

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การทำวิจัยเพื่อตรวจวัดระดับความเข้มข้นแก๊สเรดอนภายในบ้านเรือน อำเภอไชยาและ อำเภอท่าชนะ ในพื้นที่จังหวัดสุราษฎร์ธานี จำเป็นต้องใช้วัสดุอุปกรณ์ วิธีดำเนินการวิจัย และสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ดังรายละเอียดต่อไปนี้

3.1 วัสดุและอุปกรณ์

3.1.1 วัสดุและอุปกรณ์สำหรับทำชุดตรวจวัดแก๊สเรดอนในบ้านเรือน

- 1) ถ้วยพลาสติก (ความสูง 9.5 เซนติเมตร และปากถ้วยมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 8.5 เซนติเมตร)
- 2) แผ่นอลูมิเนียมฟอยล์
- 3) ฟิล์มถนอมอาหาร (Cling Film)
- 4) กระดาษขาว 2 หน้า
- 5) เทปใส
- 6) เชือกไนลอน
- 7) แผ่น CR-39 ความหนา 1 มิลลิเมตร (บริษัท Track Analysis Systems Ltd., UK)
- 8) กรรไกร
- 9) คัตเตอร์
- 10) ปากกาเขียนกระดาษ
- 11) แผ่นที่แสดงศักยภาพเรดอนทางอากาศ (Airborne) จากกรมทรัพยากรธรณี

3.1.2 วัสดุและอุปกรณ์สำหรับการกักขายรอยรังสีแอลฟาบนแผ่น CR-39

- 1) สารโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) บริษัท LOB Chemie
- 2) น้ำกลั่น
- 3) หน้ากากอนามัย
- 4) ถุงมือยาง
- 5) ปีกเกอร์ ขนาด 500 1,000 และ 2,000 มิลลิลิตร
- 6) ขวดรูปชมพู่ ขนาด 500 มิลลิลิตร

- 7) เครื่องชั่งสาร
- 8) ช้อนตักสาร
- 9) ข่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ LAUDA รุ่น A100
- 10) เทอร์โมมิเตอร์
- 11) เครื่องกวนสารควบคุมอุณหภูมิ (Hot plate stirrer) LMS รุ่น HTS-1003
- 12) ตู้อบลมร้อน (Hot air oven) Binder รุ่น RE53
- 13) นาฬิกาจับเวลา

3.1.3 วัสดุและอุปกรณ์สำหรับการนับความหนาแน่นของรอยรังสีแอลฟาบนแผ่น CR-39

- 1) กล้องจุลทรรศน์แบบประกอบ Nikon รุ่น E200
- 2) เครื่องนับแบบใช้มือกด (Hand counter)
- 3) แผ่นสไลด์
- 4) ออคูลาร์ไมโครมิเตอร์ (Ocular micrometer) เป็นแผ่นแก้วกลมบรรจุไว้ในเลนส์ตาของกล้องจุลทรรศน์ มีสเกลจำนวน 100 ช่อง โดยแต่ละช่องมีขนาด 1 ตารางมิลลิเมตร

3.1.4 วัสดุและอุปกรณ์สำหรับการออกภาคสนาม

- 1) คอมพิวเตอร์แบบพกพา
- 2) กล้องถ่ายรูปดิจิทัล
- 3) กล้องพลัสติกแบบมีล้อเลื่อนสำหรับบรรจุวัสดุและอุปกรณ์ชุดตรวจวัดแก๊สเรดอน
- 4) เครื่องกำหนดตำแหน่งบนพื้นโลก (Global Positioning System: GPS) ยี่ห้อ Garmin รุ่น Etrex Legend

3.2 วิธีดำเนินการวิจัย

ในการศึกษาวิจัยนี้ ได้แบ่งวิธีการดำเนินการออกเป็น 3 ขั้นตอน คือ

- 3.2.1 การเตรียมชุดตรวจวัดแก๊สเรดอน
 - 3.2.2 การศึกษาในภาคสนาม
 - 3.2.3 การวิเคราะห์ข้อมูลในห้องปฏิบัติการ
- โดยแต่ละขั้นตอนมีรายละเอียด ดังนี้

3.2.1 การเตรียมชุดตรวจวัดแก๊สเรดอน

1) นำเชือกไนลอนยาวประมาณ 30 เซนติเมตร ตัดกับกันด้วยพลาสติกด้วยกระดาษสองหน้าและใช้เทปใสปิดทับอีกชั้นป้องกันการหลุดร่วง เพื่อใช้สำหรับแขวนชุดตรวจวัดในบ้านเรือน

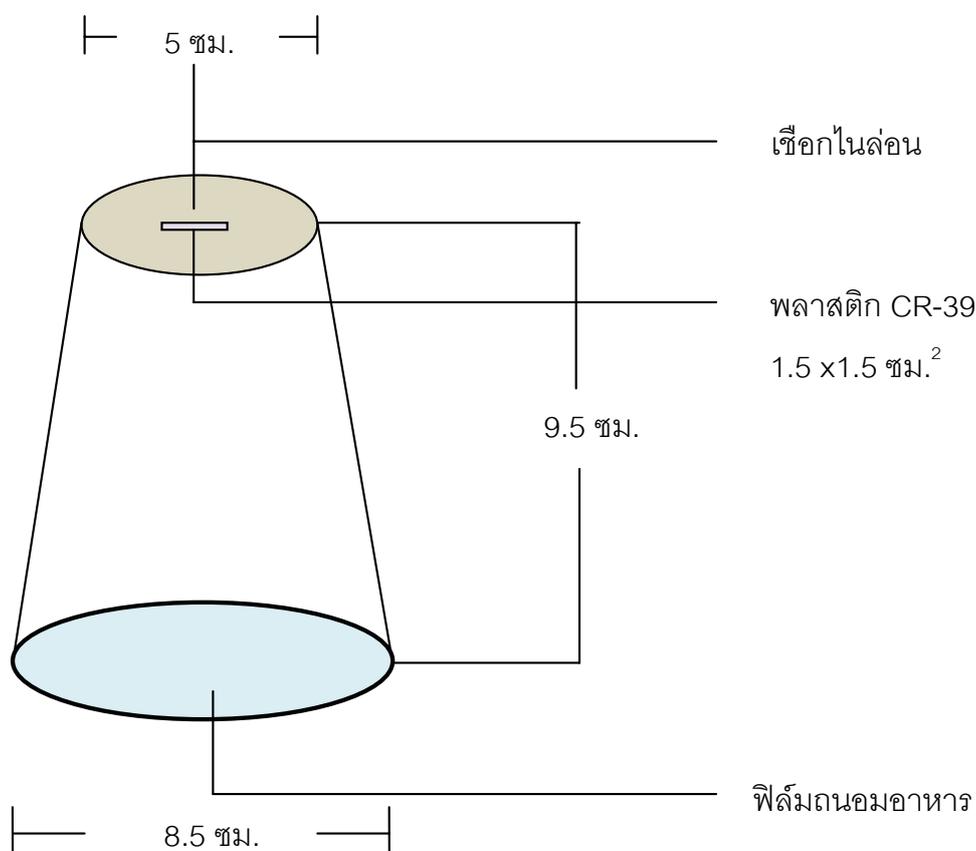
2) นำแผ่น CR-39 ขนาดความกว้าง x ความยาว ประมาณ 29 x 32 ตารางเซนติเมตร (ซม.²) ที่มีความหนา 1 มิลลิเมตร ซึ่งบรรจุในแผ่นอลูมิเนียมฟอยล์และปิดด้วยถุงพลาสติกสุญญากาศ มาตัดด้วยคัตเตอร์เป็นชิ้นสี่เหลี่ยมขนาด 1.5 x 1.5 ซม.²

3) ใช้ปากกาเขียนกระดาษไข เขียนหมายเลขลงบนแผ่น CR-39 ที่บริเวณมุมขวาด้านบน

4) ลอกเอาแผ่นฟิล์มบางที่หุ้มแผ่นพลาสติก CR-39 อยู่ทั้งสองด้านออก จากนั้นติดกระดาษขาว 2 หน้า บนแผ่นพลาสติก CR-39 ด้านที่ไม่มีตัวเลข

5) ติดแผ่นพลาสติก CR-39 ไว้ด้านในของกันด้วยพลาสติก

6) นำแผ่นฟิล์มใสถนอมอาหารมาครอบปากด้วยพลาสติกไว้ให้แน่น



ภาพที่ 3.1 ชุดตรวจวัดแก๊สเรดอนภายในบ้านเรือน

3.2.2 การศึกษาในภาคสนาม

1) วางแผนในการติดตั้งชุดการตรวจวัดแก๊สเรดอนภายในบ้านเรือน โดยการศึกษาจากภาพถ่ายทางอากาศของพื้นที่อำเภอไชยา และอำเภอท่าชนะ โดยต้องติดตั้งให้มีการกระจายไปตามพื้นที่ครอบคลุมทุกตำบลของแต่ละอำเภอ

2) นำชุดตรวจวัดไปติดตั้งภายในบ้านเรือนของประชาชนโดยการพูดคุยอธิบายพร้อมทั้งแจกแผ่นพับความรู้เกี่ยวกับกัมมันตรังสีในธรรมชาติและขออนุญาตในการติดตั้งชุดตรวจวัด (ภาพที่ 3.2 และภาพที่ 3.3)



ภาพที่ 3.2 การให้ความรู้เกี่ยวกับแก๊สเรดอนแก่ประชาชนเพื่อขอความร่วมมือติดตั้งชุดตรวจวัดความเข้มข้นแก๊สเรดอน ในพื้นที่อำเภอไชยา



ภาพที่ 3.3 การให้ความรู้เกี่ยวกับแก๊สเรดอนแก่ประชาชนเพื่อขอความร่วมมือติดตั้งชุดตรวจวัด
ความเข้มข้นแก๊สเรดอน ในพื้นที่อำเภอท่าชนะ

4) นำชุดตรวจวัดไปติดตั้งไว้ที่บริเวณชั้นล่างของบ้านและเป็นบริเวณที่ไม่มีช่องระบาย
อากาศ โดยการผูกหรือใช้กระดาษทาบสองหน้าติดชุดตรวจวัดกับฝาบ้านโดยให้อยู่สูงจากพื้น
ประมาณ 1.50 เมตร (ภาพที่ 3.4)



ภาพที่ 3.4 การติดตั้งชุดตรวจวัดความเข้มข้นแก๊สเรดอน ที่ความสูงประมาณ 1.50 เมตร

5) บันทึกข้อมูลต่างๆ ที่เกี่ยวกับบ้านเรือนอย่างละเอียด เช่น ตำแหน่งที่ติดตั้ง และลักษณะทั่วไปของบ้านเรือนลงในแบบบันทึกข้อมูล

6) เมื่อทำการติดตั้งชุดตรวจวัดแก๊สเรดอนภายในบ้านเรือนหลังแรกเสร็จแล้ว ในการติดตั้งชุดตรวจวัดแก๊สเรดอนภายในบ้านเรือนหลังอื่นๆ ทำตามขั้นตอนเหมือนกับ ข้อ 1 - 5

7) เก็บชุดตรวจวัดแก๊สเรดอนที่ติดตั้งไว้ภายในบ้านเรือนของประชาชนกลับมายังห้องปฏิบัติการ เมื่อครบเวลาที่กำหนดไว้ 40 วัน

3.2.3 การวิเคราะห์ข้อมูลในห้องปฏิบัติการ

การกักขยารอยรังสีแอลฟาบนหัววัด CR-39

1) เตรียมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ระดับความเข้มข้น 6.25 โมลต่อลิตร ปริมาตร 1 ลิตร

- 2) บรรจุสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ที่เตรียมได้ในข้อ 1 ลงในบีกเกอร์ขนาด 1 ลิตร
- 3) นำบีกเกอร์ในข้อ 2 ใส่ลงในอ่างต้มน้ำควบคุมอุณหภูมิ จนสารละลายมีอุณหภูมิ 85 องศาเซลเซียส
- 4) นำแผ่นพลาสติก CR-39 ที่ได้จากการตรวจวัดในภาคสนามใส่ลงในบีกเกอร์ ที่มีอุณหภูมิ 85 องศาเซลเซียส ให้สารละลายกัดขยายรอยรังสีแอลฟาเป็นเวลา 100 นาที (ภาพที่ 3.5)
- 5) ล้างแผ่นพลาสติก CR-39 ด้วยน้ำกลั่นอย่างน้อย 3 ครั้ง ทั้งนี้เพื่อให้แน่ใจว่าไม่มีสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์หลงเหลืออยู่หรือเป็นการหยุดปฏิกิริยาทางเคมี
- 6) นำแผ่นพลาสติก CR-39 วางทิ้งไว้ให้แห้ง หลังจากนั้นใช้กระดาษทิชชูซับเบาๆ เพื่อทำความสะอาดแผ่นพลาสติกอีกครั้งหนึ่ง



ภาพที่ 3.5 การกัดขยายรอยรังสีแอลฟาบนแผ่นพลาสติก CR-39

การตรวจนับความหนาแน่นของรอยรังสีแอลฟาบนหัววัด CR-39

- 1) นำแผ่น CR-39 ที่ผ่านกระบวนการกัดขยายรอยมาติดลงบนแผ่นสไลด์ด้วยเทปใส
- 2) ทำการตรวจนับความหนาแน่นของรอยรังสีแอลฟาที่เกิดขึ้นบนแผ่น CR-39 ที่ผ่านกระบวนการกัดขยายรอยแล้วด้วยกล้องจุลทรรศน์แบบประกอบ กำลังขยาย 100 เท่า

3) นับความหนาแน่นรอยรังสีแอลฟาจำนวน 40 กรอบ (40 ตารางมิลลิเมตร หรือ 0.4 ตารางเซนติเมตร) โดยแต่ละกรอบจะมีจำนวน 100 ช่องย่อย บันทึกจำนวนรอยที่ได้จากการนับของแต่ละกรอบลงในตารางบันทึกผล

4) นำผลการนับความหนาแน่นรอยรังสีแอลฟาไปวิเคราะห์หาความเข้มข้นแก๊สเรดอนตามสมการที่ 3.1

การวิเคราะห์หาระดับความเข้มข้นแก๊สเรดอนของกลุ่มตัวอย่าง

นำความหนาแน่นรอยรังสีแอลฟาที่ได้จากการนับภายใต้กล้องจุลทรรศน์มาวิเคราะห์หาความเข้มข้นแก๊สเรดอนโดยใช้สมการที่ 3.1 (กนกกานต์ จิตติภรณ์พันธ์ และคณะ, 2555)

$$C_{Rn} = \frac{D}{k \cdot t} \quad (3.1)$$

เมื่อ C_{Rn} แทนความเข้มข้นแก๊สเรดอน ($Bq \cdot m^{-3}$)

D แทนความหนาแน่นรอยรังสีแอลฟาที่หักลบรังสีภูมิหลัง ($track \cdot cm^{-2}$)

k แทนค่าคงที่ที่ได้จากการปรับเทียบ (Calibration factor) ระหว่างความหนาแน่นรอยรังสีแอลฟากับระดับความเข้มข้นแก๊สเรดอนในบ้านเรือน มีค่าเท่ากับ $0.052 track \cdot cm^{-2} per Bq \cdot m^{-3} \cdot d$

t แทนจำนวนวันที่ใช้ในการตรวจวัดแก๊สเรดอนในบ้านเรือน (d)

3.3 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ความเข้มข้นแก๊สเรดอนในแต่ละพื้นที่ใช้ตัวแปรทางสถิติ ดังนี้

- 1) ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (Mean หรือ Arithmetic mean: \bar{x} , M หรือ AM)
- 2) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวอย่าง (Standard deviation of sample: SD)
- 3) ค่าเฉลี่ยเรขาคณิต (Geometric mean: GM)
- 4) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเรขาคณิต (Geometric standard deviation: GSD)

ค่าเฉลี่ยเลขคณิตและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวอย่าง (Gravetter and Wallnau, 2008; บุญธรรม กิจปรีดาวิสุทธิ, 2553 และ ณหทัย ราตรี, 2554) สามารถหาได้จากสูตรดังต่อไปนี้

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} \quad (3.2)$$

$$SD = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} \quad (3.3)$$

เมื่อ \sum หมายถึงผลรวมของชุดข้อมูล
 i หมายถึงลำดับของตัวอย่าง
 n หมายถึงขนาดของตัวอย่าง
 x_i หมายถึงค่าตัวอย่างลำดับที่ i เมื่อ $i = 1, 2, 3, \dots, n$

ค่าเฉลี่ยเรขาคณิตหาได้จากสูตร ดังนี้ (Crawley, 2007; ฅนหทัย ราตรี, 2554)

$$GM = \sqrt[n]{x_1 x_2 x_3 \dots x_n} \quad (3.4)$$

เมื่อ x_i หมายถึงค่าตัวอย่างลำดับที่ i เมื่อ $i = 1, 2, 3, \dots, n$ และ n คือขนาดตัวอย่าง
 จากสมการที่ 3.4 ถ้าขนาดตัวอย่างน้อย การถอดกรณท์ทำได้ไม่ยาก แต่หากขนาดมาก จะใช้การแปลงข้อมูลด้วยลอการิทึมฐานธรรมชาติ (Natural logarithm: \ln) ก่อน หลังจากนั้นหาค่าเฉลี่ย ดังสูตรนี้

$$\ln GM = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \ln x_i \quad (3.5)$$

เมื่อ \sum หมายถึงผลรวมของชุดข้อมูล
 ค่าเฉลี่ยเรขาคณิต สามารถถอดลอการิทึมย้อนกลับได้ โดยใช้เอ็กซ์โพเนนเชียล (Exponential: \exp) ดังนี้

$$GM = \exp\left(\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \ln x_i\right) \quad (3.6)$$

ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเรขาคณิต คำนวณโดยใช้สูตรดังต่อไปนี้ (Hennessy and Patterson, 2007)

$$\text{GSD} = \exp \left(\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n [\ln x_i - \ln(\text{GM})]^2}{n}} \right) \quad (3.7)$$

ในการคำนวณค่าตัวแปรทางสถิติดังกล่าวข้างต้น ตลอดจนการแจกแจงความถี่ของข้อมูล การเสนอข้อมูลในรูปแบบของฮิสโทแกรม (Histogram) การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อทดสอบสมมติฐานทางสถิติ และการจัดการข้อมูลอื่นๆ จะใช้โปรแกรม Excel 2007