

บทที่ 3

อุปกรณ์และวิธีการดำเนินการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้ได้ทำการเก็บตัวอย่างทรายชายหาดจากบริเวณชายหาดป่าตอง ชายหาดกมลา ชายหาดกะตะ ชายหาดกะรน และชายหาดในยาง จังหวัดภูเก็ต จำนวน 155 ตัวอย่าง แล้วนำมาเตรียมตัวอย่างให้เหมาะสมตามหลักการที่เป็นมาตรฐาน แล้วนำไปทำการตรวจวัดค่ากัมมันตภาพรังสีทั้งในเชิงคุณภาพและปริมาณในตัวอย่างทรายชายหาดทั้งหมด โดยใช้หัววัดแบบเจอร์มาเนียมบริสุทธิ์ และระบบการวิเคราะห์แบบแกมมาสเปกโตรเมตรี ที่ห้องปฏิบัติการฟิสิกส์นิวเคลียร์และฟิสิกส์วัสดุ ห้อง SC 618 อาคารปฏิบัติการคณะวิทยาศาสตร์ สาขาวิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ วิทยาเขตสงขลา โดยใช้แหล่งกำเนิดรังสีมาตรฐาน Co-60, Cs-137 และ Ba-133 ในการปรับเทียบพลังงาน (energy calibration) แก่เครื่องมือและระบบตรวจวัดที่ใช้ในการวัดปริมาณกัมมันตภาพรังสีในการทำวิจัยครั้งนี้ ต่อจากนั้น ใช้ข้อมูลที่ได้มาจากการทดลองในรูปของสเปกตรัมพลังงานของรังสีแกมมา มาทำการตรวจสอบและวิเคราะห์เชิงคุณภาพเพื่อศึกษาชนิดของสารกัมมันตรังสีในตัวอย่างทรายทั้งหมด และคำนวณหาค่ากัมมันตภาพจำเพาะ (specific activity ; S.A.) ซึ่งเป็นค่าที่บ่งบอกถึงความเข้มข้นของกัมมันตรังสี (concentration of radioactivity) ของสารกัมมันตรังสีที่เป็นนิวไคลด์กัมมันตรังสีเริ่มต้น (primordial radionuclide) โดยเน้นเฉพาะนิวไคลด์กัมมันตรังสีบางชนิดที่สำคัญ ได้แก่ ^{40}K , ^{226}Ra , ^{238}U และ ^{232}Th เป็นต้น และรวมไปถึงการคำนวณหาค่ากัมมันตภาพจำเพาะของนิวไคลด์กัมมันตรังสีที่มนุษย์สร้างขึ้น ได้แก่ ^{137}Cs ที่สะสมในทรายชายหาดทั้งห้าแห่งดังกล่าวข้างต้น โดยการเปรียบเทียบกับสารมาตรฐาน KCl ที่มีความบริสุทธิ์สูงและมีปริมาณของโปแตสเซียม (K) อยู่ 44.8 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งใช้ในการคำนวณปริมาณของ ^{40}K ในตัวอย่างทรายชายหาด และสารมาตรฐานยูเรเนียม (RGU-1) และทอเรียม (RGTh-1) ที่เป็นที่ยูเรเนียมและทอเรียมของทบวงการพลังงานปรมาณูระหว่างประเทศ (International Atomic Energy Agency ; IAEA) ซึ่งใช้ในการคำนวณปริมาณของ ^{238}U หรือ ^{226}Ra และ ^{232}Th ในตัวอย่างทรายชายหาด ตามลำดับ โดยที่สารมาตรฐานยูเรเนียม RGU-1 ดังกล่าวนี้นี้เป็นสินแร่ยูเรเนียมที่ทำให้เจือจางลงด้วยซิลิกา มีปริมาณของยูเรเนียม โปแตสเซียม และทอเรียม เท่ากับ 400, 20 และ 1 ppm ตามลำดับ ส่วน สารมาตรฐานทอเรียม RGTh-1 เป็นสินแร่ทอเรียมที่ทำให้เจือจางลงด้วยซิลิกาเช่นเดียวกัน มีปริมาณของทอเรียม ยูเรเนียม และโปแตสเซียม เท่ากับ 800, 6.3 ppm และ 0.25 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ นอกจากนี้ ยังได้ใช้สารมาตรฐาน SL-2 ของ IAEA ในการคำนวณปริมาณของ ^{137}Cs ในตัวอย่างทรายชายหาด โดยที่สารมาตรฐานทั้งหมดที่ใช้ในการเปรียบเทียบเพื่อคำนวณหาปริมาณ ^{40}K , ^{226}Ra , ^{238}U , ^{232}Th และ ^{137}Cs ได้รับความอนุเคราะห์จากภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ โดยที่แต่ละตัวอย่างใช้เวลาในการตรวจวัด 10,800 วินาทีหรือ 3 ชั่วโมง หลังจากนั้นนำผลการตรวจวัดค่ากัมมันตภาพจำเพาะของ ^{40}K , ^{226}Ra และ ^{232}Th ที่ตรวจวัดได้นี้ไปคำนวณหาค่าอัตราปริมาณรังสีแกมมาดูดกลืน(gamma-absorbed dose rate : D) ค่ากัมมันตภาพรังสีสมมูลของเรเดียม (radium equivalent activity : Ra_{eq}) ค่าดัชนีวัดความเสี่ยงรังสีที่ได้รับจากภายนอกร่างกาย (external hazard index : H_{ex}) และค่าปริมาณรังสียังผลที่ได้รับจากภายนอกประจำปี(annual external effective dose rate) ในบริเวณชายหาดของจังหวัดภูเก็ต และยังได้เปรียบเทียบกับค่าตรวจวัดและคำนวณได้ในการทำวิจัยครั้งนี้กับค่าที่ตรวจวัดได้ของสำนักงานปรมาณูเพื่อสันติและข้อมูลของกลุ่มนักวิจัยในต่างประเทศทั่วโลก นอกจากนี้ยังเปรียบเทียบกับค่าที่กำหนดไว้โดยองค์การเพื่อความร่วมมือทางเศรษฐกิจและการพัฒนา(Organization for Economic Cooperation and Development : OECD, 1979) และคณะกรรมการวิทยาศาสตร์ขององค์การสหประชาชาติเกี่ยวกับผลของรังสีปรมาณู(United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation : UNSCEAR, 1988, 1993,2000) อีกด้วย สำหรับในบทนี้จะกล่าวถึงอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัยและวิธีดำเนินการวิจัยที่ประกอบไปด้วย ขั้นตอน 4 ขั้นตอน คือ ขั้นตอนการเก็บตัวอย่างทรายชายหาด ขั้นตอนการเตรียมตัวอย่างทรายชายหาด ขั้นตอนการเตรียมหัววัดและระบบการวิเคราะห์แบบแกมมาสเปกโตรเมตรีที่เป็นระบบคอมพิวเตอร์ และขั้นตอนการวิเคราะห์และขั้นตอนการคำนวณหาค่าปริมาณกัมมันตภาพจำเพาะของนิวไคลด์กัมมันตรังสี ดังมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

3.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย

3.1.1 หัววัดแบบเจอร์มาเนียมบริสุทธิ์และระบบการวิเคราะห์แบบแกมมาสเปกโตรเมตรีประกอบด้วย

- หัววัดรังสีแบบเจอร์มาเนียมบริสุทธิ์ของบริษัท Canberra Industries เป็นหัววัดแบบสารกึ่งตัวนำชนิด Standard Electrode Coaxial Ge Detectors (SEGe) รุ่น GC 2018 ดังแสดงในภาพที่ 3.1
- เครื่องขยายสัญญาณ (amplifier) ดังแสดงในภาพที่ 3.2
- เครื่องจ่ายไฟแรงสูง (high voltage power supply) ดังแสดงในภาพที่ 3.2
- โปรแกรมคอมพิวเตอร์ GENIE 2000 เพื่อใช้ในการวิเคราะห์สัญญาณชนิดหลายช่อง (multi-channel analyzer : MCA) พร้อมติดตั้งกับเครื่องคอมพิวเตอร์
- เครื่องคอมพิวเตอร์พร้อมเครื่องพิมพ์ ดังแสดงในภาพที่ 3.3

3.1.2 ภาชนะพลาสติกบรรจุขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางยาว 5.5 เซนติเมตร สูง 5 เซนติเมตร

3.1.3 ซ้อนพลาสติกและถุงพลาสติกบรรจุทราย

- 3.1.4 ตัวอย่างทรายชายหาดที่เก็บจากบริเวณชายหาดป่าตอง ชายหาดกมลา ชายหาดกะตะ ชายหาดกะรน และชายหาดในยาง จังหวัดภูเก็ต จำนวน 155 ตัวอย่าง ดังแสดงในภาพที่ 3.4
- 3.1.5 แหล่งกำเนิดรังสีแกมมามาตรฐาน Co-60, Cs-137 และ Ba-133 เพื่อใช้ในการเปรียบเทียบพลังงาน
- 3.1.6 สารมาตรฐาน IAEA/RGU-1, IAEA/RGTh-1, KCL และ IAEA/SL-2 เพื่อใช้ในการวิเคราะห์เชิงปริมาณของค่ากัมมันตภาพจำเพาะของนิวไคลด์รังสีชนิด ^{40}K , ^{226}Ra , ^{238}U , ^{232}Th และ ^{137}Cs ในตัวอย่างทรายชายหาด 155 ตัวอย่างที่เก็บจากบริเวณชายหาดป่าตอง ชายหาดกมลา ชายหาดกะตะ ชายหาดกะรน และชายหาดในยาง จังหวัดภูเก็ต ดังแสดงในภาพที่ 3.5
- 3.1.7 ตะแกรงร่อนทรายขนาด 1 มิลลิเมตร
- 3.1.8 เครื่องชั่งสาร
- 3.1.9 ตู้อบตัวอย่างทราย



ภาพที่ 3.1 หัววัดรังสีแบบเจอร์มาเนียมบริสุทธิ์ รุ่น GC 2018



ภาพที่ 3.2 เครื่องขยายสัญญาณ (amplifier) และเครื่องจ่ายไฟแรงสูง (high voltage power supply)



ภาพที่ 3.3 เครื่องคอมพิวเตอร์พร้อมเครื่องพิมพ์



ภาพที่ 3.4 ตัวอย่างทรายที่เก็บและผ่านการเตรียมตัวอย่างแล้ว



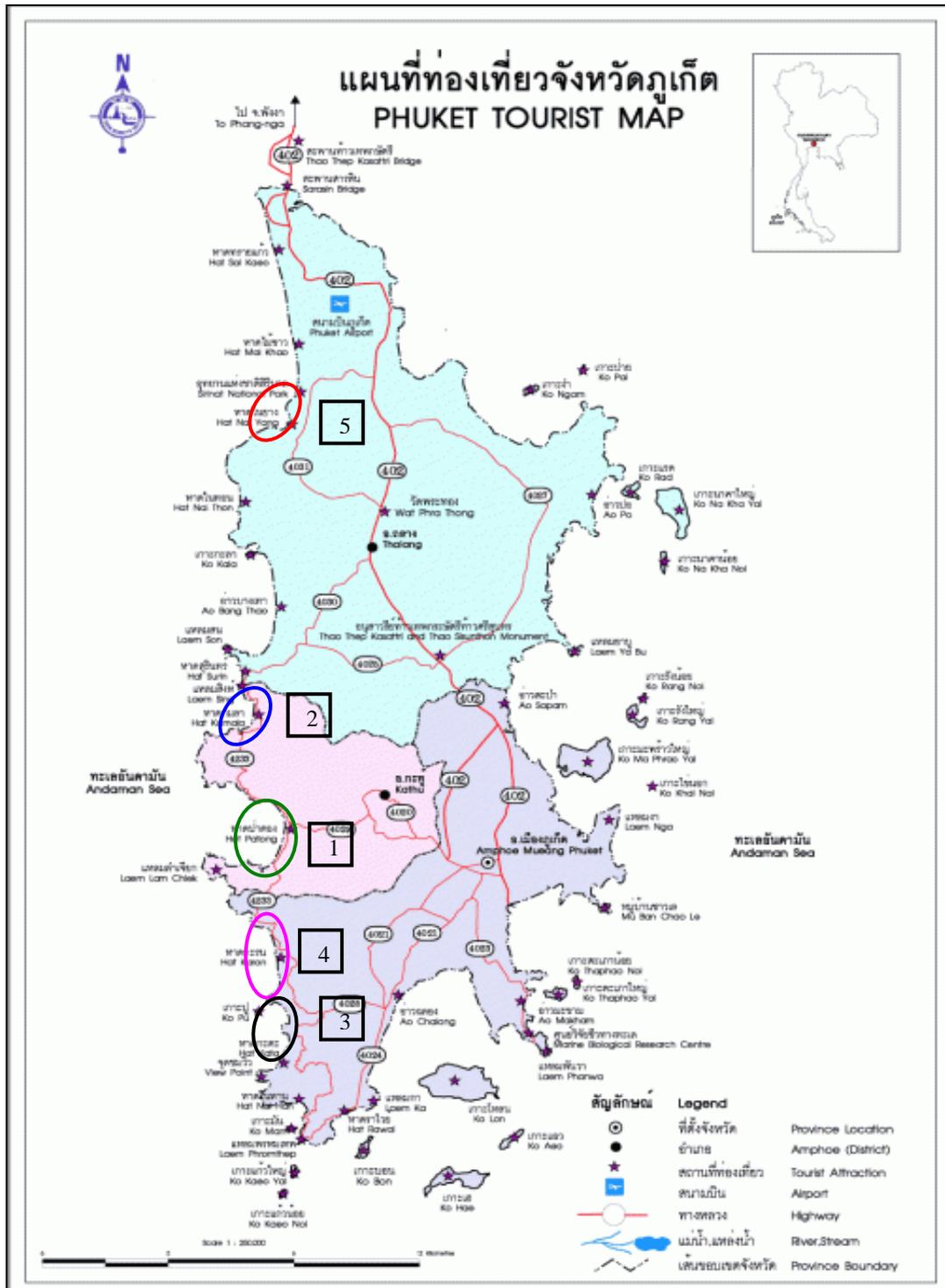
ภาพที่ 3.5 ลักษณะของสารมาตรฐานที่บรรจุในภาชนะ

3.2 วิธีดำเนินการวิจัย

3.2.1 ขั้นตอนการเก็บตัวอย่างทรายชายหาด

- ศึกษาพื้นที่บริเวณชายหาดป่าตอง ชายหาดกมลา ชายหาดกะตะ ชายหาดกะรน และชายหาดในยาง จังหวัดภูเก็ต ซึ่งมีความยาวของชายหาดที่แตกต่างกันออกไป โดยที่ชายหาดป่าตอง ชายหาดกมลา ชายหาดกะตะ ชายหาดกะรน และชายหาดในยาง มีความยาวโดยประมาณเป็น 4, 2, 4, 3 และ 5 กิโลเมตร ตามลำดับ ดังแสดงในภาพที่ 3.6
- วางแผนการเก็บตัวอย่างทรายชายหาดทั้งห้าแห่ง ดังนี้ คือ แบ่งระยะทางตลอดชายหาดป่าตอง ชายหาดกมลา ชายหาดกะตะ ชายหาดกะรน และชายหาดในยาง ออกเป็นช่วงๆ ช่วงละเท่าๆ กัน การเก็บตัวอย่างจะทำการเก็บตัวอย่างจำนวน 1 ตัวอย่างต่อหนึ่งช่วงระยะทาง โดยจัดเก็บตัวอย่างทรายชายหาดที่บริเวณกึ่งกลางของชายหาดให้ครอบคลุมพื้นที่ของชายหาดทั้งห้าแห่ง โดยที่ ชายหาดป่าตอง ชายหาดกมลา ชายหาดกะตะ ชายหาดกะรน และชายหาดในยาง จะเก็บตัวอย่างทรายชายหาดได้เป็น 50, 15, 20, 20 และ 50 ตัวอย่าง ตามลำดับ รวมเป็นทั้งหมด 155 ตัวอย่าง
- ในการเก็บตัวอย่างทรายชายหาดของแต่ละชายหาด ควรเลือกบริเวณที่มีการรบกวนของสิ่งต่างๆ ที่ไม่ใช่ธรรมชาติให้น้อยที่สุด เลือกพื้นที่ที่จะเก็บตัวอย่างทรายชายหาด ณ บริเวณดังกล่าวให้มีขนาดกว้าง 100 เซนติเมตร ยาว 100 เซนติเมตร เก็บเศษไม้ กระดาษ หรือ หญ้า ที่มีอยู่บนพื้นที่ดังกล่าวออกไปจนหมด พร้อมทั้งเกลี่ยทรายด้านบนออกไปจากพื้นที่เก็บตัวอย่างลึก 1-2 เซนติเมตร แล้วขุดทรายในบริเวณพื้นที่ดังกล่าวให้ลึก 10 เซนติเมตร โดยประมาณ แล้วคลุกเคล้าให้เข้ากัน หลังจากนั้นแบ่งเก็บตัวอย่างทรายใส่

ถุงพลาสติกให้มีน้ำหนักประมาณ 1000-1500 กรัม ดังแสดงการเก็บตัวอย่างทรายในภาพที่ 3.7



ที่มา <http://thai.tourismthailand.org/map/phuket-83-1.html>

ภาพที่ 3.6 พื้นที่ที่เก็บตัวอย่างทรายชายหาดบริเวณชายหาดป่าตอง (1) ชายหาดกมลา (2) ชายหาดกะตะ (3) ชายหาดกะรน (4) และ ชายหาดไนยาง (5)



ภาพที่ 3.7 อุปกรณ์และวิธีการเก็บตัวอย่างทรายชายหาด

3.2.2 ขั้นตอนการเตรียมตัวอย่างทรายชายหาด

- นำตัวอย่างทรายชายหาดที่เก็บได้ทั้ง 155 ตัวอย่างมาฝังไว้ในภาชนะกระดาษที่บุด้วยพลาสติกใสที่จัดทำขึ้นเอง ณ ที่อุณหภูมิห้อง ใช้ช้อนพลาสติกตักและพลิกทรายกลับไปกลับมาทุกวัน จนตัวอย่างทรายเริ่มแห้ง ดังแสดงในภาพที่ 3.8 หลังจากนั้น นำไปอบไล่ความชื้นที่อุณหภูมิประมาณ 100 องศาเซลเซียส ใช้เวลาประมาณ 3 ชั่วโมง แล้วจึงทำการร่อนด้วยตะแกรงร่อนทรายขนาด 2 มิลลิเมตรที่จัดเตรียมไว้เพื่อเอาเศษไม้ ใบหญ้าแห้ง เศษพงและสิ่งแปลกปลอมต่างๆออก แล้วนำใส่ถุงพลาสติกที่เตรียมไว้
- นำภาชนะพลาสติกรูปทรงกระบอกมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางยาว 5.5 เซนติเมตร สูง 5 เซนติเมตร ไปซังหาน้ำหนักของภาชนะเปล่า แล้วบันทึกผลที่ได้
- นำตัวอย่างทรายชายหาดที่เก็บและเตรียมไว้ให้แห้งดังกล่าวข้างต้นมาบรรจุลงในกระป๋องพลาสติกรูปทรงกระบอกให้มีความสูงประมาณ 3 เซนติเมตร สำหรับนำไปใช้ในการเปรียบเทียบในการวัดค่ากัมมันตภาพรังสีเชิงปริมาณ ดังแสดงในภาพที่ 3.9



ภาพที่ 3.8 ตัวอย่างทรายชายหาดที่ตากไว้ที่อุณหภูมิห้อง



ภาพที่ 3.9 ตัวอย่างทรายชายหาดที่บรรจุในกระป๋องพลาสติกความสูง 3 เซนติเมตร

- ใช้เทปกาวใสปิดรอยต่อระหว่างฝาปิดและตัวกระป๋องพลาสติกให้แน่นหนา ทั้งนี้เนื่องจากการป้องกันไม่ให้นิวไคลด์กัมมันตรังสีที่มีอยู่ในตัวอย่างทรายชายหาดในสถานะแก๊สหลุดลอดออกไปได้ และตั้งทิ้งไว้เป็นระยะเวลา 1 เดือนเพื่อทำให้เกิดการสมดุลกัมมันตรังสีในรูปแบบต่างๆขึ้นได้ อันจะเป็นประโยชน์ในการวัดและคำนวณค่ากัมมันตภาพรังสีของนิวไคลด์กัมมันตรังสีต่างๆในตัวอย่างทรายชายหาดต่อไป หลังจากนั้นนำไปชั่งหาน้ำหนักแห้ง (ประมาณ 200-300 กรัม) พร้อมกับบันทึกผล
- กำหนดหาน้ำหนักสุทธิของตัวอย่างทรายชายหาด โดยนำน้ำหนักของกระป๋องพลาสติกไปหักออกจากน้ำหนักของทรายชายหาดและกระป๋องพลาสติกที่ชั่งรวมกัน แล้วบันทึกผล
- นำกระป๋องพลาสติกที่บรรจุทรายทั้งหมดไปบรรจุใส่ถุงพลาสติกชนิดที่มีการปิดปากถุงแบบ ziplock ก่อนนำไปตรวจวัด เพื่อป้องกันการปนเปื้อนและหลุดร่วงของทรายชายหาดลงบนหัววัดที่ต้องใช้งานอยู่เป็นประจำ
- นำตัวอย่างทรายชายหาดทั้งหมดที่เตรียมได้นี้ไปตรวจวัดโดยใช้หัววัดแบบเจอร์มานเนียมบริสุทธิ์และระบบการวิเคราะห์แบบแกมมาสเปกโตรเมตรี ต่อไป

3.2.3 ขั้นตอนการเตรียมหัววัดแบบเจอร์มาเนียมบริสุทธิ์และระบบการวิเคราะห์แบบแกมมาสเปกโตรเมตรีที่เป็นระบบการวิเคราะห์ทางคอมพิวเตอร์

- หัววัดแบบเจอร์มาเนียมบริสุทธิ์และระบบการวิเคราะห์แบบแกมมาสเปกโตรเมตรีเป็นระบบวิเคราะห์ทางคอมพิวเตอร์ได้รับการติดตั้งและเชื่อมต่อเข้าด้วยกันด้วยสายเคเบิลเฉพาะทางโดยพนักงานวิทยาศาสตร์และผู้ช่วยวิจัยของห้องปฏิบัติการฟิสิกส์นิวเคลียร์และฟิสิกส์วัสดุเป็นอย่างดี และเมื่อต้องการใช้จะต้องเตรียมเครื่องมือชุดดังกล่าวนี้ให้มีระเบียบและขั้นตอน ดังต่อไปนี้คือ
- ตรวจสอบปริมาณไนโตรเจนเหลว (liquid nitrogen : LN₂) สำหรับหล่อเลี้ยงหัววัดว่ามีเพียงพอหรือไม่ ถ้าไม่เพียงพอต้องทำการเติมไนโตรเจนเหลวก่อนใช้หัววัด
- เปิดเครื่องสำรองไฟ และเครื่องคอมพิวเตอร์
- เปิดเครื่องคอมพิวเตอร์ และเข้าสู่โปรแกรม GENIE 2000
- ตรวจสอบเช็คดู Amplifier ดังนี้

Fine gain	5.54
Coarse gain	100
Input	Positive
- ปรับปุ่ม high voltage โดยหมุนเพิ่ม voltage อย่างช้าๆ จาก 0 จนถึง 1,000 Volt (positive) ปล่อยให้ไว้ประมาณ 15- 20 นาที
- ตั้งค่าจำนวนช่องการวัดเป็น 1024 ช่อง
- ตั้งค่าเวลาที่ต้องการใช้ในการตรวจวัด

3.2.4 ขั้นตอนการวิเคราะห์และคำนวณหาค่าปริมาณกัมมันตภาพจำเพาะของนิวไคลด์รังสีเริ่มต้น

- ทำการปรับเทียบพลังงานโดยใช้แหล่งกำเนิดรังสีมาตรฐาน Co-60, Cs-137 และ Ba-133 ใช้เวลาในการตรวจวัด 1,000 วินาที
- ทำการตรวจวัดรังสีพื้นฐาน(background radiation)โดยใช้หัววัดเจอร์มาเนียมบริสุทธิ์และระบบวิเคราะห์แบบแกมมาสเปกโตรเมตรีใช้เวลาในการตรวจวัด 10,800 วินาที
- นำสารมาตรฐาน IAEA/RGU-1, IAEA/RGTh-1, KCL และ IAEA/SL-2 ไปตรวจวัดสเปกตรัมพลังงานของรังสีแกมมาโดยใช้หัววัดเจอร์มาเนียมบริสุทธิ์และระบบวิเคราะห์แบบแกมมาสเปกโตรเมตรีใช้เวลาในการตรวจวัด 65,000 วินาที

- คำนวณหาค่าประสิทธิภาพ (efficiency, ξ) ของหัววัดเจอร์มาเนียมบริสุทธิ์ และระบบวิเคราะห์แบบแกมมาสเปกโตรเมตรี (ได้แสดงหลักการและวิธีการ คำนวณค่าประสิทธิภาพดังกล่าวไว้ในบทที่ 4 หัวข้อที่ 4.3)
- วัดสเปกตรัมพลังงานของรังสีแกมมาของตัวอย่างทรายชายหาดที่เก็บจาก ชายหาดป่าตอง ชายหาดกมลา ชายหาดกะตะ ชายหาดกะรน และชายหาดใน ยาง จังหวัดภูเก็ต โดยแต่ละตัวอย่างใช้เวลาวัด 10,800 วินาที จนครบทั้ง 155 ตัวอย่าง
- ทำการวิเคราะห์และคำนวณหาค่าปริมาณกัมมันตภาพจำเพาะของ ^{40}K , ^{226}Ra , ^{232}Th และ ^{137}Cs ในตัวอย่างทรายชายหาด 155 ตัวอย่างที่เก็บจากชายหาดป่า ตอง ชายหาดกมลา ชายหาดกะตะ ชายหาดกะรน และชายหาดในยาง จังหวัด ภูเก็ต โดยใช้สเปกตรัมพลังงานรังสีแกมมาที่ตรวจวัดได้จากการทดลอง และ ใช้สมการที่ 2.21 และ 2.22

ข้อสังเกต** ในการวิเคราะห์และคำนวณหาค่าปริมาณกัมมันตภาพจำเพาะของนิวไคลด์รังสีเริ่มต้นในตัวอย่างทรายชายหาดทั้ง 155 ตัวอย่าง มีหลักการในการ วิเคราะห์ดังต่อไปนี้ คือ สำหรับ ^{40}K จะใช้โฟโตพีคที่พลังงาน 1460.80 keV และ ^{226}Ra จะใช้โฟโตพีคที่พลังงาน 351.90 keV จากเส้นสเปกตรัมพลังงานของ ^{214}Pb ในการวิเคราะห์ ส่วน ^{232}Th จะใช้โฟโตพีคที่พลังงาน 583.20 keV ในเส้น สเปกตรัมพลังงานของ ^{208}Tl และสำหรับ ^{137}Cs จะใช้โฟโตพีคที่พลังงาน 661.70 keV จากเส้นสเปกตรัมพลังงานของตัวเองในการวิเคราะห์เชิงปริมาณนี้

- นำผลการตรวจวัดค่ากัมมันตภาพจำเพาะของ ^{40}K , ^{226}Ra และ ^{232}Th ที่ ตรวจวัดได้นี้ไปคำนวณหาอัตราปริมาณรังสีแกมมาดูดกลืน (gamma-absorbed dose rate : D) ค่ากัมมันตภาพรังสีสมมูลของเรเดียม (radium equivalent activity : Ra_{eq}) ค่าดัชนีวัดความเสี่ยงรังสีที่ได้รับจากภายนอก ร่างกาย (external hazard index : H_{ex}) และค่าปริมาณรังสียังผลที่ได้รับจาก ภายนอกร่างกายประจำปี (annual external effective dose rate) ในบริเวณ ชายหาดทั้งห้าแห่งของจังหวัดภูเก็ต
- เปรียบเทียบข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์และคำนวณหาค่าปริมาณกัมมันตภาพ จำเพาะของ ^{40}K , ^{226}Ra , ^{232}Th และ ^{137}Cs ในตัวอย่างทรายชายหาด 155 ตัวอย่างที่เก็บจากชายหาดป่าตอง ชายหาดกมลา ชายหาดกะตะ ชายหาดกะรน และชายหาดในยาง จังหวัดภูเก็ต กับค่ากัมมันตภาพจำเพาะในตัวอย่างดินที่ ตรวจวัดได้โดยสำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2537-2545 และ

ข้อมูลของกลุ่มนักวิจัยในต่างประเทศทั่วโลก นอกจากนี้ยังเปรียบเทียบกับค่าที่กำหนดไว้โดยองค์กรเพื่อความร่วมมือทางเศรษฐศาสตร์และการพัฒนา (Organization for Economic Cooperation and Development : OECD, 1979) และคณะกรรมการวิทยาศาสตร์ขององค์กรสหประชาชาติเกี่ยวกับผลของรังสีปรมาณู (United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation : UNSCEAR, 1988, 1993,2000) ในรูปของตารางเปรียบเทียบข้อมูล

- สรุปผล วิจัยและเสนอแนะผลการวิจัยที่ได้