



การตรวจวัดความเข้มข้นแก๊สเรดอนภายในโรงเรียนระดับมัธยมศึกษา
ในพื้นที่จังหวัดสุราษฎร์ธานี
**Radon Concentration Measurements in Secondary Schools,
Surat Thani Province Area**

กนกกานต์ จิตติภรณ์พันธ์

อภิรักษ์ จิตติภรณ์พันธ์

งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนจากมหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี

พ.ศ. 2557

การตรวจวัดความเข้มข้นแก๊สเรดอนภายในโรงเรียนระดับมัธยมศึกษา
ในพื้นที่จังหวัดสุราษฎร์ธานี

Radon Concentration Measurements in Secondary Schools,
Surat Thani Province Area

กนกกานต์ จิตติภรณ์พันธ์

อภินันท์ จิตติภรณ์พันธ์

งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนจากมหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี

พ.ศ. 2557

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้สำเร็จลงได้ คณะผู้วิจัยขอขอบคุณมหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี สำหรับการให้ทุนอุดหนุนงานวิจัยนี้ ขอขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ไตรภพ ผ่องสุวรรณ ที่ให้คำปรึกษาและแนวทางในการทำวิจัยตลอดโครงการ ขอขอบคุณนักเรียนและบุคลากรในโรงเรียนระดับมัธยมศึกษาจำนวน 26 โรงเรียน ในพื้นที่จังหวัดสุราษฎร์ธานี ที่ให้ความร่วมมือในการติดตั้งชุดตรวจวัดแก๊สเรดอนภายในโรงเรียน ขอขอบคุณ คุณอภิชาติ ไพยารมณีย์ สำนักเทคโนโลยีธรณี กรมทรัพยากรธรณี ที่ให้ความอนุเคราะห์แผนที่ดิจิทัลศักยภาพยูเรเนียมในพื้นที่จังหวัดสุราษฎร์ธานี ขอขอบคุณวิจัยสารสนเทศภูมิศาสตร์ คณะการจัดการสิ่งแวดล้อมมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ สำหรับการจัดทำแผนที่แสดงความเข้มข้นของยูเรเนียมที่ผิวดินและแผนที่แสดงระดับความเข้มข้นแก๊สเรดอนในพื้นที่ศึกษา ขอขอบคุณ คุณพจิรารัฐ โสลา นักวิทยาศาสตร์นิเวศวิทยากลุ่มวิจัยและพัฒนา นิเวศวิทยาสถาบันเทคโนโลยีนิเวศวิทยาระหว่างชาติ (องค์การมหาชน) สำหรับความช่วยเหลือในการเปรียบเทียบกราฟมาตรฐานของความเข้มข้นแก๊สเรดอน และขอบคุณนักศึกษาสาขาวิชาฟิสิกส์ที่เป็นผู้ช่วยวิจัยทั้งในห้องปฏิบัติการและการวิจัยนอกสถานที่

คณะผู้วิจัย

มิถุนายน 2557

หัวข้อวิจัย	การตรวจวัดความเข้มข้นแก๊สเรดอนภายในโรงเรียนระดับมัธยมศึกษา ในพื้นที่จังหวัดสุราษฎร์ธานี
ผู้ดำเนินการวิจัย	กนกกานต์ จูติภรณ์พันธ์ อภินันท์ จูติภรณ์พันธ์
ที่ปรึกษา	รศ.ดร.ไทรภพ ผ่องสุวรรณ
หน่วยงาน	สาขาวิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี
ปีที่ทำวิจัย	2557

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ได้ตรวจวัดความเข้มข้นแก๊สเรดอนภายในอาคารของโรงเรียนระดับมัธยมศึกษาในพื้นที่จังหวัดสุราษฎร์ธานี โดยใช้หัววัดรอยรังสีแอลฟาชนิด CR-39 ที่อยู่ในถ้วยที่เป็นระบบปิด จำนวนตัวอย่างทั้งหมด 268 ตัวอย่าง ได้จากการตรวจวัดกระจายไป 26 โรงเรียน ทั้ง 19 อำเภอ โดยหัววัดจะติดตั้งไว้ในอาคารเรียนที่มีลักษณะห้องแตกต่างกันไป ได้แก่ ห้องเรียน ห้องพักครู ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ และห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ โดยหัววัด CR-39 จะรับรังสีภายในโรงเรียนเป็นเวลา 60 วัน หลังจากนั้นรอยรังสีแอลฟาจะทำให้มองเห็นชัดขึ้นด้วยวิธีกัดขยายรอยทางเคมี และนับรอยภายใต้กล้องจุลทรรศน์ ความหนาแน่นรอยนำไปหาระดับความเข้มข้นแก๊สเรดอนโดยใช้ค่าคงที่จากการเปรียบเทียบคือ $0.075 \text{ tracks cm}^{-2} \text{ d}^{-1} \text{ per Bq m}^{-3}$ ผลการวิจัยพบว่าการกระจายของความเข้มข้นแก๊สเรดอนเป็นแบบ log-normal โดยมีความเข้มข้นแก๊สเรดอนส่วนใหญ่ (ร้อยละ 31.7) อยู่ระหว่าง 11 และ 20 Bq m^{-3} ความเข้มข้นแก๊สเรดอนผันแปรจากค่าต่ำสุดที่ระดับ 2 Bq m^{-3} ไปจนถึงค่าสูงสุดที่ระดับ 167 Bq m^{-3} ทั้งสองระดับตรวจพบที่โรงเรียนที่ปราชญ์พิทยา อำเภอเกาะสมุย โดยค่าสูงสุดพบในห้องคอมพิวเตอร์ ในขณะที่ค่าต่ำสุดพบในห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งอยู่ในชั้นที่ 1 และชั้นที่ 3 ของอาคาร ตามลำดับ ค่าเฉลี่ยเรขาคณิตของความเข้มข้นแก๊สเรดอนต่ำสุด และสูงสุดอยู่ที่ระดับ 7 ± 2 และ $49 \pm 1 \text{ Bq m}^{-3}$ ตามลำดับ โดยค่าเฉลี่ยเรขาคณิตของแก๊สเรดอนต่ำสุด พบที่โรงเรียนท่าฉางวิทยาการ อำเภอท่าฉาง ส่วนค่าเฉลี่ยเรขาคณิตสูงสุด พบที่โรงเรียนท่าชีวิทยาคม อำเภอบ้านนาสาร ค่าเฉลี่ยเรขาคณิตโดยรวมของพื้นที่ศึกษาทั้งหมดอยู่ที่ระดับ $19 \pm 2 \text{ Bq m}^{-3}$ และพบว่ามีเพียง 1 ตัวอย่าง (ร้อยละ 0.4) ที่มีระดับความเข้มข้นแก๊สเรดอน (167 Bq m^{-3}) สูงกว่าระดับปฏิบัติที่องค์การพิทักษ์สิ่งแวดล้อม

แห่งสหรัฐอเมริกาแนะนำ (148 Bq m^{-3}) นอกจากนี้ผลการวิจัยยังพบว่าค่าเฉลี่ยเรขาคณิตของความเข้มข้นแก๊สเรดอนภายในอาคารที่มีก่อสร้างมานานมากกว่า 20 ปี จะมีค่าสูงกว่าภายในอาคารที่ก่อสร้างมาน้อยกว่า 20 ปี เช่นเดียวกับค่าเฉลี่ยเรขาคณิตภายในห้องที่อยู่ชั้นที่ 1 หรือห้องติดพื้นดิน มีค่าสูงกว่าภายในห้องที่อยู่สูงขึ้นไป โดยผลดังกล่าวมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ($p < 0.05$)

คำสำคัญ : เรดอนภายในอาคาร เรดอนภายในโรงเรียน ห้ววัด CR-39

Research Title	Radon Concentration Measurements in Secondary Schools, Surat Thani Province Area
Researchers	Kanokkan Titipornpun Apinun Titipornpun
Research Consultant	Assoc. Prof. Dr. Tripob Bhongsuwan
Organization	Physics Program, Faculty of Science and Technology Suratthani Rajabhat University
Research year	2014

Abstract

This research is to measure the indoor radon concentrations in secondary schools, Surat Thani province, using CR-39 alpha-track detectors in closed-cup. A total of 268 detectors were distributed in 26 schools of 19 districts. The detectors were measured in different locations inside the school buildings: classrooms, staff rooms, scientific laboratories and computer laboratories. The CR-39 detectors were exposed to radon in air for 60 days. After exposure, the alpha tracks were made visible by chemically etched and counted manually under an optical microscope. The track densities were then related to radon concentration levels using a calibration factor of 0.075 tracks $\text{cm}^{-2} \text{d}^{-1}$ per Bq m^{-3} . The results found that the distribution of radon concentration was well described by a log-normal distribution. Most of the radon concentrations (31.7%) were between 11 and 20 Bq m^{-3} . The radon concentrations were varied from the minimum of 2 Bq m^{-3} to the maximum of 167 Bq m^{-3} . Both levels were found at Teeperat Pitthaya school, Koh Samui district. The maximum radon concentration was found in the computer laboratory, while the minimum value was found in the scientific laboratory, located in the first and in the third floors, respectively. The minimum and the maximum of geometric mean radon concentrations were 7 ± 2 and 49 ± 1 Bq m^{-3} , respectively. The minimum geometric mean radon concentration was found at Thachang Witthayacarn school, Tha Chang district, while the maximum geometric mean was found at Thachee Witthayacom school, Ban Nasan district. The overall geometric mean in surveyed area was 19 ± 2 Bq m^{-3} . Only one sample (0.4%), the radon concentration (167 Bq m^{-3}) was found to be higher than the action level recommended by the US EPA (148 Bq m^{-3}).

Moreover, the results also found that the geometric mean radon concentration in the buildings built more than 20 years was higher than in the buildings built less than 20 years as well as the geometric mean in the first floors or in ground floors was higher than in the upper floors. These results were statistically significant at the 0.05 level ($p < 0.05$).

Keywords: indoor radon, radon in schools, CR-39 detector

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	(1)
บทคัดย่อ	(2)
Abstract	(4)
สารบัญ	(6)
สารบัญตาราง	(8)
สารบัญภาพ	(9)
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	3
1.3 คำถามเพื่อการวิจัย	3
1.4 สมมติฐานการวิจัย	3
1.5 กรอบแนวคิดของการวิจัย	3
1.6 ขอบเขตของการวิจัย	4
1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	4
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	5
2.1 กัมมันตภาพรังสี	5
2.2 การสลายตัวของธาตุกัมมันตรังสีและครึ่งชีวิต	6
2.3 ลักษณะทั่วไปของแก๊สเรดอน	9
2.4 อันตรายของแก๊สเรดอน	10
2.5 ปัจจัยที่ทำให้แก๊สเรดอนเข้าสู่อาคารเรียน	12
2.6 การตรวจวัดความเข้มข้นแก๊สเรดอนภายในโรงเรียน	13
2.7 ข้อมูลทั่วไปของโรงเรียนระดับมัธยมศึกษา จังหวัดสุราษฎร์ธานี	15
2.8 ระดับความเข้มข้นยูเรเนียมที่ผิวดิน ในพื้นที่จังหวัดสุราษฎร์ธานี	17
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	19
3.1 วัสดุและอุปกรณ์	19
3.2 วิธีดำเนินการวิจัย	20

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 3 (ต่อ)	
3.3 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	29
บทที่ 4 ผลการวิจัยและการอภิปราย	31
4.1 ผลการดำเนินการศึกษาระดับความเข้มข้นแก๊สเรดอนภายในอาคารของ โรงเรียนระดับมัธยมศึกษา	31
4.2 ผลการเปรียบเทียบความเข้มข้นแก๊สเรดอน	38
4.3 ผลการวิเคราะห์ระดับความเข้มข้นแก๊สเรดอนภายในอาคารของโรงเรียน ระดับมัธยมศึกษา	40
4.4 แผนที่แสดงระดับความเข้มข้นแก๊สเรดอนภายในอาคารของโรงเรียนระดับ มัธยมศึกษา	52
บทที่ 5 สรุปและข้อเสนอแนะ	54
5.1 สรุปผล	54
5.2 ข้อเสนอแนะ	55
บรรณานุกรม	56
ภาคผนวก	62
ภาคผนวก ก แผ่นพับความรู้เกี่ยวกับแก๊สเรดอน	63
ภาคผนวก ข แบบสำรวจข้อมูลลักษณะห้องเรียนและอาคารเรียน	66
ภาคผนวก ค การให้ความรู้แก่ครู-นักเรียน และการติดตั้งชุดตรวจวัดความ เข้มข้นแก๊สเรดอนภายในโรงเรียนระดับมัธยมศึกษา จังหวัด สุราษฎร์ธานี	70
ภาคผนวก ง ข้อมูลลักษณะห้องและอาคารของโรงเรียนระดับมัธยมศึกษา จังหวัดสุราษฎร์ธานี ที่ติดตั้งชุดตรวจวัดความเข้มข้นแก๊สเรดอน	73
ภาคผนวก จ ผลการตรวจวัดความเข้มข้นแก๊สเรดอนภายใน โรงเรียนระดับ มัธยมศึกษา จังหวัดสุราษฎร์ธานี จำแนกตามพื้นที่ศึกษา	88
ภาคผนวก ฉ การเปรียบเทียบแก๊สเรดอน	111

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 รายชื่อโรงเรียนระดับมัธยมศึกษาที่สังกัดหน่วยงานของรัฐ จังหวัดสุราษฎร์ธานี	15
3.1 รายชื่อโรงเรียนระดับมัธยมศึกษาในพื้นที่จังหวัดสุราษฎร์ธานี ที่ตรวจวัดความ เข้มข้นแก๊สเรดอน	22
4.1 ผลการติดตั้งชุดตรวจวัดความเข้มข้นแก๊สเรดอนภายในอาคารของโรงเรียนระดับ มัธยมศึกษา จังหวัดสุราษฎร์ธานี	32
4.2 ความหนาแน่นรอยรังสีแอลฟากับระดับความเข้มข้นแก๊สเรดอน	39
4.3 ระดับความเข้มข้นแก๊สเรดอนภายในอาคาร จำแนกตามโรงเรียน	43
4.4 ระดับความเข้มข้นแก๊สเรดอนภายในอาคาร จำแนกตามชนิดของห้อง	46
4.5 ระดับความเข้มข้นแก๊สเรดอนภายในอาคาร จำแนกตามลักษณะทั่วไปของห้อง และอาคาร	49
ง-1 ข้อมูลลักษณะห้องและอาคารของโรงเรียนระดับมัธยมศึกษา จังหวัดสุราษฎร์ธานี ที่ติดตั้งชุดตรวจวัดความเข้มข้นแก๊สเรดอน	74
จ-1 ระดับความเข้มข้นแก๊สเรดอนภายในอาคาร จำแนกตามพื้นที่ศึกษา	89

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
2.1 การสลายตัวของธาตุแก๊สมันตรังสีในอนุกรมยูเรเนียม	10
2.2 แผนที่แสดงความเข้มข้นยูเรเนียมที่ผิวดิน จังหวัดสุราษฎร์ธานี	18
3.1 ชุดตรวจวัดความเข้มข้นแก๊สเรดอนภายในโรงเรียน	21
3.2 แผนที่แสดงพิกัดทางภูมิศาสตร์ของโรงเรียนระดับมัธยมศึกษา จังหวัดสุราษฎร์ธานี ที่ตรวจวัดความเข้มข้นแก๊สเรดอน	24
3.3 การให้ความรู้เกี่ยวกับแก๊สเรดอนแก่ครูและนักเรียน เพื่อขอความร่วมมือติดตั้ง ชุดตรวจวัดความเข้มข้นแก๊สเรดอน	25
3.4 การติดตั้งชุดตรวจวัดความเข้มข้นแก๊สเรดอน	26
3.5 การกักขายรอยรังสีแอลฟาบนแผ่นพลาสติก CR-39	27
3.6 แผ่น CR-39 ที่ผ่านกระบวนการกักขายรอยรังสีแอลฟาติดบนแผ่นสไลด์	28
4.1 ร้อยละของตัวอย่างที่ตรวจวัดความเข้มข้นแก๊สเรดอน จำแนกตามชนิดของห้อง	36
4.2 ลักษณะทั่วไปของห้องและอาคารของโรงเรียนที่ตรวจวัดความเข้มข้นแก๊สเรดอน	37
4.3 กราฟเปรียบเทียบความหนาแน่นของรอยรังสีแอลฟากับระดับความเข้มข้น แก๊สเรดอน	39
4.4 การแจกแจงความถี่ของระดับความเข้มข้นแก๊สเรดอนภายในอาคาร	41
4.5 การแจกแจงความถี่ของลอการิทึมฐานธรรมชาติของความเข้มข้นแก๊สเรดอน	42
4.6 ค่าเฉลี่ยเรขาคณิตและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเรขาคณิตของความเข้มข้น แก๊สเรดอนภายในอาคาร จำแนกตามอำเภอ	45
4.7 ค่าเฉลี่ยเรขาคณิตและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเรขาคณิตของความเข้มข้น แก๊สเรดอนภายในอาคาร จำแนกตามชนิดของห้อง	47
4.8 ค่าเฉลี่ยเรขาคณิตและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเรขาคณิตของความเข้มข้น แก๊สเรดอนภายในอาคาร จำแนกตามลักษณะทั่วไปของห้องและอาคาร	50
4.9 แผนที่แสดงค่าเฉลี่ยเรขาคณิตของความเข้มข้นแก๊สเรดอนภายในอาคารของ โรงเรียนระดับมัธยมศึกษา จังหวัดสุราษฎร์ธานี	53
ฉ-1 ถึงเปรียบเทียบ	112