

การสำรวจปริมาณความเข้มข้นของก๊าซเรดอนในอาคาร บริเวณมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต: การศึกษานำร่อง

รปณัฐ สุขแก้ว¹, ทศมน สุระคำแหง¹, กชกร พันธวงศ์^{1*}

รับบทความ: 25 มีนาคม 2568; ส่งแก้ไข: 15 กรกฎาคม 2568; ตอรับ: 23 กรกฎาคม 2568

บทคัดย่อ

บทนำ : เรดอนเป็นก๊าซธรรมชาติที่เกิดจากการสลายตัวของอนุกรมยูเรเนียม ส่วนใหญ่ก๊าซเรดอนมักจะพบได้ในระดับสูง บริเวณใกล้แหล่งเหมืองแร่ยูเรเนียม บริเวณที่มีลักษณะทางธรณีวิทยาเป็นหินแกรนิต บริเวณน้ำพุร้อนซึ่งเป็นน้ำจากชั้นบาดาลใต้ดินพุ่งขึ้นมาสู่พื้นผิวดิน โดยพื้นที่ดังกล่าวจัดเป็นพื้นที่เปิด ในขณะเดียวกันพื้นที่ที่ลักษณะแบบปิด เช่น อาคาร ที่พักอาศัย มักจะมีการสะสมของก๊าซเรดอนอยู่ในดิน หิน ทราาย ที่ใช้ในการก่อสร้าง ซึ่งหากได้รับก๊าซเรดอนในปริมาณมากและได้รับเป็นระยะเวลานาน อาจส่งผลต่อสุขภาพโดยเพิ่มความเสี่ยงต่อการเป็นโรคมะเร็งปอดได้

วัตถุประสงค์: เพื่อตรวจวัดและเปรียบเทียบปริมาณความเข้มข้นของก๊าซเรดอนแต่ละอาคาร ที่อยู่ในบริเวณมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต จังหวัดปทุมธานี

วิธีดำเนินการวิจัย: ติดตั้งอุปกรณ์ชุดตรวจวัดก๊าซเรดอนชนิดแผ่นพลาสติก CR-39 บริเวณชั้น 1 ของอาคารภายในบริเวณมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ จำนวน 22 อาคาร ติดตั้งเป็นระยะเวลา 40 วัน จากนั้นนำไปกัตรอยทางนิวเคลียร์ นับรอยรังสีแอลฟา และวิเคราะห์หาปริมาณความเข้มข้นของก๊าซเรดอน

ผลการวิจัย: อาคารที่มีปริมาณความเข้มข้นของก๊าซเรดอนมากที่สุดและน้อยที่สุด คือ อาคารเรียนรวมกลุ่มสังคมศาสตร์ 2 (SC2) บริเวณเสาด้านหน้าอาคาร และอาคารราชสุดา บริเวณบันไดหนีไฟ ชั้น 1 ซึ่งมีค่าเท่ากับ $873.35 \pm 9.35 \text{ Bq/m}^3$ และ $6.35 \pm 0.67 \text{ Bq/m}^3$ ตามลำดับ โดยโซนหอพัก ได้แก่ หอ A, B, C และ F มีค่าปริมาณความเข้มข้นของก๊าซเรดอนเฉลี่ยอยู่ในช่วง 39.38 ± 49.73 ถึง $82.47 \pm 114.28 \text{ Bq/m}^3$ สำหรับโซนอาคารเรียน ได้แก่ อาคารปิยชาติ 1 อาคารปิยชาติ 2 อาคารราชสุดา และอาคารเรียนรวมกลุ่มสังคมศาสตร์ 1-3 มีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 16.41 ± 12.01 ถึง $351.46 \pm 455.00 \text{ Bq/m}^3$

สรุป: บริเวณที่มีค่าปริมาณความเข้มข้นของก๊าซเรดอนสูงเกินกว่า 148 Bq/m^3 ได้แก่ โซนหอพัก พบว่าเป็นพื้นที่ที่มีการถ่ายเทของอากาศค่อนข้างน้อย การระบายอากาศไม่ดีเท่าที่ควร ส่วนอาคารเรียนกลุ่มสังคมศาสตร์ 2, 3 พบว่า มีบางบริเวณที่มีปริมาณความเข้มข้นของก๊าซเรดอนสูง ซึ่งเป็นบริเวณพื้นที่ปิด และมีบางบริเวณที่มีค่าสูงมากผิดปกติซึ่งควรทำการวัดค่าซ้ำ

คำสำคัญ: ความเข้มข้น ก๊าซเรดอนในอาคาร แผ่นพลาสติกฟิล์ม CR-39

¹ภาควิชารังสีเทคนิค คณะสหเวชศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ จังหวัดปทุมธานี 12121

อีเมล : kochakorn.pha@allied.tu.ac.th

A Survey on Indoor Radon Concentration in Thammasat University Rangsit Campus: A pilot study

Thapanat sukeaw¹, Tassamon surakumhang¹, Kochakorn Phantawong^{1*}

Received: March 25, 2025; Received revision: July 15, 2025; Accepted: July 23, 2025

Abstract

Background: Radon is a natural gas that results from uranium decay. Radon is mostly found at high levels near uranium mining areas, geological formations such as granite, and hot springs, where water from underground aquifers rises to the surface. These areas are considered open spaces. Closed areas, such as residential buildings, often accumulate radon gas in the soil, rock, and sand used in construction. Prolonged exposure to high levels of radon gas can affect health by increasing the risk of lung cancer.

Objective: To measure and compare the concentration of radon gas in each building located within Thammasat University, Rangsit Center, Pathum Thani Province.

Materials and methods: CR-39 plastic film-type radon measurement plates were installed on the first floor of 22 buildings within Thammasat University. The plates were installed for 40 days, after which the radon concentration was analyzed using the nuclear track etching method.

Result: The buildings with the highest and lowest radon gas concentrations were the area of the pillars in front of the Social Science Building 2 (SC2) and the fire escape, 1st floor of the Ratchasuda Building, with values of $873.35 \pm 9.35 \text{ Bq/m}^3$ and $6.35 \pm 0.67 \text{ Bq/m}^3$, respectively. In the dormitory zone, the average radon gas concentrations in Dormitories A, B, C, and F ranged from 39.38 ± 49.73 to $82.47 \pm 114.28 \text{ Bq/m}^3$. In the classroom zone, the Piyachart1 Building, Piyachart2 Building, Rajchuda Building, and Social Sciences Building 1-3 had an average value ranging from 16.41 ± 12.01 to $351.46 \pm 455.00 \text{ Bq/m}^3$.

Conclusion: Areas with radon gas concentrations exceeding 148 Bq/m^3 were found in the dormitory zone, which has relatively low air circulation and inadequate ventilation. In Social Science Buildings 2 and 3, some areas showed high radon gas concentration levels, particularly in enclosed spaces, and some areas had abnormally high values that should be re-measured.

Keywords: Concentration, indoor radon, CR-39 plastic film

¹Department of Radiological Technology, Faculty of Allied Health Sciences, Thammasat University Rangsit Campus, Pathum Thani 12121, Thailand. Corresponding email: kochakorn.pha@allied.tu.ac.th

บทนำ

ปัจจุบันโรคมะเร็งถือเป็นหนึ่งในปัญหาสุขภาพที่สำคัญของประเทศไทย โดยเฉพาะโรคมะเร็งปอดซึ่งมีอัตราผู้ป่วยเพิ่มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง จากข้อมูลสถิติมะเร็งทั่วโลกโดยองค์การวิจัยมะเร็งนานาชาติ (International Agency for Research on Cancer: IARC) ซึ่งเป็นหน่วยงานวิจัยมะเร็งภายใต้องค์การอนามัยโลก พบว่าในปี ค.ศ. 2022^[1] มีผู้ป่วยมะเร็งปอดจำนวน 2,480,675 ราย ถือว่าเป็นมะเร็งที่พบบ่อยที่สุดในโลก มีผู้เสียชีวิตด้วยโรคมะเร็งปอดจำนวน 1,817,469 ราย สำหรับประเทศไทยจากรายงานด้านสุขภาพ กรมการแพทย์และกระทรวงสาธารณสุขได้เปิดเผยว่า มีผู้ป่วยมะเร็งปอดมากถึง 122,104 ราย โดยคิดเป็น 186.26 รายต่อประชากรหนึ่งแสนราย โดยมะเร็งปอดเป็นมะเร็งที่ทำให้เสียชีวิตเป็นอันดับ 2 ของมะเร็งทั้งหมด อีกทั้งยังมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นทุกปี^[2] ปัจจัยหลักที่ก่อให้เกิดโรคมะเร็งปอด คือ การสูบบุหรี่ และปัจจัยเสี่ยงอื่น ๆ ได้แก่ มลภาวะทางอากาศ ฝุ่นละออง PM 2.5 การสัมผัสสารพิษ นอกจากนี้ยังมีอีกหนึ่งปัจจัยเสี่ยงสำคัญที่ไม่สามารถมองข้ามไปได้นั้น คือ การได้รับก๊าซเรดอน (Radon) ทั้งจากสิ่งแวดล้อมตามธรรมชาติ และสิ่งก่อสร้างอาคารบ้านเรือนที่อยู่อาศัย^[3-4]

เรดอน (Radon-222) เป็นก๊าซกัมมันตรังสีที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติจากการสลายตัวของธาตุเรเดียม (Radium-226) ซึ่งอยู่ในอนุกรมการสลายตัวของยูเรเนียม (Uranium-238) ก๊าซเรดอนนี้มีค่าครึ่งชีวิตประมาณ 3.82 วัน โดยจะมีการสลายตัวจนสุดท้ายได้ธาตุที่มีความเสถียร คือ ตะกั่ว-206 (Lead-206)^[5] นอกจากก๊าซเรดอน (Radon-222; Rn-222) แล้ว ยังมีอีก 2 ไอโซโทป คือ ก๊าซแอกทิโนน (Actinon-219; Rn-219) ที่

เกิดจากอนุกรมแอกทิโนน และ ก๊าซโธรอน (Thoron-220; Rn-220) ที่เกิดจากอนุกรมโทเรียม โดยแอกทิโนนมีค่าครึ่งชีวิตที่สั้นมากเพียง 3.96 วินาที ส่วนโธรอนมีค่าครึ่งชีวิตสั้นแค่ 55.6 วินาที ดังนั้นทั้ง 2 ไอโซโทปจึงมีโอกาที่จะสลายตัวไปก่อนที่จะออกสู่สิ่งแวดล้อม ด้วยเหตุนี้ในการศึกษาหาปริมาณความเข้มข้นของก๊าซเรดอน จึงสนใจศึกษาเฉพาะไอโซโทปเรดอน (Radon-222; Rn-222) เท่านั้น^[5-6]

เรดอนถือว่าเป็นหนึ่งในก๊าซที่มีความอันตรายเนื่องจากไม่มีกลิ่น ไม่มีสี และไม่มีรส จึงทำให้ไม่สามารถตรวจจับหรือรับรู้ได้ด้วยประสาทสัมผัสของมนุษย์ ก๊าซเรดอนมักสะสมอยู่ภายในอาคารหรือพื้นที่ปิดที่มีการถ่ายเทอากาศไม่ดี เช่น ห้องใต้ดิน พื้นที่หรืออาคารที่มีรอยแยก รอยร้าว ก๊าซเรดอนจะสามารถฟุ้งกระจายผ่านรอยแยก รอยแตกของผิวดินเข้ามาปะปนกับอากาศภายในอาคารได้ เมื่อก๊าซเรดอนเข้าสู่ร่างกายจะเกิดการสลายตัวให้อนุภาครังสีแอลฟาและลูกหลานของเรดอนจนเสถียรกลายเป็นธาตุตะกั่ว อนุภาครังสีแอลฟาเป็นรังสีที่มีพิษร้ายแรง สามารถสร้างความเสียหายให้กับเนื้อเยื่อได้มาก โดยจะทำให้เยื่อบุทางเดินหายใจและเนื้อเยื่อปอดเกิดความเสียหาย นอกจากนี้ยังมีพิษจากตะกั่วที่สะสมอยู่ในถุงลมปอด ซึ่งหากได้รับก๊าซเรดอนในปริมาณมากและได้รับเป็นระยะเวลานาน อาจส่งผลต่อสุขภาพโดยเพิ่มความเสี่ยงต่อการเป็นโรคมะเร็งปอดได้^[3, 7]

จากรายงานขององค์การอนามัยโลก (World Health Organization: WHO) และองค์การระหว่างประเทศเพื่อการวิจัยโรคมะเร็ง (International Agency for Research on Cancer: IARC)^[5] ได้สรุปร่วมกันว่าก๊าซเรดอนเป็นสาเหตุอันดับสองของการเกิดโรคมะเร็งปอดรองจากการสูบบุหรี่ และได้จัดก๊าซเรดอน

ให้อยู่ในกลุ่มสารก่อมะเร็งในสิ่งมีชีวิตทั้งในมนุษย์และสัตว์ นอกจากนี้องค์การพิทักษ์สิ่งแวดล้อมแห่งประเทศสหรัฐอเมริกา (United States Environmental Protection Agency: USEPA) ยังได้แนะนำให้มีการตรวจวัดความเข้มข้นของก๊าซเรดอนภายในอาคารอย่างสม่ำเสมอเพื่อประเมินความเสี่ยงและหาแนวทางลดการสัมผัสรังสีจากเรดอน^[8]

ปัจจุบันประชาชนได้ตระหนักถึงปัญหาด้านมลพิษทางอากาศมากขึ้น จากสภาพอากาศทั้งในเมืองและต่างจังหวัดที่มีฝุ่นควันฝุ่น PM 2.5 สูงเกินมาตรฐาน ส่งผลต่อสุขภาพทำให้มีผู้ป่วยโรคที่เกี่ยวข้องกับระบบทางเดินหายใจมากขึ้น นอกจากปัญหาด้านมลพิษทางอากาศดังกล่าว ยังมีปัจจัยเสี่ยงที่สำคัญที่ส่งผลต่อระบบทางเดินหายใจ โดยเฉพาะสาเหตุต่อการเกิดโรคมะเร็งปอด นั่นคือก๊าซเรดอน อย่างไรก็ตาม ในประเทศไทย การสำรวจและวิจัยเกี่ยวกับความเข้มข้นของก๊าซเรดอนยังมีค่อนข้างจำกัด ส่วนใหญ่จะเป็นการศึกษาวิจัยในพื้นที่ที่มีความเสี่ยงสูง ได้แก่ บริเวณใกล้เหมืองแร่ยูเรเนียม บริเวณน้ำพุร้อนซึ่งเป็นน้ำจากชั้นบาดาลใต้ผิวดินพุ่งขึ้นมาสู่ผิวดินบริเวณที่มีลักษณะทางธรณีวิทยาเป็นหินแกรนิต ซึ่งจะมีการปล่อยก๊าซเรดอนออกมาในระดับสูง^[9] หินแกรนิตนั้นมักจะถูกนำมาใช้ทำวัสดุก่อสร้างอาคาร บ้านเรือน สิ่งปลูกสร้างต่าง ๆ ทำให้เป็นการเพิ่มความเสี่ยงต่อการเป็นมะเร็งปอดจากการได้รับก๊าซเรดอน^[10-11] นอกจากนี้เมื่อพิจารณาจากสถิติสุขภาพคนไทยแบ่งตามเขตสุขภาพ ช่วงปี พ.ศ. 2560-2564 จังหวัดปทุมธานี ซึ่งอยู่ในเขตสุขภาพที่ 4 พบว่า มีอัตราการตายจากโรคมะเร็งปอด จำนวน 20-24 รายต่อแสนประชากรต่อหนึ่งปี เป็นลำดับที่ 4 ของประเทศ^[12] และจากสถิติที่บันทึกโดยสถาบันมะเร็งแห่งชาติ พบผู้ป่วยมะเร็งปอดรายใหม่ มีจำนวนเพิ่มมากขึ้นเป็นอันดับ 3 ทั้งใน

เพศชายและหญิง ในช่วงปี พ.ศ. 2560-2565^[13] ทำให้การศึกษาวินิจฉัยหาปริมาณความเข้มข้นของก๊าซเรดอนภายในอาคารจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่ง เพื่อประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพต่อการเป็นโรคมะเร็ง

ทางคณะผู้วิจัยจึงมีความสนใจในการศึกษาหาปริมาณความเข้มข้นของก๊าซเรดอนภายในอาคาร ที่อยู่ในบริเวณมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต ซึ่งเป็นพื้นที่ที่มีการใช้งานด้านต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการศึกษา บริการ ที่อยู่อาศัย และการทำกิจกรรมอื่น ๆ การศึกษานี้เป็นการศึกษานำร่อง เพื่อรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับปริมาณความเข้มข้นของก๊าซเรดอนในพื้นที่ดังกล่าว ข้อมูลที่ได้จะเป็นประโยชน์ในการประเมินความเสี่ยงจากปริมาณความเข้มข้นของก๊าซเรดอน และวางแผนจัดการคุณภาพอากาศภายในอาคาร นอกจากนี้ การศึกษานี้ยังช่วยให้ตระหนักถึงความสำคัญของการตรวจสอบและเฝ้าระวังก๊าซเรดอนภายในอาคาร เพื่อสนับสนุนการป้องกันโรคมะเร็งปอด และส่งเสริมสุขภาพของประชาชนในระยะยาว ทั้งยังเป็นข้อมูลที่สามารถนำไปใช้ในการพัฒนานโยบายหรือแนวทางการบริหารจัดการสิ่งแวดล้อมภายในอาคารให้มีความปลอดภัยมากยิ่งขึ้น

วัตถุประสงค์การวิจัย

เพื่อตรวจวัดและเปรียบเทียบปริมาณความเข้มข้นของก๊าซเรดอนแต่ละอาคาร ที่อยู่ในบริเวณมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต จังหวัดปทุมธานี

วิธีดำเนินการวิจัย

เครื่องมือและอุปกรณ์

1. แผ่นพลาสติกฟิล์ม CR-39

งานวิจัยนี้ใช้แผ่นพลาสติกฟิล์มวัดก๊าซเรดอน ชนิด CR-39 ขนาด 2.62 x 2 ตาราง

เซนติเมตร ยี่ห้อ TASTRAK บริษัท Track Analysis Systems Ltd (TASL), ประเทศอังกฤษ แผ่นพลาสติกฟิล์ม CR-39 หรือ Polyallyl Diglycol Carbonate: PADC เป็นเครื่องมือที่ใช้ตรวจวัดก๊าซเรดอนแบบ พาสซีฟ (passive detecting method) มีหลักการคือ ก๊าซเรดอนจะสลายตัวพร้อมกับปล่อยอนุภาครังสีแอลฟาออกมา เมื่ออนุภาครังสีแอลฟาชนกับวัสดุประเภทพลาสติกจะทำให้เกิดความเสียหายต่อพันธะเคมีบนแผ่นพลาสติก เกิดเป็นร่องรอยความเสียหายจากอนุภาครังสีแอลฟา (Alpha track) สามารถตรวจสอบได้โดยใช้กระบวนการกัดรอยทางนิวเคลียร์ ซึ่งเป็นการกัดขยายรอยนั้นให้มีขนาดใหญ่ขึ้น (Etching) จากนั้นนับจำนวนรอยที่เกิดขึ้น และมาคำนวณหาปริมาณความเข้มข้นของเรดอน^[14-15]

2. อุปกรณ์ติดตั้ง CR-39 เป็นกล่องพลาสติกใส ขนาด 5.5 x 5.5 x 2 ลูกบาศก์เซนติเมตร สำหรับบรรจุแผ่นพลาสติกฟิล์ม CR-39 เจาะรูบริเวณฝากล่องพลาสติก ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.4 เซนติเมตร และมีแผ่นพลาสติกปิดบริเวณฝากล่องเพื่อป้องกันก๊าซไทรอนที่อาจปะปนอยู่ในธรรมชาติ^[14]

3. ชุดอุปกรณ์สำหรับการวิเคราะห์ปริมาณความเข้มข้นของก๊าซเรดอน

ประกอบด้วยกล่องจุลทรรศน์กำลังขยาย 100 เท่า พร้อมโปรแกรมอ่านค่าความเข้มข้นก๊าซเรดอน ยี่ห้อ TASL ประเทศอังกฤษ เป็นระบบในการตรวจนับร่องรอยของอนุภาครังสีแอลฟาบนแผ่นพลาสติกฟิล์ม CR-

39 และสามารถถ่ายภาพร่องรอยของอนุภาครังสีแอลฟาในรูป 2 มิติ

4. สารเคมีและเครื่องมือที่ใช้กัดรอยแผ่นพลาสติกฟิล์ม CR-39

สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) ความเข้มข้น 6.25 N และอ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ เพื่อกัดรอยอนุภาครังสีแอลฟาบนแผ่นพลาสติกฟิล์ม CR-39 ให้มีขนาดใหญ่ขึ้น สามารถตรวจนับได้ด้วยกล้องจุลทรรศน์

ขั้นตอนการวิจัย

1. ศึกษาค้นคว้างานวิจัยที่เกี่ยวข้อง โดยศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับก๊าซเรดอนจากงานวิจัยทั้งในและต่างประเทศ รวมถึงค่ามาตรฐานเกณฑ์ความปลอดภัยของระดับความเข้มข้นก๊าซเรดอนในอาคาร เพื่อนำมาใช้เป็นแนวทางในการออกแบบการสำรวจและวิเคราะห์ข้อมูล

2. การสำรวจสถานที่และขออนุญาตติดตั้งอุปกรณ์วัดก๊าซเรดอน โดยลงพื้นที่สำรวจอาคารภายในมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต เพื่อประเมินลักษณะและโครงสร้างของอาคารที่จะทำการติดตั้งอุปกรณ์วัดก๊าซเรดอน โดยพิจารณาจากลักษณะการถ่ายเทอากาศภายในอาคาร ลักษณะของผนัง ลักษณะความถี่ของการใช้งานหรือทำกิจกรรม ณ บริเวณนั้นเป็นระยะเวลานาน ๆ เช่น อาคารเรียน ที่อยู่อาศัย เป็นต้น จากนั้นจัดทำหนังสือขออนุญาตติดตั้งอุปกรณ์วัดก๊าซเรดอน โดยจากการสำรวจมีทั้งสิ้น 22 อาคาร และจำนวนจุดที่มีการติดตั้งอุปกรณ์แสดง ตามตารางที่ 1 และแผนที่อาคารที่ติดตั้งอุปกรณ์ แสดงในภาพที่ 1

อาคาร	จำนวนจุดที่ติดอุปกรณ์
อาคารปิยชาติ 1	4
อาคารเรียนและปฏิบัติการรวม (อาคารปิยชาติ 2)	5
อาคารราชสุดา	6
อาคารเรียนรวมกลุ่มสังคมศาสตร์ 1 (SC1)	6
อาคารเรียนรวมกลุ่มสังคมศาสตร์ 2 (SC2)	3
อาคารเรียนรวมกลุ่มสังคมศาสตร์ 3 (SC3)	5
หอพักโซน A (ประกอบด้วย 3 อาคาร)	6
หอพักโซน B (ประกอบด้วย 5 อาคาร)	9
หอพักโซน C (ประกอบด้วย 4 อาคาร)	5
หอพักโซน F (ประกอบด้วย 4 อาคาร)	6
ตัวเทียบ*	1
รวม	56

[illegible]

3. เตรียมและติดตั้งอุปกรณ์วัดความ
เข้มข้นของก๊าซเรดอน บริเวณ ชั้น 1 ของ
อาคารเนื่องจากก๊าซเรดอนมักจะลอยตัวอยู่ใน
ระดับต่ำ โดยติดตั้งอุปกรณ์ที่ความสูงจากพื้น
ประมาณ 160 เซนติเมตร ซึ่งเป็นความสูงที่

4. ระยะเวลาการเก็บข้อมูล ติดตั้งอุปกรณ์วัดก๊าซเรดอน CR-39 ในพื้นที่วิจัย เป็นระยะเวลา 40 วัน^[9]

5. ดำเนินการกัตรอยอนุภาคแอลฟาบนแผ่นวัดก๊าซเรดอน CR-39 โดยนำแผ่นพลาสติกฟิล์ม CR-39 ไปต้มในอ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ ที่มีสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) ความเข้มข้น 6.25 N ต้มด้วยอุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง จากนั้นนำแผ่นพลาสติกฟิล์ม CR-39 ไปล้างด้วยน้ำที่ปราศจากไอออน หรือน้ำกลั่น ทิ้งไว้ให้แห้ง และดำเนินการนับรอยด้วยกล้องจุลทรรศน์กำลังขยาย 100 เท่า ร่องรอยของอนุภาครังสีแอลฟาที่เห็นบนแผ่นพลาสติกฟิล์ม CR-39 ผ่านกล้องจุลทรรศน์ ดังภาพที่ 3

6. ปรับเทียบค่าและคำนวณจำนวนรอยที่เกิดขึ้นให้เป็น ค่าความเข้มข้นของก๊าซเรดอน มีหน่วยเป็น Bq/m³ โดยใช้สมการที่ 1 ซึ่งมีค่าระยะเวลาในการได้รับรังสี (Exposure

Time) เท่ากับ 960 hr ค่าจากการสอบเทียบแผ่นวัดรังสี (Calibrator factor) เท่ากับ $1.64 \times 10^{-6} ((\text{Track} \cdot \text{m}^{-2}) \cdot \text{m}^{-3} (\text{kBq} \cdot \text{hr})^{-1})$ ซึ่งเป็นค่าที่ได้มาจากการสอบเทียบแผ่นวัดก๊าซเรดอน CR-39 จากสถาบันเทคโนโลยีนิวเคลียร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน)

สามารถหาค่าความเข้มข้นของก๊าซเรดอนภายในอาคาร ได้จากสมการต่อไปนี้

$$C = \frac{\rho}{kt} \quad \text{สมการที่ 1}$$

เมื่อ C คือ ค่าความเข้มข้นของก๊าซเรดอน (Bq/m³)

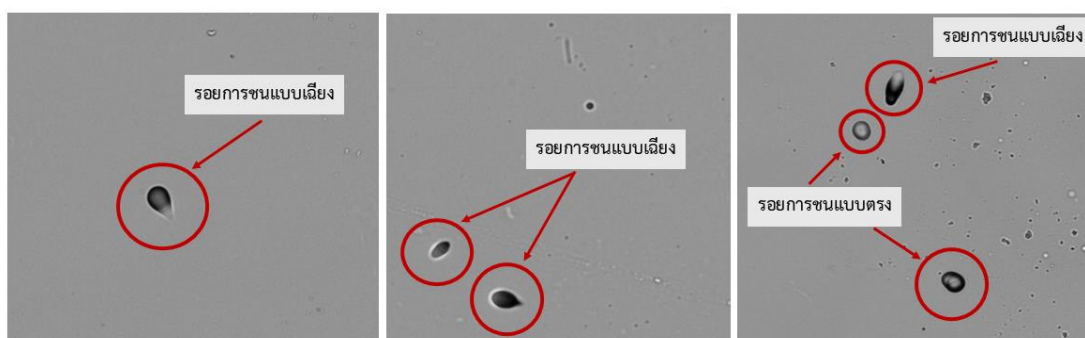
K คือ Calibration Factor ((Track·m⁻²) · m⁻³ (kBq·hr)⁻¹)

ρ คือ Track Density (T · cm⁻²)

t คือ Exposure Time (hr)



ภาพที่ 2 การติดตั้งชุดอุปกรณ์วัดก๊าซเรดอนในอาคารที่ระดับ 160 เซนติเมตร



ภาพที่ 3 ร่องรอยของอนุภาครังสีแอลฟาบนแผ่นพลาสติกฟิล์ม CR-39 ที่ถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์กำลังขยาย 100 เท่า

ผลการวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นการวัดปริมาณความเข้มข้นของก๊าซเรดอนภายในอาคาร บริเวณชั้น 1 ของมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต โดยใช้เทคนิค passive detecting method ซึ่งเป็นการวัดร่องรอยของอนุภาครังสีแอลฟาที่เกิดจากการสลายตัวของก๊าซเรดอน โดยได้ทำการติดตั้งอุปกรณ์วัดก๊าซเรดอน CR-39 ทั้งหมด 22 อาคาร รวมจำนวนแผ่นที่ติดตั้งทั้งหมด 55 จุด (ไม่รวมตัวเทียบปริมาณก๊าซเรดอนพื้นหลัง (background) จำนวน 1 จุด) ติดตั้งเป็นระยะเวลา 40 วัน โดยบริเวณจุดที่มีการติดตั้งอุปกรณ์มีค่าปริมาณความเข้มข้นของก๊าซเรดอนมากที่สุดและน้อยที่สุด ตามลำดับ ดังนี้

1) อาคารปิยชาติ 1 ใต้โถงด้านหน้าอาคาร ($80.03 \pm 4.50 \text{ Bq/m}^3$) และบันไดหนีไฟ ($2.54 \pm 0.17 \text{ Bq/m}^3$)

2) อาคารเรียนและปฏิบัติการรวมหรืออาคารปิยชาติ 2 เสาด้านหลังบริเวณโถงอาคาร หลังโถง ปรก. ($61.61 \pm 0.55 \text{ Bq/m}^3$) และเสาด้านหลัง บริเวณโถงอาคาร ($1.91 \pm 0.04 \text{ Bq/m}^3$)

3) อาคารราชสุดา บันไดหนีไฟ ชั้น 1 ($38.74 \pm 0.94 \text{ Bq/m}^3$) และประตูพิตเนสออกกำลังกาย ($6.35 \pm 0.67 \text{ Bq/m}^3$)

4) อาคารเรียนรวมกลุ่มสังคมศาสตร์ 1 (SC1) โถงด้านหลังอาคาร ฝั่งโรงอาหาร ($135.29 \pm 3.21 \text{ Bq/m}^3$) และใต้โถงอาคารบริเวณตู้กดน้ำ ($13.97 \pm 0.47 \text{ Bq/m}^3$)

5) อาคารเรียนรวมกลุ่มสังคมศาสตร์ 2 (SC2) เสาด้านหน้าอาคาร ($873.35 \pm 9.35 \text{ Bq/m}^3$) และผนังอาคารบันไดหนีไฟ บริเวณลานจอดรถ ($38.11 \pm 2.86 \text{ Bq/m}^3$)

6) อาคารเรียนรวมกลุ่มสังคมศาสตร์ 3 (SC3) ใต้โถงอาคาร บริเวณห้องละหมาด

($449.06 \pm 16.36 \text{ Bq/m}^3$) และบริเวณป้ายประกาศ ใต้โถงอาคาร ($10.16 \pm 0.29 \text{ Bq/m}^3$)

7) หอพักโซน A โถงด้านในอาคาร A2 ($163.87 \pm 3.16 \text{ Bq/m}^3$) และบันไดหนีไฟ ชั้น 1 อาคาร A3 ($22.87 \pm 0.36 \text{ Bq/m}^3$)

8) หอพักโซน B โถงด้านหน้าอาคาร B7 ใกล้ประตู ($196.9 \pm 1.46 \text{ Bq/m}^3$) และโถงด้านหน้าอาคาร B4 ($4.45 \pm 0.34 \text{ Bq/m}^3$)

9) หอพักโซน C โถงด้านหน้าอาคาร C6 ใกล้ประตู ($125.76 \pm 2.10 \text{ Bq/m}^3$) และโถงด้านหน้าอาคาร C4 ใกล้ประตู ($3.81 \pm 0.06 \text{ Bq/m}^3$)

10) หอพักโซน F ใต้โถงอาคาร F4 ฝั่งด้านขวา ($299.16 \pm 6.02 \text{ Bq/m}^3$) และใต้โถงอาคาร F4 ฝั่งด้านซ้าย ($9.53 \pm 0.91 \text{ Bq/m}^3$)

ปริมาณความเข้มข้นของก๊าซเรดอนมากที่สุด น้อยที่สุด และค่าเฉลี่ยในแต่ละอาคาร แสดงในตารางที่ 2 และเมื่อเปรียบเทียบความเข้มข้นของก๊าซเรดอนแต่ละอาคาร พบว่า อาคารที่มีปริมาณความเข้มข้นของก๊าซเรดอนเฉลี่ยมากที่สุดและน้อยที่สุดคือ อาคารเรียนรวมกลุ่มสังคมศาสตร์ 2 (SC2) และอาคารราชสุดา ซึ่งมีค่าเท่ากับ $351.46 \pm 455.00 \text{ Bq/m}^3$ และ $16.41 \pm 12.01 \text{ Bq/m}^3$ ตามลำดับ

ตารางที่ 2 ปริมาณความเข้มข้นก๊าซเรดอนในแต่ละอาคารบริเวณมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต

ลำดับ	อาคาร	จำนวนจุดที่ติดตั้งอุปกรณ์	ปริมาณความเข้มข้นก๊าซเรดอน (Bq/m ³)		
			max ± SD	min ± SD	mean ± SD
1	อาคารปิยชาติ 1	4	80.03 ± 4.50	2.54 ± 0.17	29.54 ± 35.18
2	อาคารเรียนและ ปฏิบัติการรวม (อาคารปิยชาติ 2)	5	61.61 ± 0.55	1.91 ± 0.04	32.27 ± 26.43
3	อาคารราชสุดา	6	38.74 ± 0.94	6.35 ± 0.67	16.41 ± 12.01
4	อาคารเรียนรวมกลุ่ม สังคมศาสตร์ 1 (SC1)	6	135.29 ± 3.21	13.97 ± 0.47	59.28 ± 51.34
5	อาคารเรียนรวมกลุ่ม สังคมศาสตร์ 2 (SC2)	3	873.35 ± 9.35	38.11 ± 2.86	351.46 ± 455.00
6	อาคารเรียนรวมกลุ่ม สังคมศาสตร์ 3 (SC3)	5	449.06 ± 16.36	10.16 ± 0.29	197.79 ± 204.10
7	หอพักโซน A	6	163.87 ± 3.16	22.87 ± 0.36	76.43 ± 46.89
8	หอพักโซน B	9	196.9 ± 1.46	4.45 ± 0.34	74.60 ± 80.53
9	หอพักโซน C	5	125.76 ± 2.10	3.81 ± 0.06	39.38 ± 49.73
10	หอพักโซน F	6	299.16 ± 6.02	9.53 ± 0.91	82.47 ± 114.28

เมื่อนำผลปริมาณความเข้มข้นของก๊าซเรดอนไปเปรียบเทียบกับค่าเกณฑ์มาตรฐานขององค์กรต่าง ๆ ซึ่งมีการกำหนดค่ามาตรฐานแตกต่างกัน โดยสามารถแบ่งกลุ่มตามการกำหนดค่ามาตรฐาน ดังตารางที่ 3 พบว่า ในบางอาคารนั้นมีค่าเฉลี่ยความเข้มข้นของก๊าซเรดอนที่เกินกว่าค่ามาตรฐานของทุกองค์กร คือ อาคารเรียนรวมสังคมศาสตร์ 2 (SC2) มีค่าปริมาณความเข้มข้นของก๊าซเรดอนเฉลี่ยอยู่ที่ 351.46 ± 455.00 Bq/m³ ซึ่งค่าเฉลี่ยดังกล่าว มีความแตกต่างกันในแต่ละบริเวณของอาคารค่อนข้างมาก เช่น บริเวณที่มีค่าความเข้มข้นของก๊าซเรดอนสูงสุด คือ บริเวณเสาด้านหน้าอาคาร (873.35 ± 9.35

Bq/m³) และน้อยที่สุด คือ ผนังอาคารติดกับบริเวณลาดจอดรถ (38.11 ± 2.86 Bq/m³) ทำให้มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานที่ค่อนข้างสูง

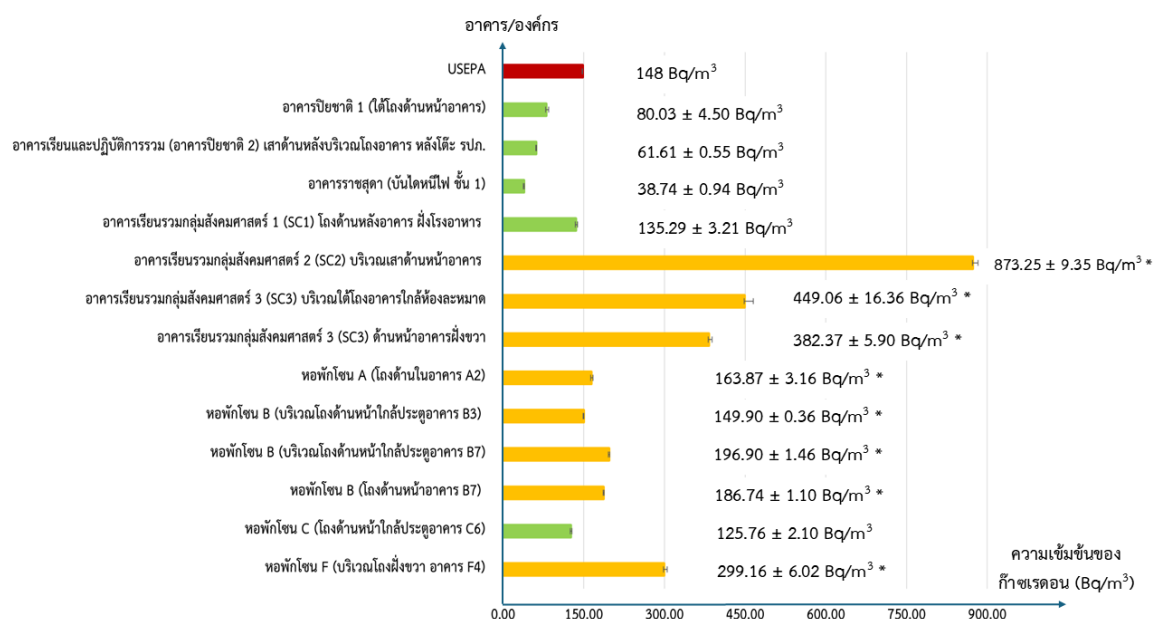
ทั้งนี้หากพิจารณากำหนดเกณฑ์มาตรฐานโดยอ้างอิงจากองค์การพิทักษ์สิ่งแวดล้อมแห่งสหรัฐอเมริกา ซึ่งกำหนดไว้ว่าค่าปริมาณก๊าซเรดอนที่อยู่ในเกณฑ์อันตรายคือ 148 Bq/m³ ขึ้นไป พบว่าอาคารที่มีค่าความเข้มข้นปริมาณก๊าซเรดอนในระดับเสี่ยงสูง คือ 1. หอพักโซน A บริเวณโถงด้านในอาคาร A2 (163.87 ± 3.16 Bq/m³) 2. หอพักโซน B บริเวณโถงด้านหน้าใกล้ประตูอาคาร B3 (149.90 ± 0.36 Bq/m³) B7

($196.9 \pm 1.46 \text{ Bq/m}^3$) และโรงด้านหน้าอาคาร B7 ($186.74 \pm 1.10 \text{ Bq/m}^3$) 3. หอพักโซน F บริเวณโรงฝั่งขวา อาคาร F4 ($299.16 \pm 6.02 \text{ Bq/m}^3$) 4. อาคารเรียนรวมสังคมศาสตร์ 2 บริเวณเสาด้านหน้าอาคาร

($873.35 \pm 9.35 \text{ Bq/m}^3$) 5. อาคารเรียนรวมสังคมศาสตร์ 3 บริเวณใต้โรงอาคารใกล้เคียง (449.06 $\pm$ 16.36 Bq/m³) ด้านหน้าอาคารฝั่งขวา (382.37 $\pm$ 5.90 Bq/m³) ดังแสดงในภาพที่ 4

ตารางที่ 3 ค่าเกณฑ์มาตรฐานปริมาณความเข้มข้นของก๊าซเรดอนที่กำหนดโดยแต่ละองค์กร

ช่วงค่ามาตรฐาน	องค์กร
ไม่ควรเกิน 300 Bq/m ³	คณะกรรมการการยุโรป (European Commission: EC) ^[17] คณะกรรมการป้องกันรังสีระหว่างประเทศ (International Commission on Radiological Protection: ICRP) ^[18] องค์การอนามัยโลก (World Health Organization: WHO) ^[5]
ไม่ควรเกิน 200 Bq/m ³	คณะกรรมการคุ้มครองรังสีแห่งชาติของสหราชอาณาจักร (National Radiological Protection Board: NRPB) ^[19]
ไม่ควรเกิน 150 Bq/m ³	คณะกรรมการแห่งชาติด้านการป้องกันและการวัดรังสีแห่งสหรัฐอเมริกา (United States National Council on Radiation Protection and Measurements: NCRP) ^[20]
ไม่ควรเกิน 148 Bq/m ³	องค์การพิทักษ์สิ่งแวดล้อมแห่งสหรัฐอเมริกา (United States Environmental Protection Agency: USEPA) ^[21]



ภาพที่ 4 เปรียบเทียบปริมาณความเข้มข้นก๊าซเรดอนของแต่ละอาคารกับเกณฑ์มาตรฐานองค์การพิทักษ์สิ่งแวดล้อมแห่งสหรัฐอเมริกา (USEPA)

อภิปรายและสรุปผล

เกณฑ์มาตรฐานในการควบคุมระดับความเข้มข้นของก๊าซเรดอน ทั้งภายในและภายนอกอาคารแต่ละประเทศนั้นแตกต่างกัน และบางประเทศยังไม่ได้มีการกำหนดระดับอ้างอิง^[22] สำหรับประเทศไทยยังไม่ได้มีการกำหนดระดับมาตรฐานความเข้มข้นของก๊าซเรดอน ซึ่งในแต่ละพื้นที่อาจมีระดับความเข้มข้นของก๊าซเรดอนสูงหรือต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานสากล อย่างไรก็ตามการได้รับก๊าซเรดอนถึงแม้จะได้รับในปริมาณต่ำ ๆ แต่หากได้รับในระยะเวลาสั้น ๆ ก็ถือว่าเป็นการเพิ่มความเสี่ยงต่อการเกิดโรคมะเร็งปอดได้ ดังนั้นข้อเสนอแนะสำหรับเป็นแนวทางปฏิบัติของคณะกรรมการมานาชาตว่าด้วยเรื่องการป้องกันอันตรายจากรังสี หรือ (International Commission on Radiological Protection: ICRP) คือ พยายามลดค่าปริมาณความเข้มข้นของก๊าซเรดอนให้ลดลงมากที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้^[23]

จากผลการวิจัย บริเวณที่มีค่าปริมาณความเข้มข้นของก๊าซเรดอนสูงเกินกว่า 148 Bq/m³ ได้แก่ โชนหอพักพบว่าเป็นพื้นที่ที่มีการถ่ายเทของอากาศค่อนข้างน้อย การระบายอากาศไม่ดีเท่าที่ควร ส่วนอาคารเรียนกลุ่มสังคมศาสตร์ 2 และ 3 พบว่ามีบางโซนที่มีปริมาณความเข้มข้นของก๊าซเรดอนสูง ซึ่งเป็นบริเวณพื้นที่ปิด มีความอับชื้น และมีบางบริเวณที่มีค่าสูงมากผิดปกติซึ่งควรทำการวัดค่าซ้ำ นอกจากนี้บางอาคารไม่สามารถประเมินค่าปริมาณความเข้มข้นของก๊าซเรดอนได้เนื่องจากแผ่นพลาสติกฟิล์ม CR-39 ไม่สามารถอ่านค่าได้ ไม่ปรากฏรอย ซึ่งอาจเกิดจากปัจจัยต่าง ๆ เช่น ไขมันบนมือไปเคลือบบนแผ่นพลาสติกฟิล์ม CR-39 ในขั้นตอนหยิบจับแผ่นพลาสติก ทั้งนี้การศึกษาวิจัยในอนาคตควรคำนึงถึงปัจจัยด้านสภาพแวดล้อม เช่น การ

ไหลเวียนของอากาศภายในอาคาร ความชื้น สภาพโครงสร้างอาคาร สภาพอากาศในช่วงที่มีการเก็บข้อมูล รวมถึงการเพิ่มจำนวนแผ่นวัดต่อจุดที่ติดตั้ง และมีการเทียบค่าที่วัดได้จากเครื่อง RAD7 ซึ่งเป็นเครื่องมือตรวจวัดก๊าซเรดอนแบบแอคทีฟ (active detecting method) เพื่อให้ค่าปริมาณความเข้มข้นของก๊าซเรดอนที่ตรวจวัดได้ นั้นมีความถูกต้องและแม่นยำมากขึ้น

จากการศึกษาของคุณปัทมา พิศภักดี^[9] ได้ทำการตรวจวัดระดับความเข้มข้นของก๊าซเรดอน บริเวณอำเภอเมือง จังหวัดยะลา โดยใช้แผ่นวัดก๊าซเรดอนชนิด CR-39 จำนวนทั้งสิ้น 90 แผ่น ทำการติดตั้งเป็นระยะเวลา 40 วัน ผลการศึกษาพบว่าระดับความเข้มข้นเฉลี่ยของก๊าซเรดอนภายในอาคารบ้านเรือนมีค่าสูงกว่ามาตรฐานที่คณะกรรมการวิทยาศาสตร์แห่งสหประชาชาติว่าด้วยผลกระทบจากรังสี (UNSCEAR) กำหนดไว้ สอดคล้องกับงานวิจัยของคุณณัฐชา จันทน์วิไชย และคณะ^[24] ได้ตรวจวัดระดับความเข้มข้นของก๊าซเรดอนในบริเวณอาคารคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์ จังหวัดนราธิวาส โดยใช้ชุดตรวจวัดรอยอนุภาครังสีแอลฟาชนิด CR-39 พบว่ามีค่าสูงสุดในห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ ซึ่งสูงกว่าค่าที่ USEPA ได้กำหนดไว้เช่นกัน นอกจากนี้ระดับปริมาณความเข้มข้นของก๊าซเรดอนยังขึ้นอยู่กับการออกแบบอาคาร โดยจากงานวิจัยของคุณกนกานต์ ฐิติภรณ์พันธ์ และคณะ^[25] ได้ตรวจวัดระดับปริมาณความเข้มข้นก๊าซเรดอนภายในบ้านเรือน อำเภอไชยาและท่ายาง จังหวัดสุราษฎร์ธานี โดยใช้แผ่นพลาสติก ชนิด CR-39 จำนวนบ้านเรือน 248 หลัง ใช้ระยะเวลา 40 วัน พบว่ามีค่าต่ำสุดเท่ากับ 4 Bq/m³ และสูงสุดเท่ากับ 159 Bq/m³ มีบ้านเรือนเพียง 2 หลัง ที่มีค่าระดับความ

เข้มข้นของก๊าซเรดอนสูงเกิน 148 Bq/m^3 ทั้งนี้เนื่องจากบ้านเรือนส่วนใหญ่มีการเปิดประตูหน้าต่าง มีการถ่ายเทอากาศที่ดี สามารถลดระดับก๊าซเรดอนลงได้

การศึกษาของคุณสุวนันท์ แดงวิไล และคณะ^[26] ได้วัดปริมาณความเข้มข้นของก๊าซเรดอนภายในอาคารเรียน บริเวณอำเภอบ้านนิงस्ता ธารโต และบตง จังหวัดยะลา โดยมีการติดตั้งอุปกรณ์พร้อมแผ่นฟิล์มบันทึกรอยอนุภาคแอลฟา ชนิด CR-39 ไว้ในห้องเรียน สำนักงาน และห้องสมุด เนื่องจากเป็นพื้นที่ที่นักเรียน ครู และเจ้าหน้าที่ใช้เวลาอยู่นานที่สุดพบว่า มีค่าต่ำกว่าเกณฑ์ที่หน่วยงานต่าง ๆ กำหนดไว้ และต่ำกว่างานวิจัยอื่นที่ตัวอาคารตั้งอยู่บนพื้นที่ที่มีลักษณะทางธรณีวิทยาที่เป็นหินแกรนิต โดยในพื้นที่ที่ศึกษาในงานวิจัยนี้มีสภาพธรณีวิทยาเป็นหินแกรนิตแต่มีปริมาณความเข้มข้นของก๊าซเรดอนไม่สูงมากนัก เนื่องจากอาคารเรียนส่วนใหญ่จะมีการเปิดประตูหน้าต่างอยู่เสมอ ซึ่งเป็นการลดระดับความเข้มข้นของก๊าซเรดอนภายในอาคาร ดังนั้นการที่มีระบบการระบายอากาศที่ดี การเปิดประตูหน้าต่างจะช่วยลดการสะสมของปริมาณก๊าซเรดอนได้ หรือเพิ่มการติดพัดลมดูดอากาศเพื่อลดปริมาณก๊าซเรดอน^[27]

นอกจากนี้การศึกษาปริมาณก๊าซเรดอนในที่พักอาศัยของประชาชนในเขตภาคเหนือของประเทศไทย โดย Sriburee S. et al.^[28] พบว่า ที่พักอาศัยในหมู่บ้านปางแพน อำเภอดอยสะเก็ด จังหวัดเชียงใหม่ ส่วนใหญ่มีระดับความเข้มข้นของก๊าซเรดอนต่ำกว่า 148 Bq/m^3 และมีบางหลังที่มีค่าสูงกว่าเกณฑ์ดังกล่าว ซึ่งเมื่อพิจารณาแล้วพบว่าการระบายอากาศที่ไม่เพียงพอ มีการปิดหน้าต่างตลอด 24 ชั่วโมง หรือเปิดหน้าต่างไม่บ่อยนัก เลือกเปิดเครื่องปรับอากาศเพื่อป้องกันไม่ให้ฝุ่นเข้าไปในที่พักอาศัย นอกจากนี้ วัสดุที่ใช้ใน

การก่อสร้าง โครงสร้างที่พังกาอาศัยที่ทำจากปูนซีเมนต์มีค่าความเข้มข้นของก๊าซเรดอนสูงกว่าโครงสร้างที่ทำจากไม้ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยก่อนหน้านี้ ที่กล่าวว่า ความเข้มข้นของก๊าซเรดอนที่สูงภายในอาคาร เกิดจากวัสดุที่นำมาใช้ก่อสร้างโครงสร้างอาคาร โดยวัสดุนั้นมีธาตุยูเรเนียมหรือธาตุเรเดียมปะปนอยู่ซึ่งเป็นแหล่งปล่อยก๊าซเรดอน^[29-30]

ด้านความความสัมพันธ์ระหว่างก๊าซเรดอนกับผู้ป่วยโรคมะเร็งปอด พบว่ามีความสัมพันธ์กัน จากงานวิจัยของ Somsunun K. et al.^[31] ได้ศึกษาปริมาณความเข้มข้นของก๊าซเรดอนกับผู้ป่วยโรคมะเร็งปอด ซึ่งกลุ่มประชากรที่อาศัยอยู่ในเขตภาคเหนือตอนบน มีอัตราการเป็นโรคมะเร็งชนิดนี้สูงเป็นอันดับ 1 ของประเทศไทย พบว่าความเข้มข้นของก๊าซเรดอนในที่พังกาอาศัยของผู้ป่วยโรคมะเร็งปอด มีความเข้มข้นที่สูงกว่าที่พังกาอาศัยของผู้ที่มีสุขภาพดีอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และพบว่าลักษณะของที่พักอาศัยและการระบายอากาศส่งผลต่อระดับความเข้มข้นของก๊าซเรดอนภายในที่พักอาศัยอีกด้วย

จากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องได้แสดงให้เห็นถึงระดับปริมาณความเข้มข้นของก๊าซเรดอนที่แตกต่างกันในแต่ละพื้นที่ อาจเป็นเพราะปัจจัยและกระบวนการทางกายภาพหลายอย่าง เช่น ระบบระบายอากาศ สภาพอากาศ ลักษณะรอยแตกร้าวของอาคาร หรือวัสดุก่อสร้างที่นำมาใช้ในการสร้างอาคาร บางพื้นที่มีค่าความเข้มข้นสูงเกินมาตรฐานที่กำหนดโดยองค์กรสากล เช่น USEPA และ WHO เป็นต้น ซึ่งที่แสดงให้เห็นถึงความสำคัญของการควบคุมและติดตามระดับความเข้มข้นของก๊าซเรดอนเพื่อป้องกันความเสี่ยงต่อสุขภาพของประชาชน นอกจากนี้ยังมีข้อค้นพบเกี่ยวกับปัจจัยสิ่งแวดล้อมและวัสดุโครงสร้างอาคารที่ส่งผลต่อความเข้มข้น

ของก๊าซเรดอนภายในอาคาร ซึ่งสามารถเป็นแนวทางในการสร้างมาตรการเพื่อลดความเสี่ยงจากการได้รับก๊าซเรดอนต่อไป

ข้อเสนอแนะ

ลักษณะอาคาร เนื่องจากบางอาคารมีพื้นที่ขนาดใหญ่และแบ่งเป็นหลายโซน ซึ่งมีการถ่ายเทอากาศ การระบายอากาศแตกต่างกัน เช่น หนึ่งอาคารประกอบด้วย โซนพื้นที่โล่งมีอากาศถ่ายเท และโซนที่เป็นพื้นที่อับทำให้ปริมาณเข้มข้นของก๊าซเรดอนที่ตรวจวัดได้เฉลี่ยทั้งอาคารมีความแตกต่างกันมาก

สภาพอากาศ เนื่องจากในงานวิจัยนี้ได้มีการติดตั้งอุปกรณ์ทิ้งไว้เป็นเวลา 40 วัน ในแต่ละวันนั้น สภาพอากาศไม่เหมือนกัน อาจส่งผลต่อค่าปริมาณความเข้มข้นของก๊าซเรดอนที่วัดได้ นอกจากนี้อุปกรณ์วัดก๊าซเรดอนที่ใช้ไม่มีแผ่นกรองความชื้น ในบางบริเวณที่มีความชื้นสูงอาจส่งผลต่อมีค่าปริมาณก๊าซเรดอนที่วัดได้

ควรเพิ่มจำนวนอุปกรณ์ในการวัดแต่ละจุดให้เหมาะสมกับขนาดอาคารมากขึ้น ร่วมกับการใช้เครื่อง RAD7 ซึ่งเป็นเครื่องมือตรวจวัดก๊าซเรดอนแบบแอคทีฟ (active detecting method) ควบคู่กัน เพื่อเพิ่มความแม่นยำของค่าที่วัดได้และช่วยในการตรวจสอบกรณีที่มีค่าปริมาณความเข้มข้นของก๊าซเรดอนสูงกว่าเกณฑ์

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณ สำนักรังสีและเครื่องมือแพทย์ กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข ที่ให้ความอนุเคราะห์แผ่นพลาสติก CR-39 และห้องปฏิบัติการสำหรับการตรวจวิเคราะห์หาปริมาณความเข้มข้นของก๊าซเรดอน และขอขอบคุณ คุณเทวิช ตุงคะเสรีรักษ์ ที่ช่วยเหลือ ให้คำแนะนำ งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

1. Bray F, Laversanne M, Sung H, Ferlay J, Siegel RL, Soerjomataram I, et al. Global cancer statistics 2022: GLOBOCAN estimates of incidence and mortality worldwide for 36 cancers in 185 countries. CA: CA Cancer J Clin. 2024;74(3):229-63.
2. สำนักงานกองทุนสนับสนุนการส่งเสริมสุขภาพ สมร. รายงานสุขภาพคนไทย 2566. กรุงเทพฯ: บริษัท อมรินทร์พริ้นติ้งแอนด์พับลิชชิง จำกัด (มหาชน); 2566.
3. Riudavets M, Garcia de Herreros M, Besse B, Mezquita L. Radon and lung cancer: current trends and future perspectives. Cancers (Basel). 2022;14(13):3142.
4. Senitkova IJ, Kraus M, editors. Seasonal and floor variations of indoor radon concentration. IOP Conf Ser Earth Environ Sci. 2019: IOP Publishing.
5. Organization WH. WHO handbook on indoor radon: a public health perspective: World Health Organization; 2009.
6. ถิรวิทย์ คงสอนหมาน, พวงทิพย์ แก้วทับทิม และสุนารี บดีพงศ์. ประเมินปริมาณสารกัมมันตรังสีบริเวณรอยเลื่อนระนอง จังหวัดระนอง. การประชุมวิชาการระดับชาติมหาวิทยาลัยทักษิณ ครั้งที่ 33 ประจำปี 2565; 22-23 สิงหาคม 2565; โรงแรมทวินโลตัส, นครศรีธรรมราช 2565, 163-70.
7. Nagda NL. Radon: prevalence, measurements, health risks and control: ASTM International; 1994.

8. Council NR. Health effects of exposure to radon: BEIR VI. Washington, DC: National Academies Press; 1999.
9. ปัทมา พิศภักดิ์. การประเมินการได้รับปริมาณก๊าซเรดอนภายในอาคารที่มีผลต่อการเกิดโรคมะเร็งปอดในบริเวณพื้นที่อำเภอเมืองจังหวัดยะลา. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มรย. 2022;7(2):43-52.
10. Sola P, Srinuttrakul W, Kewsuwan P, editors. Estimation of the indoor radon and the annual effective dose from granite samples. J Phys Conf Ser.; 2015: IOP Publishing.
11. Shabaan DH, EL-Araby EH, Yajzey R, Azazi A, Alzhrani S. Evaluation of the radiation emission of radon gas from various building materials. J Radiat Res Appl Sc. 2025; 18(1): 101194.
12. สำนักงานพัฒนาระบบข้อมูลข่าวสารสุขภาพ. สถิติสุขภาพคนไทย, อัตราการตายจากโรคมะเร็งปอด ระหว่างปี พ.ศ. 2560-2564 [อินเทอร์เน็ต] [เข้าถึงเมื่อ 13 มิถุนายน 2568] เข้าถึงได้จาก : https://www.hiso.or.th/thaihealthstat/area/index.php?ma=1&pf=01818101&tp=13_3.
13. สถาบันมะเร็งแห่งชาติ กรมการแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข, หน่วยงานฐานข้อมูลผู้ป่วยโรคมะเร็ง กลุ่มงานดิจิทัลการแพทย์, ทะเบียนมะเร็งระดับโรงพยาบาล, พ.ศ. 2560-2565.
14. Liu C, Zeng Z, Ma H, Cheng J, Li J, Zhang H. The CR-39 etching optimization and measurement for radon in China Jinping Underground Laboratory. J Radioanal Nucl Chem. 2018;318:1369-77.
15. Cardoso Takahashi L, de Oliveira Santos T, Marques Pinheiro RM, Gomes Passos R, Rocha Z. Radon dosimetry using Solid State Nuclear Track Detectors in different environments: a review. Appl Radiat Isot. 2022;186:110217.
16. Hassan IM, Al-Sadoon TH, Rehima AM, Ebrahiem SA, Kadhim MJ, editors. Measuring the concentration of radon gas at the College of Dentistry-Al-Iraqia University using (CR-39) detector. J Phys Conf Ser.; 2024; IOP Publishing.
17. Comission E. Radiation protection 112: radiological protection principles concerning the natural radioactivity of building materials. Belgium: Office for official publications of the European Communities; 1999.
18. ICRP. The 2007 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. ICRP Publication 103: Elsevier; 2007.
19. O’Riordan M. Human exposure to radon in homes: recommendations for the practical application of the Board’s statement. Docs. NRPB. 1990;1(1):17-32.
20. NCRP. Exposures from the Uranium Series with Emphasis on Radon and Its Daughters: Recommendations of the National Council on Radiation Protection and Measurements. United States: National Council on Radiation Protection and Measurements; 1984. Report No.: 77.
21. Division USEPAIE. A Citizen’s guide to radon: the guide to protecting yourself and your family from radon: US

- Environmental Protection Agency, Indoor Environments Division; 2002.
22. Wrixon A. New recommendations from the International Commission on Radiological Protection-a review. *Phys Med Biol.* 2008;53(8):R41.
23. Lecomte J-F, Solomon S, Takala J, Jung T, Strand P, Murith C, et al. ICRP publication 126: radiological protection against radon exposure. *Annals of the ICRP.* 2014;43(3):5-73.
24. ณัฐชยา จันทรวินัย, อติพันธ์ เจ๊ะชู และนู ปาติยะ ดีดี. การตรวจวัดก๊าซเรดอนในบริเวณอาคารคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์ ด้วยเทคนิคการกัตรอยนิวเคลียร์. *วารสารมหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์.* 2560;9(1):161-7.
25. กนกกานต์ ฐิติภรณ์พันธ์, อภินันท์ ฐิติภรณ์พันธ์ และพชรรัฐ โสลา. การตรวจวัดความเข้มข้นแก๊สเรดอนภายในบ้านเรือน ในพื้นที่อำเภอไชยา และอำเภอกำแพงแสน จังหวัดสุราษฎร์ธานี. *มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี;* 2566.
26. สุวนันท์ แดงวิไล, พวงทิพย์ แก้วทับทิม และอุดร ยังช่วย. ประเมินกัมมันตภาพรังสี (^{226}Ra , ^{232}Th และ ^{40}K) และค่าดัชนีความเป็นอันตรายทางรังสีในตัวอย่างทรายที่ใช้เป็นวัสดุก่อสร้างในอำเภอบ้านนาสตา อำเภอธารโต และอำเภอเบตง จังหวัดยะลา. การประชุมวิชาการระดับชาติครั้งที่ 19 วันที่ 8-9 ธันวาคมพ.ศ. 2565 ม.เกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน 2565, 2054-62.
27. Ruano-Ravina A, Martin-Gisbert L, Kelsey K, Pérez-Ríos M, Candal-Pedreira C, Rey-Brandariz J, et al. An overview on the relationship between residential radon and lung cancer: what we know and future research. *Clin Transl Oncol.* 2023;25(12):3357-68.
28. Sriburee S, Thumvijit T, Kitima J, Hongsriti P, Tapanya M, Kranrod C, et al., editors. Radon concentration in residential areas of Bann Pang Fan, Chiang Mai province, Thailand. *J Phys Conf Ser.;* 2019: IOP Publishing.
29. Abed TK, Fayad MA, Al-Amiery AA, Wahhab HAA, Mohammed JK, Majdi HS. Radon gas emission from home appliances: understanding sources, implications, and mitigation strategies. *Result Eng.* 2024;22:102133.
30. Bulut HA, Şahin R. Radon, concrete, buildings and human health—a review study. *Buildings (Basel).* 2024;14(2):510.
31. Somsunun K, Prapamontol T, Pothirat C, Liwsrisakun C, Pongnikorn D, Fongmoon D, et al. Estimation of lung cancer deaths attributable to indoor radon exposure in upper northern Thailand. *Sci Rep.* 2022;12(1):5169.