

ความเข้มข้นและอัตราการปลดปล่อยแก๊สเรดอนจากตัวอย่างหินที่ใช้ในการก่อสร้าง
บริเวณทางตอนเหนือของจังหวัดยะลา

Radon concentration and radon exhalation rate from rock samples
used for construction at northern part of yala province

พวงทิพย์ แก้วทับทิม^{1*}, พชिरารัฐ โสลา², ทิพวรรณ คงภักดี¹

Pungtip Kaewtubtim^{1*}, Phachirarat Sola², Tippawan Kongpakdee¹

¹แผนกวิชาฟิสิกส์ ภาควิชาวิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี

²สถาบันเทคโนโลยีนิวเคลียร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน) อำเภอบางกรวย จังหวัดนครนายก

¹Physics Section, Department of Science, Faculty of Science and Technology,
Prince of Songkla University, Pattani Campus

²Thailand Institute of Nuclear Technology (Public Organization), Nakhon Nayok, Thailand

*Corresponding author. Tel: 0 7331 2201 ext. 1833, Email: pungtip.k@psu.ac.th

บทคัดย่อ

พื้นที่ทางตอนเหนือของจังหวัดยะลาเป็นพื้นที่ที่มีปริมาณธาตุยูเรเนียม-238 ในดินสูง อาจส่งผลให้ในพื้นที่นี้มีความเข้มข้นของแก๊สเรดอนในอาคาร และในวัสดุก่อสร้างสูงด้วย ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงสนใจศึกษาความเข้มข้นและอัตราการปลดปล่อยแก๊สเรดอนจากวัสดุก่อสร้างประเภทหิน จำนวน 27 ตัวอย่าง โดยใช้เทคนิค Close-Can และวัดแก๊สเรดอนด้วยเครื่อง ATMOS 12 dpx ผลการศึกษาพบว่าความเข้มข้นของแก๊สเรดอน อัตราการปลดปล่อยแก๊สเรดอน และปริมาณรังสียังผลมีค่าเฉลี่ย $49.24 \pm 8.43 \text{ Bq}\cdot\text{m}^{-3}$, $16.56 \pm 3.00 \text{ mBq}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}$ และ $1.24 \pm 0.21 \text{ mSv}\cdot\text{y}^{-1}$ ตามลำดับ โดยความเข้มข้นของแก๊สเรดอนในตำบลลิถล มีค่าสูงกว่าค่าอ้างอิง ($300 \text{ Bq}\cdot\text{m}^{-3}$ ที่กำหนดโดย WHO) และในส่วนของปริมาณรังสียังผลพบว่ามีตำบลลิถล เกรอ และกอตตือระ มีค่าสูงกว่าค่าอ้างอิง คือ $1 \text{ mSv}\cdot\text{y}^{-1}$ กำหนดโดย ICRP

คำสำคัญ : ความเข้มข้นของแก๊สเรดอน อัตราการปลดปล่อยแก๊สเรดอน หินก่อสร้าง ตอนเหนือของจังหวัดยะลา

ABSTRACT

The concentration of uranium-238 in soil at the north of Yala province were high, which may cause of high indoor radon concentration and building materials in this area. Therefore, this research aims to study the radon concentration and radon exhalation rate from rock used for building materials 27 samples using Close-Can technique with ATMOS 12 dpx. This study found that the radon concentration, radon exhalation rate and the effective dose are average

Received 11-06-2019
Revised 06-09-2019
Accepted 16-09-2019

$49.24 \pm 8.43 \text{ Bq}\cdot\text{m}^{-3}$, $16.56 \pm 3.00 \text{ mBq}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}$ and $1.24 \pm 0.21 \text{ mSv}\cdot\text{y}^{-1}$, respectively. The radon concentration in Lidon sub district are higher than acceptable level ($300 \text{ Bq}\cdot\text{m}^{-3}$ as recommended by WHO). For the effective dose in Lidon sub district, Kero sub district and Koto Tuera sub district are higher than the annual exposure limit ($1 \text{ mSv}\cdot\text{y}^{-1}$ as recommended by ICRP).

Keywords: Radon concentration, Radon exhalation rate, Rock used for construction Northern part of Yala Province

1. บทนำ

เรดอน (Radon) เป็นแก๊สกัมมันตรังสีที่มีอยู่โดยทั่วไปตามธรรมชาติ มีอยู่ 3 ไอโซโทปโดยไอโซโทปที่อันตรายที่สุด คือเรดอน-222 ที่มาจากการสลายตัวของอนุกรมยูเรเนียม ซึ่งเป็นอนุกรมกัมมันตรังสีที่มีอยู่ทั่วไปในดิน หิน และหินบนพื้นโลก ทั้งนี้เรดอน-222 มีสถานะเป็นแก๊สที่ไม่มีสี ไม่มีกลิ่น ไม่สามารถสัมผัสได้ด้วยประสาทสัมผัสของมนุษย์ และมีครึ่งชีวิต 3.82 วัน ซึ่งนานพอที่จะแพร่กระจายจากแหล่งกำเนิด ผ่านดิน ไปสู่อากาศ และเข้าไปสะสมภายในอาคาร โดยปัจจุบันประชาชนใช้ชีวิตอยู่ภายในอาคารเป็นส่วนใหญ่ เมื่อประชาชนผู้ที่อยู่อาศัยในอาคารบ้านเรือนสูดดมเอาแก๊สเรดอนเข้าไปในร่างกายก็จะไปสะสมในปอด และจากการที่แก๊สเรดอนเป็นแก๊สกัมมันตรังสี มีการสลายตัวไปเป็นโปโลเนียม (Polonium) โดยในระหว่างการสลายตัวนี้จะเกิดอนุภาคแอลฟาที่มีพลังงาน 5.48 MeV ที่ทำให้อะตอมที่เคลื่อนที่ผ่านเกิดการแตกตัวเป็นไอออน (Ionization) อะตอมของเนื้อเยื่อที่ถูกทำลายโดยกระบวนการนี้จะเกิดความเสียหาย และเนื่องจากโปโลเนียมที่มาจากสลายตัวของเรดอนเป็นสารกัมมันตรังสีที่อยู่ในสถานะของแข็ง ไปจับตัวอยู่ในเนื้อเยื่อปอด และเกิดการสลายตัวต่อไปอีกเนื่องจากไม่เสถียร รังสีแอลฟาพลังงานสูงที่สุดที่ถูก

ปลดปล่อยออกมาจากโปโลเนียมจะทะลุทะลวงทำลายเซลล์ที่อยู่โดยรอบได้โดยตรง [1]

จากการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างแก๊สเรดอนกับโรคมะเร็งปอดในเมืองกาลิเซีย ประเทศสเปน พบว่าแก๊สเรดอนมีความสัมพันธ์กับโรคมะเร็งปอดอย่างมีนัยสำคัญ [2] นอกจากนี้ ในปี 1988 องค์การวิจัยโรคมะเร็งนานาชาติ (International agency for research on cancer หรือ IARC) กำหนดให้แก๊สเรดอนเป็นสารก่อมะเร็งปอดอันดับที่สองรองจากบุหรี่ แหล่งที่มาของแก๊สเรดอนที่เข้าไปสะสมในอาคารบ้านเรือนอาจมาจากทั้งภายนอกอาคาร เช่น ถ้าหากอาคารบ้านเรือนถูกปลูกสร้างในพื้นที่ที่มีลักษณะทางธรณีวิทยาที่เป็นหินแกรนิต จะทำให้แก๊สเรดอนที่ถูกปล่อยออกมาจากหินแกรนิตเข้าไปสะสมในบ้านในปริมาณสูง ซึ่งมีงานวิจัยที่ศึกษาอัตราการปลดปล่อยแก๊สเรดอนจากหินแกรนิต พบว่าเป็นหินที่ปลดปล่อยแก๊สเรดอนออกมาในปริมาณสูง [3, 4] นอกจากนี้ แก๊สเรดอนที่เข้าไปสะสมในอาคารบ้านเรือนอาจมาจากภายในอาคาร ทั้งนี้ เนื่องจากวัสดุก่อสร้างโดยส่วนใหญ่มีการปลดปล่อยแก๊สเรดอนออกมาอยู่แล้ว แต่จะมีปริมาณสูงหรือไม่ขึ้น ขึ้นอยู่กับแหล่งที่มาของวัสดุก่อสร้าง เช่น วัสดุก่อสร้างประเภทหิน ถึงแม้ว่าปกติแล้ว ในอุตสาหกรรมก่อสร้างจะใช้หินปูนที่มีการปลดปล่อยแก๊สเรดอนในปริมาณต่ำกว่าหินแกรนิตมาก แต่จากงานวิจัยพบว่า

หินปูนในบางพื้นที่ก็มีการปลดปล่อยแก๊สเรดอนออกมาสูงเหมือนกัน [5] ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับแหล่งที่มาของหินที่นำมาใช้เป็นวัสดุก่อสร้างด้วย เพราะหินปูนที่ใช้ก่อสร้างถูกนำมาจากภูเขาหินปูนซึ่งอาจมีหินแกรนิตแทรกตัวอยู่ภายใต้ภูเขาหินปูนนี้ ส่งผลให้หินปูนมีการปลดปล่อยแก๊สเรดอนออกมาในปริมาณสูงด้วย

สำหรับพื้นที่ทำการศึกษาซึ่งอยู่ทางตอนเหนือของจังหวัดยะลา มีสภาพทางธรณีวิทยาของพื้นที่เป็นภูเขาหินแกรนิตสลับซับซ้อน มีการทำเหมืองแร่ดีบุกในพื้นที่ และจากการศึกษาปริมาณยูเรเนียมในพื้นที่ผิวดิน ในพื้นที่จังหวัดยะลา พบว่ามีค่า 4.88 ± 0.36 ppm แสดงว่าพื้นที่จังหวัดยะลามีศักยภาพทางเรดอนสูง [6] ดังนั้นหินที่ใช้เป็นวัสดุก่อสร้างในพื้นที่น่าจะมี ความเข้มข้นของแก๊สเรดอนสูงด้วย ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงสนใจที่จะศึกษาระดับความเข้มข้นของแก๊สเรดอนและอัตราการปลดปล่อยแก๊สเรดอนจากวัสดุก่อสร้างประเภทหิน เพื่อเป็นข้อมูลในการนำไปใช้ในการพัฒนาคุณภาพชีวิตของผู้ที่อยู่อาศัยภายในอาคารให้ดีขึ้น และงานวิจัยนี้จะศึกษาความเข้มข้นและอัตราการปลดปล่อยแก๊สเรดอนจากวัสดุก่อสร้าง โดยการตรวจวัดรังสีแอลฟาด้วยเครื่อง ATMOS 12 dpx

2. วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการทดลอง

2.1 วัสดุ อุปกรณ์

2.1.1 ถังใส่ตัวอย่าง (ถังสเตนเลสทรงกระบอก มีฝาปิดและมีท่อต่อที่ฝา)

2.1.2 เครื่อง ATMOS 12 dpx บริษัท Gammadata ประเทศสวีเดน จากสถาบันเทคโนโลยีนิวเคลียร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน) อำเภอองครักษ์ จังหวัดนครนายก

2.1.3 ถูบไฟฟ้า ยี่ห้อ Memmert

2.1.4 ตู้อัดควัน

2.1.5 เครื่องชั่งอิเล็กทรอนิกส์

2.1.6 บั้มสุญญากาศ ยี่ห้อ Edwards

2.1.7 เครื่องบอกฟิสิกทางภูมิศาสตร์

2.1.8 กระบอกถ่านกัมมันต์

2.1.9 ถาดใส่ตัวอย่าง

2.1.10 เกจวัดสุญญากาศ

2.1.11 ถุงซิปล็อค

2.1.12 ตัวยึดฝาถัง

2.2 วิธีดำเนินการ

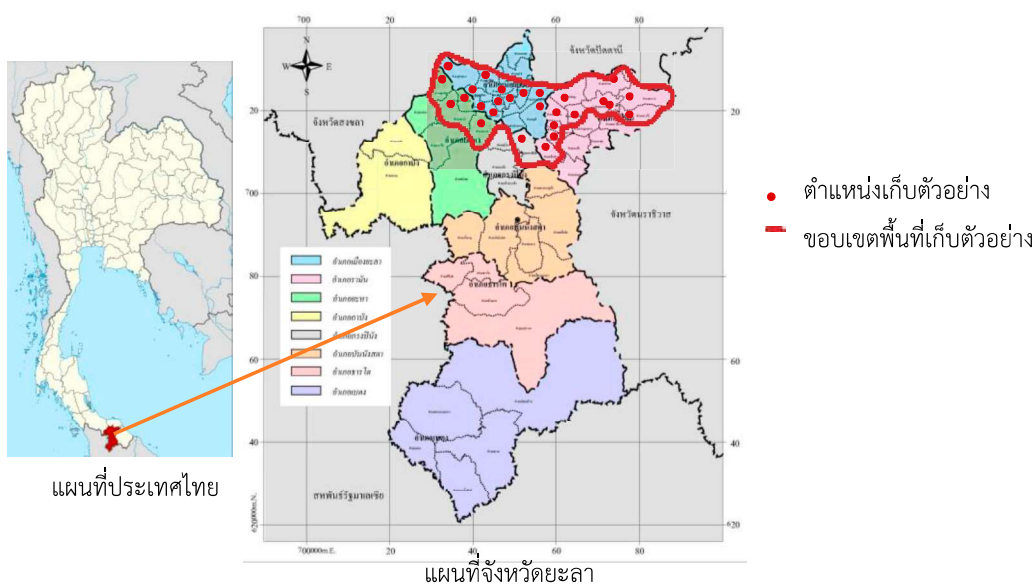
สุ่มเก็บตัวอย่างวัสดุก่อสร้างประเภทหิน โดยการซื้อจากร้านขายอุปกรณ์ก่อสร้างในพื้นที่ 4 อำเภอ ของจังหวัดยะลา (อำเภอเมือง รามัน ยะหา และกรงปินัง) รวม 27 ตำบล ดังแสดงตำแหน่งที่เก็บตัวอย่างในภาพที่ 1 ตัวอย่างจะถูกนำมาอบที่อุณหภูมิ 230°C เป็นระยะเวลาประมาณ 12 hr เพื่อไล่ความชื้นออกจากตัวอย่าง หลังจากนั้นชั่งตัวอย่างที่อบแล้ว ให้ได้น้ำหนัก 1,000 g แล้วใส่ในถาดสเตนเลส โดยเกลี่ยให้ตัวอย่างกระจายตัวสม่ำเสมอ แล้ววางลงในกึ่งกลางของถังวัด (Chambers) ซึ่งถังวัดนี้จะเป็นถังสเตนเลสทรงกระบอกที่ทราบปริมาตร และมีฝาปิด โดยในส่วนฝาปิดจะมีการต่อท่อเพื่อเชื่อมต่ออากาศภายในกับภายนอกถังไว้ เมื่อใส่ตัวอย่างในถังแล้วปิดฝาลงให้สนิท เพื่อไม่ให้อากาศจากภายในถังรั่วออกมาภายนอกได้ ทำการทดสอบการรั่วซึมของอากาศภายในถัง โดยการต่อบั้มสุญญากาศเข้ากับท่อถังวัด และต่อเกจวัดสุญญากาศเข้ากับอีกท่อหนึ่ง โดยให้เข็มของเกจวัดสุญญากาศอ่านค่าได้ 4 inHg แล้วถอดท่อที่ต่อกับบั้มสุญญากาศออก หลังจากนั้นตั้งถังทิ้งไว้ประมาณ 2 hr โดยระหว่างนี้ต้องคอยสังเกตเข็มเกจวัดสุญญากาศว่าค่ายังอยู่เท่าเดิมหรือไม่ ถ้าอ่านค่าได้เท่าเดิมจนถึงเวลาที่กำหนดแสดงว่าถังวัดไม่มีการรั่วซึม เมื่อไม่มีการรั่วซึมแล้วก็ทำให้อากาศ

ภายในถังกลับมามีความดันเท่ากับอากาศภายนอกถัง โดยการเติมอากาศเข้าไปในถังผ่านการต่อกระบอก ถ่านกัมมันต์ (Activated carbon) เข้ากับท่อที่ฝาถัง แล้วสามารถอ่านค่าที่เกจวัดสุญญากาศได้ 0 inHg หลังจากนั้นถอดกระบอกถ่านกัมมันต์ และเกจวัดสุญญากาศออกจากถังวัด เก็บถังวัดไว้เป็นระยะเวลา 7 วัน เพื่อให้ตัวอย่างวัสดุก่อสร้างปลดปล่อยแก๊สเรดอนออกมาภายในถังวัด เมื่อครบเวลาที่กำหนดสามารถวัดความเข้มข้นของแก๊สเรดอนได้ด้วยเครื่อง-ATMOS 12 dpx ดังแสดงในภาพที่ 2 ความเข้มข้นของแก๊สเรดอนภายในภาชนะจะได้ข้อมูลตามภาพที่ 3 ค่าที่อ่านได้มีหน่วยเป็น $Bq \cdot m^{-3}$ ซึ่งนำข้อมูลที่ได้ไป

คำนวณหาความเข้มข้นของแก๊สเรดอนที่จุดสมมูล อัตราการปลดปล่อยแก๊สเรดอน และปริมาณรังสียังผลรายปีได้จากสมการต่อไปนี้ ตามลำดับ [7]

$$C(t) = C_{\infty}(1 - e^{-\lambda t}) \quad (1)$$

เมื่อ $C(t)$ คือ ความเข้มข้นของแก๊สเรดอนที่ได้จากถังวัด ($Bq \cdot m^{-3}$) C_{∞} คือ ความเข้มข้นของแก๊สเรดอนที่จุดสมมูล ($Bq \cdot m^{-3}$) λ คือ ค่าคงที่การสลายตัวของแก๊สเรดอน (s^{-1}) และ t คือ ระยะเวลาที่ผ่านไป (s)



ภาพที่ 1 ตำแหน่งเก็บตัวอย่างวัสดุก่อสร้าง

ซึ่งค่าความเข้มข้นของแก๊สเรดอนที่ได้จากเครื่อง ATMOS 12 dpx จะได้ออกมาในหน่วย $\text{Bq}\cdot\text{m}^{-3}$ ซึ่งค่าที่ได้มานี้สามารถนำไปคำนวณหาอัตราการปลดปล่อยแก๊สเรดอนได้จากสมการต่อไปนี้ [8]

$$E = C_{\infty} \lambda \left(\frac{V}{S} \right) \quad (2)$$

หรือ

$$E = C_{\infty} \lambda \left(\frac{V}{m} \right) \quad (3)$$

เมื่อ E คือ อัตราการปล่อยแก๊สเรดอน ($\text{Bq}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{s}^{-1}$) V คือ ปริมาตรถังวัด (m^3) m คือ มวลของตัวอย่าง (kg) และ S คือ พื้นที่หน้าตัดของตัวอย่าง (m^2) C_{∞} คือ ความเข้มข้นของแก๊สเรดอนที่จุดสมดุล ($\text{Bq}\cdot\text{m}^{-3}$) และ λ คือ ค่าคงที่การสลายตัวของแก๊สเรดอน (s^{-1})

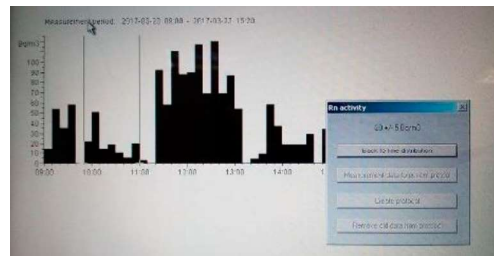


ภาพที่ 2 การวัดความเข้มข้นของแก๊สเรดอนในวัสดุก่อสร้างด้วยเครื่อง ATMOS 12 dpx [8]

นอกจากนี้ คำนวณหาปริมาณรังสีภัยผลรายปีที่ผู้อยู่อาศัยมีโอกาสได้รับ (ไม่เกิน $1 \text{ mSv}\cdot\text{y}^{-1}$) จากสมการต่อไปนี้ [1]

$$H = C_{\infty} \times F \times T \times D \quad (4)$$

เมื่อ H คือ ปริมาณรังสีภัยผลรายปี ($\text{mSv}\cdot\text{y}^{-1}$) C_{∞} คือ ความเข้มข้นของแก๊สเรดอนที่จุดสมดุล ($\text{Bq}\cdot\text{m}^{-3}$) F คือ Equilibrium factor สำหรับภายในอาคารมีค่าเท่ากับ 0.4, T คือ Exposure period มีค่าเท่ากับ $7,000 \text{ h}\cdot\text{y}^{-1}$ และ D คือ Dose Conversion Factor = $9 \times 10^{-9} \text{ mSv} (\text{Bq}\cdot\text{h}\cdot\text{m}^{-3})^{-1}$



ภาพที่ 3 ข้อมูลค่าความเข้มข้นของแก๊สเรดอนที่ได้จากเครื่อง ATMOS 12dpx [8]

3. ผลการทดลองและอภิปรายผล

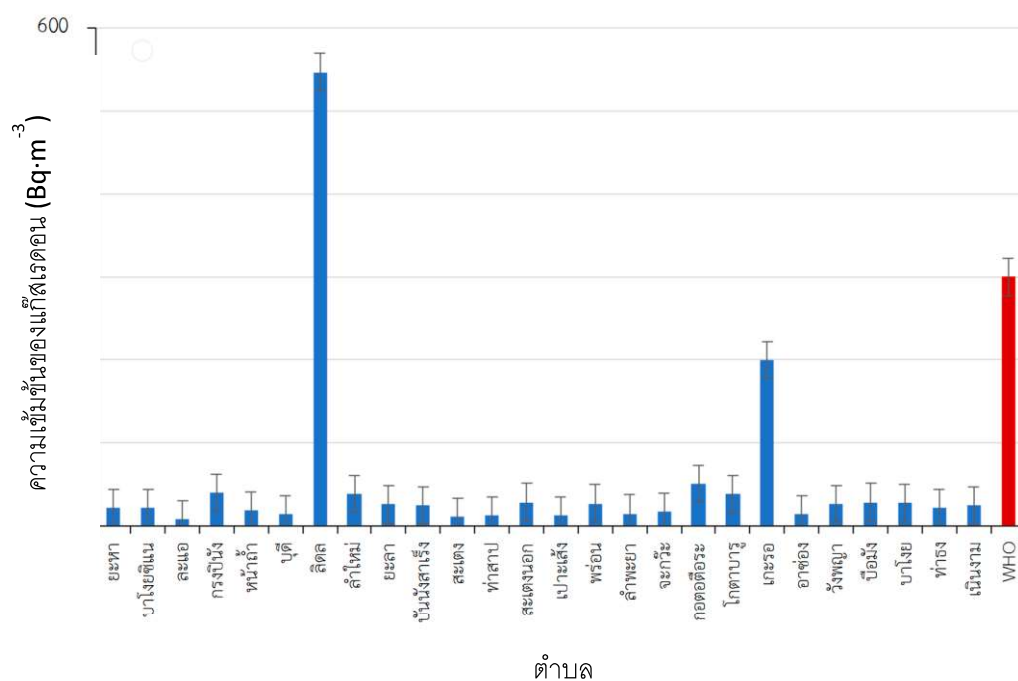
จากการนำตัวอย่างวัสดุก่อสร้างประเภทหินในพื้นที่ทางตอนเหนือของจังหวัดยะลา มาศึกษาความเข้มข้น อัตราการปลดปล่อยแก๊สเรดอน และปริมาณรังสีภัยผล ผลการศึกษาแสดงไว้ในตารางที่ 1 ภาพที่ 4 - 6 โดยพบว่า ความเข้มข้นของแก๊สเรดอน อัตราการปลดปล่อยแก๊สเรดอน และปริมาณรังสีภัยผลจากตัวอย่างหินมีค่าอยู่ระหว่าง 7.01 ± 7.01 ถึง $547.21 \pm 44.90 \text{ Bq}\cdot\text{m}^{-3}$, 3.12 ± 0.94 ถึง $165.46 \pm 13.58 \text{ mBq}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}$ และ 0.18 ± 0.18 ถึง $13.79 \pm 1.13 \text{ mSv}\cdot\text{y}^{-1}$ ตามลำดับ ความเข้มข้นแก๊สเรดอน อัตราการปลดปล่อยแก๊สเรดอน และปริมาณรังสีภัยผลในแต่ละตำบลส่วนใหญ่มีค่าใกล้เคียงกัน โดยมีค่าสูงที่สุดในตำบลลิเล รองลงมาคือตำบลเกาะรอ

ตารางที่ 1 ค่าความเข้มข้น ($\text{Bq}\cdot\text{m}^{-3}$) อัตราการปลดปล่อยแก๊สเรดอน ($\text{mBq}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}$) และปริมาณรังสียังผล ($\text{mSv}\cdot\text{y}^{-1}$)

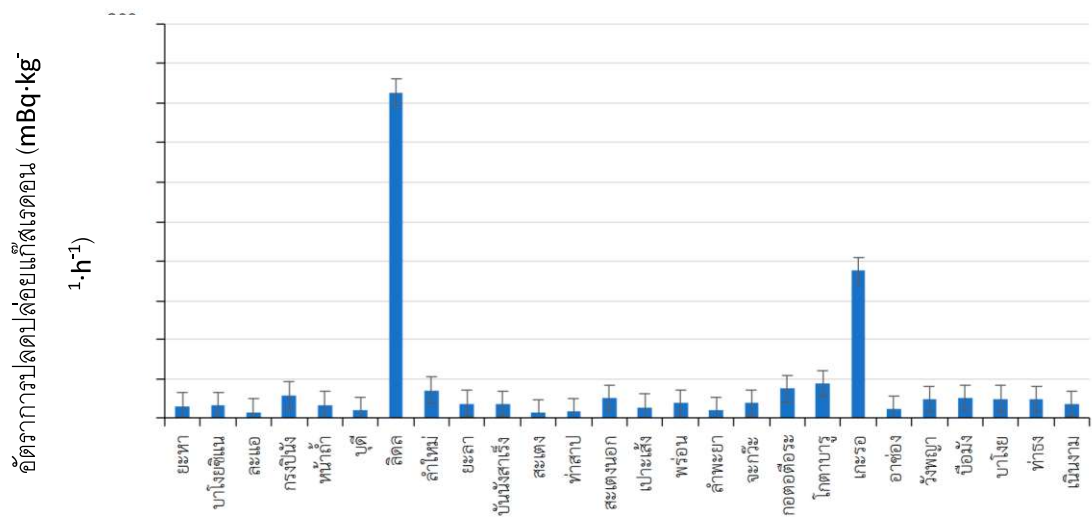
อำเภอ	ตำบล	ความเข้มข้นของ แก๊สเรดอน ($\text{Bq}\cdot\text{m}^{-3}$)	อัตราการปลดปล่อย แก๊สเรดอน ($\text{mBq}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}$)	ปริมาณรังสียังผล ($\text{mSv}\cdot\text{y}^{-1}$)
ยะหา	ตาชี	27.89±7.97	8.43±2.41	0.70±0.20
	ยะหา	21.11±7.04	6.38±2.13	0.53±0.18
	บาโงยซีแน	21.48±3.22	6.49±0.97	0.54±0.08
	ละแอ	7.01±7.01	3.36±3.36	0.18±0.18
กรงปินัง	กรงปินัง	39.46±5.26	11.93±1.59	0.99±0.13
เมือง	หน้าถ้ำ	18.50±6.61	6.99±2.50	0.47±0.17
	บุตี	13.50±4.50	4.08±1.36	0.34±0.11
	ลิตล	547.24±44.90	165.46±13.58	13.79±1.13
	ลำใหม่	38.05±11.81	14.38±4.46	0.96±0.30
	ยะลา	25.18±6.99	7.61±2.11	0.63±0.18
	บันนังสาเร้ง	24.74±5.50	7.48±1.66	0.62±0.14
	สะเตง	10.33±3.10	3.12±0.94	0.26±0.08
รามัน	ท่าสาป	12.59±5.60	3.81±1.69	0.32±0.14
	สะเตงนอก	27.89±6.97	10.54±2.64	0.70±0.18
	เปาะเส้ง	12.01±4.00	5.77±1.92	0.30±0.10
	พร่อน	26.39±7.11	7.98±2.15	0.67±0.18
	ลำพะยา	14.37±6.53	4.34±1.97	0.36±0.16
	จะก๊วะ	16.97±8.48	8.14±4.07	0.43±0.21
	กอดตืออระ	49.91±6.51	15.09±1.97	1.26±0.16
	โกตาบารู	37.40±9.10	17.95±4.37	0.94±0.23
	เกะรอ	199.25±15.02	75.31±5.68	5.02±0.38
	อาซ่อง	13.25±5.30	5.01±2.00	0.33±0.13
	วังพญา	25.98±7.28	9.82±.75	0.65±0.18

ตารางที่ 2 (ต่อ) ค่าความเข้มข้น ($\text{Bq}\cdot\text{m}^{-3}$) อัตราการปลดปล่อยแก๊สเรดอน ($\text{mBq}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}$) และปริมาณรังสี
ยังผล ($\text{mSv}\cdot\text{y}^{-1}$)

อำเภอ	ตำบล	ความเข้มข้นของ	อัตราการปลดปล่อย	ปริมาณรังสียังผล (mSv·y ⁻¹)
		แก๊สเรดอน (Bq·m ⁻³)	แก๊สเรดอน (mBq·kg ⁻¹ ·h ⁻¹)	
รามัน	วังพญา	25.98±7.28	9.82±.75	0.65±0.18
	บือม้ง	27.89±7.97	10.54±3.01	0.70±0.20
	บาโงย	26.76±7.49	10.11±2.83	0.67±0.19
	ท่าธง	20.66±11.36	9.92±5.46	0.52±0.29
	เนินงาม	23.66±4.98	7.15±1.51	0.60±0.13
เจดีย์	-	49.24±8.43	16.56±3.00	1.24±0.21
WHO	-	300	-	-
ICRP	-	-	-	1

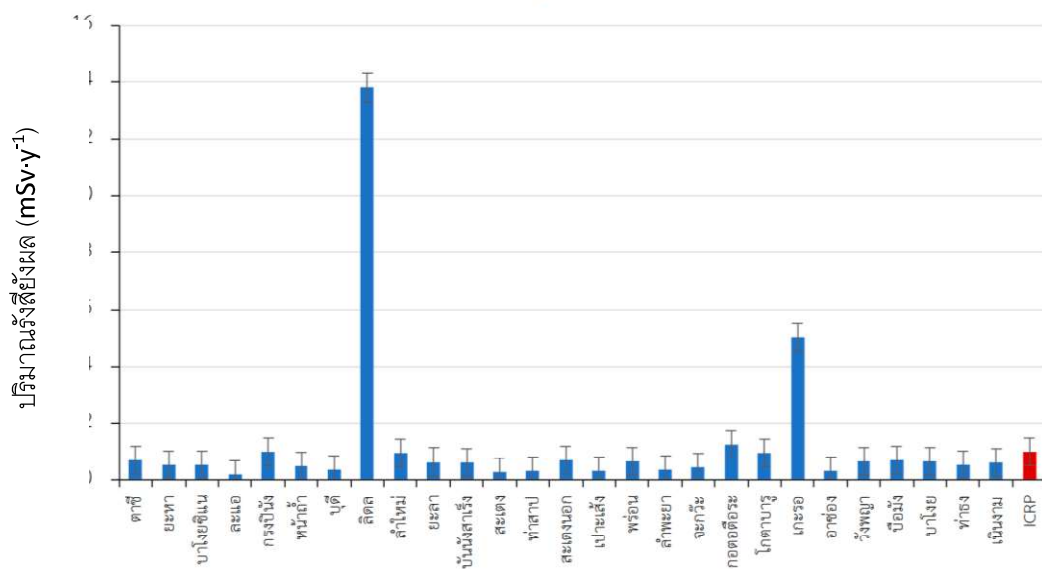


ภาพที่ 4 ความเข้มข้นของแก๊สเรดอน ($\text{Bq}\cdot\text{m}^{-3}$) จากตัวอย่างหิน



ตำบ

ภาพที่ 5 อัตราการปลดปล่อยแก๊สเรดอน (mBq·kg⁻¹·h⁻¹) จากตัวอย่างหิน

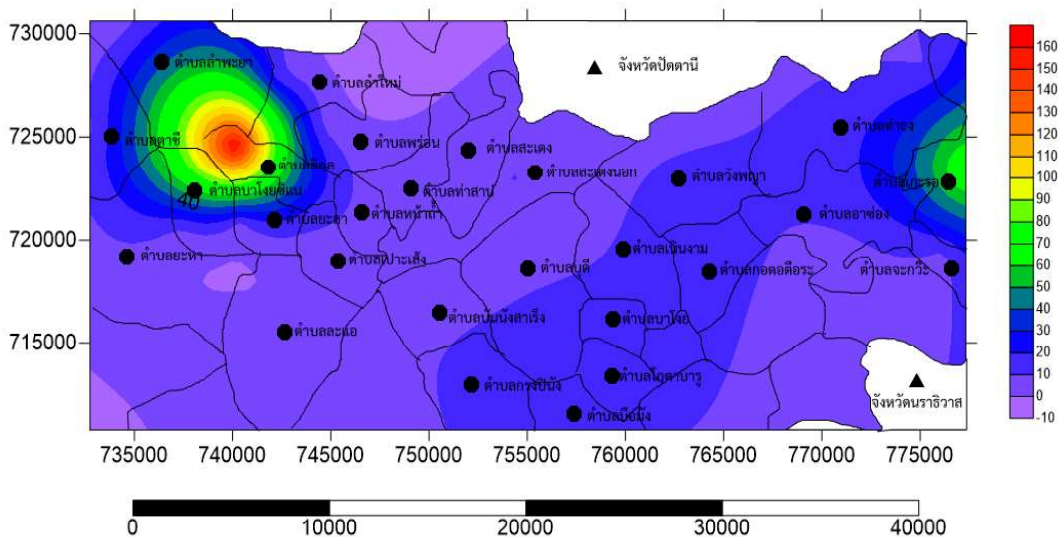


ตำบ

ภาพที่ 6 ปริมาณรังสียงผล (mSv·y⁻¹) จากตัวอย่างหิน

จากผลการศึกษาจะเห็นได้ว่าความเข้มข้นของแก๊สเรดอนในตัวอย่งหินในตำบลลิดล มีค่าสูงกว่าค่าอ้างอิงคือ $300 \text{ Bq}\cdot\text{m}^{-3}$ ซึ่งกำหนดโดยองค์การอนามัยโลก (WHO) สำหรับปริมาณรังสียังผลพบว่ามีค่าลิดล ตำบลเกาะรอ และตำบลกอดตือระ มีค่าสูงกว่าค่าอ้างอิงคือ $1 \text{ mSv}\cdot\text{y}^{-1}$ ซึ่งกำหนดโดยคณะกรรมการการระหว่างประเทศด้านการป้องกันรังสี (ICRP) ทั้งนี้ การที่ความเข้มข้นของแก๊สเรดอนมีค่าสูงที่สุดในตำบลลิดล เนื่องจากตำบลลิดลมีโรงโม่หินตั้งอยู่ในพื้นที่ ซึ่งหินที่นำมาเข้าโรงโม่หินส่วนใหญ่เป็นหินที่มาจากแหล่งภูเขาหินยะลา ซึ่งอยู่ในพื้นที่ [10] ประกอบกับตำบลลิดลมีสภาพทางธรณีวิทยาเป็นเทือกหินแกรนิตอยู่บริเวณใกล้ ๆ และหินแกรนิตเป็นหินที่มีการปลดปล่อยแก๊สเรดอนในปริมาณสูง [3,4,11] ดังนั้น เป็นไปได้ว่าอาจจะมีหินแกรนิตแทรกซอนในภูเขาหินปูน บริเวณตำบลลิดล อย่างไรก็ตาม บางตำบลที่มีสภาพทางธรณีวิทยาเป็นหินแกรนิตแต่มีปริมาณความเข้มข้นของแก๊สเรดอนไม่สูงมากนักอาจเป็นเพราะหินที่ใช้เป็นวัสดุก่อสร้างเป็นหินที่ถูกสังข้อ

มาจากที่อื่น อย่างไรก็ตาม เมื่อเปรียบเทียบอัตราการปลดปล่อยแก๊สเรดอนในตัวอย่งวัสดุก่อสร้างประเภทหินจากงานวิจัยนี้กับตัวอย่งหินที่ใช้ในการก่อสร้างในต่างประเทศ พบว่า มีค่าต่ำกว่าอัตราการปลดปล่อยแก๊สเรดอนเฉลี่ยในหินที่ใช้ในประเทศอียิปต์ [12] ประเทศแคนาดา [3] และประเทศซาอุดีอาระเบีย [13] และเมื่อเปรียบเทียบอัตราการปลดปล่อยแก๊สเรดอนในตัวอย่งวัสดุก่อสร้างประเภทหินจากงานวิจัยนี้กับวัสดุก่อสร้างประเภทอื่นพบว่าตัวอย่งวัสดุก่อสร้างประเภทหินนี้มีค่าอัตราการปลดปล่อยแก๊สเรดอนต่ำกว่า วัสดุก่อสร้างทำมาจากยิปซัม หินอ่อน เซรามิก และหินแกรนิต [14] และเมื่อนำข้อมูลอัตราการปลดปล่อยแก๊สเรดอนในตัวอย่งหิน มาเขียนแผนที่คอนทัวร์ ดังแสดงไว้ในภาพที่ 7 พบว่า มีค่าอัตราการปลดปล่อยแก๊สเรดอนสูงทางทิศตะวันตกเฉียงเหนือของพื้นที่ศึกษา ซึ่งอยู่บริเวณระหว่างตำบลลำพะยา ตำบลตาชี ตำบลบาโจยซิแน และตำบลลิดล ทั้งนี้ เนื่องจากบริเวณดังกล่าวมีลักษณะทางธรณีวิทยาเป็นหินแกรนิต



ภาพที่ 7 อัตราการปลดปล่อยก๊าซเรดอนในตัวอย่งหิน ในบริเวณตอนเหนือ ของจังหวัดยะลา

4. สรุปผลการทดลอง

ผลการวิเคราะห์อัตราการปลดปล่อยแก๊สเรดอนจากวัสดุก่อสร้าง ทางตอนเหนือของจังหวัดยะลา พบว่าตัวอย่างหินมีความเข้มข้นของแก๊สเรดอนอยู่ระหว่าง 7.01 ± 7.01 ถึง $547.21 \pm 44.90 \text{ Bq}\cdot\text{m}^{-3}$ เฉลี่ย $49.24 \pm 8.43 \text{ Bq}\cdot\text{m}^{-3}$ อัตราการปลดปล่อยแก๊สเรดอนมีค่าอยู่ระหว่าง 3.12 ± 0.94 ถึง $165.46 \pm 13.58 \text{ mBq}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}$ เฉลี่ย $16.56 \pm 3.00 \text{ mBq}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}$ และปริมาณรังสียังผลมีค่าอยู่ระหว่าง 0.18 ± 0.18 ถึง $13.79 \pm 1.13 \text{ mSv}\cdot\text{y}^{-1}$ เฉลี่ย $1.24 \pm 0.21 \text{ mSv}\cdot\text{y}^{-1}$ โดยพบว่า ตัวอย่างหินมีค่าความเข้มข้นของแก๊สเรดอน อัตราการปลดปล่อยแก๊สเรดอน และปริมาณรังสียังผลมีค่าสูงที่สุดในตำบลลิตร และเกาะรอ ตามลำดับ ส่วนตำบลอื่นๆ มีค่าค่อนข้างใกล้เคียงกัน โดยความเข้มข้นของแก๊สเรดอนในตำบลลิตร มีค่าสูงกว่าค่าอ้างอิง คือ $300 \text{ Bq}\cdot\text{m}^{-3}$ กำหนดโดย WHO และในส่วนของปริมาณรังสียังผลพบว่ามีตำบลลิตร เกาะรอ และกอดตือระ มีค่าสูงกว่าค่าอ้างอิง คือ $1 \text{ mSv}\cdot\text{y}^{-1}$ กำหนดโดย ICRP

5. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี ที่สนับสนุนทุนวิจัยและสถาบันเทคโนโลยีนิวเคลียร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน) อำเภอดงคราย จังหวัดนครนายกที่ให้อุปกรณ์เครื่องมือ

6. อ้างอิง

- [1] ธีรพงศ์ ศรีสุวรรณ, ไพฑูรย์ วรรณพงษ์, เฉลิมวัฒน์ ต้นตสวัสดิ์. อิทธิพลของวัสดุปิดผิวที่มีต่อการปล่อยก๊าซเรดอนจากวัสดุก่อสร้าง

ประเภทคอนกรีต ซึ่งมีฟอสโฟอิมปซัมเป็นส่วนผสม. วารสารวิจัยและสาระสถาปัตยกรรม/การผังเมือง. 2555; 9:105-11.

- [2] Barbosa-Lorenzo R, Ruano-Ravina A, Caramésd SC, et al.. Residential radon and lung cancer. An ecologic study in Galicia, Spain. Medicina Clínica (Barc). 2015; 144:304-8.
- [3] Chen J, Rahman MN, Atiya IA. Radon exhalation from building materials for decorative use. J Environ Radioact. 2010; 101:317-22.
- [4] Sakoda A, Hanamoto K, Ishimori Y, et al. Radioactivity and radon emanation fraction of the granites sampled at Misasa and Badgastein. Appl Radiat Isot. 2008; 66:648-52.
- [5] Gillmorea GK, Phillipsb PS, Denmanc AR., et al. . Radon in the Creswell Crags Permian limestone caves. J Environ Radioact. 2002; 62:165-179.
- [6] พงทิพย์ แก้วทับทิม. รายงานวิจัยเรื่องการตรวจปริมาณยูเรเนียมในดินพื้นผิว พื้นที่จังหวัดยะลาด้วยแกมมาสเปกโตรมิเตอร์. ปัตตานี: มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์; 2545.
- [7] Sola P, Srinuttrakul W, Laoharajanaphan S, et al.. Estimation of indoor radon and the annual effective dose from building materials by ionization chamber measurement. J Radioanal Nucl Chem. 2014; 302:1531-5.

- [8] สถาบันเทคโนโลยีนิวเคลียร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน) อำเภอบางกรักรักษ์ จังหวัดนครนายก
- [9] Kovler K, Perevalov A, Steiner V, et al . Radon exhalation of cementitious materials made with coal fly ash: Part 1 – scientific background and testing of the cement and fly ash emanation. J Environ Radioact. 2005; 82:321-334.
- [10] กรมอุตสาหกรรมพื้นฐานและการเหมืองแร่ กระทรวงอุตสาหกรรม. แร่ หิน ดิน ทราย. [Internet].; 2550 [cited 2560 มีนาคม 19]. Available from: <https://www.dpim.go.th>.
- [11] Pereira. Estimation of the radon production rate in granite rocks and evaluation of the implications for geogenic radon potential maps: A case study in Central Portugal. J Environ Radioact. 2017; 166(2):270-7.
- [12] Moharram BM, Suliman MN, Zahran NF, et al. 238U, 232Th content and radon exhalation rate in some. Egyptian building materials. Ann Nucl Energ. 2012; 45:138-43.
- [13] Al-Jarallah, M. Radon exhalation from granites used in Saudi Arabia. J Environ Radioact. 2001; 53:91-8.
- [14] Al-Azmi D, Okeyode IC, Alatisse OO, et al . Setup and procedure for routine measurements of radon exhalation rates of building materials. Radiat Meas. 2018; 112:6-10.