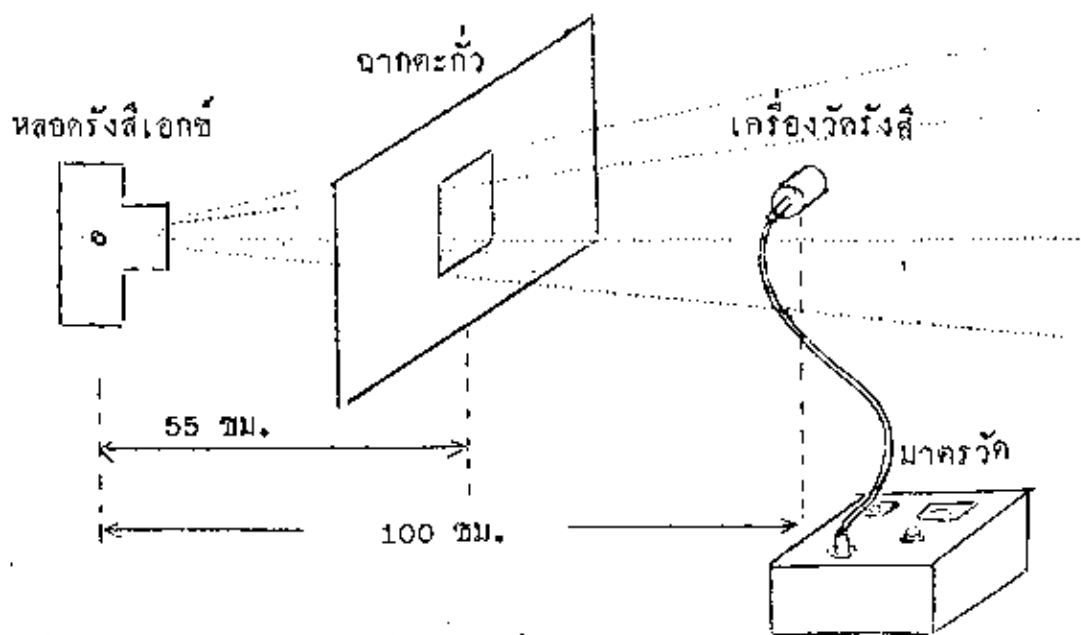


รูปที่ 4-3 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณรังสีและขนาดของลวดรังสี
 ○ - อากาศ , △ - กระดาศอัก , □ - กระเบื้องแผ่นเรียบ

เพื่อป้องกันรังสีสะท้อนที่อาจเกิดขึ้นตรงบริเวณขอบนอกของลำรังสีบนวัสดุ ทั้งนี้ เพราะวัสดุที่ใช้มีขนาดโตกว่า 15x15 ตร.ซม. จึงอาจมีรังสีสะท้อนจากพื้นที่อื่น ๆ บนวัสดุ นอกเหนือไปจากพื้นที่ 15x15 ตร.ซม. ที่จะให้รังสีผ่าน จึงใช้ทำฉากตะกั่วหนา 2 มิลลิเมตร ซึ่งเพียงพอจะกูดกลืนรังสีสะท้อนได้หมด มีขนาด 30x48 ตร.ซม. ตรงกลางเจาะช่องเป็น หน้าต่างขนาด 15x15 ตร.ซม. เพื่อให้ลำรังสีปฐมภูมิซึ่งจะใช้ขนาดเดียวกันนี้ตลอดงานไปได้ และปริมาณรังสีที่วัดได้เกิดจากพื้นที่บริเวณนั้นเท่านั้น

ขนาดของลำรังสีที่ใช้แสงไฟฟ้กำหนด ที่เรียกว่า " Light Beam Diaphragm " ฉะนั้น เพื่อทดสอบว่ารังสีเอกซ์ที่ออกมาจะมีขนาดและตำแหน่งเกี่ยวกับที่กำหนดโดยแสงไฟหรือไม่ ได้ใช้แผ่นเรืองแสง (Fluorescent Screen) ตรวจสอบ ปรากฏว่าลำรังสีตรงกับที่กำหนดโดยแสงไฟทั้งขนาดและตำแหน่ง

การจัดตำแหน่งของเครื่องกำเนิดรังสีเอกซ์ วัสดุ และเครื่องวัด ดังแสดงใน รูปที่ 4- ก



รูปที่ 4- ก การจัดตั้งตำแหน่งของเครื่องกำเนิด รังสีเอกซ์ ฉากตะกั่ว และเครื่องวัดรังสี

4.7 การกำหนดคามิลลิแอมป์-วินาทีในการทดลอง

ได้ทำการทดลองเพื่อหาความสัมพันธ์ของปริมาณรังสีและคามิลลิแอมป์-วินาที ดังตารางที่ 4-5 และเมื่อนำไปสร้างกราฟดังรูปที่ 4-4 ปรากฏว่าได้กราฟเป็นเส้นตรงแสดงว่าปริมาณรังสีแปรโดยตรงกับอัตราการทำงานของเครื่อง การทดลองจึงอาจใช้ค่าใดก็ได้ ซึ่งจะเลือกใช้ค่า 10, 20 และ 50 แล้วแต่ว่าวัสดุนั้น ๆ จะดูดกลืนรังสีมากน้อยเท่าใด เพื่อให้ปริมาณรังสีที่อ่านได้อยู่ในสเกลช่วงสูง ๆ ความคลาดเคลื่อนจะได้น้อยลง โดยเลือกคามิลลิแอมป์เป็น 100 ตลอด แต่เปลี่ยนค่าเวลาฉายรังสี จาก 0.1, 0.2 และ 0.5 วินาที เพื่อให้ได้ 10, 20 และ 50 มิลลิแอมป์-วินาที ตามลำดับ

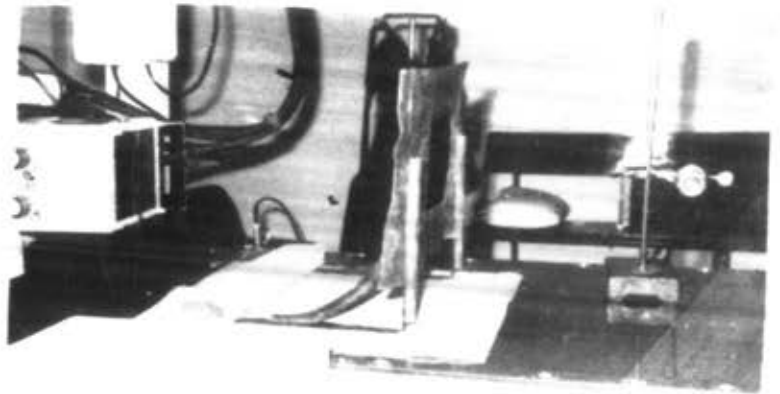
4.8 การกำหนดค่ากิโลโวลต์

ค่ากิโลโวลต์เป็นตัวเลขแสดงพลังงานสูงสุดของรังสีเอกซ์ที่ถูกผลิตออกมา การทดลองได้เลือกเอาค่า 50, 60, 70, 80, 90, 100, และ 120 กิโลโวลต์ครบวงจรตามลำดับ ซึ่งเป็นช่วงพลังงานที่ใช้ในงานด้านวินิจฉัยโรคตามต้องการ

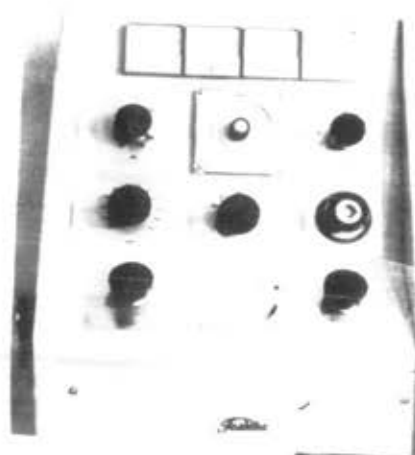
4.9 วิธีการทดลอง

หลังจากได้ศึกษาถึงตำแหน่งที่เหมาะสมในการจัดเครื่องมือ เครื่องใช้ต่าง ๆ ดังกล่าวมาแล้วในข้อที่ 4.1 ถึง 4.8 จึงเริ่มทำการทดลองต่อไป รูปที่ 4-๒ แสดงมาตรฐานวัดรังสี เครื่องควบคุมรังสีเอกซ์ (X-ray Control Panel) และการจัดหลอดรังสีเอกซ์ ฉากตะกั่ว และเครื่องวัดให้อยู่ในตำแหน่งที่พร้อมจะทำการทดลอง

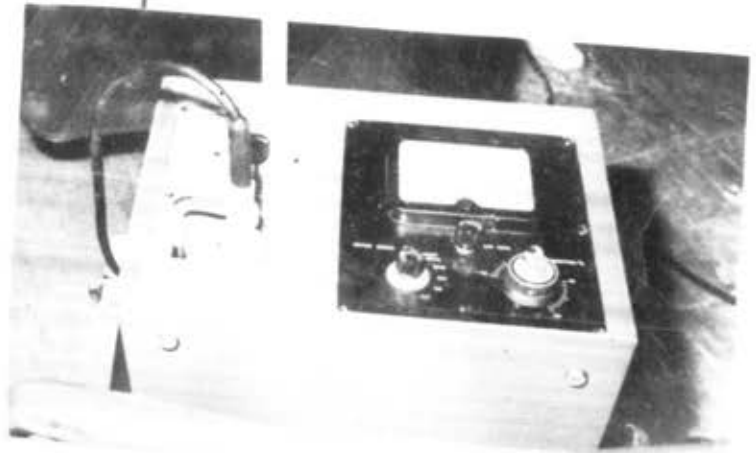
ขนาดของลำรังสีเอกซ์ตรงช่องหน้าต่างของฉากตะกั่วเป็น 15 x 15 ซม. ก็สามารถลอดหน้าต่างออกมาพอดี ตั้งค่ากิโลโวลต์และมิลลิแอมป์-วินาที ตามต้องการ แล้วเริ่มฉายรังสี วัดปริมาณรังสีที่ได้ในหน่วยมิลลิเรินท์ การทดลองซ้ำอีกครั้งนำวัสดุที่จะวัดมาวางปิดช่องหน้าต่างให้วัสดุอยู่ด้านเดียวกับหลอดรังสีเอกซ์เพื่อให้ฉากตะกั่วดูดกลืนรังสีตรง



การจับเครื่องมือทดลองไฟฟ้า

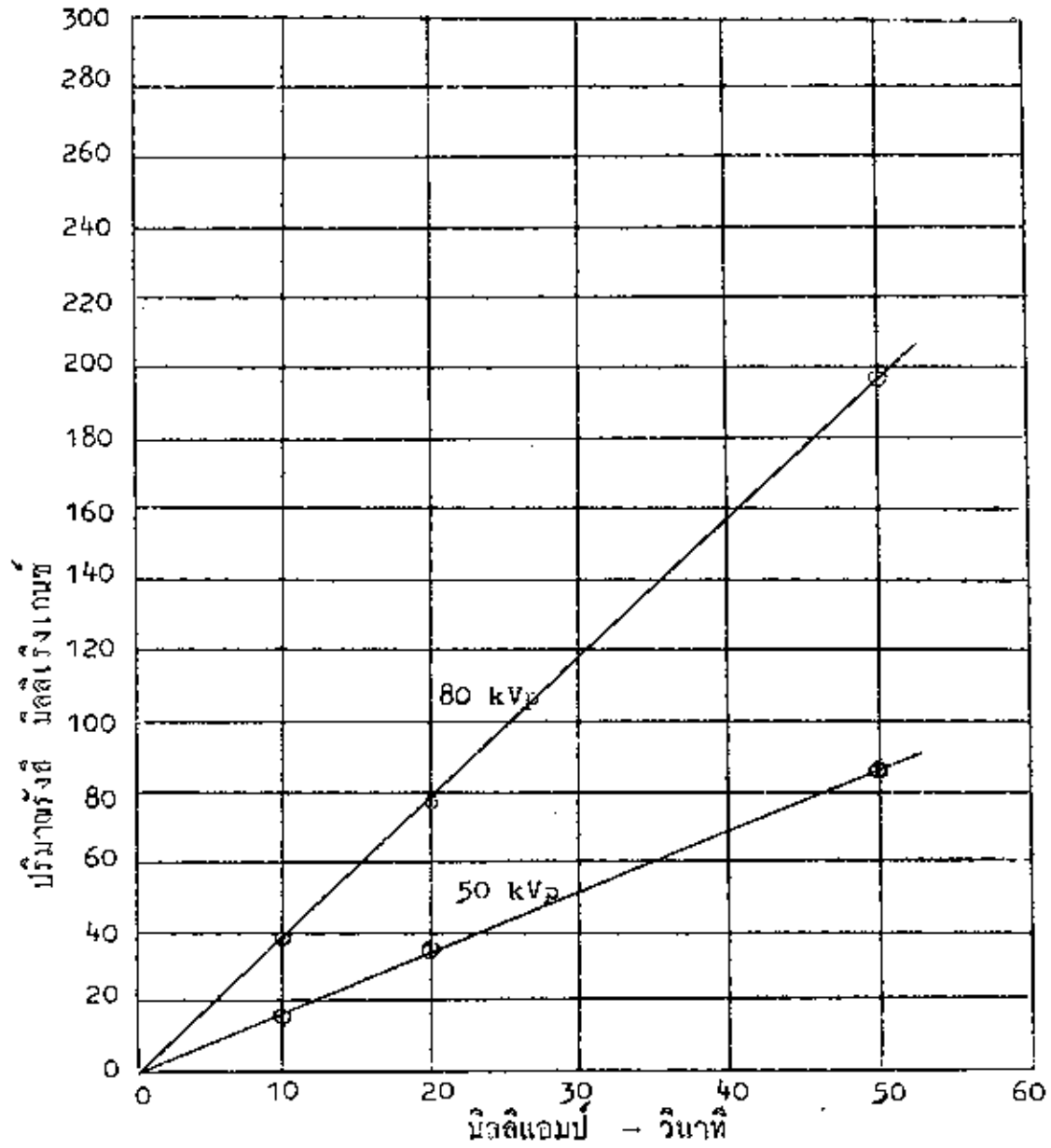


เครื่องควบคุมรังสีเอกซ์



มาตรฐานเครื่องวัด

รูปที่ ๕-๑ มาตรฐาน เครื่องวัด เครื่องควบคุมรังสีเอกซ์ และทางรีเลย์ รั่วรังสีเอกซ์



รูปที่ 4-4

ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณรังสีและค่ามิลลิแอมป์-วินาที

บริเวณอื่น ๆ ไม่ให้ไปเข้าเครื่องวัด ทำการวัดซ้ำ 2-4 ครั้ง แล้วเพิ่มความหนาของวัสดุโดยการเรียงวัสดุซ้อนหน้าชั้นทีละแผ่นจนกระทั่งหมดทุกแผ่น แล้วจึงนำวัสดุออกจากหน้าต่าง วัดปริมาณรังสีโดยไม่มีวัสดุกัน 2 ครั้ง รวมเป็น 4 ครั้ง ทำเช่นนี้จนครบทุกค่ากิโลโวลต์ที่ต้องการ คือ 50-120 กิโลโวลต์ แล้วจึงเปลี่ยนวัสดุชนิดใหม่ ทำเช่นเดียวกันนี้โดยตลอด

วิธีวิเคราะห์และผลการวิเคราะห์ข้อมูล

เมื่อได้วัดปริมาณรังสีที่ทะลุผ่านวัสดุต่าง ๆ ที่มีความหนาและค่ากิโลโวลต์ต่าง ๆ กัน โดยการวัดซ้ำหลาย ๆ ครั้ง แล้วนำค่าที่ได้มาเฉลี่ยเป็นค่าปริมาณรังสีที่ต้องการ

ทำการคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ของการทะลุผ่านออกมาโดยสูตร (3-3ก)

$$\text{เปอร์เซ็นต์ของการทะลุผ่านออกมา } T = \frac{I'}{I_0} \times 100 \%$$

เมื่อ I_0 เป็นปริมาณรังสีเฉลี่ยที่อ่านได้เมื่อไม่มีวัสดุกัน

I' เป็นปริมาณรังสีเฉลี่ยที่อ่านได้เมื่อมีวัสดุหนา x กัน

นอกจากนี้ยังคำนวณหาค่าปริมาณรังสีในหน่วยเริงเกนซ์ต่อมิลลิแอมป์-นาทึ ที่ระยะ 1 เมตร เมื่อมีวัสดุหนาต่าง ๆ กันกัน โดยนำค่ามิลลิแอมป์-วินาที ที่ฉายรังสีมาเปลี่ยนให้เป็นหน่วยมิลลิแอมป์-นาทึ แล้วนำไปหารค่าปริมาณรังสีที่เฉลี่ยได้แล้วอยู่ในหน่วยเริงเกนซ์ ใช้กฎกำลังสองผกผันคำนวณให้เป็นปริมาณรังสีที่ระยะ 1 เมตร ดังแสดงในตารางที่ 4-6 ถึง 4-23

นำค่าเปอร์เซ็นต์ของการทะลุของรังสีเอกซ์ที่ผ่านวัสดุที่มีความหนาต่าง ๆ กันมาสร้างกราฟ แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความหนาและเปอร์เซ็นต์ของการทะลุผ่านออกมา วัสดุแต่ละชนิดได้เส้นกราฟ 7 เส้น เป็นของค่า 50, 60, 70, 80, 90, 100 และ 120 กิโลโวลต์ ตามลำดับ ดังรูปที่ 4-5 ถึงรูปที่ 4-10 สำหรับอิฐธรรมดาเม็ดผลิต 3 แห่งคือ นครปฐม อยุธยา และปทุมธานี โดยเรียกชื่อตามสถานที่ผลิต ได้ทำการทดลองอิฐทั้ง 3 ชนิดที่ 80 กิโลโวลต์ ปรากฏว่าเปอร์เซ็นต์ของการทะลุผ่านออกมาของอิฐอยุธยามากกว่าอิฐอีก 2 ชนิด

เล็กน้อยเมื่อค่าความหนาเท่ากัน ดังตารางที่ 4-9 และรูปที่ 4-8 จึงเลือกอิฐที่มีความสามารถในการดูดกลืนรังสีได้น้อยที่สุดคืออิฐอบุรยาทำการทดสอบโดยตลอด ทั้งนี้เพราะถ้านำไปพิจารณาการป้องกันรังสีและคำนวณได้ความหนาค่าหนึ่งเช่น 12 ซม. ไม่ว่าการก่อสร้างจะใช้อิฐชนิดใดย่อมป้องกันได้ดีกว่าหรือเท่าเทียมอิฐอบุรยา

นอกจากนั้นได้แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณรังสีในหน่วยเรอเทอคอมิลลิแอมป์-นาที่ 1 ระยะเวลา 1 เมตร เมื่อรังสีทะลุผ่านวัสดุที่มีความหนาต่าง ๆ กันออกมา สำหรับวัสดุแต่ละชนิดจะได้เส้นกราฟ 7 เส้นเช่นเดียวกัน ดังรูปที่ 4-20 ถึง 4-32

จากรูปที่ 4-5 ถึง 4-18 ได้หาความหนาของวัสดุที่ทำให้เปอร์เซ็นต์ของการทะลุผ่านออกมาเป็น 50 ซึ่งเรียกความหนาว่า H.V.L. ของรังสีเอกซ์นั่นเอง โดยวัดเส้นกราฟที่ 50 และ 100 กิโลโวลต์ นำค่า H.V.L., ความหนาของวัสดุรวมทั้งราคาก่อสร้างมาตรฐานที่สอบถามจากผู้รับเหมาก่อสร้างรายหนึ่งมาสร้างเป็นตารางที่ 4-25 จากนั้นได้สร้างกราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงค่า H.V.L. ที่ 50 และ 100 กิโลโวลต์เมื่อวัสดุมีความหนาต่าง ๆ กันจากรูปที่ 4-25 ดังรูปที่ 4-19

สำหรับค่าสัมประสิทธิ์การดูดกลืนตามเส้น μ ของตะกั่วและไม้อัด ดังแสดงในตารางที่ 4-24 ได้ใช้สูตร 3-3 คือ

$$I = I_0 e^{-\mu x}$$

ค่า μ , I_0 และ x ได้จากรูปที่ 4-6 และ 4-12 ตามลำดับ

คอนกรีตบล็อกที่ใช้เป็นของบริษัทปูนซิเมนต์ไทย เครื่องหมาย CPAC มี 2 ชนิดคือ ชนิดที่เรียกว่า slab block และชนิดไปรงตรงกลางซึ่งเรียกว่า partition ได้ทำการทดสอบทั้งสองชนิดที่ขนาดและความหนาต่าง ๆ กัน สำหรับชนิดมีโพรงตรงกลางใช้ 2 ขนาดคือ c 4-1 ซึ่งมีความหนาของเปลือกหรือส่วนที่เป็นเนื้อคอนกรีตข้างละ 1 นิ้ว รวมเป็น 2 นิ้วหรือ 5.1 เซนติเมตร อีกขนาดหนึ่งคือ c 4-3 ซึ่งมีความหนาของเนื้อคอนกรีตข้างละ $\frac{3}{4}$ นิ้ว รวมเป็น $\frac{6}{4}$ นิ้ว หรือ 3.8 เซนติเมตร จากรูปที่ 4-15 ได้หาเปอร์เซ็นต์ของการทะลุผ่านออกมาของคอนกรีตบล็อกชนิดนี้เมื่อมีความหนาเท่ากับความหนารวมของเนื้อคอนกรีตชนิดอื่น

มีโพรง เพื่อเป็นการเปรียบเทียบการคุกคลิ่นรังสี ทั้งแสดงในตารางที่ 4-21

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลได้นำเสนอในรูปตารางและกราฟต่อไปนี้

ตารางที่ 4-6

การวัดคลื่นรังสีเอกซ์ของตะกั่ว

| กิโลวัตต์ | มิลลิแอมป์- วินาที | ความหนาของ วัสดุ (มม.) | ปริมาณรังสี ที่ระยะ 50 ซม. (มิลลิเรินทเจนซ์) | $\times 10^{-3}$ เรินทเจนซ์ต่อ มิลลิแอมป์-นาที่ ที่ ระยะ 1 เมตร | เปอร์เซ็นต์ของการ ทะลุผ่านออกมา |
|-----------|-----------------------|---------------------------|--|---|------------------------------------|
| 50 | 50 | 0 | 330 | 99.0 | 100 |
| | | 0.13 | 10 | 3.0 | 3.03 |
| | | 0.18 | 4.3 | 1.29 | 1.30 |
| | | 0.24 | 2.15 | 0.645 | 0.65 |
| | | 0.42 | 0.29 | 0.087 | 0.088 |
| | | 0.60 | 0.063 | 0.019 | 0.019 |
| 60 | 50 | 0 | 480.0 | 144.0 | 100 |
| | | 0.13 | 25.0 | 7.5 | 5.21 |
| | | 0.18 | 12.3 | 6.9 | 2.56 |
| | | 0.24 | 6.8 | 2.04 | 1.42 |
| | | 0.42 | 1.8 | 0.354 | 0.246 |
| | | 0.60 | 0.32 | 0.096 | 0.067 |
| 70 | 50 | 0 | 635.0 | 190.5 | 100 |
| | | 0.13 | 48.0 | 14.4 | 7.55 |
| | | 0.18 | 27.0 | 8.1 | 4.25 |
| | | 0.24 | 17.0 | 5.1 | 2.68 |
| | | 0.42 | 4.0 | 1.2 | 0.629 |
| | | 0.60 | 1.48 | 0.444 | 0.233 |
| | | 0.66 | 1.04 | 0.312 | 0.164 |
| | | 0.84 | 0.45 | 0.135 | 0.0718 |

ตารางที่ 4-6 (ต่อ)

| กิโลวัตต์ | มิลลิแอมป์- วินาที | ความหนาของ วัสดุ (มม.) | ปริมาณรังสี ที่ระยะ 50 ซม. (มิลลิเรินเจนซ์) | $\times 10^{-3}$ เริน.คน.ต่อ มิลลิแอมป์-นาที่ ที่ ระยะ 1 เมตร | เปอร์เซ็นต์ของ การทะลุผ่าน ออกมา |
|-----------|-----------------------|---------------------------|---|---|--|
| 70 | 50 | 0.99 | 0.25 | 0.075 | 0.039 |
| | | 1.23 | 0.11 | 0.033 | 0.017 |
| | | 1.53 | 0.09 | 0.027 | 0.014 |
| | | 1.77 | 0.05 | 0.015 | 0.0078 |
| 80 | 50 | 0 | 831.31 | 249.3 | 100 |
| | | 0.13 | 85 | 25.5 | 10.45 |
| | | 0.18 | 50.5 | 15.15 | 6.21 |
| | | 0.24 | 33.0 | 9.90 | 4.06 |
| | | 0.42 | 10.0 | 3.00 | 1.23 |
| | | 0.55 | 4.6 | 1.44 | 0.54 |
| | | 0.66 | 2.9 | 0.87 | 0.357 |
| | | 0.79 | 1.52 | 0.46 | 0.187 |
| | | 0.94 | 0.91 | 0.27 | 0.113 |
| | | 1.23 | 0.37 | 0.11 | 0.0455 |
| | | 1.47 | 0.20 | 0.06 | 0.0246 |
| 90 | 20 | 0 | 372.0 | 279.0 | 100 |
| | | 0.13 | 48.5 | 36.38 | 13.05 |
| | | 0.18 | 33.0 | 24.75 | 8.86 |
| | | 0.24 | 23.5 | 17.63 | 6.32 |
| | | 0.42 | 9.0 | 6.75 | 2.42 |
| | | 0.55 | 4.6 | 3.45 | 1.235 |
| | | 0.66 | 3.0 | 2.25 | 0.807 |
| | | 0.81 | 1.62 | 1.22 | 0.436 |
| | | 0.99 | 0.83 | 0.62 | 0.223 |
| | | 1.23 | 0.42 | 0.32 | 0.113 |
| | | 1.41 | 0.25 | 0.19 | 0.067 |

| กิโลวัตต์ | มิลลิแอมป์-วินาที | ความหนาของวัสดุ (มม.) | ปริมาณรังสีที่ระยะ 50 ซม. (มิลลิเรินเจกซ์) | $\times 10^{-3}$ เรินเจกซ์ต่อมิลลิแอมป์-นาที ที่ระยะ 1 เมตร | เปอร์เซ็นต์ของการทะลุผ่านออกมา |
|-----------|-------------------|-----------------------|--|---|--------------------------------|
| 100 | 10 | 0 | 210 | 315.0 | 100 |
| | | 0.13 | 33 | 49.5 | 15.7 |
| | | 0.18 | 22 | 33.0 | 10.48 |
| | | 0.24 | 15.8 | 23.7 | 7.52 |
| | | 0.42 | 6.7 | 10.05 | 3.13 |
| | | 0.55 | 3.6 | 5.40 | 1.72 |
| | | 0.66 | 2.4 | 3.60 | 1.14 |
| | | 0.81 | 1.45 | 2.18 | 0.69 |
| | | 0.99 | 0.83 | 1.25 | 0.395 |
| | | 1.23 | 0.39 | 0.59 | 0.186 |
| | | 1.41 | 0.25 | 0.38 | 0.119 |
| 120 | 10 | 0 | 258.0 | 387.0 | 100 |
| | | 0.13 | 51.5 | 77.3 | 19.95 |
| | | 0.18 | 36.0 | 54.0 | 13.95 |
| | | 0.24 | 26.1 | 39.15 | 10.01 |
| | | 0.42 | 11.5 | 17.25 | 4.45 |
| | | 0.55 | 6.8 | 10.20 | 2.64 |
| | | 0.66 | 4.7 | 7.05 | 1.83 |
| | | 0.81 | 2.5 | 3.75 | 0.97 |
| | | 0.99 | 1.45 | 2.18 | 0.562 |
| | | 1.23 | 0.77 | 1.16 | 0.298 |
| | | 1.41 | 0.45 | 0.68 | 0.175 |

ตารางที่ 4-7

การคูณรังสีเอกซ์ของอูมิเนียม

| กิโลวัตต์ | มิลลิแอมป์- วินาที | ความหนาของ วัสดุ (มม.) | ปริมาณรังสี ที่ระยะ 50 ซม. (มิลลิเรินเจนท์) | $\times 10^{-3}$ เรินเจนท์ต่อ มิลลิแอมป์-นาที ที่ ระยะ 1 เมตร | เปอร์เซ็นต์ของการ ทะลุผ่านออกมา |
|-----------|-----------------------|---------------------------|---|---|------------------------------------|
| 50 | 20 | 0 | 30.0 | 90.0 | 100 |
| | | 0.393 | 25.5 | 76.5 | 85.00 |
| | | 0.685 | 22.2 | 66.6 | 74.0 |
| | | 0.951 | 20.0 | 60.0 | 66.67 |
| | | 1.671 | 15.0 | 45.0 | 50.00 |
| | | 2.612 | 11.0 | 33.0 | 36.67 |
| | | 3.297 | 9.4 | 28.2 | 31.30 |
| | | 4.327 | 7.0 | 27.0 | 23.3 |
| | | 5.278 | 5.5 | 16.5 | 18.33 |
| | | 6.229 | 4.3 | 12.9 | 14.33 |
| 60 | 10 | 0 | 21.0 | 126.0 | 100 |
| | | 0.393 | 18.0 | 108.0 | 85.7 |
| | | 0.951 | 14.6 | 87.6 | 69.5 |
| | | 1.671 | 11.2 | 67.2 | 53.3 |
| | | 2.612 | 9.0 | 54.0 | 42.8 |
| | | 3.297 | 7.5 | 45.0 | 35.7 |
| | | 4.327 | 5.8 | 34.8 | 27.6 |
| | | 5.278 | 4.7 | 28.2 | 22.4 |
| | | 6.229 | 3/8 | 21.8 | 18.1 |
| | | 70 | 10 | 0 | 28.3 |
| 0.393 | 24.8 | | | 148.8 | 87.6 |
| 0.951 | 19.8 | | | 118.8 | 70.0 |

| กิโลวัตต์ | มิลลิแอมป์-วินาที | ความหนาของวัสดุ (มม.) | ปริมาณรังสีที่ระยะ 50 ซม. (มิลลิเรินเจนท์) | $\times 10^{-3}$ เรินเจนท์ต่อมิลลิแอมป์-นาที่ ที่ระยะ 1 เมตร | เปอร์เซ็นต์ของการทะลุผ่านออกมา |
|-----------|-------------------|-----------------------|--|--|--------------------------------|
| 70 | 10 | 1.671 | 16.0 | 96.0 | 56.5 |
| | | 2.612 | 12.5 | 75.0 | 44.2 |
| | | 3.297 | 10.5 | 63.0 | 37.1 |
| | | 4.327 | 8.7 | 52.2 | 30.8 |
| | | 5.278 | 7.2 | 43.2 | 25.5 |
| | | 6.229 | 6.1 | 36.6 | 21.9 |
| 80 | 10 | 0 | 34.0 | 204.0 | 100 |
| | | 0.393 | 30.0 | 180.0 | 88.1 |
| | | 0.951 | 24.8 | 148.8 | 73.0 |
| | | 1.671 | 20.5 | 123.0 | 60.3 |
| | | 2.612 | 16.5 | 99.0 | 48.5 |
| | | 3.297 | 14.0 | 84.0 | 41.2 |
| | | 4.327 | 11.8 | 70.8 | 34.7 |
| | | 5.278 | 10.0 | 60.0 | 29.4 |
| | | 6.229 | 8.5 | 51.0 | 25.0 |
| 90 | 10 | 0 | 40.0 | 240 | 100.0 |
| | | 0.393 | 36.0 | 216.0 | 90.0 |
| | | 0.951 | 30.0 | 180.0 | 75.0 |
| | | 1.671 | 25.5 | 153.0 | 63.8 |
| | | 2.622 | 20.8 | 124.8 | 52.0 |
| | | 3.297 | 18.0 | 108.0 | 45.0 |
| | | 4.327 | 15.2 | 91.2 | 38.0 |
| | | 5.278 | 13.2 | 79.2 | 33.0 |
| | | 6.229 | 11.5 | 69.0 | 28.8 |

| กิโลวัตต์ | มิลลิแอมป์- วินาที | ความหนา ของวัสดุ (มม.) | ปริมาณรังสี ที่ระยะ 50 ซม. (มิลลิเรินเจนท์) | $\times 10^{-3}$ เรินเจนท์ต่อ มิลลิแอมป์-นาที่ ที่ ระยะ 1 เมตร | เปอร์เซ็นต์ของ การทะลุผ่าน ออกมา |
|-----------|-----------------------|------------------------------|---|--|--|
| 100 | 10 | 0 | 45.0 | 270.0 | 100 |
| | | 0.493 | 40.0 | 240.0 | 89.0 |
| | | 0.951 | 34.0 | 204.0 | 75.5 |
| | | 1.671 | 30.0 | 180.0 | 66.7 |
| | | 2.612 | 25.0 | 150.0 | 55.5 |
| | | 3.297 | 22.0 | 132.0 | 48.9 |
| | | 4.327 | 19.0 | 114.0 | 42.2 |
| | | 6.229 | 14.8 | 88.8 | 32.9 |
| | | 8.167 | 11.2 | 67.2 | 24.9 |
| 120 | 10 | 0 | 55.6 | 333.6 | 100 |
| | | 0.951 | 42.0 | 252.0 | 75.0 |
| | | 1.671 | 38.0 | 228.0 | 68.4 |
| | | 2.622 | 31.5 | 189.0 | 56.6 |
| | | 3.652 | 28.0 | 168.0 | 50.4 |
| | | 4.063 | 25.0 | 150.0 | 45.0 |
| | | 5.554 | 22.0 | 132.0 | 39.5 |
| | | 6.541 | 19.5 | 117.0 | 35.1 |
| | | 7.482 | 17.5 | 105.0 | 31.4 |

ตารางที่ 4-8

การดูดกลืนรังสีเอกซ์ของสังกะสี

| กิโลโวลต์ | มิลลิแอมป์-วินาที | ความหนาของวัสดุ (มม.) | ปริมาณรังสีที่ระยะ 50 ซม. (มิลลิเรินท์) | $\times 10^{-3}$ เรินท์ต่อมิลลิแอมป์-นาฬิกา ที่ระยะ 1 เมตร | เปอร์เซ็นต์ของการทะลุผ่านออกมา |
|-----------|-------------------|-----------------------|---|--|--------------------------------|
| 50 | 50 | 0 | 94.8 | 113.76 | 100 |
| | | 0.31 | 14.1 | 16.92 | 14.87 |
| | | 0.62 | 4.6 | 5.52 | 4.81 |
| | | 0.90 | 1.9 | 2.28 | 1.95 |
| | | 1.24 | 0.9 | 1.08 | 0.98 |
| | | 1.55 | 0.5 | 0.60 | 0.50 |
| 60 | 50 | 0 | 131.8 | 158.16 | 100 |
| | | 0.31 | 25.0 | 30.0 | 18.97 |
| | | 0.62 | 10.0 | 12.0 | 7.59 |
| | | 0.93 | 5.1 | 6.12 | 3.87 |
| | | 1.24 | 2.7 | 3.24 | 2.05 |
| | | 1.55 | 1.6 | 1.92 | 1.21 |
| 70 | 50 | 0 | 170.0 | 204.00 | 100 |
| | | 0.31 | 37.8 | 45.36 | 22.24 |
| | | 0.62 | 17.5 | 21.00 | 10.29 |
| | | 0.93 | 9.9 | 11.88 | 5.82 |
| | | 1.24 | 6.3 | 7.56 | 3.71 |
| | | 1.55 | 4.0 | 4.80 | 2.35 |
| | | 1.86 | 2.6 | 3.12 | 1.53 |
| | | 2.17 | 1.8 | 2.16 | 1.05 |

| กิโลวัตต์ | มิลลิแอมป์-วินาที | ความหนา ของวัสดุ (มม.) | ปริมาณรังสี ที่ระยะ 50 ซม. (มิลลิเรินเจกซ์) | $\times 10^{-3}$ เรินเจกซ์ต่อ มิลลิแอมป์-นาฬิกา ที่ ระยะ 1 เมตร | เปอร์เซ็นต์ของ การทะลุผ่าน ออกมา |
|-----------|-------------------|------------------------------|---|---|--|
| 80 | 50 | 0 | 208.3 | 249.96 | 100.00 |
| | | 0.31 | 57.0 | 68.40 | 27.36 |
| | | 0.62 | 28.1 | 33.72 | 13.49 |
| | | 0.93 | 17.5 | 21.00 | 8.40 |
| | | 1.24 | 11.7 | 14.04 | 5.62 |
| | | 1.55 | 8.3 | 9.96 | 3.98 |
| | | 1.86 | 6.0 | 7.20 | 2.88 |
| | | 2.17 | 4.4 | 5.28 | 2.11 |
| 90 | 50 | 0 | 236.40 | 283.68 | 100 |
| | | 0.31 | 73.50 | 88.20 | 31.09 |
| | | 0.62 | 39.50 | 47.40 | 16.71 |
| | | 0.93 | 26.25 | 31.50 | 11.10 |
| | | 1.24 | 18.50 | 22.20 | 7.83 |
| | | 1.55 | 13.60 | 16.32 | 5.75 |
| | | 1.86 | 10.10 | 12.12 | 4.27 |
| | | 2.17 | 7.53 | 9.04 | 3.18 |
| 100 | 50 | 0 | 273.50 | 328.20 | 100 |
| | | 0.31 | 100.00 | 120.00 | 36.56 |
| | | 0.62 | 58.00 | 69.60 | 21.21 |
| | | 0.93 | 38.50 | 46.20 | 14.08 |
| | | 1.24 | 27.75 | 33.30 | 10.15 |
| | | 1.55 | 20.90 | 25.08 | 7.64 |
| | | 1.86 | 16.10 | 19.32 | 5.89 |
| | | 2.17 | 12.50 | 15.00 | 4.57 |
| | 2.48 | 9.87 | 11.84 | 3.61 | |

| กิโลวัตต์ | มิลลิแอมป์-วินาที | ความหนาของวัสดุ (มม.) | ปริมาณรังสีที่ระยะ 50 ซม. (มิลลิเรินเจกซ์) | $\times 10^{-3}$ เรินเจกซ์ต่อมิลลิแอมป์-นาที่ ที่ระยะ 1 เมตร | เปอร์เซ็นต์ของการทะลุผ่านออกมา |
|-----------|-------------------|-----------------------|--|--|--------------------------------|
| 120 | 50 | 0 | 315.00 | 378.00 | 100 |
| | | 0.31 | 137.00 | 164.40 | 43.49 |
| | | 0.62 | 88.50 | 106.20 | 28.09 |
| | | 0.93 | 62.75 | 75.30 | 19.92 |
| | | 1.24 | 48.00 | 57.60 | 15.36 |
| | | 1.55 | 38.50 | 46.20 | 12.22 |
| | | 1.68 | 31.00 | 37.20 | 9.84 |
| | | 2.17 | 25.80 | 30.96 | 8.19 |
| | | 2.48 | 20.50 | 24.60 | 6.51 |

ตารางที่ 4-9

เปรียบเทียบการกุกกลับรังสีเอกซ์ของอิฐ 3 ชนิด
(วัดที่ 80 กิโลวัตต์, 50 มิลลิแอมป์-วินาที, ระยะทางจากจุดโฟกัส 60 ซม.)

| ชนิดของอิฐ | ความหนาของอิฐ (ซม.) | ปริมาณรังสีมิลลิเรินเจกซ์ | เปอร์เซ็นต์ของการทะลุผ่านออกมา |
|------------|---------------------|---------------------------|--------------------------------|
| อิฐนครปฐม | 0 | 460 | 100 |
| | 4.2 | 10.0 | 2.17 |
| | 8.2 | 1.1 | 0.24 |
| | 12.3 | .14 | 0.03 |
| | 16.3 | .025 | 0.0054 |

| ชนิดของอิฐ | ความหนาของอิฐ (ซม.) | ปริมาณรังสีมิลลิเร็นเจกซ์ | เปอร์เซ็นต์ของการทะลุผ่านออกมา |
|-------------|---------------------|---------------------------|--------------------------------|
| อิฐพุ่มธานี | 0 | 460 | 100 |
| | 3.3 | 28.0 | 6.51 |
| | 6.5 | 4.2 | 0.91 |
| | 10.2 | 0.72 | 0.16 |
| | 13.8 | 0.19 | 0.041 |
| อิฐอยุธยา | 0 | 465 | 100 |
| | 3.8 | 18.5 | 3.98 |
| | 7.2 | 3.3 | 0.71 |
| | 10.6 | 0.8 | 0.17 |
| | 14.1 | 0.27 | 0.058 |

ตารางที่ 4-10

การกักคลื่นรังสีเอกซ์ของอิฐอบุรยา

| กิโลวัตต์ | มิลลิแอมป์-วินาที | ความหนาของวัสดุ (ซม.) | ปริมาณรังสีที่ระยะ 50 ซม. (มิลลิเร็นท์) | $\times 10^{-3}$ เร็นท์ต่อ มิลลิแอมป์-วินาที ที่ระยะ 1 เมตร | เปอร์เซ็นต์ของการทะลุผ่านออกมา |
|-----------|-------------------|-----------------------|---|---|--------------------------------|
| 50 | 50 | 0 | 202 | 87.3 | 100 |
| | | 3.8 | 1.9 | 0.82 | 0.94 |
| | | 7.2 | 0.18 | 0.078 | 0.09 |
| | | | | | |
| 60 | 50 | 0 | 293 | 126.6 | 100 |
| | | 3.8 | 5.5 | 2.38 | 1.88 |
| | | 7.2 | 0.59 | 0.25 | 0.20 |
| | | 10.6 | 0.11 | 0.048 | 0.04 |
| | | 14.1 | 0.03 | 0.013 | 0.01 |
| 70 | 50 | 0 | 368 | 156.0 | 100 |
| | | 3.8 | 11.5 | 4.97 | 3.13 |
| | | 7.2 | 1.65 | 0.71 | 0.45 |
| | | 10.6 | 0.33 | 0.14 | 0.09 |
| | | 14.1 | 0.09 | 0.04 | 0.03 |
| 80 | 50 | 0 | 465 | 200.9 | 100 |
| | | 3.8 | 18.5 | 8.00 | 3.98 |
| | | 7.2 | 3.3 | 1.43 | 0.71 |
| | | 10.6 | 0.8 | 0.35 | 0.17 |
| | | 14.1 | 0.27 | 0.12 | 0.058 |

| กิโลโวลต์ | มิลลิแอมป์- วินาที | ความหนา ของวัสดุ (ซม.) | ปริมาณรังสี ที่ระยะ 50 ซม. (มิลลิเร็นเจิน) | $\times 10^{-3}$ เร็นเจินต่อ มิลลิแอมป์-นาฬิกา ที่ ระยะ 1 เมตร | เปอร์เซ็นต์ของ การทะลุผ่าน ออกมา |
|-----------|-----------------------|------------------------------|--|--|--|
| 90 | 50 | 0 | 568 | 245.4 | 100 |
| | | 3.8 | 30 | 12.96 | 5.28 |
| | | 7.2 | 6.2 | 2.68 | 1.09 |
| | | 10.6 | 1.68 | 0.725 | 0.30 |
| | | 14.1 | 0.49 | 0.210 | 0.086 |
| 100 | 50 | 0 | 645 | 278.6 | 100 |
| | | 3.8 | 41 | 17.7 | 6.36 |
| | | 7.2 | 9.4 | 4.06 | 1.46 |
| | | 10.6 | 2.92 | 1.06 | 0.45 |
| | | 14.1 | 1.02 | 0.44 | 0.158 |
| 120 | 50 | 0 | 770 | 332.6 | 100 |
| | | 3.8 | 75 | 32.4 | 9.74 |
| | | 7.2 | 21 | 9.07 | 2.73 |
| | | 10.6 | 6.6 | 2.85 | 0.857 |
| | | 14.1 | 2.25 | 0.97 | 0.292 |
| | | 17.5 | 0.76 | 0.33 | 0.099 |

ตารางที่ 4-11

การดูดกลืนรังสีเอกซ์ของกระจก

| กิโลวัตต์ | มิลลิแอมป์ วินาที | ความหนา ของวัสดุ (ซม.) | ปริมาณรังสี ที่ระยะ 1 ซม. (มิลลิเรินท์) | $\times 10^{-3}$ เรินท์เจนต่อ มิลลิแอมป์-นาที่ ที่ ระยะ 1 เมตร | เปอร์เซ็นต์ของ การทะลุผ่าน ออกมา |
|-----------|----------------------|------------------------------|---|--|--|
| 50 | 20 | 0 | 33.4 | 100.2 | 100 |
| | | 0.5 | 8.2 | 24.6 | 24.6 |
| | | 1.0 | 2.85 | 8.55 | 8.53 |
| | | 1.5 | 1.25 | 3.75 | 3.74 |
| | | 2.0 | 0.61 | 1.83 | 1.83 |
| | | 2.5 | 0.30 | 0.96 | 0.89 |
| | | 3.0 | 0.19 | 0.76 | 0.58 |
| | | 3.5 | 0.11 | 0.33 | 0.33 |
| | | 4.0 | 0.06 | 0.174 | 0.17 |
| 60 | 20 | 0 | 46.5 | 139.5 | 100 |
| | | 0.5 | 12.8 | 39.4 | 27.53 |
| | | 1.0 | 5.3 | 15.9 | 11.4 |
| | | 1.5 | 2.6 | 7.8 | 5.59 |
| | | 2.0 | 1.28 | 3.64 | 2.75 |
| | | 2.5 | 0.74 | 2.19 | 1.57 |
| | | 3.0 | 0.42 | 1.25 | 0.90 |
| | | 3.5 | 0.25 | 0.75 | 0.538 |
| | | 4.0 | 0.185 | 0.56 | 0.398 |
| | | 4.5 | 0.11 | 0.33 | 0.237 |
| | | 5.0 | 0.07 | 0.21 | 0.151 |
| | | 5.5 | 0.045 | 0.14 | 0.098 |

ตารางที่ 4-11 (ต่อ)

| กิโลวัตต์ | มิลลิแอมป์-วินาที | ความหนา ของวัสดุ (ซม.) | ปริมาณรังสี ที่ระยะ 50 ซม. (มิลลิเรินเจกซ์) | $\times 10^{-3}$ เรินเจกซ์ต่อ มิลลิแอมป์-นาที่ ที่ ระยะ 1 เมตร | เปอร์เซ็นต์ของ การทะลุผ่าน ออกมา |
|-----------|-------------------|-------------------------------|---|--|--|
| 70 | 10 | 0 | 126 | 189.0 | 100 |
| | | 0.5 | 39.0 | 46.4 | 30.95 |
| | | 1.0 | 17.3 | 25.95 | 13.73 |
| | | 1.5 | 9.5 | 14.25 | 7.54 |
| | | 2.0 | 5.3 | 7.95 | 4.21 |
| | | 2.5 | 3.2 | 4.80 | 2.54 |
| | | 3.0 | 1.9 | 2.85 | 1.51 |
| | | 3.5 | 1.22 | 1.83 | 0.97 |
| | | 4.0 | 0.85 | 1.28 | 0.675 |
| | | 4.5 | 0.57 | 0.86 | 0.452 |
| | | 5.0 | 0.40 | 0.60 | 0.317 |
| | | 5.5 | 0.28 | 0.42 | 0.216 |
| | | 6.0 | 0.23 | 0.35 | 0.183 |
| | | 6.5 | 0.115 | 0.23 | 0.123 |
| | | 7.0 | 0.11 | 0.17 | 0.087 |
| 7.5 | 0.08 | 0.12 | 0.064 | | |
| 8.0 | 0.055 | 0.083 | 0.045 | | |
| 80 | 10 | 0 | 154 | 231.0 | 100 |
| | | 0.5 | 54.5 | 81.75 | 35.4 |
| | | 1.0 | 26.0 | 39.0 | 16.88 |
| | | 1.5 | 14.5 | 21.75 | 9.42 |
| | | 2.0 | 8.9 | 13.35 | 5.78 |
| | | 2.5 | 5.5 | 8.25 | 3.57 |
| | | 3.0 | 3.7 | 5.55 | 2.40 |
| | | 3.5 | 2.5 | 3.75 | 1.62 |
| | | 4.0 | 1.55 | 2.33 | 1.01 |

| กิโลวัตต์ | มิลลิแอมป์-วินาที | ความหนาของวัสดุ (ซม.) | ปริมาณรังสีที่ระยะ 50 ซม. (มิลลิเรินเจิน) | $\times 10^{-3}$ เรินเจินต่อมิลลิแอมป์-นาที่ที่ระยะ 1 เมตร | เปอร์เซ็นต์ของการทะลุผ่านออกมา |
|-----------|-------------------|-----------------------|---|--|--------------------------------|
| 80 | 10 | 4.5 | 1.1 | 1.65 | 0.72 |
| | | 5.0 | 0.81 | 1.22 | 0.53 |
| | | 5.5 | 0.59 | 0.88 | 0.38 |
| | | 6.0 | 0.42 | 0.63 | 0.27 |
| | | 6.5 | 0.30 | 0.45 | 0.195 |
| | | 7.0 | 0.275 | 0.41 | 0.178 |
| | | 7.5 | 0.21 | 0.32 | 0.136 |
| | | 8.0 | 0.15 | 0.23 | 0.975 |
| 90 | 10 | 0 | 182 | 273.0 | 100 |
| | | 0.5 | 71 | 10.65 | 39.0 |
| | | 1.0 | 35 | 52.5 | 19.2 |
| | | 1.5 | 21 | 31.5 | 11.5 |
| | | 2.0 | 13.5 | 20.25 | 7.41 |
| | | 2.5 | 8.5 | 12.75 | 4.68 |
| | | 3.0 | 6.1 | 9.15 | 3.36 |
| | | 3.5 | 4.1 | 6.15 | 2.25 |
| | | 4.0 | 2.75 | 4.13 | 1.51 |
| | | 4.5 | 1.95 | 2.93 | 1.07 |
| | | 5.0 | 1.45 | 2.18 | 0.79 |
| | | 5.5 | 1.02 | 1.53 | 0.56 |
| | | 6.0 | 0.80 | 1.20 | 0.40 |
| | | 6.5 | 0.57 | 0.86 | 0.313 |
| 7.0 | 0.44 | 0.66 | 0.242 | | |
| 7.5 | 0.32 | 0.48 | 0.176 | | |
| 8.0 | 0.24 | 0.36 | 0.132 | | |

| กิโลวัตต์ | มิลลิแอมป์-วินาที | ความหนาของวัสดุ (ซม.) | ปริมาณรังสีที่ระยะ 50 ซม. (มิลลิเรินท์) | $\times 10^{-3}$ เรินท์ มิลลิแอมป์-นาที่ ที่ระยะ 1 เมตร | เปอร์เซ็นต์ของการทะลุผ่านออกมา |
|-----------|-------------------|-----------------------|---|---|--------------------------------|
| 100 | 20 | 0 | 203 | 304.5 | 100 |
| | | 0.5 | 81 | 121.5 | 39.95 |
| | | 1.5 | 27.20 | 40.8 | 13.4 |
| | | 2.0 | 17.8 | 26.7 | 8.76 |
| | | 2.5 | 12.2 | 18.3 | 6.0 |
| | | 3.0 | 8.5 | 12.3 | 4.18 |
| | | 3.5 | 6.0 | 9.0 | 2.96 |
| | | 4.0 | 4.2 | 6.3 | 2.07 |
| | | 4.5 | 3.1 | 4.65 | 1.53 |
| | | 5.0 | 2.3 | 3.45 | 1.13 |
| | | 5.5 | 1.62 | 2.40 | 0.80 |
| | | 6.0 | 1.22 | 1.83 | 0.60 |
| | | 6.5 | 0.97 | 1.46 | 0.48 |
| 7.0 | 0.75 | 1.13 | 0.37 | | |
| 7.5 | 0.56 | 0.84 | 0.28 | | |
| 8.0 | 0.43 | 0.65 | 0.21 | | |
| 120 | 20 | 0 | 257 | 385.5 | 100 |
| | | 0.5 | 115 | 172.5 | 44.75 |
| | | 1.0 | 68 | 102.0 | 26.45 |
| | | 1.5 | 43 | 64.5 | 16.71 |
| | | 2.0 | 29.9 | 44.9 | 11.6 |
| | | 2.5 | 20.8 | 31.2 | 8.1 |
| | | 3.0 | 15.2 | 22.8 | 5.92 |
| | | 3.5 | 11.0 | 16.5 | 4.28 |
| | | 4.0 | 8.4 | 12.6 | 3.27 |
| | | 4.5 | 6.3 | 9.45 | 2.45 |

| กิโลวัตต์ | มิลลิแอมป์-วินาที | ความหนา ของวัสดุ (ซม.) | ปริมาณรังสี ที่ระยะ 50 ซม. (มิลลิเรินท์) | $\times 10^{-3}$ เรินท์เจนต่อ มิลลิแอมป์-นาทึ ที่ ระยะ 1 เมตร | เปอร์เซ็นต์ของ การทะลุผ่าน ออกมา |
|-----------|-------------------|------------------------------|--|---|--|
| 120 | 20 | 8.0 | 4.8 | 7.2 | 1.37 |
| | | 5.5 | 3.6 | 5.4 | 1.40 |
| | | 6.0 | 2.75 | 4.13 | 1.07 |
| | | 6.5 | 2.08 | 3.12 | 0.81 |
| | | 7.0 | 1.60 | 2.4 | 0.62 |
| | | 7.5 | 1.32 | 1.98 | 0.51 |
| | | 8.0 | 1.00 | 1.50 | 0.39 |

ตารางที่ 4-12

การดูดกลืนรังสีเอกซ์ของไม้อัด

| กิโลวัตต์ | มิลลิแอมป์-วินาที | ความหนา ของวัสดุ (ซม.) | ปริมาณรังสี ที่ระยะ 1 เมตร (มิลลิเรินท์) | $\times 10^{-3}$ เรินท์เจนต่อ มิลลิแอมป์-นาทึ ที่ระยะ 1 เมตร | เปอร์เซ็นต์ ของการทะลุผ่าน ออกมา |
|-----------|-------------------|------------------------------|--|--|--|
| 50 | 10 | 0 | 18.40 | 110.4 | 100 |
| | | 4.4 | 15.80 | 94.0 | 85.9 |
| | | 8.8 | 14.00 | 84.0 | 76.0 |
| | | 13.2 | 12.20 | 73.2 | 66.3 |
| | | 17.6 | 10.75 | 64.5 | 58.5 |
| | | 22.0 | 9.40 | 56.4 | 51.1 |
| | | 26.4 | 8.20 | 49.2 | 44.5 |
| | | 30.8 | 7.55 | 45.0 | 41.0 |
| 35.2 | 7.00 | 42.0 | 38.0 | | |

| กิโลโวลต์ | มิลลิแอมป์- วินาที | ความหนา ของวัสดุ (มม.) | ปริมาณรังสี ที่ระยะ 1 เมตร (มิลลิวินาที) (มิลลิวินาที) | $\times 10^{-3}$ เวกเกนชดอ มิลลิแอมป์-นาทึ ที่ระยะ 1 เมตร | เปอร์เซ็นต์ของ การทะลุผ่าน ออกมา |
|-----------|-----------------------|------------------------------|---|---|--|
| 60 | 10 | 0 | 25.00 | 150.0 | 100 |
| | | 4.4 | 21.60 | 130.0 | 87.2 |
| | | 8.8 | 19.30 | 115.3 | 77.3 |
| | | 13.2 | 17.15 | 102.9 | 68.7 |
| | | 17.6 | 15.35 | 92.1 | 61.5 |
| | | 22.0 | 13.75 | 82.5 | 55.0 |
| | | 26.4 | 12.00 | 72.0 | 47.0 |
| | | 30.8 | 11.05 | 66.3 | 44.3 |
| | | 35.2 | 10.20 | 61.2 | 40.0 |
| 70 | 10 | 0 | 25.00 | 194.4 | 100 |
| | | 4.4 | 22.0 | 174.0 | 89.5 |
| | | 8.8 | 20.0 | 153.0 | 78.6 |
| | | 13.2 | 18.0 | 138.0 | 71.0 |
| | | 17.6 | 16.0 | 126.0 | 64.3 |
| | | 22.0 | 14.0 | 114.0 | 58.6 |
| | | 26.4 | 12.5 | 99.0 | 51.0 |
| | | 30.8 | 11.0 | 90.0 | 46.4 |
| | | 35.2 | 10.0 | 84.0 | 43.2 |
| 80 | 10 | 0 | 30.5 | 231.0 | 100 |
| | | 4.4 | 27.0 | 210.0 | 90.9 |
| | | 8.8 | 24.0 | 188.0 | 81.5 |
| | | 13.2 | 21.0 | 168.0 | 72.7 |
| | | 17.6 | 18.0 | 150.0 | 64.9 |
| | | 22.0 | 16.0 | 136.0 | 58.7 |
| | | 26.4 | 14.0 | 121.0 | 52.7 |
| | | 30.8 | 12.0 | 114.0 | 49.4 |
| | | 35.2 | 11.0 | 106.0 | 46.3 |

| กิโลวัตต์ | มิลลิแอมป์-วินาที | ความหนาของวัสดุ (มม.) | ปริมาณรังสีที่ระยะ 1 เมตร (มิลลิเรินเจน) | $\times 10^{-3}$ เรินเจนต่อมิลลิแอมป์-นาฬิกาที่ระยะ 1 เมตร | เปอร์เซ็นต์ของการทะลุผ่านออกมา |
|-----------|-------------------|-----------------------|--|--|--------------------------------|
| 90 | 10 | 0 | 45.00 | 275.4 | 100 |
| | | 4.4 | 41.00 | 250.6 | 91.1 |
| | | 8.8 | 37.20 | 223.2 | 81.0 |
| | | 13.2 | 34.0 | 204.0 | 74.1 |
| | | 17.6 | 30.25 | 181.5 | 66.5 |
| | | 22.0 | 28.00 | 168.0 | 61.0 |
| | | 26.4 | 24.50 | 147.0 | 53.5 |
| | | 30.8 | 23.00 | 137.0 | 50.2 |
| | | 35.2 | 22.00 | 132.0 | 48.0 |
| 100 | 10 | 0 | 50.00 | 305.4 | 100 |
| | | 4.4 | 46.25 | 277.5 | 91.0 |
| | | 8.8 | 42.00 | 252.0 | 82.5 |
| | | 13.2 | 37.50 | 225.0 | 73.7 |
| | | 17.6 | 34.00 | 204.0 | 66.6 |
| | | 22.0 | 31.50 | 189.0 | 61.0 |
| | | 26.4 | 28.00 | 168.0 | 55.0 |
| | | 30.8 | 27.00 | 162.0 | 53.0 |
| | | 35.2 | 25.00 | 150.0 | 49.1 |
| 120 | 10 | 0 | 60.70 | 364.2 | 100 |
| | | 4.4 | 56.00 | 336.0 | 92.2 |
| | | 8.8 | 51.00 | 306.0 | 84.0 |
| | | 13.2 | 45.50 | 273.0 | 75.0 |
| | | 17.6 | 42.00 | 252.0 | 69.2 |
| | | 22.0 | 39.00 | 234.0 | 64.3 |
| | | 26.4 | 35.25 | 211.5 | 58.1 |
| | | 30.8 | 33.00 | 198.0 | 54.4 |
| | | 35.2 | 31.25 | 187.5 | 51.5 |

ตารางที่ 4-13

การคูณรังสีเอกซ์ของเซฟริงบอร์ต

| กิโลวัตต์ | มิลลิแอมป์ วินาที | ความหนา ของวัสดุ (มม.) | ปริมาณรังสี ที่ระยะ 1 เมตร (มิลลิเรินเจินซ์) | $\times 10^{-3}$ เรินเจินซ์ต่อ มิลลิแอมป์-วินาที ที่ ระยะ 1 เมตร | เปอร์เซ็นต์ของ การทะลุผ่าน ออกมา |
|-----------|----------------------|------------------------------|--|--|--|
| 50 | 10 | 0 | 17.0 | 102.0 | 100 |
| | | 6.4 | 14.8 | 88.8 | 87.05 |
| | | 12.8 | 12.8 | 76.8 | 75.29 |
| | | 19.2 | 11.0 | 66.0 | 64.70 |
| | | 25.6 | 10.0 | 60.0 | 58.82 |
| | | 32.0 | 9.3 | 52.8 | 51.76 |
| | | 38.4 | 8.0 | 48.0 | 47.08 |
| | | 44.8 | 7.0 | 42.0 | 41.18 |
| | | 51.2 | 6.0 | 36.0 | 35.29 |
| 60 | 10 | 0 | 24.30 | 145.8 | 100 |
| | | 6.4 | 21.30 | 127.8 | 87.65 |
| | | 12.8 | 18.35 | 110.10 | 75.51 |
| | | 19.2 | 16.70 | 100.20 | 68.72 |
| | | 25.6 | 14.50 | 87.0 | 59.67 |
| | | 32.0 | 12.75 | 76.5 | 52.46 |
| | | 38.4 | 11.50 | 69.0 | 47.32 |
| | | 44.8 | 10.50 | 63.0 | 43.21 |
| | | 51.2 | 9.00 | 54.0 | 37.04 |
| 70 | 10 | 0 | 30.4 | 182.4 | 100 |
| | | 6.4 | 27.0 | 162.0 | 88.88 |
| | | 12.8 | 24.0 | 144.0 | 78.99 |
| | | 19.2 | 21.5 | 129.0 | 70.72 |
| | | 25.6 | 19.0 | 114.0 | 62.50 |

| กิโลวัตต์ | มิลลิแอมป์-วินาที | ความหนา ของวัสดุ (มม.) | ปริมาณรังสี ที่ระยะ 1 เมตร (มิลลิเรินเจกซ์) | $\times 10^{-3}$ เรินเจกซ์ต่อ มิลลิแอมป์-นาที่ ที่ ระยะ 1 เมตร | เปอร์เซ็นต์ของ การทะลุผ่าน ออกมา |
|-----------|-------------------|------------------------------|---|--|--|
| 70 | 10 | 32.0 | 16.5 | 30.0 | 54.23 |
| | | 38.4 | 15.5 | 33.0 | 50.90 |
| | | 44.8 | 13.5 | 31.0 | 44.41 |
| | | 51.2 | 12.0 | 72.0 | 39.47 |
| 80 | 10 | 0 | 36.0 | 216.0 | 100 |
| | | 6.4 | 32.0 | 172.0 | 88.89 |
| | | 12.8 | 29.0 | 174.0 | 80.56 |
| | | 19.2 | 26.0 | 156.0 | 72.22 |
| | | 25.6 | 23.0 | 136.0 | 63.69 |
| | | 32.0 | 20.5 | 123.0 | 56.94 |
| | | 38.4 | 19.0 | 114.0 | 52.76 |
| | | 44.8 | 16.8 | 100.0 | 46.67 |
| 51.2 | 15.0 | 90.0 | 41.67 | | |
| 90 | 10 | 0 | 42.5 | 259.0 | 100 |
| | | 6.4 | 39.0 | 234.0 | 90.06 |
| | | 12.8 | 35.0 | 210.0 | 80.63 |
| | | 19.2 | 32.0 | 192.0 | 73.90 |
| | | 25.6 | 28.5 | 171.0 | 65.62 |
| | | 32.0 | 25.5 | 153.0 | 58.69 |
| | | 38.4 | 23.0 | 138.0 | 53.12 |
| | | 44.8 | 21.5 | 129.0 | 49.65 |
| 51.2 | 19.0 | 114.0 | 43.88 | | |
| 100 | 10 | 0 | 50.0 | 300.0 | 100 |
| | | 6.4 | 45.0 | 270.0 | 90.0 |
| | | 12.8 | 41.0 | 246.0 | 82.0 |

| กิโลวัตต์ | มิลลิแอมป์-วินาที | ความหนา ของวัสดุ (มม.) | ปริมาณรังสี ที่ระยะ 1 เมตร (มิลลิเรินท์) | $\times 10^{-3}$ เรินท์เจนต่อ มิลลิแอมป์-นาฬิกา ที่ ระยะ 1 เมตร | เปอร์เซ็นต์ ของ การทะลุผ่าน ออกมา |
|-----------|-------------------|------------------------------|--|---|---|
| 100 | 10 | 0 | 50.0 | 300.0 | 100 |
| | | 6.4 | 45.0 | 270.0 | 90.0 |
| | | 12.8 | 41.0 | 246.0 | 82.0 |
| | | 19.2 | 36.5 | 216.0 | 73.0 |
| | | 25.6 | 33.0 | 196.0 | 66.0 |
| | | 32.0 | 30.0 | 180.0 | 60.0 |
| | | 38.4 | 27.2 | 163.2 | 54.4 |
| | | 44.8 | 25.2 | 151.2 | 50.4 |
| | | 51.2 | 22.5 | 135.0 | 45.0 |
| 120 | 10 | 0 | 61.0 | 366.0 | 100 |
| | | 6.4 | 54.5 | 327.0 | 90.34 |
| | | 12.8 | 50.0 | 300.0 | 82.00 |
| | | 19.2 | 45.0 | 270.0 | 73.77 |
| | | 25.6 | 41.0 | 246.0 | 67.21 |
| | | 32.0 | 37.5 | 225.0 | 61.40 |
| | | 38.4 | 34.5 | 207.0 | 56.56 |
| | | 44.8 | 31.5 | 189.0 | 51.64 |
| | | 51.2 | 28.25 | 169.5 | 46.31 |

ตารางที่ 4-14
การคูณคลื่นรังสีเอกซ์ของไม้สัก

73

| กิโลวัตต์ | มิลลิวินาที | ความหนา ของวัสดุ (ซม.) | ปริมาณรังสี ที่ระยะ 1 เมตร (มิลลิเรินท์) | $\times 10^{-3}$ เรินท์เจนต่อ มิลลิเรินท์-นาฬิกา ที่ระยะ 1 เมตร | เปอร์เซ็นต์ของ การทะลุผ่าน ออกมา |
|-----------|-------------|------------------------------|--|---|--|
| 50 | 15 | 0 | 27.0 | 111.6 | 100 |
| | | 1.11 | 21.4 | 84.4 | 76.6 |
| | | 2.22 | 16.7 | 66.3 | 60.0 |
| | | 3.33 | 13.3 | 53.2 | 47.7 |
| | | 4.44 | 10.5 | 42.0 | 37.6 |
| | | 5.55 | 8.3 | 33.2 | 29.8 |
| | | 6.66 | 6.3 | 24.2 | 24.7 |
| 60 | 15 | 0 | 39.3 | 157.2 | 100 |
| | | 1.11 | 31.2 | 124.8 | 79.3 |
| | | 2.22 | 25.3 | 101.2 | 64.5 |
| | | 3.33 | 20.0 | 80.0 | 51.0 |
| | | 4.44 | 16.5 | 66.0 | 42.0 |
| | | 5.55 | 12.9 | 51.6 | 32.9 |
| | | 6.66 | 10.8 | 43.2 | 27.5 |
| 70 | 15 | 0 | 49.4 | 197.5 | 100 |
| | | 1.11 | 39.3 | 157.0 | 79.5 |
| | | 2.22 | 32.9 | 131.5 | 66.6 |
| | | 3.33 | 26.7 | 107.0 | 54.0 |
| | | 4.44 | 22.2 | 88.8 | 44.9 |
| | | 5.55 | 17.7 | 71.0 | 35.9 |
| | | 6.66 | 14.6 | 58.5 | 29.6 |
| 80 | 15 | 0 | 30.0 | 234 | 100 |
| | | 1.11 | 31.0 | 186 | 79.0 |
| | | 2.22 | 26.45 | 158.5 | 67.0 |

| กิโลวัตต์ | มิลลิแอมป์-วินาที | ความหนา ของวัสดุ (ซม.) | ปริมาณรังสี ที่ระยะ 1 เมตร (มิลลิเรินเจกซ์) | $\times 10^{-3}$ เรินเจกซ์ต่อ มิลลิแอมป์-นาฬิกา ที่ ระยะ 1 เมตร | เปอร์เซ็นต์ของ การทะลุผ่าน ออกมา |
|-----------|-------------------|------------------------------|---|---|--|
| 30 | 10 | 3.33 | 21.35 | 128.1 | 54.6 |
| | | 4.44 | 17.80 | 106.8 | 45.7 |
| | | 5.55 | 14.55 | 87.3 | 37.6 |
| | | 6.66 | 12.25 | 73.5 | 31.4 |
| 90 | 10 | 0 | 45.6 | 273.6 | 100 |
| | | 1.11 | 37.1 | 222.6 | 81.3 |
| | | 2.22 | 31.0 | 186.0 | 68.0 |
| | | 3.33 | 26.0 | 156.0 | 57.0 |
| | | 4.44 | 21.65 | 129.9 | 47.5 |
| | | 5.55 | 19.05 | 108.3 | 39.6 |
| 6.66 | 15.10 | 90.6 | 33.1 | | |
| 100 | 10 | 0 | 52.0 | 312.0 | 100 |
| | | 1.11 | 43.00 | 258.0 | 82.7 |
| | | 2.22 | 36.00 | 216.0 | 69.3 |
| | | 3.33 | 30.00 | 180.0 | 57.7 |
| | | 4.44 | 25.65 | 153.8 | 49.3 |
| | | 5.55 | 21.00 | 126.0 | 40.3 |
| 6.66 | 18.20 | 109.2 | 35.0 | | |

| กิโลโวลต์ | มิลลิแอมป์-วินาที | ความหนา ของวัสดุ (ซม.) | ปริมาณรังสี ที่ระยะ 1 เมตร (มิลลิเรินเจกซ์) | $\times 10^{-3}$ เรินเจกซ์ต่อ มิลลิแอมป์-นาฬิกา ที่ ระยะ 1 เมตร | เปอร์เซ็นต์ของ การทะลุผ่าน ออกมา |
|-----------|-------------------|-------------------------------|---|---|--|
| 120 | 10 | 0 | 61.00 | 366.0 | 100 |
| | | 1.11 | 50.75 | 304.5 | 83.2 |
| | | 2.22 | 42.75 | 256.5 | 70.2 |
| | | 3.33 | 36.00 | 216.0 | 59.0 |
| | | 4.44 | 31.0 | 186.0 | 50.8 |
| | | 5.55 | 26.5 | 159.0 | 43.4 |
| | | 6.66 | 23.0 | 138.0 | 37.8 |

ตารางที่ 4-15

แสดงการดูดกลืนรังสีเอกซ์ของไม้ฉำฉา

| กิโลโวลต์ | มิลลิแอมป์-วินาที | ความหนา ของวัสดุ (ซม.) | ปริมาณรังสี ที่ระยะ 1 เมตร (มิลลิเรินเจกซ์) | $\times 10^{-3}$ เรินเจกซ์ต่อ มิลลิแอมป์-นาฬิกา ที่ ระยะ 1 เมตร | เปอร์เซ็นต์ของ การทะลุผ่าน ออกมา |
|-----------|-------------------|-------------------------------|---|---|--|
| 50 | 10 | 0 | 16.0 | 96.0 | 100.0 |
| | | 2.1 | 12.15 | 72.9 | 71.0 |
| | | 4.2 | 9.15 | 54.9 | 57.2 |
| | | 6.3 | 6.60 | 39.6 | 41.3 |
| | | 8.4 | 4.85 | 29.1 | 33.0 |
| | | 10.5 | 3.65 | 23.1 | 24.0 |
| | | 12.6 | 3.10 | 19.6 | 19.4 |

| กิโลวัตต์ | มิลลิแอมป์-วินาที | ความหนา ของวัสดุ (มม.) | ปริมาณรังสี ที่ระยะ 1 เมตร (มิลลิเรินเจนท์) | $\times 10^{-3}$ เรินเจนท์ต่อ มิลลิแอมป์-นาที่ ที่ ระยะ 1 เมตร | เปอร์เซ็นต์ของ การทะลุผ่าน ออกมา |
|-----------|-------------------|------------------------------|---|--|--|
| 60 | 10 | 0 | 23.3 | 130.8 | 100 |
| | | 2.1 | 17.4 | 104.4 | 74.6 |
| | | 4.2 | 13.15 | 75.9 | 56.5 |
| | | 6.3 | 10.10 | 60.6 | 43.8 |
| | | 8.4 | 8.05 | 48.3 | 34.6 |
| | | 10.5 | 6.35 | 38.1 | 27.2 |
| | | 12.6 | 5.05 | 30.3 | 21.7 |
| 70 | 10 | 0 | 29.00 | 174.0 | 100 |
| | | 2.1 | 22.00 | 132.0 | 76 |
| | | 4.2 | 17.40 | 104.3 | 60 |
| | | 6.3 | 13.50 | 81.0 | 46.5 |
| | | 8.4 | 10.20 | 61.2 | 35.2 |
| | | 10.5 | 8.40 | 50.2 | 29. |
| | | 12.6 | 5.05 | 30.3 | 21.7 |
| 80 | 10 | 0 | 36.0 | 216.0 | 100 |
| | | 2.10 | 28.0 | 168.0 | 78.0 |
| | | 4.2 | 22.35 | 134.1 | 62.0 |
| | | 6.3 | 17.50 | 105.0 | 48.7 |
| | | 8.4 | 14.10 | 84.6 | 39.2 |
| | | 10.5 | 11.50 | 69.0 | 32.0 |
| | | 12.6 | 9.35 | 56.1 | 26.0 |

| กิโลวัตต์ | มิลลิวินาที | ความหนา ของวัสดุ (ซม.) | ปริมาณรังสี ที่ระยะ 1 เมตร (มิลลิเรินท์) | $\times 10^{-3}$ เรินท์ต่อ มิลลิแอมป์-นาที่ ที่ ระยะ 1 เมตร | เปอร์เซ็นต์ของ การทะลุผ่าน ออกมา |
|-----------|-------------|------------------------------|--|---|--|
| 90 | 10 | 0 | 41.3 | 247.0 | 100 |
| | | 2.1 | 33.0 | 198.0 | 80.0 |
| | | 4.2 | 26.4 | 158.4 | 64.0 |
| | | 6.3 | 20.5 | 123.0 | 49.6 |
| | | 8.4 | 16.5 | 99.0 | 40.0 |
| | | 10.5 | 13.5 | 81.0 | 32.7 |
| | | 12.6 | 11.5 | 69.0 | 27.5 |
| 100 | 10 | 0 | 47.10 | 282.6 | 100 |
| | | 2.1 | 38.00 | 228.0 | 80.8 |
| | | 4.2 | 30.00 | 180.0 | 64.0 |
| | | 6.3 | 24.00 | 144.0 | 51.1 |
| | | 8.4 | 19.90 | 119.4 | 42.3 |
| | | 10.5 | 15.80 | 94.8 | 33.6 |
| | | 12.6 | 13.25 | 79.5 | 28.0 |
| 120 | 10 | 0 | 56.0 | 336.0 | 100 |
| | | 2.1 | 46.5 | 279.0 | 83.0 |
| | | 4.2 | 37.0 | 222.0 | 66.1 |
| | | 6.3 | 30.25 | 181.5 | 54.0 |
| | | 8.4 | 24.65 | 147.9 | 44.0 |
| | | 10.5 | 20.35 | 122.1 | 36.4 |
| | | 12.6 | 17.10 | 102.6 | 30.5 |

การคูณคลื่นรังสีเอกซ์ของคอนกรีตชนิดต้น

| กิโลโวลต์ | มิลลิแอมป์-วินาที | ความหนาของวัสดุ (ซม.) | ปริมาณรังสีที่ระยะ 60 ซม. (มิลลิเร็นเทิน) | $\times 10^{-3}$ เร็นเทินต่อมิลลิแอมป์-นาที ที่ระยะ 1 เมตร | เปอร์เซ็นต์ของการทะลุผ่านออกมา |
|-----------|-------------------|-----------------------|---|--|--------------------------------|
| 50 | 50 | 0 | 213 | 92.0 | 100 |
| | | 4.0 | 0.36 | 0.164 | 0.170 |
| | | 8.0 | 0.01 | .0043 | 0.0047 |
| | | | | | |
| 60 | 50 | 0 | 305 | 131.0 | 100 |
| | | 4.0 | 1.2 | 0.510 | 0.394 |
| | | 8.0 | 0.17 | 0.030 | 0.0229 |
| | | 9.2 | 0.025 | 0.0103 | 0.0082 |
| 70 | 50 | 0 | 420 | 181.44 | 100 |
| | | 4.0 | 3.0 | 1.642 | 0.905 |
| | | 8.0 | 0.25 | 0.103 | 0.505 |
| | | 9.2 | 0.10 | 0.0232 | 0.0230 |
| | | 13.2 | 0.01 | 0.0043 | 0.0024 |
| 80 | 50 | 0 | 495 | 213.0 | 100 |
| | | 4.0 | 7.0 | 3.02 | 1.41 |
| | | 8.0 | 0.65 | 0.281 | 0.131 |
| | | 9.2 | 0.25 | 0.103 | 0.051 |
| | | 13.2 | 0.05 | 0.0216 | 0.0101 |
| | | 17.2 | 0.01 | 0.004 | 0.00202 |

| กิโลวัตต์ | มิลลิแอมป์ วินาที | ความหนา ของวัสดุ (ซม.) | ปริมาณรังสี ที่ระยะ 60 ซม. (มิลลิเรินเจกซ์) | $\times 10^{-3}$ เรินเจกซ์ต่อ มิลลิแอมป์-นาฬิกา ที่ ระยะ 1 เมตร | เปอร์เซ็นต์ของ การทะลุผ่าน ออกมา |
|-----------|----------------------|------------------------------|---|---|--|
| 90 | 50 | 0 | 590 | 254.0 | 100 |
| | | 4.0 | 11.5 | 4.060 | 0.95 |
| | | 8.0 | 1.22 | 0.527 | 0.21 |
| | | 9.2 | 0.53 | 0.220 | 0.09 |
| | | 13.2 | 0.11 | 0.0475 | 0.0137 |
| | | 17.2 | 0.025 | 0.0100 | 0.0043 |
| 100 | 50 | 0 | 607 | 256.0 | 100 |
| | | 4.0 | 20.5 | 8.06 | 2.99 |
| | | 8.0 | 2.7 | 1.166 | 0.303 |
| | | 9.2 | 1.22 | 0.527 | 0.170 |
| | | 13.2 | 0.26 | 0.112 | 0.0370 |
| | | 17.2 | 0.085 | 0.0367 | 0.0124 |
| 120 | 50 | 0 | 863 | 372.0 | 100 |
| | | 4.0 | 37.0 | 15.98 | 4.28 |
| | | 8.0 | 6.5 | 2.600 | 0.754 |
| | | 9.2 | 3.0 | 1.296 | 0.348 |
| | | 13.2 | 0.80 | 0.346 | 0.0925 |
| | | 17.2 | 0.20 | 0.121 | 0.0324 |

การดูดกลืนรังสีเอกซ์ของกระเบื้องแผ่นเรียบ

| กิโลวัตต์ | มิลลิแอมป์-วินาที | ความหนาของวัสดุ (ซม.) | ปริมาณรังสีที่ระยะ 1 เมตร (มิลลิเรินเจนซ์) | $\times 10^{-3}$ เรินเจนต่อมิลลิแอมป์-นาที ที่ระยะ 1 เมตร | เปอร์เซ็นต์ของการทะลุผ่านออกมา |
|-----------|-------------------|-----------------------|--|---|--------------------------------|
| 50 | 50 | 0 | 67.5 | 105.0 | 100 |
| | | 0.63 | 11.43 | 13.60 | 13.06 |
| | | 1.26 | 3.35 | 4.02 | 3.83 |
| | | 1.89 | 1.43 | 1.72 | 1.63 |
| | | 2.52 | 0.57 | 0.72 | 0.64 |
| | | 3.15 | 0.27 | 0.31 | 0.31 |
| | | 3.78 | 0.13 | 0.15 | 0.15 |
| 60 | 50 | 0 | 131.67 | 158.00 | 100 |
| | | 0.63 | 21.73 | 26.00 | 16.50 |
| | | 1.26 | 7.38 | 9.33 | 5.94 |
| | | 1.89 | 3.33 | 3.99 | 2.53 |
| | | 2.52 | 1.60 | 2.02 | 1.27 |
| | | 3.15 | 0.91 | 1.09 | 0.69 |
| | | 3.78 | 0.51 | 0.61 | 0.38 |
| 70 | 50 | 0 | 169.00 | 202.00 | 100 |
| | | 0.63 | 36.23 | 43.60 | 21.50 |
| | | 1.26 | 14.27 | 17.12 | 8.44 |
| | | 1.89 | 7.35 | 8.82 | 4.35 |
| | | 2.52 | 4.00 | 4.30 | 2.37 |
| | | 3.15 | 2.33 | 2.00 | 1.30 |
| | | 3.78 | 1.44 | 1.73 | 0.85 |
| | | 4.41 | 0.87 | 1.04 | 0.51 |

| กิโลวัตต์ | มิลลิแอมป์-วินาที | ความหนา ของวัสดุ (ซม.) | ปริมาณรังสี มิลลิเรินท์ ที่ระยะ 1 เมตร | $\times 10^{-3}$ เรินท์ มิลลิแอมป์-นาฬิกา ที่ ระยะ 1 เมตร | เปอร์เซ็นต์ของ การทะลุผ่าน ออกมา |
|-----------|-------------------|------------------------------|--|--|--|
| 60 | 50 | 0 | 196.00 | 236.00 | 100 |
| | | 0.63 | 49.00 | 50.00 | 24.90 |
| | | 1.26 | 21.00 | 26.20 | 11.07 |
| | | 1.89 | 11.90 | 14.30 | 6.05 |
| | | 2.52 | 7.10 | 8.51 | 3.61 |
| | | 3.15 | 4.50 | 5.10 | 2.29 |
| | | 3.78 | 2.97 | 3.57 | 1.51 |
| | | 4.41 | 1.83 | 2.20 | 0.93 |
| 90 | 50 | 0 | 240.20 | 280.00 | 100 |
| | | 0.63 | 60.00 | 81.60 | 28.31 |
| | | 1.26 | 32.30 | 38.80 | 13.45 |
| | | 1.89 | 16.50 | 22.20 | 7.70 |
| | | 2.52 | 11.20 | 13.40 | 4.66 |
| | | 3.15 | 7.50 | 9.00 | 3.12 |
| | | 3.78 | 4.90 | 5.67 | 2.04 |
| | | 4.41 | 3.27 | 3.92 | 1.26 |
| 100 | 50 | 0 | 264.20 | 341.00 | 100 |
| | | 0.63 | 91.50 | 110.00 | 32.20 |
| | | 1.26 | 46.00 | 55.30 | 16.19 |
| | | 1.89 | 26.00 | 33.60 | 9.05 |
| | | 2.52 | 16.30 | 22.00 | 6.44 |
| | | 3.15 | 12.30 | 14.80 | 4.33 |
| | | 3.78 | 8.90 | 10.70 | 3.12 |
| | | 4.41 | 6.33 | 7.67 | 2.24 |
| | 5.04 | 4.20 | 5.05 | 1.48 | |

ตารางที่ 4-17 (ต่อ)



| กิโลวัตต์ | มิลลิแอมป์- วินาที | ความหนา ของวัสดุ (ซม.) | ปริมาณรังสี ที่ระยะ 1 เมตร (มิลลิเร็นเจกซ์) | $\times 10^{-3}$ เร็นเจกซ์ต่อ มิลลิแอมป์-นาฬิกา ที่ ระยะ 1 เมตร | เปอร์เซ็นต์ของ การทะลุผ่าน ออกมา |
|-----------|-----------------------|------------------------------|---|---|--|
| 120 | 50 | 0 | 322.5 | 327.0 | 100 |
| | | 0.63 | 119.3 | 143.0 | 37.2 |
| | | 1.26 | 69.5 | 37.5 | 21.55 |
| | | 1.89 | 46.3 | 55.6 | 14.36 |
| | | 2.52 | 31.3 | 37.5 | 9.71 |
| | | 3.15 | 21.0 | 26.2 | 6.76 |
| | | 3.78 | 15.9 | 19.1 | 4.93 |
| | | 4.41 | 11.5 | 13.0 | 3.57 |
| | | 5.04 | 8.5 | 10.2 | 2.64 |

ตารางที่ 4-18

การกักคลื่นรังสีเอกซ์ของไม้ยาง

| กิโลวัตต์ | มิลลิแอมป์- วินาที | ความหนา ของวัสดุ (ซม.) | ปริมาณรังสี ที่ระยะ 1 เมตร (มิลลิเร็นเจกซ์) | $\times 10^{-3}$ เร็นเจกซ์ต่อ มิลลิแอมป์-นาฬิกา ที่ ระยะ 1 เมตร | เปอร์เซ็นต์ของ การทะลุผ่าน ออกมา |
|-----------|-----------------------|------------------------------|---|---|--|
| 50 | 10 | 0 | 16.60 | 99.6 | 100 |
| | | 0.91 | 13.25 | 79.5 | 79.6 |
| | | 1.82 | 10.00 | 60.0 | 60.3 |
| | | 2.73 | 8.10 | 48.6 | 48.6 |
| | | 3.64 | 6.65 | 39.6 | 40.0 |

ตารางที่ 4-18 (ต่อ)

| กิโลวัตต์ | มิลลิแอมป์- วินาที | ความหนา ของวัสดุ (ซม.) | ปริมาณรังสี ที่ระยะ 1 เมตร (มิลลิเรินท์) | $\times 10$ เรินท์ต่อ มิลลิแอมป์-นาที่ ที่ ระยะ 1 เมตร | เปอร์เซ็นต์ของ การทะลุผ่าน ออกมา |
|-----------|-----------------------|------------------------------|--|--|--|
| 50 | 10 | 5.46 | 4.40 | 26.4 | 26.5 |
| | | 6.37 | 3.70 | 22.2 | 22.3 |
| 70 | 10 | 0 | 31.00 | 106.0 | 100 |
| | | 0.91 | 25.00 | 150.0 | 80.5 |
| | | 1.82 | 19.70 | 118.2 | 63.8 |
| | | 2.73 | 16.10 | 96.6 | 52.0 |
| | | 3.64 | 13.50 | 61.0 | 43.5 |
| | | 4.55 | 11.30 | 67.0 | 36.5 |
| | | 5.46 | 9.70 | 53.2 | 31.3 |
| | | 6.37 | 8.30 | 49.0 | 26.0 |
| 80 | 10 | 0 | 37.80 | 226.8 | 100 |
| | | 0.91 | 31.25 | 187.5 | 82.5 |
| | | 1.82 | 24.50 | 147.0 | 64.0 |
| | | 2.73 | 21.00 | 126.0 | 55.5 |
| | | 3.64 | 17.00 | 102.0 | 45.0 |
| | | 4.55 | 14.30 | 85.8 | 37.9 |
| | | 5.46 | 12.50 | 75.0 | 33.0 |
| | | 6.37 | 11.00 | 66.0 | 29.1 |
| 90 | 10 | 0 | 23.60 | 141.6 | 100 |
| | | 0.91 | 19.25 | 115.5 | 81.6 |
| | | 1.82 | 14.80 | 88.8 | 62.7 |
| | | 2.73 | 11.75 | 70.5 | 49.0 |
| | | 3.64 | 9.90 | 59.4 | 41.9 |
| | | | | | |

| กิโลวัตต์ | มิลลิเอมป์- วินาที | ความหนา ของวัสดุ (ซม.) | ปริมาณรังสี ที่ระยะ 1 เมตร (มิลลิเรินเจกซ์) | $\times 10^{-3}$ เรินเจกซ์ต่อ มิลลิเอมป์-นาที่ ที่ ระยะ 1 เมตร | เปอร์เซ็นต์ของ การทะลุผ่าน ออกมา |
|-----------|-----------------------|------------------------------|---|--|--|
| 60 | 10 | 4.55 | 0.20 | 40.2 | 34.7 |
| | | 5.46 | 6.60 | 39.6 | 27.9 |
| | | 6.37 | 5.70 | 34.2 | 24.1 |
| 90 | 10 | 0 | 43.3 | 259.0 | 100 |
| | | 0.91 | 36.0 | 216.0 | 82 |
| | | 1.82 | 29.2 | 175.2 | 67.3 |
| | | 2.73 | 24.8 | 146.4 | 56.3 |
| | | 3.64 | 20.3 | 121.8 | 46.8 |
| | | 4.55 | 17.5 | 105.0 | 40.4 |
| | | 5.46 | 14.9 | 89.4 | 34.4 |
| | | 6.37 | 13.5 | 81.0 | 31.2 |
| 100 | 10 | 0 | 40.0 | 292.0 | 100 |
| | | 0.91 | 41.0 | 246.0 | 84 |
| | | 1.82 | 33.5 | 201.0 | 68.7 |
| | | 2.73 | 28.1 | 168.6 | 57.6 |
| | | 3.64 | 24.0 | 144.0 | 49.2 |
| | | 4.55 | 20.0 | 120.0 | 41.0 |
| | | 5.46 | 17.5 | 105.0 | 36.0 |
| | | 6.37 | 15.5 | 93.0 | 31.7 |

| กิโลวัตต์ | มิลลิแอมป์-วินาที | ความหนา ของวัสดุ (ซม.) | ปริมาณรังสี ที่ระยะ 1 เมตร (มิลลิเรินเจนท์) | $\times 10^{-3}$ เรินเจนท์ต่อ มิลลิแอมป์-นาที่ ที่ ระยะ 1 เมตร | เปอร์เซ็นต์ของ การทะลุผ่าน ออกมา |
|-----------|-------------------|------------------------------|---|--|--|
| 120 | 10 | 0 | 60.1 | 360.0 | 100 |
| | | 0.01 | 50.0 | 300.0 | 83.2 |
| | | 1.02 | 41.5 | 249.0 | 69.0 |
| | | 2.73 | 35.5 | 210.0 | 58.2 |
| | | 3.64 | 30.0 | 180.0 | 49.8 |
| | | 4.55 | 26.5 | 159.0 | 44.0 |
| | | 5.46 | 23.2 | 139.2 | 38.6 |
| | | 6.37 | 20.0 | 120.0 | 33.4 |

ตารางที่ 4-19

การดูดกลืนรังสีเอกซ์ของกระดาษอัด

| กิโลวัตต์ | มิลลิแอมป์-วินาที | ความหนา ของวัสดุ (มม) | ปริมาณรังสี ที่ระยะ 1 เมตร มิลลิเรินเจนท์) | $\times 10^{-3}$ เรินเจนท์ต่อ มิลลิแอมป์-นาที่ ที่ ระยะ 1 เมตร | เปอร์เซ็นต์ของ การทะลุผ่าน ออกมา |
|-----------|-------------------|-------------------------------|--|--|--|
| 50 | 20 | 0 | 35.60 | 106.80 | 100 |
| | | 3.06 | 32.00 | 96.00 | 90.00 |
| | | 6.12 | 28.00 | 81.00 | 75.00 |
| | | 9.10 | 24.20 | 72.60 | 68.00 |
| | | 12.24 | 21.50 | 64.50 | 60.40 |
| | | 15.30 | 19.00 | 57.00 | 53.30 |
| | | 18.36 | 16.90 | 50.70 | 47.50 |
| | | 21.42 | 15.2 | 45.60 | 42.60 |
| | | 24.48 | 13.20 | 39.60 | 37.10 |

| กิโลวัตต์ | มิลลิแอมป์-วินาที | ความหนา ของวัสดุ (มม.) | ปริมาณรังสี ที่ระยะ 1 เมตร (มิลลิเรินท์) | $\times 10^{-3}$ เรินท์ต่อ มิลลิแอมป์-นาฬิกา ที่ ระยะ 1 เมตร | เปอร์เซ็นต์ของ การทะลุผ่าน ออกมา |
|-----------|-------------------|------------------------------|--|--|--|
| 60 | 20 | 0 | 50.6 | 151.80 | 100 |
| | | 3.06 | 45.0 | 135.00 | 89.0 |
| | | 6.12 | 40.0 | 120.00 | 79.0 |
| | | 9.18 | 36.0 | 108.00 | 71.1 |
| | | 12.24 | 31.00 | 95.40 | 63.3 |
| | | 15.30 | 28.50 | 85.50 | 56.3 |
| | | 18.36 | 26.00 | 78.00 | 51.4 |
| | | 21.42 | 23.00 | 69.00 | 45.5 |
| 24.48 | 21.00 | 63.00 | 41.5 | | |
| 70 | 20 | 0 | 64.0 | 192.00 | 100 |
| | | 3.06 | 57.8 | 173.40 | 90.5 |
| | | 6.12 | 51.90 | 155.70 | 81.0 |
| | | 9.18 | 46.50 | 139.50 | 72.4 |
| | | 12.24 | 41.00 | 123.00 | 64.0 |
| | | 15.30 | 38.00 | 114.00 | 59.2 |
| | | 18.36 | 33.50 | 100.50 | 52.2 |
| | | 21.42 | 31.00 | 93.00 | 48.3 |
| 24.48 | 28.00 | 84.00 | 43.6 | | |
| 80 | 20 | 0 | 77.0 | 233.4 | 100 |
| | | 3.06 | 70.0 | 210.0 | 90.0 |
| | | 6.12 | 64.0 | 192.0 | 82.3 |
| | | 9.18 | 58.0 | 174.0 | 74.5 |
| | | 12.24 | 52.0 | 156.0 | 66.8 |
| | | 15.30 | 47.0 | 141.0 | 60.4 |
| | | 18.36 | 43.0 | 129.0 | 55.3 |
| | | 21.42 | 39.0 | 117.0 | 50.2 |
| 24.48 | 35.0 | 105.0 | 45.0 | | |

| กิโลวัตต์ | มิลลิแอมป์- วินาที | ความหนา ของวัสดุ (มม.) | ปริมาณรังสี ที่ระยะ 1 เมตร (มิลลิเรินท์) | $\times 10^{-3}$ เรินท์เจนต่อ มิลลิแอมป์วินาที ที่ ระยะ 1 เมตร | เปอร์เซ็นต์ของ การทะลุผ่าน ออกมา |
|-----------|-----------------------|------------------------------|--|--|--|
| 90 | 20 | 0 | 89.8 | 260.4 | 100 |
| | | 3.06 | 81.3 | 243.0 | 90.5 |
| | | 6.12 | 77.0 | 231.0 | 85.8 |
| | | 9.18 | 67.5 | 202.5 | 75.2 |
| | | 12.24 | 62.0 | 186.0 | 69.0 |
| | | 15.30 | 56.0 | 168.0 | 62.4 |
| | | 18.36 | 51.0 | 153.0 | 56.8 |
| | | 21.42 | 46.0 | 138.0 | 51.2 |
| | | 24.48 | 42.0 | 126.0 | 46.8 |
| 100 | 20 | 0 | 102.5 | 307.5 | 100 |
| | | 3.06 | 95.0 | 285.0 | 92.5 |
| | | 6.12 | 90.5 | 271.5 | 87.3 |
| | | 9.18 | 80.0 | 240.0 | 78.0 |
| | | 12.24 | 72.7 | 218.1 | 71.0 |
| | | 15.30 | 66.5 | 199.5 | 64.8 |
| | | 18.36 | 61.0 | 183.0 | 59.5 |
| | | 21.42 | 54.0 | 162.0 | 52.7 |
| | | 24.48 | 40.5 | 150.2 | 49.3 |
| 120 | 20 | 0 | 123.3 | 365.9 | 100 |
| | | 3.06 | 114.0 | 342.0 | 92.4 |
| | | 6.12 | 103.0 | 306.0 | 83.5 |
| | | 9.18 | 97.5 | 292.5 | 79.0 |
| | | 12.24 | 89.0 | 267.0 | 72.2 |
| | | 15.30 | 83.0 | 249.0 | 67.3 |
| | | 18.36 | 76.0 | 228.0 | 61.6 |
| | | 21.42 | 69.0 | 209.4 | 57.5 |
| | | 24.48 | 64.3 | 192.9 | 52.1 |

การคูณรังสีเอกซ์ของอิฐบล็อก

| กิโลวัตต์ | มิลลิแอมป์-วินาที | ความหนาของวัสดุ (ซม.) | ปริมาณรังสีที่ระยะ 60 ซม. (มิลลิเรินเจกซ์) | เปอร์เซ็นต์ของการทะลุผ่านออกมา |
|-----------|-------------------|-----------------------|--|--------------------------------|
| 50 | 50 | 0 | 210 | 100 |
| | | 8.0 | 1.2 | 0.572 |
| | | 14.5 | 0.5 | 0.240 |
| 60 | 50 | 0 | 300 | 100 |
| | | 8.0 | 3.1 | 1.03 |
| | | 14.5 | 1.0 | 0.33 |
| 70 | 50 | 0 | 400 | 100 |
| | | 8.0 | 6.6 | 2.15 |
| | | 14.5 | 2.6 | 0.65 |
| 80 | 50 | 0 | 505 | 100 |
| | | 8.0 | 14.5 | 2.77 |
| | | 14.5 | 4.4 | 0.67 |
| 90 | 50 | 0 | 605 | 100 |
| | | 8.0 | 25.5 | 4.22 |
| | | 14.5 | 6.3 | 1.04 |
| 100 | 50 | 0 | 600 | 100 |
| | | 8.0 | 36.0 | 5.3 |
| | | 14.5 | 11.0 | 1.62 |
| 120 | 50 | 0 | 45.0 | 100 |
| | | 8.0 | 56.0 | 6.63 |
| | | 14.5 | 33.0 | 3.01 |

การดูดกลืนรังสีเอกซ์ของคอนกรีตบล็อกชนิดมีโพรง

| กิโลวัตต์ | มิลลิแอมป์-วินาที | ความหนาของวัสดุ (ซม.) | ปริมาณรังสีที่ระยะ 60 ซม. (มิลลิเรินเจกซ์) | เปอร์เซ็นต์ของการทะลุผ่านออกมา | |
|-----------|-------------------|-----------------------|--|--------------------------------|--|
| | | | | จากการทดลอง | จากรูปที่ 4-15 เมื่อให้ความหนาเท่ากับความหนาของเซลล์ |
| 50 | 50 | 0 | 547 | 100 | .. |
| | | C4-3 | 6.4 | 1.17 | 2.0 |
| 50 | 50 | 0 | 500 | 100 | .. |
| | | C4-1 | 2.6 | 0.52 | .7 |
| 90 | 50 | 0 | 620 | 100 | .. |
| | | C4-3 | 10.0 | 1.74 | 2.5 |
| 90 | 50 | 0 | 600 | 100 | .. |
| | | C4-1 | 5.4 | 0.9 | 1 |
| 100 | 50 | 0 | 700 | 100 | .. |
| | | C4-3 | 16.5 | 2.36 | 3 |
| 100 | 50 | 0 | 600 | 100 | .. |
| | | C4-1 | 8.4 | 1.24 | 1.4 |
| 120 | 50 | 0 | 880 | 100 | .. |
| | | C4-3 | 34.0 | 3.06 | 5.5 |
| 120 | 50 | 0 | 850 | 100 | .. |
| | | C4-1 | 17.5 | 2.06 | 2.5 |

C4-1 เป็นคอนกรีตบล็อกชนิด 4" ปกติชั้น (partition) 1" เซลล์ (shell)
 C4-3 เป็นคอนกรีตบล็อกชนิด 4" ปกติชั้น (partition) $\frac{3}{4}$ " เซลล์ (shell)

การคุกกลืนรังสีเอกซ์ของอิฐทนไฟ

| กิโลวัตต์ | มิลลิแอมป์ วินาที | ความหนา ของอิฐ (ซม.) | ปริมาณรังสี ที่ระยะ 60 ซม. (มิลลิเร็นเจิน) | เปอร์เซ็นต์ของการทะลุผ่านออกมา |
|-----------|----------------------|----------------------------|--|--------------------------------|
| 50 | 50 | 0 7.5 | 210 0.125 | 100 0.06 |
| 60 | 50 | 0 7.5 | 270 0.55 | 100 0.02 |
| 70 | 50 | 0 7.5 | 330 1.51 | 100 0.39 |
| 80 | 50 | 0 7.5 | 490 3.3 | 100 0.67 |
| 90 | 50 | 0 7.5 | 570 5.9 | 100 1.03 |
| 100 | 50 | 0 7.5 | 660 9.8 | 100 1.44 |
| 120 | 50 | 0 7.5 | 820 13.2 | 100 2.23 |

หมายเหตุ เป็นอิฐทนไฟเครื่องหมาย " Strong "

แสดงการดูดกลืนรังสีเอกซ์ของแบโรท์

| กิโลโวลต์ | มิลลิแอมป์- วินาที | ความหนา ของวัสดุ (ซม.) | ปริมาณรังสี ที่ระยะ 50 ซม. (มิลลิเรินท์) | เปอร์เซ็นต์ของการทะลุผ่านออกมา |
|-----------|-----------------------|------------------------------|--|--------------------------------|
| 80 | 50 | 0 1.2 | 590 0.03 | 100 0.005 |
| 90 | 50 | 0 1.2 | 700 0.06 | 100 0.008 |
| 100 | 50 | 0 1.2 | 795 0.07 | 100 0.009 |
| 120 | 50 | 0 1.2 2.3 | 950 0.15 0.09 | 100 0.016 0.009 |

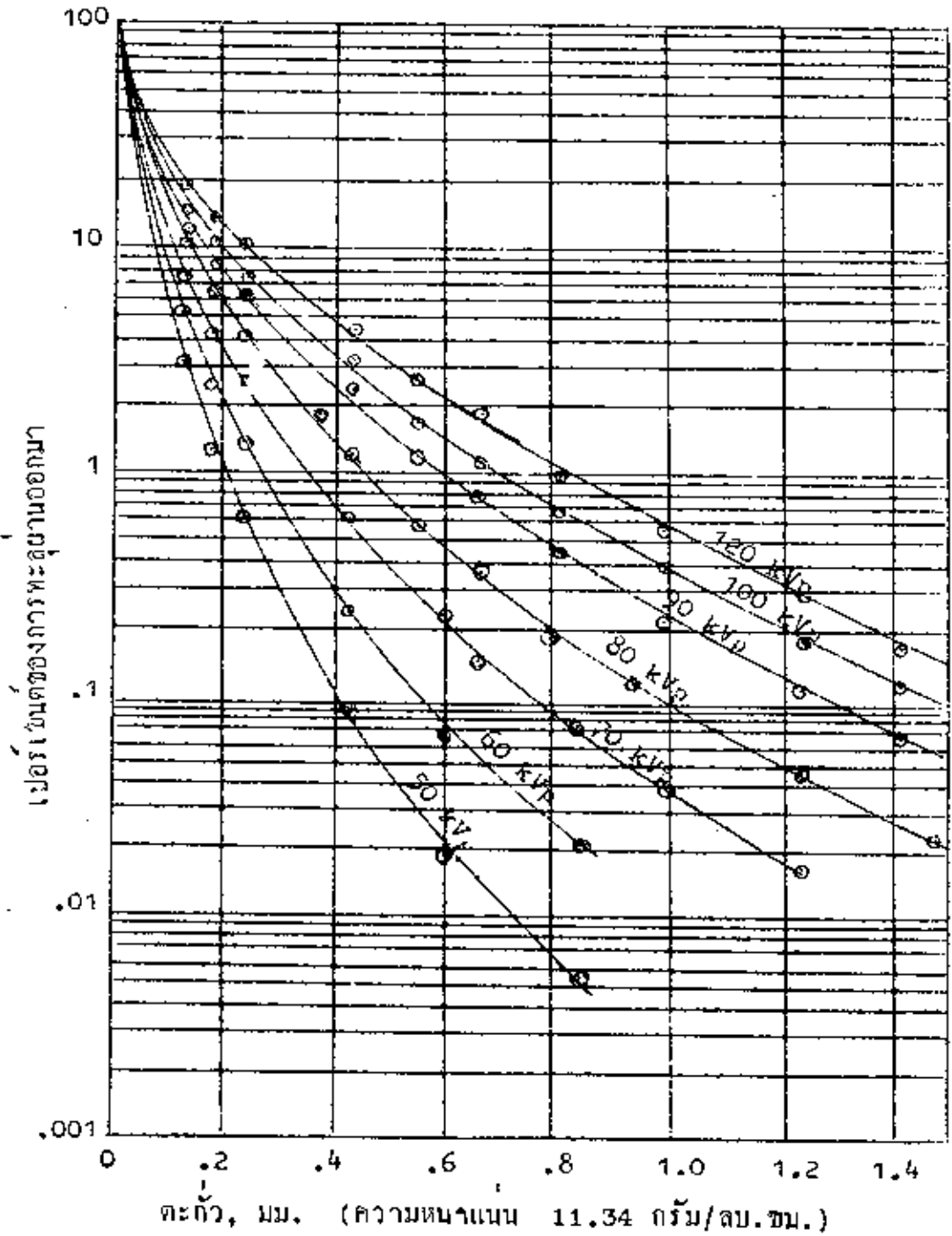
หมายเหตุ เป็นผลึกของแบเรียมซัลเฟต ลักษณะคล้ายหินอ่อน

เปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์การดูดกลืนรังสีเอกซ์ของตะกั่วและไน้ก

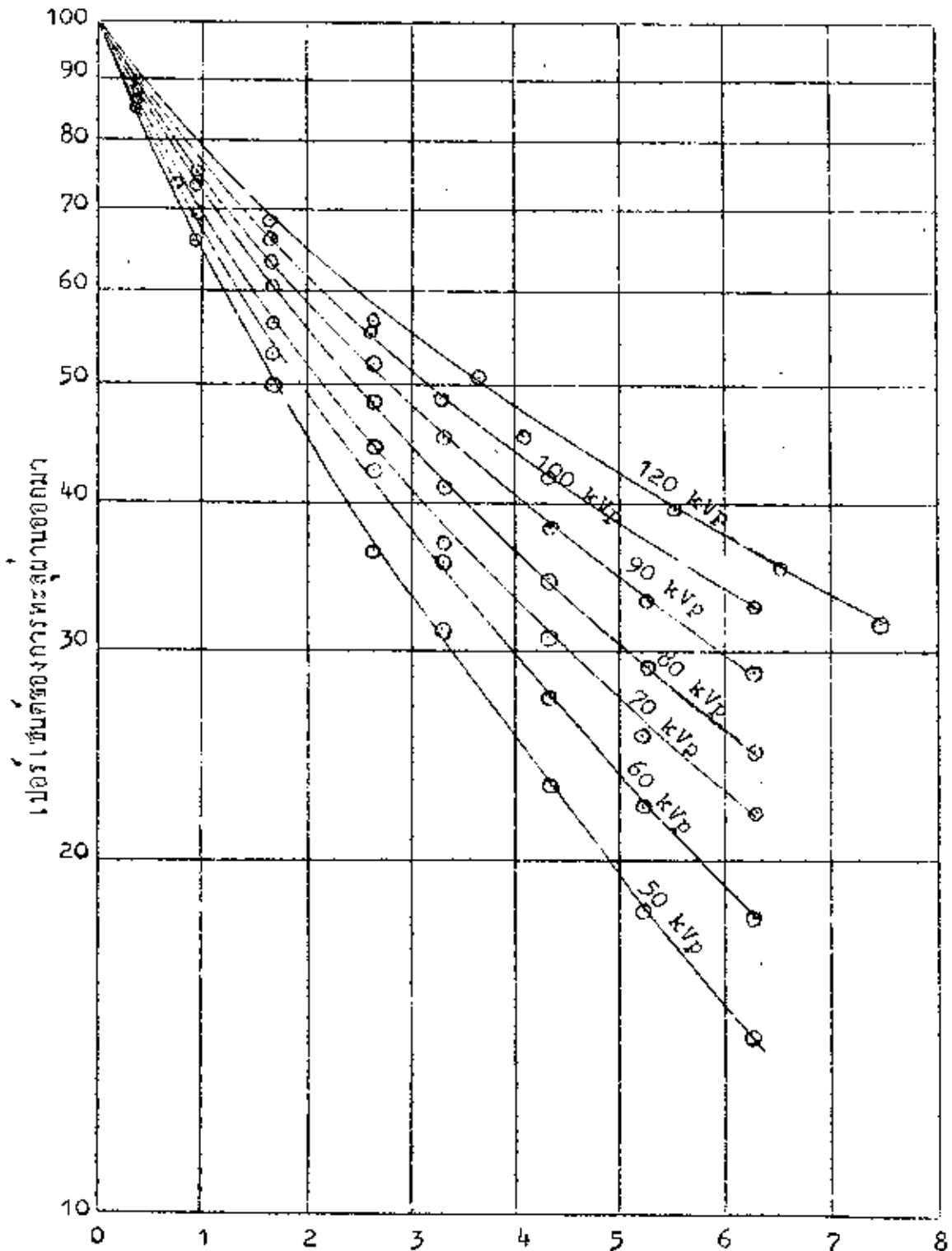
| กิโลโวลต์ | วัสดุ | ความหนา ของวัสดุ (มม.) x | เปอร์เซ็นต์ ของการทะลุ ผ่านออกมา | μx | ส.ป.ล. การดูดกลืน รังสีเอกซ์ (μ) (มม^{-1}) |
|-----------|--------|-------------------------------------|--|---------|---|
| 100 | ตะกั่ว | 0.13 | 15.7 | 1.050 | 14.23 |
| | | 0.18 | 10.40 | 2.2565 | 12.54 |
| | | 0.24 | 7.52 | 2.5302 | 10.78 |
| | | 0.42 | 3.19 | 3.4450 | 8.20 |
| | | 0.55 | 1.72 | 4.3665 | 7.39 |
| | | 0.93 | 0.305 | 5.5205 | 6.59 |
| | | 1.41 | 0.110 | 6.7212 | 4.77 |
| 50 | ตะกั่ว | 0.13 | 3.63 | 3.407 | 26.9 |
| | | 0.18 | 1.30 | 4.3402 | 24.1 |
| | ไน้ก | 4.4 | 85.9 | 0.1484 | 0.0337 |
| | | 8.8 | 76.0 | 0.2740 | 0.0311 |

เปรียบเทียบค่า H.V.L. , ความหนาแน่น และ ราคาค่าก่อสร้างมาตรฐาน

| ชนิดของวัสดุ | ความหนาแน่น กรัม/ ลบ. ซม. | H.V.L. (ซม.) | | ราคาค่าก่อสร้างรวมค่าวัสดุ ต่อ ตร.เมตร (บาท) | |
|--------------------|---------------------------------|---------------|--------------|---|---------|
| | | 100 กิโลโวลต์ | 50 กิโลโวลต์ | 1 ชั้น | 2 ชั้น |
| ตะกั่ว | 11.34 | 0.003 | 0.002 | — | — |
| สังกะสี | 6.92 | 0.02 | 0.01 | 50 | 70 |
| อลูมิเนียม | 2.70 | 0.32 | 0.17 | — | — |
| กระจก | 2.46 | 0.35 | 0.20 | 100 | — |
| คอนกรีตบล็อก | 2.06 | 0.50 | 0.25 | 130 | — |
| กระเบื้องแผ่นเรียบ | 1.71 | 0.40 | 0.20 | 150-180 | 180-200 |
| อิฐ | 1.56 | 0.80 | 0.40 | 100-90 | — |
| กระดาษอีก | 0.04 | 2.40 | 1.70 | 150 | 180 |
| ไมยาง | 0.69 | 3.50 | 2.60 | 70 | — |
| ไม้ฉลวยาง | 0.64 | 3.50 | 2.35 | 160 | 200 |
| ไม้สัก | 0.57 | 4.40 | 3.16 | 160 | — |
| โซฟวีนบอร์ค | 0.53 | 4.50 | 3.40 | 140 | 160 |
| ใบฉำฉา | 0.41 | 6.80 | 5.00 | — | — |

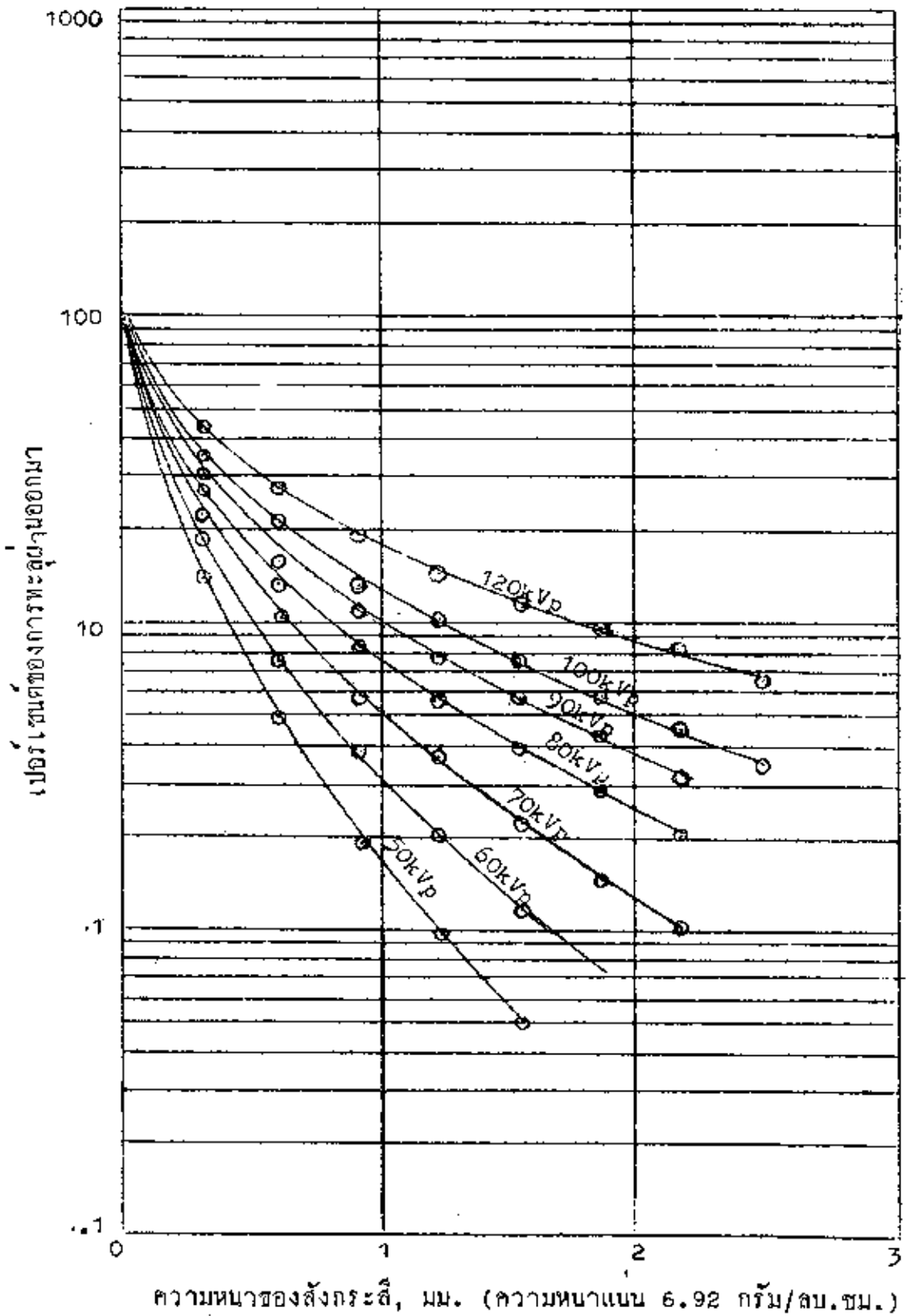


รูปที่ 4-5 เปอร์เซ็นต์ ของรังสีเอกซ์ตั้งแต่ 50 ถึง 120 กิโลโวลต์ ที่ทะลุผ่าน ตะกั่วออกมา

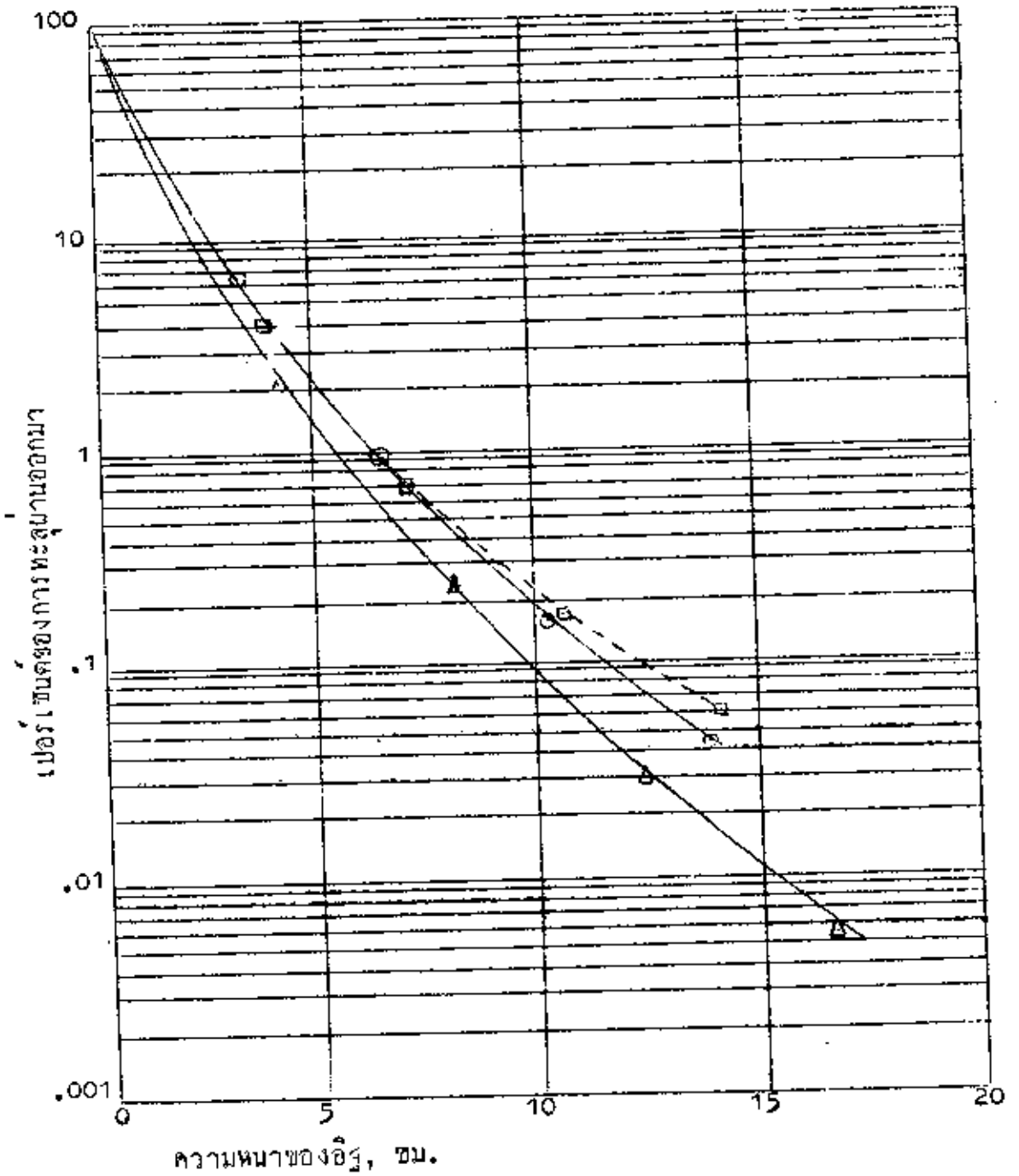


ความหนาของอลูมิเนียม, มม. (ความหนาแน่น 2.70 กรัม/ลบ.ซม.)

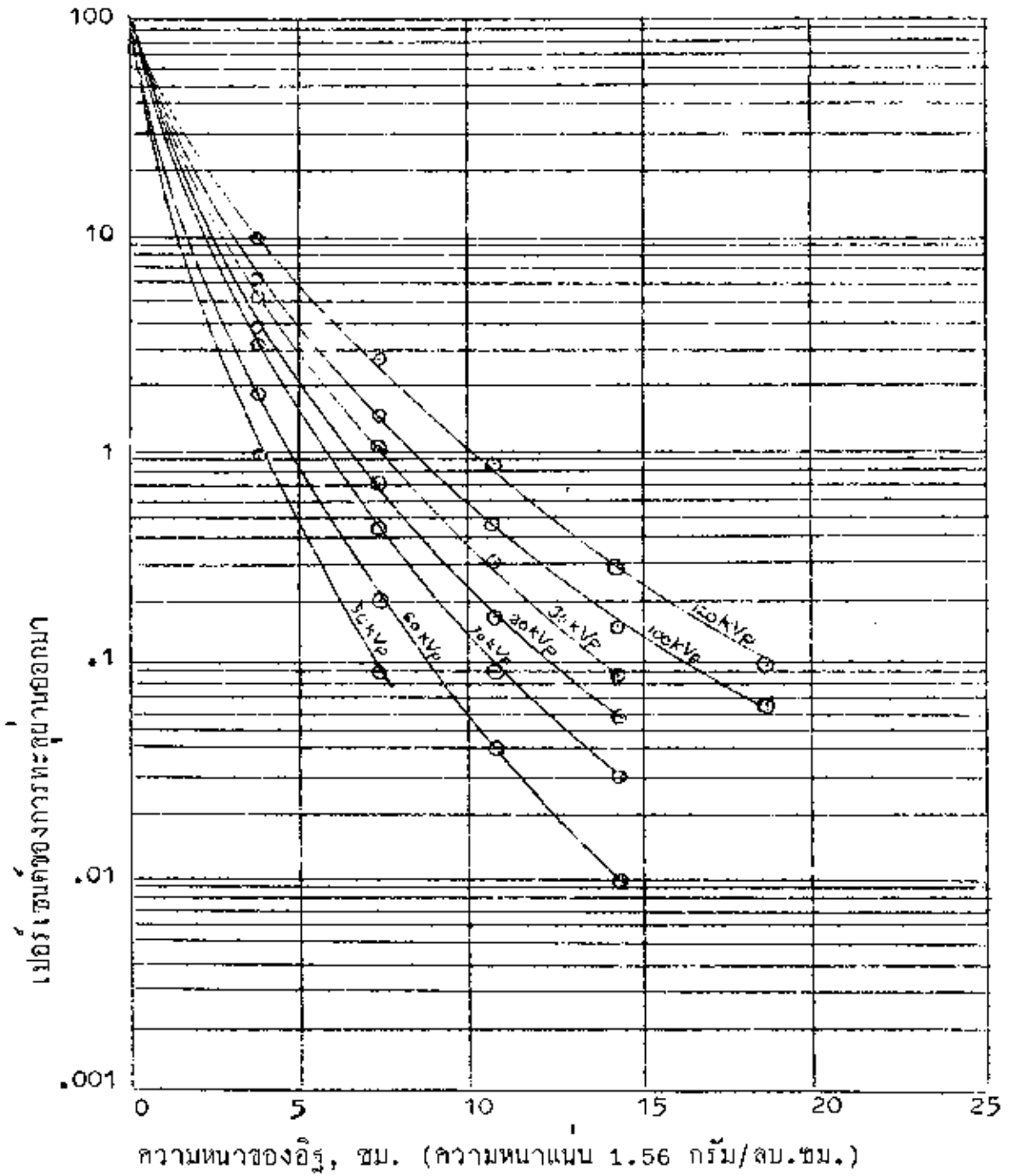
รูปที่ 4-6 เปอร์เซ็นต์ของรังสีเอกซ์ตั้งแต่ 50 ถึง 120 กิโลโวลต์ ทะลุผ่าน อลูมิเนียมออกมา



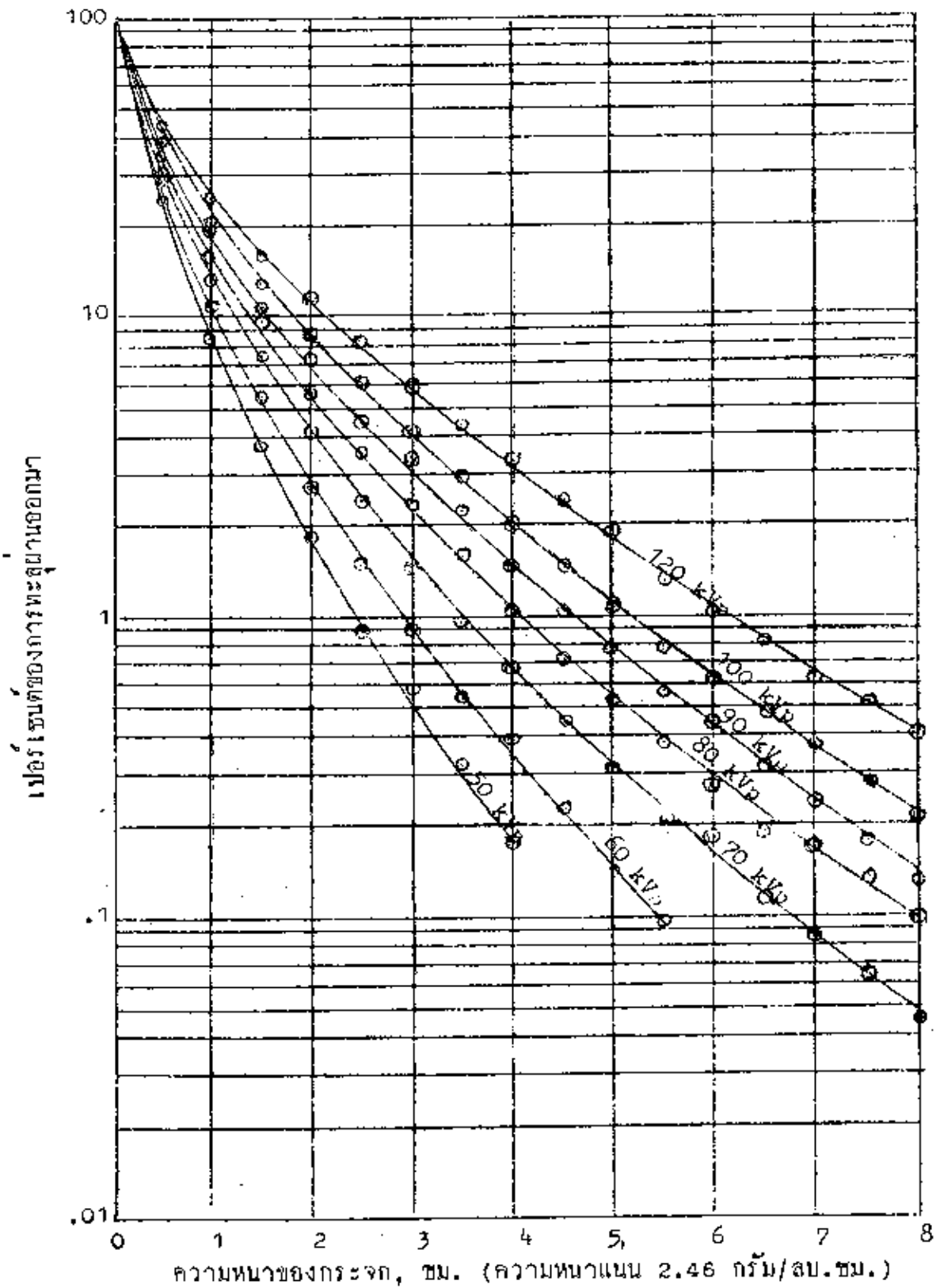
รูปที่ 4-7 ปริมาณแรงสีกเอกซ์ตั้งแต่ 50 ถึง 120 กิโลโวลต์ ที่ทะลุผ่านสิ่งกระฉี่ ออกมา



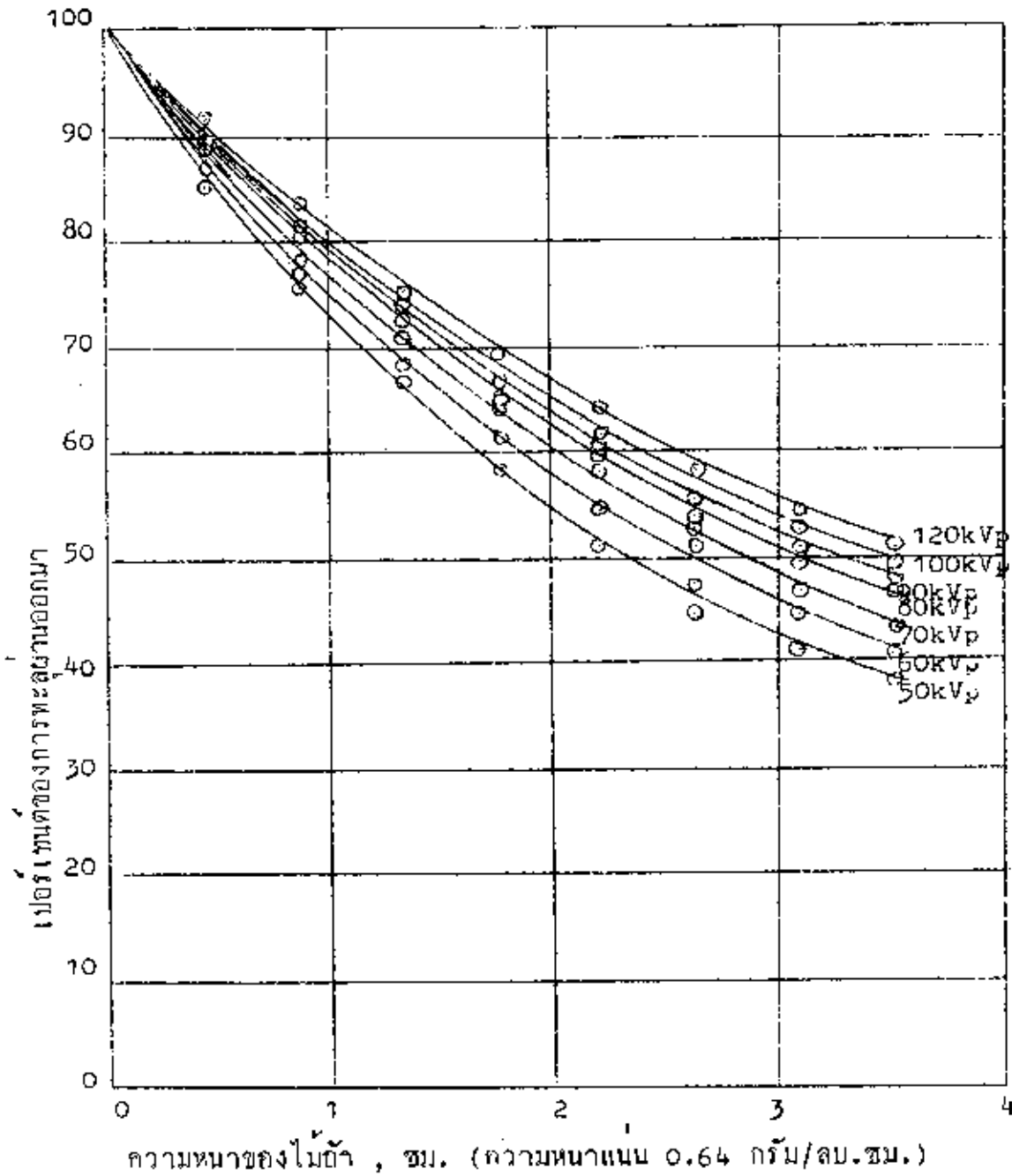
รูปที่ 4-8 เปอร์เซ็นต์ของรังสีเดซีที่ 30 กิโลวัตต์ ที่ทะลุผ่านอัญพุ่มธานี
 อัญครปฐม และอัญอุชบา
 ▲ อัญครปฐม ○ อัญพุ่มธานี □ อัญอุชบา



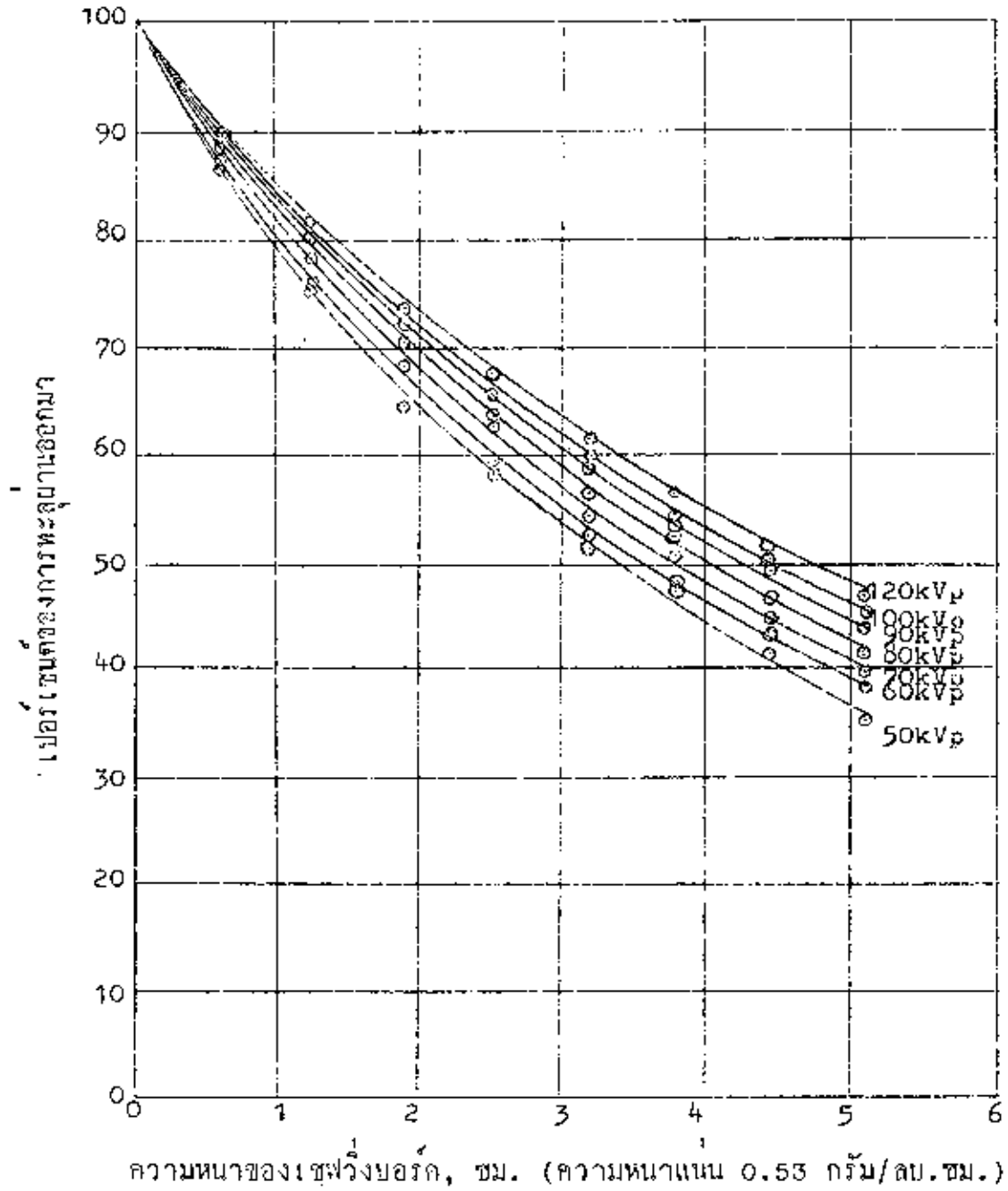
รูปที่ 4-9 เปอร์เซนต์ของรังสีเอกซ์ตั้งแต่ 50 ถึง 120 กิโลโวลต์ ที่ทะลุผ่านอิฐอบุรุษยาออกมา



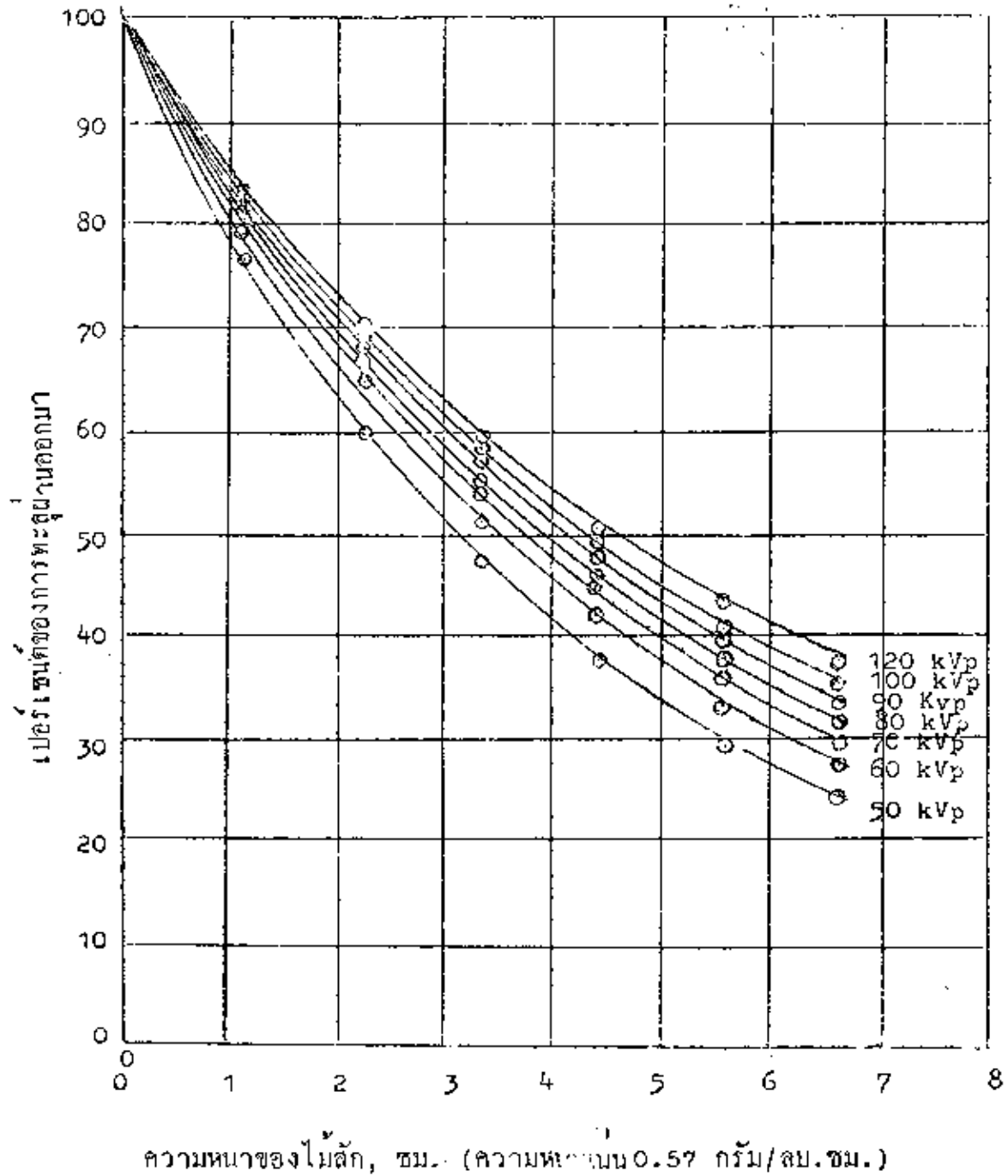
รูปที่ 4-10 แสดงเปอร์เซ็นต์ของรังสีเอกซ์ตั้งแต่ 50 ถึง 120 กิโลโวลต์ ที่ทะลุผ่านกระจกออกมา



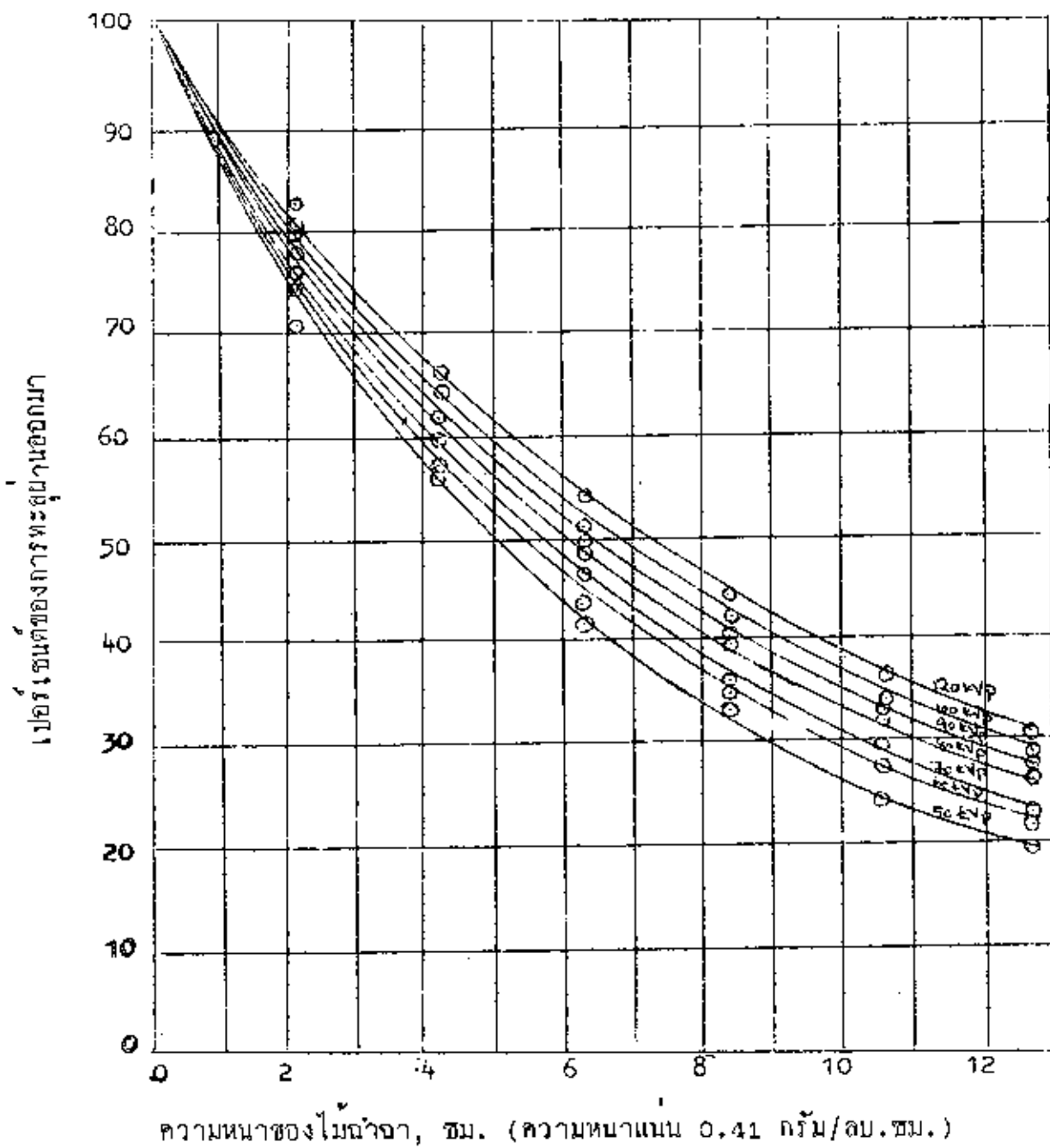
รูปที่ 4-11 เปอร์เซนต์ของรังสีเอกซ์ตั้งแต่ 50 ถึง 120 กิโลโวลต์ ที่ทะลุผ่านไม้ก้ำที่ยางออกมา



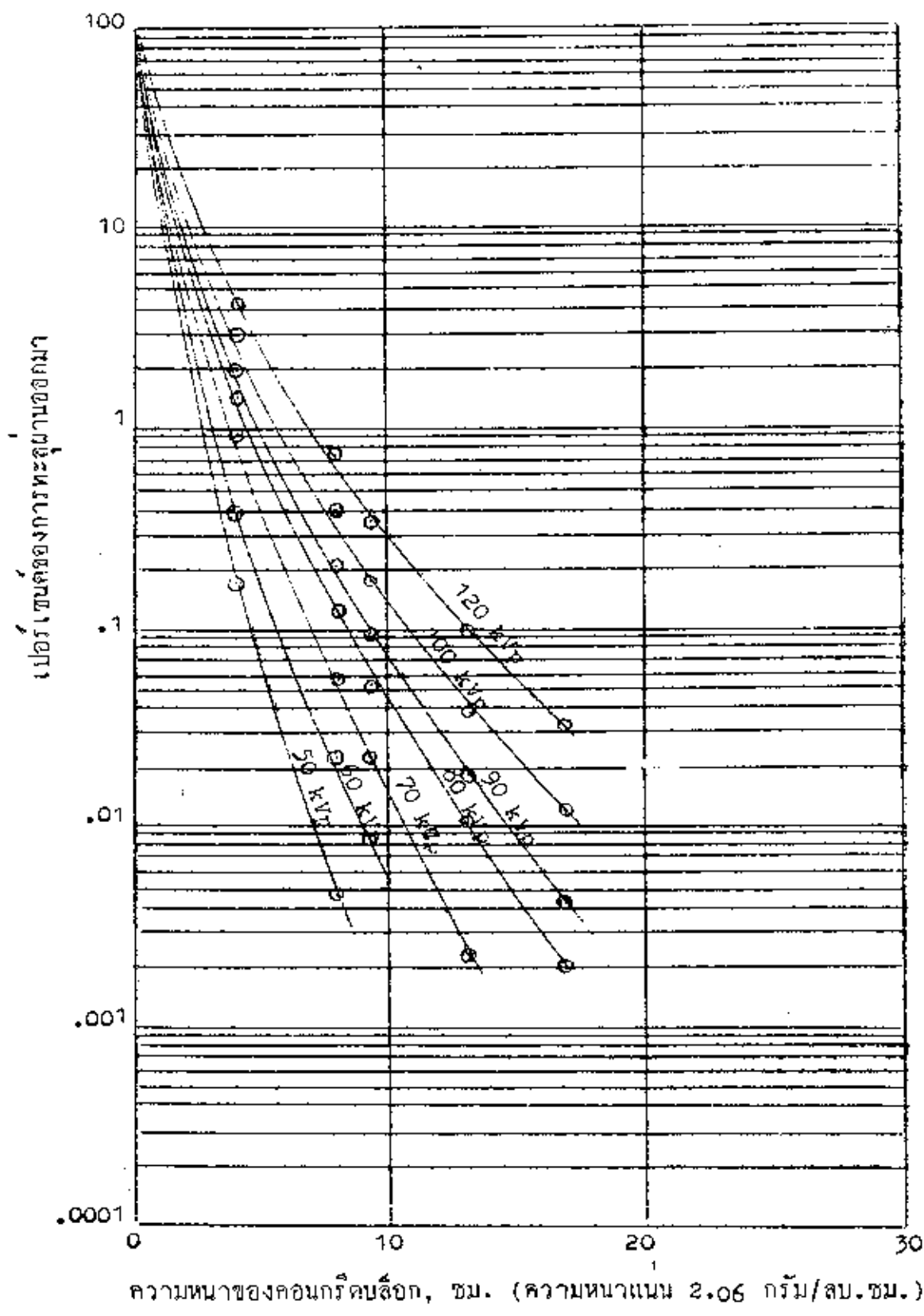
รูปที่ 4-12 เปอร์เซนต์ของรังสีเอกซ์ตั้งแต่ 50 ถึง 120 กิโลโวลต์ ที่ทะลุผ่านเซฟวิ่งบอร์คออกมา



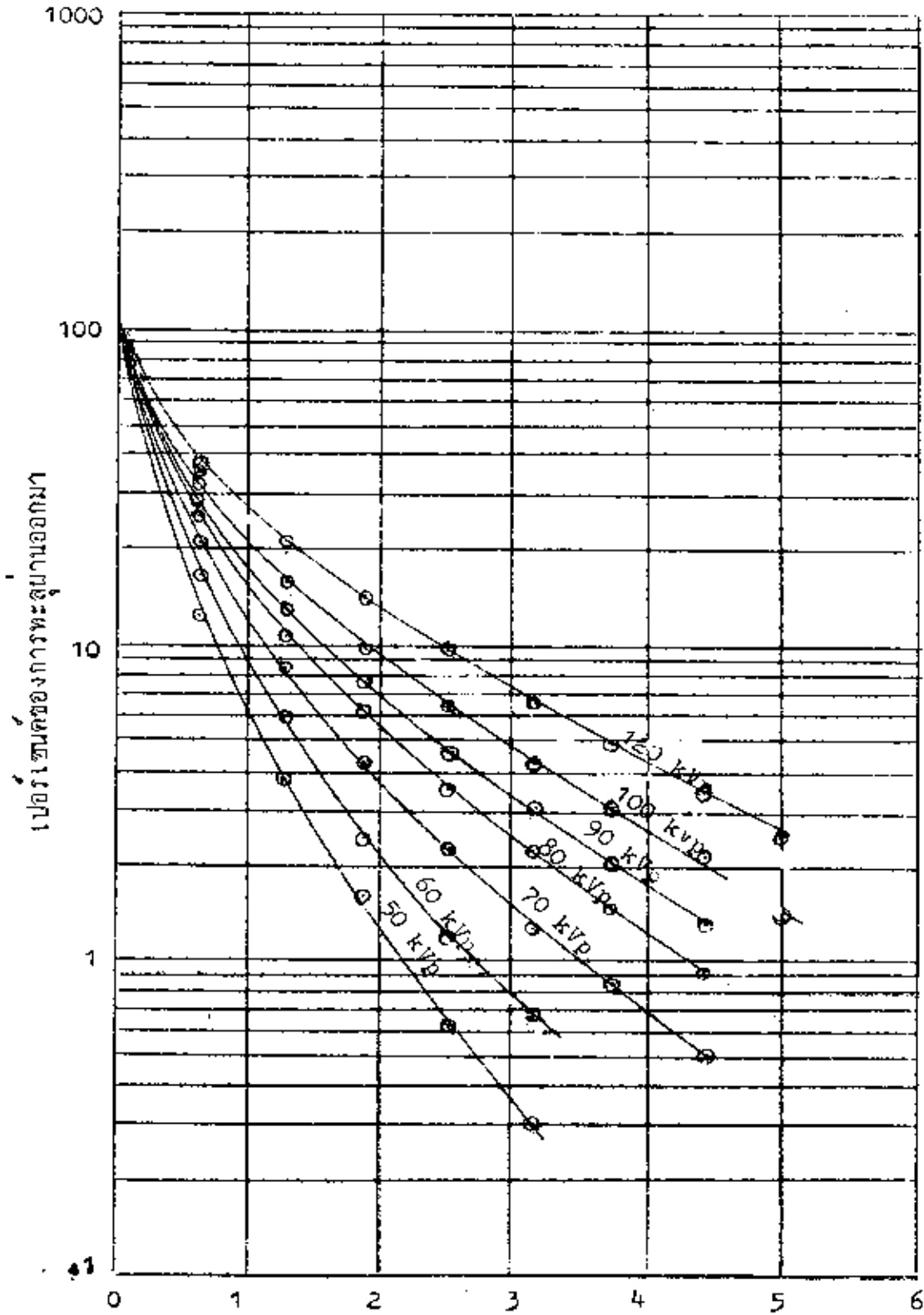
รูปที่ 4-13 เปอร์เซนต์ของรังสีเอกซ์ตั้งแต่ 50 ถึง 120 กิโลโวลต์ ที่ทะลุผ่านไม้ลักออกมา



รูปที่ 4-14 เปอร์เซ็นต์ของไอน้ำที่ออกมาตั้งแต่ 50 ถึง 120 กิโลวัตต์ ที่อุณหภูมิ
ไม้ฉางออกมา

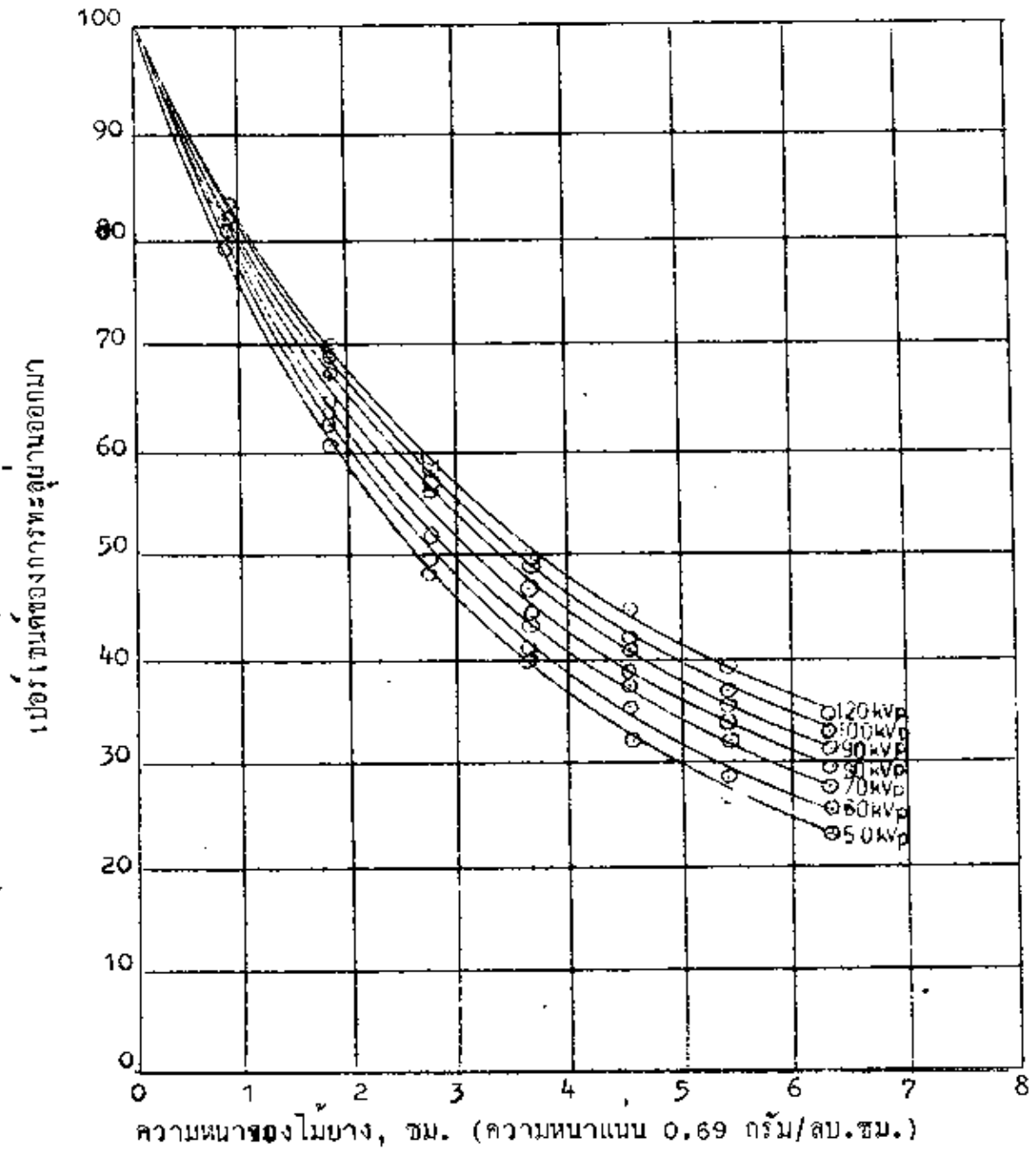


รูปที่ 4-15 เปอร์เซนต์ของรังสีเอกซ์ตั้งแต่ 50 ถึง 120 ไมโครวอลต์ ที่ทะลุผ่านคอนกรีตบล็อกชนิดตัน

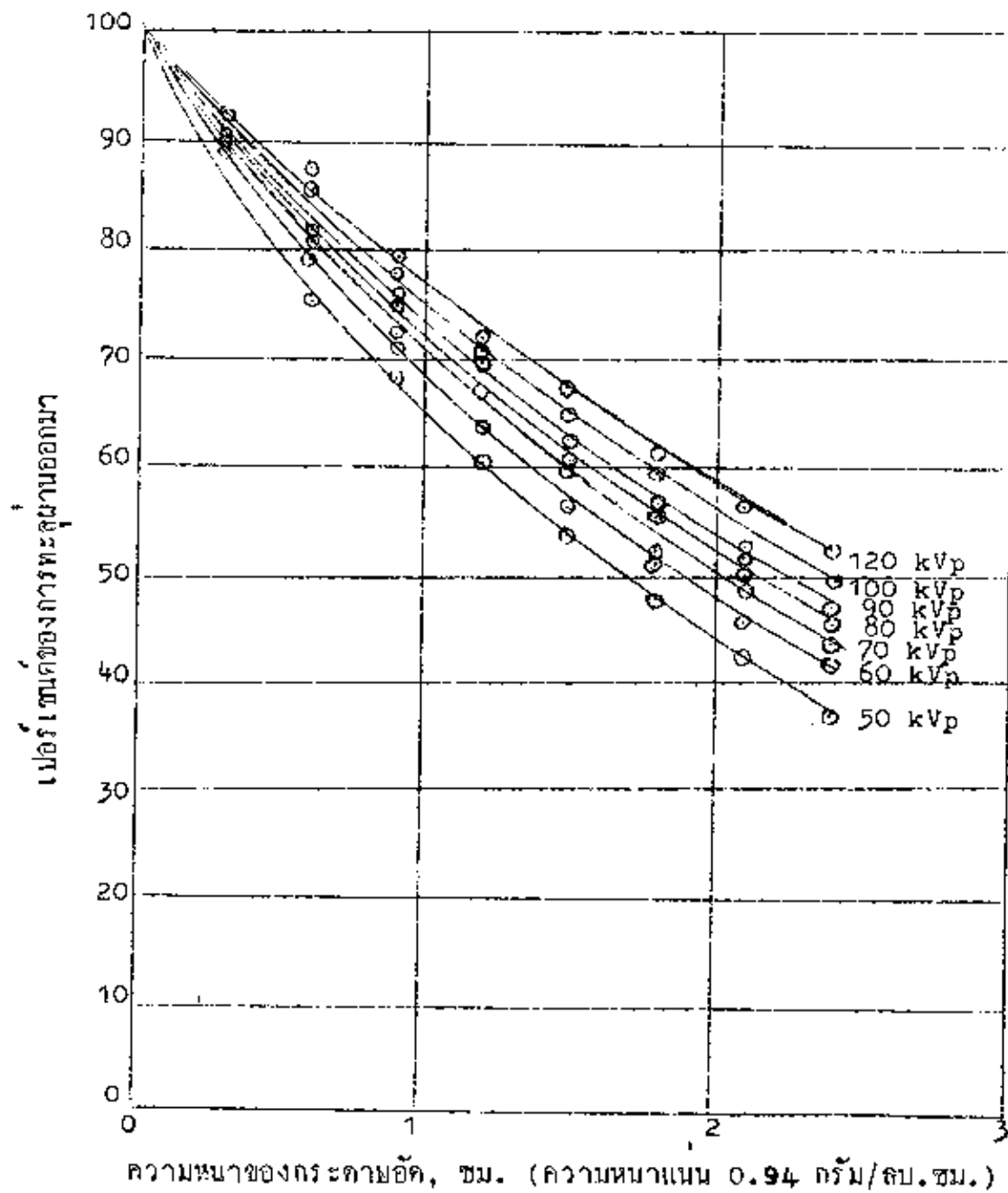


ความหนาของกระเบื้องแผ่นเรียบ, ซม. (ความหนาแบบ 1.71 กรัม/ลบ.ซม.)

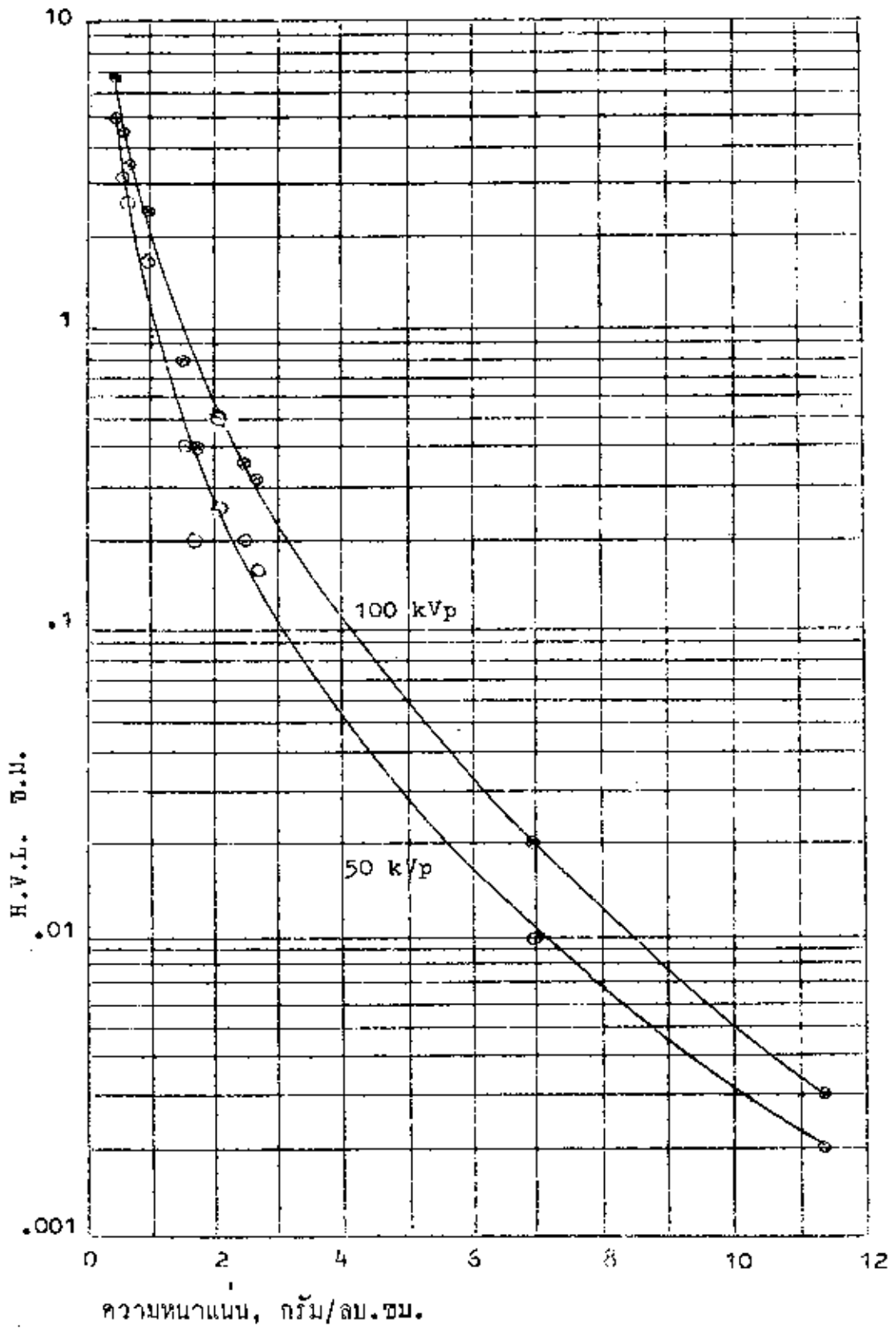
รูปที่ 4-16 เปอร์เซนต์ของรังสีเอกซ์ตั้งแต่ 50 ถึง 120 กิโลโวลต์ ที่ทะลุผ่าน
กระเบื้องแผ่นเรียบออกมา



รูปที่ 4-17 เปอร์เซ็นต์ของรังสีเอกซ์ตั้งแต่ 50 ถึง 120 กิโลโวลต์ ที่ทะลุผ่าน ไม้ยางออกมา

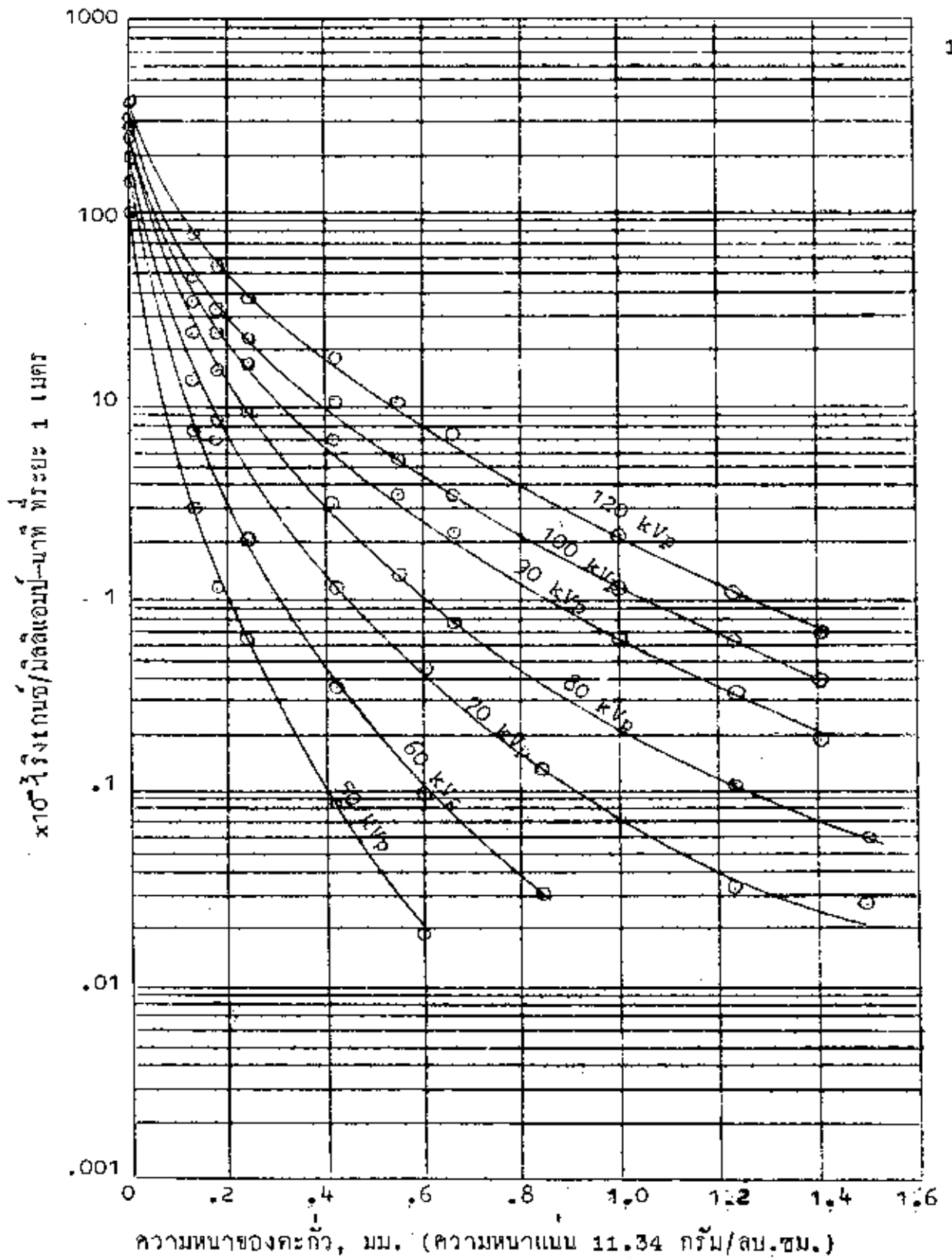


รูปที่ 4-18 เปอร์เซนต์ของรังสีเอ็กซ์ตั้งแต่ 50 ถึง 120 กิโลโวลต์ ที่ทะลุผ่านกระดาษอีดออกมา

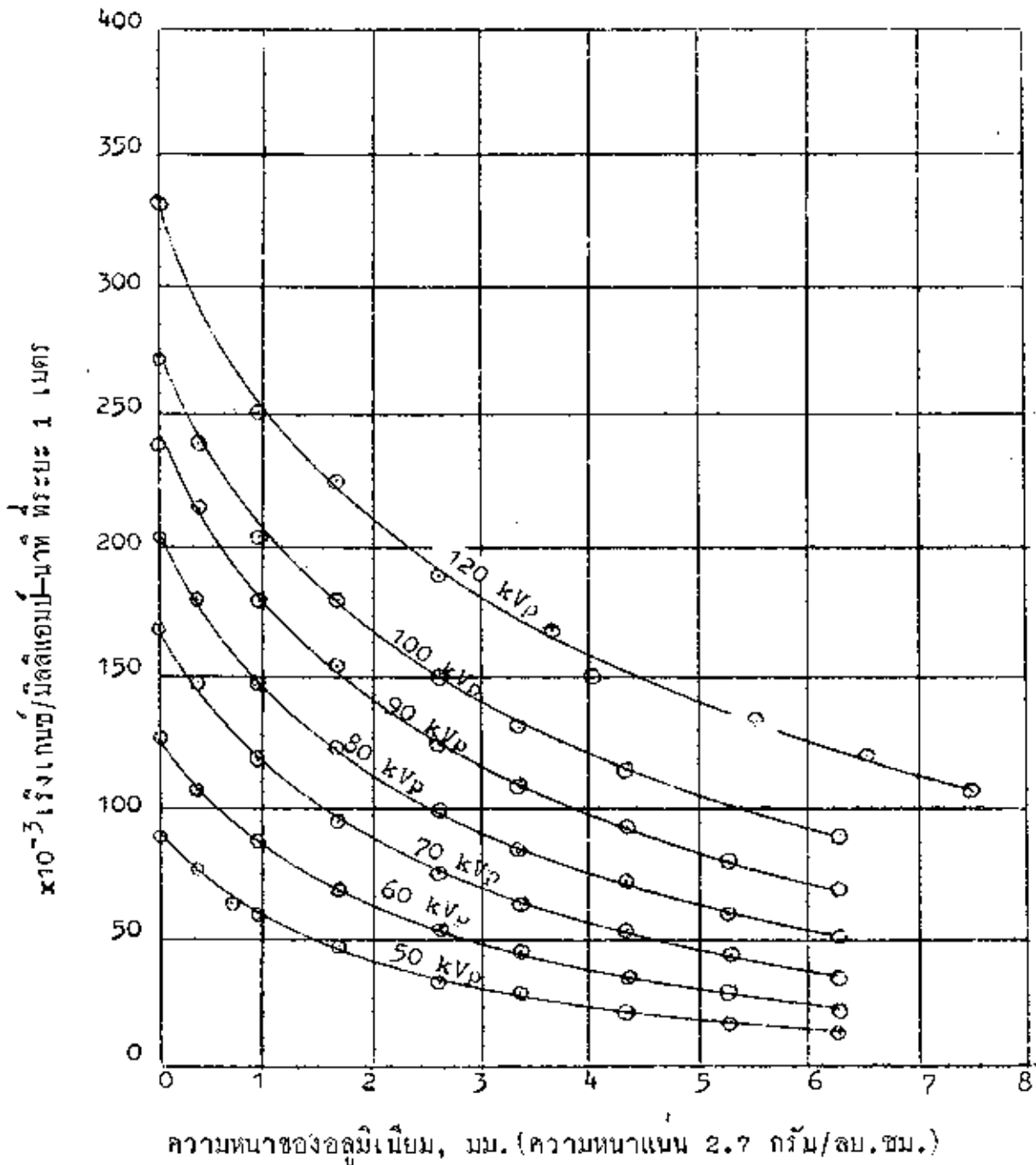


รูปที่ 4-19

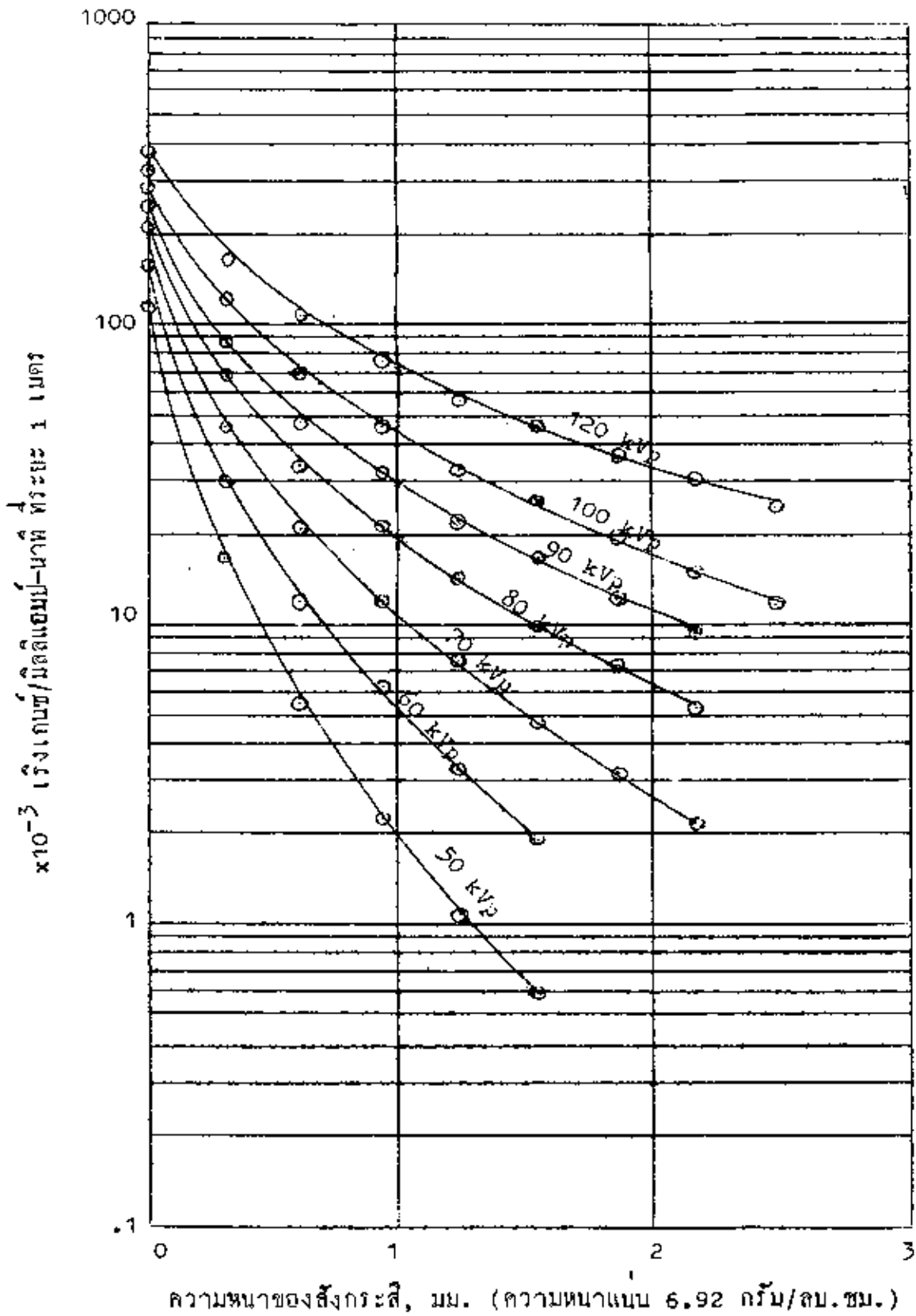
ความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นของวัสดุและค่า H.V.L.



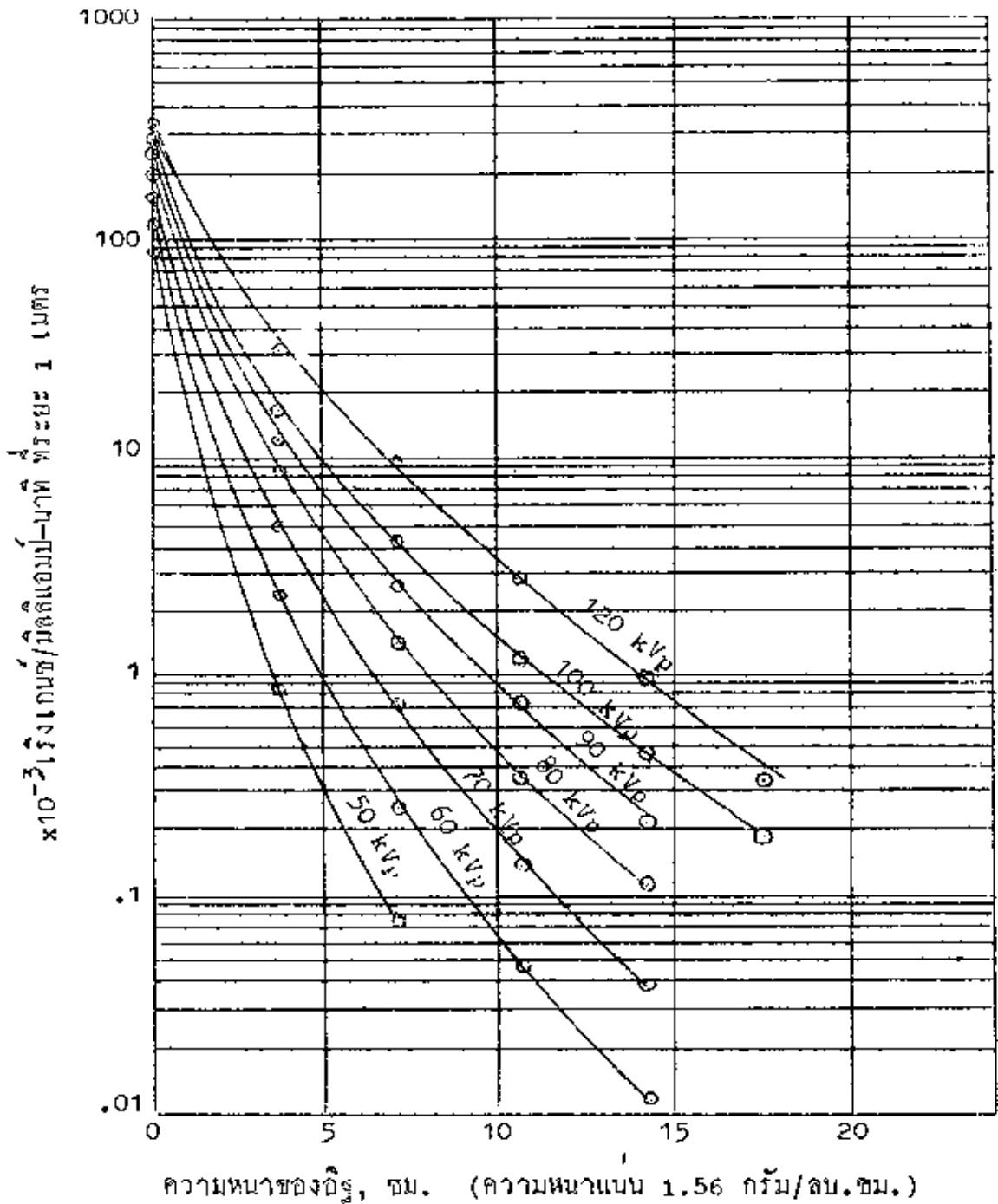
รูปที่ 4-20 ปริมาณรังสีเอกซ์ ตั้งแต่ 50 ถึง 120 กิโลโวลต์ ที่ระยะ 1 เมตร
เมื่อมีตะกั่ว เป็นวัสดุคู่กันรังสี



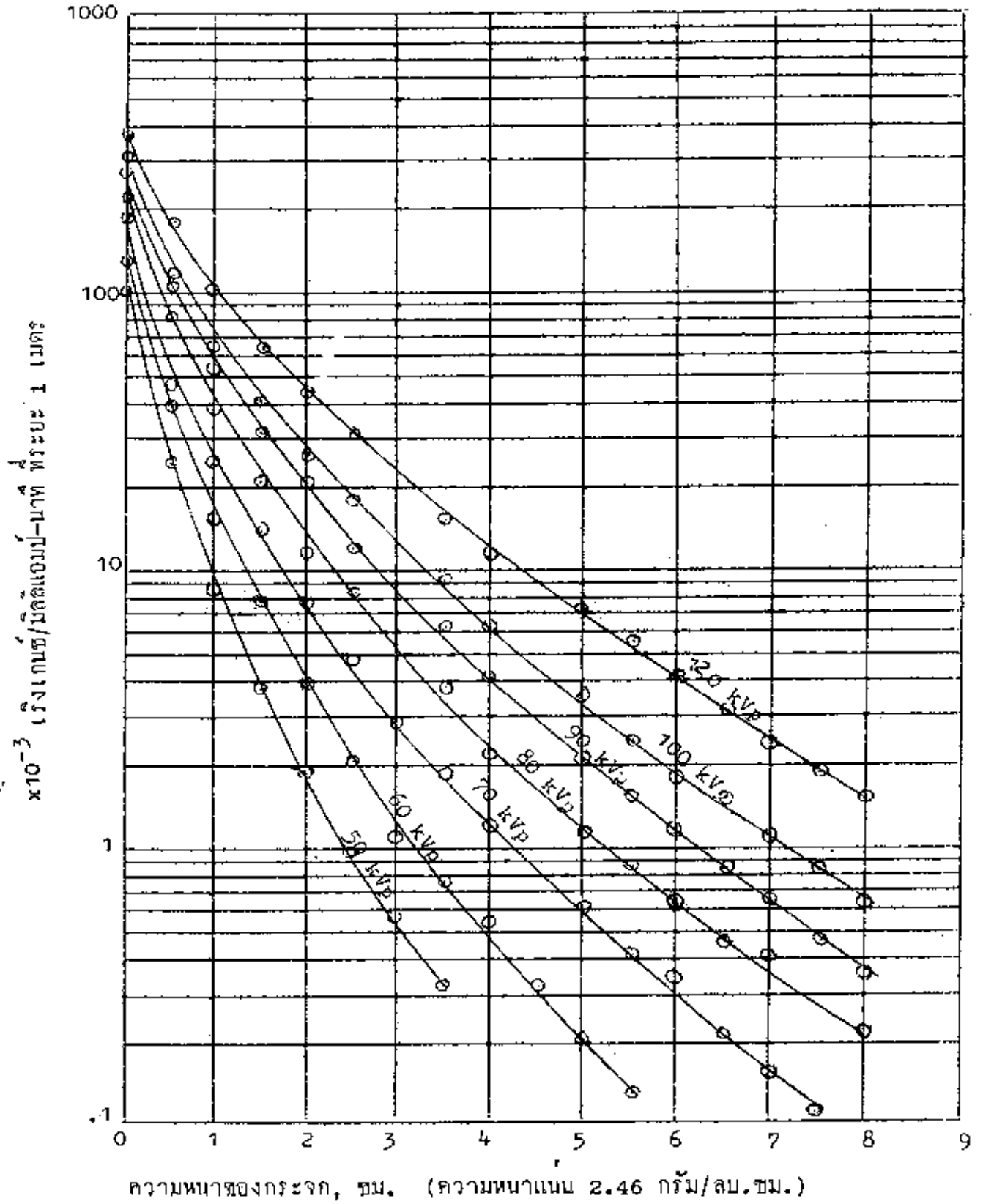
รูปที่ 4-21 ปริมาณรังสีเอกซ์ ตั้งแต่ 50 ถึง 120 กิโลโวลต์ ที่ระยะ 1 เมตร
เมื่อมีอลูมิเนียมเป็นวัสดุกันรังสี



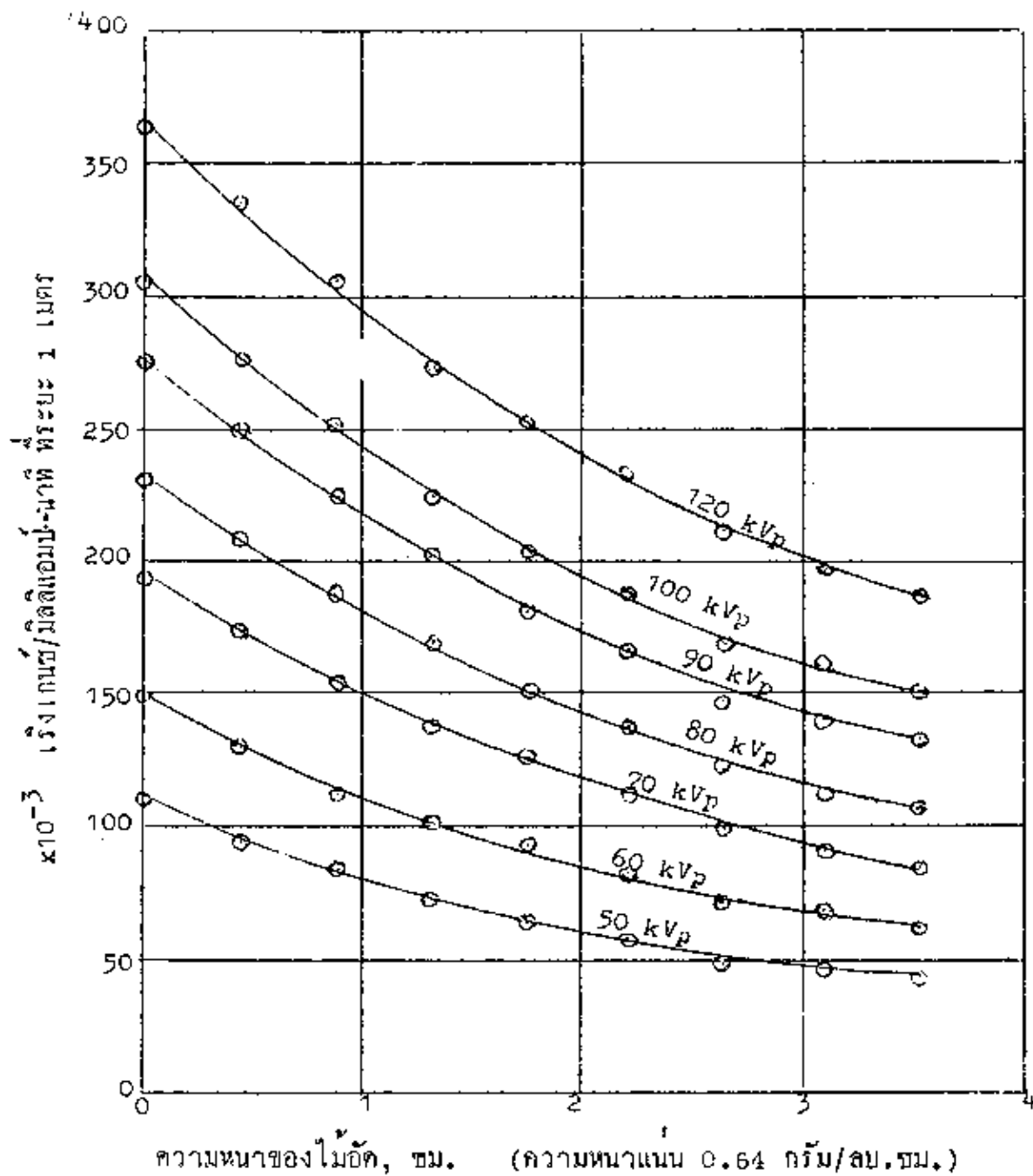
รูปที่ 4-22 ปริมาณรังสีเอกซ์ตั้งแต่ 50 ถึง 120 กิโลโวลต์ ที่ระยะ 1 เมตร
เมื่อมีสังกะสีเป็นวัสดุกำบังรังสี



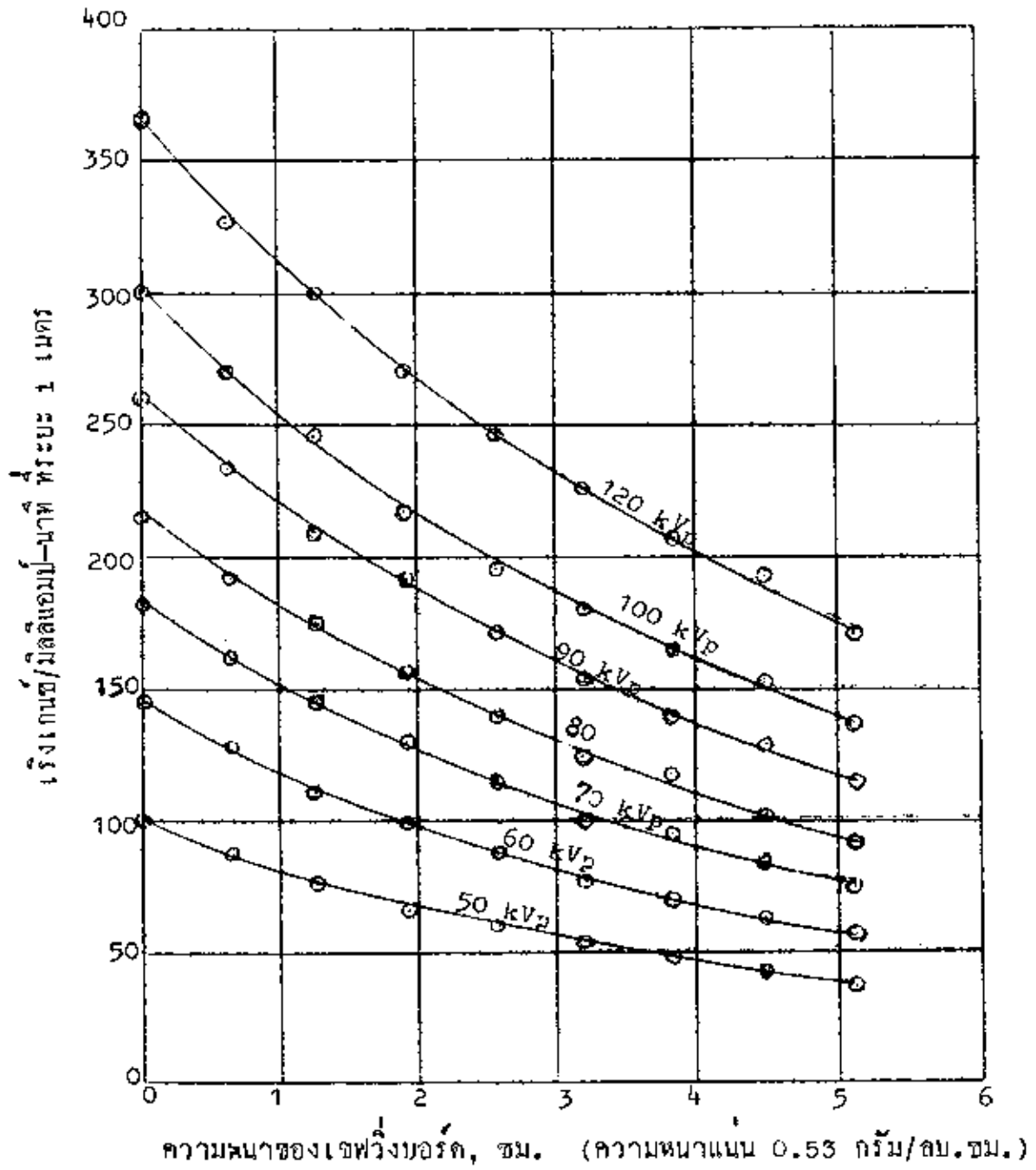
รูปที่ 4-23 ปริมาณรังสีเอกซ์ตั้งแต่ 50 ถึง 120 กิโลโวลต์ ที่ระยะ 1 เมตร เมื่อมีอิฐ เป็นวัสดุกั้นรังสี



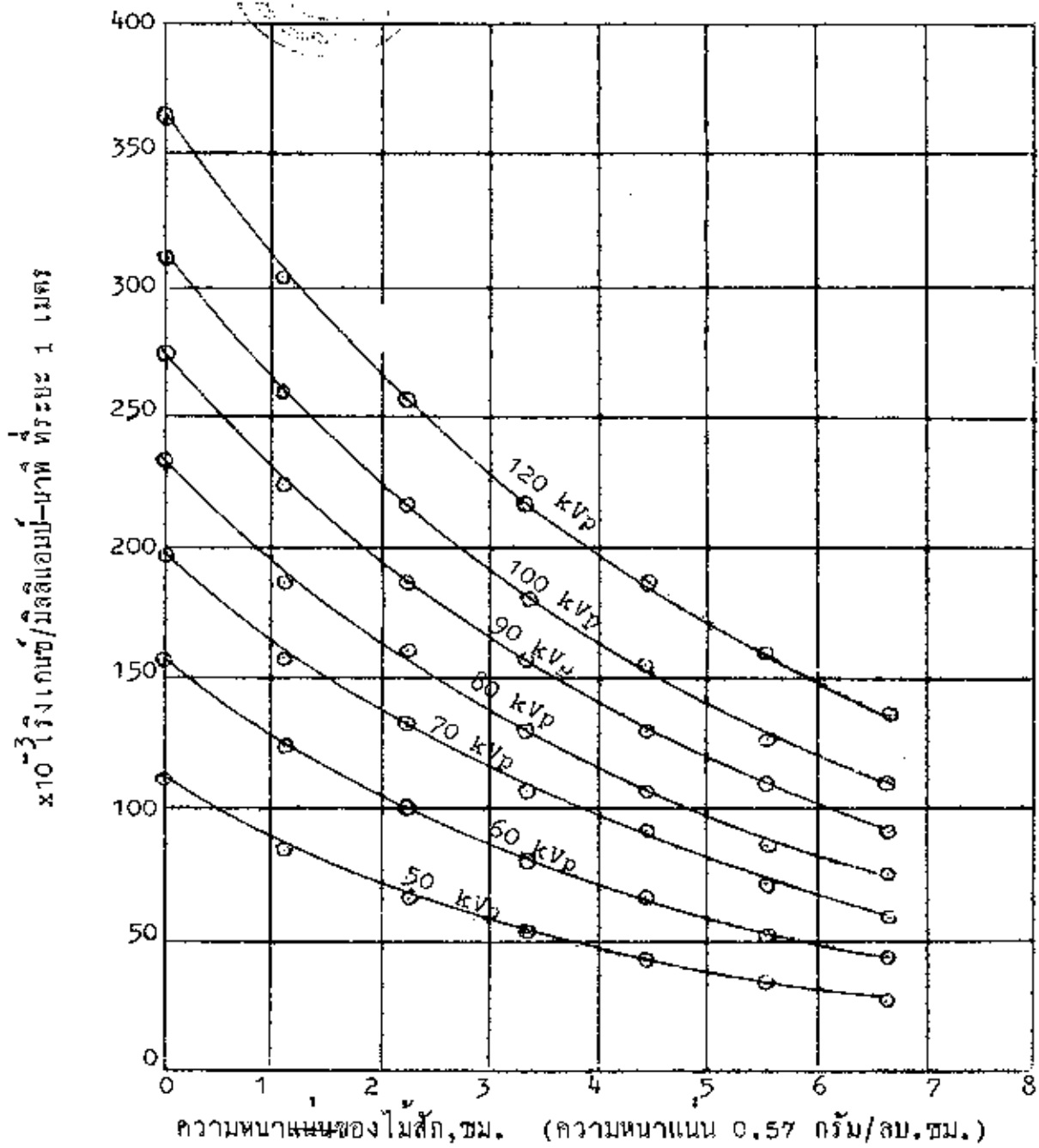
รูปที่ 4-24 ปริมาณรังสีเอกซ์ตั้งแต่ 50 ถึง 120 กิโลโวลต์ ที่ระยะ 1 เมตร เมื่อมีกระจก เป็นวัสดุกันรังสี



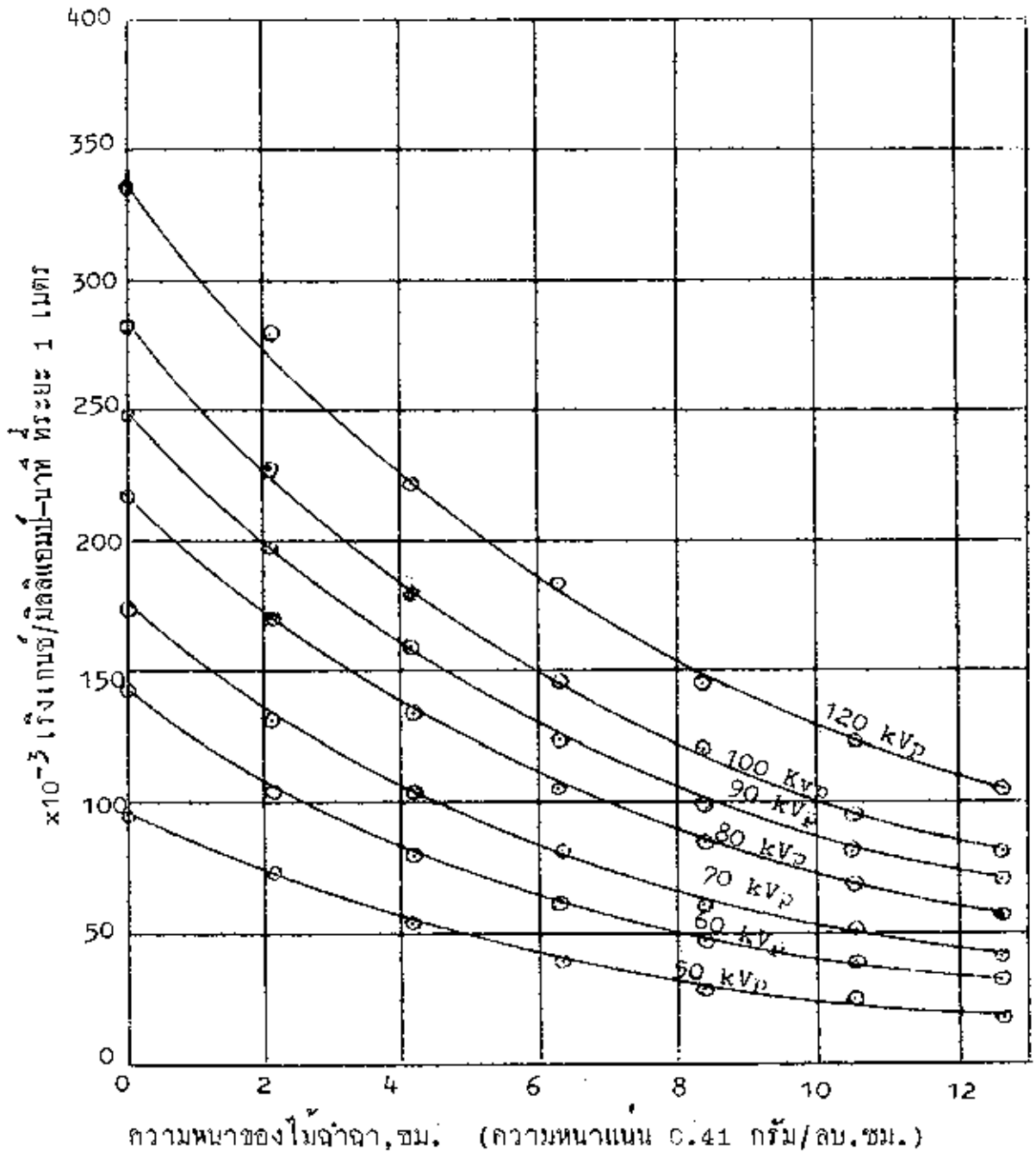
รูปที่ 4-25 ปริมาณรังสีเอกซ์ตั้งแต่ 50 ถึง 120 กิโลโวลต์ ที่ระยะ 1 เมตร เมื่อมี ไม้ค้ดขางเป็นวัสดุทึบรังสี



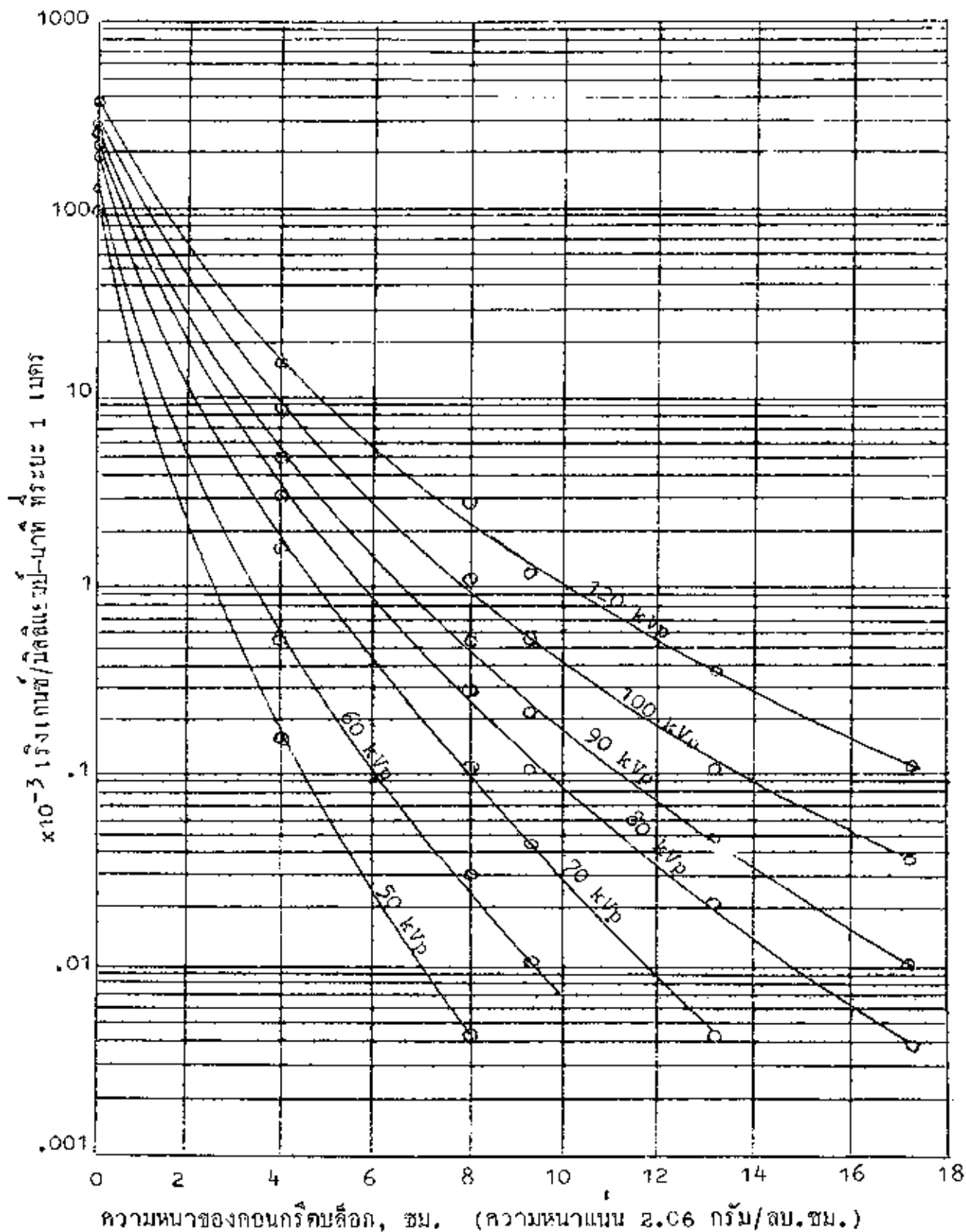
รูปที่ 4-26 ปริมาณรังสีเอกซ์ตั้งแต่ 50 ถึง 120 กิโลโวลต์ ที่ระยะ 1 เมตร เมื่อมีเซฟวีนเบิร์กเป็นวัสดุคุ้มรังสี



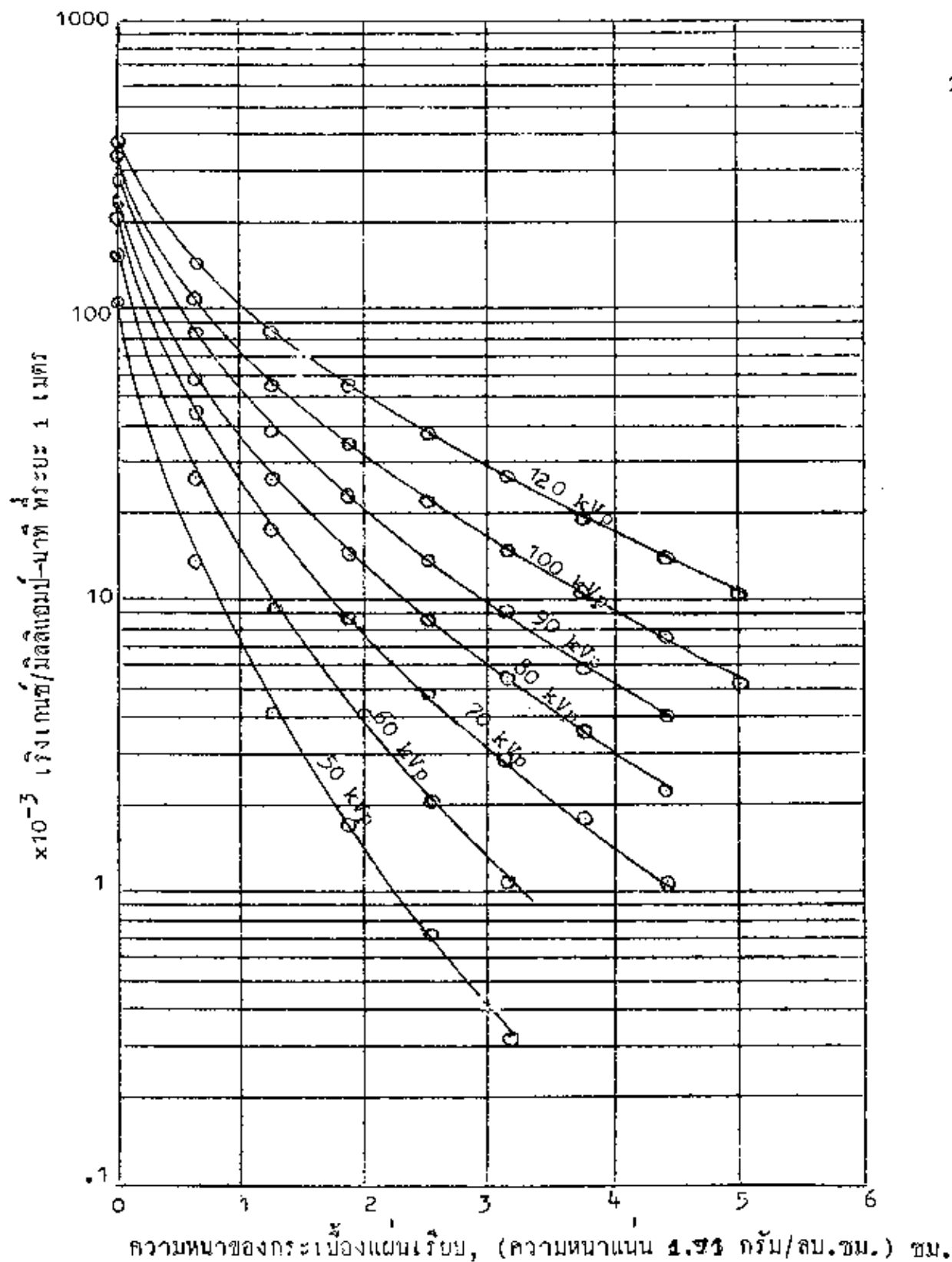
รูปที่ 4-27 ปริมาณรังสีเอกซ์ตั้งแต่ 50 ถึง 120 กิโลโวลต์ ที่ระยะ 1 เมตร
เมื่อมีไม้สักเป็นวัสดุกำบังรังสี



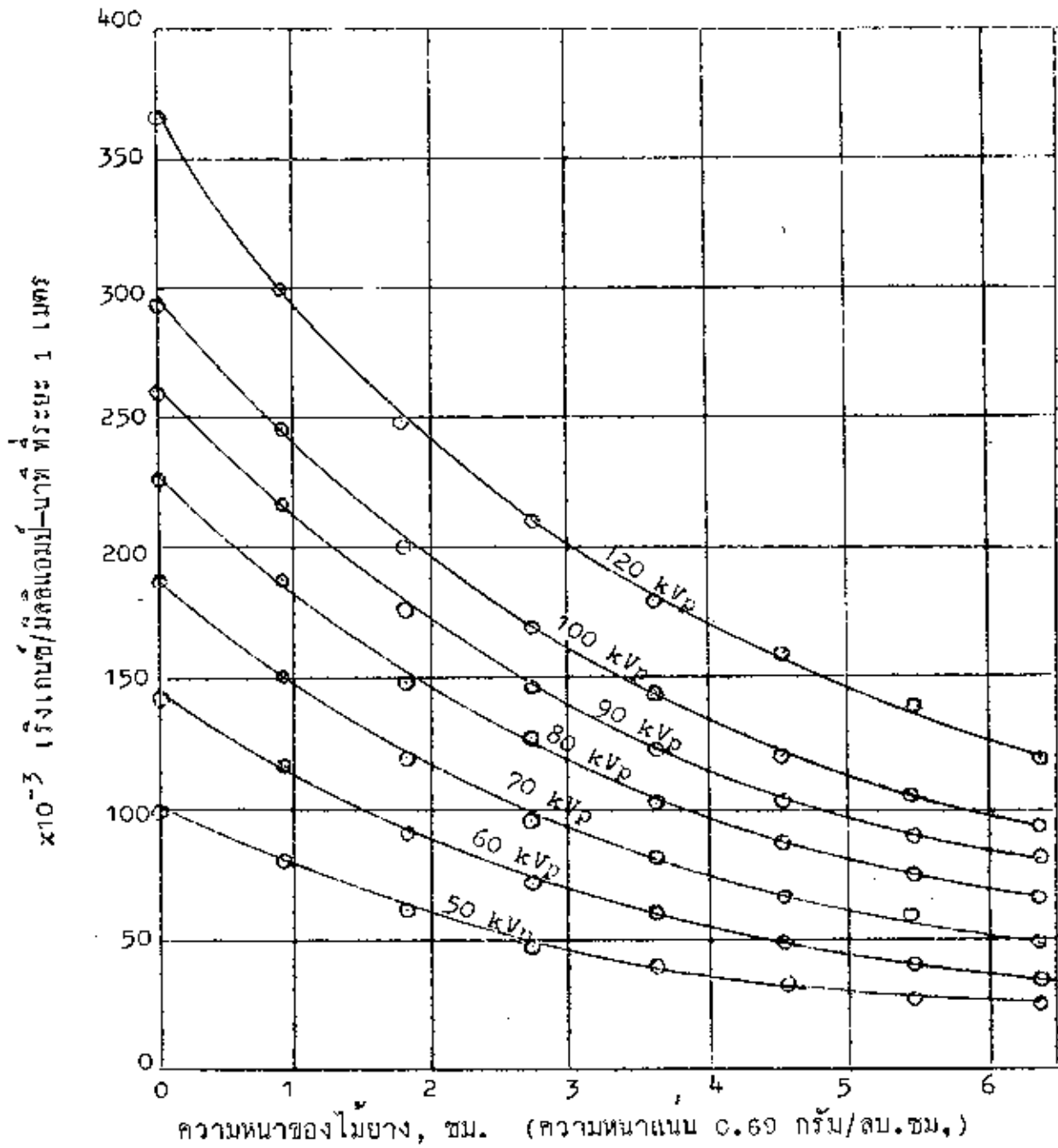
รูปที่ 4-28 ปริมาณรังสีเอกซ์ตั้งแต่ 50 ถึง 120 กิโลโวลต์ ที่ระยะ 1 เมตร
เมื่อมีไม้ดำดาเป็นวัสดุกั้นรังสี



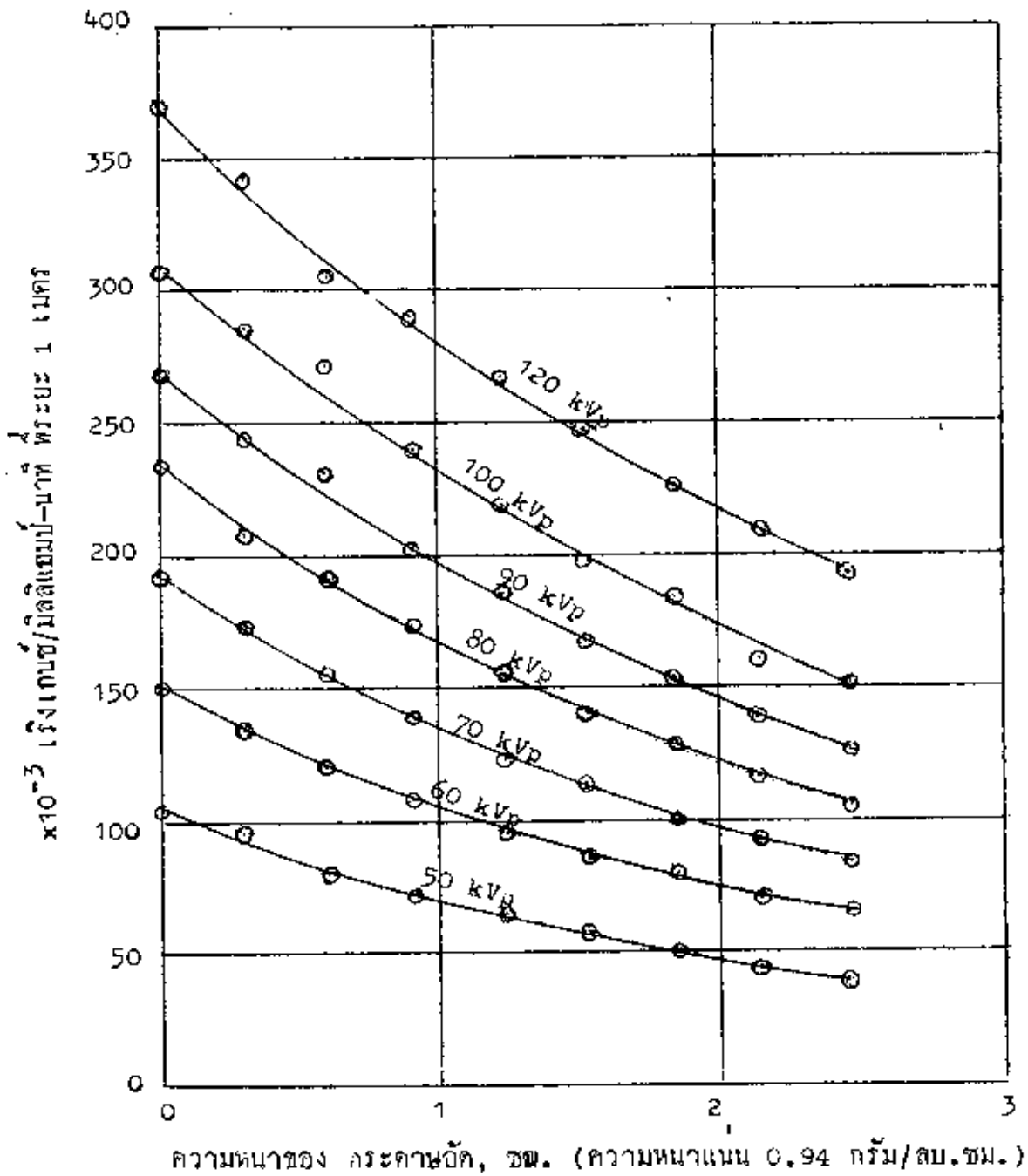
รูปที่ 4-29 ปริมาณรังสีเอกซ์ตั้งแต่ 50 ถึง 120 กิโลโวลต์ ที่ระยะ 1 เมตร
เมื่อมีคอนกรีตบล็อกชนิดตันเป็นวัสดุกำกั้นรังสี



รูปที่ 4-30 ปริมาณรังสีเอกซ์ตั้งแต่ 50 ถึง 120 กิโลโวลต์ ที่ระยะ 1 เมตร เมื่อมีกระเบื้องแผ่นเรียบเป็นวัสดุคุ้มรังสี



รูปที่ 4-31 ปริมาณรังสีเอกซ์ตั้งแต่ 50 ถึง 120 กิโลโวลต์ ที่ระยะ 1 เมตร เมื่อมีไม้ยางเป็นวัสดุกั้นรังสี



รูปที่ 4-32 ปริมาณรังสีเอกซ์ตั้งแต่ 50 ถึง 120 กิโลโวลต์ ที่ระยะ 1 เมตร
เมื่อมีกระจกอิฐเป็นวัสดุกันรังสี