การตรวจวัดก๊าซเรดอนในบริเวณอาคารคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์ ด้วยเทคนิคการกัดรอยนิวเคลียร์

The Investigation of Radon Gas at Faculty of Science and Technology Building, Princess of Naradhiwas University, Using Nuclear Track Etching Technique

ณัฐชยา จันทร์วิไชย[1], อดินันท์ เจ๊ะซู[1], นูปาตีฮะ ดีติ[1]
Natchaya Janwichai[1], Adinan Jehsu[1], Nupatihah Deeti[1]

บทคัดย่อ

การตรวจวัดระดับความเข้มข้นของก๊าซเรดอนในบริเวณอาคารคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์ จังหวัดนราธิวาส ด้วยเทคนิคการกัดรอยนิวเคลียร์ จากห้องเรียน จำนวน 47 จุด โดยอาศัยชุดตรวจวัดรอยรังสีแอลฟาชนิดแผ่น CR-39 ทำการตรวจวัดเป็นเวลา 2 สัปดาห์ จากนั้นนำมากัดขยายรอยแฝงด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) ความเข้มข้น 6.25 โมล/ลิตร ที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 100 นาที ตรวจนับค่าความหนาแน่นรอยรังสีแอลฟาที่เกิดขึ้นบนแผ่น CR-39 ต่อพื้นที่ 40 ตารางมิลลิเมตรด้วยกล้องจุลทรรศน์ และปรับเทียบรอยแฝงเป็นค่าความเข้มข้นของเรดอน พบว่าค่าความเข้มข้นของเรดอนอยู่ในช่วงพิสัย 35 - 427 Bq/m^3 ค่าที่สูงที่สุดพบในห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ รองลงมาคือห้องเก็บสารเคมี โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 427.4±190.7 Bq/m^3 และ 293.9±131.1 Bq/m^3 ตามลำดับ ซึ่งมีค่ามากกว่าค่าระดับเรดอนภายในอาคารโดยเฉลี่ยที่องค์การพิทักษ์สิ่งแวดล้อมแห่งสหรัฐอเมริกา หรือ USEPA ได้กำหนดค่ามาตรฐานไว้ที่ 148 Bq/m^3

คำสำคัญ: เรดอน การกัดรอยนิวเคลียร์ ความเข้มข้นของเรดอน

Abstract

The nuclear physics technique to investigate radon concentrations around the Faculty of Science and Technology, Princess of Naradhiwas University, Narathiwat province. This research has studied and measured the concentration of radon gas in each of the classrooms in the 47 points, set by using solid-state nuclear track detector, CR-39 were measured for two weeks, then expanding footprint latent with sodium hydroxide (NaOH) concentration of 6.25 mol/L at 90°C for 100 minutes, the alpha density that occurs on CR - 39 to 40 square millimeters are counted under a microscope. Then convert to radon concentration. The values found in the 35-427 Bq/m^3. For the highest concentration found in the computer lab and storage of chemicals room, with an average of 427.4±190.7 Bq/m^3 and 293.9±131.1 Bq/m^3 respectively, there are higher than the USEPA standard 148 Bq/m^3.

Keywords: Radon, Nuclear Track Etching, Radon Concentration

[1] คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์
[1] Faculty of Science and Technology, Princess of Naradhiwas University

บทนำ

โรคตึกป่วย หรือ Sick building syndrome เป็นโรคที่เกิดขึ้นได้กับทุกๆ คน โดยเฉพาะผู้ที่อาศัยหรือผู้ที่ทำงานในอาคารสูงเป็นเวลานาน โดยโรคนี้จะส่งผลให้เกิดอาการอ่อนเพลีย ไม่สบายตัว ปวดหัว แสบตาและรวมถึงโรคที่เกี่ยวกับทางเดินหายใจต่างๆ (ฉันทนา พดุงทศ และฉัตรชัย เอกปัญญาสกุล, 2551) ซึ่งมีหลายๆ สาเหตุ เช่น การออกแบบทางวิศวกรรมที่ออกแบบให้มีการโยกตัวของอาคาร การออกแบบระบบเครื่องปรับอากาศที่ไม่สามารถระบายอากาศได้อย่างเต็มที่ หรือมีการออกแบบที่ปิดทึบมากเกินไปจนไม่มีอากาศจากภายนอกเล็ดลอดเข้ามาได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการเปิดเครื่องปรับอากาศตลอดเวลาส่งผลให้เชื้อโรค เช่น แบคทีเรีย หรือ เชื้อราเจริญเติบโตได้ดี เป็นสาเหตุหนึ่งของการเกิดโรคตึกป่วย จากสาเหตุข้างต้นสามารถสัมผัสรับรู้ถึงสิ่งผิดปกติและหลีกเลี่ยงหรือป้องกันได้อย่างทันท่วงที เช่น การติดตั้ง UV Germicidal Irradiation (UVGI) ซึ่งเป็นหลอดรังสีอัตราไวโอเลตเพื่อฆ่าเชื้อโรคเข้าไปในระบบปรับอากาศและระบบระบายอากาศของอาคาร เป็นต้น แต่มีสิ่งหนึ่งที่เป็นภัยใกล้ตัวและร้ายแรงที่สุดสำหรับผู้พักอาศัยหรือผู้ใช้อาคารที่ถูกมองข้ามไป นั่นคือ ภัยจากธรรมชาติที่เรียกว่า ก๊าซเรดอน (อรุณ ชัยเสรี, 2551)

ก๊าซเรดอนเป็นธาตุกัมมันตรังสีที่เป็นก๊าซเฉื่อยที่มีอยู่ทั่วทุกแห่งในธรรมชาติ มี 3 ไอโซโทป คือ Rn-219, Rn-220 และ Rn-222 เป็นก๊าซที่ไม่มีรส ไม่มีสี ไม่มีกลิ่น และไม่สามารถรับรู้ได้ด้วยประสาทสัมผัสใดๆ ของมนุษย์ เกิดจากการสลายตัวของธาตุเรเดียมในดิน หิน และน้ำ ซึ่งล้วนแต่เป็นวัสดุพื้นฐานในการปลูกสร้างอาคารทั้งสิ้น (Srisuwan, 2006) ดังนั้นจึงมีโอกาสสูงที่จะพบก๊าซเรดอนได้ตามโครงสร้าง รอยแตกร้าวของอาคารบ้านเรือน หรือแทรกซึมจากดินผ่านชั้นปูนขึ้นมาด้านบนได้ ดังนั้นภายในอาคารจึงเป็นแหล่งสะสมก๊าซเรดอนชั้นดีหากไม่มีการจัดการเพื่อป้องกันที่ถูกต้อง และเมื่อสูดดมก๊าซเรดอนเข้าไปเป็นเวลานานจะก่อให้เกิดความเสี่ยงในการเป็นมะเร็งปอดได้ (Ghita & Vasilescu, 2011) โดยองค์การพิทักษ์สิ่งแวดล้อมแห่งสหรัฐอเมริกา หรือ USEPA (United States Environmental Protection Agency, 1992) ได้กำหนดระดับเรดอนภายในอาคารโดยเฉลี่ยไว้ที่ 148 Bq/m^3

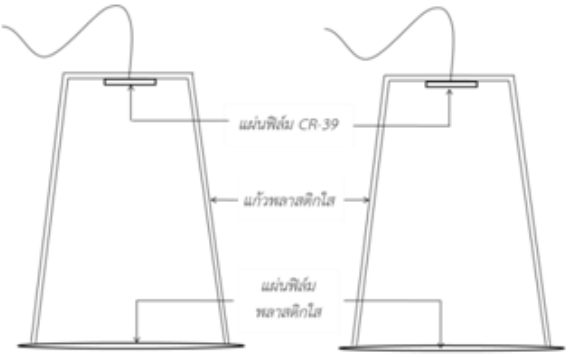
ดังนั้นเมื่อตระหนักถึงอันตรายที่เกิดขึ้นจากการสูดดมและสะสมก๊าซเรดอนเข้าไป จึงมีการตรวจวัดปริมาณก๊าซเรดอนที่มีในอาคารเรียนซึ่งเป็นที่ที่นักศึกษาจากหลากหลายคณะมารวมกันเพื่อทำกิจกรรมและเรียนในทุกๆ วัน เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานและใช้เป็นแนวทางในการป้องกันอันตรายที่เกิดจากก๊าซเรดอนได้ โดยในโครงงานวิจัยนี้เป็นการวัดปริมาณก๊าซเรดอนในอาคารเรียนคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์ ด้วยเทคนิคการกัดรอยนิวเคลียร์ด้วยแผ่น CR-39

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

วัดปริมาณก๊าซเรดอนที่มีในอากาศภายในอาคารเรียนคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์ จังหวัดนราธิวาส

ระเบียบวิธีวิจัย

1. เตรียมหัววัดเรดอนอย่างง่ายด้วยแผ่น CR-39 โดยการตัดแผ่น CR-39 ให้มีขนาด 1 cm x 2 cm ติดภายในบริเวณก้นแก้วพลาสติกใส และปิดปากแก้วด้วยแผ่นฟิล์มพลาสติกใส (Film wrap) ให้มิดชิด แสดงดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 หัววัดเรดอนอย่างง่ายที่เตรียมจาก CR-39 เพื่อนำไปตรวจวัดความเข้มข้นของเรดอนที่จุดต่างๆ ภายในบริเวณอาคารเรียนคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

2. นำหัววัดที่เตรียมเรียบร้อยแล้วไปวางที่จุดต่างๆ ภายในอาคารเรียนคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์ ใน 19 ห้อง จำนวน 47 จุด ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 จำนวนจุดที่วางหัววัดเรดอนในแต่ละห้อง

ห้อง	จำนวนจุดที่วางหัววัด (จุด)	ห้อง	จำนวนจุดที่วางหัววัด (จุด)
1. ห้องสำนักงาน	2	11. ST401	2
2. โรงอาหาร	3	12. ST413	2
3. ห้องปฏิบัติการเคมี 2	2	13. ระเบียงอาคารชั้น 4	4
4. ห้องปฏิบัติการฟิสิกส์ 1	2	14. ST510	1
5. ST209	2	15. ST513	2
6. ST207	2	16. ระเบียงอาคารชั้น 5	4
7. ST206	2	17. ห้องละหมาด	2
8. ระเบียงอาคารชั้น 2	4	18. ห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์	2
9. ห้องเก็บสารเคมี	2	19. ห้องประชุมดร.สุพัฒน์ ศรีสวัสด์	3
10. ระเบียงอาคารชั้น 3	4		

หมายเหตุ จำนวนจุดที่วางหัววัดเรดอนขึ้นอยู่กับขนาดของห้องแต่ละห้อง

3. เมื่อผ่านไป 2 สัปดาห์ นำฟิล์มที่ได้มากัดรอยโดยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) ความเข้มข้น 6.25 โมล/ลิตร ปริมาตร 1,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร ที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 100 นาที ดังภาพที่ 2

ภาพที่ 2 กัดขยายรอยด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) ความเข้มข้น 6.25 โมล/ลิตร

4. เมื่อครบกำหนดเวลา นำแผ่น CR-39 ที่ได้จากหัววัดล้างด้วยน้ำสะอาดแบบปล่อยผ่านและทิ้งไว้ให้แห้ง

5. ใช้กล้องจุลทรรศน์ส่องเพื่อนับรอยแฝงบนแผ่น CR-39 ในหน่วย tracks/cm^2

6. ทำการปรับเทียบรอยแฝง (calibration) เพื่อเปลี่ยนความหนาแน่นของรอยแฝง (Density) เป็นความเข้มข้นของก๊าซเรดอน จากสมการ (ไตรภพ ผ่องสุวรรณ และคณะ, 2544)

$$D\ (Bq/m^3) = 9.2705 \times N\ (tracks/40\ mm^2) \quad (1)$$

โดย N คือ จำนวนรอยรังสีบนแผ่นฟิล์มพลาสติก CR-39/40 ตารางมิลลิเมตร

D คือ ค่าความเข้มข้นของก๊าซเรดอนในหน่วย (Bq/m^3)

7. เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของความเข้มข้นของก๊าซเรดอนที่ได้กับค่ามาตรฐานของความเข้มข้นก๊าซเรดอนในอาคารโดยองค์การพิทักษ์สิ่งแวดล้อมแห่งสหรัฐอเมริกา หรือ USEPA ที่กำหนดไว้ (ระดับเรดอนภายในอาคารโดยเฉลี่ยไว้ที่ 148 Bq/m^3)

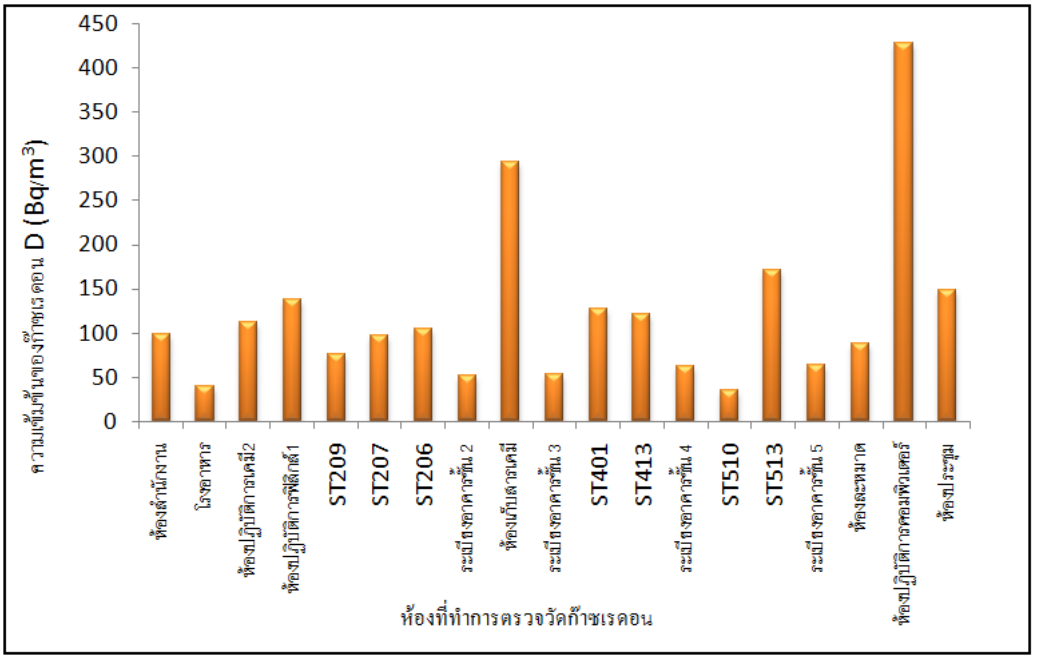
ผลการวิจัย

จากการวัดปริมาณความเข้มข้นของเรดอนในบริเวณอาคารเรียนคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์ จำนวน 47 จุด แสดงในตารางที่ 2 ซึ่งค่าที่พบอยู่ในช่วง 35 - 427 Bq/m^3

ตารางที่ 2 ผลการวัดปริมาณก๊าซเรดอนของในแต่ห้องที่ทำการตรวจวัด

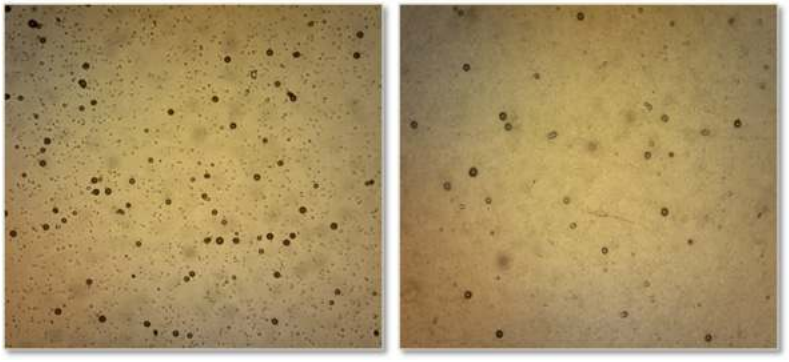
ห้อง	N (Tracks/ 2 cm^2)					N (Tracks/40mm^2)	D (Bq/m^3)
	1	2	3	4	ค่าเฉลี่ย		
1. ห้องสำนักงาน	59	47	-	-	53.0	10.6	98.3±43.8
2. โรงอาหาร	10	23	32	-	21.7	4.3	40.1±17.9
3. ห้องปฏิบัติการเคมี 2	58	63	-	-	60.5	12.1	112.2±50.5
4. ห้องปฏิบัติการฟิสิกส์ 1	82	67	-	-	74.5	14.9	138.1±61.6
5. ST209	39	42	-	-	40.5	8.1	75.1±33.5
6. ST207	58	47	-	-	52.5	10.5	97.3±43.4
7. ST206	50	62	-	-	56.0	11.2	103.8±46.3
8. ระเบียงอาคารชั้น 2	45	10	38	18	27.8	5.6	51.4±22.9
9. ห้องเก็บสารเคมี	152	165	-	-	158.5	31.7	293.9±131.1*
10. ระเบียงอาคารชั้น 3	42	32	22	19	28.8	5.8	53.3±23.8
11. ST401	81	56	-	-	68.5	13.7	127.0±56.7
12. ST413	69	61	-	-	65.0	13.0	120.5±53.8
13. ระเบียงอาคารชั้น 4	42	37	28	28	33.8	6.8	62.6±27.9
14. ST510	19	-	-	-	19.0	3.8	35.2±15.7
15. ST513	86	99	-	-	92.5	18.5	171.5±76.5*
16. ระเบียงอาคารชั้น 5	39	29	41	27	34.0	6.8	63.0±28.1
17. ห้องละหมาด	69	25	-	-	47.0	9.4	87.1±38.9
18. ห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์	244	217	-	-	230.5	46.1	427.4±190.7*
19. ห้องประชุมดร.สุพัฒน์ ศรีสวัสด์	79	70	91	-	80.0	16.0	148.3±66.2*
รวม	**2**				**65.4**	**13.1**	**121.2±54.1**

* แสดงค่าความเข้มข้นของเรดอนที่มีค่ามากกว่าระดับเรดอนภายในอาคารโดยเฉลี่ยที่กำหนดโดยองค์การพิทักษ์สิ่งแวดล้อมแห่งสหรัฐอเมริกา หรือ USEPA



ภาพที่ 3 แสดงปริมาณความเข้มข้นของก๊าซเรดอนในแต่ละห้อง

จากภาพที่ 3 แสดงให้เห็นว่าค่าความเข้มข้นของก๊าซเรดอนในแต่ละห้องที่ทำการเก็บข้อมูล ปริมาณก๊าซเรดอนมีค่าอยู่ในช่วงระหว่าง 35 - 427 Bq/m^3 โดยความเข้มข้นของก๊าซเรดอนที่สูงที่สุด 2 อันดับแรก คือ ห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์และห้องเก็บสารเคมี มีค่าความเข้มข้นเฉลี่ยเท่ากับ 427.4±190.7 และ 293.9±131.1 Bq/m^3 ตามลำดับ ส่วนค่าที่น้อยที่สุดจะพบในห้อง ST510 มีค่าความเข้มข้นของก๊าซเรดอนเท่ากับ 35.2±15.7 Bq/m^3 โดยมีลักษณะของรอยแฝงที่เกิดขึ้นบนแผ่น CR-39 แสดงดังภาพที่ 4



ภาพที่ 4 ลักษณะรอยแฝงที่เกิดขึ้นบนแผ่น CR-39 ที่ถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์ที่กำลังขยาย 10X (ซ้าย) และ 40X (ขวา) ของห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์

อภิปรายผล

จากการตรวจวัดปริมาณความเข้มข้นของก๊าซเรดอนจาก 19 ห้อง ทั้งหมด 47 จุดในบริเวณอาคารคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์ ด้วยเทคนิคการกัดรอยนิวเคลียร์ ค่าที่พบอยู่ในช่วง 35-427 Bq/m^3 ค่าที่ได้จะมีความแตกต่างกันตามลักษณะของห้อง ห้องที่มีก๊าซเรดอนปริมาณน้อยๆ จะพบในห้องที่มีการเรียนการสอนหรือห้องที่มีการเปิดใช้อยู่เป็นประจำ ส่วนห้องที่มีค่าความเข้มข้นของก๊าซเรดอนที่สูงเกินระดับมาตรฐานพบในห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์และห้องเก็บสารเคมี โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 427.4±190.7 Bq/m^3 และ 293.9±131.1 Bq/m^3 ตามลำดับ เนื่องจากลักษณะของห้องเก็บสารเคมีเป็นห้องที่ประตูหน้าต่างปิดตลอดเวลาหรือเปิดใช้งานน้อยมาก ทำให้ไม่มีการถ่ายเทอากาศสู่ภายนอก ส่วนห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์เป็นห้องที่พึ่งเปิดใช้งานใหม่ ทำให้ไม่มีช่องลมในการระบายอากาศที่เพียงพอ ซึ่งอาจเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดการสะสมของก๊าซเรดอนขึ้น

สรุป

ค่าความเข้มข้นของก๊าซเรดอนจาก 19 ห้อง ทั้งหมด 47 จุดในบริเวณอาคารคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์ มีค่าอยู่ในช่วง 35 - 427 Bq/m^3 ซึ่งค่าที่พบในแต่ละห้องส่วนใหญ่อยู่ในระดับที่ผ่านมาตรฐานของความเข้มข้นก๊าซเรดอนในอาคารองค์การพิทักษ์สิ่งแวดล้อมแห่งสหรัฐอเมริกา หรือ USEPA ได้กำหนดไว้ นั่นคือน้อยกว่า 148 Bq/m^3 สำหรับปริมาณค่าความเข้มข้นของก๊าซเรดอนที่สูงที่สุดซึ่งเกินระดับมาตรฐานนั้นพบในห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์และรองลงมาคือ ห้องเก็บสารเคมี โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ 427.4±190.7 Bq/m^3 และ 293.9±131.1 Bq/m^3 ตามลำดับ

ข้อเสนอแนะ

ในการตรวจวัดค่าความเข้มข้นของก๊าซเรดอน ควรทำอย่างน้อย 1-2 ปีต่อครั้ง เพื่อให้ได้ข้อมูลที่เป็นปัจจุบัน ทั้งนี้เพราะอาคารมีโอกาสที่จะเกิดรอยแตก รอยแยกของผนังหรือพื้นได้อยู่ตลอดเวลา และต้องเพิ่มจำนวนจุดและระยะเวลาในการวางเครื่องมือที่ใช้ในการตรวจสอบให้เพิ่มขึ้น เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ชัดเจน และถูกต้องมากยิ่งขึ้น อีกทั้งในห้องที่มีความเข้มข้นของก๊าซเรดอนมาก เช่น ห้องคอมพิวเตอร์ หรือห้องเก็บสารเคมี ควรมีการตรวจวัดปริมาณก๊าซเรดอนเป็นระยะๆ เช่น 1-2 เดือนต่อครั้ง

รายการอ้างอิง

ฉันทนา พดุงทศ และฉัตรชัย เอกปัญญาสกุล. (2551). ป่วยเพราะอาคาร. **วารสารคลินิก, 280**.

ไตรภพ ผ่องสุวรรณ ธวัช ชิตตระการ สมพร จองคำ และคณะ. (2544). **การประเมินความเสี่ยงต่อเรดอนภายในและภายนอกอาคารในพื้นที่ชุมชนเขตลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา.** กรุงเทพฯ: สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ.

อรุณ ชัยเสรี. (2551). **โรคตึกป่วยเป็นภัยเงียบ.** วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชาฟิสิกส์ บัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

Ghita, I.A. & Vasilescu, A. (2011). Radon Assessment with Solid-State Nuclear Track Detectors in Bucharest and Its Surrounding Region. **Romanian Reports in Physics, 63**(4), 940-947.

Srisuwan, T. (2006). Radon: The Hidden Hazard in Buildings. **Journal of Architectural/Planning Research and Studies, 4**(2), 23-37.

United States Environmental Protection Agency (USEPA). (1992). **National emission standards for hazardous air pollutions: Emission standards for radon emission from phosphogypsum stacks.** Federal Register. Final Rule (40CFR61). 57(107), 23305.