บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญของปัญหา

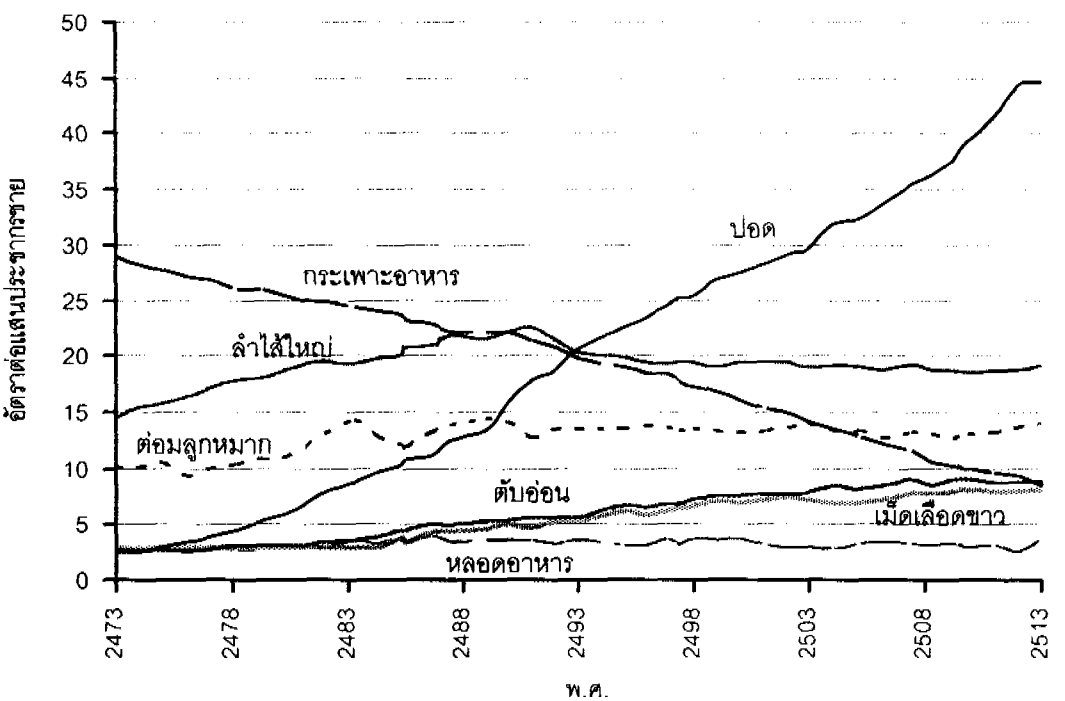
เป็นที่ทราบกันดีว่าปัญหาสิ่งแวดล้อมในประเทศไทยที่หลายฝ่ายกำลังให้ความตระหนัก คือ ปัญหาด้านมลพิษทางอากาศ โดยปัญหาด้านมลพิษทางอากาศในประเทศไทยส่วนมากเกิดจาก 2 แหล่งใหญ่ คือ มลพิษจากอุตสาหกรรม และมลพิษจากการคมนาคม ซึ่งส่งผลกระทบต่อสุขภาพของมนุษย์และระบบนิเวศน์เป็นอย่างมาก มลพิษเหล่านี้จัดเป็นมลพิษที่เกิดภายนอกอาคาร แต่มลพิษทางอากาศที่สำคัญและไม่ควรถูกมองข้ามอีกประเภทหนึ่ง ก็คือ มลพิษทางอากาศภายในอาคาร ซึ่งมีผลกระทบต่อสุขภาพของผู้ใช้อาคารโดยตรง โดยหากพิจารณาดูก็จะพบว่า ในปัจจุบันมนุษย์ใช้ชีวิตอยู่ภายในอาคารมากกว่า 90 เปอร์เซ็นต์ ในวันหนึ่ง ๆ หรือ 2 ใน 3 ของช่วงชีวิตทั้งหมด ดังนั้นการที่ได้รับมลพิษในอาคารแม้ปริมาณเล็กน้อย แต่เกิดการสะสมไปเรื่อย ๆ ในระยะเวลานาน ก็ส่งผลกระทบต่อสุขภาพได้เช่นกัน

สำหรับประเทศไทย ปัญหาที่เกิดขึ้นอันเนื่องมาจากมลภาวะทางอากาศซึ่งกำลังคุกคามต่อสุขภาพ และชีวิตของประชาชนในปัจจุบันก็คือ โรคมะเร็งปอด โดยจัดเป็นโรคมะเร็งที่สามารถคร่าชีวิตของผู้คนได้มากเป็นอันดับที่สอง รองจากโรคมะเร็งตับ (Health Information Division, Bureau of Health Policy and Planning, 2000) และเมื่อแบ่งขอบเขตตามลักษณะทางภูมิศาสตร์แล้ว พบว่าทางภาคเหนือของประเทศ มีอุบัติการณ์ของผู้ป่วยเป็นโรคมะเร็งปอดมากกว่าภูมิภาคอื่น ๆ โดยเฉพาะที่จังหวัดเชียงใหม่ จากสถิติพบว่ามีอุบัติการณ์ของมะเร็งปอดเฉลี่ยรายปี ในช่วงระยะเวลาระหว่างปี พ.ศ. 2531 - 2534 พบผู้ป่วยโรคมะเร็งปอด 49.8 ต่อประชากรหนึ่งแสนคนในเพศชาย และ 37.4 ต่อประชากรหนึ่งแสนคนในเพศหญิง (Nakachi et al., 1999) ซึ่งเป็นที่น่าวิตกว่าจำนวนดังกล่าวของเพศหญิง ถูกจัดอยู่ในช่วงของจำนวนที่สูงที่สุดในโลก (Vatanasapt et al., 1995, pp. 475 – 483).

โรคมะเร็งปอด เริ่มเกิดขึ้นในมนุษย์ตั้งแต่เมื่อใดไม่สามารถระบุได้ แต่เริ่มเป็นที่สนใจในวงการแพทย์ ในปี พ.ศ. 2473 เมื่อพบว่ามีอุบัติการณ์โรคมะเร็งปอดบ่อยขึ้น และซุกมากขึ้นตามลำดับ ดังภาพที่ 1.1 ในปัจจุบัน มะเร็งปอดเป็นโรคมะเร็งที่พบบ่อยที่สุดใน 6 อันดับแรกของโลก (ปอด กระเพาะอาหาร เต้านม ลำไส้ใหญ่ ตับ และคอมดลูก) (Bovornkitti, 2513, น. 894 – 895)

ภาพที่ 1.1

อุบัติการณ์โรคมะเร็งปอดในช่วง พ.ศ. 2473 - 2513



ที่มา : Bovornkitti, 2513.

ถึงแม้ว่าการสูบบุหรี่จะเป็นสาเหตุหลักที่ก่อให้เกิดโรคมะเร็งปอดในมนุษย์ แต่กลับไม่พบว่าเป็นปัจจัยสำคัญในจังหวัดเชียงใหม่ (Simarak, Jong U.W. de, Breslow, Dahl, Ruckphaopunt, Scheelings, et al., 1977, pp. 130 – 140.) ซึ่งสาเหตุรองอันดับที่สอง ที่สามารถก่อให้เกิดโรคมะเร็งปอดในมนุษย์รองจากการสูบบุหรี่ คือ การได้รับก๊าซเรดอนเข้าสู่ร่างกาย (Nagada, 1994, pp. 1 – 10.) เนื่องจากเป็นสารกัมมันตรังสีที่มีสถานะเป็นก๊าซ เมื่อมนุษย์หายใจรับเอาเรดอนเข้าไปในร่างกาย อนุภาคของเรดอนซึ่งเป็นอนุภาคกัมมันตรังสีจะยังคงสลายตัวต่อไปให้อนุภาคแอลฟา ซึ่งมีอำนาจทะลุทะลวงต่ำ จึงสามารถถูกจับไว้ในปอดได้ และยัง คงปลดปล่อยพลังงานรังสีออกมาเรื่อย ๆ ทั้งรังสีเบตา และแกมมา ซึ่งรังสีเหล่านี้สามารถทำลายหรือก่อความเสียหายกับเนื้อเยื่อปอด

และนำไปสู่การเกิดมะเร็งปอดในช่วงชีวิตของมนุษย์ ซึ่งพบ ว่าเป็นสาเหตุของการเสียชีวิตของผู้คนในสหรัฐอเมริกา ปีละ 5,000 - 20,000 ราย (Bodansky, 1987, pp. 1 – 16.) และจากการจัดการประชุมผู้เชี่ยวชาญทั่วโลกขึ้นเมื่อปี ค.ศ. 1988 โดยองค์กรระหว่างประเทศเพื่อการวิจัยมะเร็ง (International Agency for Research on Cancer: IARC) แห่งองค์การอนามัยโลก ได้ข้อสรุปเป็นเอกฉันท์ว่า มีหลักฐานแน่ชัดที่สามารถยืนยันได้ว่า เรดอน เป็นสารก่อมะเร็งในมนุษย์และสัตว์ เช่นเดียวกับการประชุมนักวิทยาศาสตร์ชั้นนำทั่วโลก ซึ่งจัดโดย National Academic of Sciences, International Commission on Radiological Protection (ICRP) และ National Council on Radiation Protection and Measurement (NCRP) ได้สรุปว่า เรดอน เป็นสาเหตุของโรคมะเร็งปอดในมนุษย์

เนื่องจากก๊าซเรดอนเป็นผลิตภัณฑ์ที่เกิดจากการสลายตัวของแร่เรเดียม และยูเรเนียม ซึ่งพบในดิน และหินทั่วไปบนพื้นโลก ดังนั้น ในบรรยากาศทั่วไปจึงมีก๊าซเรดอนปะปนอยู่แล้ว โดยจะมากหรือน้อยนั้นขึ้นอยู่กับปริมาณเรเดียม และยูเรเนียมในบริเวณดังกล่าว เมื่อมนุษย์นำดิน หิน หรือทรายที่มีแร่เรเดียมเจือปนมาใช้ในการสร้างอาคาร วัสดุประกอบอาคารเหล่านั้นก็จะปล่อยก๊าซเรดอนออกมาตามปริมาณแร่เรเดียมที่ปะปนอยู่ หากอาคารเหล่านั้นไม่มีระบบระบายอากาศที่ดี ก็จะเป็นแหล่งสะสมของก๊าซเรดอนในปริมาณที่สูงจนอาจเป็นอันตรายต่อผู้อยู่อาศัยได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในปัจจุบัน อาคารในประเทศไทยได้เปลี่ยนรูปลักษณ์ไปตามรูปแบบที่ลอกเลียนมาจากต่างประเทศ และได้รับการยกย่องว่าเป็นสิ่งแสดงอารยธรรมอันทันสมัย อาคารสร้างด้วยคอนกรีตประตูหน้าต่างปิดแทบตลอดเวลา ไม่มีช่องลมระบายอากาศธรรมชาติ ต้องปรับอากาศภายในด้วยระบบเครื่องกล บางแห่งยังมีชั้นใต้ดินอีกหลายชั้น อาคารลักษณะปิดเช่นนี้ จึงเอื้อให้เกิดการสะสมของก๊าซเรดอนที่ขึ้นมาจากใต้ดิน หรือปล่อยออกมาจากผนังคอนกรีต

จากการศึกษางานวิจัยหลายชิ้นทั้งในและต่างประเทศพบว่า ก๊าซเรดอนส่วนใหญ่ที่สะสมอยู่ภายในอาคารจะแพร่มาจากพื้นดิน แต่สาเหตุหลักอีกอย่างหนึ่ง ที่ไม่สามารถมองข้ามไปได้ ก็คือ ก๊าซเรดอนที่ปล่อยออกมาจากวัสดุก่อสร้าง โดยเฉพาะจากคอนกรีต ซึ่งมีปริมาณค่อนข้างสูงเมื่อเทียบกับวัสดุก่อสร้างชนิดอื่น ยิ่งในปัจจุบันมีการนำวัสดุประเภทเถ้าลอย ซึ่งเป็นผลผลิตจากการถลุงถ่านหิน และผลผลิตพลอยได้จากการอุตสาหกรรมปุ๋ยเคมี หรือฟอสโฟยิปซัม มาใช้เป็นส่วนผสมของคอนกรีตในการก่อสร้างอาคาร โดยมีแรงจูงใจจากต้นทุนค่าก่อสร้างที่ต่ำลง และข้อดีในด้านวิศวกรรม จนอาจลืมไปว่าวัสดุเหล่านี้ล้วนมีธาตุกัมมันตรังสีเจือปนอยู่มากกว่าวัสดุก่อสร้างทั่วไป อาคารที่สร้างด้วยวัสดุก่อสร้างดังกล่าวจึงมีความเสี่ยงสูงที่จะเกิดการสะสมของก๊าซเรดอนภายในอาคาร รวมทั้งการแผ่รังสีอื่น ๆ ที่อาจก่อให้เกิดอันตรายแก่ผู้อยู่อาศัยได้ ซึ่งในต่างประเทศ

ได้เริ่มตื่นตัวในการศึกษาวัสดุเหล่านี้อย่างจริงจัง และสร้างเป็นมาตรฐานขึ้นเป็นข้อกำหนดในการออกแบบ และการก่อสร้าง โดยมุ่งเน้นถึงความปลอดภัยแก่ผู้อยู่อาศัยเป็นสำคัญ

งานวิจัยชิ้นนี้ จึงมุ่งประเด็นไปที่การปล่อยก๊าซเรดอนจากวัสดุก่อสร้างประเภทคอนกรีตที่มีส่วนผสมของเถ้าลอยลิกไนต์ และฟอสโฟยิปซัม ซึ่งนับวันจะยิ่งมีการนำมาใช้กันอย่างแพร่หลายในวงการก่อสร้างของประเทศไทยมากขึ้นเรื่อย ๆ นอกจากนี้ยังศึกษาจากอาคารกรณีศึกษาประเภทตึกแถว สาเหตุเนื่องจาก ในปัจจุบันมีการสร้างอาคารตึกแถวขึ้นเป็นจำนวนมาก และเกือบทั้งหมดล้วนแล้วแต่สร้างด้วยคอนกรีตทั้งสิ้น อีกทั้งรูปแบบของอาคารตึกแถวส่วนมากมีการระบายอากาศค่อนข้างต่ำกว่ามาตรฐานซึ่งเป็นสาเหตุที่สนับสนุนการสะสมของก๊าซเรดอนภายในอาคาร และที่สำคัญที่สุดประชาชนมากกว่าครึ่งอาศัยอยู่ในอาคารเหล่านี้ ดังนั้น จึงเลือกอาคารประเภทตึกแถวมาเพื่อศึกษาถึงลักษณะการแพร่กระจายของก๊าซเรดอน รวมถึงปริมาณรังสีที่ผู้อยู่อาศัยได้รับในระยะเวลา 1 ปี ถ้าหากอาคารนั้นสร้างด้วยวัสดุก่อสร้างประเภทคอนกรีตที่มีส่วนผสมของเถ้าลอยลิกไนต์ หรือฟอสโฟยิปซัม แล้วเสนอแนะวิธีการที่เหมาะสมในการลดปริมาณก๊าซเรดอนต่อไป

ผลที่ได้จากการศึกษาวิจัยเรื่อง แนวทางการลดปริมาณก๊าซเรดอนภายในอาคารประเภทตึกแถว ที่ใช้วัสดุก่อสร้างประเภทคอนกรีตซึ่งมีเถ้าลอยลิกไนต์ และฟอสโฟยิปซัมเป็นส่วนผสม จะก่อให้เกิดการตระหนักถึงการเลือกใช้วัสดุที่เหมาะสม เพื่อลดความเสี่ยงของผู้ใช้อาคารจากการรับก๊าซเรดอนเข้าไปในร่างกาย ตลอดจนการตั้งมาตรฐานการก่อสร้างอาคารในอนาคต เพื่อให้ผู้ใช้อาคารมีความเชื่อมั่นในความปลอดภัย และเป็นการเพิ่มคุณภาพชีวิตแก่ประชาชน อันจะนำไปสู่การพัฒนาประเทศชาติต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อวัดปริมาณ และคำนวณอัตราการปล่อยก๊าซเรดอนจากแผ่นคอนกรีต เมื่อผสมด้วยฟอสโฟยิปซัม และเถ้าลอยในสัดส่วนต่าง ๆ กัน

2. เพื่อคำนวณปริมาณรังสีที่ร่างกายของผู้ที่อยู่อาศัยในอาคารที่สร้างด้วยวัสดุก่อสร้างที่มีส่วนผสมของฟอสโฟยิปซัม และเถ้าลอย ได้รับในระยะเวลา 1 ปี

3. เพื่อเสนอแนวทางที่เหมาะสมในการเลือกใช้คอนกรีตที่มีส่วนผสมของฟอสโฟยิปซัม และเถ้าลอยเมื่อนำมาใช้เป็นวัสดุก่อสร้างอาคารที่มีการระบายอากาศจำกัด

4. เพื่อเสนอแนวทางในการออกแบบอาคารประเภทตึกแถว เพื่อลดการสะสมของก๊าซเรดอนภายในอาคาร

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

1. ศึกษาวัสดุก่อสร้างเฉพาะก้อนคอนกรีตบล็อกที่มีส่วนผสมของเถ้าลอยลิกไนต์ และฟอสโฟยิปซัม โดยเถ้าลอยลิกไนต์นำมาจากโรงไฟฟ้าแม่เมาะ ส่วนฟอสโฟยิปซัมนำมาจากบริษัท ปุ๋ย เอ็นเอฟซี จำกัด (มหาชน) ซึ่งเป็นแหล่งผลิตที่สำคัญ และใหญ่ที่สุดของประเทศไทย

2. เพื่อความสะดวกในการผลิต และป้องกันการเกิดปรากฏการณ์แพร่ย้อนกลับของก๊าซเรดอน (back diffusion) ปริมาตรวัสดุจะต้องมีขนาดเล็กกว่าปริมาตรของกล่องทดลองไม่น้อยกว่า 10 เท่า ดังนั้น จึงเลือกใช้ขนาดวัสดุทดสอบที่ 20 × 20 × 5 เซนติเมตร

3. การออกแบบส่วนผสมคอนกรีตผสมขี้เถ้าลอย และฟอสโฟยิปซัมปฏิบัติตามวิธีการที่เสนอโดยสมาคมวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์

4. จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบว่าความชื้น และอุณหภูมิมีผลต่ออัตราการปล่อยก๊าซเรดอนจากวัสดุ การทดลองนี้จึงควบคุมความชื้นภายในกล่อง และอุณหภูมิภายในห้องปฏิบัติการ เพื่อป้องกันความคลาดเคลื่อนของผลการทดลอง

5. การศึกษาการปล่อยก๊าซเรดอนในอาคารกรณีศึกษา ทำโดยการจำลองด้วยโปรแกรมคำนวณพลศาสตร์ของไหล (Computational Fluid Dynamics: CFD) เนื่องจากทำให้สามารถควบคุมตัวแปรต่าง ๆ ได้ และช่วยประหยัดงบประมาณ ซึ่งโปรแกรมที่ใช้คือ PHOENICS 3.5.1

6. เลือกศึกษาเฉพาะอาคารกรณีศึกษาประเภทตึกแถว ที่มีการใช้ประโยชน์เป็นแบบผสมกึ่งพักอาศัย ซึ่งถือว่ามีสัดส่วนที่มากที่สุดในปัจจุบัน

7. การคำนวณปริมาณรังสีที่ร่างกายได้รับประจำปี อ้างอิงตามวิธีการและมาตรฐานของ UNSCEAR (United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomics Radiation)

1.4 สมมติฐานของการวิจัย

1. ปริมาณการผสมของเถ้าลอยลิกไนต์ และฟอสโฟยิปซัมในคอนกรีต เป็นตัวกำหนดอัตราการปล่อยก๊าซเรดอนจากคอนกรีต

2. ในอาคารที่มีการระบายอากาศที่จำกัด การลดระดับการกั้นผนังภายในลงจะช่วยลดปริมาณรังสีที่ร่างกายอาจได้รับเนื่องจากก๊าซเรดอนในแต่ละปีได้

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ในเชิงวิชาการ ผลการวิจัยจะช่วยขยายองค์ความรู้เกี่ยวกับรูปแบบความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการปล่อยก๊าซเรดอนจากวัสดุก่อสร้างกับส่วนผสมของเถ้าลอย และฟอสโฟยิปซัมในสัดส่วนที่แตกต่างกัน

2. เป็นฐานข้อมูลให้ผู้ก่อสร้าง และสถาปนิกเลือกใช้วัสดุก่อสร้างได้ถูกต้องเหมาะสม โดยไม่เป็นการเพิ่มปริมาณก๊าซเรดอนให้แก่อาคารในระยะยาว

3. ผลวิจัยที่ได้ช่วยให้ผู้ก่อสร้าง และประชาชนทั่วไปได้ตระหนักถึงภัยที่อาจเกิดจากก๊าซเรดอนภายในอาคาร และเป็นการให้ความรู้ในการหลีกเลี่ยง หรือปกป้องตนเองจากก๊าซเรดอน

4. ช่วยแนะนำให้มีการกำหนดมาตรฐาน เพื่อควบคุมปริมาณเรดอนที่ปล่อยจากวัสดุก่อสร้างขึ้นในประเทศไทย

5. ช่วยสร้างแนวทางที่เหมาะสม ในการลดปริมาณก๊าซเรดอนภายในอาคารประเภทตึกแถวได้

6. ผลที่ได้ สามารถนำไปใช้เป็นแนวทางในการออกแบบ และการเลือกใช้วัสดุก่อสร้างอาคารได้อย่างถูกต้องเหมาะสม นำไปสู่การส่งเสริมคุณภาพชีวิตของผู้ใช้อาคารให้ดียิ่งขึ้น ส่งผลให้เกิดการพัฒนาทั้งในระดับองค์กรและระดับประเทศ

1.6 นิยามศัพท์

เนื่องจากงานวิจัยชิ้นนี้ เกี่ยวเนื่องกับศาสตร์หลายแขนง เช่น ฟิสิกส์นิวเคลียร์ รังสีวิทยา วิทยาศาสตร์สุขภาพ วิศวกรรม และสถาปัตยกรรม จึงมีคำศัพท์เฉพาะ และอักษรย่ออยู่หลายคำ ดังนั้นเพื่อความเข้าใจตรงกัน จึงขอให้คำนิยาม และคำจำกัดความของคำต่าง ๆ ไว้ดังนี้

1.6.1 นิยามคำศัพท์เฉพาะ

ปริมาณ (รังสี) ดูดกลืน (absorbed dose, $D_{T,\ R}$) หมายถึง ปริมาณพลังงานที่วัตถุดูดกลืนไว้เมื่อได้รับรังสี มีหน่วยเป็นเกรย์ ปกติจะระบุชนิดของวัตถุและชนิดของรังสี โดยเขียนเป็นสัญลักษณ์ดังนี้ $D_{material,\ radiation}$ เช่น $D_{lung,\ alpha}$ ยกเว้นรังสีแกมมา มักไม่ระบุชนิดของรังสี เช่น D_{water}

ปริมาณรังสีรอบปี (annual dose) หมายถึง ปริมาณรังสีรวมในรอบปีที่บุคคลใด ๆ ได้รับจากภายนอกร่างกาย และจากนิวไคลด์กัมมันตรังสีที่เข้าสู่ร่างกาย

ปริมาณรังสียังผล (effective dose, E) หมายถึง ผลรวมของปริมาณรังสีสมมูลหลังจากปรับเทียบสภาพไวต่อรังสีของแต่ละเนื้อเยื่อ หรืออวัยวะทั่วร่างกาย มีหน่วยเป็น ซีเวิร์ต ดังสมการต่อไปนี้

$$E = \sum_T (H_T \times W_T) \qquad \text{สมการ (1.1)}$$

เมื่อ E คือ ปริมาณรังสียังผล

H_T คือ ปริมาณรังสีสมมูลของแต่ละเนื้อเยื่อหรืออวัยวะ

W_T คือ ค่าปรับเทียบตามชนิดเนื้อเยื่อหรืออวัยวะ

ปริมาณรังสีสมมูล (equivalent dose, H_T) หมายถึง ผลรวมของปริมาณรังสีดูดกลืนในเนื้อเยื่อหรืออวัยวะใด ๆ ของมนุษย์ หลังจากปรับเทียบการก่ออันตรายของรังสีทุกชนิดที่อวัยวะนั้นได้รับ โดยเทียบกับการก่ออันตรายของรังสีแกมมา มีหน่วยเป็น ซีเวิร์ต ดังสมการต่อไปนี้

$$H_T = \sum_T (D_{T,R} \times W_R) \qquad \text{สมการ (1.2)}$$

เมื่อ H_T คือ ปริมาณรังสีสมมูลของแต่ละเนื้อเยื่อหรืออวัยวะใด ๆ

$D_{T,R}$ คือ ปริมาณรังสีดูดกลืนของรังสีแต่ละชนิดในเนื้อเยื่อหรืออวัยวะ

W_R คือ ค่าปรับเทียบตามชนิดรังสี

อัตราปริมาณรังสี (dose rate) หมายถึง ปริมาณรังสีชนิดก่อไอออนต่อหนึ่งหน่วยเวลา เช่น เร็มต่อชั่วโมง ซีเวิร์ตต่อชั่วโมง

ขีดจำกัดปริมาณรังสี (dose limit) หมายถึง ค่ากำหนดสูงสุดของปริมาณรังสียังผล หรือปริมาณรังสีสมมูล ที่บุคคลอาจได้รับจากการดำเนินกิจกรรมทางรังสี ซึ่งคณะกรรมาธิการระหว่างประเทศด้านการป้องกันรังสี (ICRP) ได้กำหนดขีดจำกัดปริมาณรังสีไว้ดังนี้

1. ผู้ปฏิบัติงาน

- ปริมาณรังสียังผลเฉลี่ยไม่เกิน 20 มิลลิซีเวิร์ตต่อปีในระยะเวลา 5 ปีติดต่อกัน โดยในปีใดปีหนึ่งต้องได้รับปริมาณรังสียังผลไม่เกิน 50 มิลลิซีเวิร์ตต่อปี
- ปริมาณรังสีสมมูลที่เลนส์ตา ไม่เกิน 150 มิลลิซีเวิร์ตต่อปี
- ปริมาณรังสีสมมูลที่มือและเท้า หรือที่ผิวหนัง ไม่เกิน 500 มิลลิซีเวิร์ตต่อปี

2. บุคคลทั่วไป

- ปริมาณรังสียังผลไม่เกิน 1 มิลลิซีเวิร์ตต่อปี โดยไม่รวมรังสีจากธรรมชาติ และรังสีจากการรักษาพยาบาลทางการแพทย์ โดยทั้งนี้ในทางปฏิบัติต้องจำกัดให้ได้รับรังสีน้อยที่สุด

กัมมันตภาพ (activity) หมายถึง การสลายของนิวไคลด์กัมมันตรังสีต่อหน่วยเวลา หน่วยที่ใช้ในปัจจุบัน คือ เบ็กเคอเรล คำนี้ตามรายงานฉบับที่ 33 ของคณะกรรมาธิการระหว่างประเทศด้านหน่วยและการวัดรังสี (International Commission on Radiation Units and Measurement: ICRU No. 33) ให้ความหมายว่า เป็นจำนวนของนิวไคลด์กัมมันตรังสีในขณะใดขณะหนึ่งที่สลายเปลี่ยนแปลงไปต่อวินาที

ความเข้มข้นกัมมันตภาพ (activity concentration) หมายถึง กัมมันตภาพของนิวไคลด์กัมมันตรังสีต่อหน่วยปริมาตร เช่น เบ็กเคอเรลต่อลูกบาศก์เมตร (Bq m^{-3}) พิโคคูรีต่อลิตร (pCi L^{-1})

กัมมันตภาพรังสี (radioactivity) หมายถึง ปรากฏการณ์ที่นิวไคลด์กัมมันตรังสีสลายและมีการปล่อยรังสีออกมาด้วย โดยทั่วไปการสลายจะให้นิวไคลด์ใหม่ ปรากฏการณ์นี้ค้นพบโดยออง์รี เบ็กเคอเรล (Henri Becquerel) ในปี พ.ศ. 2439

การสลาย (กัมมันตรังสี) (decay, radioactive) หมายถึง การแปลงนิวเคลียสที่เกิดขึ้นเองของนิวไคลด์กัมมันตรังสีหนึ่งให้เป็นนิวไคลด์อีกชนิดหนึ่ง หรือชนิดเดิมที่มีสถานะพลังงานต่างกัน ซึ่งกระบวนการนี้ทำให้จำนวนอะตอมกัมมันตรังสีของสารตั้งต้นลดลงตามเวลาที่ผ่านไป โดยมีการปล่อยอนุภาคอัลฟา หรืออนุภาคบีตา และหรือรังสีแกมมาออกมา หรือมีการจับยึดแบบนิวเคลียร์ (Nuclear capture) หรือการสลัดอิเล็กตรอนออกจากวงโคจร หรือการแบ่งแยกนิวเคลียส

ครึ่งชีวิต (half-life; radiological half-life) หมายถึง ระยะเวลาที่สารกัมมันตรังสีใช้ในกระบวนการสลายกัมมันตรังสี เพื่อลดกัมมันตภาพเหลือครึ่งหนึ่งของกัมมันตภาพตั้งต้น

นิวไคลด์ (nuclide) หมายถึง อะตอมที่ระบุสมบัติของนิวเคลียส โดยแสดงจำนวนโปรตอน และนิวตรอน อย่างชัดเจน มีสัญลักษณ์ดังนี้

$${}^{A}_{Z}X$$

X คือ สัญลักษณ์ทางเคมีของธาตุใด ๆ

Z คือ เลขเชิงอะตอม ได้แก่ จำนวนโปรตอนภายในนิวเคลียสของธาตุ X

A = Z + N คือ เลขมวล ได้แก่ จำนวนรวมของโปรตอน และนิวตรอน ภายในนิวเคลียสของธาตุ X

นิวไคลด์แม่ (parent nuclide) หมายถึง นิวไคลด์กัมมันตรังสีที่สลายกลายเป็นอีกนิวไคลด์หนึ่ง นิวไคลด์ตัวตั้งต้นเรียกว่า นิวไคลด์แม่ ส่วนนิวไคลด์ที่เกิดขึ้นใหม่ เรียกว่า นิวไคลด์ลูก

นิวไคลด์กัมมันตรังสี (radioactive nuclide) หมายถึง นิวไคลด์ที่ไม่เสถียร มีการสลายตัวเพื่อลดระดับพลังงานโดยการปลดปล่อยรังสี เช่น แอลฟา บีตา แกมมา ออกมา นิวไคลด์กัมมันตรังสีที่ปรากฏอยู่ในธรรมชาติ และที่มาจากการผลิตของมนุษย์มีมากกว่า 1,300 ชนิด เช่น $^{235}_{92}U$ $^{40}_{19}K$ $^{60}_{27}Co$

ระดับต้องปฏิบัติ (action level) หมายถึง ระดับอัตราปริมาณรังสี หรือ ความเข้มข้นของกัมมันตภาพ ซึ่งจะต้องดำเนินการตามมาตรการแก้ไขหรือป้องกันทันที เพื่อไม่ให้บุคคลได้รับรังสีแบบเรื้อรัง หรือกรณีฉุกเฉิน

1.6.2 <u>อักษรย่อของหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง</u>

ALARA	:	as low as reasonably achievable
EPA	:	The Environmental Protection Agency
ERRICCA	:	The European Research into Radon In Construction Cencerted Action
IAEA	:	International Atomic Energy Agency
IARC	:	International Agency for Research on Cancer
ICRP	:	International Commission on Radiological Protection
MSHA	:	Mine Safety and Health Administration
NCRP	:	National Council on Radiation Protection and Measurement
NEA	:	Nuclear Energy Agency
NIOSH	:	National Institute for Occupational Safety and Health
UNSCEAR	:	United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomics Radiation