



## บทที่ 5

### สรุป วิจารณ์ผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ

#### 5.1 สรุปผลการวิจัย

การวิจัยนี้ประกอบด้วย 3 ขั้นตอนคือ การสร้างระบบวัดรังสีแบบ ZnS(Ag) การวัดอัตราการปลดปล่อยเรดอนจากวัสดุภัณฑ์ก่อสร้างบางชนิดด้วยระบบวัดที่สร้างขึ้น โดยได้ทำการวัดตัวอย่างวัสดุภัณฑ์ 5 ชนิด ชนิดละ 5 ตัวอย่าง ซึ่งได้แก่ แผ่นหินแกรนิต, แผ่นหินอ่อน, ก้อนอิฐมอญ, ก้อนอิฐบล็อก และแผ่นกระเบื้องปูผนัง และการเปรียบเทียบอัตราการปลดปล่อยเรดอนด้วยเครื่องวัดเรดอน RAD 7

##### 5.1.1 การสร้างระบบวัดรังสีแบบ ZnS(Ag)

พบว่าระบบวัดรังสีแบบ ZnS(Ag) มีประสิทธิภาพค่อนข้างต่ำ คือมีประสิทธิภาพของระบบวัดรังสีเท่ากับ 0.78 % และมีประสิทธิภาพต่ำกว่าเครื่องวัดเรดอน RAD 7 แต่ก็สามารถวัดรังสีได้ ซึ่งวัดได้ทั้งเรดอนและทอรอน และมีข้อดีที่ระบบวัดรังสีแบบ ZnS(Ag) ที่พัฒนาขึ้นมีราคาถูกกว่าเครื่องวัดเรดอน RAD 7 มาก

##### 5.1.2 อัตราการปลดปล่อยเรดอนจากการวัดด้วยหัววัดสังกะสีซัลไฟด์

เมื่อเปรียบเทียบตัวอย่างแต่ละชนิดแล้ว พบว่ามีการปลดปล่อยเรดอนของตัวอย่างแต่ละชนิดจากมากไปน้อย ดังนี้คือ ก้อนอิฐมอญ, แผ่นหินแกรนิต, ก้อนอิฐบล็อก แผ่นหินอ่อน และแผ่นกระเบื้องปูผนัง สำหรับแผ่นหินอ่อนและแผ่นกระเบื้องปูผนังจะมีอัตราการปลดปล่อยเรดอนน้อยมากและมีค่าใกล้เคียงกัน แต่เมื่อพิจารณาตัวอย่างแต่ละตัวอย่าง พบว่าตัวอย่างหินแกรนิต 5 ตัวอย่างจะมีอัตราการปลดปล่อยเรดอนที่แตกต่างกัน ซึ่งแผ่นหินแกรนิตตัวอย่างที่ 1 จะมีค่าสูงมากและเป็นค่าที่สูงที่สุด ส่วนแผ่นหินแกรนิตตัวอย่างที่ 2 มีอัตราการปลดปล่อยเรดอนน้อยลง แต่แผ่นหินแกรนิตตัวอย่างที่ 3-5 จะมีอัตราการปลดปล่อยเรดอนต่ำใกล้เคียงกันและยังพบว่าเป็นค่าที่ใกล้เคียงกับการปลดปล่อยเรดอนจากแผ่นหินอ่อนด้วย เมื่อพิจารณาตัวอย่างแผ่นหินอ่อน พบว่าตัวอย่างแผ่นหินอ่อนจะมีค่าการปลดปล่อยเรดอนน้อยมากและมีค่าใกล้เคียงกันทุกตัวอย่าง สำหรับก้อนอิฐมอญนั้น พบว่าก้อนอิฐมอญตัวอย่างที่ 5 จะมีค่าสูงที่สุด แต่ก้อนอิฐมอญตัวอย่างที่ 2-4 จะมีค่าใกล้เคียง ส่วนก้อนอิฐมอญตัวอย่างที่ 1 จะมีอัตราการปลดปล่อยเรดอนน้อยกว่าอิฐมอญตัวอย่างอื่นๆ และเป็นค่าที่ใกล้เคียงกับอัตราการปลดปล่อยเรดอนของก้อนอิฐบล็อก และเมื่อพิจารณาก้อนอิฐบล็อก พบว่าจะมีอัตราการปลดปล่อยเรดอนที่ใกล้เคียงกันในตัวอย่างที่ 2-5 แต่ก้อนอิฐบล็อกตัวอย่างที่ 1 จะมีอัตราการปลดปล่อยเรดอนที่น้อยกว่าก้อนอิฐบล็อกตัวอย่างอื่นๆ และพบว่าเป็นอัตราการปลดปล่อยเรดอนที่ใกล้เคียงกับการอัตราการปลดปล่อยเรดอนจากหินอ่อน เมื่อ

พิจารณาตัวอย่างแผ่นกระเบื้องปูผนัง พบว่ามีอัตราปลดปล่อยเรดอนที่ใกล้เคียงกันทุกตัวอย่าง และเป็นค่าที่น้อยที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างวัสดุภัณฑ์ก่อสร้างทั้งหมด

#### 5.1.3 อัตราการปลดปล่อยเรดอนจากการวัดด้วยเครื่องวัดเรดอน RAD 7

เปรียบเทียบอัตราการปลดปล่อยเรดอนของตัวอย่างแต่ละชนิดจากการวัดด้วยเครื่องวัดเรดอน RAD 7 พบว่าอัตราการปลดปล่อยเรดอนที่วัดได้สอดคล้องกับการตรวจวัดด้วยหัววัดสังกะสีซัลไฟด์ นั่นคือก้อนอิฐมอญจะเป็นวัสดุภัณฑ์ก่อสร้างที่มีการปลดปล่อยเรดอนสูงสุด ถัดมาคือ แผ่นหินแกรนิต, ก้อนอิฐบล็อก, ก้อนหินอ่อน และแผ่นกระเบื้องปูผนังเมื่อพิจารณาแต่ละตัวอย่าง พบว่าหินแกรนิตจะมีค่าการปลดปล่อยเรดอนในแต่ละตัวอย่างแตกต่างกันมาก คือแผ่นหินแกรนิตตัวอย่างที่ 1 จะมีค่าสูงมากและเป็นค่าที่สูงที่สุด ตัวอย่างที่ 2 จะมีค่าพอประมาณ และสำหรับตัวอย่างที่ 3-5 มีค่าต่ำมากซึ่งจะเป็นค่าที่ใกล้เคียงกับอัตราการปลดปล่อยเรดอนจากแผ่นหินอ่อน สำหรับแผ่นหินอ่อน พบว่าอัตราการปลดปล่อยเรดอนมีค่าใกล้เคียงกันทุกตัวอย่างและเป็นค่าที่น้อย และเมื่อพิจารณาก้อนอิฐมอญ พบว่ามีอัตราการปลดปล่อยเรดอนในตัวอย่างที่ 5 จะมีค่าสูงมาก ส่วนตัวอย่างอื่นๆ จะมีอัตราการปลดปล่อยเรดอนที่ใกล้เคียงกัน เมื่อพิจารณาอัตราการปลดปล่อยเรดอนของก้อนอิฐบล็อกพบว่าจะมีค่าใกล้เคียงกันในเกือบตัวอย่าง แต่ตัวอย่างที่ 1 จะมีค่าน้อยที่สุด และเป็นค่าใกล้เคียงกับอัตราการปลดปล่อยเรดอนจากแผ่นหินอ่อนด้วย และสำหรับแผ่นกระเบื้องปูผนังนั้นพบว่ามีอัตราการปลดปล่อยเรดอนที่ต่ำมากทุกตัวอย่างและเป็นค่าที่ต่ำที่สุด

#### 5.1.4 การวัดรังสีแกมมาของเรเดียม-226 ด้วยหัววัดกึ่งตัวนำชนิดเจอร์มาเนียมบริสุทธิ์สูง

จากการวัดเรเดียม-226 พบว่าความแรงรังสีสุทธิของเรเดียม-226 ต่อน้ำหนักของตัวอย่างเป็นดังนี้ วัสดุภัณฑ์ที่มีเรเดียมมากที่สุดคือ ก้อนอิฐมอญ ถัดมาคือ แผ่นกระเบื้องปูผนัง, แผ่นหินแกรนิต, ก้อนอิฐบล็อก และแผ่นหินอ่อน ตามลำดับ เมื่อแยกพิจารณาแต่ละชนิด พบว่าตัวอย่างแผ่นหินแกรนิตจะมีปริมาณเรเดียมที่แตกต่างกันคือ ตัวอย่างที่ 1 จะมีค่ามากที่สุด ถัดมาคือ ตัวอย่างที่ 2 และตัวอย่างที่ 3-5 มีค่าใกล้เคียงซึ่งเป็นค่าที่น้อย แผ่นหินอ่อนจะมีค่าน้อยมากและในตัวอย่างที่ 3-4 ไม่สามารถวัดเรเดียมได้ ก้อนอิฐมอญมีเรเดียมในแต่ละตัวอย่างใกล้เคียงกัน ก้อนอิฐบล็อกก็มีค่าในแต่ละตัวอย่างใกล้เคียงกัน แต่ก้อนอิฐบล็อกตัวอย่างที่ 5 จะมีค่าน้อยกว่าในตัวอย่างอื่น สำหรับแผ่นกระเบื้องปูผนังพบว่ามีปริมาณเรเดียมสูงในตัวอย่างที่ 2 และตัวอย่างที่ 5 ส่วนแผ่นกระเบื้องปูผนังตัวอย่างอื่นก็มีค่าที่ใกล้เคียงกันและเป็นปริมาณใกล้เคียงกับเรเดียมจากก้อนอิฐบล็อก

## 5.2 วิจารณ์ผลการวิจัย

จากการวัดอัตราการปลดปล่อยเรดอนจากวัสดุภัณฑ์ก่อสร้างบางชนิดด้วยระบบวัดรังสีแบบ ZnS(Ag) พบว่าประสิทธิภาพของระบบวัดรังสีที่สร้างขึ้นนี้มีประสิทธิภาพต่ำกว่าเครื่องวัดเรดอน RAD 7 ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการประกอบหัววัดที่บริเวณรอยต่อของอะคริลิกขุนทำให้มีการส่งผ่านแสงได้น้อย เมื่อเกิดแสงขึ้นภายในหัววัดเนื่องจากอนุภาคแอลฟาแล้วแสงไม่สามารถผ่านเข้าสู่หลอดโฟโตมัลติพลายเออร์ได้หรือมีแค่เพียงแสงที่เกิดขึ้นใกล้กับหลอดโฟโตมัลติพลายเออร์เท่านั้นที่ผ่านเข้าไปได้ เมื่อเปรียบเทียบผลที่วัดด้วยระบบวัดรังสีแบบ ZnS(Ag) กับผลที่วัดด้วยเครื่องวัดเรดอน RAD 7 พบว่าอัตราการปลดปล่อยเรดอนของตัวอย่างมีความสอดคล้องกัน แต่มีบางตัวอย่างที่ระบบวัดแบบ ZnS(Ag) วัดอัตราการปลดปล่อยเรดอนมากกว่าการวัดด้วยเครื่องวัดเรดอน RAD 7 ทั้งนี้เนื่องมาจากตัวอย่างมีอัตราการปลดปล่อยทอรอนสูงจึงทำให้มีทอรอนเข้ามาบรรจบกวนขณะวัดอัตราการปลดปล่อยเรดอนด้วยระบบวัดรังสีแบบ ZnS(Ag) เพราะระบบวัดรังสีแบบ ZnS(Ag) สามารถวัดได้ทั้งทอรอนและเรดอน และเมื่อพิจารณาปริมาณเรเดียม-226 จากการวัดรังสีแกมมาด้วยหัววัดกึ่งตัวนำชนิดเจอร์มาเนียมบริสุทธิ์สูง พบว่าบางตัวอย่างมีปริมาณเรเดียมสอดคล้องกับอัตราการปลดปล่อยเรดอน และบางตัวอย่างที่มีปริมาณเรเดียมกับอัตราการปลดปล่อยเรดอนไม่สอดคล้องกัน เช่น กระเบื้องปูผนังมีปริมาณเรเดียมค่อนข้างมากในขณะที่มีการปลดปล่อยเรดอนต่ำมาก ดังนั้นจากการวัดอัตราการปลดปล่อยเรดอนจากตัวอย่างวัสดุภัณฑ์ก่อสร้าง พบว่าวัสดุภัณฑ์ที่มีการปลดปล่อยเรดอนมากที่สุดคือ ก้อนอิฐมอญเนื่องจากมีปริมาณเรเดียมมากที่สุดและเป็นวัสดุที่มีรูพรุนมาก ก๊าซเรดอนจึงสามารถฟุ้งกระจายออกมาได้ง่าย ถัดมาคือ แผ่นหินแกรนิต, ก้อนอิฐบล็อก, แผ่นหินอ่อน และแผ่นกระเบื้องปูผนัง สำหรับแผ่นกระเบื้องปูผนังนั้นแม้จะมีอัตราการปลดปล่อยเรดอนที่ต่ำมากแต่มีปริมาณเรเดียมค่อนข้างสูง ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากผิวหน้าของกระเบื้องปูผนังมีการเคลือบผิวหน้าด้วยวัสดุบางอย่างที่ช่วยไม่ให้เรดอนหลุดพ้นผิวหน้าออกสู่อากาศภายนอกได้นั่นเอง

## 5.3 ข้อเสนอแนะ

เนื่องจากระบบวัดที่จัดทำขึ้นนี้มีประสิทธิภาพในการวัดได้ค่าน้อยกว่าการวัดด้วยเครื่องวัดเรดอน RAD 7 เพื่อให้สามารถวัดค่าได้ดีกว่านี้จึงมีข้อเสนอแนะดังต่อไปนี้

5.3.1 ขั้นตอนการเคลือบผงสังกะสีซัลไฟด์ของหัววัดสังกะสีซัลไฟด์ควรทำให้มีความสม่ำเสมอ

5.3.2 อัตราการไหลของอากาศ เนื่องจากในการวิจัยนี้ได้ใช้ปั๊มที่มีอัตราไหลที่ค่อนข้างสูง และอาจไม่เหมาะกับการวัดเรดอน หากมีการใช้ปั๊มที่มีอัตราไหลต่ำๆ ก็จะสามารถวัดอัตราการปลดปล่อยเรดอนได้ดีขึ้น

5.3.3 สามารถเพิ่มจำนวน PMT ในระบบวัดให้มากขึ้นเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการรับแสง จะทำให้ประสิทธิภาพของระบบวัดดีขึ้น

5.3.4 ในการสร้างส่วนหัววัดควรออกแบบให้มีการส่งผ่านแสงได้ดีขึ้นจากบริเวณด้านข้าง เพื่อให้ประสิทธิภาพในการวัดรังสีแอลฟาสูง