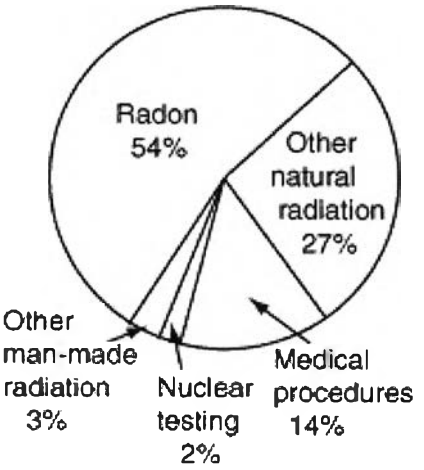
สำนักงานวิทยทรัพยากร จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

เนื่องจากปัจจุบันนี้ก๊าซเรดอนได้เข้ามามีบทบาทมากขึ้นเพราะเป็นปัญหาสิ่งแวดล้อมใกล้ตัวที่ส่งผลกระทบต่อชีวิตประจำวันซึ่งไม่อาจหลีกเลี่ยงได้ แม้กระทั่งอยู่ภายในตัวอาคารบ้านเรือนก็ไม่อาจหลีกเลี่ยงจากเรดอนไปได้ เรดอนเป็นก๊าซที่ไม่มีสี กลิ่น และรส มีปะปนในอากาศทุกหนแห่งรอบๆตัวเรา และเข้าสู่ร่างกายได้ง่ายมากโดยการหายใจเอาอากาศที่มีก๊าซเรดอนปนเปื้อนอยู่เข้าไปนั่นเอง และที่สำคัญคือเราไม่สามารถรู้ได้ว่าร่างกายได้รับเอาก๊าซเรดอนเข้าสู่ร่างกายมากน้อยเพียงใด ซึ่งเมื่อก๊าซเรดอนเข้าสู่ร่างกายโดยการหายใจเข้าไปนั้นก็จะไปสะสมอยู่ที่ปอดและมีการสลายตัวให้โปโลเนียม-218(Po-218) และนิวไคลด์ลูกอีกหลายตัวเช่น Bi-214, Po-210, Pb-214 ซึ่งจะปลดปล่อยอนุภาคแอลฟาให้แก่ปอดตลอดเวลาจึงก่อให้เกิดอันตรายต่อปอดอันเป็นสาเหตุสำคัญอีกประการหนึ่งของการเป็นมะเร็งปอดนั่นเอง

เรดอน-222 เป็นธาตุกัมมันตรังสีตัวหนึ่งเกิดจากการสลายตัวอันดับที่ 7 ของอนุกรมยูเรเนียม ซึ่งจะมีธาตุกัมมันตรังสีตั้งต้นคือ ยูเรเนียม-238 โดยจะพบมากบริเวณเปลือกโลกอันได้แก่ หิน ดิน และแร่ต่างๆ ยูเรเนียม-238 จะมีการสลายตัวให้นิวไคลด์ลูกหลายนิวไคลด์จนกระทั่งสลายตัวเป็นเรเดียม-226 ก่อนที่จะสลายตัวต่อไปเป็นเรดอน-222 ดังนั้นหากวัสดุภัณฑ์ก่อสร้างมีเรเดียมเป็นองค์ประกอบหลักอยู่มากก็จะมีการสลายตัวไปเป็นเรดอนได้มากเช่นกัน แต่จะมีเรดอนแค่บางส่วนเท่านั้นที่สามารถหลุดออกสู่สิ่งแวดล้อมได้ ทั้งนี้จะขึ้นกับความหนาของวัสดุและความสามารถในการซึมผ่านของเรดอน ดังนั้นหากมีการนำเอาวัสดุก่อสร้างที่มีปริมาณของเรเดียมมากมาก่อสร้างเป็นอาคารบ้านเรือนก็จะมีโอกาสที่จะมีการปลดปล่อยของเรดอนออกมาเป็นปริมาณมากด้วยเช่นกัน ซึ่งหากมีการฟุ้งกระจายของเรดอนภายในอาคารบ้านเรือนมาก ทำให้มีก๊าซเรดอนเข้าสู่ร่างกายในปริมาณที่มากขึ้นด้วย จึงเป็นการเพิ่มโอกาสในการเกิดโรคมะเร็งปอดให้มากขึ้นด้วยดังแสดงในตารางที่ 1 และตารางที่ 2 นอกจากนี้เมื่อพิจารณาถึงปริมาณรังสีจากแหล่งต่างๆ ที่มนุษย์รับเข้าสู่ร่างกายในชีวิตประจำวันจากแผนภาพต่อไปนี้



รูปที่ 1.1 แผนภาพแสดงปริมาณรังสีจากแหล่งต่างๆ ที่มนุษย์ได้รับเข้าสู่ร่างกายในชีวิตประจำวัน[1]

เมื่อพิจารณาแผนภาพปริมาณรังสีที่มนุษย์รับเข้าสู่ร่างกายในชีวิตประจำวันพบว่า รังสีที่มนุษย์รับเข้าสู่ร่างกายมากที่สุดคือ เรดอนซึ่งมีปริมาณมากถึง 54% ของรังสีทั้งหมดที่ได้รับ ส่วนรังสีที่ปลดปล่อยจากธรรมชาติแหล่งอื่นๆ 27% จากทางการแพทย์ 14% จากการทดลองระเบิดนิวเคลียร์ 2% และจากรังสีที่มนุษย์สร้างขึ้นมีเพียง 3% เท่านั้น แสดงให้เห็นว่ามนุษย์ได้รับรังสีสูงสุดจากก๊าซเรดอน ดังนั้นหากทราบถึงอัตราการปลดปล่อยเรดอนของวัสดุก่อสร้างที่เป็นองค์ประกอบสำคัญในการก่อสร้างอาคารบ้านเรือน จะทำให้สามารถหาวิธีการแก้ไขหรือระบบป้องกันที่เหมาะสมเพื่อให้มีอัตราการปลดปล่อยเรดอนให้น้อยที่สุด และเป็นปริมาณที่ร่างกายจะรับได้โดยไม่ส่งผลกระทบอย่างใดต่อสุขภาพ จึงได้มีการคิดให้มีการสร้างระบบวัดอัตราการปลดปล่อยเรดอนนี้ขึ้น เพื่อช่วยในการควบคุมคุณภาพของวัสดุก่อสร้างให้มีความปลอดภัยยิ่งขึ้น

แม้ว่าประเทศไทยยังไม่ออกกฎหมายควบคุมปริมาณการปลดปล่อยเรดอนภายในอาคารบ้านเรือน แต่เนื่องจากเรดอนมีผลต่อสุขภาพโดยตรงจึงควรให้ความสนใจกับเรื่องนี้ นอกจากนี้แล้วในปัจจุบันการส่งออกสินค้าประเภทวัสดุก่อสร้างบางอย่างไปยังบางประเทศนั้นจะมีการควบคุมอัตราการปลดปล่อยเรดอนจากวัสดุเหล่านั้นด้วย และมีแนวโน้มว่าอนาคตอันใกล้นี้ทุกประเทศคงให้ความสำคัญต่อเรดอนมากขึ้น การสร้างระบบวัดนี้ขึ้นมาจึงมีประโยชน์ต่อทั้งการควบคุมคุณภาพของวัสดุก่อสร้างบางชนิด เพื่อช่วยให้เกิดความปลอดภัยต่อสุขภาพมากขึ้น และยังช่วยในเรื่องการส่งออกสินค้าประเภทนี้ได้อีกด้วย หากมีการควบคุมอย่างเข้มงวดขึ้นในอนาคต

ตารางที่ 1.1 แสดงความเสี่ยงต่อการเป็นมะเร็งปอดสำหรับผู้ที่สูบบุหรี่[2]

Radon Risk If You Smoke

Radon Level	If 1,000 people who smoked were exposed to this level over a lifetime*...	The risk of cancer from radon exposure compares to**...	WHAT TO DO: Stop smoking and...
20 pCi/L	About 260 people could get lung cancer	250 times the risk of drowning	Fix your home
10 pCi/L	About 150 people could get lung cancer	200 times the risk of dying in a home fire	Fix your home
8 pCi/L	About 120 people could get lung cancer	30 times the risk of dying in a fall	Fix your home
4 pCi/L	About 62 people could get lung cancer	5 times the risk of dying in a car crash	Fix your home
2 pCi/L	About 32 people could get lung cancer	6 times the risk of dying from poison	Consider fixing between 2 and 4 pCi/L
1.3 pCi/L	About 20 people could get lung cancer	(Average indoor radon level)	(Reducing radon evels below 2 pCi/L is difficult.)
0.4 pCi/L	About 3 people could get lung cancer	(Average outdoor radon level)	

Note: If you are a former smoker, your risk may be lower.
* Lifetime risk of lung cancer deaths from EPA Assessment of Risks from Radon in Homes (EPA 402-R-03-003).
** Comparison data calculated using the Centers for Disease Control and Prevention's 1999-2001 National Center for Injury Prevention and Control Reports.

ตารางที่ 1.2 แสดงความเสี่ยงต่อการเป็นมะเร็งปอดสำหรับผู้ที่ไม่สูบบุหรี่[2]

Radon Risk If You've Never Smoked

Radon Level	If 1,000 people who never smoked were exposed to this level over a lifetime*...	The risk of cancer from radon exposure compares to**...	WHAT TO DO:
20 pCi/L	About 36 people could get lung cancer	35 times the risk of drowning	Fix your home
10 pCi/L	About 18 people could get lung cancer	20 times the risk of dying in a home fire	Fix your home
8 pCi/L	About 15 people could get lung cancer	4 times the risk of dying in a fall	Fix your home
4 pCi/L	About 7 people could get lung cancer	The risk of dying in a car crash	Fix your home
2 pCi/L	About 4 person could get lung cancer	The risk of dying from poison	Consider fixing between 2 and 4 pCi/L
1.3 pCi/L	About 2 people could get lung cancer	(Average indoor radon level)	(Reducing radon levels below 2 pCi/L is difficult.)
0.4 pCi/L		(Average outdoor radon level)	

Note: If you are a former smoker, your risk may be higher.
* Lifetime risk of lung cancer deaths from EPA Assessment of Risks from Radon in Homes (EPA 402-R-03-003).
** Comparison data calculated using the Centers for Disease Control and Prevention's 1999-2001 National Center for Injury Prevention and Control Reports.

ตารางที่ 1 และ 2 เปรียบเทียบความเสี่ยงต่อการเป็นโรคมะเร็งปอดอันมีสาเหตุมาจากเรดอนสำหรับผู้ที่สูบบุหรี่และผู้ที่ไม่สูบบุหรี่ พบว่าความเสี่ยงในการเป็นมะเร็งปอดที่ระดับเรดอนเท่ากันในผู้ที่สูบบุหรี่จะมีความเสี่ยงในการเป็นมะเร็งมากกว่าผู้ที่ไม่สูบบุหรี่

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อพัฒนาระบบวัดอัตราการปลดปล่อยก๊าซเรดอน-222 และวัดอัตราการปลดปล่อยก๊าซเรดอน-222 จากวัสดุภัณฑ์บางชนิดสำหรับงานก่อสร้าง

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

1.3.1 ออกแบบและสร้างระบบวัดรังสีแอลฟาแบบ Silver activated zinc sulfide [ZnS(Ag)] เพื่อวัดอัตราการปลดปล่อยเรดอน-222 จากวัสดุภัณฑ์ตัวอย่าง โดยการวัดรังสีแอลฟาที่เกิดจากการสลายตัวของเรดอน-222

1.3.2 วัดอัตราการปลดปล่อยก๊าซเรดอน-222 จากวัสดุภัณฑ์ตัวอย่าง ได้แก่ กระเบื้องเซรามิก หินแกรนิต หินอ่อน อิฐมอญ อิฐบล็อก และวิเคราะห์ผลที่ได้จากการวัดอัตราการปลดปล่อยก๊าซเรดอน-222 ด้วยระบบที่สร้างขึ้น

1.4 ประโยชน์ที่ได้รับ

ได้ระบบวัดอัตราการปลดปล่อยก๊าซเรดอน-222 และสามารถวัดอัตราการปลดปล่อยเรดอน-222บางชนิดสำหรับงานก่อสร้าง จะทำให้ทราบถึงอัตราการปลดปล่อยเรดอนหรือสะสมเรดอน-222 จากวัสดุภัณฑ์นั้นๆ ซึ่งจะได้ทำการแก้ไขและหาวิธีการป้องกันที่เหมาะสม เพื่อจะไม่ให้มีการปลดปล่อยหรือสะสมเรดอน-222 มากเกินไปจนทำให้มีความเสี่ยงสูงต่อการเป็นโรคมะเร็งปอด นอกจากนี้ยังก่อให้เกิดประโยชน์ในการส่งออกสินค้าประเภทวัสดุภัณฑ์สำหรับงานก่อสร้างต่างๆ เหล่านี้ได้ด้วย หากมีการควบคุมอย่างเข้มงวดในอนาคต

1.5 วิธีดำเนินการวิจัย

1.5.1 ศึกษาค้นคว้า รวบรวมข้อมูลและเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1.5.2 ออกแบบและสร้างระบบวัดที่เหมาะสมเพื่อใช้ในการวัดอัตราการปลดปล่อยเรดอน-222 จากตัวอย่าง โดยการวัดรังสีแอลฟาที่เกิดจากการสลายตัวของเรดอน-222

1.5.3 ปรับเทียบระบบและทดสอบระบบวัดด้วยการวัดอัตราการปลดปล่อยเรดอนจากสารมาตรฐาน

1.5.4 ทำการทดลองวัดอัตราการปลดปล่อยเรดอน-222 จากวัสดุภัณฑ์บางชนิดสำหรับงานก่อสร้าง

1.5.5 นำข้อมูลที่ได้จากการทดลองมาวิเคราะห์ผล

1.5.6 สรุปผลงานวิจัย และเขียนรายงานวิทยานิพนธ์

หอสมุดกลาง สำนักงานวิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1.6.1 ปี 1987 จินตนา รัตนชัยเจริญ[3] ได้ทำการศึกษาเรื่องการวัดเรดอนจากแร่โมนาไซต์ ตะกรันดีบุก ลิกไนต์ และเถ้าลิกไนต์ โดยการวัดค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยเรดอน (^{222}Rn)จากโมนาไซต์ ตะกรันดีบุกลิกไนต์ เถ้าลอยและเถ้าจมลิกไนต์ ที่ความชื้นตั้งแต่ 0% โดยน้ำหนักจนถึง 20% ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยเรดอนหมายถึงสัดส่วนของเรดอนที่ออกมาจากที่มีอยู่ทั้งหมดในก่อนแร่นั้นทำได้โดยทำการถ่ายเทเรดอนที่เล็ดลอดออกมาจากรูพรุนของแร่เข้าสู่ซินทิลเลชันเซลล์ที่สร้างขึ้น แล้วทำการวัดรังสีแอลฟาที่เวลาหลังจากเกิดสมดุลทางรังสีโดยใช้หลอดโฟโตมัลติพลายเออร์ที่ประกอบเข้ากับระบบทางอิเล็กทรอนิกส์ พบว่าลิกไนต์เถ้าจมลิกไนต์มีค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยเรดอนเรดอนใกล้เคียงกันและมีค่าสูงกว่าเถ้าลอยลิกไนต์ โมนาไซต์ และตะกรันดีบุกค่าสัมประสิทธิ์การปล่ยเรดอนจะเพิ่มขึ้นตามเปอร์เซนต์ความชื้น ที่ความชื้น 20% ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยเรดอนของเถ้าจมลิกไนต์ ลิกไนต์ เถ้าลอยลิกไนต์ โมนาไซต์ และตะกรันดีบุกมีค่าเท่ากับ 0.0392 ± 0.0203, 0.0408 ± 0.0160, 0.0180 ± 0.0060, 0.0044 ± 0.0027, 0.0015 ± 0.0005 ตามลำดับ เมื่อนำตัวอย่างทั้ง 4 ชนิดมาบรรจุลงในคอลัมน์ที่มีความสูง 30 เซนติเมตรเท่าๆกัน พบว่าเรดอนฟลักซ์มีค่าอยู่ในช่วง 0.00019 ± 0.00009 ถึง 0.12263 ± 0.00265 เบคคาเรลต่อตารางเมตรต่อวินาที โดยโมนาไซต์ให้เรดอนฟลักซ์สูงสุดและเถ้าจมลิกไนต์ให้เรดอนฟลักซ์ต่ำสุดสำหรับค่าปริมาณเรดอนกับความสูงของตัวอย่างในคอลัมน์ พบว่าเถ้าลิกไนต์ตะกรันดีบุกและโมนาไซต์ให้ปริมาณเรดอนเพิ่มขึ้นอย่างชัดเจน เมื่อความสูงของตัวอย่างในคอลัมน์เพิ่มขึ้นจาก 10 เซนติเมตร และ 40 เซนติเมตร

1.6.2 ปี 1999 วิทิต ผึ่งกัน[4] ได้ศึกษาเรื่อง การพัฒนาเทคนิคเพื่อหาปริมาณเรดอน-222 ในอาคารโดยการดูดซับด้วยถ่านกัมมันต์ โดยได้พัฒนาเทคนิคสำหรับการหาความเข้มข้นเรดอน-222 ในอากาศ เทคนิคที่พัฒนาขึ้นมี 3 กระบวนการ คือกระบวนการแรกเป็นการเก็บตัวอยางอากาศและทำให้เรดอน-222 มีความเข้มข้นเพิ่มขึ้น โดยการดูดอากาศผ่านท่อทองแดงที่มีความยาว 3.75 เมตร ซึ่งแช่อยู่ในไนโตรเจนเหลว เพื่อทำให้ก๊าซเรดอนเปลี่ยนสถานะเป็นของเหลวพร้อมกับคาร์บอนไดออกไซด์ ออกซิเจน และอาร์กอน แต่ไนโตรเจนเหลวซึ่งเป็นส่วนประกอบหลักของอากาศยังคงมีสถานะเป็นก๊าซจึงไหลผ่านออกไป กระบวนการที่สองเป็นการเปลี่ยนสถานะเรดอนกลับเป็นก๊าซ แล้วทำการดูดซับด้วยถ่านกัมมันต์ พบว่าเมื่อใช้ถ่านกัมมันต์ 100 กรัมบรรจุในภาชนะพลาสติก ได้ประสิทธิภาพในการดูดซับก๊าซเรดอน-222 ประมาณร้อยละ 85 กระบวนการที่สามเป็นการวัดรังสีแกมมาพลังงาน 609 กิโลอิเล็กตรอนโวลต์จากบิสมัส-214 ซึ่งเป็นนิวไคลด์ลูกของเรดอน-222 โดยการใช้หัววัดรังสีโซเดียมไอโอไดด์(ทัลเลียม)ขนาด 5นิ้ว x 5นิ้ว พบว่าขีดจำกัดในการวัดปริมาณเรดอน-222 ที่ถูกดูดซับไว้ในถ่านกัมมันต์ 100 กรัมมีค่าเท่ากับ 0.04 นาโนคูรี จากการทดลองวัดปริมาณก๊าซเรดอนในอากาศในห้องจำนวน 6 ห้องของภาควิชา

นิวเคลียร์เทคโนโลยี ได้ค่าอยู่ในระหว่าง 0.059 ± 0.046 ถึง 1.400 ± 0.218 พิโคคูรีต่อลิตร และจากการคำนวณได้ขีดจำกัดในการวัดเรดอนในอากาศประมาณ 0.1 พิโคคูรีต่อลิตร สำหรับการดูดอากาศปริมาตร 500 ลิตร และเวลานับรังสี 5000 วินาที

1.6.3 ปี 1991 Lubomir Zikovsky[5] ได้ทำวิจัยเรื่อง Determination of radon exhalation rates from Canadian building materials with an internal propotional counter. โดยทำการวัดอัตราการปลดปล่อยเรดอนจากวัสดุก่อสร้างบางอย่าง เช่น ไม้, แก้ว, หินชนวน, หินอ่อน, หินแกรนิต เป็นต้น ในประเทศแคนาดา ซึ่งได้ทำการออกแบบระบบวัดให้เป็นระบบปิด ทำการวัดตัวอย่างโดยการวางตัวอย่างในแชมเบอร์แล้วทิ้งไว้ 2-3 วันก่อนทำการวัดด้วยระบบที่ใช้หัววัด propotional พบว่าอัตราการปลดปล่อยเรดอนจากตัวอย่างบางชนิด เช่น ไม้, แก้ว, หินชนวน และหินอ่อน ให้อัตราการปลดปล่อยเรดอนในระดับต่ำอยู่ในช่วงน้อยกว่า 0.1 nBq/g.s และกระเบื้องเซรามิค, กรวด, คอนกรีต และไฟเบอร์กลาส มีอัตราปลดปล่อยเรดอนเฉลี่ย 0.7-5.4 nBq/g.s และคอนกรีตมีอัตราการปลดปล่อยเรดอนสูงที่สุด

1.6.4 ปี ค.ศ. 2003 E. R. van der และคณะ[6] แห่งมหาวิทยาลัย Nuclear Geophysics Division ได้ทำการวิจัยเรื่อง Determination of radon release rates of two types of gypsum board received from IBR, Heren, the Netherlands. โดยหาค่าอัตราการฟุ้งกระจายและอัตราการปล่อยเรดอน-222 จากแผ่นยิปซัมที่ทำมาจากยิปซัมธรรมชาติและฟอสฟอยิปซัม โดยใช้ก๊าซไนโตรเจนไหลผ่านตู้เก็บแผ่นยิปซัม แล้วใช้ถ่านกัมมันต์ดูดซับก๊าซที่ออกมาจากตู้เก็บแผ่นยิปซัมนั้น

1.6.5 ปี ค.ศ.1994 W. M. Arafa และคณะ[7] แห่งมหาวิทยาลัยกาตาร์และประเทศกาตาร์ ได้ทำการวิจัยเรื่อง “Some Improvments of Charcoal Measurement Technique Used for Indoor Radon Measurement in Qatar” โดยได้พัฒนาเทคนิคการวัดปริมาณความเข้มของเรดอน-222 ในอาคารโดยใช้ถ่านกัมมันต์ในการดูดซับเรดอน-222 และพบว่าเทคนิคดังกล่าวให้ประสิทธิภาพการวัดเรดอน-222 ได้ดีขึ้นซึ่งใช้หัววัดรังสีสองหัววัดแทนการวัดรังสีด้วยหัววัดรังสีเพียงหัวเดียวและให้ถ่านกัมมันต์ดูดซับเรดอน-222 อย่างน้อย 4 วัน ถึงจะนำมาทำการวัดรังสี