

การประเมินความเสี่ยงต่อเรดอนภายในและภายนอกอาคาร ในพื้นที่ตำบลสะเตงนอก อำเภอเมือง จังหวัดยะลา
Assessment of Indoor and Outdoor Radon Levels in Satengnok Sub-District, Muang District,
Yala Province

ปัทมา พิศภักดิ์¹, อีมาน ยามา¹, อิสกานดา เจะแม็ง¹,
อับดุลฮาकिม สีเดะ¹ และไชนับ ดอเลาะ¹

Pattama Pisapak¹, Eman Yama¹, Iskanda Chemaeng¹,
Abdulhakim Side¹ and Sainap Doloh¹

คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา¹

Corresponding author, pattama.p@yru.ac.th¹ and Mang19652@gmail.com¹

บทคัดย่อ

การตรวจวัดระดับความเข้มข้นก๊าซเรดอนภายในและภายนอกอาคาร ในพื้นที่ตำบลสะเตงนอก อำเภอเมือง จังหวัดยะลา ด้วยเทคนิคหัววัดรอยนิวเคลียร์ชนิดของแข็ง (Solid State Nuclear Track Detectors, SSNTD) ชนิดแผ่นพลาสติก CR-39 มีเงื่อนไขในการกักขยายรอยรังสีแอลฟาที่เหมาะสม คือ ใช้สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) ความเข้มข้น 6.25 โมลต่อลิตร ที่อุณหภูมิ 85 องศาเซลเซียส กัตรอยนานเป็นเวลา 100 นาที ใน water bath จากการติดตั้งชุดตรวจวัดความเข้มข้นก๊าซเรดอนภายในอาคาร พบค่าระดับความเข้มข้นก๊าซเรดอนที่ตรวจวัดได้มีค่าอยู่ในช่วง 679.80 - 1606.80 Bq/m³ และภายนอกอาคารมีค่าอยู่ในช่วง 587.10 - 1637.70 Bq/m³ โดยมีค่าระดับความเข้มข้นก๊าซเรดอนเฉลี่ยภายในอาคารเท่ากับ 1007.34 ± 6.93 Bq/m³ และภายนอกอาคารมีค่าระดับความเข้มข้นก๊าซเรดอนเฉลี่ยเท่ากับ 920.82 ± 1.46 Bq/m³ ซึ่งสูงกว่ามาตรฐานที่ องค์การพิทักษ์สิ่งแวดล้อมแห่งสหรัฐอเมริกา (USEPA) กำหนด คือ 148 Bq/m³

คำสำคัญ : เรดอน, ความเข้มข้น, การวัดรอยนิวเคลียร์

ABSTRACT

Indoor and outdoor radon concentration was measured in Satengnok Sub-District, Muang District, Yala Province, by using solid state nuclear track detector (SSNTD, CR-39). The suitable etching condition can be used for producing tracks, with 100 min etching in 6.25 Mol/L of NaOH at 85 °C in the water bath. Results showed that: indoor radon concentrations are in the range of 679.80 to 1606.80 (Bq/m³), and outdoor radon concentrations are in the range of 587.10 to 1637.70 (Bq/m³). The average values of indoor and outdoor radon concentrations were 1007.34 ± 3.81 Bq/m³ and 920.82 ± 4.53 Bq/m³, respectively. These values are higher than the USEPA permissible limit of 148 Bq/m³.

Keywords: Radon, Concentration, Nuclear track etching

บทนำ

เรดอน สัญลักษณ์คือ Rn เป็นธาตุกัมมันตรังสีที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติ ไม่มีสี ไม่มีกลิ่น และไม่สามารถสัมผัสได้ด้วยประสาทสัมผัสใดๆ เรดอนเป็นก๊าซเฉื่อยที่เกิดจากการสลายตัวของอนุกรมยูเรเนียม มีค่าครึ่งชีวิต 3.82 วัน (Kanokkan, 2015) เรดอนถูกปะปนอยู่ในดิน หิน และน้ำ และสามารถแทรกตัวขึ้นมาผ่านชั้นใต้ดิน โดยจะซึมผ่านตามรอยแตกของพื้นดินกระจายสู่อากาศภายนอกอาคารและซึมผ่านรอยแตกของอาคารเข้าสู่ภายในอาคารได้ (พงศ์เทพ วิวรรณเดช, 2544) เรดอนเป็นก๊าซหนักที่สุดและถือได้ว่าเป็นสารก่อมะเร็งในมนุษย์ (Human carcinogen) เป็นอันดับ 2 รองจากการสูบบุหรี่ มนุษย์ที่อาศัยอยู่ในพื้นที่ที่มีความเข้มข้นของก๊าซเรดอนสูง เมื่อเรสูดดมเข้าไป จะเกิดการสะสมและเป็นการเพิ่มความเสี่ยงต่อการเป็นมะเร็งปอด ถือเป็นภัยเงียบที่มองไม่เห็น (ไตรภพ ผ่องสุวรรณและคณะ, 2543) ในบรรยากาศทั่วไปจะมีก๊าซเรดอนปะปนอยู่น้อยขึ้นอยู่กับปริมาณยูเรเนียม และเรเดียมในบริเวณดังกล่าว ดังนั้นเมื่อมนุษย์เรา นำวัสดุก่อสร้างไม่ว่าจะเป็น อิฐ หิน ดิน ทราย ที่มีการเจือปนของปริมาณเรเดียมมาก่อสร้าง วัสดุก่อสร้างนั้นก็จะปล่อยก๊าซเรดอนออกมาตามปริมาณเรเดียมที่ปะปนอยู่หากอาคารบ้านเรือนไม่มีระบบการระบายอากาศที่ดีก็จะเป็นแหล่งสะสมปริมาณก๊าซเรดอนในปริมาณที่สูงจนอาจเป็นอันตรายต่อผู้อยู่อาศัยได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งปัจจุบันรูปแบบอาคารบ้านเรือนในประเทศไทยได้มีการปรับปรุงรูปแบบการก่อสร้างเลียนแบบต่างประเทศมากขึ้น มีการนำวัสดุก่อสร้างจำพวกหินแกรนิต หินอ่อน มาใช้ในการก่อสร้างอาคารบ้านเรือน ซึ่งถือว่าเป็นแหล่งกักเก็บของการสะสมก๊าซเรดอนในบ้านเรือนที่สำคัญอย่างยิ่ง

ปัจจุบัน มีนักวิจัยและผู้เชี่ยวชาญระหว่างประเทศได้มีการทบทวนระดับความเข้มข้นมาตรฐานของก๊าซเรดอน เพื่อเป็นการควบคุมปริมาณการได้รับก๊าซเรดอนจากสิ่งแวดล้อม ทั้งภายในอาคาร และภายนอกอาคาร โดยองค์การพิทักษ์สิ่งแวดล้อมแห่งสหรัฐอเมริกา (United States Environmental Protection Agency: USEPA) ได้กำหนดระดับความเข้มข้นเรดอนภายในอาคารอ้างอิงไว้ที่ 148 Bq/m^3 สำหรับประเทศไทยได้มีการตระหนักถึงพิษภัยของก๊าซเรดอนเช่นกัน แต่ยังไม่มีการกำหนดค่ามาตรฐานอ้างอิงเฉลี่ยของระดับประเทศ ซึ่งค่าเฉลี่ยที่ได้อาจจะสูงหรือต่ำกว่าก็ได้ ขึ้นอยู่กับระดับความเข้มข้นเรดอนเฉลี่ยทั่วประเทศ

ดังนั้น ในงานวิจัยนี้ จึงมีความสนใจที่จะทำการศึกษาความเสี่ยงต่อเรดอนภายในและภายนอกอาคารในพื้นที่ตำบลสะเตงนอก อำเภอดำรงวิทยะลา เพื่อเป็นข้อมูลเบื้องต้นสำหรับการประเมินค่าความเสี่ยงของผู้อยู่อาศัยในพื้นที่ดังกล่าว

วัตถุประสงค์

1. เพื่อวัดความเข้มข้นของก๊าซเรดอนภายในและภายนอกอาคาร ตำบลสะเตงนอก อำเภอดำรงวิทยะลา
2. เพื่อประเมินความเสี่ยงของก๊าซเรดอนภายในและภายนอกอาคาร ตำบลสะเตงนอก อำเภอดำรงวิทยะลา
3. เพื่อเปรียบเทียบระดับความเข้มข้นก๊าซเรดอนภายในและภายนอกอาคาร ตำบลสะเตงนอก อำเภอดำรงวิทยะลา เพื่อนำไปสู่การแก้ไขต่อไป

การประชุมวิชาการระดับชาติ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช ครั้งที่ 4
“วิจัยและนวัตกรรมเพื่อการพัฒนาชุมชนท้องถิ่นอย่างยั่งยืน”

ขอบเขตของการวิจัย

เพื่อให้การวิจัยครั้งนี้บรรลุตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ ผู้วิจัยจึงกำหนดขอบเขตไว้ในการวัดก๊าซเรือนกระจกภายในและภายนอกอาคาร ดังนี้

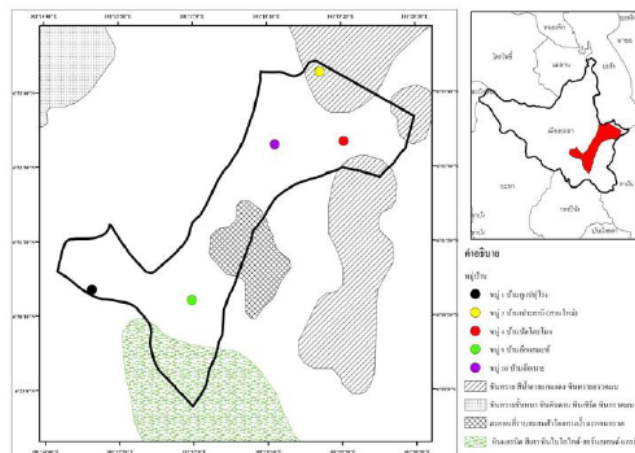
เลือกตำแหน่งที่จะติดตั้งอุปกรณ์สำหรับการตรวจวัดก๊าซเรือนกระจกภายในและภายนอกอาคาร บริเวณตำบลสะเตงนอก อำเภอเมือง จังหวัดยะลา จำนวน 5 หมู่บ้าน (ภาพที่ 1) โดยติดตั้งหั่ววัดรอยนิวเคลียร์ชนิดของแข็ง (SSNTD; CR-39) ภายในและภายนอกอาคาร รวมทั้งหมด 30 ตัวอย่าง นานเป็นเวลา 40 วัน แล้วทำการกัดขยายรอยแฝงโดยใช้เงื่อนไขที่เหมาะสมและทำการตรวจนับค่าความหนาแน่นรอยรังสีแอลฟาที่เกิดขึ้นบนแผ่น CR-39 ต่อพื้นที่ 40 ตารางมิลลิเมตรด้วยกล้องจุลทรรศน์แล้วเปรียบเทียบรอยแฝงเป็นค่าความเข้มข้นของก๊าซเรือนกระจก

วิธีดำเนินการวิจัย

การทำวิจัยเพื่อตรวจระดับความเข้มข้นก๊าซเรือนกระจกภายใน และภายนอกอาคาร ในพื้นที่ตำบลสะเตงนอก อำเภอเมือง จังหวัดยะลา โดยใช้เทคนิคหั่ววัดรอยนิวเคลียร์ชนิดของแข็ง (SSNTD; CR-39) โดยมีขั้นตอนการดำเนินการวิจัย ดังต่อไปนี้

ตอนที่ 1 การเตรียมตัวอย่างและการติดตั้งหั่ววัด

ตอนที่ 2 การวิเคราะห์และศึกษาในห้องปฏิบัติการ



ภาพที่ 1 แผนที่จุดตรวจวัดระดับความเข้มข้นก๊าซเรือนกระจกภายใน และภายนอกอาคาร ในพื้นที่ตำบลสะเตงนอก อำเภอเมือง จังหวัดยะลา โดยใช้เทคนิคหั่ววัดรอยนิวเคลียร์ชนิดของแข็ง (SSNTD; CR-39)

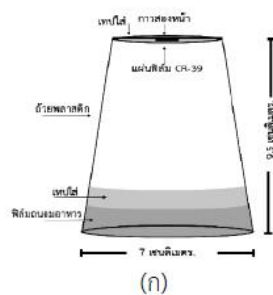
ตอนที่ 1 การเตรียมตัวอย่างและการติดตั้งหั่ววัด

เตรียมชุดการตรวจวัดก๊าซเรือนกระจกภายใน และภายนอกอาคาร โดยนำหั่ววัดแผ่นพลาสติก CR – 39 ขนาด $1 \times 1.5 \text{ cm}^2$ ติดบริเวณก้นแก้วพลาสติกใส และปิดปากแก้วด้วยแผ่นฟิล์มถนอมอาหารและพันด้วยเทปใสให้แน่นสนิท และนำชุดตรวจวัดที่ได้เตรียมไว้เสร็จเรียบร้อยแล้วไปติดตั้งภายในและภายนอกอาคาร ในพื้นที่ตำบลสะเตงนอก อำเภอเมือง จังหวัดยะลา ดังแสดงในภาพที่ 2

โดยติดตั้งชุดตรวจวัดดังกล่าว ใน 5 หมู่บ้าน ของตำบลสะเตงนอก อำเภอเมือง จังหวัดยะลา รวม 30 ตัวอย่าง คือ ในอาคาร 15 ตัวอย่าง และ นอกอาคาร 15 ตัวอย่าง โดยทำการติดตั้งเป็นเวลานาน 40 วัน ระหว่าง

การประชุมวิชาการระดับชาติ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช ครั้งที่ 4
“วิจัยและนวัตกรรมเพื่อการพัฒนาชุมชนท้องถิ่นอย่างยั่งยืน”

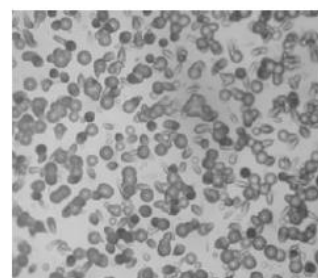
วันที่ 3 กุมภาพันธ์ 2561 ถึง 14 มีนาคม 2561 ก่อนทำการติดตั้งได้มีสอบถาม โดยใช้แบบสอบถามข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับบ้านและที่อยู่อาศัยของจุดที่จะติดตั้งชุดตรวจวัดนั้น ๆ



ภาพที่ 2 (ก) ชุดตรวจวัดก๊าซเรดอนภายใน และภายนอกอาคาร (ข) นำแผ่นพลาสติก CR-39 ติดในถ้วยพลาสติกใส และปิดปากแก้วพลาสติก (ค) นำชุดตรวจวัดก๊าซเรดอนติดตั้งโดยแขวนไว้ภายใน และภายนอกอาคาร

ตอนที่ 2 การวิเคราะห์และการศึกษาในห้องปฏิบัติการ

การวิเคราะห์และการศึกษาในห้องปฏิบัติการ เมื่อครบกำหนด 40 วัน ได้เก็บชุดตรวจวัดกลับมาทำการทดลองในห้องปฏิบัติการ สาขาวิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร เพื่อหาระดับความเข้มข้นก๊าซเรดอนภายใน และภายนอกอาคาร โดยนำแผ่นพลาสติก CR-39 มาวัดด้วยวิธีโดยใช้สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) ความเข้มข้น 6.25 โมล/ลิตร ที่อุณหภูมิ 85 องศาเซลเซียส ใช้เวลากัดขยายรอย 100 จากนั้นนำแผ่นฟิล์มที่ผ่านการกัดรอยมาล้างทำความสะอาดและทิ้งไว้ให้แห้งสนิท แล้วนำมานับรอยแฝงด้วยกล้องจุลทรรศน์ที่กำลังขยาย 100 เท่า ดังภาพที่ 3 จะได้ความหนาแน่นรอยรังสีแอลฟาที่ปรากฏบนแผ่นฟิล์มในหน่วย (tracks/cm²) จากนั้นนำความหนาแน่นรอยที่ได้ไปคำนวณความเข้มข้นก๊าซเรดอน โดยใช้สมการเปรียบเทียบมาตรฐาน (อภินันท์, 2454)



ภาพที่ 3 (ก) เตรียมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) (ข) การกักขยายรอยด้วยเงื่อนไขที่เหมาะสม (ค) ล้างแผ่นพลาสติก CR-39 ด้วยน้ำเปล่าให้สะอาด (ง) นำแผ่นพลาสติก CR-39 ติดบนกระจกสไลด์ และนำมานับรอยด้วยกล้องจุลทรรศน์ (จ) ลักษณะรอยรังสีแอลฟาที่ปรากฏบนแผ่นพลาสติก CR-39

หลังทำการกักขยายรอยแล้วสมการปรับเทียบมาตรฐาน สำหรับการวิเคราะห์หาค่าระดับความเข้มข้นก๊าซเรดอนภายใน และภายนอกอาคาร จะใช้สมการที่ (1)

$$Y = 9.27 * X$$

เมื่อ Y คือ ความเข้มข้นรังสีของก๊าซเรดอนที่ได้จากการตรวจวัดภายใน และภายนอกอาคาร (Bq/m^3)

X คือ ความหนาแน่นรอยรังสีแอลฟาบนแผ่นพลาสติก CR-39 (count/40 mm²)

ผลการวิจัย

ผลการวิเคราะห์ระดับความเข้มข้นก๊าซเรดอนภายใน และภายนอกอาคาร ตำบลสะเตงนอก อำเภอเมือง จังหวัดยะลา

ระดับความเข้มข้นก๊าซเรดอนภายใน และภายนอกอาคาร ในพื้นที่ตำบลสะเตงนอก อำเภอเมือง จังหวัดยะลา รวมทั้งสิ้น 30 ตัวอย่าง ใน 6 หมู่บ้าน โดยใช้ชุดตรวจวัดรอยรังสีแอลฟา (Alpha Track Detector) ชนิด CR-39 ทำการตรวจวัดโดยใช้ ระยะเวลา 40 วัน ผลการวิเคราะห์ระดับความเข้มข้นก๊าซเรดอนเฉลี่ย แสดงค่าดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ระดับความเข้มข้นก๊าซเรดอนภายในและภายนอกอาคาร ตำบลสะเตงนอก อำเภอเมือง จังหวัดยะลา

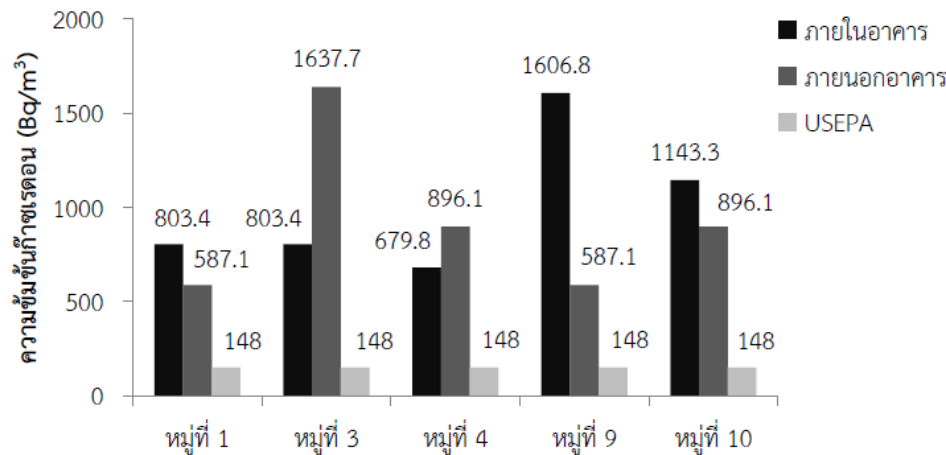
จุดตรวจวัด	ระดับความเข้มข้นก๊าซเรดอนเฉลี่ย (Bq/m^3)	
	ภายในอาคาร	ภายนอกอาคาร
หมู่ที่ 1	803.4 ± 11.55	587.1 ± 1.53
หมู่ที่ 3	803.4 ± 5.77	1637.7 ± 3.06
หมู่ที่ 4	679.8 ± 5.77	896.1 ± 0.58
หมู่ที่ 9	1606.8 ± 5.77	587.1 ± 0.58
หมู่ที่ 10	1143.3 ± 5.77	896.1 ± 1.53
ค่าเฉลี่ยตำบล	1007.34 ± 6.93	920.82 ± 1.46
USEPA	148	

การตรวจวัดระดับความเข้มข้นก๊าซเรดอนภายใน และภายนอกอาคาร ในพื้นที่ตำบลสะเตงนอก โดยแบ่งเป็น 5 หมู่ ได้แก่ หมู่ 1, 3, 4, 9 และ 10 ซึ่งพบว่าระดับความเข้มข้นก๊าซเรดอนภายในอาคาร ต่ำสุดคือ หมู่ที่ 4 มีค่าเท่ากับ 679.8 ± 5.77 (Bq/m^3) และระดับความเข้มข้นก๊าซเรดอนสูงสุดคือ หมู่ที่ 9 มีค่าเท่ากับ 1606.8 ± 5.77 (Bq/m^3) และระดับความเข้มข้นก๊าซเรดอนเฉลี่ยทั้งตำบลอยู่ที่ (Mean $\pm$ SD) คือ 1007.34 ± 6.93 (Bq/m^3) และ ระดับความเข้มข้นก๊าซเรดอนภายนอกอาคารต่ำสุด พบในหมู่ที่ 1 และ หมู่ที่ 9 มีค่าเท่ากัน คือ 587.1 ± 1.57 (Bq/m^3) และ 587.1 ± 0.58 (Bq/m^3) ตามลำดับ และระดับความเข้มข้นก๊าซเรดอนสูงสุดพบในหมู่ที่ 3

การประชุมวิชาการระดับชาติ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช ครั้งที่ 4
“วิจัยและนวัตกรรมเพื่อการพัฒนาชุมชนท้องถิ่นอย่างยั่งยืน”

มีค่าเท่ากับ 1637.7 ± 3.06 (Bq/m³) และระดับความเข้มข้นก๊าซเรดอนเฉลี่ยทั้งตำบลอยู่ที่ (Mean $\pm$ SD) คือ 920.82 ± 1.46 (Bq/m³)

ทั้งนี้ จะเห็นว่า ระดับค่าเฉลี่ยความเข้มข้นก๊าซเรดอนทั้งภายใน และภายนอกอาคารมีค่าที่สูงกว่ามาตรฐานที่องค์การพิทักษ์สิ่งแวดล้อมแห่งสหรัฐอเมริกา (USEPA) กำหนด คือ 148 Bq/m³ ดังแสดงในภาพที่ 4



ภาพที่ 4 ระดับความเข้มข้นก๊าซเรดอนภายในและภายนอกอาคาร ตำบลสะเดียงนอก อำเภอเมือง จังหวัดยะลา

สรุปผลและอภิปรายผลการวิจัย

จากการติดตั้งชุดตรวจวัดความเข้มข้นก๊าซเรดอนภายใน และภายนอกอาคารจำนวน 30 ตัวอย่าง ระหว่างวันที่ 3 กุมภาพันธ์ 2561 ถึง 14 มีนาคม 2561 เป็นเวลา 40 วัน จะเห็นได้ว่าค่าระดับความเข้มข้นก๊าซเรดอนภายในอาคารที่ตรวจวัดได้มีค่าอยู่ในช่วง 679.80 - 1606.80 Bq/m³ และภายนอกอาคารมีค่าอยู่ในช่วง 587.10 - 1637.70 Bq/m³ โดยมีค่าระดับความเข้มข้นก๊าซเรดอนเฉลี่ยภายในอาคารเท่ากับ 1007.34 ± 6.93 Bq/m³ และภายนอกอาคารมีค่าระดับความเข้มข้นก๊าซเรดอนเฉลี่ยเท่ากับ 920.82 ± 1.46 Bq/m³ ซึ่งสูงกว่ามาตรฐานที่องค์การพิทักษ์สิ่งแวดล้อมแห่งสหรัฐอเมริกา (USEPA) กำหนด คือ 148 Bq/m³ เมื่อเปรียบเทียบผลภายในและภายนอกอาคาร มีความไม่สอดคล้องกัน อาจอันเนื่องมาจากปัจจัยในเรื่องของวัสดุก่อสร้างบ้านหรือระบบการถ่ายเทอากาศภายในบ้าน ซึ่งเป็นปัจจัยหลักในการสะสมเรดอนในบ้านเรือนที่สำคัญอย่างยิ่ง

ข้อเสนอแนะเพื่อนำผลการวิจัยไปใช้

1. ควรทำการตรวจวัดระดับความเข้มข้นก๊าซเรดอน ตลอดทุกช่วงฤดูกาล ทั้งนี้เพราะว่าระดับความเข้มข้นก๊าซเรดอนภายในอาคาร ของประชาชนในแต่ละหลังตลอดทั้งปีนั้นไม่เท่ากัน หากสามารถทำการตรวจวัดออกมาเป็นฤดูกาลได้ จะช่วยให้เราสามารถหาระดับความเข้มข้นก๊าซเรดอนเฉลี่ยตลอดทั้งปี อย่างไรก็ตามในการตรวจวัดลักษณะนี้ต้องมีความพร้อมในเรื่องของกำลังคนที่จะทำการวิจัย เนื่องจากต้องใช้ระยะเวลานานพอสมควรในการวิเคราะห์ผล
2. เน้นศึกษาพื้นที่ที่มีระดับความเข้มข้นก๊าซเรดอนภายในบ้านเรือนสูงเป็นพิเศษ เช่น ในกรณีศึกษาทั้ง 5 หมู่ ซึ่งมีค่าสูงกว่ามาตรฐานที่กำหนดไว้โดย องค์การพิทักษ์สิ่งแวดล้อมแห่งสหรัฐอเมริกา (USEPA) กำหนด

การประชุมวิชาการระดับชาติ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช ครั้งที่ 4
“วิจัยและนวัตกรรมเพื่อการพัฒนาชุมชนท้องถิ่นอย่างยั่งยืน”

คือ 148 Bq/m^3 ทั้งนี้ถ้าเป็นไปได้ควรทำการปรับเทียบค่ามาตรฐาน และลงไปทำการศึกษาค้นคว้าเพื่อเปรียบเทียบข้อมูลที่ได้ เพื่อเป็นการยืนยันผลระดับความเข้มข้นที่มีค่าสูงอีกครั้งหนึ่ง

กิตติกรรมประกาศ

รายงานวิจัยนี้ ขอขอบคุณ ท่านนายกเทศมนตรีเมืองสะเตงนอก อำเภอเมือง จังหวัดยะลา นายเกษมสันต์ สาแม รวมถึงเจ้าหน้าที่ของเทศบาลตำบลสะเตงทุกท่าน ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการอำนวยความสะดวกสำหรับการลงพื้นที่เพื่อติดตั้งชุดตรวจวัดก๊าซเรดอน

ขอขอบคุณ เจ้าของบ้านทุกหลังคาเรือน ในพื้นที่หมู่ 1, 3, 4, 9 และ 10 ตำบลสะเตงนอก อำเภอเมือง จังหวัดยะลา สำหรับการเอื้อเฟื้อสถานที่ และการให้ความร่วมมือเป็นอย่างดี ในการติดตั้งชุดตรวจวัดก๊าซเรดอนภายใน และภายนอกอาคาร ตลอดจนทำให้งานวิจัยในครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

- ไตรภพ ผ่องสุวรรณ และคณะ (2543). การประเมินความเสี่ยงต่อเรดอนภายในและภายนอกอาคารใน พื้นที่ชุมชนเขตลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา. คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- พงศเทพ วิวรรณะเดช, (2544). ความสัมพันธ์ระหว่างก๊าซเรดอนในที่อยู่อาศัยและมะเร็งปอด. ภาควิชาเวชศาสตร์ชุมชน คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จ.เชียงใหม่.
- อกินันท์ ฐิติภรณ์พันธ์, (2542). การตรวจวัดความเข้มข้นก๊าซเรดอนภายในและภายนอกบ้านเรือนในพื้นที่จังหวัดสงขลา. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาฟิสิกส์มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- Kanokkan Titiporpun, Jan Gimsa, Tripop Bhongsuwan, Noodchanath Kongchouy and Apinun Titipornpun, (2015). RADON CONCENTRATION MEASUREMENTS IN SECONDARY SCHOOLS, SURAT THANI PROVINCE, SOUTHERN THAILAND. Conference of the International Journal of Arts & Sciences, 08(01):31–40.
- US Environmental Protection Agency. 1999. Radon(Rn). Sources of Information on indoor Air Quality, US EPA.