

# ค่ากัมมันตภาพจำเพาะและแผนภาพทางรังสีของนิวไคลด์รังสีธรรมชาติ ( $^{238}\text{U}$ $^{232}\text{Th}$ $^{226}\text{Ra}$ และ $^{40}\text{K}$ ) และที่มนุษย์สร้างขึ้น ( $^{137}\text{Cs}$ ) ในทรายชายหาด

## จากชายหาดในยาง จังหวัดภูเก็ต ภายหลังการเกิดสึนามิ

\* ประสงค์ เกษราธิคุณ<sup>1</sup> ฤทัยรัตน์ บุญครองชีพ<sup>2</sup> และ อุดร ชัยช่วย<sup>3</sup>

<sup>1</sup>ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สาขาวิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ อ. เมือง จ. สงขลา 90000

โทรศัพท์ 074 -311885-7 ต่อ 2115 โทรสาร 074-693974 E-Mail: prasong@tsu.ac.th

<sup>2</sup>หน่วยวิจัยฟิสิกส์นิวเคลียร์และวัสดุ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ อ. เมือง จ. สงขลา 90000

โทรศัพท์ 074 -311885-7 ต่อ 2115 โทรสาร 074-693974 E-mail: ruthairat.b@hotmail.com

<sup>3</sup>สถาบันเทคโนโลยีนิวเคลียร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน) 16 ถนนวิภาวดี จตุจักร กรุงเทพฯ 10900

โทรศัพท์ 02-5967600 โทรสาร 02-5790220 E-mail: youngchaury@yahoo.com

### บทคัดย่อ

ได้ทำการศึกษาและตรวจวัดกัมมันตภาพจำเพาะของนิวไคลด์สารรังสีธรรมชาติ ( $^{238}\text{U}$   $^{232}\text{Th}$   $^{226}\text{Ra}$  และ  $^{40}\text{K}$ ) และนิวไคลด์สารรังสีที่มนุษย์สร้างขึ้น ( $^{137}\text{Cs}$ ) ในทรายชายหาดที่เก็บจากบริเวณชายหาดในยางที่ได้รับผลกระทบจากการเกิดคลื่นสึนามิในจังหวัดภูเก็ต จำนวน 50 ตัวอย่าง สำหรับการตรวจวัดกัมมันตภาพจำเพาะของนิวไคลด์รังสีเริ่มต้นและไอโซโทปสารกัมมันตรังสีที่มนุษย์สร้างขึ้นในตัวอย่างทรายชายหาดทั้งหมดทำได้โดยใช้ห้ววัดแบบเจอร์เมเนียมบริสุทธิ์ ระบบการวิเคราะห์แบบแกมมาสเปกโตรเมตรีและแหล่งกำเนิดรังสีมาตรฐานชนิด IAEA/RGU-1, IAEA/RGTh-1, KCL และ SL-2 ที่ได้รับการอนุเคราะห์จากภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ เพื่อใช้ในการเปรียบเทียบและคำนวณหาปริมาณกัมมันตภาพจำเพาะของนิวไคลด์ที่ต้องการ ทำการตรวจวัดและวิเคราะห์ผลที่ห้องปฏิบัติการฟิสิกส์นิวเคลียร์และวัสดุ สาขาวิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ วิทยาเขตสงขลา จากผลการวิจัย พบว่า ปริมาณกัมมันตภาพจำเพาะที่ตรวจวัดได้มีค่าอยู่ระหว่าง 862.50 – 3,356.35 Bq/kg สำหรับ  $^{40}\text{K}$ , 3.51- 28.58 Bq/kg สำหรับ  $^{226}\text{Ra}$ , 10.15 - 30.22 Bq/kg สำหรับ  $^{232}\text{Th}$  และ 0.00 – 2.39 Bq/kg สำหรับ  $^{137}\text{Cs}$  และมีค่าเฉลี่ยเป็น  $1,843.03 \pm 152.49$  Bq/kg,  $14.88 \pm 3.30$  Bq/kg,  $19.19 \pm 2.80$  Bq/kg และ  $0.14 \pm 0.11$  Bq/kg ตามลำดับ ได้นำผลการตรวจวัดกัมมันตภาพจำเพาะของนิวไคลด์สารรังสีธรรมชาติที่ตรวจวัดได้นี้ไปคำนวณหาอัตราปริมาณรังสีแกมมาดูดกลืน (gamma-absorbed dose rate: D) กัมมันตภาพรังสีสมมูลของเรเดียม (radium equivalent activity:  $\text{Ra}_{\text{eq}}$ ) ดัชนีวัดความเสี่ยงรังสีที่ได้รับจากภายนอก (external hazard index:  $\text{H}_{\text{ex}}$ ) และปริมาณรังสียังผลที่ได้รับจากภายนอกประจำปี (annual external effective dose rate) ในบริเวณชายหาดของจังหวัดภูเก็ต และยังสามารถเปรียบเทียบค่าตรวจวัดและคำนวณได้ในการทำวิจัยครั้งนี้กับค่าที่ตรวจวัดได้ของสำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ ข้อมูลของกลุ่มนักวิจัยในต่างประเทศทั่วโลก ค่าที่กำหนดไว้โดยองค์การเพื่อความร่วมมือทางเศรษฐกิจและการพัฒนา (Organization for Economic Cooperation and Development: OECD, 1979) และคณะกรรมการวิทยาศาสตร์ขององค์การสหประชาชาติเกี่ยวกับผลของรังสีปรมาณู (United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation: UNSCEAR, 1988, 1993, 2000) นอกจากนี้ ยังได้นำข้อมูลค่ากัมมันตภาพจำเพาะที่ตรวจวัดได้ทั้งหมดไปจัดทำเป็นแผนภาพทางรังสีอีกด้วย

คำสำคัญ : กัมมันตภาพจำเพาะ แผนภาพทางรังสี หักวัดแบบเจอร์เมเนียมบริสุทธิ์ ระบบการวิเคราะห์แบบ  
แกมมาสเปกโตรเมตรี

## Specific Activities and Radioactive Contour Maps of Natural ( $^{238}\text{U}$ , $^{232}\text{Th}$ , $^{226}\text{Ra}$ and $^{40}\text{K}$ ) and Anthropogenic ( $^{137}\text{Cs}$ ) Radionuclides in Beach Sand Samples Collected from Nai Yang Beach of Phuket Province After Tsunai Disaster

\*Prasong Kessaratikoon<sup>1</sup>, Ruthairat Boonkrongcheep<sup>2</sup> and Udom Youngchaury<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Department of Physics, Faculty of Science, Thaksin University, Songkhla 90000

Phone: 074 -311885-7 ext. 2115, Fax: 074-693974, E-mail: prasong@tsu.ac.th

<sup>2</sup>Nuclear and Materials Physics Research Unit, Faculty of Science, Thaksin University, Songkhla 90000

Phone: 074 -311885-7 ext. 2115, Fax: 074-693974, E-mail: ruthairat.b@hotmail.com

<sup>3</sup>Thailand Institute of Nuclear Technology (Public Organization)

16 Vibhavadi Rangsit Rd, Chatuchak, Bangkok 10900

Phone: 02-5967600, Fax: 02-5790220, E-mail: youngchaury@yahoo.com

### Abstract

Specific activities of natural ( $^{238}\text{U}$ ,  $^{232}\text{Th}$ ,  $^{226}\text{Ra}$  and  $^{40}\text{K}$ ) and artificial anthropogenic ( $^{137}\text{Cs}$ ) radionuclides in 50 beach sand samples collected from Nai Yang beach in Phuket province which was effected from 2004 tsunami disaster, have been studied and measured. Experimental results were obtained by using a high-purity germanium (HPGe) detector and gamma spectrometry analysis system and also evaluated by using the standard reference materials IAEA/RGU-1, IAEA/RGTh-1, KCL and SL-2 which were obtained from Department of Physics, Faculty of Science, Prince of Songkhla University Hat Yai Campus. Experimental set-up and measurements were operated and carried out at Nuclear and Material Physics Laboratory in Department of Physics, Faculty of Science, Thaksin University Songkhla Campus. It was found that, the beach sand specific activity ranges from 862.50 – 3,356.35Bq/kg for  $^{40}\text{K}$ , 3.51- 28.58 Bq/kg for  $^{226}\text{Ra}$ , 10.15 - 30.22 Bq/kg for  $^{232}\text{Th}$  and 0.00 – 2.39 Bq/kg for  $^{137}\text{Cs}$  with mean values of  $1,843.03 \pm 152.49$  Bq/kg,  $14.88 \pm 3.30$  Bq/kg,  $19.19 \pm 2.80$  Bq/kg and  $0.14 \pm 0.11$  Bq/kg, respectively. Furthermore, the results were also used to evaluate the absorbed dose rates in air (D), the radium equivalent ( $\text{Ra}_{\text{eq}}$ ), the external hazard index ( $\text{H}_{\text{ex}}$ ) and the annual effective dose rate (AED) in all beach area. Moreover, experimental results were also compared to the Office of Atoms for Peace (OAP) research data, Thailand and global radioactivity measurements and evaluation, the recommended values which were proposed by the Organization for Economic Cooperation and Development (OECD, 1979) and United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation (UNSCEAR, 1988, 1993, 2000). Specific activities of natural and

artificial anthropogenic radionuclides in all of Nai Yang beach sand samples could be also used to create the radioactive contour maps.

**Keywords:** specific activity, radioactive contour map, high-purity germanium (HPGe) detector, gamma spectrometry analysis system

## 1. บทนำ

คณะผู้วิจัยได้มีความสนใจในการศึกษาและตรวจวัดค่ากัมมันตภาพจำเพาะ (specific activity) ของนิวไคลด์สารรังสีธรรมชาติ ( $^{238}\text{U}$   $^{232}\text{Th}$   $^{226}\text{Ra}$  และ  $^{40}\text{K}$ ) และนิวไคลด์สารรังสีที่มนุษย์สร้างขึ้น ( $^{137}\text{Cs}$ ) ในตัวอย่างทรายชายหาดจากบริเวณชายหาดในยางซึ่งเป็น 1 ใน 5 ชายหาดที่สำคัญของจังหวัดภูเก็ต(ชายหาดป่าตอง ชายหาดกะตะ ชายหาดกะรน ชายหาดกมลา และชายหาดในยาง) ที่ได้รับความเสียหายค่อนข้างมากจากคลื่นสึนามิอันเป็นผลมาจากการเกิดธรณีพิบัติภัยทางตอนเหนือของประเทศอินโดนีเซีย เมื่อวันที่ 26 ธันวาคม พ.ศ. 2547 นอกจากนี้ ยังสามารถใช้ข้อมูลที่ได้จากการตรวจวัดนี้ไปคำนวณหาอัตราปริมาณรังสีแกมมาดูดกลืน (gamma-absorbed dose rate: D) กัมมันตภาพรังสีสมมูลของเรเดียม (radium equivalent activity:  $\text{Ra}_{\text{eq}}$ ) ดัชนีวัดความเสี่ยงรังสีที่ได้รับจากภายนอกร่างกาย (external hazard index:  $\text{H}_{\text{ex}}$ ) และพร้อมกันนี้ได้คำนวณปริมาณรังสียังผลที่ได้รับจากภายนอกร่างกายรอบปี (external annual effective dose) เพื่อเป็นประเมินค่าการเพิ่มขึ้นของความเป็นอันตรายจากรังสีในธรรมชาติ (radiation hazard arising) ของบริเวณชายหาดในยางได้อีกด้วย และยังสามารถนำข้อมูลที่ได้ไปเปรียบเทียบกับค่าที่ตรวจวัดได้ของสำนักงานปรมาณูเพื่อสันติและข้อมูลของกลุ่มนักวิจัยในต่างประเทศทั่วโลก รวมทั้งการเปรียบเทียบข้อมูลที่ตรวจวัดและคำนวณได้ดังกล่าวนี้กับค่าที่กำหนดไว้โดยองค์การเพื่อความร่วมมือทางเศรษฐกิจและการพัฒนา (Organization for Economic Cooperation and Development; OECD) และคณะกรรมการวิทยาศาสตร์ขององค์กรสหประชาชาติเกี่ยวกับผลของรังสีปรมาณู นอกจากนี้ ยังสามารถนำข้อมูลกัมมันตภาพจำเพาะของนิวไคลด์สารรังสีธรรมชาติ และนิวไคลด์สารรังสีที่มนุษย์สร้างขึ้นนี้ไปจัดทำเป็นแผนภาพทางรังสี (radioactive contour maps) โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ได้อีกด้วย สำหรับข้อมูลที่ได้นี้ยังสามารถใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานของกัมมันตภาพจำเพาะของนิวไคลด์สารรังสีธรรมชาติและนิวไคลด์สารรังสีที่มนุษย์สร้างขึ้นในบริเวณชายหาดในยางของจังหวัดภูเก็ตต่อไป รวมไปถึงการศึกษาและวิเคราะห์ถึงโอกาสและความเป็นไปได้ในการป้องกันอันตรายจากสารกัมมันตรังสีในบริเวณชายหาดในยางของจังหวัดภูเก็ตได้อีกทางหนึ่งด้วย

## 2. วัสดุและอุปกรณ์

สำหรับวัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทำวิจัยนี้มีรายละเอียดดังต่อไปนี้ คือ

1. หัววัดรังสีแบบเจอร์เมเนียมบริสุทธิ์ (HPGe) และระบบวิเคราะห์แบบแกมมาสเปกโตรเมตรี บริษัท แคนเบอร์รา รุ่น GC 2018
2. แหล่งกำเนิดรังสีแกมมามาตรฐานชนิดซีเซียม-137 (Cs-137) โคบอลต์-60 (Co-60) และแบเรียม-133 (Ba-133)
3. โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป Genie 2000 และ ArcGIS Version 9.2
4. แผนที่จังหวัดภูเก็ตและเครื่องบอกพิกัดทางภูมิศาสตร์ (Germin Etrex, USA)
5. สารมาตรฐานอ้างอิง KCL IAEA/RGU-1 IAEA/RGTh-1 และ IAEA/SL-2 ใช้ในการคำนวณกัมมันตภาพจำเพาะของ  $^{40}\text{K}$   $^{238}\text{U}$  (หรือ  $^{226}\text{Ra}$ )  $^{232}\text{Th}$  และ  $^{137}\text{Cs}$  ตามลำดับ ในตัวอย่างทรายชายหาดที่เก็บจากบริเวณชายหาดในยาง จำนวน 50 ตัวอย่าง
6. ภาชนะพลาสติกรูปทรงกระบอกขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 8.2 ซม. สูง 7.5 ซม. สำหรับบรรจุตัวอย่างทรายชายหาด
7. อุปกรณ์สำหรับเก็บและเตรียมตัวอย่างทรายชายหาด เช่น จอบ เสียม ถังพลาสติก และตะแกรงร่อนทรายขนาด 325 mesh เป็นต้น

### 3. วิธีการดำเนินการวิจัย

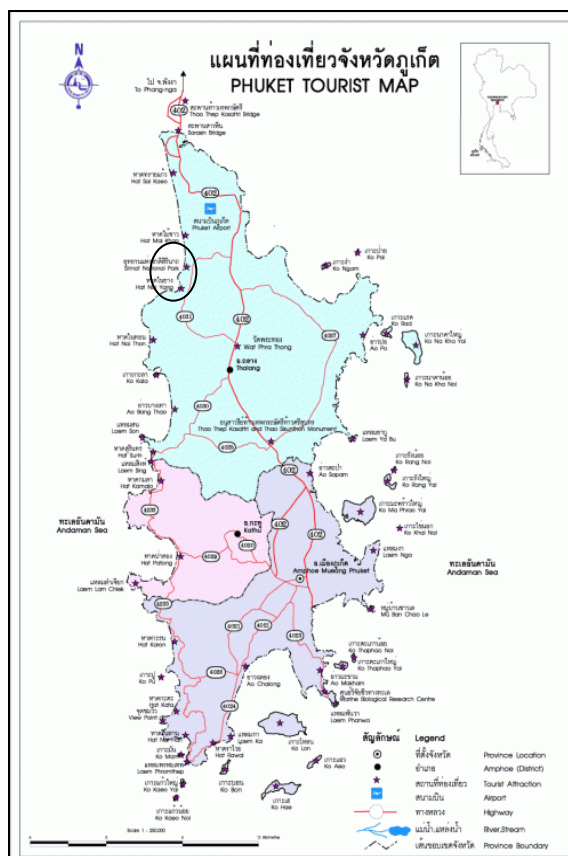
#### การเก็บตัวอย่างและเตรียมตัวอย่างทรายชายหาด

ทำการเก็บตัวอย่างทรายชายหาดจากบริเวณชายหาดในยาง จังหวัดภูเก็ต จำนวน 50 ตัวอย่าง ดังแสดงบริเวณเก็บตัวอย่างทรายชายหาดไว้ในรูปที่ 1 หลังจากนั้นนำตัวอย่างทรายมาเตรียมให้เหมาะสมตามหลักการที่เป็นมาตรฐาน แล้วนำไปทำการตรวจวัดกัมมันตภาพรังสีทั้งในเชิงคุณภาพและปริมาณในตัวอย่างทรายชายหาดทั้งหมด โดยใช้หัววัดแบบเจอร์เมเนียมบริสุทธิ์ และระบบการวิเคราะห์แบบแกมมาสเปกโตรเมตรี ที่ห้องปฏิบัติการฟิสิกส์นิวเคลียร์และฟิสิกส์วัสดุ ห้อง SC 618 อาคารปฏิบัติการคณะวิทยาศาสตร์ (เดิม) สาขาวิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ วิทยาเขตสงขลา

การตรวจวัดและวิเคราะห์กัมมันตภาพจำเพาะของนิวไคลด์สารรังสีธรรมชาติ ( $^{238}\text{U}$   $^{232}\text{Th}$   $^{226}\text{Ra}$  และ  $^{40}\text{K}$ ) และนิวไคลด์สารรังสีที่มนุษย์สร้างขึ้น ( $^{137}\text{Cs}$ )

ใช้แหล่งกำเนิดรังสีแกมมามาตรฐานซีเซียม-137 (Cs-137) โคบอลต์-60 (Co-60) และแบเรียม-133 (Ba-133) ในการปรับเทียบพลังงานแก่เครื่องมือและระบบตรวจวัดที่ใช้ในการวัดปริมาณกัมมันตภาพจำเพาะของนิวไคลด์กัมมันตรังสีที่ต้องการตรวจวัดและวิเคราะห์ในการทำวิจัยครั้งนี้ ต่อจากนั้น ใช้ข้อมูลที่ได้มาจากการทดลองในรูปของสเปกตรัมพลังงานของรังสีแกมมาทำ

การตรวจสอบและวิเคราะห์เชิงคุณภาพเพื่อศึกษาชนิดของสารกัมมันตรังสีในตัวอย่างทรายทั้งหมด และคำนวณหาปริมาณกัมมันตภาพจำเพาะโดยเน้นเฉพาะนิวไคลด์กัมมันตรังสีบางชนิดที่สนใจ ได้แก่  $^{238}\text{U}$ ,  $^{232}\text{Th}$ ,  $^{226}\text{Ra}$  และ  $^{40}\text{K}$  และรวมไปถึงการคำนวณหาปริมาณกัมมันตภาพจำเพาะของนิวไคลด์กัมมันตรังสีที่มนุษย์สร้างขึ้น ได้แก่  $^{137}\text{Cs}$  ที่สะสมในตัวอย่างทรายชายหาดทั้งหมด โดยการเปรียบเทียบกับสารมาตรฐาน KCl ซึ่งใช้ในการคำนวณปริมาณของ  $^{40}\text{K}$  ในตัวอย่างทรายชายหาด และสารมาตรฐานอ้างอิงยูเรเนียม (RGU1) และทอเรียม (RGTh1) ของทบวงการพลังงานปรมาณูระหว่างประเทศ (International Atomic Energy Agency; IAEA) ซึ่งใช้ในการคำนวณปริมาณของ  $^{238}\text{U}$  หรือ  $^{226}\text{Ra}$  และ  $^{232}\text{Th}$  ในตัวอย่างทรายชายหาด ตามลำดับ นอกจากนี้ยังได้ใช้สารมาตรฐานอ้างอิง SL-2 ของ IAEA ในการคำนวณปริมาณของ  $^{137}\text{Cs}$  ในตัวอย่างทรายชายหาด โดยที่สารมาตรฐานอ้างอิงทั้งหมดนี้ได้รับความอนุเคราะห์จากภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ โดยที่แต่ละตัวอย่างใช้เวลาในการตรวจวัด 10,800 วินาที หรือ 3 ชั่วโมง



รูปที่ 1 บริเวณเก็บตัวอย่างทรายชายหาดบริเวณชายหาดในยาง จังหวัดภูเก็ต

## การคำนวณค่าดัชนีความเสี่ยงทางรังสี

หลังจากนั้นนำผลการตรวจวัดกัมมันตภาพจำเพาะของ  $^{226}\text{Ra}$ ,  $^{232}\text{Th}$  และ  $^{40}\text{K}$  ที่ตรวจวัดได้นี้ไปคำนวณหาอัตราปริมาณรังสีแกมมาดูดกลืน กัมมันตภาพรังสีสมมูลของเรเดียม ดัชนีวัดความเสี่ยง

รังสีที่ได้รับจากภายนอกร่างกาย และปริมาณรังสียังผลที่ได้รับจากภายนอกร่างกายรอบปีในบริเวณชายหาดของจังหวัดภูเก็ต และยังได้เปรียบเทียบค่าที่ตรวจวัดและคำนวณได้ในการทำวิจัยครั้งนี้กับค่าที่ตรวจวัดได้ของสำนักงานปรมาณูเพื่อสันติและข้อมูลของกลุ่มนักวิจัยในต่างประเทศทั่วโลก นอกจากนี้ยังเปรียบเทียบกับค่าที่กำหนดไว้โดยองค์การความร่วมมือทางเศรษฐกิจและการพัฒนา (OECD)<sup>1</sup> และคณะกรรมการวิทยาศาสตร์ขององค์การสหประชาชาติเกี่ยวกับผลของรังสีปรมาณู (UNSCEAR)<sup>2, 3, 4</sup> อีกด้วย

#### 4. ผลการทดลองและวิจารณ์

พิสัยและค่าเฉลี่ยของกัมมันตภาพจำเพาะของนิวไคลด์สารรังสีธรรมชาติ ( $^{238}\text{U}$   $^{232}\text{Th}$   $^{226}\text{Ra}$  และ  $^{40}\text{K}$ ) และนิวไคลด์สารรังสีที่มนุษย์สร้างขึ้น ( $^{137}\text{Cs}$ )

สำหรับพิสัยและค่าเฉลี่ยของกัมมันตภาพจำเพาะในหน่วยของ Bq/kg ของนิวไคลด์  $^{40}\text{K}$   $^{226}\text{Ra}$   $^{232}\text{Th}$  และ  $^{137}\text{Cs}$  ของตัวอย่างทรายชายหาดจำนวน 50 ตัวอย่างที่เก็บจากบริเวณชายหาดในยาง จังหวัดภูเก็ต ได้สรุปผลไว้ในตารางที่ 1 ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 1 พิสัยและค่าเฉลี่ยของกัมมันตภาพจำเพาะของนิวไคลด์  $^{40}\text{K}$   $^{226}\text{Ra}$   $^{232}\text{Th}$  และ  $^{137}\text{Cs}$  ของตัวอย่างทรายชายหาดจำนวน 50 ตัวอย่างที่เก็บจากบริเวณชายหาดในยาง จังหวัดภูเก็ต

| ตัวอย่างทราย<br>ชายหาดในยาง (50) | พิสัยและกัมมันตภาพจำเพาะเฉลี่ย (Bq/kg) |              |               |             |
|----------------------------------|----------------------------------------|--------------|---------------|-------------|
|                                  | K-40                                   | Ra-226       | Th-232        | Cs-137      |
| พิสัย                            | 862.50 – 3,356.35                      | 3.51- 28.58  | 10.15 - 30.22 | 0.00 – 2.39 |
| ค่าเฉลี่ย                        | 1,843.03 ± 152.49                      | 14.88 ± 3.30 | 19.19 ± 2.80  | 0.14 ± 0.11 |

การเปรียบเทียบข้อมูลที่ตรวจวัดได้กับข้อมูลที่มีอยู่ในประเทศไทยและข้อมูลของนักวิจัยที่มีอยู่ทั่วโลก นอกจากนี้ ยังได้แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของกัมมันตภาพจำเพาะในหน่วยของ Bq/kg ของนิวไคลด์  $^{40}\text{K}$   $^{226}\text{Ra}$   $^{232}\text{Th}$  และ  $^{137}\text{Cs}$  ในตัวอย่างทรายชายหาดจำนวน 50 ตัวอย่างที่เก็บจากบริเวณชายหาดในยาง จังหวัดภูเก็ต กับข้อมูลที่มีอยู่ของชายหาดต่างๆใน 14 จังหวัดภาคใต้ ดังแสดงไว้ในตารางที่ 2 และยังได้เปรียบเทียบข้อมูลค่าเฉลี่ยของกัมมันตภาพจำเพาะของทรายชายหาดในยาง จังหวัดภูเก็ตนี้กับข้อมูลของทางสำนักงานปรมาณูเพื่อสันติที่ศึกษาจากตัวอย่างในประเทศไทย และข้อมูลของนักวิจัยที่รายงานไว้ทั่วโลก ดังแสดงไว้ในตารางที่ 3 อีกด้วย

ตารางที่ 2 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของกัมมันตภาพจำเพาะในตัวอย่างทรายชายหาดในยาง จังหวัด  
ภูเก็ต กับข้อมูลที่มีอยู่ของชายหาดต่าง ๆ ใน 14 จังหวัดภาคใต้

| ข้อมูล                                                  | กัมมันตภาพจำเพาะเฉลี่ย (Bq/kg) |              |                |             |
|---------------------------------------------------------|--------------------------------|--------------|----------------|-------------|
|                                                         | K-40                           | Ra-226       | Th-232         | Cs-137      |
| 1. ทรายชายหาดในยาง<br>(จังหวัดภูเก็ต)                   | 1,843.03 ± 152.49              | 14.88 ± 3.30 | 19.19 ± 2.80   | 0.14 ± 0.11 |
| 2. ทรายชายหาดชลาทัศน์<br>(จังหวัดสงขลา) <sup>5</sup>    | 186.72 ± 10.78                 | 65.79 ± 7.65 | 100.52 ± 12.12 | -           |
| 3. ทรายชายหาดสมิหลา<br>(จังหวัดสงขลา) <sup>6</sup>      | 309.04 ± 24.31                 | 16.81 ± 4.90 | 27.24 ± 8.14   | -           |
| 4. ทรายชายหาดปากเมง<br>(จังหวัดตรัง) <sup>7</sup>       | 57.26 ± 2.30                   | 13.06 ± 0.87 | 6.89 ± 0.37    | -           |
| 5. ทรายชายหาดเฉวง<br>(จังหวัดสุราษฎร์ธานี) <sup>8</sup> | 373.30 ± 13.59                 | 18.85 ± 1.45 | 23.53 ± 2.40   | -           |

ตารางที่ 3 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของกัมมันตภาพจำเพาะในตัวอย่างทรายชายหาดในยาง จังหวัด  
ภูเก็ตกับข้อมูลของทางสำนักงานปรมาณูเพื่อสันติที่มีอยู่ในประเทศไทย และข้อมูลของนักวิจัยที่  
มีอยู่ทั่วโลก

| ข้อมูล                              | กัมมันตภาพจำเพาะเฉลี่ย (Bq/kg) |              |               |             |
|-------------------------------------|--------------------------------|--------------|---------------|-------------|
|                                     | K-40                           | Ra-226       | Th-232        | Cs-137      |
| ชายหาดในยาง(จังหวัดภูเก็ต)          | 1,843.03 ± 152.49              | 14.88 ± 3.30 | 19.19 ± 2.80  | 0.55 ± 0.09 |
| สนง.ปส. (จังหวัดสงขลา) <sup>9</sup> | 511.04 ± 7.04                  | 71.5 ± 3.13  | 211.19 ± 1.98 | 1.13 ± 0.49 |
| สนง.ปส. (ประเทศไทย)                 | 400                            | 48           | 40            | -           |
| การวิจัยทั่วโลก                     | 400                            | 35           | 30            | -           |

### ผลการคำนวณหาดัชนีความเสี่ยงทางรังสีในบริเวณชายหาดในยาง จังหวัดภูเก็ต

สำหรับดัชนีความเสี่ยงทางรังสีในบริเวณหรือพื้นที่ต่าง ๆ สามารถคำนวณได้จากสมการหรือสูตรที่ได้รับการพัฒนาจากนักวิทยาศาสตร์ที่มีความรู้และความสนใจทางด้านการตรวจวัดปริมาณรังสีในธรรมชาติทั่วโลก ในที่นี้จะใช้ข้อมูลกัมมันตภาพจำเพาะในหน่วย Bq/kg ของนิวไคลด์  $^{40}\text{K}$   $^{226}\text{Ra}$  และ  $^{232}\text{Th}$  ที่แสดงไว้ในตารางที่ 1 ในการคำนวณหาดัชนีความเสี่ยงทางรังสีในพื้นที่บริเวณชายหาดในยาง จังหวัดภูเก็ต จำนวนทั้งหมด 4 ดัชนีความเสี่ยงได้แก่ อัตราปริมาณรังสีแกมมาดูดกลืน<sup>10</sup>

กัมมันตภาพรังสีสมมูลของเรเดียม<sup>11</sup> คำนวัดความเสี่ยงรังสีที่ได้รับจากภายนอกร่างกาย ( $H_{ex}$ )<sup>12</sup> และปริมาณรังสียังผลที่ได้รับจากภายนอกร่างกายประจำปี<sup>13</sup> และได้แสดงผลที่ได้ไว้ในตารางที่ 4 ดังต่อไปนี้

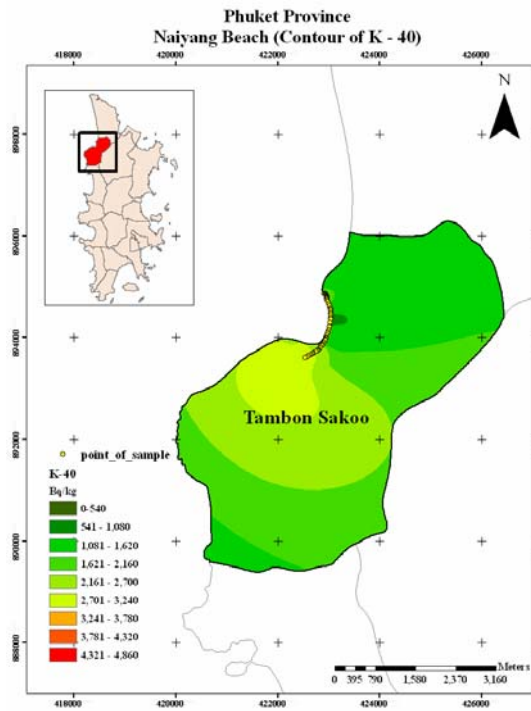
ตารางที่ 4 ค่าเฉลี่ยกัมมันตภาพจำเพาะของนิวไคลด์  $^{226}\text{Ra}$   $^{232}\text{Th}$  และ  $^{40}\text{K}$  ในตัวอย่างทรายชายหาดในยาง จังหวัดภูเก็ต จำนวน 50 ตัวอย่างที่ใช้ในการเปรียบเทียบกับข้อมูลของ UNSCEAR<sup>2, 3, 4</sup> ปริมาณรังสีแกมมาดูดกลืน (D) กัมมันตภาพรังสีสมมูลของเรเดียม ( $Ra_{eq}$ ) คำนวัดความเสี่ยงรังสีที่ได้รับจากภายนอกร่างกาย ( $H_{ex}$ ) และปริมาณรังสียังผลที่ได้รับจากภายนอกร่างกายรอบปี

| สถานที่                                          | กัมมันตภาพรังสีจำเพาะเฉลี่ย<br>ของตัวอย่างดิน (Bq/kg) |        |          | D<br>(nGy/h) | $Ra_{eq}$<br>(Bq/kg) | $H_{ex}$ | Annual<br>External<br>Effective Dose<br>Rate (mSv/y) |
|--------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|--------|----------|--------------|----------------------|----------|------------------------------------------------------|
|                                                  | Ra-226                                                | Th-232 | K-40     |              |                      |          |                                                      |
| ชายหาดในยาง (50)                                 | 14.88                                                 | 19.19  | 1,843.03 | 95.12        | 184.24               | 0.50     | 0.12                                                 |
| UNSCEAR <sup>2, 3, 4</sup><br>(1988, 1993, 2000) | -                                                     | -      | -        | 55           | 370                  | 1        | 0.48                                                 |

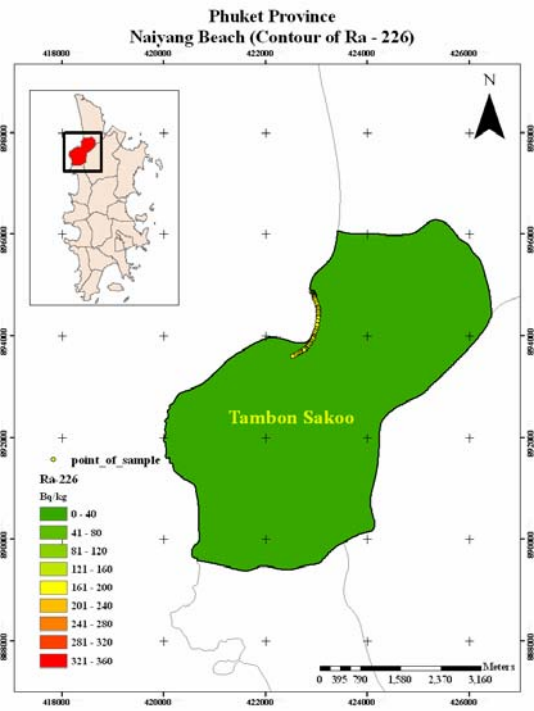
จะเห็นได้ว่า ค่าเฉลี่ยของปริมาณค่ากัมมันตภาพจำเพาะของนิวไคลด์  $^{40}\text{K}$  ในตัวอย่างทรายชายหาดในยาง มีค่าสูงกว่า ข้อมูลที่มีอยู่ของชายหาดต่าง ๆ ใน 14 จังหวัดภาคใต้ ค่าเฉลี่ยของสำนักงานปรมาณูเพื่อสันติเฉพาะในเขตจังหวัดสงขลาของประเทศไทย และค่าเฉลี่ยของสำนักงานปรมาณูเพื่อสันติที่มีอยู่ทั่วประเทศและทั่วโลก และเป็นปัจจัยหลักที่ทำให้อัตราปริมาณรังสีแกมมาดูดกลืน (D) กัมมันตภาพรังสีสมมูลของเรเดียม ( $Ra_{eq}$ ) คำนวัดความเสี่ยงรังสีที่ได้รับจากภายนอกร่างกาย ( $H_{ex}$ ) และ ปริมาณรังสียังผลที่ได้รับจากภายนอกร่างกายรอบปี ที่คำนวณได้ในตัวอย่างทรายชายหาดจำนวน 50 ตัวอย่างที่เก็บจากบริเวณชายหาดในยาง จังหวัดภูเก็ต มีค่าเพิ่มมากขึ้นโดยเฉพาะอย่างยิ่งอัตราปริมาณรังสีแกมมาดูดกลืน (D) ที่มีค่าสูงกว่าค่าเฉลี่ยทั่วโลกที่เผยแพร่โดย UNSCEAR<sup>2, 3, 4</sup>

แผนภาพทางรังสีของนิวไคลด์  $^{40}\text{K}$   $^{226}\text{Ra}$   $^{232}\text{Th}$  และ  $^{137}\text{Cs}$  ในตัวอย่างทรายชายหาดจำนวน 50 ตัวอย่าง ที่เก็บจากบริเวณชายหาดในยาง จังหวัดภูเก็ต

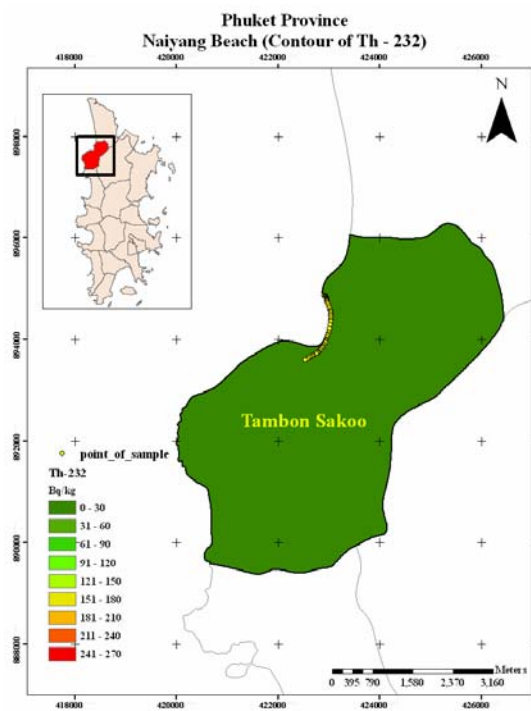
จากการนำข้อมูลกัมมันตภาพจำเพาะของนิวไคลด์สารรังสีธรรมชาติ ( $^{40}\text{K}$   $^{226}\text{Ra}$  และ  $^{232}\text{Th}$ ) และนิวไคลด์สารรังสีที่มนุษย์สร้างขึ้น ( $^{137}\text{Cs}$ ) นี้ ไปจัดทำเป็นแผนภาพทางรังสี (radioactive contour maps) โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูปที่มีชื่อว่าโปรแกรม ArcGIS Version 9.2 ดังได้แสดงในรูปที่ 2 3 4 และ 5 ตามลำดับ ดังต่อไปนี้



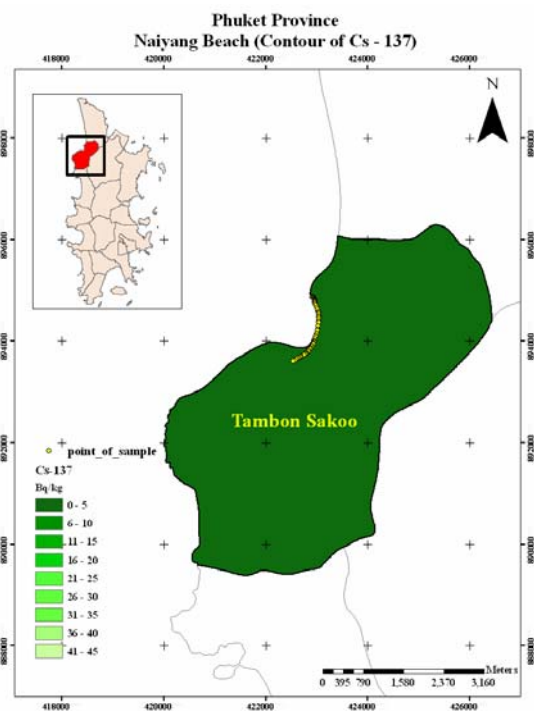
รูปที่ 2. แผนภาพทางรังสีของ  $^{40}\text{K}$



รูปที่ 3. แผนภาพทางรังสีของ  $^{226}\text{Ra}$



รูปที่ 4. แผนภาพทางรังสีของ  $^{232}\text{Th}$



รูปที่ 5. แผนภาพทางรังสีของ  $^{137}\text{Cs}$

## 5. สรุป

จากผลการวิจัยที่แสดงไว้ในหัวข้อ 4 จะเห็นได้ว่า ควรมีการตรวจวัดและวิเคราะห์ปริมาณกัมมันตภาพจำเพาะของนิวไคลด์  $^{40}\text{K}$  โดยใช้เทคนิคการวัดและวิเคราะห์ที่แตกต่างกันออกไป เช่น วิธีการทางเคมี เป็นต้น ทั้งนี้เพื่อเป็นการตรวจสอบผลการวิจัยที่ได้ในครั้งนี้อย่างละเอียด และเมื่อพิจารณาโดยภาพรวมแล้วโดยใช้ค่าเฉลี่ยของกัมมันตภาพจำเพาะของนิวไคลด์  $^{226}\text{Ra}$   $^{232}\text{Th}$  และ  $^{40}\text{K}$  ในตัวอย่างทรายชายหาดจำนวน 50 ตัวอย่างที่เก็บจากบริเวณชายหาดในบาง จังหวัดภูเก็ต ในการคำนวณดัชนีความเสี่ยงของการได้รับอันตรายจากรังสีทั้ง 4 ค่า สามารถกล่าวได้ว่า ***ประชาชนในจังหวัดภูเก็ตและนักท่องเที่ยวที่เดินทางมาท่องเที่ยวในบริเวณชายหาดในบาง จังหวัดภูเก็ต มีความเสี่ยงในการได้รับค่ากัมมันตภาพรังสีจากนิวไคลด์กัมมันตรังสีในธรรมชาติยังอยู่ในเกณฑ์ที่ปลอดภัย***

## 6. กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยใคร่ขอขอบคุณทางสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติที่ให้การสนับสนุนด้านทุนวิจัย ขอขอบคุณทางสถาบันวิจัยและพัฒนามหาวิทยาลัยทักษิณ ที่ได้ช่วยประสานงานเรื่องการขอทุนวิจัยและการจัดการต่างๆที่เกี่ยวข้อง ขอขอบคุณสาขาวิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ ที่ให้การสนับสนุนทั้งทางด้านเงินทุนบางส่วนและอุปกรณ์ที่ใช้การตรวจวัดและวิเคราะห์ข้อมูล และขอขอบคุณทาง ผศ. ดร. สมพร จงคำ ผู้อำนวยการสถาบันเทคโนโลยีนิวเคลียร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน) ที่ให้ความอนุเคราะห์ทั้งด้านเครื่องมือ อุปกรณ์บางอย่างและบุคลากรชำนาญการ และท้ายสุดต้องขอขอบคุณ นายศุภวุฒิ เบ็ญกุล ผู้ช่วยวิจัย และนางสาวธมวดี ทองนะ นิสิตปริญญาโท รวมทั้งนิสิตปริญญาตรีทุกท่านเป็นอย่างมากไว้ ณ ที่นี้ ในฐานะที่มีส่วนช่วยเหลือในด้านต่างๆจนทำให้งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

## 7. เอกสารอ้างอิง

1. Organization for Economic Cooperation and Development (OECD), 1979. Exposure radiation from natural radioactivity in building materials. Report by Group of Experts of the OECD Nuclear Energy Agency, OECD, Paris.
2. UNSCEAR, 1988. Sources, effects and risk of ionizing radiation. United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation, New York, United Nations.
3. UNSCEAR, 1993. Exposure from natural sources of radiation. United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation, New York, United Nations.

4. UNSCEAR, 2000. Sources, effects and risk of ionizing radiation. United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation, New York, United Nations.
5. จิระพา สุโขวัฒนกิจ, ประสงค์ เกษราธิคุณ, สุชิน อุดมสมพร, 2548. การตรวจวัดเชิงคุณภาพและปริมาณของค่ากัมมันตภาพรังสีในตัวอย่างทรายชายหาดบริเวณชายหาดชลาลัย จังหวัดสงขลา. การประชุมทางวิชาการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 31(วทท. 31). 18-20 ตุลาคม 2548. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี. นครราชสีมา, ประเทศไทย.
6. ไอนิ่ง มีชา, ประสงค์ เกษราธิคุณ, สุชิน อุดมสมพร, 2549. การตรวจวัดค่ากัมมันตภาพรังสีเชิงคุณภาพและปริมาณของตัวอย่างทรายชายหาดบริเวณชายหาดสมิหลา จังหวัดสงขลา. การประชุมทางวิชาการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 32 (วทท. 32). 10-12 ตุลาคม 2549. ศูนย์ประชุมแห่งชาติสิริกิติ์. กรุงเทพฯ, ประเทศไทย.
7. วิชชุ อายุสุข, ประสงค์ เกษราธิคุณ, 2551. การตรวจวัดปริมาณกัมมันตภาพรังสีธรรมชาติในตัวอย่างทรายชายหาดบริเวณชายหาดปากเมง จังหวัดตรัง. การประชุมวิชาการของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ครั้งที่ 1. 27-28 สิงหาคม 2551. โรงแรมธรรมรินทร์ธนา. จังหวัดตรัง, ประเทศไทย.
8. ประสงค์ เกษราธิคุณ, สุพรรณา ธานีรัตน์, อุดร ยังช่วย, 2552. การตรวจวัดค่ากัมมันตภาพรังสีธรรมชาติในตัวอย่างทรายชายหาดจากบริเวณชายหาดเฉวงอำเภอเกาะสมุย จังหวัดสุราษฎร์ธานี, ประเทศไทย. การประชุมทางวิชาการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 35 (วทท. 35). 15-17 ตุลาคม 2552. โรงแรมเดอะไทด์รีสอร์ท (ชายหาดบางแสน). จังหวัดชลบุรี, ประเทศไทย.
9. กองการวัดกัมมันตภาพรังสี, 2534-2546. รายงานวิชาการประจำปี. สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม, กรุงเทพฯ.
10. Sing S., Rani, A., Mahajan, R.K., 2005.  $^{226}\text{Ra}$ ,  $^{232}\text{Th}$  and  $^{40}\text{K}$  analysis in soil samples from some areas of Punjab and Himachal Pradesh, India using gamma ray spectrometry. Radiat. Meas. 39, 431-439.
11. Beretka, J., Mathew, P.J., 1985. Natural radioactivity of Australian building materials, industrial wastes and by-products. Health Phys. 48, 87-95.
12. Veiga, R., Sances, N., Anjos, R.M., Macario, K., Bastos, J., Iguatemy, M., Aguiar, J.G., Santos, A.M.A., Mosquera, B., Carvalho, C., Batista Filho, M., Umisedo, N.K., 2005. Measurement natural radioactivity in Brazilian beach sands. Radiat. Meas. 41, 189-196.

13. Mohanty, A.K., Sengupta, D., Das, S.K., Vijayan, V., Saha, S.K., 2004. Natural radioactivity in the newly discovered high background radiation area on the eastern coast of Orissa, India. Radiat. Meas. 38, 153-165.