ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม

ฉบับที่ ๔๔๑๐ (พ.ศ. ๒๕๕๕)

ออกตามความในพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

พ.ศ. ๒๕๑๑

เรื่อง กำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

การป้องกันรังสีสำหรับผู้ปฏิบัติงานรังสี

อาศัยอำนาจตามความในมาตรา ๑๕ แห่งพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม พ.ศ. ๒๕๑๑ รัฐมนตรีว่าการกระทรวงอุตสาหกรรมออกประกาศกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม การป้องกันรังสีสำหรับผู้ปฏิบัติงานรังสี มาตรฐานเลขที่ มอก. 2561 - 2555 ไว้ ดังมีรายละเอียดต่อท้ายประกาศนี้

ทั้งนี้ ให้มีผลตั้งแต่วันประกาศในราชกิจจานุเบกษาเป็นต้นไป

ประกาศ ณ วันที่ ๓ เมษายน พ.ศ. ๒๕๕๕

หม่อมราชวงศ์ พงษ์สวัสดิ์ สวัสดิวัตน์

รัฐมนตรีว่าการกระทรวงอุตสาหกรรม

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
การป้องกันรังสีสำหรับผู้ปฏิบัติงานรังสี

1. ขอบข่าย

1.1 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ครอบคลุมข้อกำหนดของกระบวนการป้องกันอันตรายจากรังสีสำหรับบุคลากรที่ทำงานภายในสถานปฏิบัติการทางรังสีหรือในสถานประกอบการ เช่น โรงพยาบาล ห้องทดลอง โรงงานอุตสาหกรรม

1.2 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ไม่ครอบคลุมการป้องกันรังสีชนิดไม่ก่อให้เกิดการแตกตัว (nonionizing radiation)

2. บทนิยาม

ความหมายของคำที่ใช้ในมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ มีดังต่อไปนี้

2.1 การแผ่รังสี (radiation) หมายถึง การแผ่พลังงานที่อยู่ในรูปของคลื่นหรืออนุภาค เช่น การแผ่กระจายของคลื่นเสียง คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า รังสีจากสารกัมมันตรังสี

2.2 รังสีนอกร่างกาย (external exposure) หมายถึง รังสีที่มนุษย์ได้รับจากแหล่งกำเนิดที่อยู่ภายนอกร่างกาย เช่น รังสีคอสมิก รังสีจากต้นกำเนิดรังสีชนิดต่าง ๆ

2.3 รังสีในร่างกาย (internal exposure) หมายถึง รังสีจากต้นกำเนิดรังสีใด ๆ ที่มีอยู่ในร่างกายมนุษย์ รวมทั้งที่ร่างกายได้รับจากน้ำ อาหาร อากาศ การบำบัดรักษาทางการแพทย์ การปฏิบัติงานทางรังสี และจากอุบัติเหตุทางรังสี

2.4 ชนิดของการได้รับรังสี (type of exposure) หมายถึง รูปแบบการได้รับรังสีของมนุษย์ ซึ่งรับรังสีได้หลายทางทั้งที่สมัครใจและไม่สมัครใจขึ้นอยู่กับการดำรงชีวิตของแต่ละบุคคล

2.5 การรับรังสีจากอาชีพ (occupational exposure) หมายถึง ปริมาณรังสีทุกชนิดที่ผู้ปฏิบัติงานรังสีได้รับจากการทำงานหรือประกอบอาชีพที่เกี่ยวข้องกับรังสี

2.6 การได้รับรังสีจากทางการแพทย์ (medical exposure) หมายถึง การได้รับรังสีของผู้มารับบริการทางการแพทย์ ซึ่งเป็นขั้นตอนหนึ่งของการวินิจฉัยโรคหรือการบำบัดโรคของผู้นั้น

2.7 การรับรังสีของบุคคลทั่วไป (public exposure) หมายถึง การได้รับรังสีของบุคคลทั่วไปจากต้นกำเนิดรังสี หรือจากการดำเนินกิจการทางรังสี ซึ่งได้รับอนุญาตหรือกรณีเกิดอุบัติเหตุ ทั้งนี้ ไม่รวมถึงการได้รับรังสีจากการปฏิบัติงานจากการรักษาทางการแพทย์ และจากต้นกำเนิดรังสีตามธรรมชาติ

2.8 พื้นที่ควบคุม (controlled area) หมายถึง บริเวณใดก็ตามที่ทำให้บุคคลมีโอกาสได้รับปริมาณรังสีสูงกว่าหรือเท่ากับสามในสิบของขีดจำกัดปริมาณรังสีสำหรับผู้ปฏิบัติงานทางรังสีที่กำหนดไว้ในกฎกระทรวง

2.9 พื้นที่ตรวจตรา (supervised area) หมายถึง บริเวณใดก็ตามที่ไม่ได้กำหนดให้เป็นพื้นที่ควบคุม แต่เป็นบริเวณที่มีโอกาสทำให้บุคคลได้รับรังสีสูงกว่าขีดจำกัดของปริมาณรังสีที่ประชาชนทั่วไปที่มิใช่ผู้มารับบริการทางการแพทย์ซึ่งกำหนดไว้ในกฎกระทรวง

2.10 ปริมาณรังสียังผล (effective dose) หมายถึง ผลรวมของปริมาณรังสีสมมูลหลังจากการเปรียบเทียบสภาพไวต่อรังสีของแต่ละเนื้อเยื่อหรืออวัยวะทั่วร่างกาย

2.11 ปริมาณรังสีสมมูล (equivalent dose) หมายถึง ผลรวมของปริมาณรังสีดูดกลืนในเนื้อเยื่อหรืออวัยวะใด ๆ ของมนุษย์หลังจากปรับเทียบการก่ออันตรายของรังสีทุกชนิดที่อวัยวะนั้นได้รับโดยเทียบกับการก่ออันตรายของรังสีแกมมา

3. ข้อกำหนดทั่วไปในการควบคุมอันตรายจากรังสี

การควบคุมการได้รับปริมาณรังสีให้เป็นไปตามหลัก ALARA (as low as reasonably achievable) นั้น ผู้ปฏิบัติงานรังสีต้องประเมินความปลอดภัยก่อนการปฏิบัติงานเกี่ยวกับรังสีด้วยวิธีการ ดังต่อไปนี้

3.1 จัดทำกระบวนการป้องกันอันตรายจากรังสี

กระบวนการป้องกันอันตรายจากรังสีประกอบด้วยองค์ประกอบ 3 ประการ ซึ่งเรียกรวมกันว่าหลักการที่ยอมให้ได้รับปริมาณรังสีน้อยที่สุดเท่าที่สามารถทำได้หรือ ALARA Principles ดังรูปที่ 1

รูปที่ 1 กระบวนการป้องกันอันตรายจากรังสีตามหลักการ ALARA

(ข้อ 3.1)

3.1.1 พิจารณาความคุ้มค่า

การพิจารณาเบื้องต้นเมื่อนำต้นกำเนิดรังสีมาใช้งานถึงผลประโยชน์ที่ได้รับเมื่อเปรียบเทียบกับความปลอดภัยหรือความเสี่ยงอันตรายที่มี โดยยึดหลักว่าจะไม่ทำงานกับรังสีถ้าไม่มีแผนการปฏิบัติงานที่สามารถป้องกันอันตรายจากรังสีที่ดีพอและให้ผลคุ้มค่ามากที่สุด

3.1.2 พิจารณาทางเลือกที่เหมาะสม

การวิเคราะห์และคำนวณเพื่อหาทางเลือกที่ดีที่สุดในการปฏิบัติงานกับรังสี โดยที่ผู้ปฏิบัติงานรังสีได้รับรังสีน้อยที่สุดและต้องไม่เกินปริมาณที่กำหนดไว้ในตารางที่ 1 ต้องนำปัจจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องทั้งหมด เช่น เทคโนโลยีทางวิศวกรรม เศรษฐกิจ สังคม สิ่งแวดล้อม มาพิจารณาร่วมกัน เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์หลักด้านการป้องกันอันตรายจากรังสีให้ได้มาซึ่งแนวทาง วิธีการ หรือแนวปฏิบัติที่ดีและเหมาะสมที่สุดสำหรับผู้ปฏิบัติงานรังสี

3.1.3 กำหนดปริมาณรังสีแต่ละบุคคล

การกำหนดระดับรังสีที่ยอมให้ผู้ปฏิบัติงานรังสีได้รับในระหว่างปฏิบัติงานกับรังสีนั้น ต้องผ่านการพิจารณาความคุ้มค่าของประโยชน์ที่จะได้รับเปรียบเทียบกับความเสี่ยงอันตรายจากการได้รับรังสี รวมทั้งพิจารณาทางเลือกต่าง ๆ ที่มีทั้งหมดอย่างเหมาะสมแล้ว อีกทั้งต้องวางแนวทางการปฏิบัติงานเพื่อป้องกันอันตรายจากรังสี เพื่อให้ผู้ปฏิบัติงานรังสีแต่ละคนได้รับปริมาณรังสีน้อยที่สุดเท่าที่จะทำได้และต้องไม่เกินกว่าค่าที่กำหนดไว้ในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ระดับปริมาณรังสีที่ยอมให้รับได้จากการปฏิบัติงานและค่าระดับปริมาณรังสี สำหรับบุคคลทั่วไป

(ข้อ 3.1.2 และข้อ 3.1.3)

ระดับปริมาณรังสี	ปริมาณรังสียังผล (ภายในช่วง 1 ปี)	ปริมาณรังสีสมมูล (ภายในช่วง 1 ปี)	
		เลนซ์แก้วตา mSv	บริเวณผิวหนังภายนอก mSv
ผู้ปฏิบัติงานรังสี	ไม่เกิน 50 mSv และปริมาณรังสีเฉลี่ยต่อเนื่องในช่วง 5 ปีไม่เกิน 20 mSv	150	500
ผู้ฝึกงานชั่วคราว	ไม่เกิน 6 mSv	50	150
ประชาชนทั่วไป	ไม่เกิน 5 mSv และปริมาณรังสีเฉลี่ยต่อเนื่องในช่วง 5 ปี ไม่เกิน 1 mSv	15	50
ผู้ที่ดูแลผู้ป่วยในช่วงที่เข้ามารับการตรวจรักษา	ไม่เกิน 5 mSv	ไม่กำหนด	

3.2 กำหนดแผนงานและขั้นตอนการปฏิบัติงานกับรังสี

แผนงานและขั้นตอนการปฏิบัติงานกับรังสี อย่างน้อยจะต้องประกอบด้วยรายละเอียด ดังต่อไปนี้

3.2.1 ชนิดของรังสีและความแรงรังสี

3.2.2 ความแรงรังสีในตำแหน่งที่ผู้ปฏิบัติงานรังสีทำงาน

3.2.3 วิธีการและขั้นตอนในการปฏิบัติงาน

3.2.4 ระยะเวลาในการปฏิบัติงาน

3.2.5 ผลคำนวณปริมาณรังสีที่ผู้ปฏิบัติงานรังสีได้รับในระหว่างการปฏิบัติงานเทียบกับตารางที่ 1 สำหรับวิธีการคำนวณต้องเป็นไปตามภาคผนวก ก.

3.2.6 ชนิดอุปกรณ์ที่ใช้ในการบันทึกการได้รับรังสีส่วนบุคคลสำหรับผู้ปฏิบัติงานรังสี

3.2.7 การเปื้อนสารกัมมันตรังสีที่อาจเกิดขึ้นในระหว่างการปฏิบัติงาน

3.2.8 อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคลที่จำเป็นสำหรับการปฏิบัติงานรังสี

3.2.9 วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีชำระการเปื้อนสารกัมมันตรังสี

3.2.10 วิธีการจัดเก็บกากกัมมันตรังสีที่เกิดขึ้นในระหว่างการปฏิบัติงาน

3.3 การจำแนกบริเวณรังสี

เพื่อให้ผู้ปฏิบัติงานรังสีหรือผู้ใช้ประโยชน์จากวัสดุกัมมันตรังสีและเครื่องกำเนิดรังสีมีความตระหนักในอันตรายที่มีในระหว่างที่อยู่ในพื้นที่ที่มีรังสี และเพื่อการปฏิบัติงานด้วยความเข้มงวดในการควบคุมดูแลการใช้รังสีในแต่ละบริเวณพื้นที่ให้มีความสอดคล้องกับความเสี่ยงอันตราย การจัดจำแนกบริเวณรังสีทำโดยแบ่งพื้นที่สถานปฏิบัติการทางรังสีตามปริมาณและโอกาสที่เกิดการเปื้อนสารกัมมันตรังสีที่ผู้ปฏิบัติงานรังสีอาจได้รับ สำหรับการออกแบบสถานปฏิบัติการทางรังสีต้องเป็นไปตามภาคผนวก ข.

3.3.1 พื้นที่ควบคุม ต้องจัดให้มีมาตรการและอุปกรณ์ต่างๆ เพื่อความปลอดภัยของผู้ปฏิบัติงานรังสีในพื้นที่ดังต่อไปนี้

3.3.1.1 กำหนดพื้นที่ควบคุมอย่างชัดเจนด้วยการกั้น-แยกห้องและทางเข้าออกที่ถาวรหรือด้วยวิธีการอื่นที่ได้ผลลัพธ์ที่เหมือนกัน

3.3.1.2 แสดงป้ายเครื่องหมายสัญลักษณ์ทางรังสีและป้ายที่กำหนดหลักเกณฑ์ แนวปฏิบัติในการเข้าไปในพื้นที่ควบคุมที่ครบถ้วนและชัดเจนที่บริเวณทางเข้าพื้นที่ควบคุม

3.3.1.3 ควบคุมการเข้าออกพื้นที่ควบคุมด้วยกฎระเบียบที่ชัดเจน ขออนุญาตจากผู้ที่มีหน้าที่รับผิดชอบดูแลความปลอดภัยในพื้นที่ดังกล่าว

3.3.1.4 จัดให้มีอุปกรณ์การตรวจวัดปริมาณรังสีและชุดป้องกันการเปื้อนสารกัมมันตรังสี ที่บริเวณทางเข้าให้พอเพียงและเหมาะสม

3.3.1.5 จัดให้มีอุปกรณ์ตรวจจับการเปื้อนสารกัมมันตรังสี อุปกรณ์ชำระล้างการเปื้อนสารกัมมันตรังสี และอุปกรณ์สำหรับจัดเก็บที่บริเวณทางออก

3.3.1.6 ทบทวนมาตรการป้องกันอันตรายจากรังสีที่มีเป็นระยะ ๆ เพื่อการปรับปรุงให้เหมาะสมกับสภาพการใช้งานและเทคโนโลยีที่เปลี่ยนแปลงไป

3.3.2 พื้นที่ตรวจตรา ต้องจัดให้มีมาตรการเพิ่มความระมัดระวังในการใช้พื้นที่ ดังต่อไปนี้

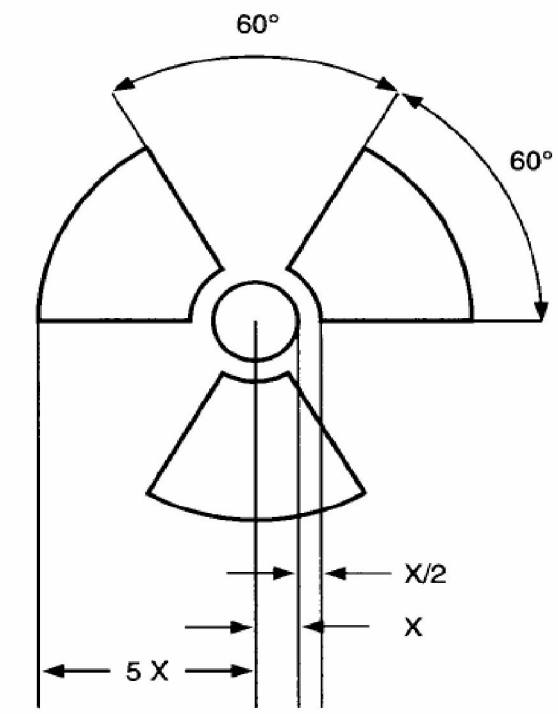
3.3.2.1 กำหนดเขตพื้นที่ตรวจตราออกจากพื้นที่ทั่วไปด้วยวิธีการที่เหมาะสม

3.3.2.2 ติดป้ายแสดงตำแหน่งพื้นที่ตรวจตราให้ชัดเจน

3.3.2.3 กำหนดมาตรการป้องกันอันตรายจากรังสีในรูปแบบต่าง ๆ ที่อาจเกิดขึ้นในพื้นที่ตรวจตรา รวมทั้งทบทวนมาตรการป้องกันอันตรายจากรังสีที่มีเป็นระยะ ๆ เพื่อการปรับปรุงให้เหมาะสมกับสภาพการใช้งาน

4. ป้ายเครื่องหมายสัญลักษณ์ทางรังสี

ป้ายเครื่องหมายสัญลักษณ์ทางรังสีต้องมีรูปแบบและสีตามที่กำหนด โดยมีรายละเอียดเพิ่มเติมดังต่อไปนี้



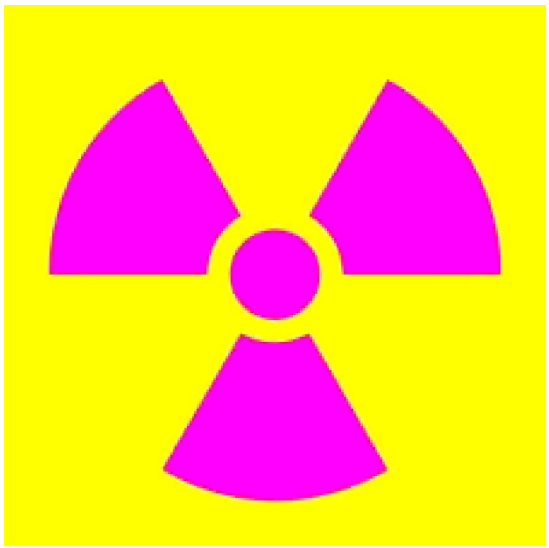
รูปที่ 2.1 ป้ายเครื่องหมายสัญลักษณ์ทางรังสี

(ข้อ 4.)

4.1 วงกลมตรงกลางรัศมี X

4.2 มีพื้นเป็นสีเหลือง วงกลมและแฉกมีสีม่วงแดงหรือสีดำ ดังรูปที่ 2.1 ก และรูปที่ 2.1 ข

4.3 ป้ายเตือนอันตรายจากรังสีสำหรับเครื่องมือหรืออุปกรณ์ที่บรรจุสารกัมมันตรังสี ดังรูปที่ 2.2



รูปที่ 2.1 ก ป้ายเครื่องหมายสัญลักษณ์ทางรังสี

(ข้อ 4.2)

รูปที่ 2.1ข ป้ายเครื่องหมายสัญลักษณ์ทางรังสี

(ข้อ 4.2)

รูปที่ 2.2 ป้ายเตือนอันตรายจากรังสีสำหรับเครื่องมือหรืออุปกรณ์ที่บรรจุสารกัมมันตรังสี

(ข้อ 4.3)

ภาคผนวก ก.
การควบคุมอันตรายจากรังสีจากภายนอกร่างกาย
(ข้อ 3.2.5)

การควบคุมปริมาณรังสีที่ผู้ปฏิบัติงานรังสีได้รับจากการทำงานในบริเวณที่มีการแผ่รังสีจากต้นกำเนิดรังสีหรือเครื่องกำเนิดรังสีนั้น ให้เลือกใช้วิธีการเพื่อลดปริมาณรังสีที่ผู้ปฏิบัติงานรังสีได้รับดังต่อไปนี้

ก.1 ใช้เทคนิคพื้นฐานในการควบคุมอันตรายจากรังสี

ก.1.1 การควบคุมระยะเวลาการทำงานกับรังสี

ผู้ปฏิบัติงานรังสีจะลดการได้รับปริมาณรังสีได้ด้วยการควบคุมระยะเวลาในการทำงานในบริเวณที่มีการแผ่รังสีหรือสัมผัสสารรังสี โดยปริมาณรังสีจะได้รับในระยะเวลาที่เหมาะสมจากสูตรดังต่อไปนี้

$$d = rt$$

เมื่อ d คือ ปริมาณรังสีที่ได้รับ เป็น Sv

r คือ อัตราการได้รับปริมาณรังสีในระหว่างการปฏิบัติงาน เป็น Sv/h

t คือ ระยะเวลาที่ใช้ในการปฏิบัติงาน เป็น h

หมายเหตุ *หากลดระยะเวลาในการปฏิบัติงานลงครึ่งหนึ่ง ผู้ปฏิบัติงานรังสีจะลดการได้รับปริมาณรังสีลงได้ครึ่งหนึ่งด้วย*

ก.1.2 การควบคุมระยะห่างระหว่างผู้ปฏิบัติงานรังสีกับต้นกำเนิดรังสี

การควบคุมระยะห่างระหว่างผู้ปฏิบัติงานรังสีกับต้นกำเนิดรังสี เป็นอีกวิธีหนึ่งในการลดการได้รับรังสีของผู้ปฏิบัติงานรังสีได้ ยิ่งผู้ปฏิบัติงานรังสีสามารถทำงานห่างจากต้นกำเนิดรังสีได้มากที่สุดเท่าไร ก็จะยิ่งได้รับรังสีน้อยที่สุดเช่นกัน ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการได้รับรังสีกับระยะห่างจากต้นกำเนิดรังสีคำนวณได้จากกฎการแปรผกผัน (inverse square law) ดังต่อไปนี้

$$I = k/d^2$$

เมื่อ I คือ อัตราปริมาณรังสีที่ระยะห่างจากต้นกำเนิดรังสี d เป็น rem/h

k คือ ค่าคงที่ขึ้นอยู่กับชนิดของต้นกำเนิดรังสี

d คือ ระยะห่างระหว่างผู้ปฏิบัติงานรังสีกับต้นกำเนิดรังสี เป็น m

ถ้าต้นกำเนิดรังสีชนิดเดียวกันสามารถแปลงรูปสมการเพื่อคำนวณหาปริมาณรังสีที่ลดลงหากเพิ่มระยะห่างได้ดังนี้

$$I_1 d_1^{\,2} = I_2 d_2^{\,2}$$

เมื่อ I_1 คือ อัตราปริมาณรังสีที่ได้รับที่ระยะห่าง d_1 เป็น rem/h

d_1 คือ ระยะห่างระหว่างผู้ปฏิบัติงานรังสีกับต้นกำเนิดรังสี เป็น m

I_2 คือ อัตราปริมาณรังสีที่ได้รับ ณ ระยะห่าง d_2 เป็น rem/h

d_2 คือ ระยะห่างระหว่างผู้ปฏิบัติงานรังสีกับต้นกำเนิดรังสี เป็น m

ก.1.3 การใช้เครื่องกำบังรังสี

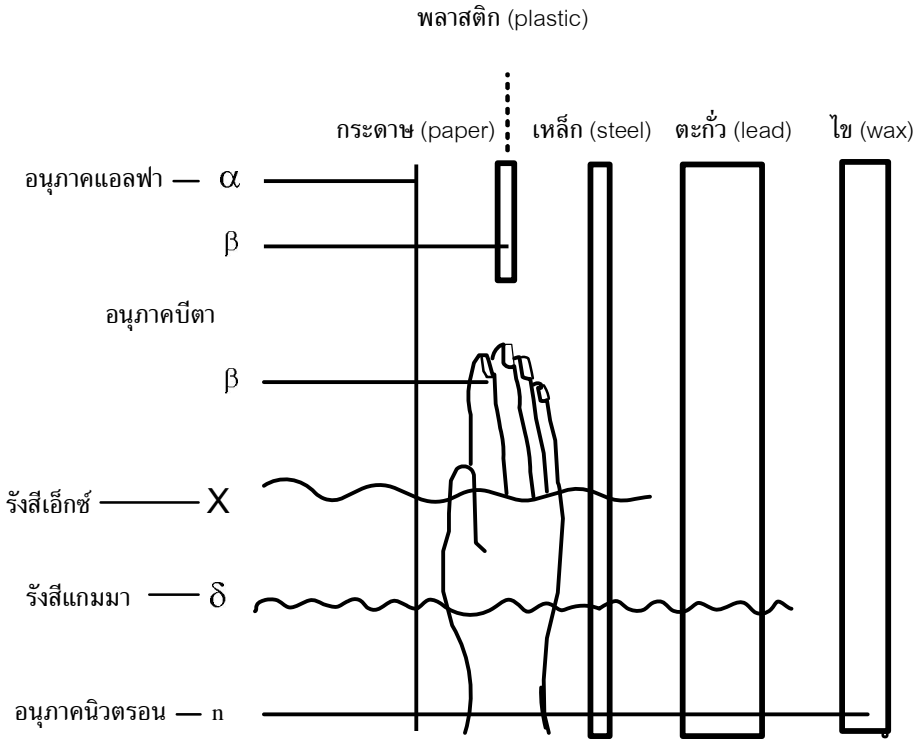
วิธีที่ลดการได้รับปริมาณรังสีของผู้ปฏิบัติงานรังสีลงได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยการใช้วัสดุที่เหมาะสมเป็นเครื่องกำบังรังสี การใช้เครื่องกำบังรังสีนั้นต้องคำนึงถึงปัจจัยต่างๆ ดังต่อไปนี้

(ก) ชนิดของรังสี

(ข) ความแรงรังสี

(ค) ปริมาณรังสีหลังผ่านเครื่องกำบังรังสี

รังสีแต่ละชนิดมีการทะลุทะลวงวัสดุแตกต่างกัน ดังแสดงในรูปที่ ก.1



รูปที่ ก.1 การทะลุทะลวงของรังสีผ่านวัสดุชนิดต่างๆ

(ข้อ ก.1.3)

จากรูปจะสังเกตได้ว่ารังสีแกมมาจะมีความสามารถในการทะลุทะลวงสูง เนื่องจากมีพลังงานสูงกว่ารังสีแอลฟาและบีตา อีกทั้งยังเป็นรังสีที่มีการนำใช้กันอย่างกว้างขวางทั้งทางการแพทย์ และอุตสาหกรรม ดังนั้น ผู้ปฏิบัติงานรังสีจึงต้องสามารถเลือกใช้เครื่องกำบังรังสีแกมมาได้อย่างเหมาะสม ทั้งประเภทของวัสดุที่ใช้ทำเครื่องกำบังรังสีและความหนา ซึ่งวิธีการคำนวณโดยใช้รูปกราฟเป็นวิธีที่เหมาะสมต่อผู้ปฏิบัติงานรังสีจะนำไปประยุกต์ใช้ แต่ทั้งนี้ต้นกำเนิดรังสีแกมมาต้องมีขนาดเล็ก (point source) ที่มีรูปแบบของลำรังสีแบบแคบ (narrow beam) หรือแบบกว้าง (broad beam) ก็ได้

ค่าอัตราส่วนของปริมาณรังสีหลังผ่านเครื่องกำบังรังสี (I) ต่อรังสีก่อนผ่านเครื่องกำบังรังสี (I_O) เรียกว่า ค่าอัตราการส่งผ่าน (transmission factor) โดยค่าปริมาณรังสีทั้งก่อนและหลังผ่านเครื่องกำบังรังสีจะต้องมีหน่วยเดียวกัน โดยทั่วไปจะมีหน่วยเป็น R/h

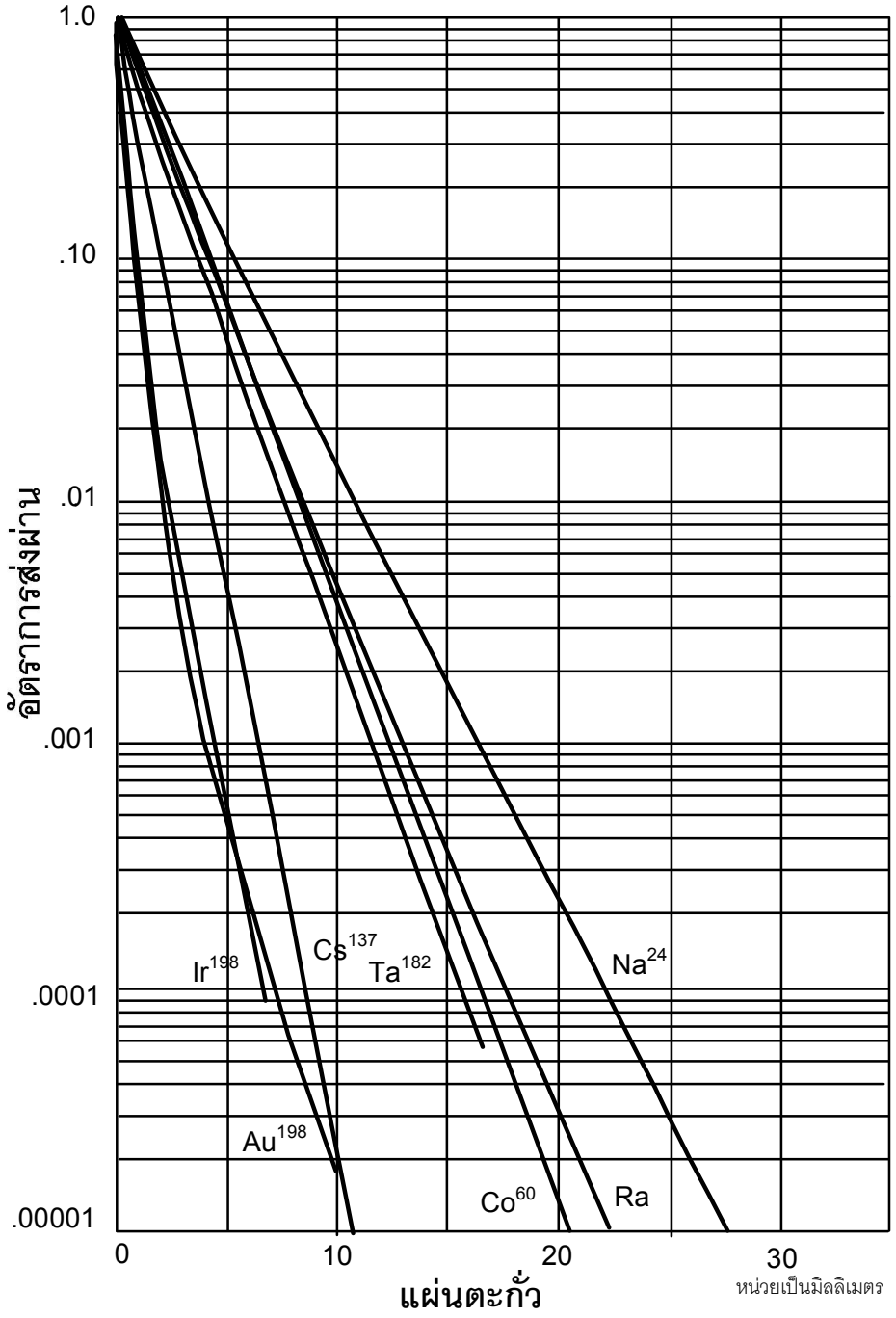
$$B = \frac{I}{I_o}$$

เมื่อ B คือ ค่าอัตราการส่งผ่าน

I คือ ปริมาณรังสีหลังผ่านเครื่องกำบังรังสี เป็น R/h

I_O คือ ปริมาณรังสีก่อนผ่านเครื่องกำบังรังสี เป็น R/h

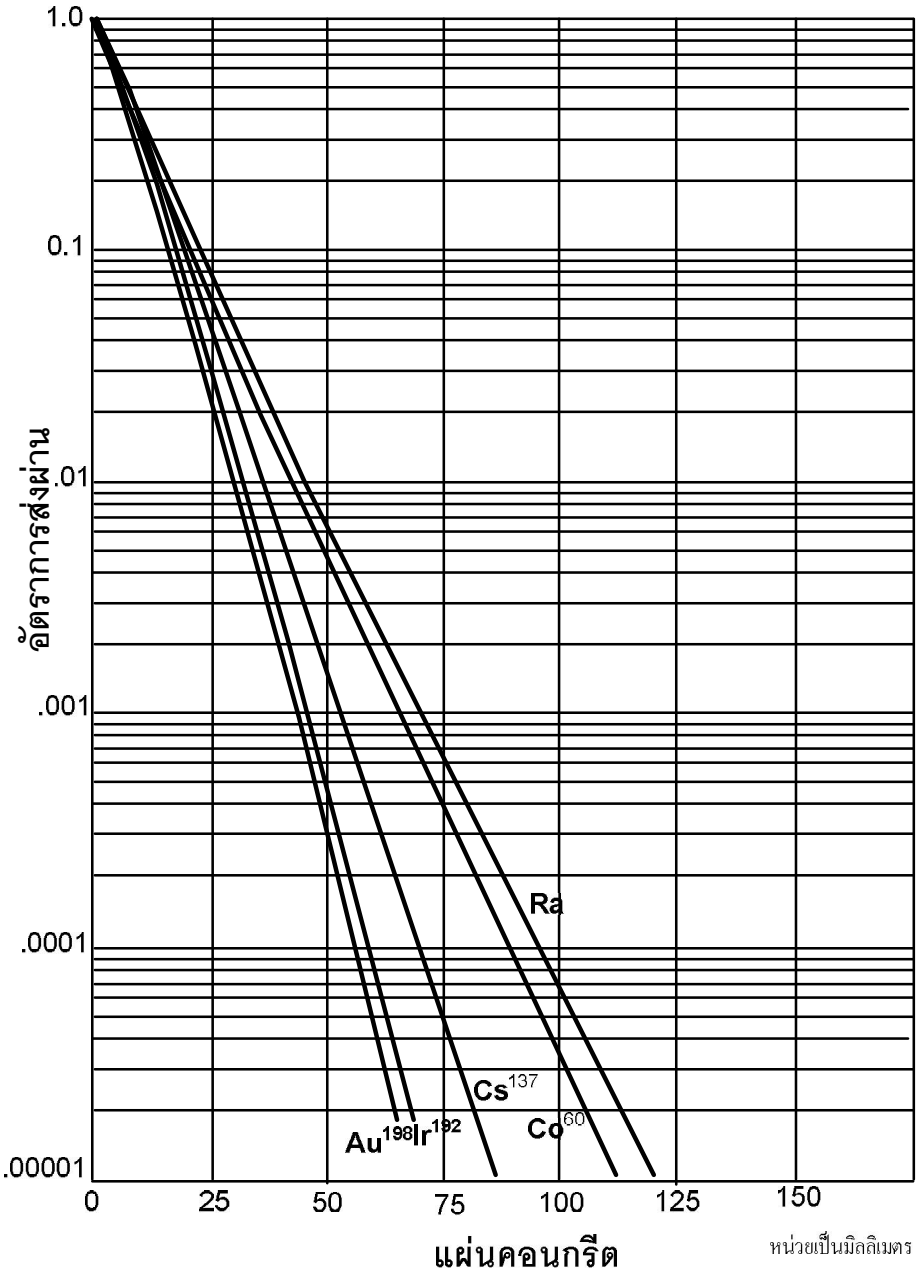
หลังจากได้ค่าอัตราการส่งผ่านแล้ว ให้นำค่าที่ได้ไปเปรียบเทียบกับกราฟของวัสดุแต่ละชนิดที่นิยมนำมาใช้ทำเครื่องกำบังรังสีดังรูป ก.2 รูป ก.3 และรูป ก.4 ผู้ปฏิบัติงานรังสีก็จะสามารถเลือกวัสดุที่มีความหนาเหมาะสมสำหรับนำมาทำเครื่องกำบังรังสีแกมมาจากสารกัมมันตรังสีแต่ละชนิดได้ต่อไป



รูปที่ ก.2 อัตราการส่งผ่านรังสีแกมมาของสารกัมมันตรังสีแต่ละชนิดผ่านแผ่นตะกั่ว

(ข้อ ก.1.3)

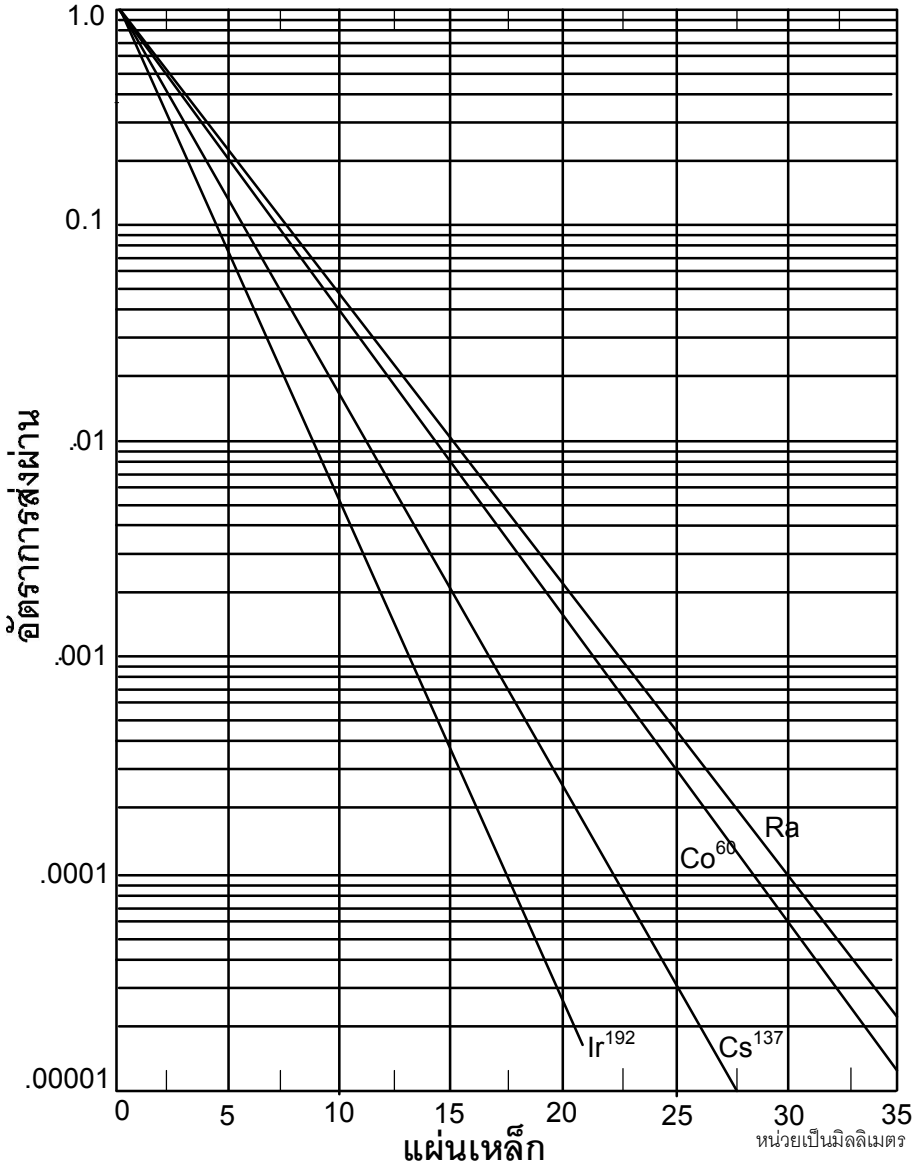
หมายเหตุ *Ra หมายถึง radium* Co^{60} *หมายถึง cobolt 60* Cs^{137} *หมายถึง cesium 137* Au^{198} *หมายถึง gold 198* Ir^{192} *หมายถึง iridium 192* Ta^{182} *หมายถึง tantalum 182* Na^{24} *หมายถึง sodium 24*



รูปที่ ก.3 อัตราการส่งผ่านรังสีแกมมาของสารกัมมันตรังสีแต่ละชนิดผ่านแผ่นคอนกรีต

(ข้อ ก.1.3)

หมายเหตุ *Ra หมายถึง radium* *Co^{60} หมายถึง cobolt 60* *Cs^{137} หมายถึง cesium 137* *Au^{198} หมายถึง gold* 198 *Ir^{192} หมายถึง iridium*



รูปที่ ก.4 อัตราการส่งผ่านรังสีแกมมาของสารกัมมันตรังสีแต่ละชนิดผ่านแผ่นเหล็ก

(ข้อ ก.1.3)

หมายเหตุ *Ra หมายถึง radium* Co^{60} *หมายถึง cobolt 60* Cs^{137} *หมายถึง cesium137* Ir^{192} *หมายถึง iridium 192*

ก.2 การควบคุมอันตรายจากรังสีโดยวิธีการบริหารจัดการ

เป็นวิธีการลดการได้รับปริมาณรังสีของผู้ปฏิบัติงานรังสีและบุคลากรอื่น ๆ โดยการใช้การจำแนกพื้นที่ควบคุมและวางกฎระเบียบ ด้วยการบริหารจัดการโดยใช้มาตรการต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

ก.2.1 การจำแนกพื้นที่ทางรังสีในสถานปฏิบัติงานแยกออกจากพื้นที่ทั่วไปอย่างชัดเจน

ก.2.2 อนุญาตเฉพาะผู้ที่เกี่ยวข้องให้สามารถเข้ามาในพื้นที่บริเวณรังสีได้

ก.2.3 ออกแบบห้องปฏิบัติงานรังสีให้การแพร่กระจายของรังสีน้อยที่สุดเท่าที่ทำได้

ก.2.4 ตรวจสอบความเรียบร้อยของพื้นที่และความแรงรังสีในแต่ละบริเวณเป็นระยะ ๆ

ก.2.5 ตรวจสอบการได้รับรังสีของผู้ปฏิบัติงานและบุคลากรอื่นๆ ที่เข้ามาในพื้นที่เป็นประจำ

ก.2.6 วางระเบียบ ข้อกำหนด และกฎเกณฑ์รวมทั้งเงื่อนไขในการทำงานที่ชัดเจน และบังคับใช้อย่างเข้มงวด

ก.2.7 สำรวจปริมาณของรังสีในแต่ละพื้นที่ ติดป้ายเตือนระดับรังสีในบริเวณนั้น รวมทั้งจัดทำข้อแนะนำและแนวปฏิบัติที่ชัดเจน รวมทั้งปรับปรุงให้ทันสมัยเป็นระยะ ๆ

ก.2.8 ฝึกอบรมพื้นฐานการป้องกันอันตรายจากรังสีให้แก่ผู้ปฏิบัติงานรังสีและผู้ที่เข้ามาในพื้นที่ชั่วคราว ให้เหมาะสม

ภาคผนวก ข.
การออกแบบสถานปฏิบัติการทางรังสี
(ข้อ 3.3)

ข.1 การกำหนดพื้นที่ปฏิบัติการทางรังสี

ข.1.1 พื้นที่สีขาว (white zone หรือ zone 1)

ได้แก่ บริเวณที่ไม่มีการแผ่รังสีและไม่มีการเปื้อนสารกัมมันตรังสีโดยสิ้นเชิง ทั้งบริเวณพื้นผิวและในอากาศ จึงไม่ต้องมีมาตรการควบคุมอันตรายจากรังสีแต่อย่างใด เช่น บริเวณพื้นที่ทำงานธุรการทั่วไป

ข.1.2 พื้นที่สีเขียว (green zone หรือ zone 2)

ได้แก่ บริเวณพื้นที่ที่มีการแผ่รังสีในระดับต่ำ อาจมีการเปื้อนสารกัมมันตรังสีในระดับน้อยมาก จึงจัดเป็นพื้นที่ตรวจตรา ซึ่งต้องมีการควบคุมการเข้าออกและจะอนุญาตเฉพาะผู้ปฏิบัติการเท่านั้น โดยต้องมีการสวมเสื้อคลุมปฏิบัติการและถุงคลุมรองเท้า รวมทั้งต้องมีการสำรวจระดับรังสี และการเปื้อนสารกัมมันตรังสีเป็นระยะ ๆ เช่น ห้องเจ้าหน้าที่ความปลอดภัยทางรังสี ห้องควบคุมการใช้งานเครื่องมือที่มีการแผ่รังสี ห้องเจ้าหน้าที่ซ่อมบำรุง ห้องเก็บอุปกรณ์เครื่องมือที่นำไปใช้ในพื้นที่ควบคุมและห้องเปลี่ยนเสื้อผ้า

ข.1.3 พื้นที่สีส้ม (amber zone หรือ zone 3)

ได้แก่ บริเวณพื้นที่ที่มีการแผ่รังสีระดับปานกลาง รวมทั้งมีการเปื้อนทางสารกัมมันตรังสีทั้งบริเวณพื้นผิวและในอากาศ จึงจัดเป็นพื้นที่ควบคุม ซึ่งผู้ปฏิบัติงานรังสีต้องเปลี่ยนชุดทำงานเป็นแบบที่ป้องกันการซึมผ่านของสารกัมมันตรังสีได้ ผู้ที่จะเข้ามาในบริเวณนี้ต้องได้รับอนุญาตจากผู้ที่รับผิดชอบก่อน ต้องตรวจวัดระดับรังสีและการเปื้อนสารกัมมันตรังสีก่อนออกจากพื้นที่ทุกครั้ง ตัวอย่างของพื้นที่ประเภทนี้ ได้แก่ ห้องปฏิบัติการทางรังสีที่มีตู้สำหรับทำงานกับสารรังสี (glove box) ที่ติดตั้งเครื่องดูดควัน (fume hood) ไว้ภายใน

ข.1.4 พื้นที่สีแดง (red zone หรือ zone 4)

ได้แก่ บริเวณพื้นที่ที่มีการแผ่รังสีระดับสูง มีการเปื้อนสารกัมมันตรังสีทั้งบริเวณพื้นผิวและในอากาศมาก จึงจัดเป็นพื้นที่ควบคุม จำเป็นต้องจัดให้มีมาตรการควบคุมอันตรายจากรังสี เช่น การจำกัดระยะเวลาการทำงานในพื้นที่นี้อย่างเข้มงวด การเปลี่ยนชุดทำงานแบบเต็มตัวและใช้อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล เช่น หน้ากากและแว่นตา รวมทั้งต้องมีเครื่องตรวจวัดระดับรังสีและการเปื้อนสารกัมมันตรังสีทางรังสีในอากาศที่เปิดใช้งานตลอดเวลา ตัวอย่างของ

พื้นที่ประเภทนี้ ได้แก่ ห้องปฏิบัติการที่มีรังสีสูง ห้องที่มีตู้ปฏิบัติการทางรังสีแบบมีกระจกกันรังสี (hot cell)

ข.2 การเลือกสถานที่ตั้งห้องปฏิบัติการทางรังสี

ข.2.1 ข้อกำหนดทั่วไป

สถานปฏิบัติการทางรังสีที่มีการใช้สารกัมมันตรังสีที่มีความแรงรังสีสูง ต้องตั้งห่างจากแหล่งชุมชน เขตที่พักอาศัย และโรงงานอื่น ๆ ที่มีปริมาณวัสดุติดไฟจำนวนมาก เช่น สถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิง โรงงานบรรจุก๊าซ แต่ถ้าเป็นสถานปฏิบัติการทางรังสีที่ใช้สารกัมมันตรังสีระดับต่ำก็สามารถอนุโลมให้อยู่ใกล้เขตชุมชนได้ โดยต้องออกแบบให้ปลอดภัย ถ้ามีการขนย้ายสารกัมมันตรังสี และมีมาตรการจัดการกากกัมมันตรังสีที่เหมาะสมด้วย

ข.2.2 ข้อกำหนดสำหรับสถานปฏิบัติการทางรังสีภายในอาคาร

การออกแบบหรือเลือกใช้พื้นที่สำหรับสถานปฏิบัติการทางรังสีโดยใช้พื้นที่ส่วนใดส่วนหนึ่งในอาคาร ให้พิจารณาข้อกำหนด ดังต่อไปนี้

ข.2.2.1 เป็นบริเวณที่มีผู้ที่ใช้อาคารผ่านไปมาน้อยที่สุดและควบคุมการผ่านเข้าออกได้ง่าย

ข.2.2.2 มีความเสี่ยงอันตรายจากการเกิดอัคคีภัยน้อยที่สุด

ข.2.2.3 มีระบบระบายอากาศที่เหมาะสม ซึ่งหากเกิดการเปื้อนของสารกัมมันตรังสีบนพื้นผิวหรือในอากาศขึ้น จะสามารถควบคุมการกระจายความเปื้อนสารกัมมันตรังสีได้ง่าย

ข.2.2.4 ควบคุมระดับรังสีให้เป็นไปตามที่กำหนดได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ข.3 การเคลือบพื้นผิวภายในสถานปฏิบัติการทางรังสี

นอกเหนือจากการใช้เครื่องมือที่มีความปลอดภัยและมีระบบอากาศที่เหมาะสมแล้ว ในบางพื้นที่มีการเปื้อนสารกัมมันตรังสีได้ จึงต้องออกแบบให้พื้นผิวของห้องภายในพื้นที่นั้น ๆ สามารถชำระล้างความเปื้อนสารกัมมันตรังสีได้ง่าย โดยเฉพาะอย่างยิ่งบริเวณพื้นห้องและผนังห้อง บริเวณพื้นห้องอาจใช้พรมน้ำมันหรือกระเบื้องยางชนิดที่มีการเชื่อมรอยต่อเป็นอย่างดีและเคลือบด้วยสารที่ป้องกันการซึมผ่านของของเหลวได้ เช่น สีพลาสติกสำหรับทาเคลือบพื้นห้อง หรือสารขัดเคลือบพื้นห้องจำพวกไข (wax) ในกรณีที่จำเป็นต้องใช้พื้นคอนกรีตหรือพื้นไม้ต้องเคลือบพื้นผิวด้วยสีประเภทยางเพื่อให้กันน้ำได้ หรือเคลือบพื้นผิวด้วยวัสดุอื่น ๆ ที่เหมาะสม โดยต้องพิจารณาสมบัติดังต่อไปนี้

ข.3.1 พื้นผิวเรียบสม่ำเสมอและทนทานต่อการกัดกร่อนของสารเคมี

ข.3.2 ทนต่อความชื้น อุณหภูมิ และไม่หลุดลอกง่ายจากการขัดสี

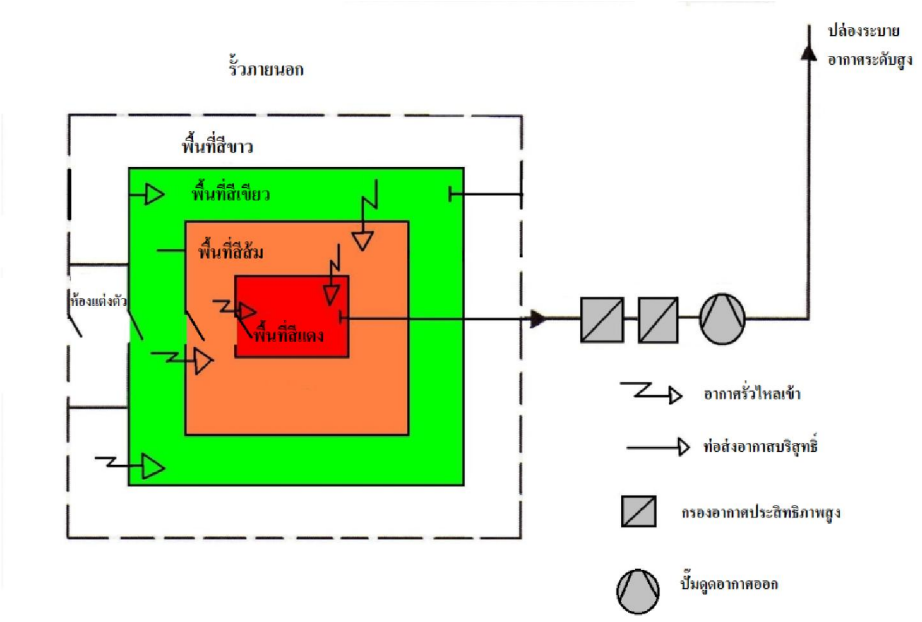
ข.3.3 ทนทานและเหมาะต่อชนิดของสารกัมมันตรังสีและสารเคมีที่ใช้งานในบริเวณนั้น

ข.3.4 ซ่อมแซมได้ง่ายในกรณีชำรุดเสียหาย หรือเปื้อนสารกัมมันตรังสีและสารเคมี

ข.4 ข้อกำหนดระบบระบายอากาศสถานปฏิบัติการทางรังสี

เพื่อให้ผู้ปฏิบัติงานรังสีภายในสถานปฏิบัติการทางรังสีมีความปลอดภัยจากสารกัมมันตรังสีที่อาจฟุ้งกระจายอยู่ในอากาศทั้งในสภาพการทำงานตามปกติและในสภาพฉุกเฉิน และเป็นการป้องกันอันตรายจากรังสีที่อาจแพร่กระจายไปสู่ประชาชนทั่วไปทางอากาศได้ห้องปฏิบัติการทางรังสีต้องมีข้อกำหนดทั่วไปของระบบระบายอากาศเหมือนกับห้องปฏิบัติการทางเคมีทั่วไป แต่เพิ่มรายละเอียดต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

ข.4.1 ออกแบบให้มีการไหลของอากาศจากบริเวณที่ไม่มีการปนเปื้อนทางรังสีไปสู่บริเวณที่มีการเปื้อนสารกัมมันตรังสีและมีอัตราการไหลของอากาศรวมในพื้นที่ไม่น้อยกว่า 3 เท่าของปริมาณอากาศทั้งหมดต่อชั่วโมง โดยต้องเป็นการไหลผ่านในบริเวณที่เกี่ยวข้องเพียงครั้งเดียว เช่น อากาศจะไหลผ่านบริเวณทางเดิน ห้องทำงาน ไปยังบริเวณปฏิบัติงานทั่วไป จากนั้นจึงผ่านตู้ควันและปล่อยออกสู่ภายนอกโดยผ่านระบบกรองอากาศ ดังรูปที่ ข.1



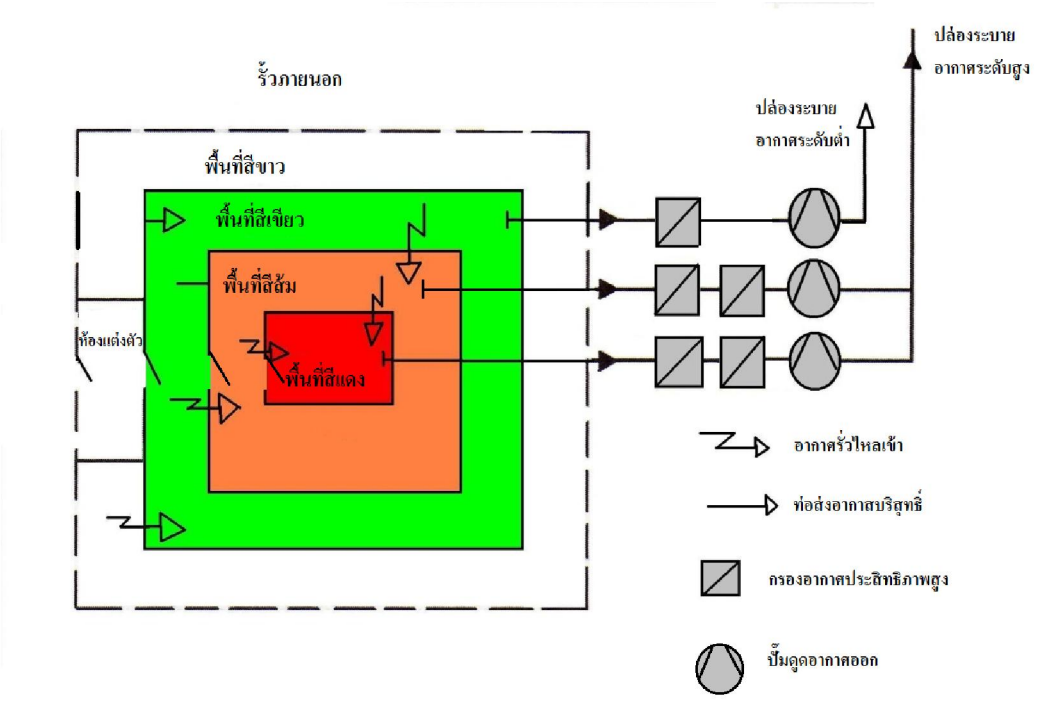
รูปที่ ข.1 แผนผังแสดงระบบระบายอากาศแบบรวม

(ข้อ ข.4.1)

ข.4.2 การระบายอากาศภายในบริเวณพื้นที่ปิดแน่นบางส่วนต้องมีอัตราการไหลของอากาศผ่านไม่น้อยกว่า 5 เท่าของปริมาณอากาศทั้งหมดต่อชั่วโมง และมีอัตราการไหลของอากาศผ่านช่องเปิดในตู้ควันในแนวระนาบจะต้องไม่น้อยกว่า 1 m3/s เมื่อเปิดด้านหน้าของตู้ควันเต็มที่ เพื่อให้มั่นใจได้ว่าสารกัมมันตรังสีจะไม่ฟุ้งกระจายย้อนกลับเข้ามาสู่บริเวณปฏิบัติงานได้อีก

ข.4.3 นำอากาศบริสุทธิ์จากภายนอกเข้ามาผสมกับอากาศภายในห้องปฏิบัติการทางรังสีในอัตราส่วนที่เหมาะสม เพื่อให้มีอากาศบริสุทธิ์มากพอสำหรับผู้ปฏิบัติงานรังสี

ข.4.4 หากใช้สารกัมมันตรังสีที่มีความแรงรังสีที่แตกต่างกันมาก ต้องแยกระบบระบายอากาศและระบบกรองอากาศออกจากกัน และระบบทั้งหมดต้องทำงานร่วมกันได้อย่างสมดุลโดยมีอัตราการไหลของอากาศผ่านระบบกรองอากาศที่เหมาะสมไม่น้อยกว่า 1 m^3/s และมีการเลือกใช้ระบบกรองอากาศตามผลการวิเคราะห์ความเป็นอันตรายของอากาศ (air hazard analysis) ในแต่ละพื้นที่ซึ่งมีการฟุ้งกระจายของสารกัมมันตภาพรังสีที่มีความเข้มแตกต่างกัน โดยตำแหน่งของปล่องที่ปล่อยอากาศออกสู่ภายนอกนั้นจะต้องมีความสูงที่เหมาะสมและพิจารณาทิศทางลมเป็นอย่างดี ดังรูปที่ ข.2



รูปที่ ข.2 แผนผังแสดงระบบระบายอากาศแบบแยกส่วน

(ข้อ ข.4.4)

ข.4.5 ระบบระบายอากาศต้องสามารถปิดการทำงานทั้งระบบหรือเฉพาะบางส่วนได้ เพื่อป้องกันการปลดปล่อยสารกัมมันตภาพรังสีออกสู่ภายนอกในกรณีที่เกิดเหตุฉุกเฉิน

ข.4.6 ในบริเวณพื้นที่สีแดงต้องมีระบบทำความสะอาดอากาศภายในที่กรองจับสารกัมมันตรังสีในอากาศได้อย่างมีประสิทธิภาพเพื่อความปลอดภัยของผู้ปฏิบัติงานรังสีภายในและเจ้าหน้าที่กู้ภัยต่างๆ โดยใช้วัสดุกรองอากาศชนิดประสิทธิภาพสูง (high efficiency particulate arresting, HEPA) โดยติดตั้งในบริเวณด้านอากาศออกในตำแหน่งที่ผู้ปฏิบัติงานเปลี่ยนชุดกรองอากาศ

ข.4.7 หากในระบบทำความสะอาดอากาศมีความชื้นสูงเกินกว่า 80% ต้องติดตั้งเครื่องลดความชื้นอากาศเพื่อให้ชุดกรองอากาศสามารถทำงานได้มีประสิทธิภาพ