

## บทที่ 4

### ผลการทดลอง

จากการที่ได้ตรวจวัดและวิเคราะห์ค่ากัมมันตภาพจำเพาะของนิวไคลด์กัมมันตรังสีธรรมชาติ และนิวไคลด์กัมมันตรังสีที่มนุษย์สร้างขึ้นในตัวอย่างดินผิวน้ำที่เก็บจากบริเวณแหล่งที่อยู่อาศัยของประชาชนและนักท่องเที่ยว ใน 6 จังหวัด ทางฝั่งทะเลอันดามัน (กระบี่ ภูเก็ต พังงา ระนอง ตรัง และสตูล) ทางภาคใต้ของประเทศไทย ได้แก่ จังหวัดกระบี่ (114 ตัวอย่าง) ภูเก็ต (103 ตัวอย่าง) พังงา (97 ตัวอย่าง) ระนอง (77 ตัวอย่าง) ตรัง (98 ตัวอย่าง) และสตูล (135 ตัวอย่าง) รวมจำนวน 624 ตัวอย่าง และตัวอย่างทรายชายหาด ที่เก็บจากบริเวณชายหาดต่างๆ ที่ประชาชนและนักท่องเที่ยวมาเที่ยวชมชายหาด ได้แก่ ทรายชายหาดบริเวณจังหวัดพังงา (29 ตัวอย่าง) และทรายชายหาดบริเวณจังหวัดระนอง (40 ตัวอย่าง) รวมจำนวน 69 ตัวอย่าง ซึ่งรวมตัวอย่างดินผิวน้ำและทรายชายหาดทั้งสิ้น 693 ตัวอย่าง ณ ห้องปฏิบัติการฟิสิกส์นิวเคลียร์และวัสดุ สาขาวิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา โดยใช้ห้ววัดรังสีแบบเจอร์มาเนียมบริสุทธิ์สูงและระบบวิเคราะห์แบบแกมมาสเปกโตรเมตรี ที่มีใช้อยู่ประจำที่ห้องปฏิบัติการดังกล่าวข้างต้น ยกเว้น ตัวอย่างดินผิวน้ำและทรายชายหาดของจังหวัดระนอง ได้ทำการตรวจวัด ณ ห้องปฏิบัติการของภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ ซึ่งได้ผลลัพธ์เป็นที่น่าสนใจและควรค่ากับการเรียนรู้เป็นอย่างยิ่ง ทางผู้วิจัยใคร่ขอแนะนำเสนอผลการตรวจวัดค่ากัมมันตภาพรังสีในตัวอย่างดินผิวน้ำและทรายชายหาดทั้งหมด ดังมีรายละเอียดของการนำเสนอ ดังต่อไปนี้

1. การปรับเทียบพลังงาน (energy calibration) ของห้ววัดรังสีแบบเจอร์มาเนียมบริสุทธิ์สูง และระบบการวิเคราะห์แบบแกมมาสเปกโตรเมตรี

2. ค่าประสิทธิภาพ (efficiency:  $\xi$ ) ของห้ววัดรังสีแบบเจอร์มาเนียมบริสุทธิ์สูง และระบบวิเคราะห์แบบแกมมาสเปกโตรเมตรี โดยใช้แหล่งกำเนิดรังสีแกมมามาตรฐานชนิด IAEA/RGU-1, IAEA/RGTh-1 และ KCl

3. ค่าประสิทธิภาพ (efficiency:  $\xi$ ) ของห้ววัดรังสีแบบเจอร์มาเนียมบริสุทธิ์สูง และระบบวิเคราะห์รังสีแบบแกมมาสเปกโตรเมตรี โดยใช้แหล่งกำเนิดรังสีแกมมามาตรฐานชนิด IAEA/SL-2

4. การวิเคราะห์เชิงปริมาณ (quantitative analysis) ของค่ากัมมันตภาพจำเพาะของนิวไคลด์กัมมันตรังสีธรรมชาติ ( $^{40}\text{K}$ ,  $^{226}\text{Ra}$  และ  $^{232}\text{Th}$ ) และนิวไคลด์กัมมันตรังสีที่มนุษย์สร้างขึ้น ( $^{137}\text{Cs}$ ) ในตัวอย่างดินผิวน้ำและทรายชายหาด

5. การคำนวณหาค่าดัชนีความเสี่ยงทางรังสี ได้แก่ อัตราปริมาณรังสีแกมมาดูดกลืน (gamma-absorbed dose rate: D) ค่ากัมมันตภาพรังสีสมมูลของเรเดียม (radium equivalent activity:  $\text{Ra}_{\text{eq}}$ ) ค่าดัชนีวัดความเสี่ยงรังสีที่ได้รับจากภายนอกร่างกาย (external hazard index:  $\text{H}_{\text{ex}}$ )

และค่าปริมาณรังสียังผลที่ได้รับจากภายนอกประจำปี (annual external effective dose rate:  $AED_{out}$ ) ในบริเวณต่างๆ ที่เป็นแหล่งที่อยู่อาศัยและบริเวณชายหาดต่างๆ ที่ประชาชนและนักท่องเที่ยวมาเที่ยวชมชายหาด ในบริเวณจังหวัดกระบี่ ภูเก็ต พังงา ระนอง ตรัง และสตูล โดยใช้ข้อมูลที่ได้จากการตรวจวัดค่ากัมมันตภาพจำเพาะของนิวไคลด์กัมมันตรังสีธรรมชาติในตัวอย่างดินผิวน้ำและทรายชายหาด ทั้งหมด 693 ตัวอย่าง จากบริเวณจังหวัดกระบี่ ภูเก็ต พังงา ระนอง ตรัง และสตูล

6. การเปรียบเทียบค่ากัมมันตภาพจำเพาะของนิวไคลด์กัมมันตรังสีธรรมชาติ ( $^{40}\text{K}$ ,  $^{226}\text{Ra}$  และ  $^{232}\text{Th}$ ) และนิวไคลด์กัมมันตรังสีที่มนุษย์สร้างขึ้น ( $^{137}\text{Cs}$ ) พร้อมทั้งค่าดัชนีความเสี่ยงทางรังสีทั้ง 4 ดัชนีความเสี่ยง ในตัวอย่างดินผิวน้ำและทรายชายหาด ทั้งหมด 693 ตัวอย่าง ที่เก็บจากบริเวณต่างๆ ที่เป็นแหล่งที่อยู่อาศัยและบริเวณชายหาดต่างๆ ที่ประชาชนและนักท่องเที่ยวมาเที่ยวชมชายหาด บริเวณจังหวัดกระบี่ ภูเก็ต พังงา ระนอง ตรัง และสตูล กับค่าที่ตรวจวัดได้ของสำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ ข้อมูลของกลุ่มนักวิจัยทั้งในประเทศไทยและต่างประเทศทั่วโลก และการเปรียบเทียบผลการทดลองที่ได้มาข้างต้นกับค่าที่กำหนดไว้โดยคณะกรรมการวิทยาศาสตร์ขององค์การสหประชาชาติ เกี่ยวกับผลของรังสีปรมาณู (United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation : UNSCEAR, 1988, 1993, 2000)

7. การสร้างแผนภาพทางรังสี (radioactive contour maps) ของนิวไคลด์กัมมันตรังสีธรรมชาติ ( $^{40}\text{K}$ ,  $^{226}\text{Ra}$  และ  $^{232}\text{Th}$ ) และนิวไคลด์กัมมันตรังสีที่มนุษย์สร้างขึ้น ( $^{137}\text{Cs}$ ) ในตัวอย่างดินผิวน้ำและทรายชายหาด ทั้งหมด 693 ตัวอย่าง ที่เก็บจากบริเวณต่างๆ ที่เป็นแหล่งที่อยู่อาศัยและบริเวณชายหาดต่างๆ ที่ประชาชนและนักท่องเที่ยวมาเที่ยวชมชายหาด บริเวณจังหวัดกระบี่ ภูเก็ต พังงา ระนอง ตรัง และสตูล สำหรับใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับปริมาณของสารกัมมันตรังสีในภาคใต้ของประเทศไทย

8. การสร้างกราฟแสดงการแจกแจงความถี่ (frequency distribution) ของนิวไคลด์กัมมันตรังสีธรรมชาติ ( $^{40}\text{K}$ ,  $^{226}\text{Ra}$  และ  $^{232}\text{Th}$ ) และนิวไคลด์กัมมันตรังสีที่มนุษย์สร้างขึ้น ( $^{137}\text{Cs}$ ) ในตัวอย่างดินผิวน้ำและทรายชายหาด ทั้งหมด 693 ตัวอย่าง ที่เก็บมาจากจังหวัดกระบี่ ภูเก็ต พังงา ระนอง ตรัง และสตูล

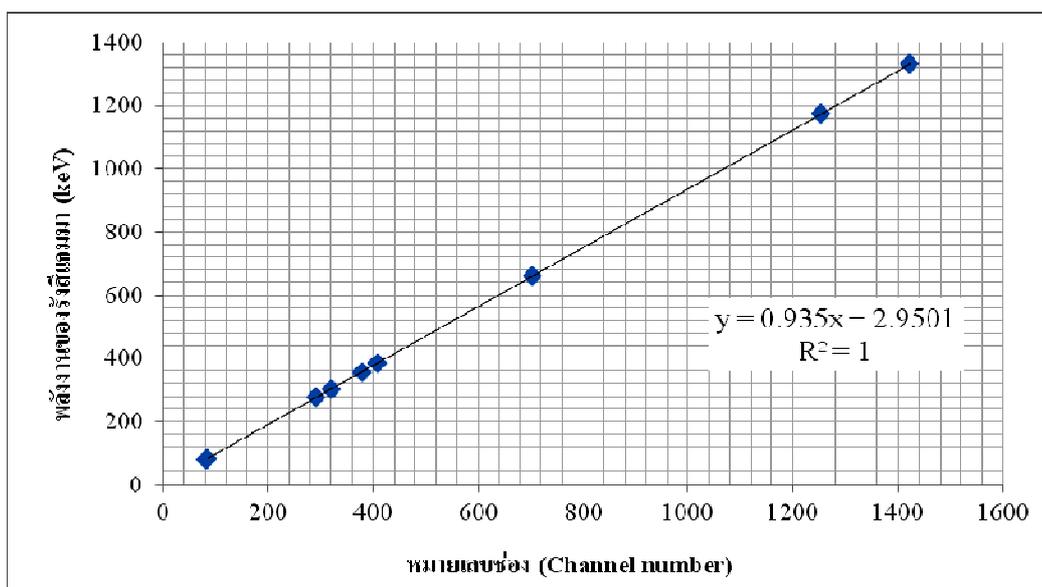
#### 4.1 การปรับเทียบพลังงาน (energy calibration) ของหัววัดรังสีแบบเจอร์มานเนียมบริสุทธิ์สูงและระบบการวิเคราะห์แบบแกมมาสเปกโตรเมตรี

ได้ทำการทดลองเพื่อสร้างกราฟการปรับเทียบพลังงานของหัววัดรังสีแบบเจอร์มานเนียมบริสุทธิ์สูง และระบบการวิเคราะห์แบบแกมมาสเปกโตรเมตรี โดยกราฟที่ได้นี้ได้เขียนขึ้นระหว่างค่าพลังงาน (energy) ของรังสีแกมมาในหน่วยกิโลอิเล็กตรอน โวลต์ (keV) กับค่าหมายเลขช่อง (channel number) ของเครื่องวิเคราะห์สัญญาณชนิดหลายช่อง (multichannel analyzer : MCA) โดยใช้แหล่งกำเนิดรังสีแกมมามาตรฐาน 3 แหล่งกำเนิด คือ แหล่งกำเนิดรังสีแกมมามาตรฐาน  $^{137}\text{Cs}$

แหล่งกำเนิดรังสีแกมมามาตรฐาน  $^{60}\text{Co}$  และแหล่งกำเนิดรังสีแกมมามาตรฐาน  $^{133}\text{Ba}$  และข้อมูลที่ได้จากการทดลองโดยใช้แหล่งกำเนิดรังสีมาตรฐานทั้งสามแหล่งกำเนิดในการเปรียบเทียบ มีรายละเอียดดังแสดงในตารางที่ 4.1 และกราฟการเปรียบเทียบพลังงานของหัววัดรังสีแบบเจอร์มานเนียมบริสุทธิ์สูง และระบบการวิเคราะห์แบบแกมมาสเปกโตรเมตรีที่ใช้ในการทดลองในงานวิจัยครั้งนี้ ได้แสดงไว้ในภาพที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานของรังสีแกมมาในหน่วย keV กับหมายเลขช่อง

ชนิดของแหล่งกำเนิดรังสีมาตรฐาน (standard sources)	หมายเลขช่อง (channel number)	พลังงานของรังสีแกมมา (keV)
$^{133}\text{Ba}$	82	79.6
	84	81.1
	292	276.4
	321	302.8
	378	356.0
	407	383.9
$^{137}\text{Cs}$	704	661.7
$^{60}\text{Co}$	1252	1173.2
	1422	1332.5



ภาพที่ 4.1 กราฟการเปรียบเทียบพลังงานหัววัดรังสีแบบเจอร์มานเนียมบริสุทธิ์สูง และระบบวิเคราะห์แบบแกมมาสเปกโตรเมตรีที่ใช้ในการทดลอง

#### 4.2 ค่าประสิทธิภาพของหัววัดรังสีแบบเจอร์มานเนียมบริสุทธิ์สูง และระบบวิเคราะห์แบบเกมมาสเปกโตรเมตรี โดยใช้แหล่งกำเนิดรังสีแกมมา IAEA/RGU-1, IAEA/RGTh-1 และ KCl

เป็นที่ทราบกันดีว่า ในการตรวจวัดค่ากัมมันตภาพรังสีเชิงปริมาณในตัวอย่างทรายชายหาด ตัวอย่างดินหรือตัวอย่างอาหาร จะต้องมีการทดลองเพื่อคำนวณหาค่าประสิทธิภาพ (efficiency ;  $\xi$ ) ของหัววัดและระบบวิเคราะห์รังสี ที่ใช้ในการทดลอง โดยที่จะต้องใช้แหล่งกำเนิดรังสีมาตรฐานที่เหมาะสมในการคำนวณหาประสิทธิภาพของเครื่องมือวัดรังสีและระบบวิเคราะห์รังสีดังกล่าวแล้วข้างต้น สำหรับแหล่งกำเนิดรังสีมาตรฐานที่ใช้ในการทดลองเพื่อคำนวณหาประสิทธิภาพของหัววัดรังสีแบบเจอร์มานเนียมบริสุทธิ์สูง และระบบวิเคราะห์แบบเกมมาสเปกโตรเมตรี คือ แหล่งกำเนิดรังสีแกมมามาตรฐานชนิด IAEA/RGU-1, IAEA/ RGTh-1 และ KCl โดยใช้เวลาในการตรวจวัด 65,000 วินาที และจัดวางไว้ ณ ตำแหน่งบนหัววัด ซึ่งโปรแกรมทางคอมพิวเตอร์ GENIE 2000 ที่ได้ติดตั้งอยู่ในเครื่องคอมพิวเตอร์ได้ทำการประมวลผลข้อมูลของพื้นที่ใต้พีค (net count) ของโฟโตพีคที่มีปรากฏอยู่ในสเปกตรัมพลังงานของรังสีแกมมาที่ตรวจวัดได้ออกมาในรูปของข้อมูลจากการทดลอง หลังจากนั้นได้นำข้อมูลดังกล่าวนี้ไปทำการคำนวณหาประสิทธิภาพของหัววัดและระบบวิเคราะห์รังสี โดยใช้สมการที่ 4.1 และ 4.2 ดังต่อไปนี้

$$Eff (\xi) = \frac{cps}{dps} \quad (4.1)$$

โดยที่  $cps$  ซึ่งย่อมาจาก count per second หมายถึง ค่าที่นับได้จากการทดลองวัด  
 $dps$  ซึ่งย่อมาจาก disintegration per second หมายถึง ค่าที่นับได้จากการคำนวณหรือค่ากัมมันตภาพของแหล่งกำเนิดรังสีที่ใช้ในการทดลอง

และ

$$dps = A_0 e^{-\lambda t} \quad (4.2)$$

สำหรับข้อมูลเบื้องต้นของแหล่งกำเนิดรังสีแกมมามาตรฐานชนิด IAEA/RGU-1, IAEA/RGTh-1 และ KCl เช่น ค่ากัมมันตภาพเริ่มต้น ( $A_0$ ) ค่าครึ่งชีวิต ( $t_{1/2}$ ) ค่าคงที่ของการสลายตัว ( $\lambda$ ) และเวลาที่ใช้ในการสลายตัว ( $t$ ) เป็นต้น ได้แสดงไว้ในตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 ข้อมูลเบื้องต้นของแหล่งกำเนิดรังสีแกมมามาตรฐานชนิด IAEA/RGU-1, IAEA/RGTh-1 และ KCl

ข้อมูล	ชนิดของไอโซโทป			หมายเหตุ
	<sup>40</sup> K	<sup>226</sup> Ra	<sup>232</sup> Th	
ค่ากัมมันตภาพ เริ่มต้น ( $A_0$ )	61.794 Bq	2.526 Bq	1.625 Bq	คำนวณไว้เมื่อ พ.ศ. 2530
ค่าครึ่งชีวิต ( $t_{1/2}$ )	$1.28 \times 10^9$ ปี	$4.47 \times 10^9$ ปี	$1.405 \times 10^{10}$ ปี	
ค่าคงที่ของการ สลายตัว ( $\lambda$ )	$1.72 \times 10^{-17} \text{ s}^{-1}$	$4.92 \times 10^{-18} \text{ s}^{-1}$	$1.56 \times 10^{-18} \text{ s}^{-1}$	
เวลาที่ใช้ในการ สลายตัว ( $t$ )	~ 27 ปี	~ 27 ปี	~ 27 ปี	
ค่ากัมมันตภาพ ปัจจุบัน ( $A(t)$ )	61.794 Bq	2.526 Bq	1.625 Bq	ทำการคำนวณเมื่อ พ.ศ. 2557

สำหรับข้อมูลที่ได้จากการคำนวณค่าประสิทธิภาพของหัววัดรังสีแบบเจอร์มาเนียมบริสุทธิ์สูงและระบบวิเคราะห์แบบแกมมาสเปกโตรเมตรีโดยใช้แหล่งกำเนิดรังสีแกมมาชนิด IAEA/RGU-1, IAEA/RGTh-1 และ KCl ได้แสดงผลที่ได้ในตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 ค่าประสิทธิภาพของหัววัดรังสีแบบเจอร์มาเนียมบริสุทธิ์สูงและระบบการวิเคราะห์แบบแกมมาสเปกโตรเมตรี โดยใช้แหล่งกำเนิดรังสีแกมมามาตรฐานชนิด IAEA/RGU-1, IAEA/RGTh-1 และ KCl

Isotopes	Energy (keV)	Area	<i>cps</i>	<i>dps</i>	<i>Eff</i> ( $\zeta$ )	$\zeta$ (%)
<sup>226</sup> Ra	351.90	1850	0.028	2.526	$1.127 \times 10^{-2}$	1.127
<sup>232</sup> Th	238.60	2637	0.040	1.625	$2.496 \times 10^{-2}$	2.496
	583.20	455	0.007	1.625	$4.307 \times 10^{-3}$	0.431
<sup>40</sup> K	1460.80	3358	0.052	61.797	$8.360 \times 10^{-4}$	0.084

### 4.3 ประสิทธิภาพของหัววัดรังสีแบบเจอร์มานเนียมบริสุทธิ์สูงและระบบวิเคราะห์แบบแกมมาสเปกโตรเมตรี โดยใช้แหล่งกำเนิดรังสีแกมมา IAEA/SL-2

ทำนองเดียวกัน สำหรับการตรวจวัดค่ากัมมันตภาพจำเพาะของ  $^{137}\text{Cs}$  ในตัวอย่างดินผิวน้ำที่เก็บจากบริเวณแหล่งที่อยู่อาศัยของประชาชนและนักท่องเที่ยว และตัวอย่างทรายชายหาด จากบริเวณชายหาดต่างๆ ที่ประชาชนและนักท่องเที่ยวมาเที่ยวชมชายหาด บริเวณจังหวัดกระบี่ ภูเก็ต พังงา ระนอง ตรัง และสตูล ซึ่งใช้แหล่งกำเนิดรังสีแกมมามาตรฐานชนิด IAEA/SL-2 ของ IAEA จะต้องทำการทดลองเพื่อคำนวณหาประสิทธิภาพ (efficiency;  $\xi$ ) ของหัววัดและระบบวิเคราะห์รังสี ที่ใช้ในการทดลองเช่นเดียวกัน โดยใช้เวลาในการตรวจวัด 65,000 วินาทีเท่ากัน สำหรับผลจากการตรวจวัดและคำนวณหาประสิทธิภาพของหัววัดและระบบวิเคราะห์รังสีที่ได้จากการใช้แหล่งกำเนิดรังสีแกมมามาตรฐานชนิด IAEA/SL-2 ได้แสดงไว้ในตารางที่ 4.4 ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 4.4 ข้อมูลเบื้องต้นของแหล่งกำเนิดรังสีแกมมามาตรฐานชนิด IAEA/SL-2

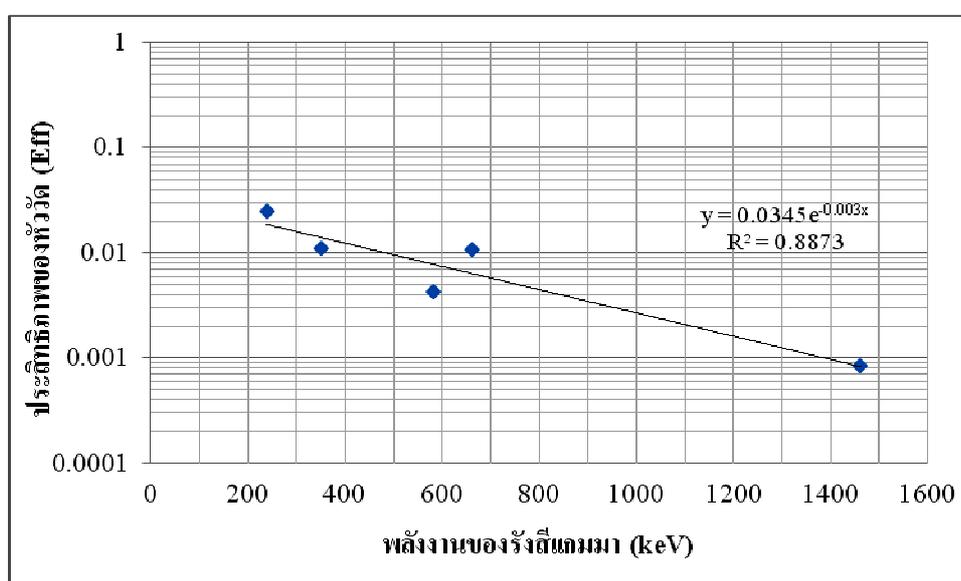
ข้อมูล	ชนิดของไอโซโทป	หมายเหตุ
	$^{137}\text{Cs}$	
ค่ากัมมันตภาพเริ่มต้น ( $A_0$ )	0.6 Bq	คำนวณไว้เมื่อ พ.ศ. 2530
ค่าครึ่งชีวิต ( $t_{1/2}$ )	30.2 ปี	
ค่าคงที่ของการสลายตัว ( $\lambda$ )	$7.28 \times 10^{-10} \text{ s}^{-1}$	
เวลาที่ใช้ในการสลายตัว ( $t$ )	~ 27 ปี	
ค่ากัมมันตภาพปัจจุบัน ( $A(t)$ )	0.323 Bq	ทำการคำนวณเมื่อ พ.ศ. 2557

สำหรับข้อมูลที่ได้จากการคำนวณหาประสิทธิภาพของหัววัดรังสีแบบเจอร์มานเนียมบริสุทธิ์สูงและระบบวิเคราะห์แบบแกมมาสเปกโตรเมตรีโดยใช้แหล่งกำเนิดรังสีแกมมาชนิด IAEA/SL-2 ได้แสดงผลที่ได้ในตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 ค่าประสิทธิภาพของหัววัดรังสีแบบเจอร์มานเนียมบริสุทธิ์สูงและระบบวิเคราะห์แบบแกมมาสเปกโตรเมตรี โดยใช้แหล่งกำเนิดรังสีแกมมามาตรฐานชนิด IAEA/SL-2

Isotopes	Energy (keV)	Area	<i>cps</i>	<i>dps</i>	<i>Eff</i> ( $\zeta$ )	<i>Eff</i> ( $\zeta$ ) (%)
$^{137}\text{Cs}$	661.70	243	$3.7 \times 10^{-3}$	0.323	$1.158 \times 10^{-2}$	1.158

ต่อจากนั้น ได้นำข้อมูลในตารางที่ 4.3 และ 4.5 มาเขียนกราฟระหว่างค่าประสิทธิภาพของหัววัดรังสีแบบเจอร์มานเนียมบริสุทธิ์สูงและระบบวิเคราะห์แบบแกมมาสเปกโตรเมตรี โดยใช้แหล่งกำเนิดรังสีแกมมามาตรฐานชนิด IAEA/RGU-1, IAEA/RGTh-1, KCl และ IAEA/SL-2 กับค่าพลังงานของรังสีแกมมาที่พิจารณา ดังแสดงในภาพที่ 4.2



ภาพที่ 4.2 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าประสิทธิภาพของหัววัดรังสีและระบบวิเคราะห์รังสีแบบแกมมาสเปกโตรเมตรีกับค่าพลังงานของรังสีแกมมา

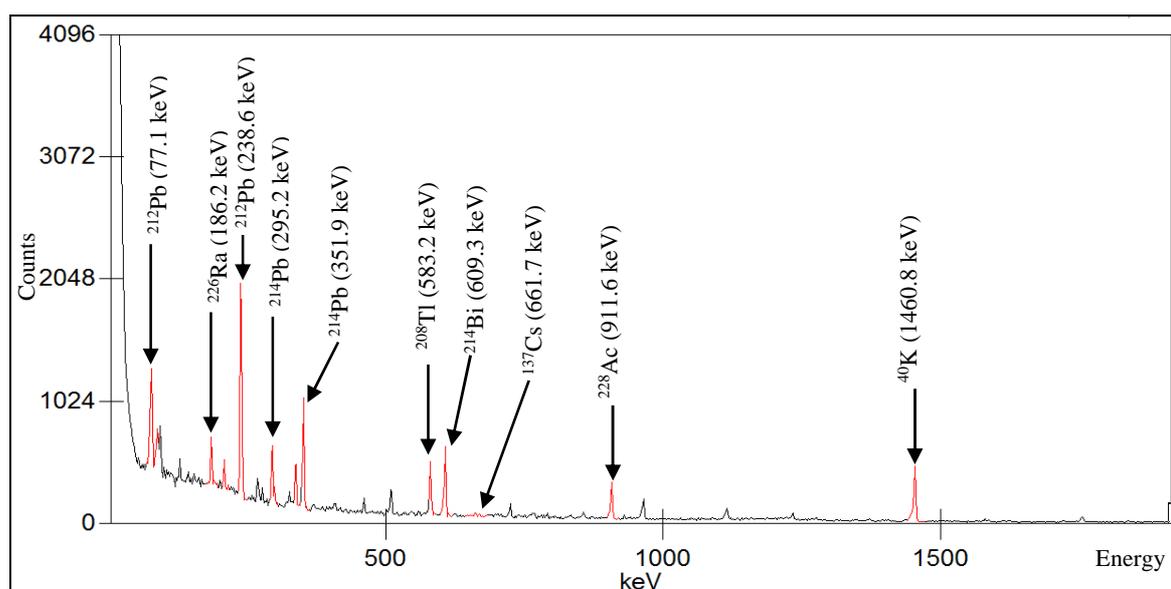
**4.4 การวิเคราะห์เชิงคุณภาพ (qualitative analysis)** เกี่ยวกับชนิดของไอโซโทป และการวิเคราะห์เชิงปริมาณ (**quantitative analysis**) ของค่ากัมมันตภาพจำเพาะของนิวไคลด์กัมมันตรังสีธรรมชาติ และนิวไคลด์กัมมันตรังสีที่มนุษย์สร้างขึ้นที่ตรวจวัดได้ในตัวอย่างดินผิวน้ำและทรายชายหาด

**4.4.1 ชนิดของไอโซโทปที่มีอยู่ในตัวอย่างดินผิวน้ำและตัวอย่างทรายชายหาดที่เก็บจากบริเวณต่างๆ ใน 6 จังหวัด ทางฝั่งทะเลอันดามัน ทางภาคใต้ของประเทศไทย**

จากการตรวจวัดค่ากัมมันตภาพรังสีและการวิเคราะห์ถึงชนิดของไอโซโทปที่มีอยู่ในตัวอย่างดินผิวน้ำที่เก็บจากบริเวณแหล่งที่อยู่อาศัยของประชาชนและนักท่องเที่ยว และตัวอย่างทรายชายหาด จากบริเวณชายหาดต่างๆ ที่ประชาชนและนักท่องเที่ยวมาเที่ยวชมชายหาด บริเวณจังหวัดกระบี่ ภูเก็ต พังงา ระนอง ตรัง และสตูล โดยใช้กราฟการเปรียบเทียบพลังงานของหัววัดรังสีแบบเจอร์มานเนียมบริสุทธิ์สูงและระบบการวิเคราะห์แบบแกมมาสเปกโตรเมตรี ในภาพที่ 4.2 พบว่า มีไอโซโทปของสารกัมมันตรังสีอยู่หลายชนิด สามารถแสดงชนิดของไอโซโทปที่มีอยู่ในตัวอย่างดินและทรายชายหาดดังกล่าวนี้ได้ตามตารางที่ 4.6 และแสดงข้อมูลที่ตรวจวัดได้ในรูปของสเปกตรัมพลังงานของรังสีแกมมาดังแสดงในภาพที่ 4.3

ตารางที่ 4.6 ชนิดของไอโซโทปที่พบในตัวอย่างดินผิวน้ำและทรายชายหาด ที่เก็บจากบริเวณแหล่งที่อยู่อาศัยและชายหาดต่างๆ ของ 6 จังหวัด ทางฝั่งทะเลอันดามัน ทางภาคใต้ของประเทศไทย

บริเวณเก็บตัวอย่าง	ชนิดของไอโซโทป
6 จังหวัด ทางฝั่งทะเลอันดามัน ภาคใต้ของประเทศไทย	$^{40}\text{K}$ , $^{208}\text{Tl}$ , $^{212}\text{Pb}$ , $^{214}\text{Pb}$ , $^{214}\text{Bi}$ , $^{228}\text{Ac}$



ภาพที่ 4.3 ตัวอย่างของสเปกตรัมพลังงานของรังสีแกมมาในตัวอย่างดินผิวน้ำที่เก็บจากบริเวณแหล่งที่อยู่อาศัยของประชาชนและนักท่องเที่ยว ในจังหวัดภูเก็ต

4.4.2 ปริมาณของไอโซโทปรังสีชนิด  $^{40}\text{K}$ ,  $^{226}\text{Ra}$ ,  $^{232}\text{Th}$  และ  $^{137}\text{Cs}$  ที่มีอยู่ในตัวอย่างดินผิวน้ำที่เก็บจากบริเวณแหล่งที่อยู่อาศัยของประชาชนและนักท่องเที่ยว และตัวอย่างทรายชายหาด จากบริเวณชายหาดต่างๆ ที่ประชาชนและนักท่องเที่ยวมาเที่ยวชมชายหาด ในบริเวณ 6 จังหวัด ทางฝั่งทะเลอันดามัน ทางภาคใต้ของประเทศไทย

โดยการใช้สมการการคำนวณค่ากัมมันตภาพจำเพาะ (specific activity: S.A.) ในบทที่ 2 และข้อมูลที่ได้จากการทดลอง จะสามารถคำนวณหาค่ากัมมันตภาพจำเพาะของไอโซโทปรังสีบางชนิดที่มีอยู่ในตัวอย่างดินผิวน้ำที่เก็บจากบริเวณแหล่งที่อยู่อาศัยของประชาชนและนักท่องเที่ยว และตัวอย่างทรายชายหาด จากบริเวณชายหาดต่างๆ ที่ประชาชนและนักท่องเที่ยวมาเที่ยวชมชายหาด บริเวณจังหวัดกระบี่ ภูเก็ต พังงา ระนอง ตรัง และสตูล ในงานวิจัยนี้ได้ให้ความสนใจที่จะตรวจวัดปริมาณของค่ากัมมันตภาพจำเพาะของนิวไคลด์รังสีเริ่มต้น (primordial radionuclides) โดยเฉพาะ  $^{40}\text{K}$ ,  $^{226}\text{Ra}$  และ  $^{232}\text{Th}$  และนิวไคลด์รังสีที่มนุษย์สร้างขึ้น คือ  $^{137}\text{Cs}$  เท่านั้น โดยที่แต่ละตัวอย่างใช้เวลาในการตรวจวัด 10,800 วินาที หรือ เป็นเวลา 3 ชั่วโมง โดยใช้หัววัดรังสีแบบเจอร์มานเนียมบริสุทธิ์สูงและระบบการวิเคราะห์แบบแกมมาสเปกโตรเมตรี ที่มีใช้อยู่ประจำที่ห้องปฏิบัติการฟิสิกส์นิวเคลียร์และวัสดุ สาขาวิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา ในการตรวจวัดและวิเคราะห์ข้อมูลดังกล่าวนี้ได้ใช้โปรแกรม GENIE 2000 ของบริษัท Canberra ที่ได้ติดตั้งในเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ได้แสดงผลการคำนวณของพื้นที่ใต้พีค (net area) และได้นำข้อมูลดังกล่าวนี้ไปคำนวณหาค่ากัมมันตภาพจำเพาะของ  $^{40}\text{K}$ ,  $^{226}\text{Ra}$ ,  $^{232}\text{Th}$  และ  $^{137}\text{Cs}$  ตามลำดับ

ในที่นี้จะขอนำเสนอผลการทดลองและผลวิเคราะห์ปริมาณกัมมันตภาพจำเพาะของไอโซโทปรังสีที่มีอยู่ในตัวอย่างดินผิวน้ำที่เก็บจากบริเวณแหล่งที่อยู่อาศัยของประชาชนและนักท่องเที่ยว และตัวอย่างทรายชายหาด จากบริเวณชายหาดต่างๆ ที่ประชาชนและนักท่องเที่ยวมาเที่ยวชมชายหาด บริเวณจังหวัดกระบี่ ภูเก็ต พังงา ระนอง ตรัง และสตูล ทั้งหมด 693 ตัวอย่าง ดังแสดงในตารางที่ 4.7, 4.8, 4.9, 4.10, 4.11 และ 4.12 ตามลำดับ

ตารางที่ 4.7 ค่าพิสัยและค่าเฉลี่ยของค่ากัมมันตภาพจำเพาะของนิวไคลด์  $^{40}\text{K}$ ,  $^{226}\text{Ra}$ ,  $^{232}\text{Th}$  และ  $^{137}\text{Cs}$  ในตัวอย่างดิน จำนวน 114 ตัวอย่างที่เก็บจากบริเวณต่างๆ ที่เป็นแหล่งที่อยู่อาศัยของประชาชนและนักท่องเที่ยว ในบริเวณ 8 อำเภอ ของจังหวัดกระบี่

จังหวัดกระบี่	ค่าพิสัยและค่ากัมมันตภาพจำเพาะเฉลี่ย (Bq/kg)			
	$^{40}\text{K}$	$^{226}\text{Ra}$	$^{232}\text{Th}$	$^{137}\text{Cs}$
1. อำเภอเมืองกระบี่ (23 ตัวอย่าง)	160.77 – 2604.64 788.79 ± 136.17	12.60 – 930.59 <b>155.29 ± 6.98</b>	4.83 – 194.07 54.22 ± 4.86	1.14 – 9.86 <b>5.09 ± 2.06</b>
2. อำเภอลำทับ (6 ตัวอย่าง)	231.84 – 1628.32 765.97 ± 146.13	17.86 – 416.74 128.79 ± 7.02	18.94 – 159.50 <b>71.46 ± 5.46</b>	1.30 – 5.24 3.16 ± 1.92
3. อำเภอกลองท่อม (22 ตัวอย่าง)	180.81 – 1342.02 519.11 ± 92.00	10.60 – 82.65 30.04 ± 3.70	12.28 – 39.10 24.58 ± 3.11	0.85 – 1.13 0.96 ± 0.80
4. อำเภออ่าวลึก (18 ตัวอย่าง)	186.16 – 1482.66 562.54 ± 99.86	18.23 – 418.20 71.93 ± 5.02	14.61 – 98.57 44.14 ± 4.00	2.05 – 3.16 2.69 ± 1.61
5. อำเภอเหนือคลอง (14 ตัวอย่าง)	120.53 – 924.05 507.59 ± 86.07	3.05 – 48.46 28.16 ± 3.74	7.85 – 48.59 26.16 ± 3.03	0.86 – 2.08 1.47 ± 0.94
6. อำเภอเขาพนม (15 ตัวอย่าง)	302.86 – 4153.91 945.21 ± 114.03	11.48 – 126.34 37.29 ± 4.37	10.78 – 99.67 32.57 ± 3.63	1.90 – 2.94 2.42 ± 1.18
7. อำเภอปลายพระยา (12 ตัวอย่าง)	256.05 – 6586.01 <b>1350.18 ± 131.39</b>	11.94 – 159.30 51.63 ± 5.04	17.60 – 82.81 44.96 ± 4.24	1.81 – 4.07 2.67 ± 1.43
8. อำเภอเกาะลันตา (4 ตัวอย่าง)	565.44 – 1565.38 980.92 ± 116.28	14.31 – 31.37 22.83 ± 3.71	13.86 – 39.97 27.45 ± 3.34	ND ND
พิสัย	<b>120.53 – 6586.01</b>	<b>3.05 – 930.59</b>	<b>4.83 – 194.07</b>	<b>0.85 – 9.86</b>
ค่าเฉลี่ย	<b>802.54 ± 115.24</b>	<b>65.75 ± 4.95</b>	<b>40.69 ± 3.96</b>	<b>2.64 ± 1.42</b>

ตารางที่ 4.8 ค่าพิสัยและค่าเฉลี่ยของค่ากัมมันตภาพจำเพาะของนิวไคลด์  $^{40}\text{K}$ ,  $^{226}\text{Ra}$ ,  $^{232}\text{Th}$  และ  $^{137}\text{Cs}$  ในตัวอย่างดิน จำนวน 103 ตัวอย่างที่เก็บจากบริเวณต่างๆ ที่เป็นแหล่งที่อยู่อาศัยของประชาชนและนักท่องเที่ยว ในบริเวณ 3 อำเภอ ของจังหวัดภูเก็ต

จังหวัดภูเก็ต	ค่าพิสัยและค่ากัมมันตภาพจำเพาะเฉลี่ย (Bq/kg)			
	$^{40}\text{K}$	$^{226}\text{Ra}$	$^{232}\text{Th}$	$^{137}\text{Cs}$
1. อำเภอเมืองภูเก็ต (38 ตัวอย่าง)	448.12 – 18802.36 4163.09 ± 253.32	48.61 – 830.82 <b>205.93 ± 9.66</b>	20.23 – 1014.21 174.99 ± 8.61	1.86 – 7.24 4.39 ± 2.12
2. อำเภอกะทู้ (15 ตัวอย่าง)	2600.32 – 17670.13 7513.96 ± 364.70	141.31 – 799.03 327.05 ± 12.70	110.02 – 511.88 <b>242.65 ± 11.22</b>	2.81 – 10.04 5.13 ± 2.85
3. อำเภอถลาง (50 ตัวอย่าง)	202.29 – 10893.01 3011.58 ± 248.17	24.12 – 655.02 187.36 ± 10.02	33.78 – 984.18 214.42 ± 9.83	3.37 – 8.62 <b>6.29 ± 2.89</b>
พิสัย	<b>202.29 – 18802.36</b>	<b>24.12 – 830.82</b>	<b>20.23 – 1014.21</b>	<b>1.86 – 10.04</b>
ค่าเฉลี่ย	<b>4896.21 ± 288.73</b>	<b>240.11 ± 10.79</b>	<b>210.68 ± 9.89</b>	<b>5.27 ± 2.62</b>

ตารางที่ 4.9 ค่าพิสัยและค่าเฉลี่ยของค่ากัมมันตภาพจำเพาะของนิวไคลด์  $^{40}\text{K}$ ,  $^{226}\text{Ra}$ ,  $^{232}\text{Th}$  และ  $^{137}\text{Cs}$  ในตัวอย่างดินผิวน้ำและทรายชายหาด จำนวน 126 ตัวอย่างที่เก็บจากบริเวณต่างๆ ที่เป็นแหล่งที่อยู่อาศัยและบริเวณชายหาดต่างๆ ที่ประชาชนและนักท่องเที่ยวมาเที่ยวชมชายหาด ในบริเวณ 8 อำเภอ (ยกเว้นอำเภอเกาะยาว) ของจังหวัดพังงา

จังหวัดพังงา	ค่าพิสัยและค่ากัมมันตภาพจำเพาะเฉลี่ย (Bq/kg)			
	$^{40}\text{K}$	$^{226}\text{Ra}$	$^{232}\text{Th}$	$^{137}\text{Cs}$
1. อำเภอเมืองพังงา (15 ตัวอย่าง)	251.49 – 6751.32 2783.32 ± 205.52	28.98 – 206.39 88.04 ± 6.69	29.28 – 154.44 83.95 ± 6.13	1.32 – 7.57 4.45 ± 1.46
2. อำเภอตะกั่วทุ่ง (17 ตัวอย่าง)	416.99 – 6771.36 2114.39 ± 210.49	30.99 – 791.42 181.55 ± 8.77	32.35 – 769.37 204.11 ± 8.64	1.77 – 5.89 4.17 ± 2.27
3. อำเภอท้ายเหมือง (17 ตัวอย่าง)	437.13 – 15739.57 <b>4562.62 ± 323.40</b>	51.32 – 786.62 <b>414.65 ± 13.95</b>	49.61 – 854.34 <b>397.32 ± 13.43</b>	4.88 – 15.08 10.11 ± 3.49
4. อำเภอตะกั่วป่า (17 ตัวอย่าง)	463.98 – 4192.47 1707.94 ± 193.84	47.26 – 518.81 201.11 ± 9.23	38.96 – 504.45 164.44 ± 8.16	1.79 – 5.90 3.97 ± 2.73
5. อำเภอคุระบุรี (12 ตัวอย่าง)	736.39 – 7630.32 3094.95 ± 224.88	15.21 – 418.88 104.99 ± 7.18	21.01 – 302.65 85.88 ± 6.36	3.47 – 7.64 5.16 ± 2.66
6. อำเภอกะปง (8 ตัวอย่าง)	1661.40 – 8504.60 4021.34 ± 268.63	64.61 – 225.23 110.24 ± 8.07	62.38 – 253.90 130.45 ± 8.14	2.00 – 8.60 5.30 ± 1.76
7. อำเภอทับปุด (11 ตัวอย่าง)	328.47 – 4502.46 1873.54 ± 151.66	22.14 – 213.62 57.48 ± 5.15	18.14 – 107.20 54.59 ± 4.59	2.22 – 3.75 2.78 ± 1.20
ทรายชายหาด (29 ตัวอย่าง)	353.24 – 3530.28 1142.46 ± 141.65	12.81 – 3390.65 227.41 ± 5.52	9.12 – 2466.64 160.60 ± 4.71	25.05 – 32.91 <b>29.49 ± 6.31</b>
พิสัย	<b>251.49 – 15739.57</b>	<b>12.81 – 3390.65</b>	<b>9.12 – 2466.64</b>	<b>1.32 – 32.91</b>
ค่าเฉลี่ย	<b>2471.23 ± 212.45</b>	<b>228.22 ± 8.41</b>	<b>196.70 ± 7.75</b>	<b>8.07 ± 2.83</b>

ตารางที่ 4.10 ค่าพิสัยและค่าเฉลี่ยของค่ากัมมันตภาพจำเพาะของนิวไคลด์  $^{40}\text{K}$ ,  $^{226}\text{Ra}$ ,  $^{232}\text{Th}$  และ  $^{137}\text{Cs}$  ในตัวอย่างดินผิวน้ำและทรายชายหาด จำนวน 117 ตัวอย่างที่เก็บจากบริเวณต่างๆ ที่เป็นแหล่งที่อยู่อาศัยและบริเวณชายหาดต่างๆ ที่ประชาชนและนักท่องเที่ยวมาเที่ยวชมชายหาด ในบริเวณ 5 อำเภอ ของจังหวัดระนอง

จังหวัดระนอง	ค่าพิสัยและค่ากัมมันตภาพจำเพาะเฉลี่ย (Bq/kg)			
	$^{40}\text{K}$	$^{226}\text{Ra}$	$^{232}\text{Th}$	$^{137}\text{Cs}$
1. อำเภอเมืองระนอง (28 ตัวอย่าง)	16.03 – 1480.56 <b><math>563.36 \pm 17.59</math></b>	24.88 – 280.03 <b><math>121.78 \pm 2.59</math></b>	5.81 – 173.26 <b><math>60.68 \pm 1.59</math></b>	ND
2. อำเภอสุขสำราญ (6 ตัวอย่าง)	165.13 – 714.83 $401.90 \pm 12.62$	13.99 – 66.54 $34.95 \pm 0.97$	10.96 – 29.80 $17.64 \pm 0.60$	ND
3. อำเภอกะเปอร์ (11 ตัวอย่าง)	92.70 – 1058.52 $402.08 \pm 11.89$	15.48 – 80.95 $39.59 \pm 1.01$	6.33 – 42.69 $17.23 \pm 0.62$	ND
4. อำเภอตะกั่วป่า (13 ตัวอย่าง)	47.89 – 852.23 $399.39 \pm 11.86$	11.39 – 208.97 $50.98 \pm 1.31$	7.18 – 234.13 $40.40 \pm 1.05$	ND
5. อำเภอกระบุรี (19 ตัวอย่าง)	257.68 – 757.65 $444.79 \pm 14.10$	16.16 – 148.86 $41.00 \pm 1.14$	13.17 – 39.63 $21.83 \pm 0.81$	ND
ทรายชายหาด (40 ตัวอย่าง)	31.27 – 118.41 $66.56 \pm 2.49$	10.80 – 94.92 $41.05 \pm 1.03$	6.62 – 41.04 $18.33 \pm 0.63$	ND
พิสัย	<b>16.03 – 1480.56</b>	<b>10.80 – 280.03</b>	<b>5.81 – 234.13</b>	ND
ค่าเฉลี่ย	<b><math>254.43 \pm 8.05</math></b>	<b><math>49.35 \pm 1.22</math></b>	<b><math>24.94 \pm 0.78</math></b>	ND

หมายเหตุ : ตัวอย่างดินผิวน้ำและทรายชายหาดของจังหวัดระนอง ได้ทำการตรวจวัด ณ ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่

ตารางที่ 4.11 ค่าพิสัยและค่าเฉลี่ยของค่ากัมมันตภาพจำเพาะของนิวไคลด์  $^{40}\text{K}$ ,  $^{226}\text{Ra}$ ,  $^{232}\text{Th}$  และ  $^{137}\text{Cs}$  ในตัวอย่างดิน จำนวน 98 ตัวอย่างที่เก็บจากบริเวณต่างๆ ที่เป็นแหล่งที่อยู่อาศัยของประชาชน และนักท่องเที่ยว ในบริเวณ 10 อำเภอ ของจังหวัดตรัง

จังหวัดตรัง	ค่าพิสัยและค่ากัมมันตภาพจำเพาะเฉลี่ย (Bq/kg)			
	$^{40}\text{K}$	$^{226}\text{Ra}$	$^{232}\text{Th}$	$^{137}\text{Cs}$
1. อำเภอเมืองตรัง (19 ตัวอย่าง)	33.78 – 4106.88 1330.63 ± 121.60	25.74 – 398.91 99.29 ± 5.25	26.09 – 320.06 115.71 ± 3.74	0.39 – 5.25 1.80 ± 0.82
2. อำเภอกันตัง (17 ตัวอย่าง)	13.05 – 2118.97 839.54 ± 89.24	11.96 – 94.84 29.90 ± 3.12	12.32 – 102.84 37.33 ± 2.01	0.66 – 1.51 1.08 ± 0.50
3. อำเภอสิเกา (5 ตัวอย่าง)	183.78 – 1401.18 613.71 ± 84.98	13.35 – 34.68 22.28 ± 3.25	8.70 – 65.74 45.04 ± 2.32	0.00 – 0.00 0.00 ± 0.00
4. อำเภอวังวิเศษ (6 ตัวอย่าง)	66.55 – 1692.42 557.55 ± 70.64	12.76 – 62.49 32.56 ± 3.04	19.06 – 85.86 42.06 ± 2.47	1.04 – 1.04 1.04 ± 0.35
5. อำเภอห้วยยอด (17 ตัวอย่าง)	14.46 – 9257.89 2213.14 ± 164.97	8.21 – 241.30 95.40 ± 6.33	8.83 – 213.18 127.52 ± 4.13	0.99 – 3.17 2.22 ± 1.06
6. อำเภอรับagua (5 ตัวอย่าง)	494.11 – 5825.45 2674.30 ± 193.89	20.30 – 181.94 91.52 ± 6.22	43.65 – 177.22 99.42 ± 3.69	1.23 – 3.22 2.23 ± 1.09
7. อำเภอนาโยง (6 ตัวอย่าง)	1292.51 – 10622.70 <b>5506.52 ± 281.68</b>	95.60 – 336.57 171.74 ± 8.32	77.54 – 259.32 168.41 ± 4.97	1.89 – 3.04 2.46 ± 1.31
8. อำเภอย่านตาขาว (9 ตัวอย่าง)	376.64 – 11296.13 4322.89 ± 247.23	50.19 – 485.30 <b>209.72 ± 8.76</b>	74.89 – 448.68 <b>234.85 ± 5.61</b>	2.06 – 2.69 0.98 ± 0.72
9. อำเภอปะเหลียน (11 ตัวอย่าง)	879.38 – 8354.76 3702.28 ± 235.93	49.19 – 421.69 155.50 ± 7.84	58.49 – 403.28 176.25 ± 4.96	1.87 – 5.26 <b>3.32 ± 1.26</b>
10. อำเภอหาดสำราญ (3 ตัวอย่าง)	212.45 – 1036.91 503.48 ± 86.38	20.70 – 50.51 31.48 ± 3.82	23.83 – 48.83 36.46 ± 2.22	0.39 – 0.39 0.39 ± 0.36
พิสัย	<b>13.05 – 11296.13</b>	<b>8.21 – 485.30</b>	<b>8.70 – 448.68</b>	<b>0.39 – 5.26</b>
ค่าเฉลี่ย	<b>2226.40 ± 157.65</b>	<b>93.94 ± 5.59</b>	<b>108.31 ± 3.61</b>	<b>1.72 ± 0.83</b>

ตารางที่ 4.12 ค่าพิสัยและค่าเฉลี่ยของค่ากัมมันตภาพจำเพาะของนิวไคลด์  $^{40}\text{K}$ ,  $^{226}\text{Ra}$ ,  $^{232}\text{Th}$  และ  $^{137}\text{Cs}$  ในตัวอย่างดิน จำนวน 135 ตัวอย่างที่เก็บจากบริเวณต่างๆ ที่เป็นแหล่งที่อยู่อาศัยของประชาชน และนักท่องเที่ยว ในบริเวณ 7 อำเภอ ของจังหวัดสตูล

จังหวัดสตูล	ค่าพิสัยและค่ากัมมันตภาพจำเพาะเฉลี่ย (Bq/kg)			
	$^{40}\text{K}$	$^{226}\text{Ra}$	$^{232}\text{Th}$	$^{137}\text{Cs}$
1. อำเภอเมืองสตูล (30 ตัวอย่าง)	293.18 – 10949.68 4048.30 ± 243.63	21.90 – 383.99 106.07 ± 7.04	36.14 – 283.26 120.34 ± 4.49	2.93 – 9.41 5.74 ± 2.39
2. อำเภอท่าแพ (12 ตัวอย่าง)	292.84 – 3596.08 1348.27 ± 176.98	18.15 – 165.78 59.75 ± 5.85	31.80 – 215.83 87.99 ± 3.84	1.81 – 4.96 3.39 ± 2.04
3. อำเภอละงู (28 ตัวอย่าง)	566.75 – 7828.94 3089.02 ± 238.84	13.70 – 352.66 84.79 ± 6.62	7.56 – 194.18 103.29 ± 4.10	6.39 – 14.51 <b>9.57 ± 2.17</b>
4. อำเภอทุ่งหว้า (27 ตัวอย่าง)	508.81 – 11663.93 4263.53 ± 247.47	5.62 – 237.33 71.86 ± 6.28	6.41 – 242.44 104.68 ± 4.15	1.88 – 5.97 3.59 ± 1.92
5. อำเภอมะนัง (8 ตัวอย่าง)	2088.99 – 5833.42 3980.25 ± 262.51	50.22 – 121.41 74.02 ± 7.05	101.27 – 162.23 142.29 ± 5.10	3.03 – 6.57 4.80 ± 2.13
6. อำเภอกวนกาหลง (18 ตัวอย่าง)	801.34 – 11465.87 4455.61 ± 251.77	34.40 – 812.02 152.43 ± 7.81	22.59 – 409.53 150.68 ± 4.87	3.56 – 3.75 3.65 ± 1.75
7. อำเภอกวนโดน (12 ตัวอย่าง)	2879.56 – 17260.59 <b>7842.17 ± 336.68</b>	50.33 – 450.95 <b>168.84 ± 8.71</b>	1.49 – 273.08 <b>161.92 ± 5.07</b>	3.00 – 5.57 3.91 ± 2.65
พิสัย	<b>292.84 – 17260.59</b>	<b>5.62 – 812.02</b>	<b>1.49 – 409.53</b>	<b>1.81 – 14.51</b>
ค่าเฉลี่ย	<b>4146.73 ± 251.13</b>	<b>102.54 ± 7.05</b>	<b>124.46 ± 4.52</b>	<b>4.95 ± 2.15</b>

ตารางที่ 4.13 ค่าพิสัยและค่าเฉลี่ยของค่ากัมมันตภาพจำเพาะของนิวไคลด์  $^{40}\text{K}$ ,  $^{226}\text{Ra}$ ,  $^{232}\text{Th}$  และ  $^{137}\text{Cs}$  ในตัวอย่างดินผิวน้ำและทรายชายหาด ที่เก็บจากบริเวณต่างๆ ที่เป็นแหล่งที่อยู่อาศัยและบริเวณชายหาดต่างๆ ที่ประชาชนและนักท่องเที่ยวมาเที่ยวชมชายหาด ในบริเวณ 6 จังหวัด ทางฝั่งทะเลอันดามัน ทางภาคใต้ของประเทศไทย

สถานที่	ค่าพิสัยและค่ากัมมันตภาพจำเพาะเฉลี่ย (Bq/kg)			
	$^{40}\text{K}$	$^{226}\text{Ra}$	$^{232}\text{Th}$	$^{137}\text{Cs}$
1. จังหวัดกระบี่ (114 ตัวอย่าง)	120.53 – 6586.01 802.54 ± 115.24	3.05 – 930.59 65.75 ± 4.95	4.83 – 194.07 40.69 ± 3.96	0.85 – 9.86 2.64 ± 1.42
2. จังหวัดภูเก็ต (103 ตัวอย่าง)	202.29 – 18802.36 <b>4896.21 ± 288.73</b>	24.12 – 830.82 <b>240.11 ± 10.79</b>	20.23 – 1014.21 <b>210.68 ± 9.89</b>	1.86 – 10.04 5.27 ± 2.62
3. จังหวัดพังงา (126 ตัวอย่าง)	251.49 – 15739.57 2471.23 ± 212.45	12.81 – 3390.65 228.22 ± 8.41	9.12 – 2466.64 196.70 ± 7.75	1.32 – 32.91 8.07 ± 2.83
4. จังหวัดระนอง (117 ตัวอย่าง)	16.03 – 1480.56 254.43 ± 8.05	10.80 – 280.03 49.35 ± 1.22	5.81 – 234.13 24.94 ± 0.78	ND
5. จังหวัดตรัง (98 ตัวอย่าง)	13.05 – 11296.13 2226.40 ± 157.65	8.21 – 485.30 93.94 ± 5.59	8.70 – 448.68 108.31 ± 3.61	0.39 – 5.26 1.72 ± 0.83
6. จังหวัดสตูล (135 ตัวอย่าง)	292.84 – 17260.59 4146.73 ± 251.13	5.62 – 812.02 102.54 ± 7.05	1.49 – 409.53 124.46 ± 4.52	1.81 – 14.51 4.95 ± 2.15

**4.5** การคำนวณหาค่าดัชนีความเสี่ยงทางรังสี ในบริเวณต่างๆ ของ 6 จังหวัด ทางฝั่งทะเลอันดามัน โดยใช้ข้อมูลที่ได้จากการตรวจวัดค่ากัมมันตภาพจำเพาะของนิวไคลด์กัมมันตรังสีธรรมชาติในตัวอย่างดิน ผิวน้ำและทรายชายหาด (ข้อมูลในหัวข้อ 4.4)

สำหรับค่าดัชนีความเสี่ยงทางรังสีในบริเวณหรือพื้นที่ต่างๆ สามารถคำนวณได้จากสมการหรือสูตรที่ได้รับการพัฒนาจากนักวิทยาศาสตร์ที่มีความรู้และความสนใจทางด้าน การตรวจวัดปริมาณรังสีในธรรมชาติทั่วโลก ในที่นี้จะใช้ข้อมูลค่ากัมมันตภาพจำเพาะเฉลี่ยในหน่วยของ Bq/kg ของนิวไคลด์  $^{40}\text{K}$ ,  $^{226}\text{Ra}$  และ  $^{232}\text{Th}$  ที่แสดงไว้ในตารางที่ 4.7 – 4.12 ในการคำนวณหาค่าดัชนีความเสี่ยงทางรังสีในพื้นที่บริเวณต่างๆ ในบริเวณ 6 จังหวัด ทางฝั่งทะเลอันดามัน ทางภาคใต้ของประเทศไทย ได้แก่ จังหวัดกระบี่ ภูเก็ต พังงา ระนอง ตรัง และสตูล ตามลำดับ จำนวนทั้งหมด 4 ดัชนีความเสี่ยง ได้แก่ อัตราปริมาณรังสีแกมมาดูดกลืน (gamma-absorbed dose rate : D) ค่ากัมมันตภาพรังสีสมมูลของเรเดียม (radium equivalent activity :  $\text{Ra}_{\text{eq}}$ ) ค่าดัชนีวัดความเสี่ยงรังสีที่ได้รับจากภายนอก ร่างกาย (external hazard index :  $\text{H}_{\text{ex}}$ ) และค่าปริมาณรังสียังผลที่ได้รับจากภายนอก ร่างกายประจำปี (annual external effective dose rate :  $\text{AED}_{\text{out}}$ ) โดยใช้สมการที่ 2.28, 2.31, 2.32 และ 2.30 ตามลำดับ ดังแสดงไว้ในบทที่ 2 ในการคำนวณค่าดัชนีความเสี่ยงทางรังสีทั้ง 4 ค่า ตามลำดับ และได้แสดงผลที่ได้ไว้ในตารางที่ 4.14 – 4.19 ตามลำดับ

ตารางที่ 4.14 ค่าปริมาณรังสีแกมมาดูดกลืน (D) ค่ากัมมันตภาพรังสีสมมูลของเรเดียม ( $\text{Ra}_{\text{eq}}$ ) ค่าดัชนีวัดความเสี่ยงรังสีที่ได้รับจากภายนอก ร่างกาย ( $\text{H}_{\text{ex}}$ ) และค่าปริมาณรังสียังผลที่ได้รับจากภายนอก ร่างกายประจำปี ( $\text{AED}_{\text{out}}$ ) ในตัวอย่างดินผิวน้ำ ที่เก็บจากบริเวณต่างๆ ใน 8 อำเภอ ของจังหวัดกระบี่

สถานที่	D (nGy/h)	$\text{Ra}_{\text{eq}}$ (Bq/kg)	$\text{H}_{\text{ex}}$	$\text{AED}_{\text{out}}$ (mSv/y)
1. อำเภอเมืองกระบี่	<b>139.42</b>	<b>296.77</b>	<b>0.80</b>	<b>0.17</b>
2. อำเภอลำทับ	135.60	289.96	0.78	<b>0.17</b>
3. อำเภอคลองท่อม	50.95	105.82	0.29	0.06
4. อำเภออ่าวลึก	84.46	179.43	0.48	0.10
5. อำเภอเหนือคลอง	50.29	104.65	0.28	0.06
6. อำเภอเขาพนม	76.61	156.65	0.42	0.09
7. อำเภอปลายพระยา	107.71	219.89	0.59	0.13
8. อำเภอเกาะลันตา	68.24	137.62	0.37	0.08
ค่าเฉลี่ย	<b>89.16</b>	<b>186.35</b>	<b>0.50</b>	<b>0.11</b>

ตารางที่ 4.15 ค่าปริมาณรังสีแกมมาดูดกลืน (D) ค่ากัมมันตภาพรังสีสมมูลของเรเดียม ( $R_{aeq}$ ) ค่าดัชนีวัดความเสี่ยงรังสีที่ได้รับจากภายนอกร่างกาย ( $H_{ex}$ ) และค่าปริมาณรังสียังผลที่ได้รับจากภายนอกร่างกายประจำปี ( $AED_{out}$ ) ในตัวอย่างดินผิวน้ำ ที่เก็บจากบริเวณต่างๆ ใน 3 อำเภอ ของจังหวัดภูเก็ต

สถานที่	D (nGy/h)	$R_{aeq}$ (Bq/kg)	$H_{ex}$	$AED_{out}$ (mSv/y)
1. อำเภอเมืองภูเก็ต	383.06	790.43	2.13	0.47
2. อำเภอกะทู้	<b>613.02</b>	<b>1252.61</b>	<b>3.38</b>	<b>0.75</b>
3. อำเภอถลาง	344.63	725.87	1.96	0.42
ค่าเฉลี่ย	<b>446.91</b>	<b>922.97</b>	<b>2.49</b>	<b>0.55</b>

ตารางที่ 4.16 ค่าปริมาณรังสีแกมมาดูดกลืน (D) ค่ากัมมันตภาพรังสีสมมูลของเรเดียม ( $R_{aeq}$ ) ค่าดัชนีวัดความเสี่ยงรังสีที่ได้รับจากภายนอกร่างกาย ( $H_{ex}$ ) และค่าปริมาณรังสียังผลที่ได้รับจากภายนอกร่างกายประจำปี ( $AED_{out}$ ) ในตัวอย่างดินผิวน้ำและทรายชายหาด ที่เก็บจากบริเวณต่างๆ ใน 8 อำเภอ (ยกเว้นอำเภอกะทู้) ของจังหวัดพังงา

สถานที่	D (nGy/h)	$R_{aeq}$ (Bq/kg)	$H_{ex}$	$AED_{out}$ (mSv/y)
1. อำเภอเมืองพังงา	208.12	422.41	1.14	0.26
2. อำเภอกะทู้	298.39	636.23	1.72	0.37
3. อำเภอท้ายเหมือง	<b>627.58</b>	<b>1334.14</b>	<b>3.60</b>	<b>0.77</b>
4. อำเภอกะทู้	265.86	567.76	1.53	0.33
5. อำเภอคุระบุรี	230.03	466.11	1.26	0.28
6. อำเภอกะปง	298.57	606.43	1.64	0.37
7. อำเภอทับปุด	138.07	279.80	0.76	0.17
ทรายชายหาด	252.19	545.04	1.47	0.31
ค่าเฉลี่ย	<b>273.71</b>	<b>580.59</b>	<b>1.57</b>	<b>0.34</b>

ตารางที่ 4.17 ค่าปริมาณรังสีแกมมาดูดกลืน (D) ค่ากัมมันตภาพรังสีสมมูลของเรเดียม ( $R_{aeq}$ ) ค่าดัชนีวัดความเสี่ยงรังสีที่ได้รับจากภายนอกร่างกาย ( $H_{ex}$ ) และค่าปริมาณรังสียังผลที่ได้รับจากภายนอกร่างกายประจำปี ( $AED_{out}$ ) ในตัวอย่างดินผิวน้ำและทรายชายหาด ที่เก็บจากบริเวณต่างๆ ใน 5 อำเภอของจังหวัดระนอง

สถานที่	D (nGy/h)	$R_{aeq}$ (Bq/kg)	$H_{ex}$	$AED_{out}$ (mSv/y)
1. อำเภอเมืองระนอง	<b>117.27</b>	<b>251.94</b>	<b>0.68</b>	<b>0.14</b>
2. อำเภอสุขสำราญ	43.74	91.11	0.25	0.05
3. อำเภอกะเปอร์	45.63	95.19	0.26	0.06
4. อำเภอละอุ่น	65.20	139.50	0.38	0.08
5. อำเภอกระบุรี	50.92	106.47	0.29	0.06
ทรายชายหาด	33.10	72.39	0.20	0.04
ค่าเฉลี่ย	<b>48.83</b>	<b>104.61</b>	<b>0.28</b>	<b>0.06</b>

ตารางที่ 4.18 ค่าปริมาณรังสีแกมมาดูดกลืน (D) ค่ากัมมันตภาพรังสีสมมูลของเรเดียม ( $R_{aeq}$ ) ค่าดัชนีวัดความเสี่ยงรังสีที่ได้รับจากภายนอกร่างกาย ( $H_{ex}$ ) และค่าปริมาณรังสียังผลที่ได้รับจากภายนอกร่างกายประจำปี ( $AED_{out}$ ) ในตัวอย่างดินผิวน้ำ ที่เก็บจากบริเวณต่างๆ ใน 10 อำเภอของจังหวัดตรัง

สถานที่	D (nGy/h)	$R_{aeq}$ (Bq/kg)	$H_{ex}$	$AED_{out}$ (mSv/y)
1. อำเภอเมืองตรัง	172.95	367.21	0.99	0.21
2. อำเภอกันตัง	73.20	151.09	0.41	0.09
3. อำเภอสีเกา	63.74	133.95	0.36	0.08
4. อำเภอวังวิเศษ	64.30	135.65	0.37	0.08
5. อำเภอห้วยยอด	215.05	448.17	1.21	0.26
6. อำเภอรัษฎา	214.85	439.61	1.19	0.26
7. อำเภอนาโยง	412.06	836.57	2.26	0.51
8. อำเภอย่านตาขาว	<b>421.96</b>	<b>878.42</b>	<b>2.37</b>	<b>0.52</b>
9. อำเภอปะเหลียน	334.76	692.60	1.87	0.41
10. อำเภอหาดสำราญ	58.07	122.39	0.33	0.07
ค่าเฉลี่ย	<b>203.09</b>	<b>420.57</b>	<b>1.14</b>	<b>0.25</b>

ตารางที่ 4.19 ค่าปริมาณรังสีแกมมาดูดกลืน (D) ค่ากัมมันตภาพรังสีสมมูลของเรเดียม ( $R_{eq}$ ) ค่าดัชนีวัดความเสี่ยงรังสีที่ได้รับจากภายนอกร่างกาย ( $H_{ex}$ ) และค่าปริมาณรังสียังผลที่ได้รับจากภายนอกร่างกายประจำปี ( $AED_{out}$ ) ในตัวอย่างดินผิวน้ำ ที่เก็บจากบริเวณต่างๆ ใน 7 อำเภอ ของจังหวัดสตูล

สถานที่	D (nGy/h)	$R_{eq}$ (Bq/kg)	$H_{ex}$	$AED_{out}$ (mSv/y)
1. อำเภอเมืองสตูล	291.47	589.88	1.59	0.36
2. อำเภอท่าแพ	138.18	289.39	0.78	0.17
3. อำเภอละงู	240.91	489.13	1.32	0.30
4. อำเภอทุ่งหว้า	283.13	566.23	1.53	0.34
5. อำเภอมะนัง	287.55	583.97	1.58	0.35
6. อำเภอกวนกาหลง	348.61	710.99	1.92	0.43
7. อำเภอกวนโดน	<b>503.38</b>	<b>1004.23</b>	<b>2.71</b>	<b>0.62</b>
ค่าเฉลี่ย	<b>299.03</b>	<b>604.83</b>	<b>1.63</b>	<b>0.37</b>

ตารางที่ 4.20 ค่าปริมาณรังสีแกมมาดูดกลืน (D) ค่ากัมมันตภาพรังสีสมมูลของเรเดียม ( $R_{eq}$ ) ค่าดัชนีวัดความเสี่ยงรังสีที่ได้รับจากภายนอกร่างกาย ( $H_{ex}$ ) และค่าปริมาณรังสียังผลที่ได้รับจากภายนอกร่างกายประจำปี ( $AED_{out}$ ) ในตัวอย่างดินผิวน้ำและทรายชายหาดที่เก็บจากบริเวณ 6 จังหวัด ทางฝั่งทะเลอันดามัน ทางภาคใต้ของประเทศไทย

สถานที่	D (nGy/h)	$R_{eq}$ (Bq/kg)	$H_{ex}$	$AED_{out}$ (mSv/y)
1. จังหวัดกระบี่ (114)	89.16	186.35	0.50	0.11
2. จังหวัดภูเก็ต (103)	446.91	922.97	2.49	0.55
3. จังหวัดพังงา (126)	273.71	580.59	1.57	0.34
4. จังหวัดระนอง (117)	48.83	104.61	0.28	0.06
5. จังหวัดตรัง (98)	203.09	420.57	1.14	0.25
6. จังหวัดสตูล (135)	299.03	604.83	1.63	0.37

**4.6** การเปรียบเทียบค่ากัมมันตภาพจำเพาะของนิวไคลด์กัมมันตรังสีธรรมชาติ ( $^{40}\text{K}$ ,  $^{226}\text{Ra}$  และ  $^{232}\text{Th}$ ) และนิวไคลด์กัมมันตรังสีที่มนุษย์สร้างขึ้น ( $^{137}\text{Cs}$ ) พร้อมทั้งค่าดัชนีความเสี่ยงทางรังสีทั้ง 4 ดัชนีความเสี่ยง ในตัวอย่างดินผิวน้ำและทรายชายหาด ในบริเวณต่างๆ ของ 6 จังหวัด ทางฝั่งทะเลอันดามัน ทางภาคใต้ของประเทศไทย กับข้อมูลของนักวิจัยทางภาคใต้ของประเทศไทย ข้อมูลจากรายงานประจำปีของสำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ ข้อมูลของกลุ่มนักวิจัยในต่างประเทศทั่วโลก และข้อมูลที่เป็นค่ามาตรฐานความปลอดภัยที่กำหนดไว้โดยคณะกรรมการวิทยาศาสตร์ขององค์การสหประชาชาติ เกี่ยวกับผลของรังสีปรมาณู (**United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation : UNSCEAR, 1988,1993, 2000**)

ได้แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยรวมของค่ากัมมันตภาพจำเพาะในหน่วยของ Bq/kg ของนิวไคลด์  $^{40}\text{K}$ ,  $^{226}\text{Ra}$ ,  $^{232}\text{Th}$  และ  $^{137}\text{Cs}$  ในตัวอย่างดินผิวน้ำและทรายชายหาด จำนวน 693 ตัวอย่าง ที่เก็บจากบริเวณต่างๆ ที่เป็นแหล่งที่อยู่อาศัยและบริเวณชายหาดต่างๆ ที่ประชาชนและนักท่องเที่ยวมาเที่ยวชมชายหาด ในบริเวณ 6 จังหวัด ทางฝั่งทะเลอันดามัน ทางภาคใต้ของประเทศไทย พร้อมทั้งค่าดัชนีความเสี่ยงทางรังสีทั้ง 4 ดัชนีความเสี่ยง ได้แก่ อัตราปริมาณรังสีแกมมาดูดกลืน (gamma-absorbed dose rate : D) ค่ากัมมันตภาพรังสีสมมูลของเรเดียม (radium equivalent activity :  $\text{Ra}_{\text{eq}}$ ) ค่าดัชนีวัดความเสี่ยงรังสีที่ได้รับจากภายนอกร่างกาย (external hazard index :  $\text{H}_{\text{ex}}$ ) และค่าปริมาณรังสียังผลที่ได้รับจากภายนอกประจำปี (annual external effective dose rate :  $\text{AED}_{\text{out}}$ ) โดยเปรียบเทียบกับข้อมูลที่มีอยู่ของจังหวัดต่างๆ ในเขตภาคใต้ของประเทศไทย ข้อมูลของทางสำนักงานปรมาณูเพื่อสันติที่มีอยู่ในประเทศไทย และข้อมูลของนักวิจัยในต่างประเทศทั่วโลก ดังแสดงไว้ในตารางที่ 4.21

ตารางที่ 4.21 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยรวมของค่ากัมมันตภาพจำเพาะในตัวอย่างดินผิวน้ำและทรายชายหาด ที่เก็บจากบริเวณต่างๆ ที่เป็นแหล่งที่อยู่อาศัยและบริเวณชายหาดต่างๆ ที่ประชาชนและนักท่องเที่ยวมาเที่ยวชมชายหาด ในบริเวณ 6 จังหวัด ทางฝั่งทะเลอันดามัน ทางภาคใต้ของประเทศไทย พร้อมทั้งค่าดัชนีความเสี่ยงทางรังสีทั้ง 4 ดัชนีความเสี่ยง กับข้อมูลที่มีอยู่ของจังหวัดต่างๆ ในเขตภาคใต้ของประเทศไทย ข้อมูลของทางสำนักงานปรมาณูเพื่อสันติที่มีอยู่ในประเทศไทย และข้อมูลของนักวิจัยในต่างประเทศทั่วโลก

สถานที่	ค่ากัมมันตภาพจำเพาะเฉลี่ย ของตัวอย่างดิน (Bq/kg)				D (nGy/h)	R <sub>aeq</sub> (Bq/kg)	H <sub>ex</sub>	AED <sub>out</sub> (mSv/y)
	<sup>40</sup> K	<sup>226</sup> Ra	<sup>232</sup> Th	<sup>137</sup> Cs				
ดินจังหวัดกระบี่	802.54	65.75	40.69	2.64	89.16	186.35	0.50	0.11
ดินจังหวัดภูเก็ต	<b>4896.21</b>	<b>240.11</b>	<b>210.68</b>	<b>5.27</b>	<b>446.91</b>	<b>922.97</b>	<b>2.49</b>	<b>0.55</b>
ดินจังหวัดพังงา	2471.23	228.22	196.70	8.07	273.71	580.59	1.57	0.34
ดินจังหวัดระนอง	254.43	49.35	24.94	ND	48.83	104.61	0.28	0.06
ดินจังหวัดตรัง	2226.40	93.94	108.31	1.72	203.09	420.57	1.14	0.25
ดินจังหวัดสตูล	4146.73	102.54	124.46	4.95	299.03	604.83	1.63	0.37
ดินจังหวัดสงขลา (ชัยวัฒน์ รัตนสำเนียง, 2552)	3085.73	100.34	48.19	3.42	204.92	408.59	1.10	0.25
ดินจังหวัดนครศรีธรรมราช (ธุมวดี ทองนะ, 2552)	4372.57	108.12	77.31	3.91	279.03	555.36	1.50	0.34
ดินจังหวัดพัทลุง (มูรณี ดาโอะ, 2553)	3345.19	128.95	73.29	4.84	243.60	491.33	1.33	0.30
ดินจังหวัดยะลา (ไมมูน เจ๊ะลี, 2555)	3706.58	125.59	87.77	4.15	266.03	536.51	1.45	0.33

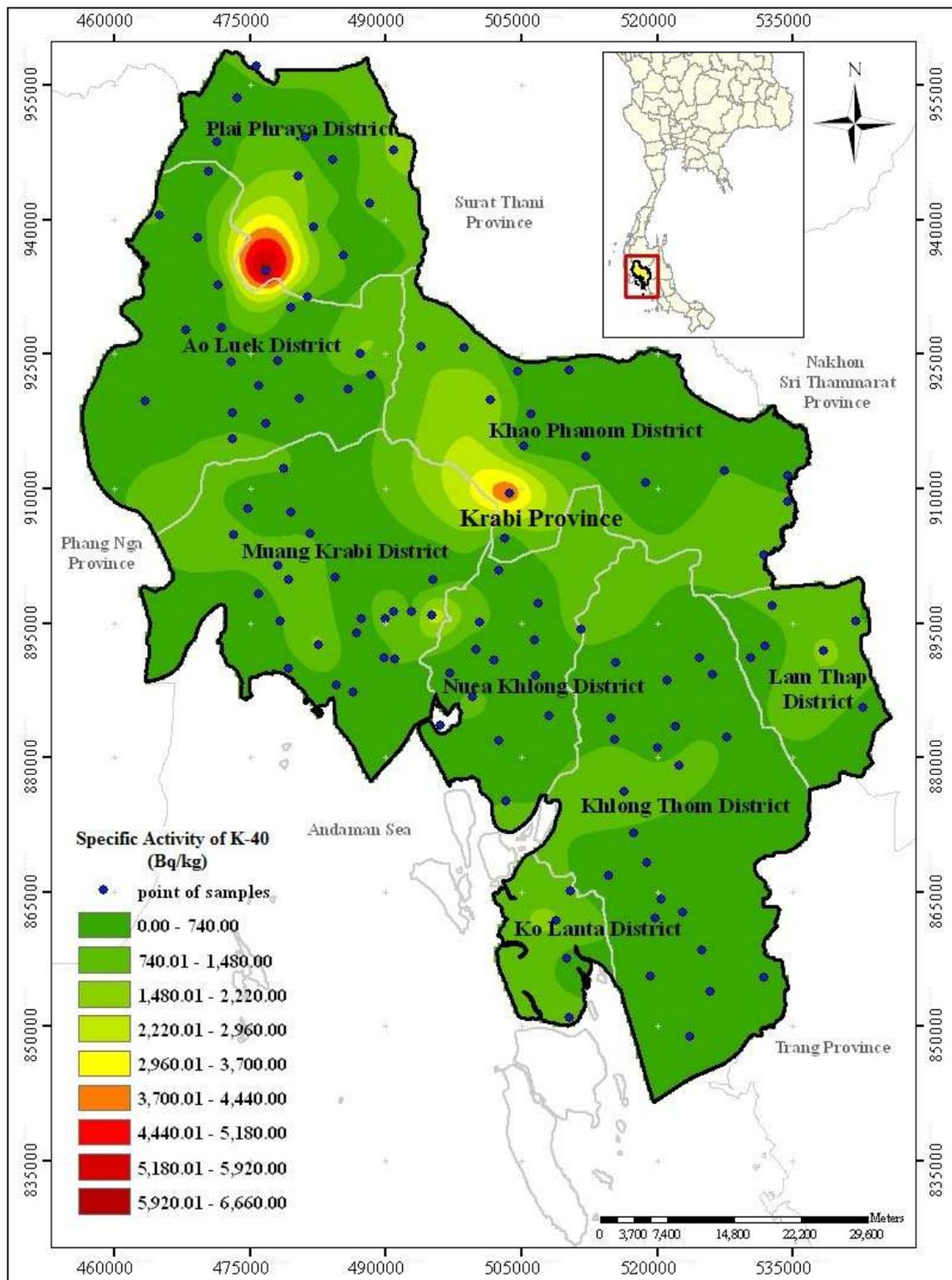
ตารางที่ 4.21 (ต่อ)

สถานที่	ค่ากัมมันตภาพจำเพาะเฉลี่ย ของตัวอย่างดิน (Bq/kg)				D (nGy/h)	R <sub>aeq</sub> (Bq/kg)	H <sub>ex</sub>	AED <sub>out</sub> (mSv/y)
	<sup>40</sup> K	<sup>226</sup> Ra	<sup>232</sup> Th	<sup>137</sup> Cs				
Juban town, Yemen (A.I. Abd El-mageed et al., 2012)	822.70	44.40	58.20	4.78	89.45	191.00	0.52	.*
63 Province in Vietnam (N.Q. Huy et al., 2012)	411.93	42.77	59.84	.*	71.72	160.06	0.43	0.54
Jing Jin Ji, China (Ye Zhao et al., 2012)	.*	.*	.*	<b>12.9</b>	.*	.*	.*	.*
Eastern Sichuan, China (Zhonghai Wang et al., 2012)	440.00	26.00	49.00	6.00	60.00	130.00	.*	0.07
ค่าเฉลี่ยของ สนง. ปส. (ภาคใต้)	511.04	171.55	<b>211.19</b>	1.13	231.81	512.90	1.39	0.28
ค่าเฉลี่ยของ สนง. ปส. (ประเทศไทย)	400	48	40	.*	63.61	136.00	0.37	0.08
<b>UNSCEAR (1988, 1993, 2000)</b>	<b>400</b>	<b>35</b>	<b>30</b>	.*	<b>55</b>	<b>370</b>	<b>1</b>	<b>0.48</b>

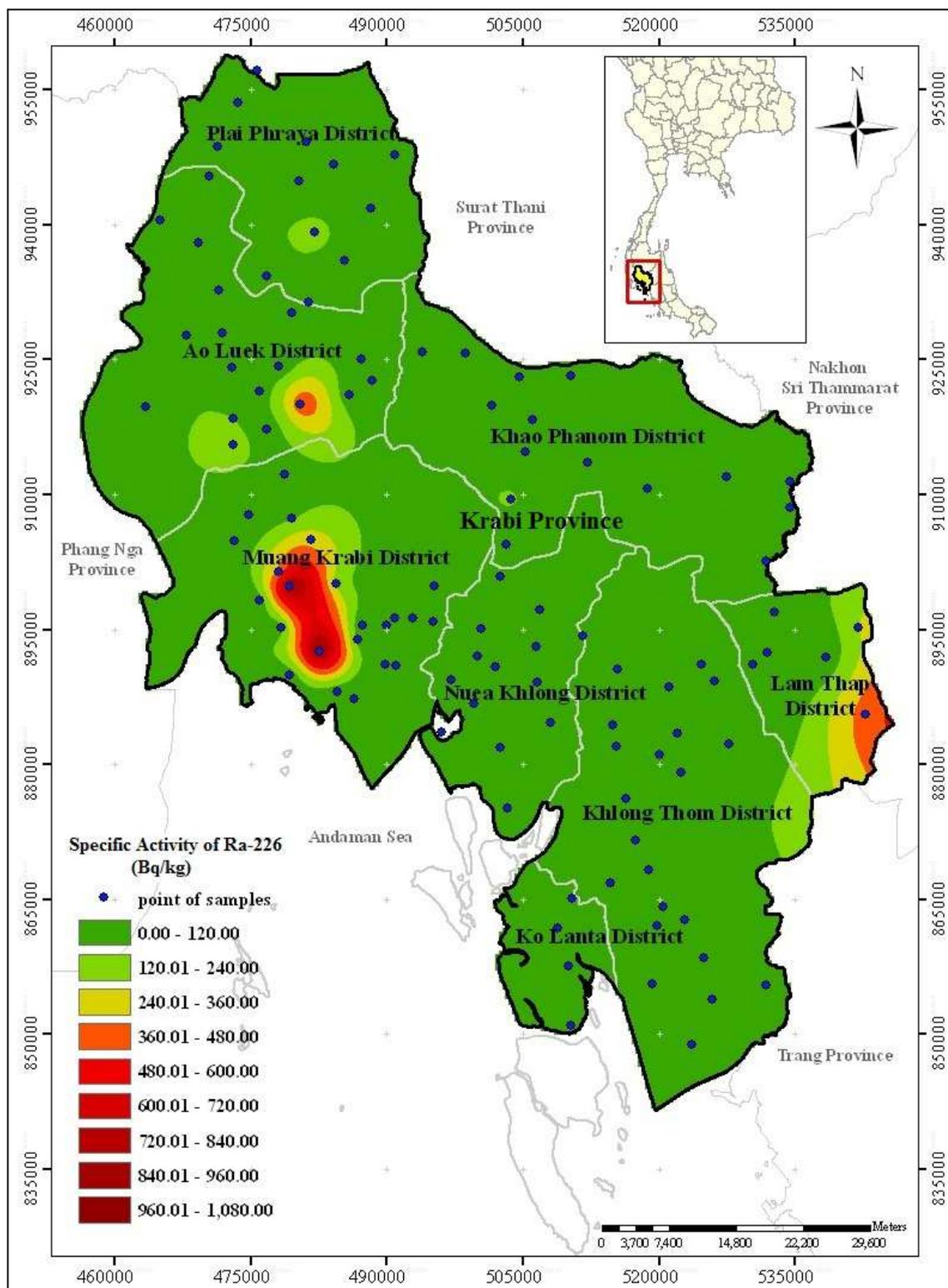
\*ไม่มีข้อมูล

**4.7 การสร้างแผนภาพทางรังสี (radioactive contour maps) ของนิวไคลด์กัมมันตรังสีธรรมชาติ ( $^{40}\text{K}$ ,  $^{226}\text{Ra}$  และ  $^{232}\text{Th}$ ) และนิวไคลด์กัมมันตรังสีที่มนุษย์สร้างขึ้น ( $^{137}\text{Cs}$ ) ในตัวอย่างดินผิวน้ำและทรายชายหาด ในบริเวณ 6 จังหวัดทางฝั่งทะเลอันดามัน ทางภาคใต้ของประเทศไทย สำหรับใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับปริมาณของสารกัมมันตรังสีในภาคใต้ของประเทศไทย**

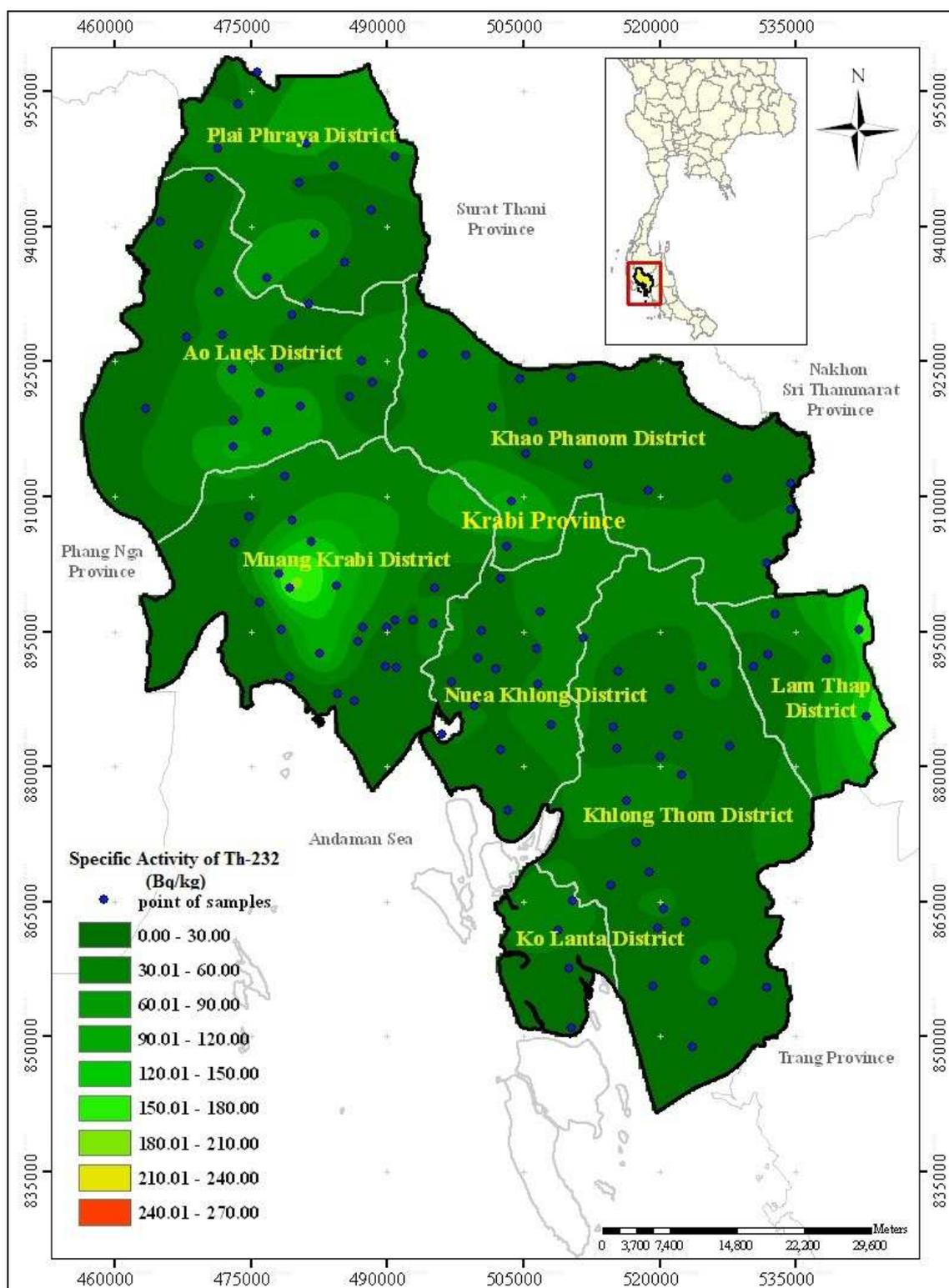
ได้ใช้ข้อมูลค่ากัมมันตภาพจำเพาะของตัวอย่างดินผิวน้ำและทรายชายหาดในหน่วยของ Bq/kg ของนิวไคลด์  $^{40}\text{K}$ ,  $^{226}\text{Ra}$ ,  $^{232}\text{Th}$  และ  $^{137}\text{Cs}$  ที่มีอยู่ในตัวอย่างดินผิวน้ำและทรายชายหาดที่เก็บจากบริเวณต่างๆ ที่เป็นแหล่งที่อยู่อาศัยและบริเวณชายหาดต่างๆ ที่ประชาชนและนักท่องเที่ยวมาเที่ยวชมชายหาด ในบริเวณ 6 จังหวัดทางฝั่งทะเลอันดามัน ทางภาคใต้ของประเทศไทย ที่แสดงไว้ในตารางที่ 4.7 – 4.12 มาสร้างแผนภาพทางรังสี โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูปเฉพาะทาง ซึ่งได้รับความอนุเคราะห์จากภาควิชาภูมิศาสตร์ คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ วิทยาเขตสงขลา โดยแผนภาพทางรังสีของนิวไคลด์  $^{40}\text{K}$ ,  $^{226}\text{Ra}$ ,  $^{232}\text{Th}$  และ  $^{137}\text{Cs}$  ของตัวอย่างดินผิวน้ำและทรายชายหาด ในบริเวณ 6 จังหวัดทางฝั่งทะเลอันดามัน ทางภาคใต้ของประเทศไทย ได้แก่ จังหวัดกระบี่ ได้แสดงในภาพที่ 4.4, 4.5, 4.6 และ 4.7 ตามลำดับ จังหวัดภูเก็ต ได้แสดงในภาพที่ 4.8, 4.9, 4.10 และ 4.11 ตามลำดับ จังหวัดพังงา ได้แสดงในภาพที่ 4.12, 4.13, 4.14 และ 4.15 ตามลำดับ จังหวัดระนอง ได้แสดงในภาพที่ 4.16, 4.17 และ 4.18 ตามลำดับ จังหวัดตรัง ได้แสดงในภาพที่ 4.19, 4.20, 4.21 และ 4.22 ตามลำดับ และจังหวัดสตูล ได้แสดงในภาพที่ 4.23, 4.24, 4.25 และ 4.26 ตามลำดับ



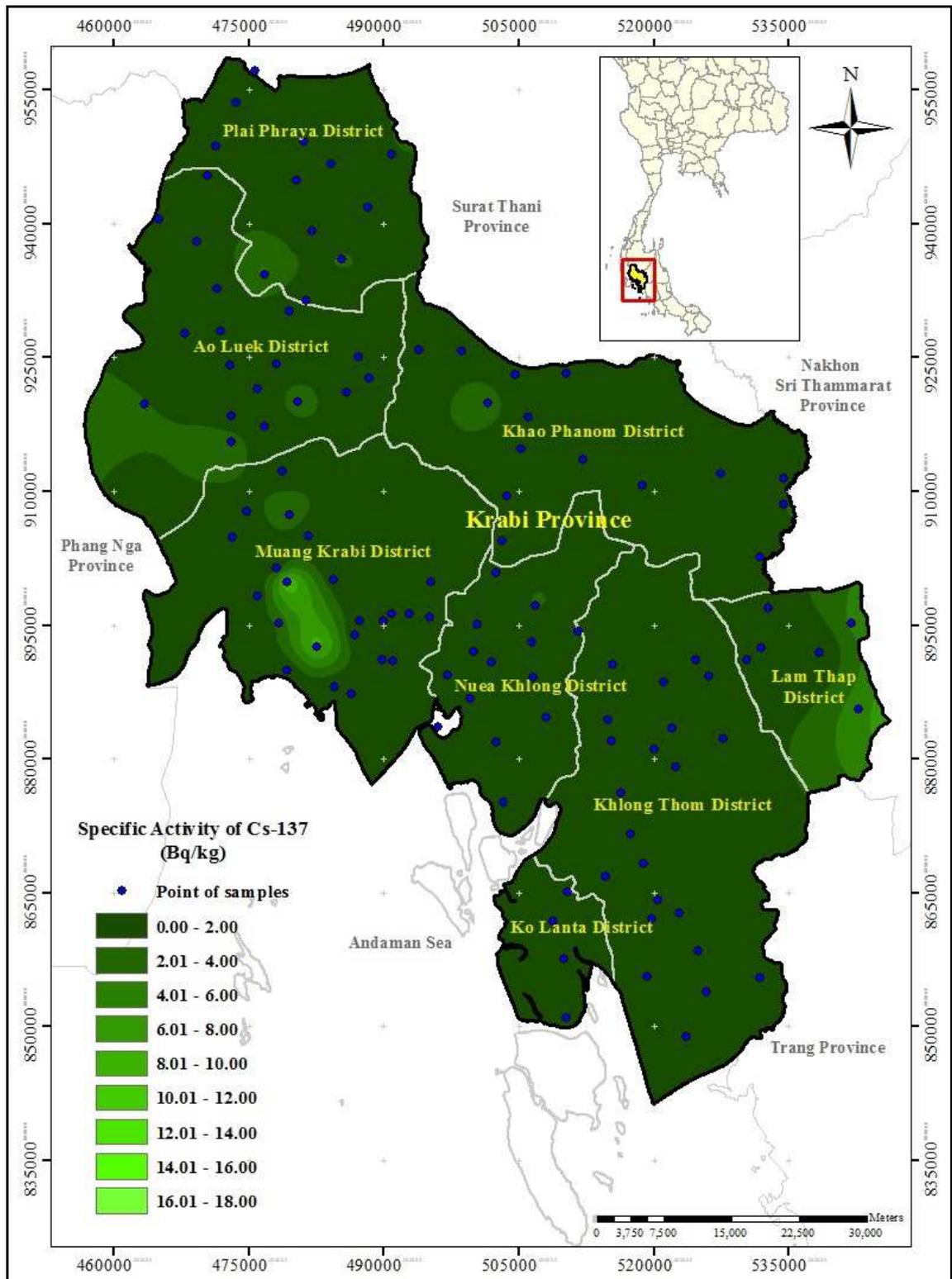
ภาพที่ 4.4 แผนภาพทางรังสีของค่ากัมมันตภาพจำเพาะของนิวไคลด์  $^{40}\text{K}$  ของตัวอย่างดินผิวน้ำจังหวัดกระบี่



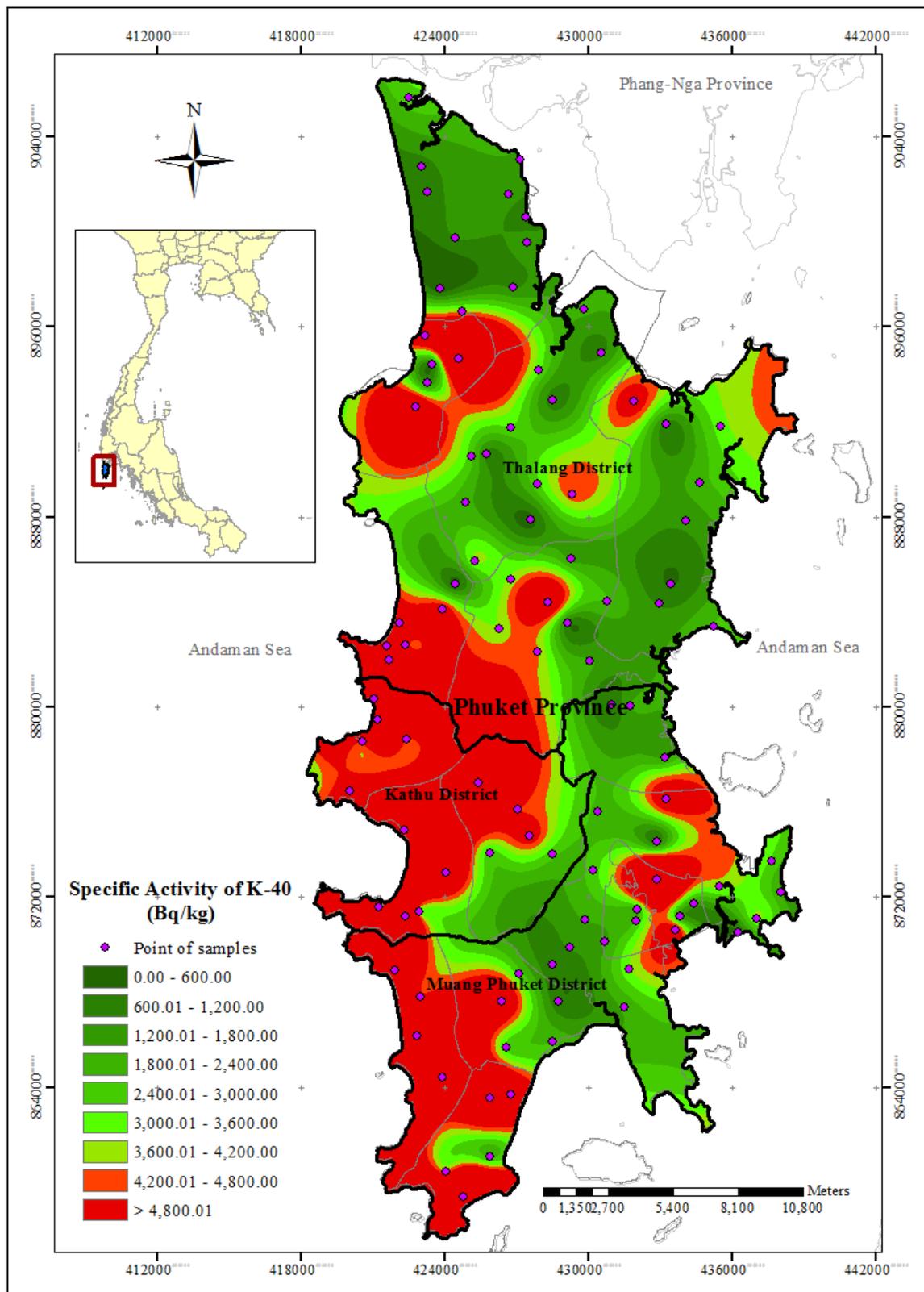
ภาพที่ 4.5 แผนภาพทางรังสีของค่ากัมมันตภาพจำเพาะของนิวไคลด์  $^{226}\text{Ra}$  ของตัวอย่างดินผิวน้ำ  
จังหวัดกระบี่



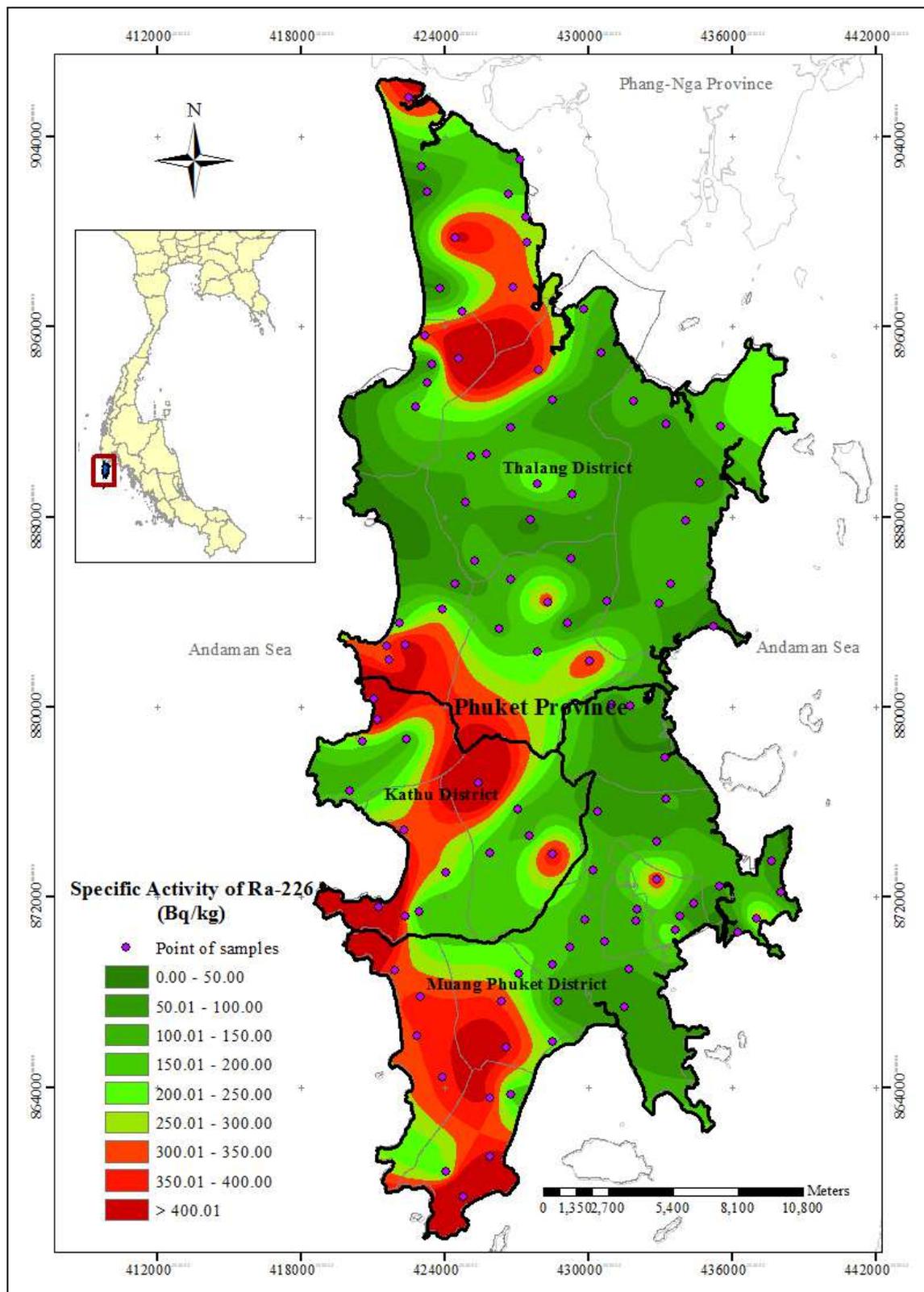
ภาพที่ 4.6 แผนภาพทางรังสีของค่ากัมมันตภาพจำเพาะของนิวไคลด์  $^{232}\text{Th}$  ของตัวอย่างดินผิวน้ำ  
จังหวัดกระบี่



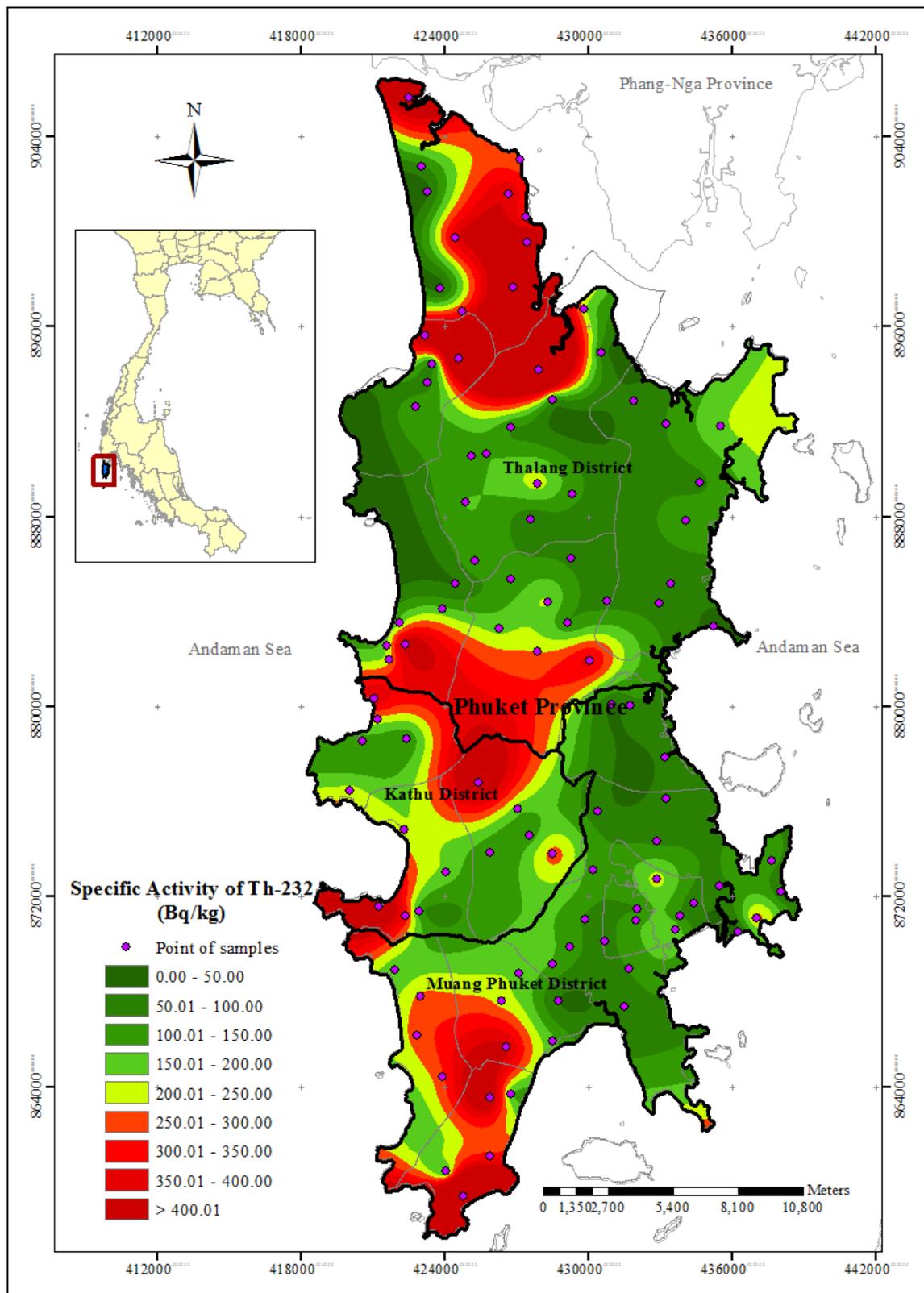
ภาพที่ 4.7 แผนภาพทางรังสีของค่ากัมมันตภาพจำเพาะของนิวไคลด์  $^{137}\text{Cs}$  ของตัวอย่างดินผิวน้ำ  
จังหวัดกระบี่



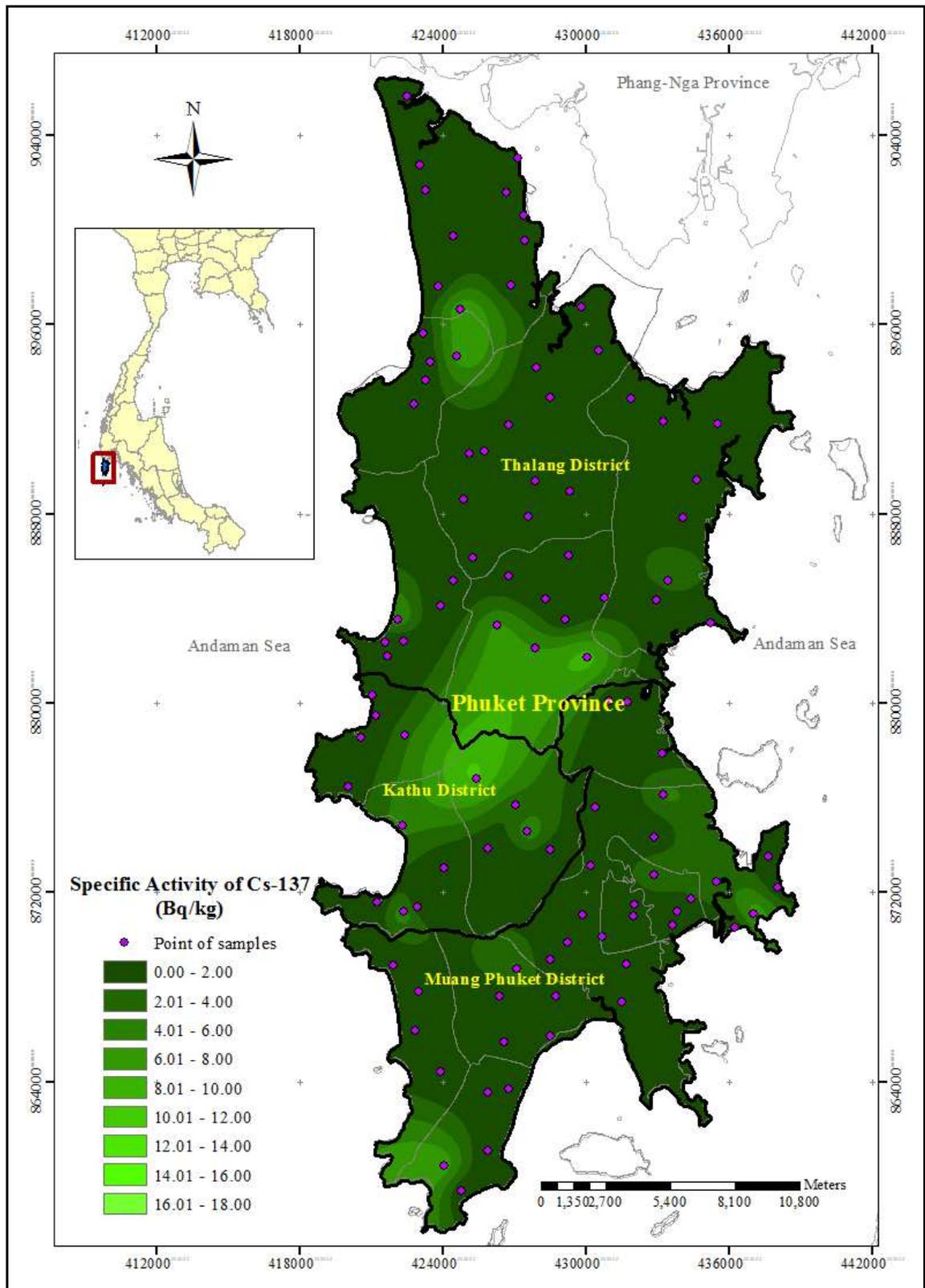
ภาพที่ 4.8 แผนภาพทางรังสีของค่ากัมมันตภาพจำเพาะของนิวไคลด์  $^{40}\text{K}$  ของตัวอย่างดินผิวน้ำ  
จังหวัดภูเก็ต



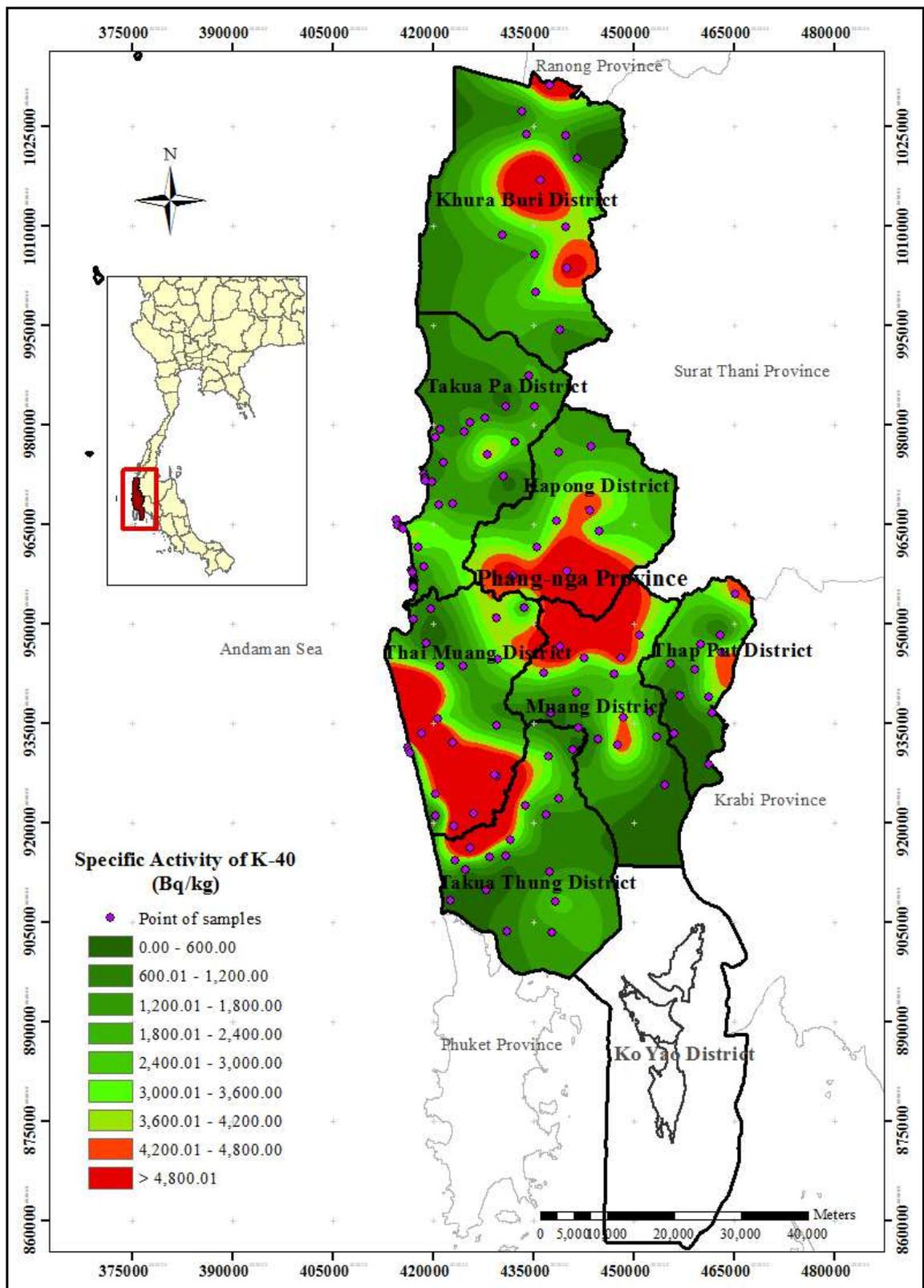
ภาพที่ 4.9 แผนภาพทางรังสีของค่ากัมมันตภาพจำเพาะของนิวไคลด์  $^{226}\text{Ra}$  ของตัวอย่างดินผิวน้ำ จังหวัดภูเก็ต



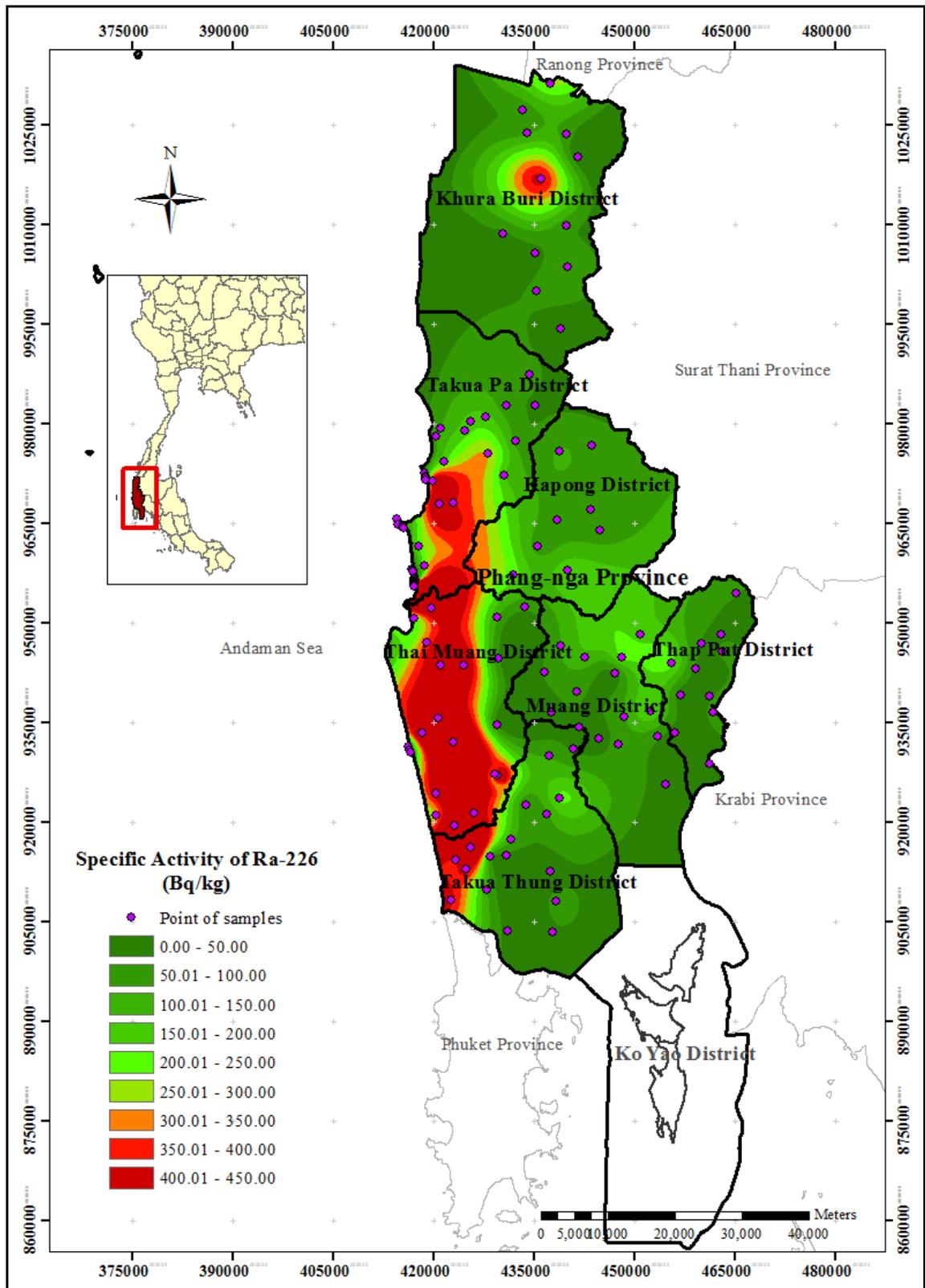
ภาพที่ 4.10 แผนภาพทางรังสีของค่ากัมมันตภาพจำเพาะของนิวไคลด์  $^{232}\text{Th}$  ของตัวอย่างดินผิวน้ำ จังหวัดภูเก็ต



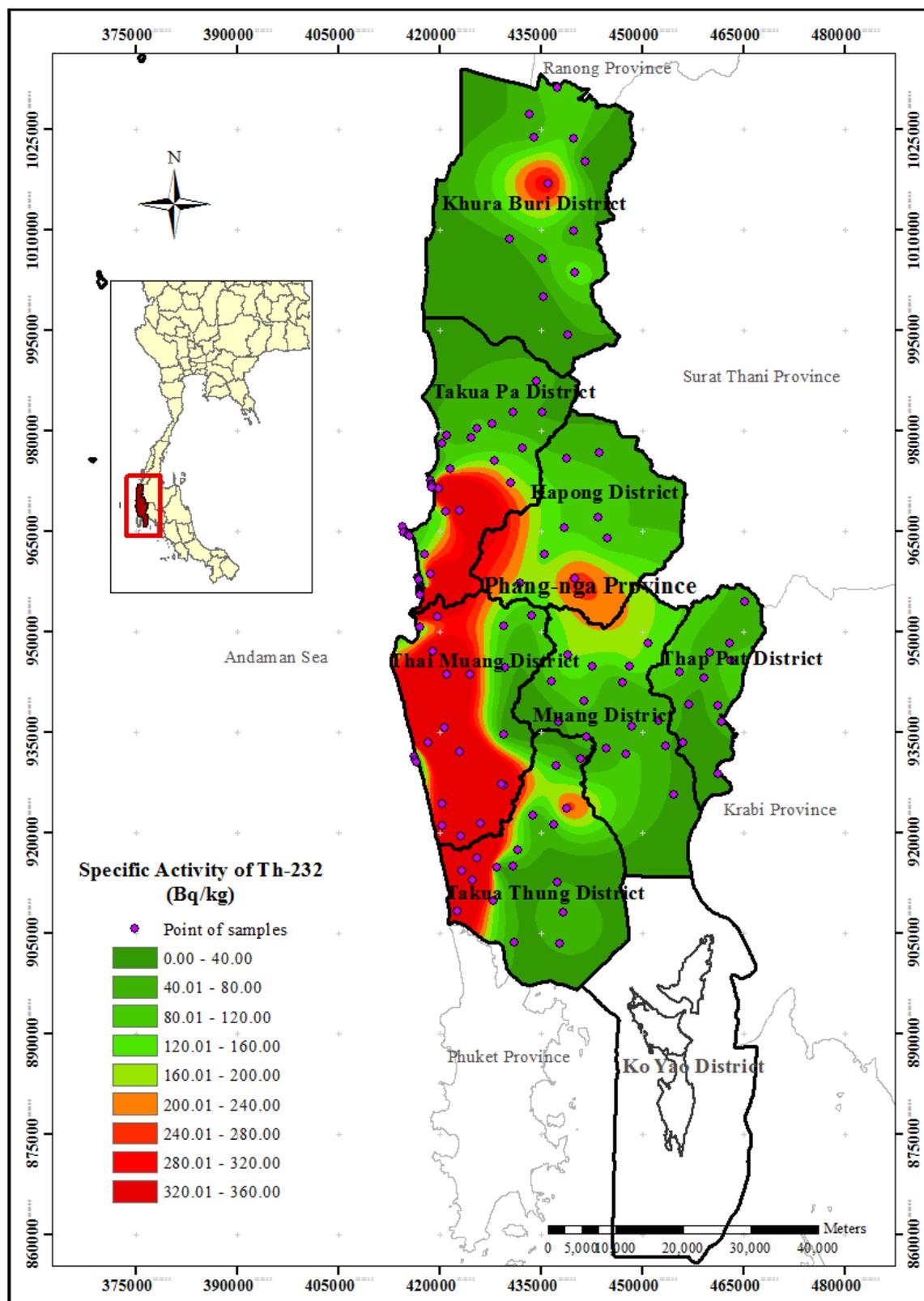
ภาพที่ 4.11 แผนภาพทางรังสีของค่ากัมมันตภาพจำเพาะของนิวไคลด์  $^{137}\text{Cs}$  ของตัวอย่างดินผิวน้ำ  
จังหวัดภูเก็ต



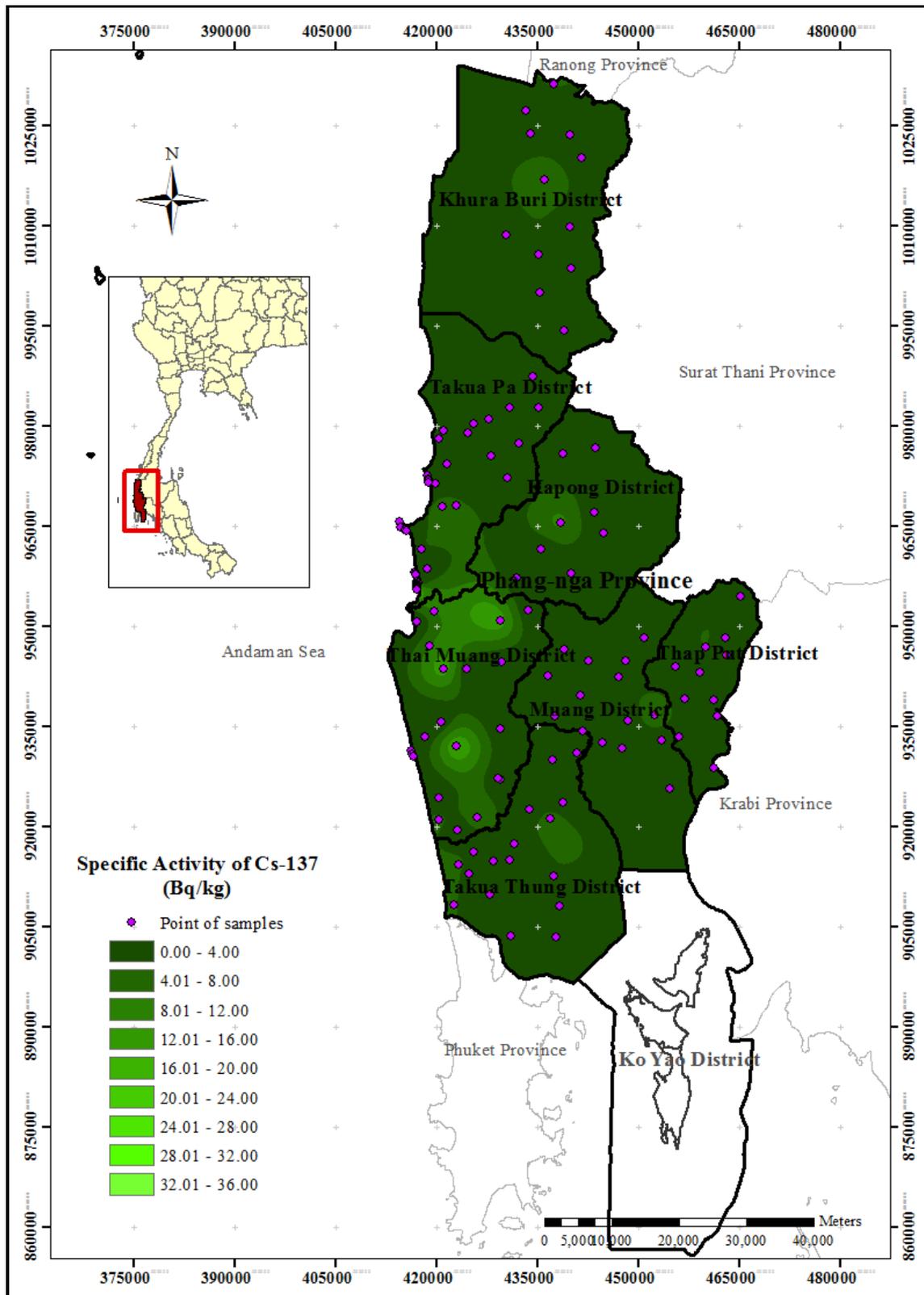
ภาพที่ 4.12 แผนภาพทางรังสีของค่ากัมมันตภาพจำเพาะของนิวไคลด์  $^{40}\text{K}$  ของตัวอย่างดินผิวน้ำและทรายชายหาด จังหวัดพังงา



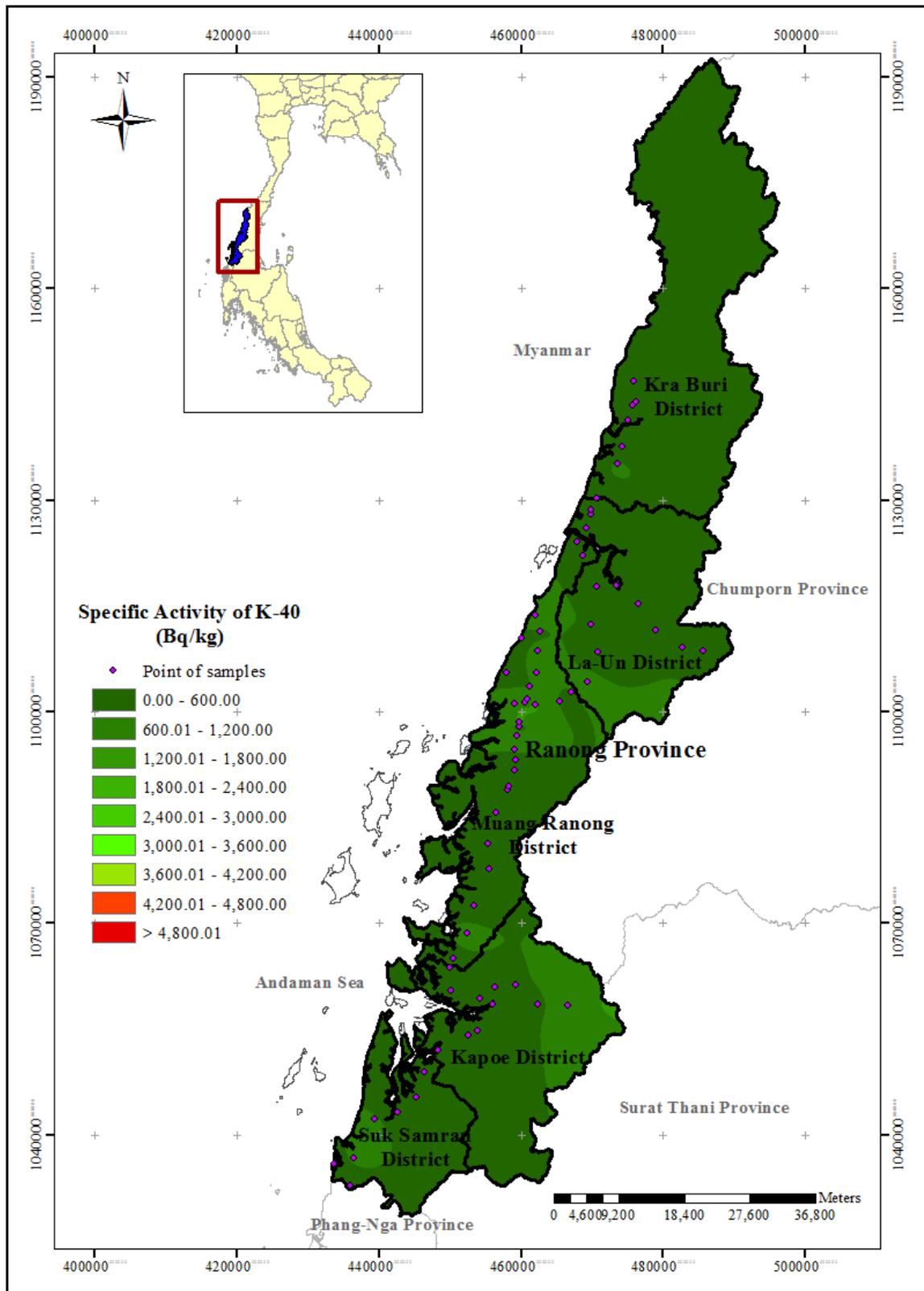
ภาพที่ 4.13 แผนภาพทางรังสีของค่ากัมมันตภาพจำเพาะของนิวไคลด์  $^{226}\text{Ra}$  ของตัวอย่างดินผิวน้ำ และทรายชายหาด จังหวัดพังงา



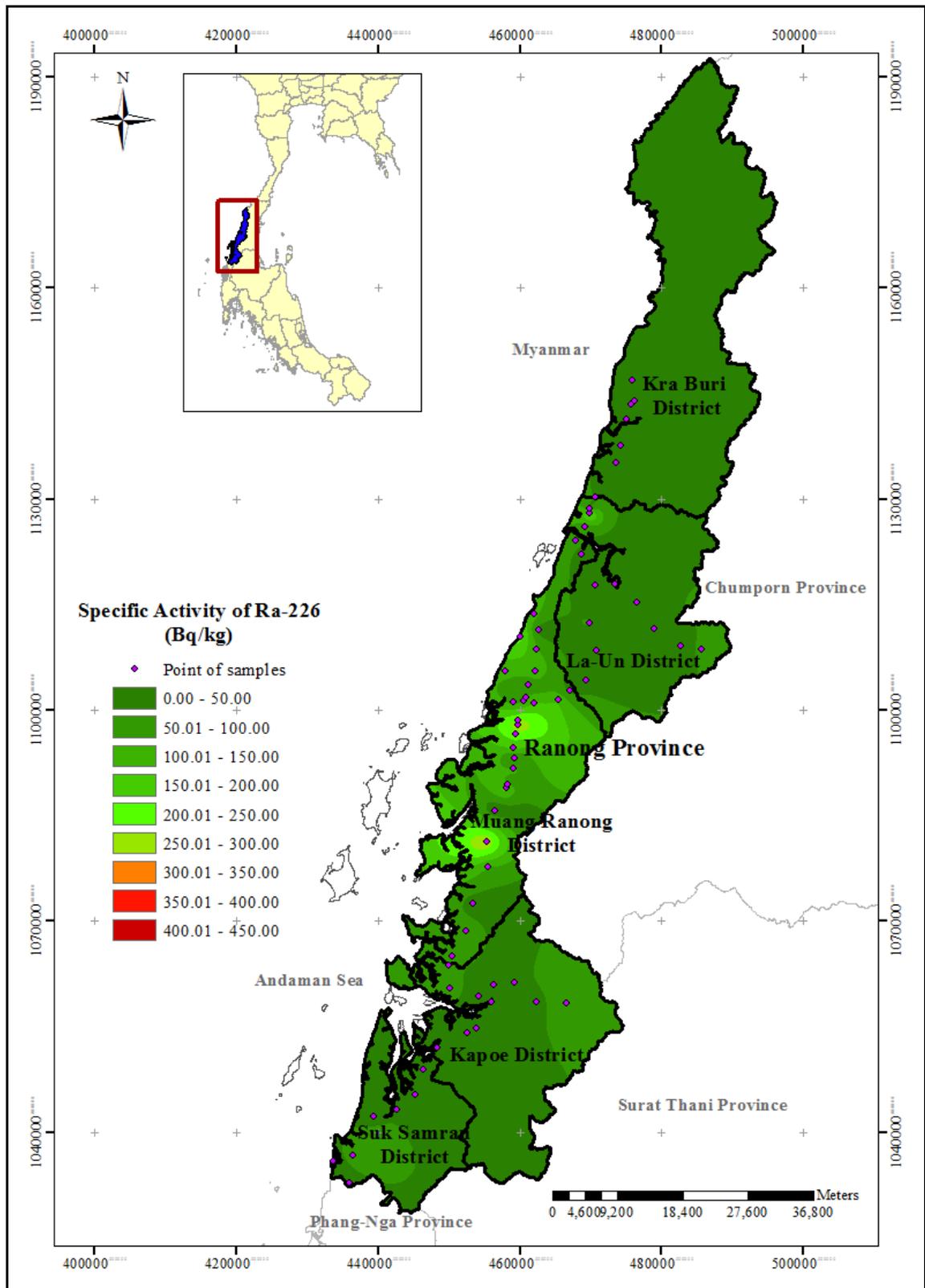
ภาพที่ 4.14 แผนภาพทางรังสีของค่ากัมมันตภาพจำเพาะของนิวไคลด์  $^{232}\text{Th}$  ของตัวอย่างดินผิวน้ำ และทรายชายหาด จังหวัดพังงา



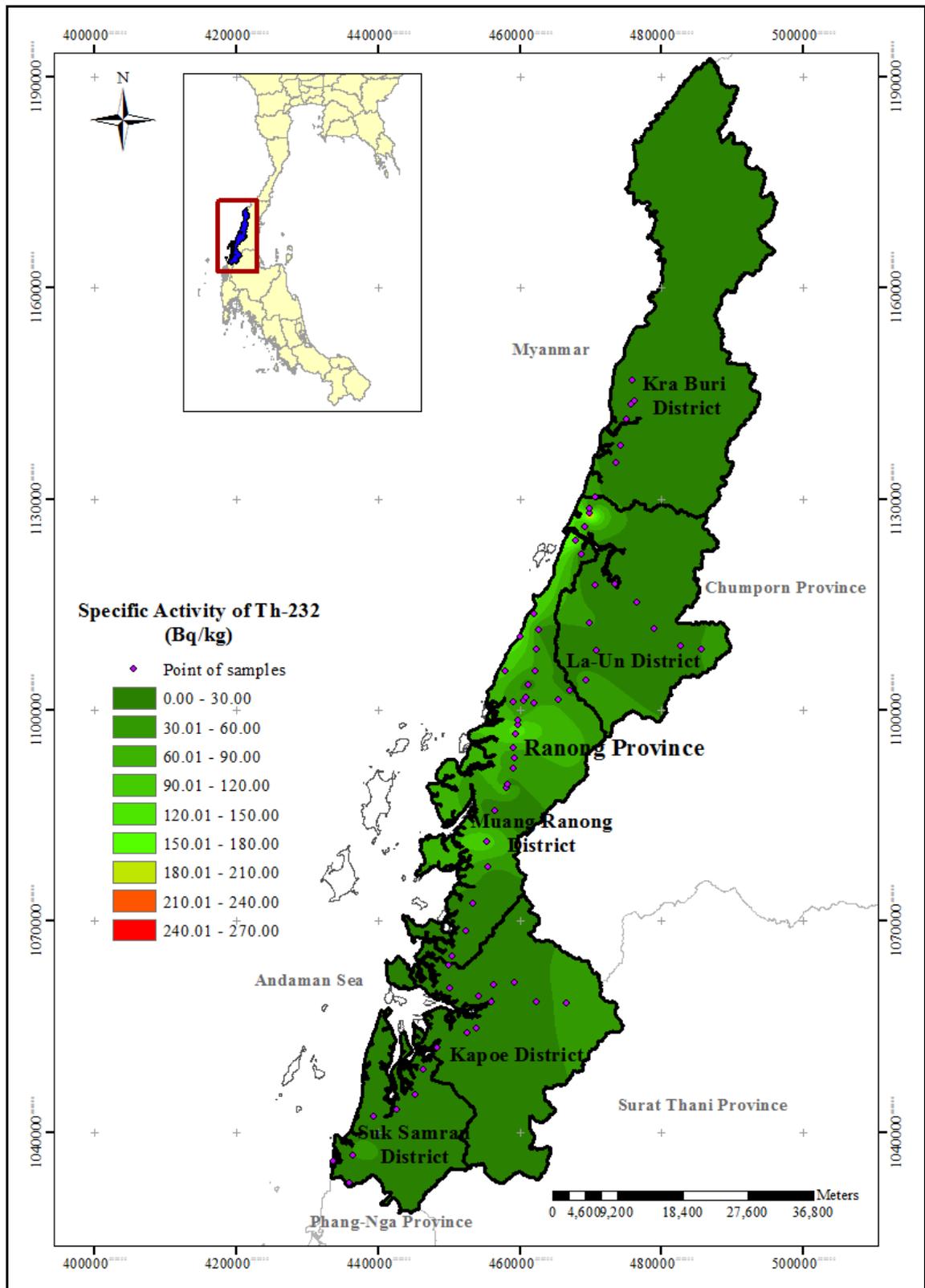
ภาพที่ 4.15 แผนภาพทางรังสีของค่ากัมมันตภาพจำเพาะของนิวไคลด์  $^{137}\text{Cs}$  ของตัวอย่างดินผิวน้ำ และทรายชายหาด จังหวัดพังงา



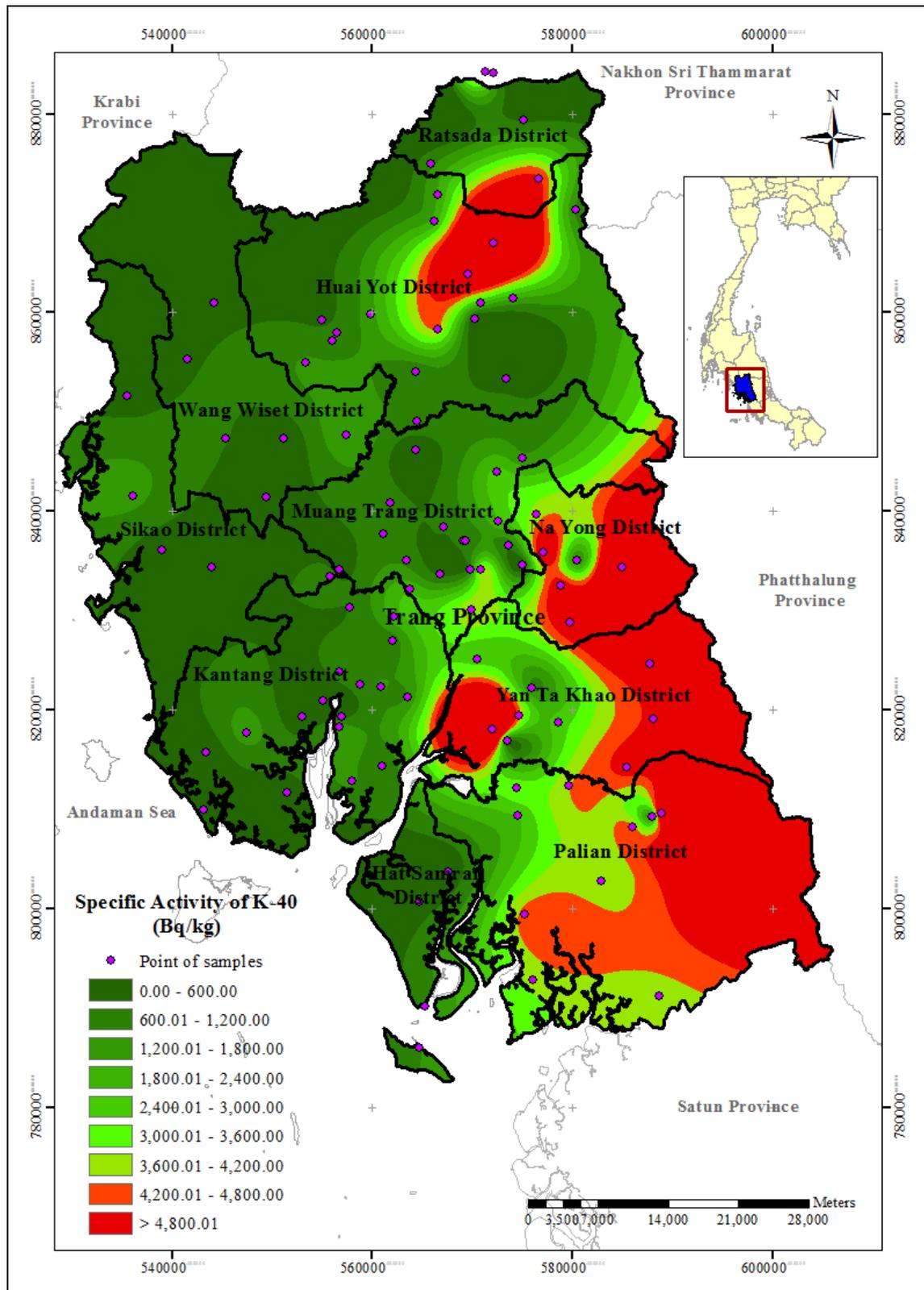
ภาพที่ 4.16 แผนภาพทางรังสีของค่ากัมมันตภาพจำเพาะของนิวไคลด์  $^{40}\text{K}$  ของตัวอย่างดินผิวน้ำและทรายชายหาด จังหวัดระนอง



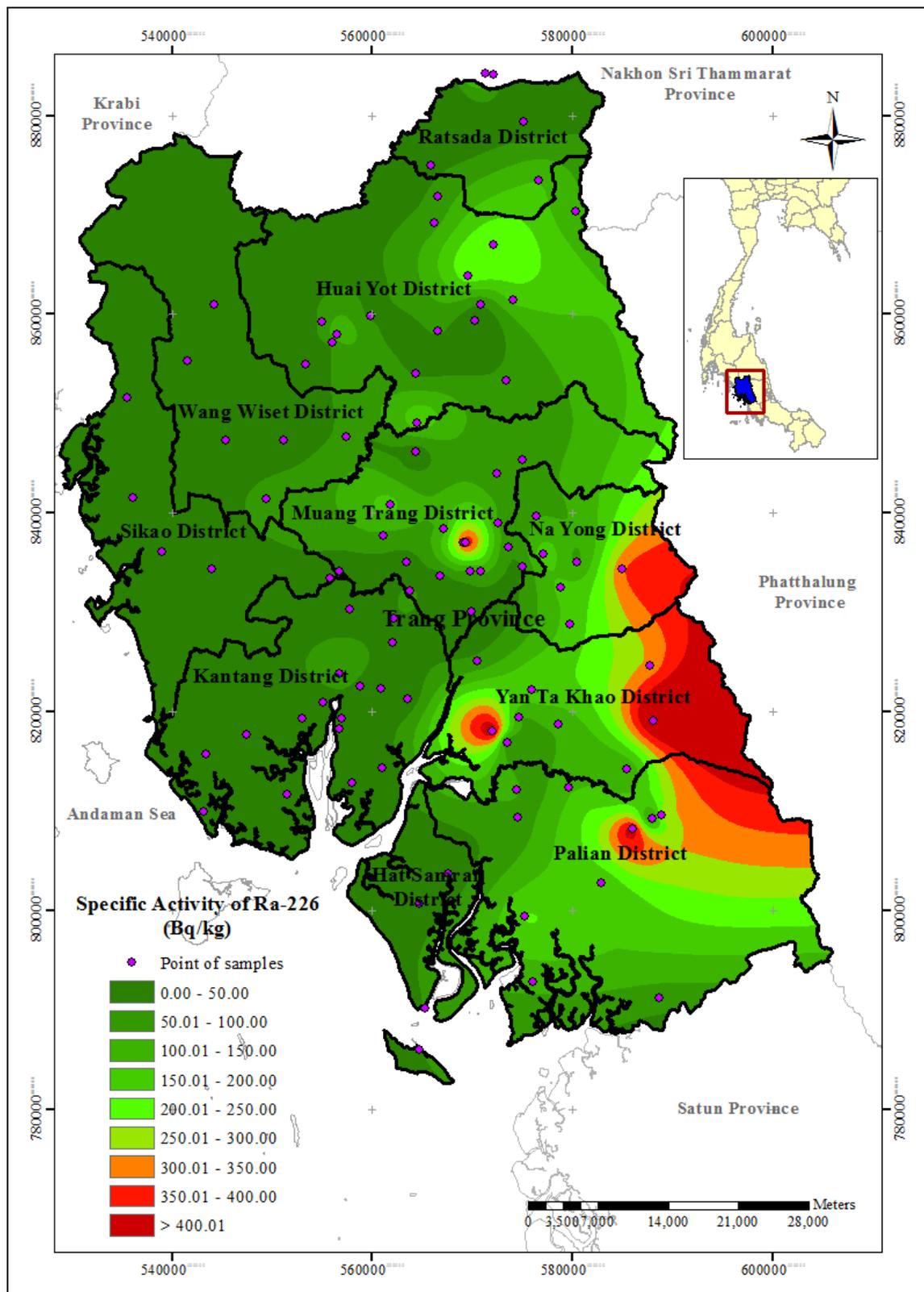
ภาพที่ 4.17 แผนภาพทางรังสีของค่ากัมมันตภาพจำเพาะของนิวไคลด์  $^{226}\text{Ra}$  ของตัวอย่างดินผิวน้ำ และทรายชายหาด จังหวัดระนอง



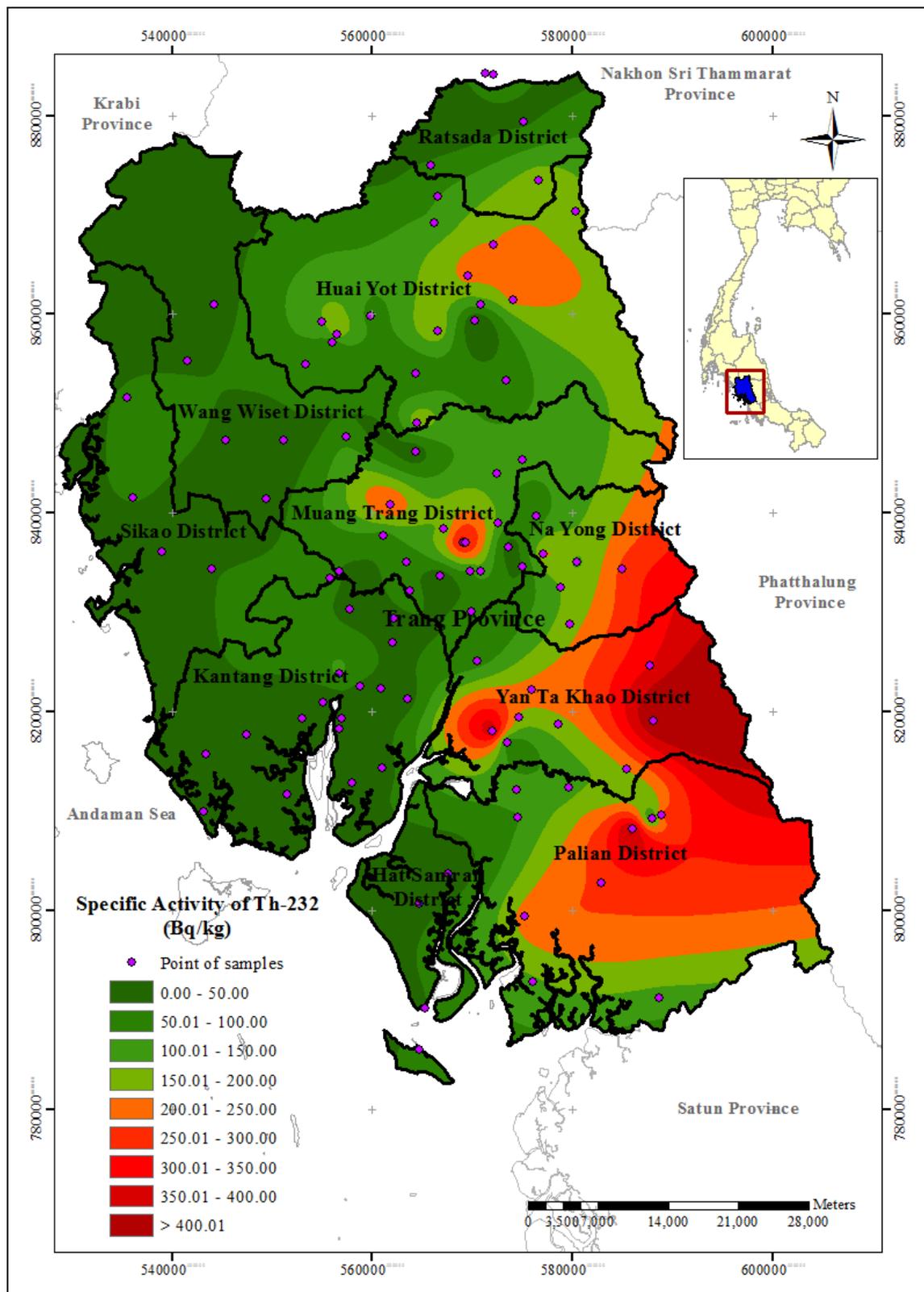
ภาพที่ 4.18 แผนภาพทางรังสีของค่ากัมมันตภาพจำเพาะของนิวไคลด์  $^{232}\text{Th}$  ของตัวอย่างดินผิวน้ำและทรายชายหาด จังหวัดระนอง



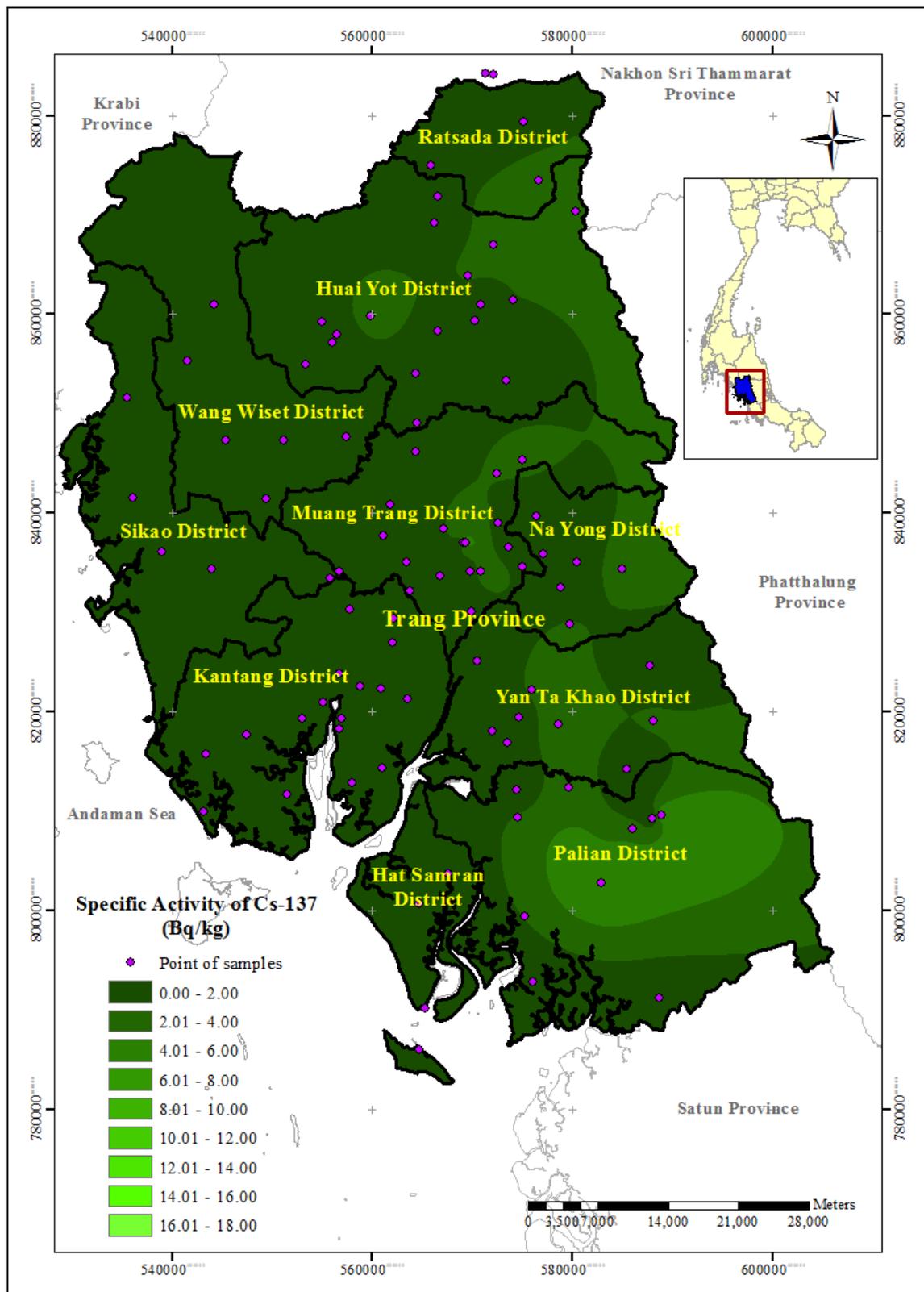
ภาพที่ 4.19 แผนภาพทางรังสีของค่ากัมมันตภาพจำเพาะของนิวไคลด์  $^{40}\text{K}$  ของตัวอย่างดินผิวน้ำจังหวัดตรัง



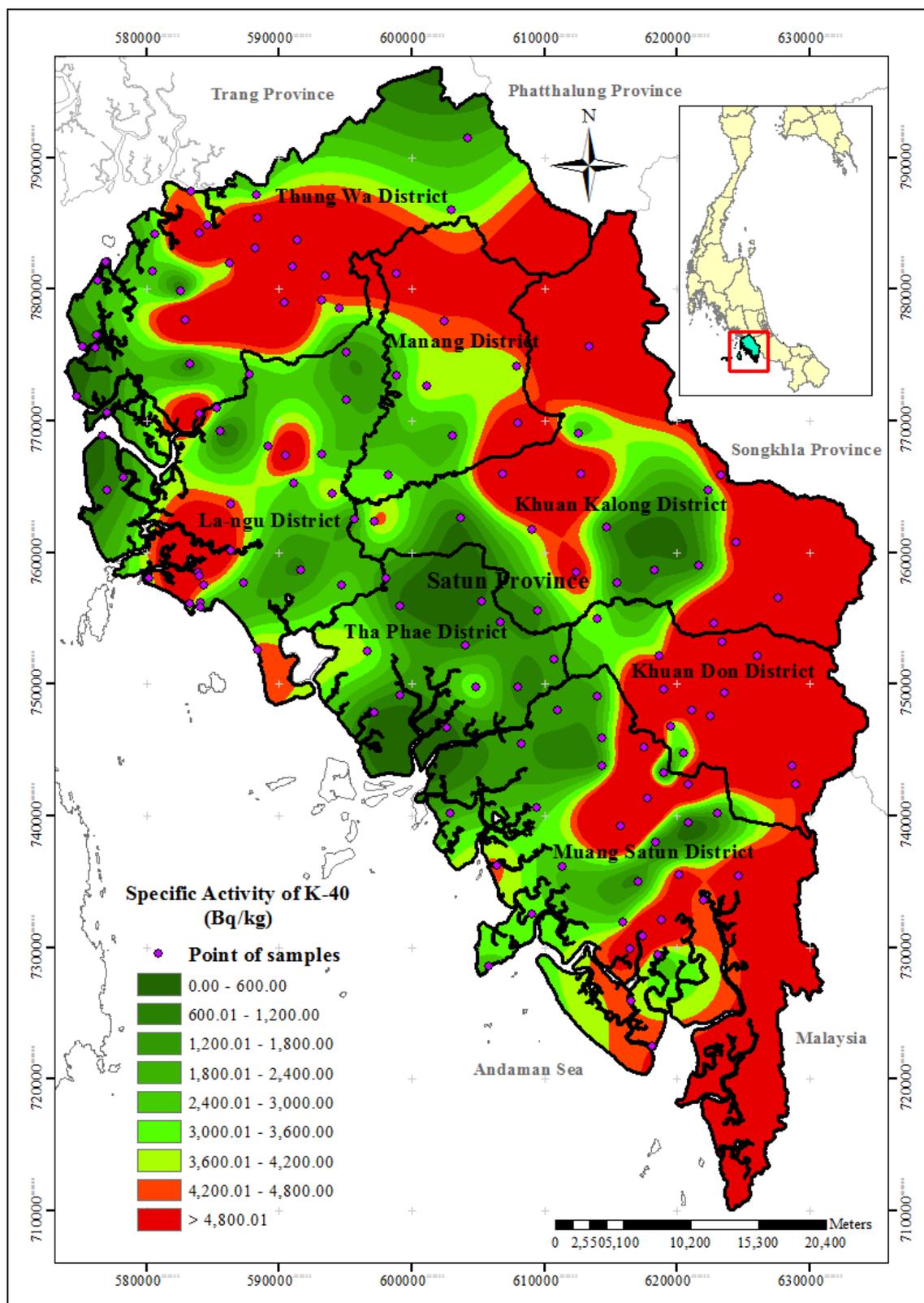
ภาพที่ 4.20 แผนภาพทางรังสีของค่ากัมมันตภาพจำเพาะของนิวไคลด์  $^{226}\text{Ra}$  ของตัวอย่างดินผิวน้ำจังหวัดตรัง



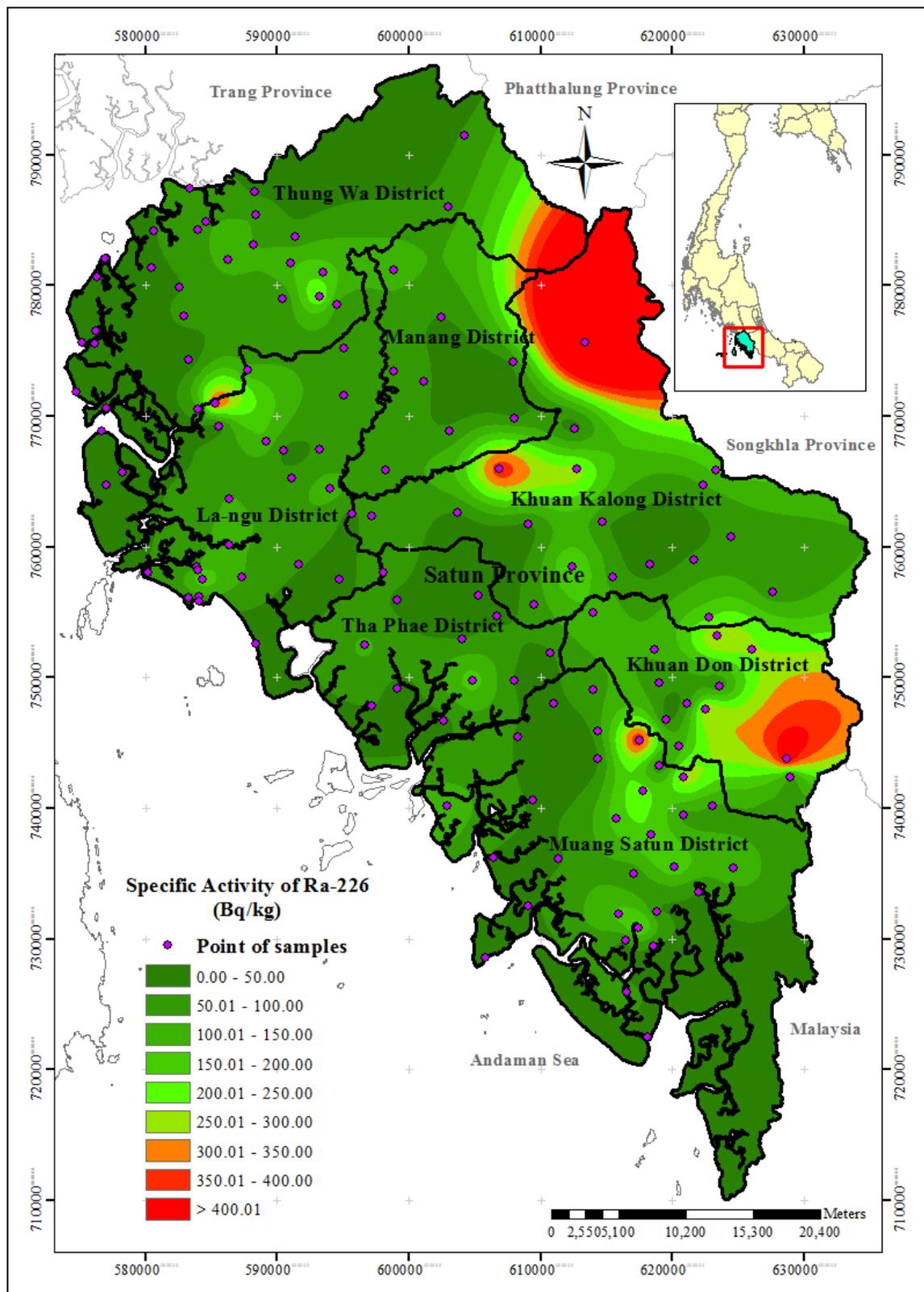
ภาพที่ 4.21 แผนภาพทางรังสีของค่ากัมมันตภาพจำเพาะของนิวไคลด์  $^{232}\text{Th}$  ของตัวอย่างดินผิวน้ำจังหวัดตรัง



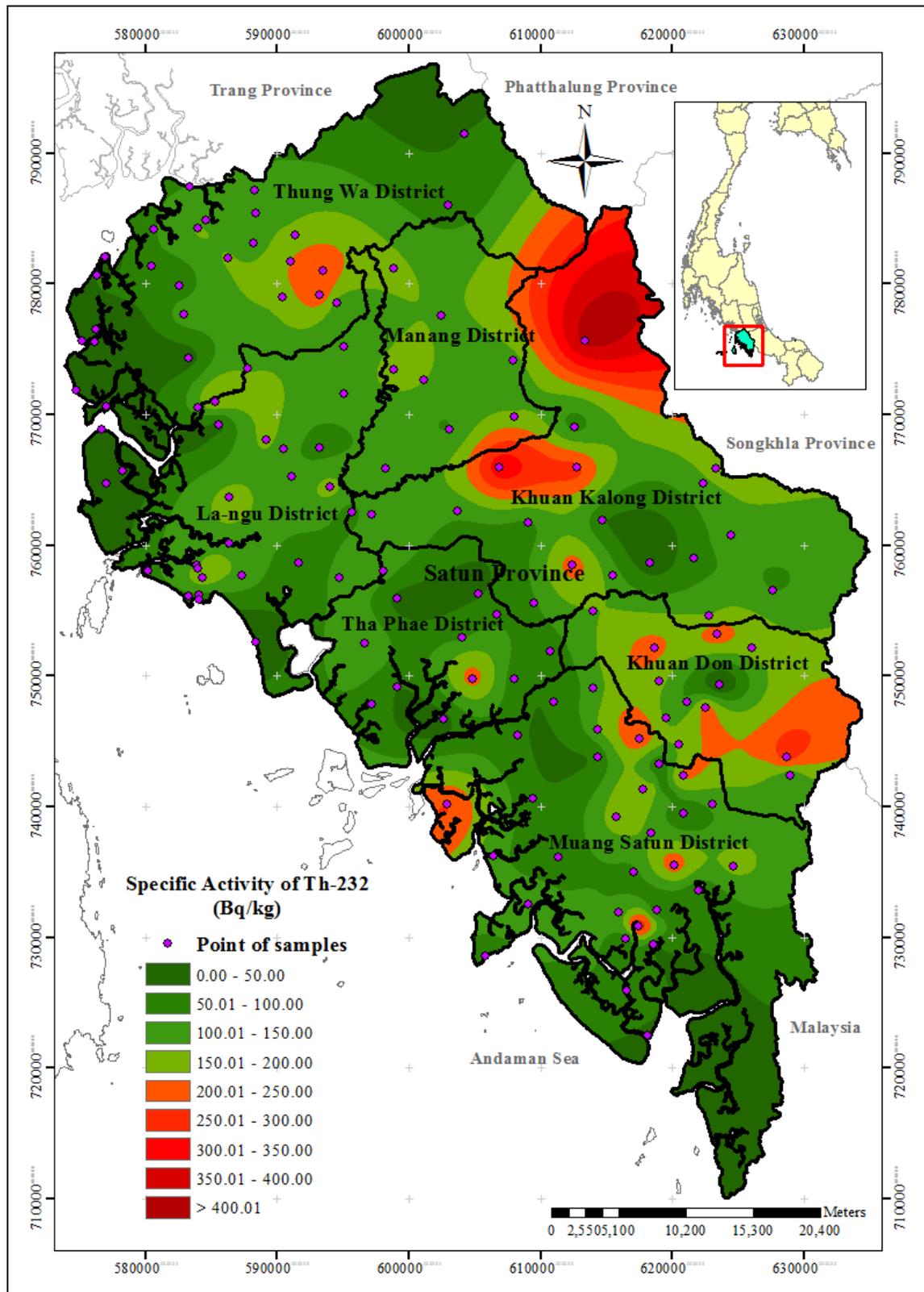
ภาพที่ 4.22 แผนภาพทางรังสีของค่ากัมมันตภาพจำเพาะของนิวไคลด์  $^{137}\text{Cs}$  ของตัวอย่างดินผิวน้ำจังหวัดตรัง



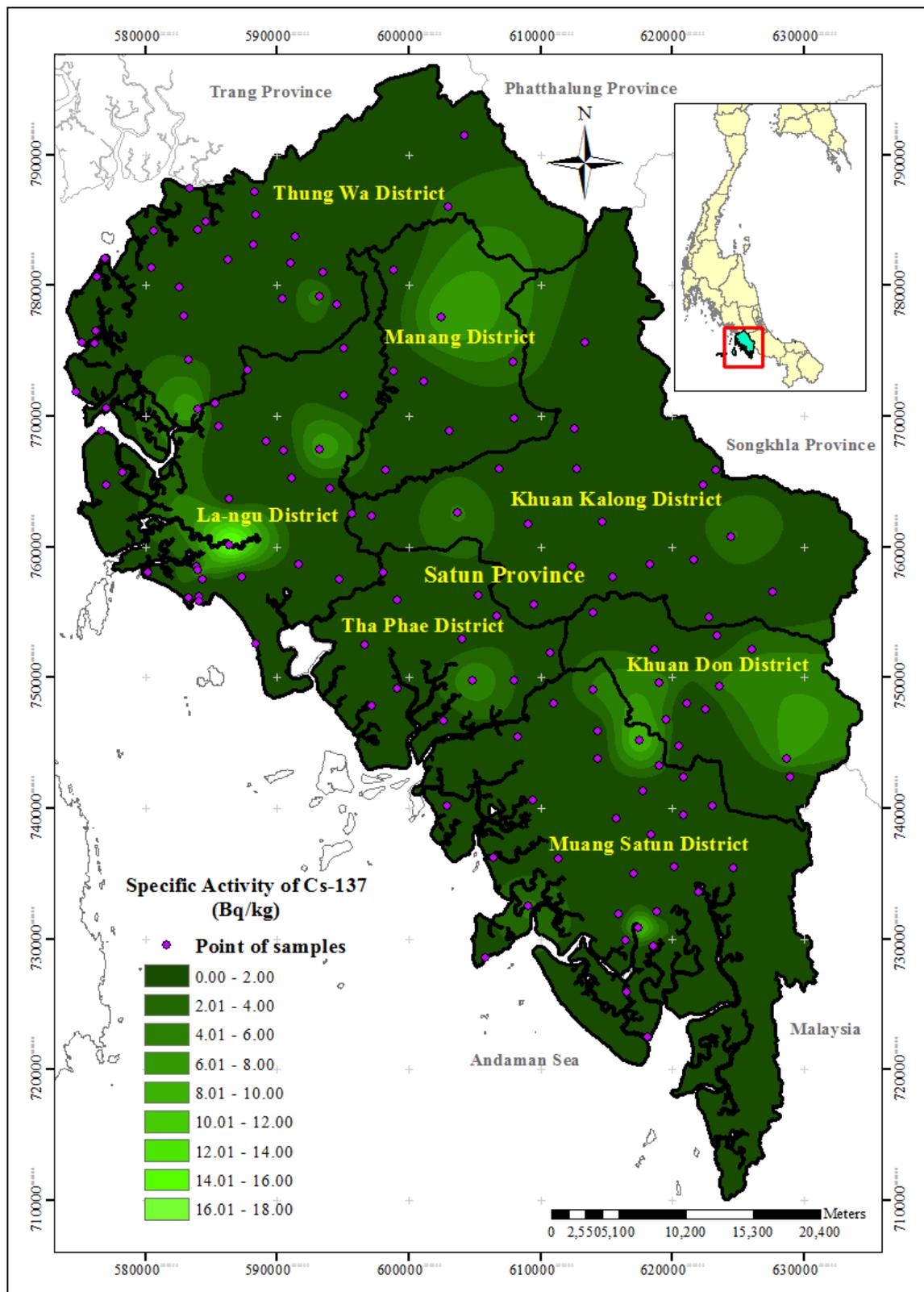
ภาพที่ 4.23 แผนภาพทางรังสีของค่ากัมมันตภาพจำเพาะของนิวไคลด์  $^{40}\text{K}$  ของตัวอย่างดินผิวน้ำจังหวัดสตูล



ภาพที่ 4.24 แผนภาพทางรังสีของค่ากัมมันตภาพจำเพาะของนิวไคลด์  $^{226}\text{Ra}$  ของตัวอย่างดินผิวน้ำ จังหวัดสตูล



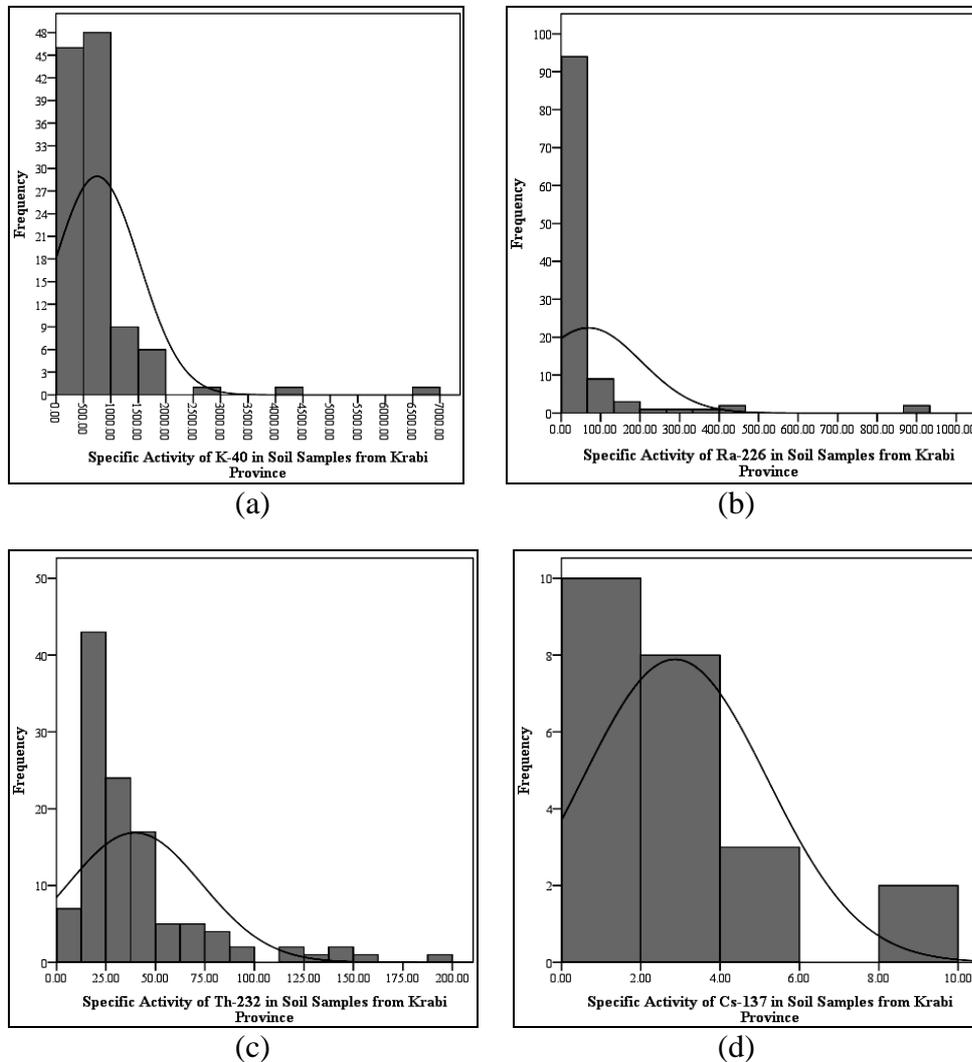
ภาพที่ 4.25 แผนภาพทางรังสีของค่ากัมมันตภาพจำเพาะของนิวไคลด์  $^{232}\text{Th}$  ของตัวอย่างดินผิวน้ำ จังหวัดสตูล



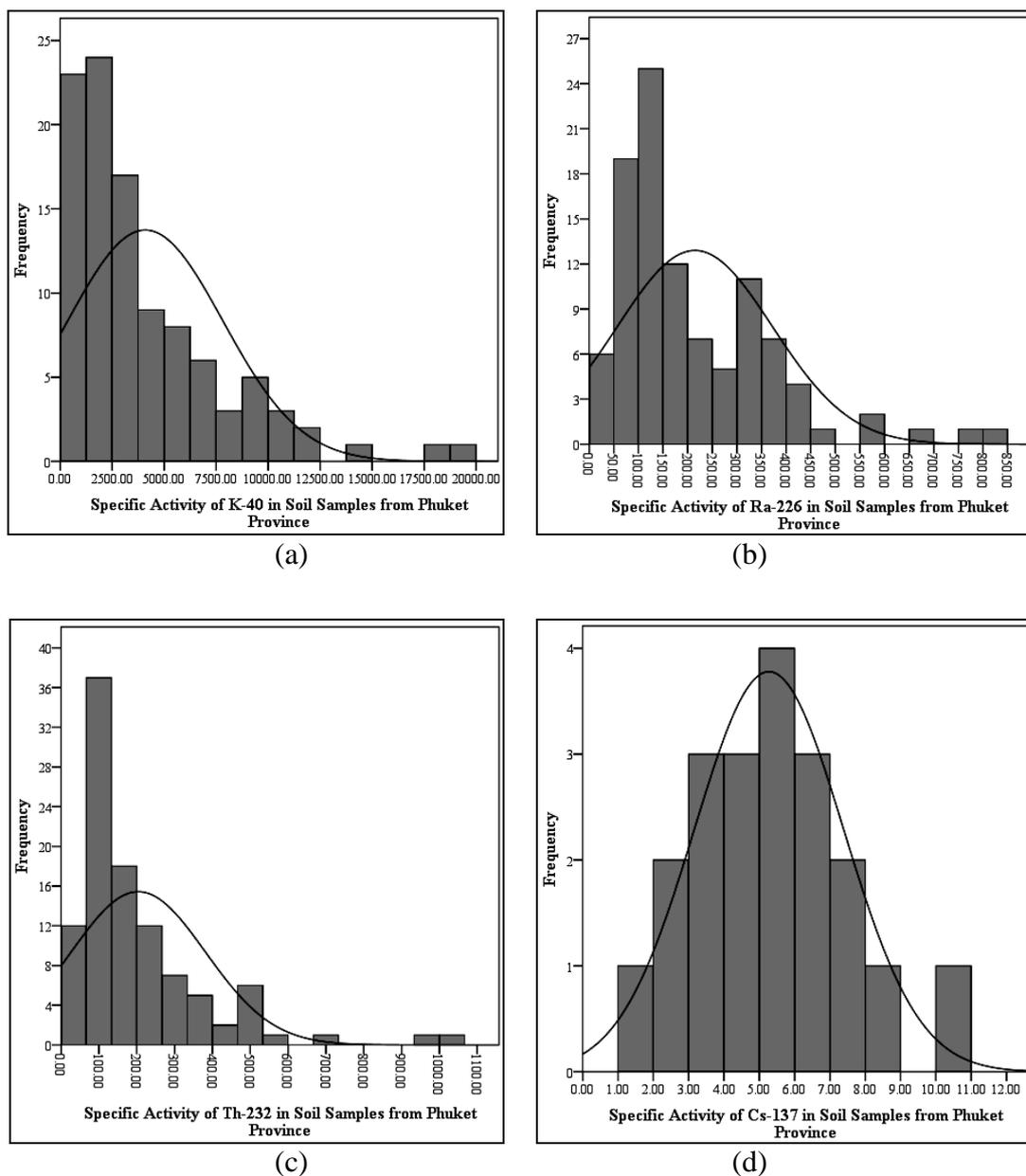
ภาพที่ 4.26 แผนภาพทางรังสีของค่ากัมมันตภาพจำเพาะของนิวไคลด์  $^{137}\text{Cs}$  ของตัวอย่างดินผิวน้ำจังหวัดสตูล

**4.8** การสร้างกราฟแสดงการแจกแจงความถี่ (**frequency distribution**) ของนิวไคลด์กัมมันตรังสีธรรมชาติ ( $^{40}\text{K}$ ,  $^{226}\text{Ra}$  และ  $^{232}\text{Th}$ ) และนิวไคลด์กัมมันตรังสีที่มนุษย์สร้างขึ้น ( $^{137}\text{Cs}$ ) ในตัวอย่างดินผิวน้ำและทรายชายหาด ที่เก็บจากบริเวณ 6 จังหวัดทางฝั่งทะเลอันดามัน ทางภาคใต้ของประเทศไทย

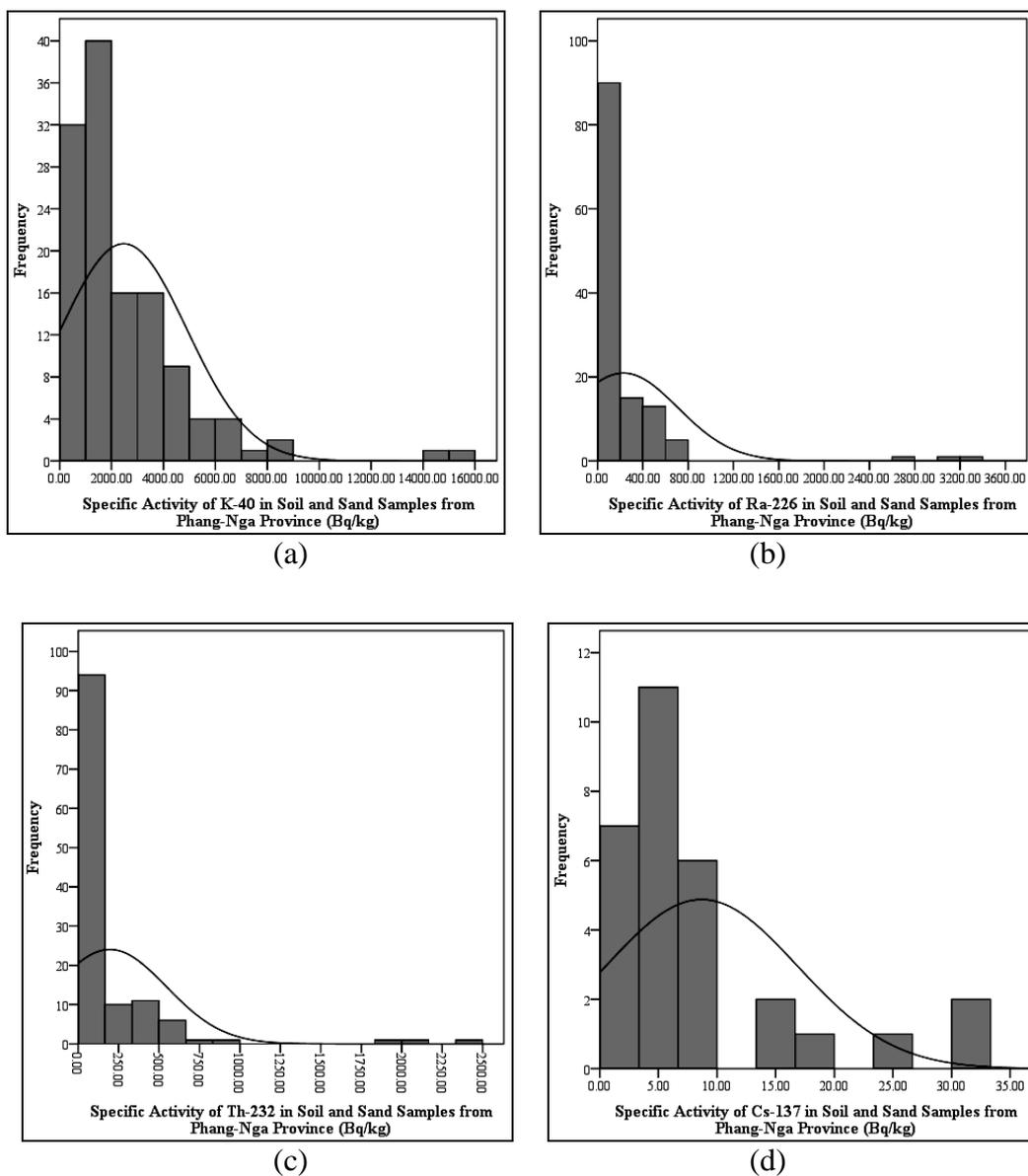
ได้ใช้ข้อมูลค่ากัมมันตภาพจำเพาะของนิวไคลด์  $^{40}\text{K}$ ,  $^{226}\text{Ra}$ ,  $^{232}\text{Th}$  และ  $^{137}\text{Cs}$  ที่มีอยู่ในตัวอย่างดินผิวน้ำและทรายชายหาดที่เก็บจากบริเวณต่างๆ ที่เป็นแหล่งที่อยู่อาศัยและบริเวณชายหาดต่างๆ ที่ประชาชนและนักท่องเที่ยวมาเที่ยวชมชายหาด ในบริเวณ 6 จังหวัดทางฝั่งทะเลอันดามัน ทางภาคใต้ของประเทศไทย ที่แสดงไว้ในตารางที่ 4.7 – 4.12 มาสร้างกราฟแสดงการแจกแจงความถี่ โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูปเฉพาะทาง โดยกราฟแสดงการแจกแจงความถี่ของนิวไคลด์  $^{40}\text{K}$ ,  $^{226}\text{Ra}$ ,  $^{232}\text{Th}$  และ  $^{137}\text{Cs}$  ของตัวอย่างดินผิวน้ำและทรายชายหาด ในบริเวณ 6 จังหวัดทางฝั่งทะเลอันดามัน ได้แก่ จังหวัดกระบี่ ภูเก็ต พังงา ระนอง ตรัง และสตูล ได้แสดงในภาพที่ 4.27, 4.28, 4.29, 4.30, 4.31 และ 4.32 ตามลำดับ



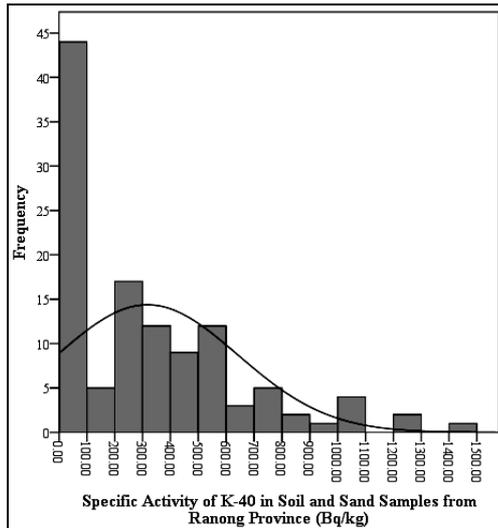
ภาพที่ 4.27 กราฟการแจกแจงความถี่ของค่ากัมมันตภาพจำเพาะของนิวไคลด์ (a)  $^{40}\text{K}$ , (b)  $^{226}\text{Ra}$ , (c)  $^{232}\text{Th}$  และ (d)  $^{137}\text{Cs}$  ของตัวอย่างดินผิวน้ำ จังหวัดกระบี่



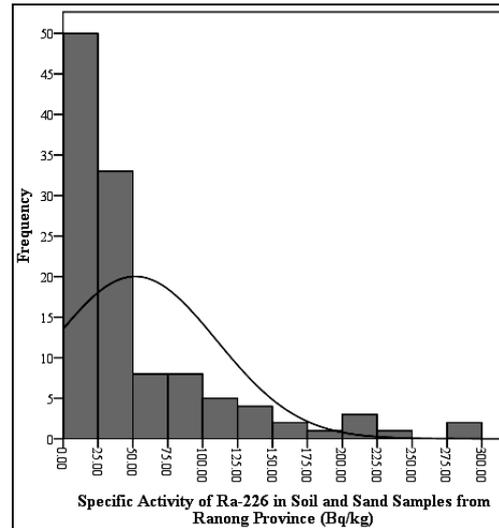
ภาพที่ 4.28 กราฟการแจกแจงความถี่ของค่ากัมมันตภาพจำเพาะของนิวไคลด์ (a)  $^{40}\text{K}$ , (b)  $^{226}\text{Ra}$ , (c)  $^{232}\text{Th}$  และ (d)  $^{137}\text{Cs}$  ของตัวอย่างดินผิวน้ำ จังหวัดภูเก็ต



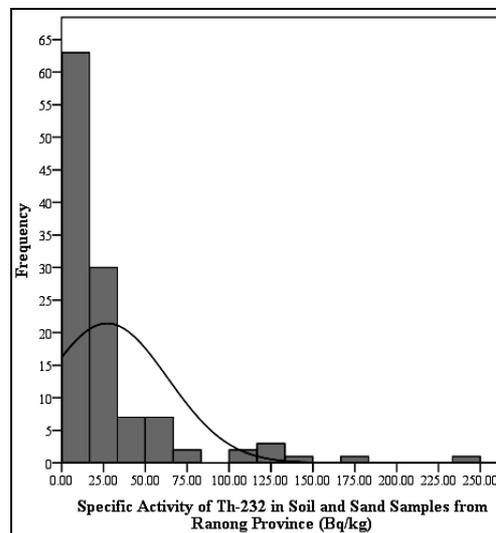
ภาพที่ 4.29 กราฟการแจกแจงความถี่ของค่ากัมมันตภาพจำเพาะของนิวไคลด์ (a)  $^{40}\text{K}$ , (b)  $^{226}\text{Ra}$ , (c)  $^{232}\text{Th}$  และ (d)  $^{137}\text{Cs}$  ของตัวอย่างดินผิวน้ำและทรายชายหาด จังหวัดพังงา



(a)

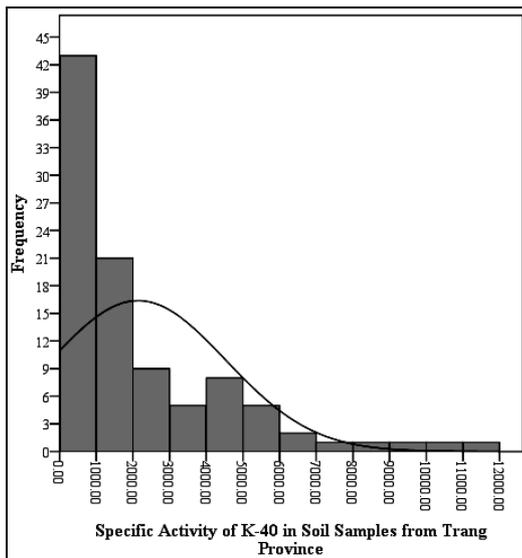


(b)

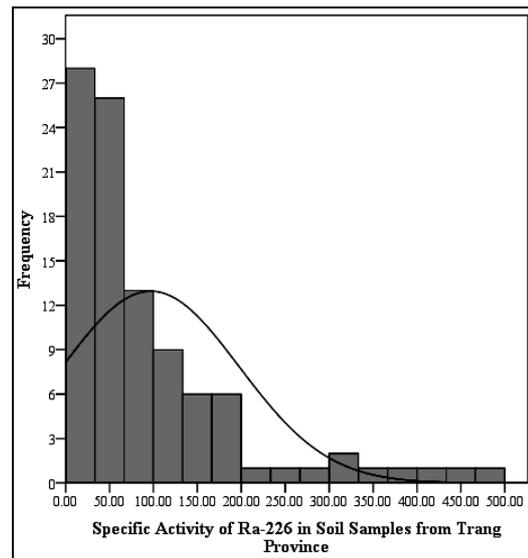


(c)

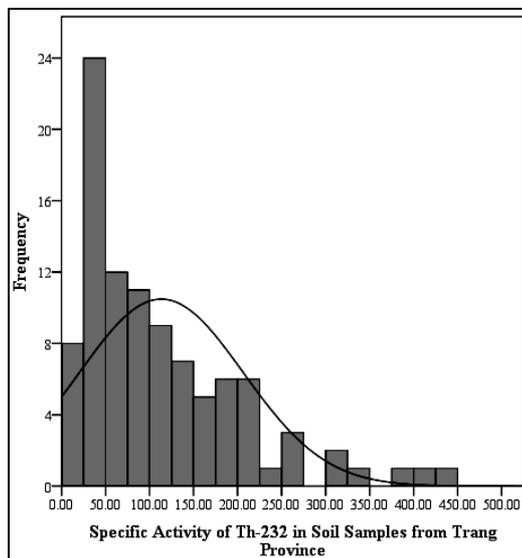
ภาพที่ 4.30 กราฟการแจกแจงความถี่ของค่ากัมมันตภาพจำเพาะของนิวไคลด์ (a)  $^{40}\text{K}$ , (b)  $^{226}\text{Ra}$  และ (c)  $^{232}\text{Th}$  ของตัวอย่างดินผิวน้ำและทรายชายหาด จังหวัดระนอง



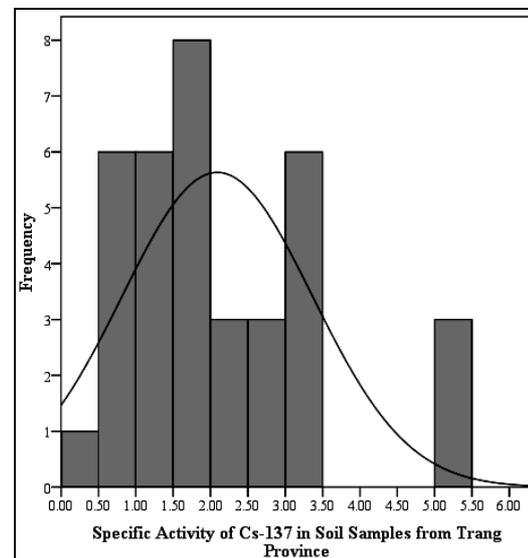
(a)



(b)

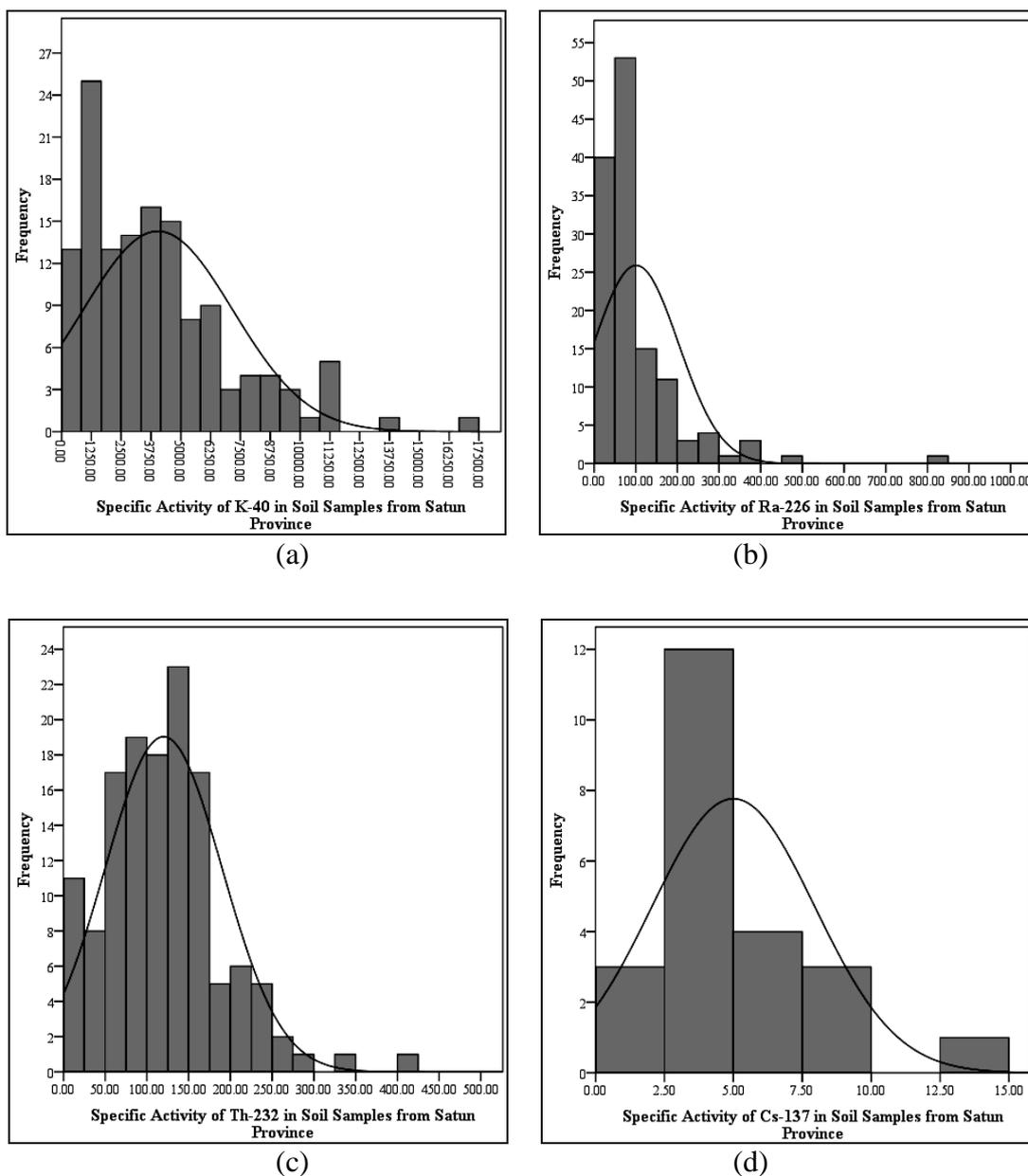


(c)



(d)

ภาพที่ 4.31 กราฟการแจกแจงความถี่ของค่ากัมมันตภาพจำเพาะของนิวไคลด์ (a)  $^{40}\text{K}$ , (b)  $^{226}\text{Ra}$ , (c)  $^{232}\text{Th}$  และ (d)  $^{137}\text{Cs}$  ของตัวอย่างดินผิวน้ำ จังหวัดตรัง



ภาพที่ 4.32 กราฟการแจกแจงความถี่ของค่ากัมมันตภาพจำเพาะของนิวไคลด์ (a)  $^{40}\text{K}$ , (b)  $^{226}\text{Ra}$ , (c)  $^{232}\text{Th}$  และ (d)  $^{137}\text{Cs}$  ของตัวอย่างดินผิวน้ำ จังหวัดสตูล