การประเมิน
คุณภาพดินของประเทศไทย

ดัชนีคุณภาพดิน SQI
(Thailand Soil Quality Index)



กรมพัฒนาที่ดิน
กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

คำนำ

จากการติดตามสถานการณ์ทรัพยากรดินของประเทศไทยอย่างต่อเนื่อง พบว่าปัญหาการเสื่อมโทรมของดินในแต่ละภูมิภาคมีความซับซ้อนและแตกต่างกันไปตามลักษณะภูมิประเทศ สภาพภูมิอากาศ และรูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดิน แนวโน้มความเสื่อมโทรมที่ทวีความรุนแรงขึ้นส่งผลกระทบโดยตรงต่อศักยภาพการผลิตพืชเศรษฐกิจ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกลุ่มพื้นที่ดินที่มีปัญหาทางการเกษตร เช่น ดินเค็ม ดินทรายจัด ดินตื้น ดินเปรี้ยวจัด ดินอินทรีย์ ดินกรดจัด ดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ ตลอดจนพื้นที่ที่มีการชะล้างพังทลายของดินสูง ซึ่งมีปัจจัยเร่งจากทั้งการใช้ประโยชน์ที่ดิน ภัยพิบัติธรรมชาติ และการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศโลก

ด้วยเหตุนี้ คณะผู้จัดทำจึงได้บูรณาการระเบียบวิธีวิจัยทางปฐพีศาสตร์มาตรฐานสากล ร่วมกับการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพื้นที่ (Spatial Analysis) และฐานข้อมูลชุดดินของกรมพัฒนาที่ดิน เพื่อประเมินดัชนีคุณภาพดินของประเทศไทย (Thailand Soil Quality Index; SQI-TH) สำหรับใช้เป็นเครื่องมือสำคัญในการประเมินและชี้วัดสถานะความสมบูรณ์ของดินเชิงลึก ครอบคลุมทั้งมิติด้านกายภาพ เคมี และชีวภาพ เนื้อหาในรายงานฉบับนี้ประกอบด้วย กรอบแนวคิดเชิงทฤษฎี ระเบียบวิธีวิจัยในการคัดเลือกชุดข้อมูลตัวชี้วัดขั้นต่ำ (Minimum Data Set; MDS) ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจำแนกรายภูมิภาค และข้อเสนอแนะเชิงนโยบาย

คณะผู้จัดทำมุ่งหวังเป็นอย่างยิ่งว่า ข้อมูลและผลการประเมินดัชนีคุณภาพดินนี้ จะเป็นประโยชน์ต่อหน่วยงานภาครัฐ นักวิชาการ และผู้ปฏิบัติงาน ในการใช้วางแผนเชิงนโยบาย การบริหารจัดการทรัพยากรที่ดิน และการขับเคลื่อนการจัดการที่ดินอย่างยั่งยืน (Sustainable Land Management; SLM) เพื่อรักษาฐานทรัพยากรธรรมชาติของประเทศในระยะยาว

คณะผู้จัดทำขอขอบพระคุณกรมพัฒนาที่ดิน ตลอดจนกองสำรวจดินและวิจัยทรัพยากรดิน สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต ศูนย์ศึกษาการพัฒนาฯ สถานีพัฒนาที่ดิน รวมถึงผู้ทรงคุณวุฒิ ผู้เชี่ยวชาญ และเจ้าหน้าที่ทุกท่าน ที่ได้ให้การสนับสนุนฐานข้อมูลทางปฐพีศาสตร์ ข้อมูลเชิงพื้นที่ ตลอดจนคำแนะนำและข้อคิดเห็นอันทรงคุณค่ายิ่งตลอดระยะเวลาการดำเนินงาน หากรายงานฉบับนี้มีข้อผิดพลาดประการใด คณะผู้จัดทำขอน้อมรับไว้ด้วยความขอบคุณยิ่ง

คณะผู้จัดทำ

สิงหาคม 2569

สารบัญ

คำนำ **ก**

สารบัญ **ข**

สารบัญภาพ **ง**

สารบัญตาราง **ง**

บทที่ 1 บทนำ **1**

1.1 ความสำคัญและความเป็นมาของปัญหาการจัดการทรัพยากรดินในประเทศไทย 1

1.2 วัตถุประสงค์ของการประเมินคุณภาพดินเพื่อการเกษตร 1

1.3 ขอบเขตการดำเนินงาน 2

1.4 ผลผลิต (Output) 2

1.5 ผลลัพธ์ (Outcome) 2

1.6 ผลกระทบ (Impact) 3

1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 3

บทที่ 2 การตรวจเอกสาร **4**

2.1 นิยามและความหมาย 4

2.2 การพัฒนาแนวทางการกำหนดตัวชี้วัดคุณภาพดินและเกณฑ์การประเมินคุณภาพดินเพื่อการเกษตรของประเทศไทย 6

2.3 ตัวชี้วัดคุณภาพดิน 9

2.4 วิธีการประเมินดัชนีชี้วัดคุณภาพดินโดยรวม 10

2.5 นวัตกรรมการทำแผนที่ดินดิจิทัล 12

2.6 การจัดการดินอย่างยั่งยืน 13

บทที่ 3 ข้อมูลทั่วไป **17**

3.1 ที่ตั้ง และอาณาเขต 17

3.2 สภาพภูมิประเทศ 17

3.3 สภาพภูมิอากาศ 21

3.4 ทรัพยากรดิน 25

3.5 การใช้ที่ดิน 28

บทที่ 4 วิธีศึกษาและแนวทางการประเมิน 31

4.1 การเตรียมฐานข้อมูล 31

4.2 กรอบแนวทางการประเมินดัชนีคุณภาพดินของประเทศไทย 33

4.3 วิธีดำเนินการ 40

บทที่ 5 ผลดำเนินงาน 44

5.1 คุณภาพดินของประเทศไทย 44

5.2 คุณภาพดินรายภูมิภาค 53

บทที่ 6 สรุปและข้อเสนอแนะ 69

6.1 ข้อสรุป 69

6.2 ข้อเสนอแนะเชิงนโยบายและการจัดการ 70

บรรณานุกรม 72

ภาคผนวก 74

ผู้รับผิดชอบโครงการ 83

สารบัญภาพ

ภาพที่ 1 กรอบการดำเนินการประเมินคุณภาพดินตามวิธี กรอบแนวคิดการประเมินการจัดการดิน ที่มาดัดแปลงจาก Andrews et al. (2004) 6
ภาพที่ 2 กรอบแนวทางการกำหนดตัวชี้วัดคุณภาพดินสำหรับติดตามคุณภาพดินเพื่อการเกษตร 8
ภาพที่ 3 โครงสร้างความเชื่อมโยงระหว่างการประเมินคุณภาพดิน การทำแผนที่ดินดิจิทัล และการจัดการดินอย่างยั่งยืน 16
ภาพที่ 4 แผนที่ที่ตั้งและอาณาเขตของประเทศไทย 19
ภาพที่ 5 แผนที่สภาพภูมิประเทศของประเทศไทย 20
ภาพที่ 6 แผนที่เส้นชั้นปริมาณน้ำฝนประเทศไทยคาบ 10 ปี (พ.ศ. 2559-2568) 24
ภาพที่ 7 แผนที่ทรัพยากรดินตามชั้นขนาดอนุภาคดินของประเทศไทย 27
ภาพที่ 8 แผนที่การใช้ที่ดินของประเทศไทย ปี พ.ศ. 2563-2568 30
ภาพที่ 9 การประเมินดัชนีคุณภาพดินของประเทศไทย (SQI-TH) 34
ภาพที่ 10 หลุมหน้าตัดดินขนาดเล็ก ขนาดกว้าง 50 เซนติเมตร ยาว 50 เซนติเมตร และลึก 50 เซนติเมตร41
ภาพที่ 11 แผนที่ดัชนีคุณภาพที่ดิน (SQI) ของประเทศไทย (ดินบน 0-25 ซม.) 45
ภาพที่ 12 แผนที่ดัชนีคุณภาพที่ดิน (SQI) ของประเทศไทย (ดินล่าง 25-50 ซม.) 46
ภาพที่ 13 แผนที่ระดับคุณภาพดินของประเทศไทย (ดินบน 0-25 ซม.) 50
ภาพที่ 14 แผนที่ระดับคุณภาพดินของประเทศไทย (ดินล่าง 25-50 ซม.) 51
ภาพที่ 15 แสดงการเปรียบเทียบสัดส่วนระดับคะแนนตัวชี้วัดคุณภาพดินจำแนกตามภูมิภาค 53
ภาพที่ 16 แผนที่ระดับคุณภาพดินของภาคเหนือ (ดินบน 0-25 ซม.) 55
ภาพที่ 17 แผนที่ระดับคุณภาพดินของภาคเหนือ (ดินล่าง 25-50 ซม.) 56
ภาพที่ 18 แผนที่ระดับคุณภาพดินของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (ดินบน 0-25 ซม.) 58
ภาพที่ 19 แผนที่ระดับคุณภาพดินของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (ดินล่าง 25-50 ซม.) 59
ภาพที่ 20 แผนที่ระดับคุณภาพดินของภาคกลาง (ดินบน 0-25 ซม.) 61
ภาพที่ 21 แผนที่ระดับคุณภาพดินของภาคกลาง (ดินล่าง 25-50 ซม.) 62
ภาพที่ 22 แผนที่ระดับคุณภาพดินของภาคตะวันออก (ดินบน 0-25 ซม.) 64
ภาพที่ 23 แผนที่ระดับคุณภาพดินของภาคตะวันออก (ดินล่าง 25-50 ซม.) 65
ภาพที่ 24 แผนที่ระดับคุณภาพดินของภาคใต้ (ดินบน 0-25 ซม.) 67
ภาพที่ 25 แผนที่ระดับคุณภาพดินของภาคใต้ (ดินล่าง 25-50 ซม.) 68

สารบัญตาราง

ตารางที่ 1 ตัวชี้วัดคุณภาพดิน 9
ตารางที่ 2 ค่าวิกฤต (critical value) และค่าคะแนน (RWF) ของสมบัติดินทางเคมีและกายภาพของดิน 11
ตารางที่ 3 การแบ่งกลุ่มคุณภาพดินตามศักยภาพในการรักษาผลผลิตให้ยั่งยืนโดยใช้ค่าดัชนีชี้วัดคุณภาพดิน 12
ตารางที่ 4 สถิติภูมิอากาศโดยเฉลี่ยในคาบ 10 ปี ของประเทศไทย (พ.ศ.2559-2568) 23
ตารางที่ 5 ทรัพยากรดินตามชั้นขนาดอนุภาคดินของประเทศไทย 26
ตารางที่ 6 การใช้ที่ดินของประเทศไทย ปี พ.ศ. 2563-2568 29
ตารางที่ 7 ชุดพารามิเตอร์สมบัติดินขั้นต่ำ 35
ตารางที่ 7 ชุดพารามิเตอร์สมบัติดินขั้นต่ำ (ต่อ) 36
ตารางที่ 8 เนื้อที่จำแนกตามระดับคุณภาพดินในประเทศไทย 52

บทที่ 1 บทนำ

1.1 ความสำคัญและความเป็นมาของปัญหาการจัดการทรัพยากรดินในประเทศไทย

ทรัพยากรดิน (soil resources) เป็นรากฐานทางกายภาพที่สำคัญที่สุดต่อความมั่นคงทางอาหารและการเกษตรกรรมของประเทศไทย อย่างไรก็ตาม การเร่งรัดพัฒนาเศรษฐกิจและการขยายตัวของการทำเกษตรกรรมเชิงเดี่ยว (monoculture) ในช่วงหลายทศวรรษที่ผ่านมา ได้ส่งผลให้ทรัพยากรดินเกิดความเสื่อมโทรม (soil degradation) อย่างรุนแรงและรวดเร็ว

ความเสื่อมโทรมดังกล่าวครอบคลุมทั้งกระบวนการทางกายภาพและเคมี เช่น การชะล้างพังทลายของดิน (soil erosion) ในพื้นที่ลาดชันทางภาคเหนือและภาคใต้ การลดลงอย่างวิกฤตของอินทรียวัตถุในดิน (soil organic matter; SOM) ปัญหาดินกรดจัดในพื้นที่ราบลุ่มภาคกลาง และปัญหาดินเค็มที่แพร่กระจายในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ประกอบกับการใช้ประโยชน์ที่ดินที่ไม่เหมาะสม ขาดการบำรุงรักษา และการใช้ปุ๋ยเคมีเกินความจำเป็นโดยละเลยการปรับปรุงโครงสร้างดิน ส่งผลให้ระบบนิเวศดินสูญเสียความสมดุล ซึ่งกระทบโดยตรงต่อความสามารถในการผลิต (soil productivity) และศักยภาพในการกักเก็บคาร์บอน (carbon sequestration) กลายเป็นข้อจำกัดสำคัญในการยกระดับขีดความสามารถทางการแข่งขันของภาคการเกษตรไทยภายใต้บริบทการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (climate change)

ดังนั้น การประเมินและติดตามสถานการณ์คุณภาพทรัพยากรดิน (soil quality monitoring and assessment) อย่างต่อเนื่อง จึงเป็นหัวใจสำคัญในการระบุแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงและนำไปสู่การปรับปรุงแนวทางการบริหารจัดการ ตลอดจนการฟื้นฟูทรัพยากรดินให้พร้อมสำหรับการทำเกษตรกรรมอย่างยั่งยืนและเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม การพัฒนาฐานข้อมูลคุณภาพดินที่มีความละเอียด ถูกต้อง ครอบคลุม และเป็นปัจจุบัน จะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการรักษาและคุ้มครองพื้นที่เกษตรกรรมตามศักยภาพของดิน ทั้งยังเป็นฐานข้อมูลสำคัญในการพัฒนาระบบหรือโปรแกรมติดตามคุณภาพดินของประเทศไทยอย่างเข้มแข็งและยั่งยืนต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์ของการประเมินคุณภาพดินเพื่อการเกษตร

1.2.1 เพื่อคัดเลือกและกำหนดตัวชี้วัดคุณภาพดิน (soil quality indicators) ที่มีความไวต่อการเปลี่ยนแปลง (sensitivity) ทั้งในด้านกายภาพ เคมี และชีวภาพ ให้เหมาะสมกับบริบทนิเวศเกษตร (agro-ecosystem) ของประเทศไทย

1.2.2 เพื่อพัฒนาแบบจำลองดัชนีคุณภาพดินของประเทศไทย (Thailand Soil Quality Index; SQI-TH) โดยใช้ระเบียบวิธีวิจัยทางปฐพีศาสตร์ที่เป็นมาตรฐานสากล

1.2.3 เพื่อประเมินและจัดทำแผนที่นำทางเชิงพื้นที่ (spatial mapping) จำแนกคุณภาพดินในแต่ละภูมิภาค เพื่อเป็นฐานข้อมูลในการตัดสินใจสำหรับเกษตรกร นักวิชาการ และนักวางแผนนโยบาย

1.3 ขอบเขตการดำเนินงาน

รายงานฉบับนี้มุ่งเน้นการวิเคราะห์และประเมินคุณภาพดินภายใต้กรอบแนวคิดการประเมินดัชนีคุณภาพดินของประเทศไทย โดยครอบคลุมขอบเขตเนื้อหาและพื้นที่ ดังนี้

1.3.1 ขอบเขตด้านเนื้อหาครอบคลุมการรวบรวมและวิเคราะห์คุณสมบัติทางปฐพีศาสตร์ทั้ง 2 ด้าน ได้แก่ด้านกายภาพ เช่น ความหนาแน่นรวม (bulk density) และสัมประสิทธิ์การนำน้ำของดิน (saturated hydraulic conductivity) ด้านเคมี เช่น ค่าพีเอชของดิน (Soil pH) ความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวก (CEC) ปริมาณอินทรียวัตถุในดิน (SOM) ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (P) และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (K)

1.3.2 ขอบเขตเชิงพื้นที่ทำการวิเคราะห์และจำแนกตามลักษณะทางภูมิศาสตร์รวมถึงชุดดินหลัก (Main Soil Series) ครอบคลุม 4 ภูมิภาคของประเทศ ได้แก่ ภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคกลาง และภาคใต้

กรมพัฒนาที่ดินทำหน้าที่เป็นหน่วยงานหลักในการขับเคลื่อนยุทธศาสตร์การจัดการทรัพยากรดินของประเทศ ผ่านการส่งเสริมและบังคับใช้แนวทางปฏิบัติที่ถูกต้อง รายงานฉบับนี้ได้บูรณาการฐานข้อมูลการสำรวจดินของกรมพัฒนาที่ดินเข้ากับ โมเดลทางคณิตศาสตร์ เพื่อแปลงข้อมูลในรูปแบบเชิงปริมาณ (quantitative data) ให้เป็นดัชนีภาพรวมที่เข้าใจง่าย การแปลงข้อมูลดังกล่าวใช้เป็นเครื่องมือสำคัญในการสนับสนุน ยุทธศาสตร์ชาติและแผนแม่บทด้านการจัดการสิ่งแวดล้อมและการเกษตรยั่งยืน โดยทำหน้าที่ชี้นำการกำหนดเขตเกษตรเศรษฐกิจ (Agri-zoning) ตลอดจนการวางแผนจัดสรรงบประมาณเพื่อการปรับปรุงและฟื้นฟูดินอย่างตรงจุดและมีประสิทธิภาพ

1.4 ผลผลิต (Output)

1.4.1 ฐานข้อมูลคุณภาพทรัพยากรดินในพื้นที่ลุ่มน้ำ ที่มีรายละเอียดครบถ้วน ถูกต้อง และทันสมัย

1.4.2 ฐานข้อมูลเพื่อการประเมินและติดตามสถานการณ์ทรัพยากรดินในพื้นที่ลุ่มน้ำเพื่อการบริหารจัดการทรัพยากรทั้งระบบ

1.5 ผลลัพธ์ (Outcome)

1.5.1 สามารถนำฐานข้อมูลด้านคุณภาพทรัพยากรดินไปใช้แนะนำสู่เกษตรกรเพื่อการจัดการและฟื้นฟูคุณภาพดินได้อย่างถูกต้อง เหมาะสม ตรงตามสมรรถนะของดิน และสอดคล้องกับสภาพปัญหาของพื้นที่ในระดับพื้นที่

1.5.2 สามารถติดตามการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของดินเพื่อปรับปรุงฟื้นฟูคุณภาพดิน มุ่งรักษาและเพิ่มผลิตภาพดิน ลดความเสื่อมโทรมของที่ดิน และพัฒนาศักยภาพการผลิตการเกษตรในระดับลุ่มน้ำ

1.6 ผลกระทบ (Impact)

1.6.1 กรมพัฒนาที่ดินสามารถนำฐานข้อมูลสถานภาพคุณภาพดิน ใช้เป็นแนวทางติดตามการเปลี่ยนแปลงและขับเคลื่อนกิจกรรมการส่งเสริม ปรับปรุง และฟื้นฟูคุณภาพดิน โดยใช้เทคโนโลยีของกรมฯ เพื่อให้บรรลุเป้าหมายตามแผนบริหารจัดการทรัพยากรดินและดินปัญหาของประเทศ

1.6.2 พื้นที่เกษตรกรรมมีการประเมินติดตามคุณภาพดิน ทำให้เกษตรกรสามารถใช้ประโยชน์ที่ดินและจัดการดินได้อย่างเหมาะสมตามศักยภาพของดิน เพิ่มศักยภาพการผลิตการเกษตร และเป็นแนวทางการบริหารจัดการทรัพยากรในพื้นที่ลุ่มน้ำทั้งระบบ

1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

การดำเนินงานประเมินดัชนีคุณภาพดินของประเทศไทย คาดหวังว่าจะก่อให้เกิดผลลัพธ์และประโยชน์ได้หลายระดับ ดังนี้

1.7.1 ระดับนโยบาย (policy level) หน่วยงานภาครัฐมีฐานข้อมูลเชิงพื้นที่ (spatial database) ที่มีความแม่นยำสูง สำหรับใช้เป็นเครื่องมือวางแผนกำหนดมาตรการฟื้นฟูทรัพยากรดิน การอนุรักษ์พื้นที่เกษตรกรรมชั้นดี ตลอดจนการขับเคลื่อนนโยบายความเป็นกลางทางคาร์บอน (carbon neutrality) ในภาคการเกษตรอย่างมีประสิทธิภาพ

1.7.2 ระดับนักวิชาการและผู้ปฏิบัติงาน (academic & practitioner level) สร้างระเบียบวิธีวิจัย (methodology) และชุดข้อมูลมาตรฐานด้านปฐพีศาสตร์ของประเทศไทย ที่สามารถนำไปอ้างอิง ต่อยอดการคำนวณ หรือประยุกต์ใช้ในการศึกษาวิจัยระบบนิเวศดินในอนาคตได้อย่างเป็นระบบ

1.7.3 ระดับเกษตรกรและชุมชนท้องถิ่น (local & farmer level) เกษตรกรสามารถเข้าถึงข้อมูลสถานะความอุดมสมบูรณ์ของดินในพื้นที่ตนเองได้อย่างแม่นยำ นำไปสู่การปฏิบัติทางการเกษตรแม่นยำสูง (precision agriculture) เช่น การใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน (tailored fertilizer application) และการปรับปรุงดินที่ตรงตามสภาพปัญหาจริง ซึ่งช่วยลดต้นทุนทางการเกษตร เพิ่มปริมาณและคุณภาพผลผลิต ตลอดจนส่งเสริมการบริหารจัดการและใช้ประโยชน์จากที่ดินอย่างยั่งยืน (Sustainable Land Management; SLM) ตามเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืนของสหประชาชาติ (SDG 15; Life on Land)

บทที่ 2 การตรวจเอกสาร

2.1 นิยามและความหมาย

ดัชนีคุณภาพดินและผลิตภาพของดิน เป็นปัจจัยสำคัญที่แสดงถึงความยั่งยืนในการกักเก็บและหมุนเวียนธาตุอาหารและน้ำในดิน และรักษาผลผลิตให้คุ้มค่ากับเศรษฐกิจและคุณภาพสิ่งแวดล้อม เป็นรูปแบบในการกำหนดแนวทางในการจัดการดินที่ดินและการติดตามคุณภาพดินจากการใช้ที่ดินและการจัดการดิน รวมถึงการจัดการดินปัญหาทางการเกษตรเชิงบูรณาการ ซึ่งจะช่วยทำให้เกิดการใช้ทรัพยากรดินอย่างยั่งยืนและพัฒนาการใช้ประโยชน์ที่ดินได้อย่างเหมาะสม ลดการเสื่อมโทรมของทรัพยากรดินและที่ดินได้ในอนาคต อีกทั้งการพัฒนาแนวทางการกำหนดตัวชี้วัดคุณภาพดินและเกณฑ์การประเมินคุณภาพดินเพื่อการเกษตรของประเทศไทย ยังช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการดำเนินงานของกรมพัฒนาที่ดินให้สามารถบรรลุตามเป้าหมายการขับเคลื่อนการใช้ที่ดินอย่างเหมาะสม สนับสนุนเป้าหมายตามแผนปฏิบัติราชการ และเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน

ในการศึกษาและวางแผนจัดการทรัพยากรธรรมชาติ การจำแนกความแตกต่างระหว่างคำว่า "คุณภาพดิน" และ "คุณภาพที่ดิน" ถือเป็นพื้นฐานสำคัญทางปฐพีศาสตร์ เพื่อป้องกันความสับสนในเชิงการวัดและประเมินผล ซึ่งนักวิชาการและองค์กรระดับสากลได้กำหนดนิยามไว้ ดังนี้

2.1.1 คุณภาพดินและคุณภาพที่ดิน

1) คุณภาพดิน (Soil Quality) หมายถึง ขีดความสามารถหรือศักยภาพของดินในการทำหน้าที่ภายในขอบเขตของระบบนิเวศ (ทั้งตามธรรมชาติและการจัดการ) เพื่อสนับสนุนผลิตภาพของพืชและสัตว์ รักษาสภาพสิ่งแวดล้อม (คุณภาพน้ำและอากาศ) ตลอดจนส่งเสริมสุขภาพและความเป็นอยู่ที่ดีของมนุษย์โดยไม่ทำให้ดินเสื่อมโทรม (ยงยุทธ โอสถสภา, 2557; สำนักงานราชบัณฑิตยสภา, 2562; Doran & Parkin, 1994; Karlen และคณะ, 2013; SSSA, 1997) การประเมินคุณภาพดินจะมุ่งเน้นไปที่ คุณสมบัติภายในดิน (Intrinsic Soil Properties) ทั้งทางกายภาพ เคมี และชีวภาพ ภายในชั้นหน้าตัดดินเป็นหลัก (ศุภมาศ, 2562)

2) คุณภาพที่ดิน (Land Quality) มีความหมายที่ กว้างกว่าคุณภาพดิน โดยหมายถึง สภาพหรือลักษณะของที่ดินที่มีอิทธิพลต่อความเหมาะสมในการใช้ประโยชน์เฉพาะอย่างและการเจริญเติบโตของพืช (คำรณ ไทรฟัก, 2542)

การประเมินคุณภาพที่ดินไม่ได้พิจารณาเพียงตัวเนื้อดินเท่านั้น แต่เป็นการบูรณาการองค์ประกอบเชิงพื้นที่และสิ่งแวดล้อมโดยรอบ (เอิบ, 2548) ได้แก่

(1) ลักษณะทางปฐพีวิทยา ได้แก่ คุณภาพของดินในพื้นที่

(2) สภาพภูมิอากาศ ได้แก่ ปริมาณน้ำฝน อุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์

(3) ลักษณะภูมิประเทศที่ได้มาจากข้อมูลแบบจำลองความสูงเชิงเลข (DEM) เช่น ความลาดชัน (Slope)

(4) ปัจจัยทางอุทกวิทยา ได้แก่ แหล่งน้ำธรรมชาติ การระบายน้ำ และระดับน้ำใต้ดิน

ดังนั้น คุณภาพดิน (Soil Quality) จึงเป็นเพียงหนึ่งในองค์ประกอบย่อยที่สำคัญภายในโครงสร้างของคุณภาพที่ดิน (Land Quality)

2.1.2. การจำแนกประเภทคุณภาพดิน

คุณภาพดินสามารถจำแนกออกเป็น 2 ประเภทหลัก ตามลักษณะการเปลี่ยนแปลง (Carter *et al.,* 1997; Gregorich & Carter, 1997):

1) คุณภาพดินสืบทอด (Inherent Soil Quality) สมบัติจำเพาะของดินที่มีการเปลี่ยนแปลงน้อยมากหรือเกือบไม่เปลี่ยนแปลง ขึ้นอยู่กับปัจจัยการเกิดดิน สภาพธรณีวิทยา สมบัติทางแร่วิทยา และการกระจายอนุภาคดิน ซึ่งอาจเชื่อมโยงกับปัจจัยภายนอก เช่น ภูมิอากาศและภูมิประเทศ (Janzen *et al.,* 1992)

2) คุณภาพดินเชิงพลวัต (Dynamic Soil Quality) สมบัติดินที่สามารถเปลี่ยนแปลงได้จากการใช้ประโยชน์และการจัดการดินของมนุษย์ในช่วงเวลาค่อนข้างสั้น มีบทบาทสำคัญในการปรับปรุงคุณภาพดิน โดยรวม เช่น ปริมาณอินทรียวัตถุ (OM) ปฏิกิริยาดิน (pH) ปริมาณไนโตรเจน (N) และฟอสฟอรัส (P) ในดิน (พิบูลย์, 2554)

2.1.3 ตัวชี้วัดและดัชนีคุณภาพดิน

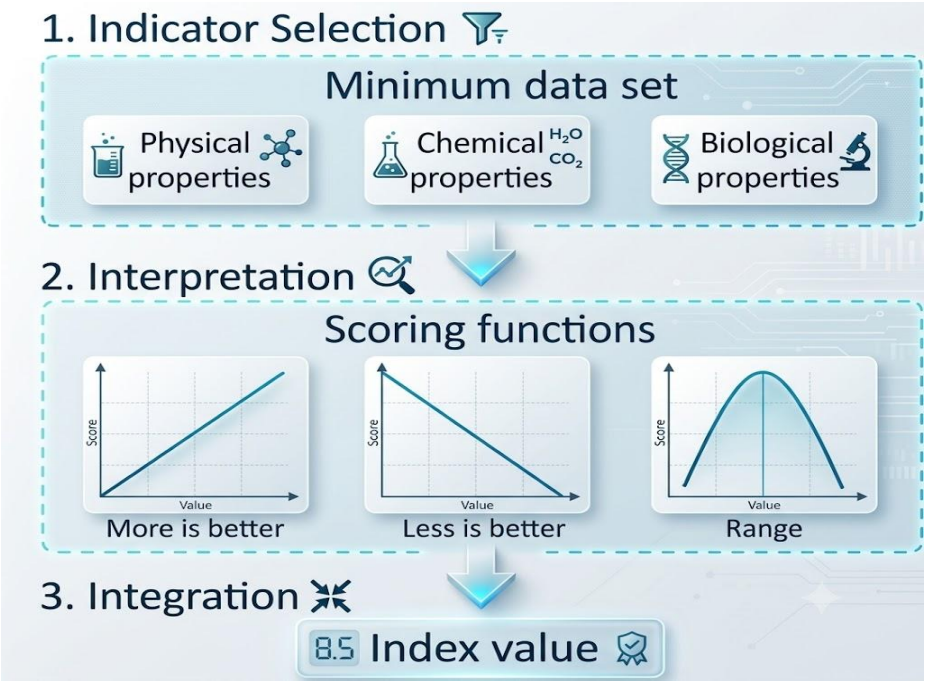
เนื่องจากคุณภาพดินเป็นคุณลักษณะที่ไม่สามารถวัดได้โดยตรง จึงต้องอาศัย ตัวชี้วัดคุณภาพดิน (Soil Quality Indicator; SQI) ซึ่งเป็นสมบัติทางกายภาพ เคมี และชีวภาพที่สัมพันธ์กับกระบวนการต่าง ๆ ในดินมาประมวลผลร่วมกัน (Gregorich & Carter, 1997)

เพื่อแปลงข้อมูลสมบัติของดินให้อยู่ในรูปที่ประเมินได้ จึงมีการคำนวณ ค่าดัชนีชี้วัดคุณภาพดิน โดยการกำหนดน้ำหนักคะแนน (weighting) ให้แก่แต่ละปัจจัย (parameter) ตามความสำคัญที่มีต่อผลผลิตดิน (soil productivity) และวัตถุประสงค์ของการจัดการพื้นที่

จากความหมายของคุณภาพดินที่กล่าวมา จะเห็นว่าการวัดคุณภาพดินไม่สามารถที่จะวัดคุณภาพของดินได้โดยตรง ดังนั้นจึงต้องอาศัยการประเมินจากค่าบ่งชี้อื่นที่เรียกว่า ค่าดัชนีชี้วัดคุณภาพ (ซึ่งเป็นที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย ค่าดัชนีชี้วัดคุณภาพดินนี้ ได้จากการประมวลผลข้อมูลเกี่ยวกับสมบัติของดินที่สำคัญ ทั้งสมบัติทางเคมี ปริมาณธาตุอาหารพืช สมบัติทางชีวภาพ และสมบัติทางกายภาพ โดยกำหนดน้ำหนักคะแนนในแต่ละสมบัติดิน (weighting) ในแต่ละสมบัติดิน (soil property) ให้สัมพันธ์กับผลผลิตดิน (soil productivity)

2.2 การพัฒนาแนวทางการกำหนดตัวชี้วัดคุณภาพดินและเกณฑ์การประเมินคุณภาพดินเพื่อการเกษตรของประเทศไทย

การประเมินคุณภาพดินตามแนวทางกรอบแนวคิดการประเมินการจัดการดิน (The Soil Management Assessment Framework; SMAF) ซึ่งกรอบในการดำเนินงานของ SMAF ประกอบด้วย 3 ขั้นตอนหลัก (Andrews *et al.* 2004) ได้แก่ 1) การเลือกสมบัติดินหรือตัวแปรที่เป็นดัชนีชี้วัดคุณภาพดิน 2) การแปลผลสมบัติดินหรือตัวแปรที่เป็นดัชนีชี้วัดคุณภาพดิน และ 3) การเปลี่ยนรูปสมบัติดินหรือตัวแปรเป็นดัชนีชี้วัดคุณภาพดิน (ภาพที่ 1) แนวทางการศึกษาดัชนีชี้วัดคุณภาพดิน เป็นแนวทางหนึ่งที่สามารถประเมินถึงสถานภาพของดินที่ชี้ให้เห็นถึงสาเหตุหรือปัจจัยที่ส่งผลต่อการเจริญเติบโตผลผลิตของพืชที่มีความเฉพาะเจาะจงกับทางสภาพแวดล้อม ลักษณะดิน การจัดการ และเวลา



ภาพที่ 1 กรอบการดำเนินการประเมินคุณภาพดินตามวิธี กรอบแนวคิดการประเมินการจัดการดิน
ที่มา ดัดแปลงจาก Andrews et al. (2004)

ผลการศึกษาการพัฒนาดัชนีชี้วัดคุณภาพดินทำให้สามารถกำหนดตัวชี้วัดและเกณฑ์การประเมินคุณภาพดินที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงผลผลิตทางการเกษตรได้ ซึ่งสามารถนำไปต่อยอดเป็นแนวทางปฏิบัติของกรมพัฒนาที่ดิน สำหรับการติดตามและประเมินคุณภาพดินจากการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน โดยมุ่งเน้นการประเมินผลกระทบต่อผลผลิตทั้งในพื้นที่เกษตรกรรมทั่วไปและพื้นที่เฉพาะ ทั้งนี้ กรอบแนวทางการกำหนดตัวชี้วัดคุณภาพดินประกอบด้วย 5 ขั้นตอนหลัก ดังนี้ (ภาพที่ 2)

2.2.1 กำหนดเป้าประสงค์ของการติดตามคุณภาพดิน การกำหนดเป้าประสงค์ในการติดตามคุณภาพดิน โดยสามารถแบ่งเป็น

1) การติดตามคุณภาพดินจากการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินในพื้นที่เกษตรกรรมของประเทศ ซึ่งมีความแตกต่างทั้งจากการจัดการ ความเข้มข้นในการใช้ประโยชน์ที่ดิน หรือลักษณะดินที่แตกต่างกันไปในแต่ละภูมิภาค จังหวัด

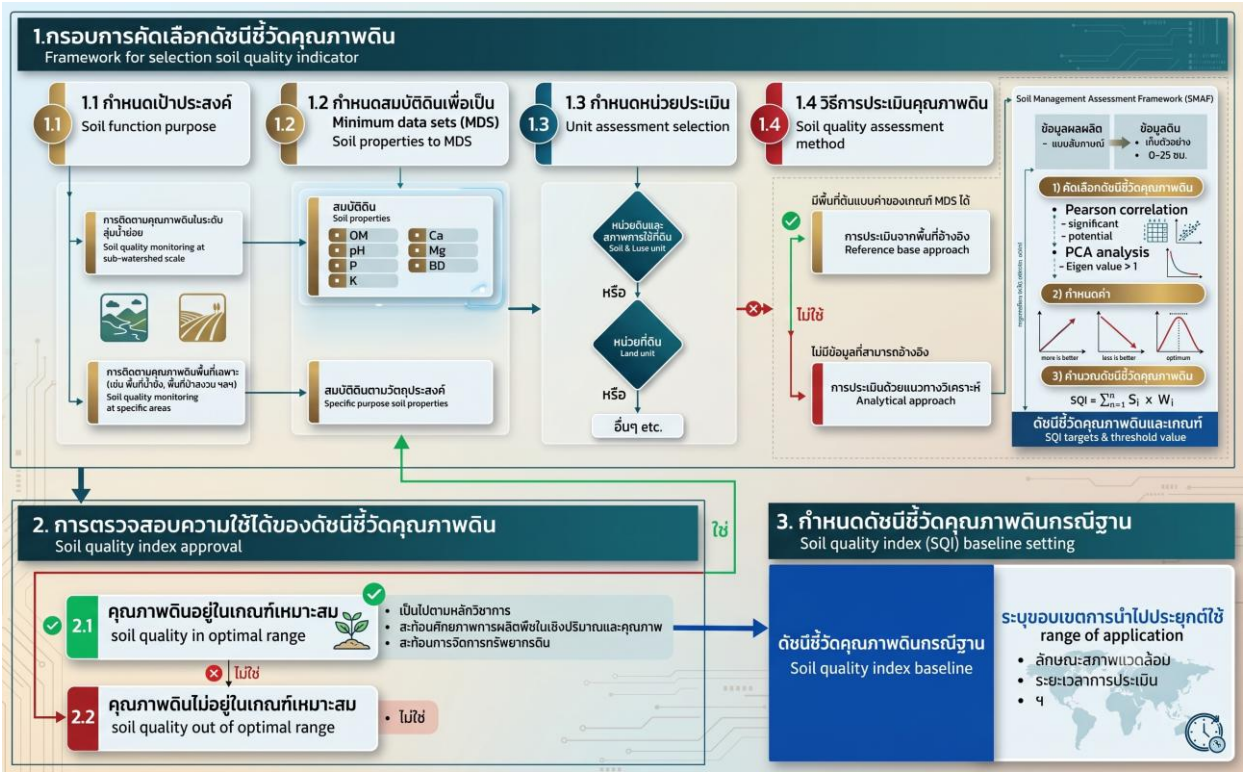
2) การติดตามคุณภาพดินในพื้นที่เฉพาะ เช่น พื้นที่เหมืองแร่ร้าง พื้นที่ได้รับผลกระทบจากน้ำทะเลหนุน พื้นที่เกษตรที่ใกล้โรงงานอุตสาหกรรม เป็นต้น โดยการแบ่งเป้าประสงค์ในการติดตามจะเชื่อมโยงกับการกำหนดสมบัติดินที่จะนำเข้าประเมินเป็นดัชนีชี้วัดคุณภาพดินในขั้นตอนถัดไป

2.2.2 กำหนดสมบัติดินที่จะประเมินเป็นดัชนีชี้วัดคุณภาพดิน (Minimum data set; MDS) สำหรับการกำหนดสมบัติดินที่จะประเมินเป็นดัชนีชี้วัดคุณภาพดิน จะเป็นขั้นตอนที่คัดเลือก MDS ที่สอดคล้องกับเป้าประสงค์ของการประเมิน กล่าวคือ การประเมินคุณภาพดินจากการใช้ที่ดินในพื้นที่เกษตรกรรมซึ่งมีพื้นที่จำนวนมากทั้งประเทศ โดยจะกำหนดให้ พีเอชดิน (pH) ค่าการนำไฟฟ้าของดิน (EC_e) อินทรีวัตถุ (OM) ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่อพืช (Avail.P) โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (Exch.K) ความจุแลกเปลี่ยนเคตไอออน (CEC) ร้อยละความอิ่มตัวเบส (%BS) ความหนาแน่นรวมของดิน (BD) ความจุความชื้นที่เป็นประโยชน์ (AWC) และสัมประสิทธิ์การนำน้ำของดินอิ่มตัว (Ksat) เป็น MDS ด้วยสมบัติดินที่กล่าวมาในข้างต้นเป็นสมบัติดินที่กรมพัฒนาที่ดินมีศักยภาพในการวิเคราะห์ในเชิงพื้นที่ และมีห้องปฏิบัติการครอบคลุมทุกภูมิภาค เพียงพอต่อการติดตามคุณภาพดินในระดับจังหวัด สำหรับพื้นที่เฉพาะการคัดเลือกสมบัติดินซึ่งเป็น MDS จะพิจารณาสมบัติดินเพิ่มเติมจากรูปแบบของพื้นที่เกษตรกรรม อาทิเช่น พื้นที่เกษตรใกล้เขตอุตสาหกรรม นอกจากสมบัติดินในข้างต้น ควรเพิ่มเติมสมบัติดินซึ่งเป็นสมบัติที่บ่งชี้ถึงปัญหาการปนเปื้อนในดิน โดยเพิ่มการตรวจวัดปริมาณโลหะหนักในดิน (heavy metal) สภาพการนำไฟฟ้าของดิน (EC_e) เป็นต้น

2.2.3 กำหนดหน่วยประเมินคุณภาพดิน เป็นขั้นตอนในการกำหนดหน่วยติดตาม เพื่อให้สามารถนำตัวชี้วัดคุณภาพดินถ่ายทอดและประเมินคุณภาพดินในเชิงพื้นที่ที่มีหน่วยติดตามเหมือนกัน เช่น สำหรับการติดตามคุณภาพดินในพื้นที่เกษตรกรรมจากการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน สามารถกำหนดหน่วยในการติดตามเป็นหน่วยของลักษณะดินและสภาพการใช้ที่ดิน (Soil and Landuse units) เป็นต้น หรือในพื้นที่เฉพาะ เช่น พื้นที่ได้รับผลกระทบจากน้ำทะเลหนุน สามารถกำหนดหน่วยของการติดตามเพิ่มเติมนอกจากลักษณะดินและสภาพการใช้ที่ดิน โดยเพิ่มระยะห่างจากน้ำทะเล หรือระยะเวลาที่ได้รับอิทธิพลน้ำทะเลหนุน เป็นต้น

2.2.4 เลือกวิธีการประเมินคุณภาพดิน สำหรับการเลือกวิธีการประเมินคุณภาพดินจะขึ้นอยู่กับข้อมูลของตัวชี้วัดคุณภาพดินกรณีฐานที่มีอยู่ (Soil Quality Indicator Baseline) โดยหากพื้นที่หรือเป้าประสงค์ที่จะประเมินคุณภาพดินมีข้อมูลตัวชี้วัดคุณภาพดินอ้างอิงกรณีฐานที่สามารถประยุกต์ใช้ได้ การเลือกวิธีการกำหนดตัวชี้วัดคุณภาพดินสามารถเลือกจากพื้นที่อ้างอิง หรือ reference base method แต่สำหรับพื้นที่ที่ไม่สามารถถ่ายทอดตัวชี้วัดคุณภาพดินจากพื้นที่อ้างอิงได้ ไม่มีข้อมูลการศึกษาดัชนีชี้วัดคุณภาพดิน การกำหนดตัวชี้วัดคุณภาพดินให้ใช้วิธีการประเมินด้วยแนวทางวิเคราะห์ โดยใช้วิธี Soil Management Assessment Framework (SMAF) ประเมินโดยการเก็บตัวอย่างดินที่ระดับความลึกของดินชั้นบน 0-25 เซนติเมตร และดินชั้นล่าง 25-50 เซนติเมตร วิเคราะห์สมบัติดินที่เป็น MDS และกำหนดเกณฑ์เทียบกับผลผลิตสัมพัทธ์ซึ่งสามารถเก็บข้อมูลโดยการใช้แบบสอบถาม

2.2.5 กำหนดแนวทางการกำหนดดัชนีชี้วัดคุณภาพดินกรณีฐาน สำหรับขั้นตอนการกำหนด แนวทางการกำหนดดัชนีชี้วัดคุณภาพดินกรณีฐาน จะเป็นขั้นตอนที่ต้องนำดัชนีชี้วัดคุณภาพและช่วงเกณฑ์ซึ่งผ่านกระบวนการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยระเบียบวิธีทางวิทยาศาสตร์ในการพัฒนาตามกระบวนการในข้างต้น ประชาพิจารณ์หรือหารือร่วมกับนักยุทธศาสตร์ ผู้เชี่ยวชาญ นักวิชาการ หรือผู้มีส่วนได้เสียที่เกี่ยวข้อง ซึ่งหากผ่านการหารือพิจารณาก็จะดำเนินการกำหนดเป็นตัวชี้วัดคุณภาพดินกรณีฐานต่อไป สำหรับกรณีซึ่งไม่ผ่านการพิจารณาการกำหนดเป็นตัวชี้วัดคุณภาพดินกรณีฐาน มีความจำเป็นต้องกลับไปกำหนดสมบัติดินที่จะประเมินเป็น MDS ใหม่ และเริ่มดำเนินการอีกครั้งตามกระบวนการในข้อ 2. ถึง ข้อ 5.



ภาพที่ 2 กรอบแนวทางการกำหนดตัวชี้วัดคุณภาพดินสำหรับติดตามคุณภาพดินเพื่อการเกษตร

2.3 ตัวชี้วัดคุณภาพดิน

ตัวชี้วัดคุณภาพดิน คือ คุณสมบัติของดินที่สามารถวัดค่าได้ (Measurable Properties) ซึ่งสะท้อนถึงหน้าที่ของดินในระบบนิเวศ (Doran & Parkin, 1994) ตัวชี้วัดที่ดีต้องมีความไวต่อการจัดการและสามารถทำซ้ำได้ โดยแบ่งออกเป็น 3 ด้านหลัก (Karlen *et al.,* 2003; ศุภมาศ, 2562) ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ตัวชี้วัดคุณภาพดิน

ประเภทตัวชี้วัด	ตัวชี้วัดสำคัญ (Indicators)	หน้าที่และบทบาทต่อระบบนิเวศดิน
กายภาพ (Physical)	• ความหนาแน่นรวม (Bulk Density) • เสถียรภาพของเม็ดดิน (Aggregate Stability) • อัตราการซึมน้ำ (Infiltration Rate)	• ควบคุมการชะล้างพังทลายและการอัดตัวแน่นของดิน • ส่งเสริมการเจริญเติบโตและการหยั่งรากของพืช • ควบคุมการแลกเปลี่ยนก๊าซและการกักเก็บน้ำ
เคมี (Chemical)	• ความเป็นกรด-ด่าง (Soil pH) • สภาพการนำไฟฟ้าของดิน (Electrical Conductivity; EC_e) • ธาตุอาหารพืช (N, P, K) • ความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวก (CEC)	• ควบคุมความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารพืช • บ่งชี้ระดับความเป็นพิษของสารเคมีหรือโลหะหนัก • รักษาความสมดุลของสารละลายในดิน
ชีวภาพ (Biological)	• อินทรียวัตถุในดิน (SOM / SOC) • คาร์บอนมวลชีวภาพ (Microbial Biomass C) • กิจกรรมของเอนไซม์ในดิน (Enzyme Activities)	• เป็นแหล่งพลังงานและสารอาหารของสิ่งมีชีวิตในดิน • ขับเคลื่อนวัฏจักรสารอาหาร (Nutrient Cycling) • บ่งชี้ความอุดมสมบูรณ์และสุขภาพดินในเชิงรุก

ความสำคัญต่อเป้าหมายการจัดการดิน การคัดเลือกตัวชี้วัดที่เหมาะสมช่วยให้นักปฐพีศาสตร์สามารถสร้าง ชุดข้อมูลตัวชี้วัดขั้นต่ำ (Minimum Data Set; MDS) ซึ่งช่วยลดต้นทุนและระยะเวลาในการวิเคราะห์ห้องปฏิบัติการ (Andrews *et al.,* 2004) โดยเป้าหมายสูงสุดคือการแปลงค่าตัวชี้วัดเหล่านี้ให้เป็นคะแนนดิบเพื่อคำนวณค่าดัชนี SQI ที่สามารถชี้นำเกษตรกรในการปรับปรุงดินได้อย่างตรงจุด

2.4 วิธีการประเมินดัชนีชี้วัดคุณภาพดินโดยรวม

การประเมินดัชนีชี้วัดคุณภาพดินโดยรวม (Overall SQI) เพื่อเพิ่มผลิตภาพดินและลดความเสื่อมโทรมของทรัพยากรดิน โดยกำหนดน้ำหนักคะแนน (weighting) ในแต่ละสมบัติของดิน (parameter) ให้สัมพันธ์กับผลผลิตดิน (soil productivity) แล้วนำค่าที่ได้ทั้งหมดมาประมวลผลเป็นค่าดัชนีชี้วัดคุณภาพดิน (SQI) จากนั้นเปรียบเทียบค่าที่ได้จากค่ามาตรฐาน ซึ่งในแต่ละพื้นที่จะมีค่าแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับชนิดของดิน การจัดการ สภาพภูมิอากาศ และชนิดพืชที่ปลูก (Karlen and Scott, 1994; Andrews *et al.,* 2003) ซึ่งมีขั้นตอนการประเมินดังนี้

2.4.1 กำหนดกลุ่มสมบัติดินที่มีผลต่อการวางแผนการใช้ที่ดิน และเลือกใช้ข้อมูลสมบัติดินที่สำคัญ (Minimum Data Set; MDS) ที่มีผลต่อคุณภาพดินและผลผลิตของพืช ซึ่งได้กำหนดไว้ 3 กลุ่ม คือ กลุ่มสมบัติของดินที่มีผลต่อการหมุนเวียนของธาตุอาหารในดิน (nutrient cycling) กลุ่มสมบัติของดินที่มีผลต่อการควบคุมความเป็นประโยชน์ของน้ำในดิน (water availability) และกลุ่มสมบัติของดินที่มีผลต่อความเค็มและเกลือโซดิก (Andrews et al., 2002)

2.4.2 กำหนดคะแนน (Relative Weighting Factors; RWF) ของสมบัติดิน โดยมีเกณฑ์ว่าสมบัติของดินมีค่าเท่ากับ 1 หมายถึงสมบัติของดินนั้นส่งเสริมให้ดินมีศักยภาพในการให้ผลผลิตพืชเป็นอย่างดีโดยไม่มีข้อจำกัดใดๆ ในกระบวนการต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นการหมุนเวียนธาตุอาหาร การรักษาความชื้นในดินส่งเสริมให้มีความหลากหลายทางชีวภาพ การส่งเสริมให้ดินมีความจุบัฟเฟอร์ (buffering capacity) และทำให้โครงสร้างของดินดีขึ้น (Shukla *et al.,* 2004)

2.4.3 เปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานของสมบัติดินบางรายการซึ่งเป็น ค่ามาตรฐานของดินเขตร้อนและดินประเทศไทย ดังตารางที่ 1

2.4.4 คำนวณค่าดัชนีชี้วัดคุณภาพดิน (Soil Quality Index; SQI) โดยการรวมคะแนนในแต่ละสมบัติดินเข้าด้วยกัน แล้วหารด้วยจำนวนข้อมูลทั้งหมด (Andrews *et al.,* 2003) ดังแสดงในสมการที่ 1

$$SQI = \frac{\sum_{i=1}^{n} S_i}{n} \qquad \text{สมการที่ 1}$$

เมื่อ Si คือ คะแนนในแต่ละสมบัติดิน (relative weighting factor; RWF)

n คือ จำนวนข้อมูลทั้งหมดในชุดข้อมูลที่น้อยที่สุด (Minimum Data Set; MDS)

2.4.5 กำหนดมาตรฐานของค่าดัชนีชี้วัดคุณภาพดิน (Soil quality index value) เพื่อแบ่งระดับคุณภาพดินออกเป็น 5 ระดับ ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 2 ค่าวิกฤต (critical value) และค่าคะแนน (RWF) ของสมบัติดินทางเคมีและกายภาพของดิน

ระดับข้อจำกัด		**สมบัติทางเคมี**							**สมบัติทางกายภาพ**		
ข้อจำกัด	**RWF**	**pH**	**EC_e**	**OM**	**Avail. P**	**Exc.K**	**CEC**	**BS**	**BD**	**AWC**	**K_{sat}**
		(H_2O)	(dS/m)	(%)	(mg/kg)	(mg/kg)	(cmol/kg)	(%)	(g/cm^3)	(%)	(cm/hr)
ไม่มี	**1**	6.0-7.0	<2	3.5-5.0	>25	>120	>30	60-80	<1.3	>30	>2.0
เล็กน้อย	**2**	5.8-5.9 & 7.1-7.4	2-4	2.5-3.5	15-25	90-120	15-30	40-60	1.3-1.4	20-30	0.2-2.0
ปานกลาง	**3**	5.4-5.7 & 7.5-7.8	4-8	1.5-2.5	10-15	60-90	10-15	20-40 & 90-100	1.4-1.5	8-20	0.02-0.2
มาก	**4**	5.0-5.3 & 7.9-8.2	8-16	0.5-1.5	3-10	30-60	3-10	<20	1.5-1.6	2-8	0.002-0.02
รุนแรง	**5**	<5.0 & >8.2	>16	<0.5 & >5.0	<3	<30	<3	>100	>1.6	<2	<0.002

ที่มา: ดัดแปลงจาก Shukla *et al.* (2004); นุกูล (2552)

ตารางที่ 3 การแบ่งกลุ่มคุณภาพดินตามศักยภาพในการรักษาผลผลิตให้ยั่งยืนโดยใช้ค่าดัชนีชี้วัดคุณภาพดิน

ระดับคุณภาพดิน	ค่าดัชนีชี้วัดคุณภาพดิน	ศักยภาพในการรักษาผลลิตให้ยั่งยืน
1	<1.75	มีศักยภาพอย่างสูงในการใช้ที่ดินอย่างยั่งยืน (Highly sustainable)
2	1.75-2.25	มีศักยภาพในการใช้ที่ดินอย่างยั่งยืน (Sustainable)
3	2.25-2.75	มีศักยภาพในการใช้ที่ดินอย่างยั่งยืน แต่ต้องมีการปรับปรุงวิธีการจัดการดิน ให้เหมาะสม (Sustainable with high input)
4	2.75-3.65	มีศักยภาพในการใช้ที่ดินอย่างยั่งยืน แต่ต้องมีการปรับปรุงวิธีการจัดการดิน ให้เหมาะสมอย่างมาก (Sustainable with very high input)
5	>3.65	ไม่มีศักยภาพในการใช้ที่ดินอย่างยั่งยืน (Unsustainable)

ที่มา: ดัดแปลงจาก Shukla *et al.* (2004); นุกูล (2552)

2.5 นวัตกรรมการทำแผนที่ดินดิจิทัล

2.5.1 การประยุกต์ใช้เทคโนโลยี การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีแมชชีนเลิร์นนิ่ง (Machine Learning; ML) และอัลกอริทึมแรนดอมฟอเรส (Random Forest; RF) ในงานปฐพีศาสตร์ยุคใหม่ ข้อจำกัดของการทำแผนที่ดินแบบดั้งเดิม (Traditional Soil Mapping) คือความล่าช้า มีต้นทุนสูง และมีความละเอียดต่ำในพื้นที่สลับซับซ้อน นวัตกรรมการทำแผนที่ดินดิจิทัล (Digital Soil Mapping; DSM) จึงมีการประยุกต์ใช้กันอย่างแพร่หลาย โดยอาศัยกรอบแนวคิด SCORPAN model ของ McBratney *et al.* (2003) ซึ่งมองว่าคุณสมบัติของดินในปัจจุบันเป็นฟังก์ชันของปัจจัยสิ่งแวดล้อมต่างๆ ดังสมการ

$$S = f(s, c, o, r, p, a, n) + e$$

โดยที่s คือ ข้อมูลดินที่มีอยู่เดิม
c คือ ภูมิอากาศ
o คือ สิ่งมีชีวิต/พืชพรรณ
r คือ ภูมิประเทศ
p คือ วัตถุต้นกำเนิด

a คือ อายุ/เวลา,
n คือ ตำแหน่งเชิงพื้นที่
e คือ ความคลาดเคลื่อนเชิงพื้นที่ที่แบบจำลองไม่สามารถอธิบายได้

2.5.2 บทบาทของอัลกอริทึมแรนดอมฟอเรส (Random Forest; RF)

ในยุคปฐพีศาสตร์ศตวรรษที่ 21 อัลกอริทึมแรนดอมฟอเรส (Random Forest; RF) ซึ่งเสนอโดย Breiman (2001) เป็นเทคนิคการเรียนรู้ของเครื่องแบบการรวมกลุ่ม (Ensemble Learning Method) ที่ได้กลายเป็นเครื่องมือที่ได้รับความนิยมสูงสุดในการทำแผนที่ดินดิจิทัลเนื่องจากข้อดีหลายประการ

1) กระบวนการทำงาน อัลกอริทึมจะสร้างต้นไม้ตัดสินใจ (Decision Trees) จำนวนมากในระหว่างการฝึกสอนข้อมูล (Training) โดยแต่ละต้นจะสุ่มเลือกตัวแปรอิสระ (Environmental Covariates เช่น ข้อมูลดาวเทียม NDVI, แบบจำลองความสูงเชิงดิจิทัล DEM) แล้วนำผลลัพธ์การทำนายมารวมกัน (Averaging) เพื่อให้ได้ค่าของคุณสมบัติดินหรือค่า SQI ที่แม่นยำที่สุด

2) ความสามารถในการจัดการข้อมูล โดยสามารถวิเคราะห์ความสัมพันธ์ที่ไม่มีความต่อเนื่องและไม่เป็นเส้นตรง (Non-linear Relationships) ระหว่างดินกับสภาพแวดล้อมได้ดีเยี่ยม

3) การประเมินความสำคัญของตัวแปร (Variable Importance) อัลกอริทึม RF สามารถจัดอันดับได้ว่าปัจจัยสิ่งแวดล้อมตัวใดที่ส่งผลต่อความผันแปรของคุณภาพดินในพื้นที่นั้นๆ มากที่สุด ซึ่งช่วยเพิ่มความน่าเชื่อถือทางวิทยาศาสตร์ให้กับแบบจำลอง SQI-TH

การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีนี้ทำให้กรมพัฒนาที่ดิน (2565) และนักวิจัยสามารถขยายผลข้อมูลจากการวิเคราะห์ในจุดพิกัดอ้างอิง (Point Data) ไปสู่แผนที่ดัชนีคุณภาพดินเชิงพื้นที่แบบต่อเนื่อง (Continuous Spatial Maps) ได้อย่างแม่นยำและครอบคลุมทั่วทั้งประเทศ

2.6 การจัดการดินอย่างยั่งยืน

การจัดการดินอย่างยั่งยืน (Sustainable Land Management; SLM) เป็นกรอบแนวคิดเชิงบูรณาการที่เชื่อมโยงการประเมินคุณภาพดิน (Soil Quality Evaluation) การประเมินคุณภาพที่ดิน (Land Quality Assessment) และการนำเทคโนโลยีปฐพีศาสตร์สมัยใหม่ไปสู่การปฏิบัติในระดับพื้นที่ โดยมีเป้าหมายเพื่อตอบสนองความต้องการด้านผลผลิตทางการเกษตรของมนุษย์ ควบคู่ไปกับการรักษาสภาพสิ่งแวดล้อม และยับยั้งการเสื่อมโทรมของทรัพยากรธรรมชาติในระยะยาว (FAO, 1993)

2.6.1 นิยามและหลักการพื้นฐานของการจัดการดินอย่างยั่งยืน

องค์การอาหารและเกษตรแห่งสหประชาชาติ (FAO, 1993) ได้ให้นิยามการจัดการที่ดินอย่างยั่งยืนว่า หมายถึง การใช้ประโยชน์จากทรัพยากรที่ดิน ได้แก่ ดิน น้ำ พืชพรรณ และสัตว์ เพื่อผลิตสินค้าและบริการที่ตอบสนองความต้องการของมนุษย์ โดยยังคงรักษาสักยภาพการผลิตของที่ดิน (Productive Potential) และรักษาสภาพแวดล้อมไว้อย่างยั่งยืน

การขับเคลื่อน SLM ในภาคการเกษตรจะยึดหลักการและเป้าหมายหลัก 5 ประการ (Five Pillars of SLM) (Smyth & Dumanski, 1993) ได้แก่

1) การรักษาและเพิ่มผลิตภาพ (Maintain or Enhance Productivity) ปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิตพืชโดยไม่บั่นทอนศักยภาพการผลิตทางชีวภาพของดิน

2) การลดความเสี่ยงทางการเกษตร (Reduce Production Risk) เพิ่มความสามารถในการตั้งรับปรับตัว (Resilience) ของระบบการเกษตรต่อสภาพอากาศผันผวนและภัยธรรมชาติ

3) การปกป้องและอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ (Protect Natural Resources) ป้องกันการเสื่อมโทรมของดิน การสูญเสียความหลากหลายทางชีวภาพ และลดการปนเปื้อนในแหล่งน้ำ

4) ความคุ้มค่าทางเศรษฐกิจ (Economic Viability) สร้างความคุ้มค่าแก่การลงทุน เกษตรกรสามารถพึ่งพาตนเองได้ และมีรายได้ที่มั่นคง

5) การเป็นที่ยอมรับทางสังคมและวัฒนธรรม (Social Acceptability) สอดคล้องกับวิถีชีวิต ภูมิปัญญาท้องถิ่น และได้รับความร่วมมือจากชุมชนในพื้นที่

2.6.2 แนวทางและเทคโนโลยีการจัดการดินอย่างยั่งยืน

การบรรลุเป้าหมาย SLM จำเป็นต้องประยุกต์ใช้เทคโนโลยีปฐพีศาสตร์และการอนุรักษ์ดินและน้ำ (Soil and Water Conservation) ที่สอดคล้องกับข้อจำกัดทางกายภาพและระดับความรุนแรงของปัญหาดินในแต่ละพื้นที่ (ศุภมาศ, 2562) โดยแบ่งแนวทางปฏิบัติออกเป็น 4 มิติหลัก ดังนี้

1) การปรับปรุงบำรุงดินและการจัดการธาตุอาหาร (Soil Fertility Management)

(1) การใส่อินทรียวัตถุ เช่น ปุ๋ยหมัก ปุ๋ยคอก และเศษพืช เพื่อเพิ่มปริมาณคาร์บอนในดิน (Soil Organic Carbon) ซึ่งส่งผลโดยตรงต่อการปรับปรุงสมบัติทางกายภาพและชีวภาพของดิน

(2) การปลูกพืชตระกูลถั่วเป็นพืชปุ๋ยสด (Green Manure) ไถกลบ เพื่อตรึงไนโตรเจนและปรับปรุงโครงสร้างดิน

(3) การจัดการธาตุอาหารพืชตามค่าวิเคราะห์ดิน (Site-Specific Nutrient Management; SSNM) เพื่อลดการใช้ปุ๋ยเคมีเกินความจำเป็นและลดปัญหามลพิษในดิน

2) การอนุรักษ์ดินและน้ำเพื่อป้องกันการชะล้างพังทลาย (Soil and Water Conservation Controls)

(1) มาตรการทางวิธีพืช (Vegetative Measures) การปลูกหญ้าแฝกขวางแนวลาดชันเพื่อชะลอความเร็วของน้ำและดักตะกอนดิน การปลูกพืชคลุมดิน (Cover Crops) และการใช้วัสดุคลุมดิน (Mulching) เพื่อลดแรงกระแทกของเม็ดฝน

(2) มาตรการทางวิธีกล (Mechanical Measures) การทำขั้นบันไดดิน (Terracing) การคันดินขวางหนาแน่น (Contour Bunds) และการไถพรวนตามแนวระดับ (Contour Plowing) ในพื้นที่ลาดชัน

3) การปรับปรุงเทคนิคการไถพรวนและการจัดการความชื้น (Tillage and Moisture Conservation)

(1) การทำเกษตรแบบลดการไถพรวน (Minimum Tillage) หรือการไม่ไถพรวน (No-Tillage) เพื่อรักษาเสถียรภาพของเม็ดดิน (Aggregate Stability) และลดการสูญเสียอินทรียวัตถุจากการย่อยสลายที่รวดเร็ว

(2) การเพิ่มความสามารถในการกักเก็บน้ำที่พืชนำมาใช้ประโยชน์ได้ (Available Water Capacity; AWC) ผ่านการปรับปรุงคุณลักษณะทางกายภาพของดิน

4) การเพิ่มความหลากหลายทางชีวภาพในระบบเกษตร (Agrobiodiversity Enhancement):

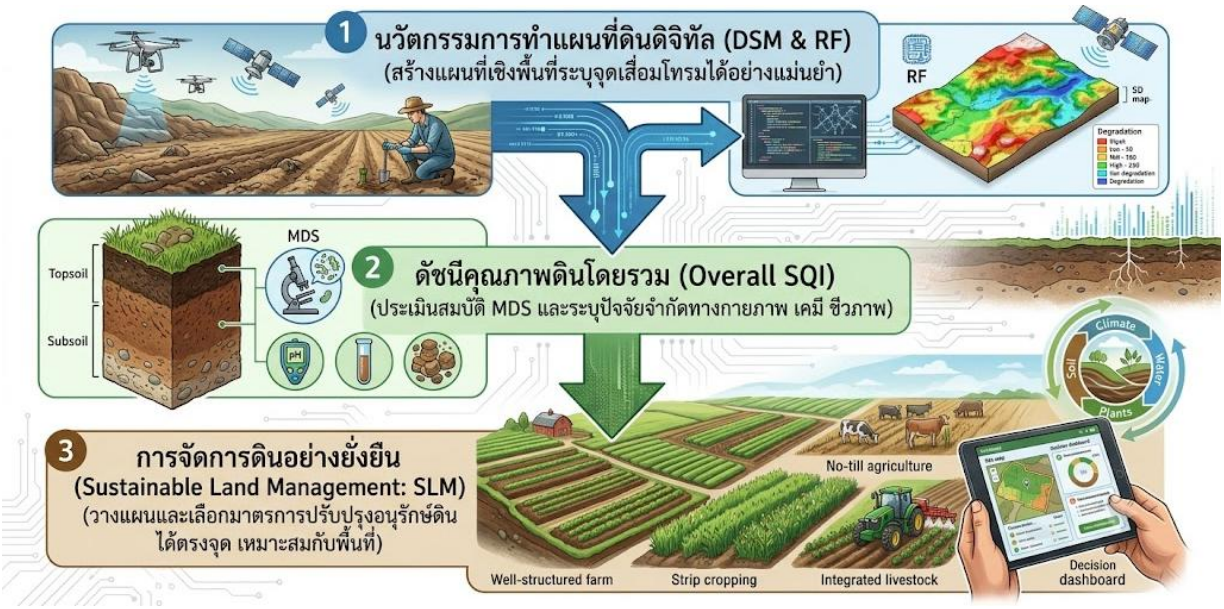
(1) การปลูกพืชหมุนเวียน (Crop Rotation) และการปลูกพืชแซม (Intercropping) เพื่อตัดวงจรโรคและแมลงศัตรูพืช

(2) การทำระบบวนเกษตร (Agroforestry) ซึ่งผสานการปลูกไม้ยืนต้นร่วมกับพืชเกษตร ช่วยเพิ่มการกักเก็บคาร์บอนและรักษาสมดุลของวัฏจักรสารอาหารในระดับระบบนิเวศ

2.6.3 ความเชื่อมโยงระหว่างดัชนีคุณภาพดิน (SQI) เทคโนโลยีแผนที่ดินดิจิทัล (DSM) และการจัดการดินอย่างยั่งยืน

การจัดการดินอย่างยั่งยืนไม่อาจประสบผลสำเร็จได้หากปราศจากระบบการติดตามและประเมินผลที่มีประสิทธิภาพ จากหัวข้อที่กล่าวมาข้างต้น แสดงให้เห็นว่า ดัชนีชี้วัดคุณภาพดิน (SQI) ทำหน้าที่เป็นเครื่องมือวินิจฉัย (Diagnostic Tool) ที่ช่วยระบุปัจจัยจำกัด (Limiting Factors) ทางกายภาพ เคมี และชีวภาพของดิน ในขณะที่ นวัตกรรมการทำแผนที่ดินดิจิทัล (DSM) และอัลกอริทึมแรนดอมฟอเรส (Random Forest: RF) ทำหน้าที่ประมวลผลข้อมูลจุดวิเคราะห์ไปสู่การสร้างแผนที่เชิงพื้นที่แบบต่อเนื่อง (Spatial Continuous Maps)

ความเชื่อมโยงดังกล่าวช่วยให้นักปฐพีศาสตร์ ผู้กำหนดนโยบาย และเกษตรกร สามารถระบุพื้นที่วิกฤตที่มีการเสื่อมโทรมของดินสูง (Degradation Hotspots) ได้อย่างแม่นยำ วางแผนการตัดสินใจเลือกใช้เทคโนโลยี SLM ให้ตรงกับสภาพปัญหาของแต่ละพื้นที่ (Precision SLM) และประเมินและติดตามการเปลี่ยนแปลงของคุณภาพดินเชิงพลวัต (Dynamic Soil Quality) หลังจากการปรับใช้มาตรการ SLM ในช่วงเวลาต่างๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพและคุ้มค่าต่องบประมาณ



ภาพที่ 3 โครงสร้างความเชื่อมโยงระหว่างการประเมินคุณภาพดิน การทำแผนที่ดินดิจิทัล และการจัดการดินอย่างยั่งยืน

บทที่ 3 ข้อมูลทั่วไป

3.1 ที่ตั้ง และอาณาเขต

ประเทศไทยตั้งอยู่ในทวีปเอเชีย ระหว่างละติจูดที่ 5 องศา 37 ลิปดาเหนือ ถึง ละติจูดที่ 20 องศา 27 ลิปดาเหนือ และ ลองจิจูดที่ 97 องศา 22 ลิปดาตะวันออก ถึง ลองจิจูดที่ 105 องศา 37 ลิปดาตะวันออก แบ่งการปกครองออกเป็น 77 จังหวัด มีพื้นที่รวมทั้งหมด 320,696,893 ไร่ (513,115 ตารางกิโลเมตร) มีอาณาเขตติดต่อกับประเทศต่างๆ ดังนี้ ดังแสดงในภาพที่ 2

ทิศเหนือ	ติดต่อกับ	สาธารณรัฐแห่งสหภาพเมียนมาและสาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว
ทิศใต้	ติดต่อกับ	สหพันธรัฐมาเลเซีย
ทิศตะวันออก	ติดต่อกับ	สาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาวและราชอาณาจักรกัมพูชา
ทิศตะวันตก	ติดต่อกับ	สาธารณรัฐแห่งสหภาพเมียนมา

3.2 สภาพภูมิประเทศ

ประเทศไทยสามารถจำแนกออกเป็น 5 ภาค (ภาพที่ 4) ตามลักษณะของสภาพภูมิประเทศ ดังนี้

3.2.1 ภาคเหนือ

มีเนื้อที่รวม 106,027,680 ไร่ ประกอบด้วย 17 จังหวัด ได้แก่ จังหวัดอุทัยธานี นครสวรรค์ กำแพงเพชร สุโขทัย ตาก พิจิตร พิษณุโลก เพชรบูรณ์ อุตรดิตถ์ แพร่ น่าน พะเยา เชียงราย ลำปาง ลำพูน เชียงใหม่ และแม่ฮ่องสอน สภาพภูมิประเทศทางตอนบนส่วนใหญ่เป็นเทือกเขาสูงและที่ลาดเชิงเขา สลับกับที่ราบระหว่างหุบเขา และที่ราบตะกอนน้ำพา มีความสูงจากระดับน้ำทะเล 200-2,000 เมตร โดยทางทิศเหนือมีเทือกเขาแดนลาวกั้นพรมแดนระหว่างประเทศไทยกับสาธารณรัฐแห่งสหภาพเมียนมา ด้านทิศตะวันตกมีเทือกเขาถนนธงชัยและเทือกเขาตะนาวศรี ตอนกลางของภาคมีเทือกเขาผีปันน้ำ ส่วนทางด้านทิศตะวันออกมีเทือกเขาหลวงพระบาง กั้นพรมแดนระหว่างประเทศไทยกับสาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว ทางตอนล่างของภาคส่วนใหญ่เป็นพื้นที่ดอนและพื้นที่ราบเรียบ

3.2.2 ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

มีเนื้อที่รวม 105,533,961 ไร่ เป็นพื้นที่ที่มีขนาดใหญ่ หรือประมาณหนึ่งในสามของพื้นที่ทั้งประเทศ ประกอบด้วย 20 จังหวัด ได้แก่ จังหวัดกาฬสินธุ์ ขอนแก่น ชัยภูมิ นครพนม นครราชสีมา บึงกาฬ บุรีรัมย์ มหาสารคาม มุกดาหาร ยโสธร ร้อยเอ็ด เลย สกลนคร สุรินทร์ ศรีสะเกษ หนองคาย หนองบัวลำภู อุดรธานี อุบลราชธานี และอำนาจเจริญ ภูมิประเทศเกิดจากการยกตัวของแผ่นดิน จากการชนกันของเปลือกโลก ทำให้มีลักษณะเป็นพื้นที่ราบสูง โดยทิศตะวันตกมีเทือกเขาเพชรบูรณ์และดงพญาเย็นทอดตัวในแนวเหนือใต้ ส่วนทางตอนใต้มีเทือกเขาสันกำแพงและพนมดงรัก กั้นเป็นพรมแดนระหว่างประเทศไทยและราชอาณาจักรกัมพูชา มีความสูงจากระดับน้ำทะเล ประมาณ 100-200 เมตร พื้นที่ส่วนใหญ่เป็นที่ราบสลับ

กับที่ดอนแบบ ลูกคลื่นลอนลาด ตอนกลางของพื้นที่มีลักษณะเป็นแอ่งกระทะ ประกอบด้วยแอ่งโคราช ในทางตอนใต้ และแอ่งสกลนคร อยู่ทางตอนเหนือ โดยมีเทือกเขาภูพานกั้นกลาง

3.2.3 ภาคกลาง

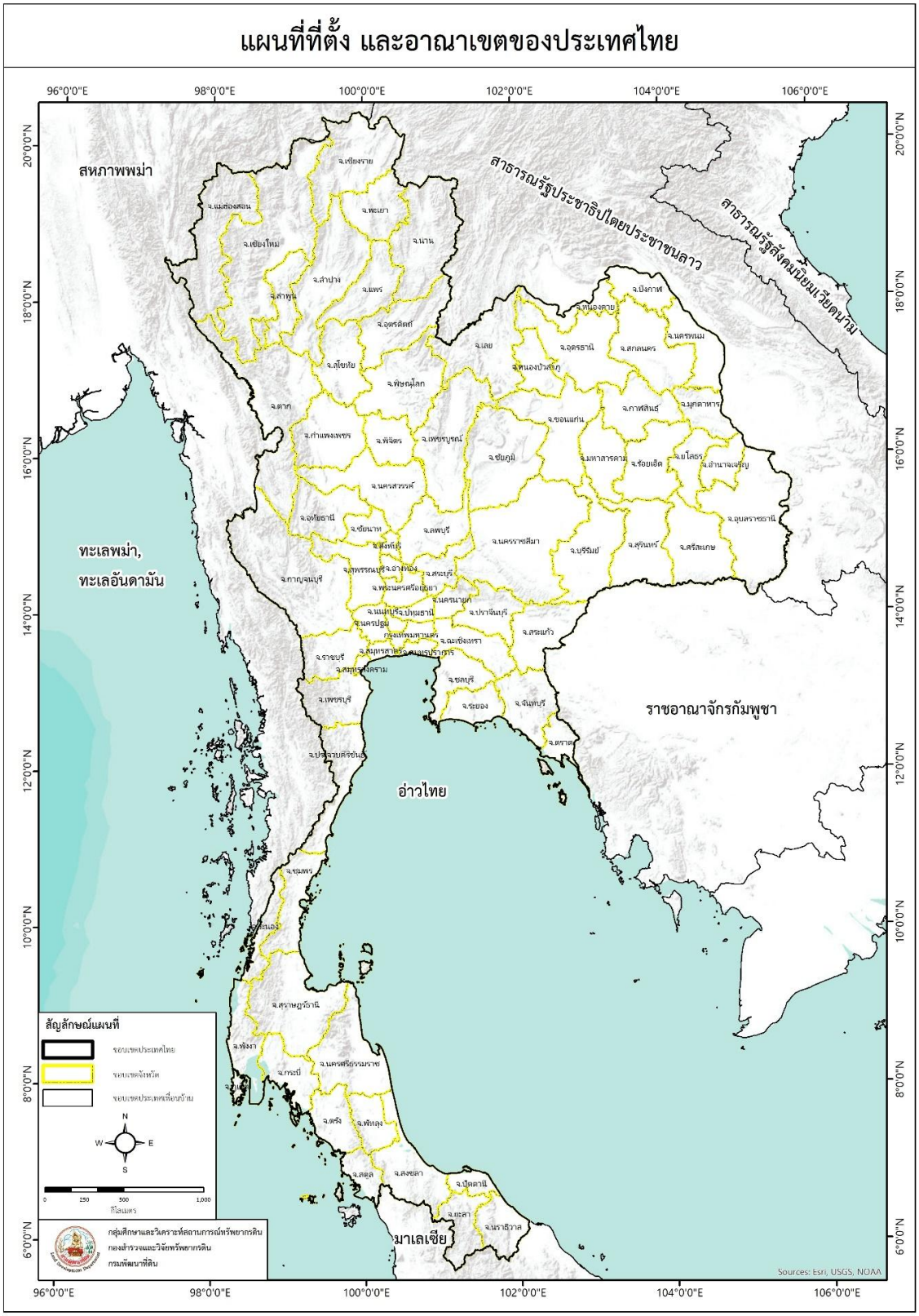
มีเนื้อที่รวม 43,450,447 ไร่ ประกอบด้วย 19 จังหวัด ได้แก่ กรุงเทพมหานคร จังหวัดนนทบุรี ปทุมธานี พระนครศรีอยุธยา อ่างทอง สิงห์บุรี ชัยนาท ลพบุรี สระบุรี สุพรรณบุรี กาญจนบุรี นครนายก ราชบุรี นครปฐม สมุทรปราการ สมุทรสาคร สมุทรสงคราม เพชรบุรี และประจวบคีรีขันธ์ ลักษณะภูมิประเทศส่วนใหญ่เป็นที่ราบลุ่ม มีระดับความสูงจากน้ำทะเลประมาณ 0 - 100 เมตร โดยทางด้านทิศตะวันตกมีลักษณะเป็นภูเขาและเทือกเขาสูง ทอดยาวในแนวเหนือใต้ ได้แก่ เทือกเขาถนนธงชัย และเทือกเขาตะนาวศรี กั้นเป็นพรมแดนระหว่างประเทศไทยกับสาธารณรัฐแห่งสหภาพเมียนมา ทางด้านทิศตะวันออก มีเทือกเขาเพชรบูรณ์ทอดตัวยาวต่อเนื่องจากเทือกเขาหลวงพระบาง มีเทือกเขาดงพญาเย็นและเทือกเขาสันกำแพง เป็นแนวแบ่งระหว่างภาคกลางกับภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ส่วนทางตอนใต้ของภาคจะเป็นพื้นที่ราบลุ่มดินดอนสามเหลี่ยมปากแม่น้ำเจ้าพระยา

3.2.4 ภาคตะวันออก

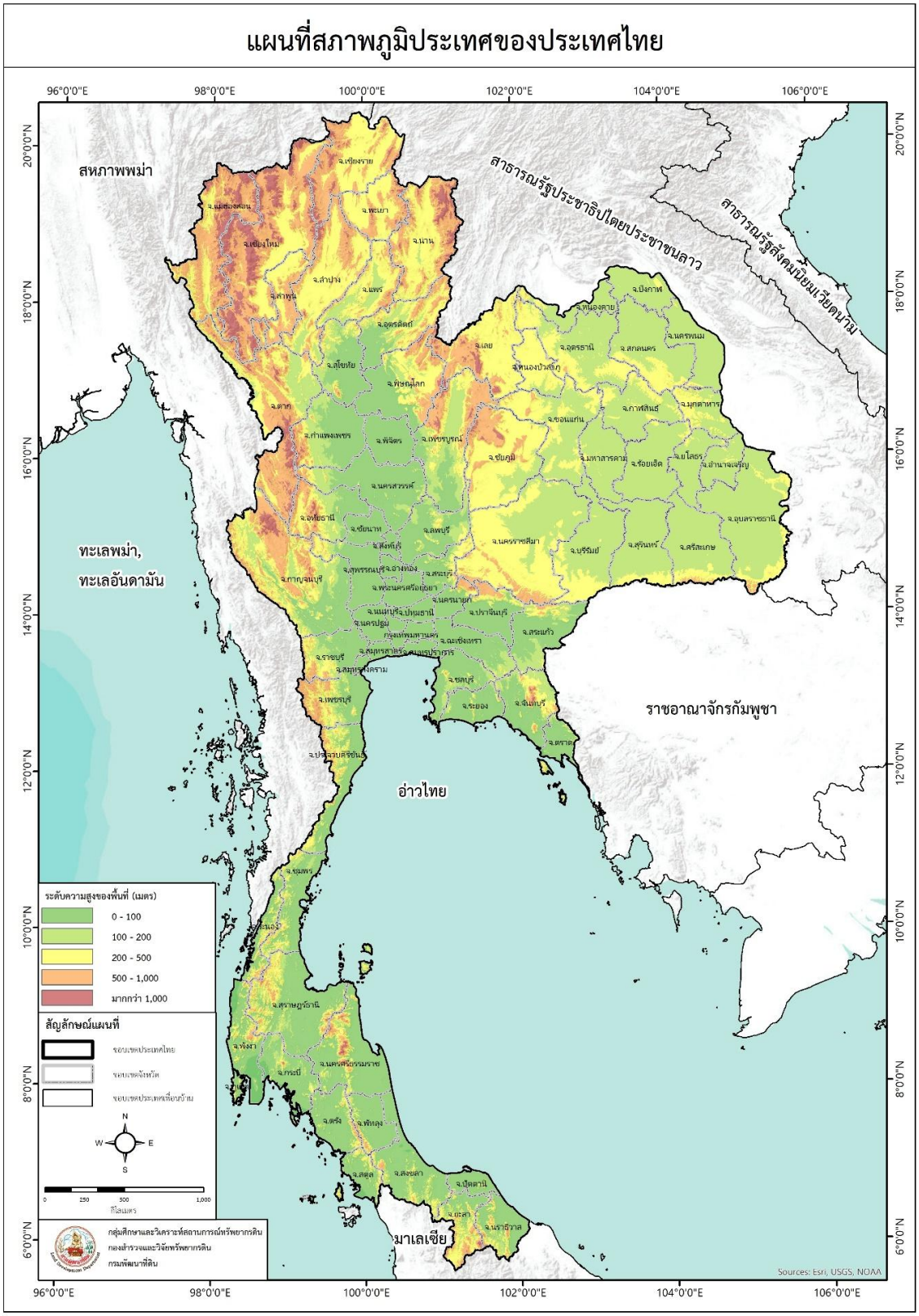
มีเนื้อที่รวม 21,487,812 ไร่ ประกอบด้วย 7 จังหวัด ได้แก่ จังหวัดปราจีนบุรี ฉะเชิงเทรา สระแก้ว ชลบุรี ระยอง จันทบุรี และตราด ลักษณะภูมิประเทศเป็นที่ราบ ลูกคลื่น เนินเขาและเทือกเขาสูง ที่ราบลุ่มแม่น้ำแคบ ๆ และที่ราบชายฝั่งทะเล โดยบริเวณตอนบนเป็นภูเขาสูงและแนวเทือกเขาสูง มีเทือกเขาสันกำแพงและเทือกเขาพนมดงรักทอดตัวในแนวตะวันตกไปตะวันออกกั้นภาคตะวันออกและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ด้านตะวันออกของภาคมีเทือกเขาบรรทัดทอดตัวในแนวเหนือใต้เป็นพรมแดนกั้นระหว่างประเทศไทยกับราชอาณาจักรกัมพูชา ถัดลงมาเป็นเทือกเขาจันทบุรี ส่วนทางตอนใต้ของภาคเป็นที่ราบชายฝั่งทะเลและที่ราบลุ่มน้ำทะเลเข้าถึง ประกอบด้วยเกาะ และหาดทราย

3.2.5 ภาคใต้

มีเนื้อที่รวม 44,196,993 ไร่ ประกอบด้วย 14 จังหวัด ได้แก่ จังหวัดชุมพร สุราษฎร์ธานี ระนอง พังงา กระบี่ ภูเก็ต นครศรีธรรมราช ตรัง พัทลุง สตูล สงขลา ปัตตานี ยะลา และนราธิวาส มีสภาพภูมิประเทศเป็นคาบสมุทรที่มีเทือกเขาตะนาวศรี เทือกเขาภูเก็ต และเทือกเขานครศรีธรรมราช ที่ทอดตัวในแนวเหนือใต้ เป็นสันอยู่ตอนกลางของภาค และมีพื้นที่ลาดลงสู่ทะเลทั้ง 2 ด้าน ทางด้านตะวันออกเป็นอ่าวไทยเกิดชายฝั่งยกตัว ส่วนทางด้านตะวันตกเป็นทะเลอันดามัน เกิดชายฝั่งยุบตัว ทำให้พื้นที่บริเวณชายฝั่งทะเลของทั้งสองด้านจะเป็นที่ราบแคบ ๆ โดยชายฝั่งด้านอ่าวไทยจะมีที่ราบกว้างและใหญ่กว่าด้านทะเลอันดามัน มีเกาะในทะเลทั้งสองด้านของภาคใต้ บางพื้นที่ในทางตอนใต้ของภาค พบเทือกเขาหินปูนเตี้ยๆ โดยมีเทือกเขาสันกาลาคีรีทอดยาวในแนวตะวันออก-ตะวันตก เป็นพรมแดนระหว่างประเทศไทยกับสหพันธรัฐมาเลเซีย



ภาพที่ 4 แผนที่ที่ตั้งและอาณาเขตของประเทศไทย



ภาพที่ 5 แผนที่สภาพภูมิประเทศของประเทศไทย

3.3 สภาพภูมิอากาศ

3.3.1 ลักษณะภูมิอากาศ

ประเทศไทยตั้งอยู่ในเขตร้อนชื้น (Tropical climate) สามารถแบ่งลักษณะภูมิอากาศออกเป็น 3 เขต ตามระบบจำแนกของ Köppen คือ

1) เขตภูมิอากาศแบบสะวันนา หรือ ภูมิอากาศแบบเขตร้อนมีฝนเฉพาะฤดู (Tropical Savannah Climate Zone, Aw) ครอบคลุมพื้นที่ส่วนใหญ่ของประเทศไทย ได้แก่ บริเวณภาคเหนือ ภาคกลาง ภาคตะวันออกตอนบน และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

2) เขตภูมิอากาศแบบมรสุมเขตร้อน (Tropical Monsoon Climate Zone, Am) พบในบริเวณชายฝั่งภาคตะวันออก เช่น จังหวัดชลบุรี ระยอง จันทบุรี ตราด เป็นต้น และภาคใต้ตอนกลางถึงตอนใต้

3) เขตภูมิอากาศแบบฝนเขตร้อน (Tropical Rainforest Climate Zone, Af) พบเป็น ส่วนน้อย บริเวณตอนใต้สุดของคาบสมุทรภาคใต้ และชายฝั่งทะเลตะวันออก

3.3.2 ลมมรสุม

ประเทศไทยได้รับอิทธิพลจากจากลมมรสุม 2 ชนิด คือ

1) ลมมรสุมตะวันออกเฉียงใต้พัดปกคลุมประเทศไทยระหว่างเดือนพฤษภาคมถึงเดือนตุลาคม โดยมีแหล่งกำเนิดจากบริเวณความกดอากาศสูงในซีกโลกใต้บริเวณมหาสมุทรอินเดีย เมื่อพัดข้ามเส้นศูนย์สูตรจะนำมวลอากาศชื้นจากมหาสมุทรอินเดียมาสู่ประเทศไทย ทำให้มีเมฆมากและฝนชุกทั่วไป

2) มรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ พัดปกคลุมประเทศไทยตั้งแต่เดือนตุลาคมจนถึงเดือนกุมภาพันธ์ โดยมีแหล่งกำเนิดจากบริเวณความกดอากาศสูงในซีกโลกเหนือแถบประเทศมองโกเลียและจีน จึงพัดพาเอามวลอากาศเย็นและแห้งจากแหล่งกำเนิดเข้ามาปกคลุมประเทศไทยทำให้ท้องฟ้าโปร่ง อากาศหนาวเย็นและแห้งแล้งทั่วไปโดยเฉพาะภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

3.3.3 ฤดูกาล

ฤดูกาลของประเทศไทย โดยทั่วไปสามารถแบ่งออกเป็น 3 ฤดู (กรมอุตุนิยมวิทยา, 2569) ดังนี้

1) ฤดูฝน เริ่มตั้งแต่กลางเดือนพฤษภาคมถึงกลางเดือนตุลาคม ประเทศไทยจะมีฝนตกชุกทั่วไป จากอิทธิพลของลมมรสุมตะวันออกเฉียงใต้และร่องความกดอากาศต่ำ ที่พาดผ่านภาคใต้ของประเทศไทยในเดือนพฤษภาคม แล้วจึงเลื่อนขึ้นไปทางเหนือตามลำดับ จนถึงปลายเดือนมิถุนายน จะพาดผ่านอยู่บริเวณประเทศจีนตอนใต้ ทำให้อาจมีฝนทิ้งช่วง 1 - 2 สัปดาห์ จากนั้นร่องความกดอากาศต่ำจะเคลื่อนกลับลงมาพาดผ่านประเทศไทยอีกครั้งและมักมีพายุหมุนเขตร้อนพัดผ่าน ทาให้เกิดฝนตกหนักและอาจเกิดน้ำท่วมได้

2) ฤดูหนาว เริ่มตั้งแต่กลางเดือนตุลาคมถึงกลางเดือนกุมภาพันธ์ ประเทศไทยมีอุณหภูมิเย็นลงจากอิทธิพลของลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ โดยในช่วงเปลี่ยนฤดูจากฤดูฝนเป็นฤดูหนาวจะมีอากาศแปรปรวนไม่แน่นอน

3) ฤดูร้อน เริ่มตั้งแต่กลางเดือนกุมภาพันธ์ถึงกลางเดือนพฤษภาคม โดยทั่วไปมีอากาศร้อนอบอ้าวและแห้งแล้ง บางช่วงเวลาอาจเกิดพายุฝนฟ้าคะนองได้ จากมวลอากาศเย็นที่แผ่ลงมาจากประเทศจีนปะทะกับมวลอากาศร้อนที่ปกคลุมอยู่เหนือประเทศไทย

3.3.4 ปริมาณน้ำฝน

จากข้อมูลสถิติลักษณะภูมิอากาศโดยเฉลี่ยในคาบ 10 ปีตั้งแต่ปี พ.ศ. 2559-2568 ของสถานีตรวจอากาศในประเทศไทย จำนวน 129 สถานี มีลักษณะทั่วไปดังแสดงในตารางที่ 4 และภาพที่ 6 และสามารถอธิบายได้ ดังนี้

1) อุณหภูมิเฉลี่ยรายปีของประเทศไทย เท่ากับ 28.2 องศาเซลเซียส โดยมีอุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ยประมาณ 23.3 องศาเซลเซียส และมีอุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย 33.1 องศาเซลเซียส พบว่าในเดือนมกราคมจะเป็นเดือนที่ประเทศไทยมีอุณหภูมิต่ำสุด 19.9 องศาเซลเซียส

2) ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยตลอดปี เท่ากับ 76.1 เปอร์เซ็นต์ โดยในช่วงฤดูฝนจะมีความชื้นในอากาศมาก พอเข้าสู่ฤดูหนาวและฤดูร้อน ความชื้นในอากาศจะลดลงอย่างชัดเจน โดยในเดือนกันยายน ประเทศไทยจะมีความชื้นเฉลี่ยสูงที่สุด 83.5 เปอร์เซ็นต์ และมีปริมาณความชื้นต่ำสุดในเดือนกุมภาพันธ์และเดือนมีนาคม

3) ปริมาณน้ำฝนรวมตลอดปีของประเทศไทย มีค่า 1,729.6 มิลลิเมตร โดยมีการกระจายของปริมาณฝนตามฤดูกาลของประเทศไทย กล่าวคือ จะมีปริมาณน้ำฝนเพิ่มมากเมื่อเข้าสู่ฤดูฝน คือ เดือนพฤษภาคม มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 190.7 มิลลิเมตรต่อเดือน และจะมีปริมาณน้ำฝนมากที่สุดในเดือนกันยายน มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 274.7 มิลลิเมตรต่อเดือน และมีวันที่ฝนตกมากที่สุดในรอบปี จำนวน 19 วัน จากนั้นปริมาณน้ำฝนจะค่อยๆ ลดลงเมื่อเข้าสู่ฤดูหนาว และฤดูร้อน โดยพบว่า ในเดือนกุมภาพันธ์ จะมีปริมาณน้ำฝนน้อยที่สุด เฉลี่ย 35.7 มิลลิเมตร และมีฝนตกเพียง 4 วัน

4) การกระจายของปริมาณน้ำฝนของประเทศไทย (Isohyetal Map) ซึ่งแสดงการกระจายตัวของปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายปี (มิลลิเมตรต่อปี) ทั่วประเทศไทย มีลักษณะการกระจายตัวของปริมาณน้ำฝนรายภูมิภาค สามารถอธิบายได้ ดังนี้

(1) พื้นที่ที่มีปริมาณน้ำฝนสูงมาก (> 2,400 ถึง > 4,400 มม./ปี) พบใน ภาคใต้ฝั่งตะวันตก (อันดามัน) ได้แก่ จังหวัดระนอง พังงา ภูเก็ต กระบี่ ตรัง และสตูล เป็นพื้นที่รับลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ปะทะแนวเทือกเขาตะวันตก ทำให้เกิดฝนตกชุกหนาแน่นที่สุดในประเทศ (สูงกว่า 4,000 มม./ปี) ภาคตะวันออก (แนวชายฝั่งและเทือกเขาบรรทัด) ได้แก่ จังหวัดจันทบุรี และตราด เป็นพื้นที่รับมรสุมตะวันตกเฉียงใต้โดยตรง เกิดฝนตกชุกมากในระดับ (3,000 ถึง > 4,400 มม./ปี) โดยภาคใต้ตอนล่างฝั่งอ่าวไทย ได้แก่ นราธิวาส ยะลา ได้รับอิทธิพลจากมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือพัดผ่านอ่าวไทยนำความชื้นเข้าสู่พื้นที่

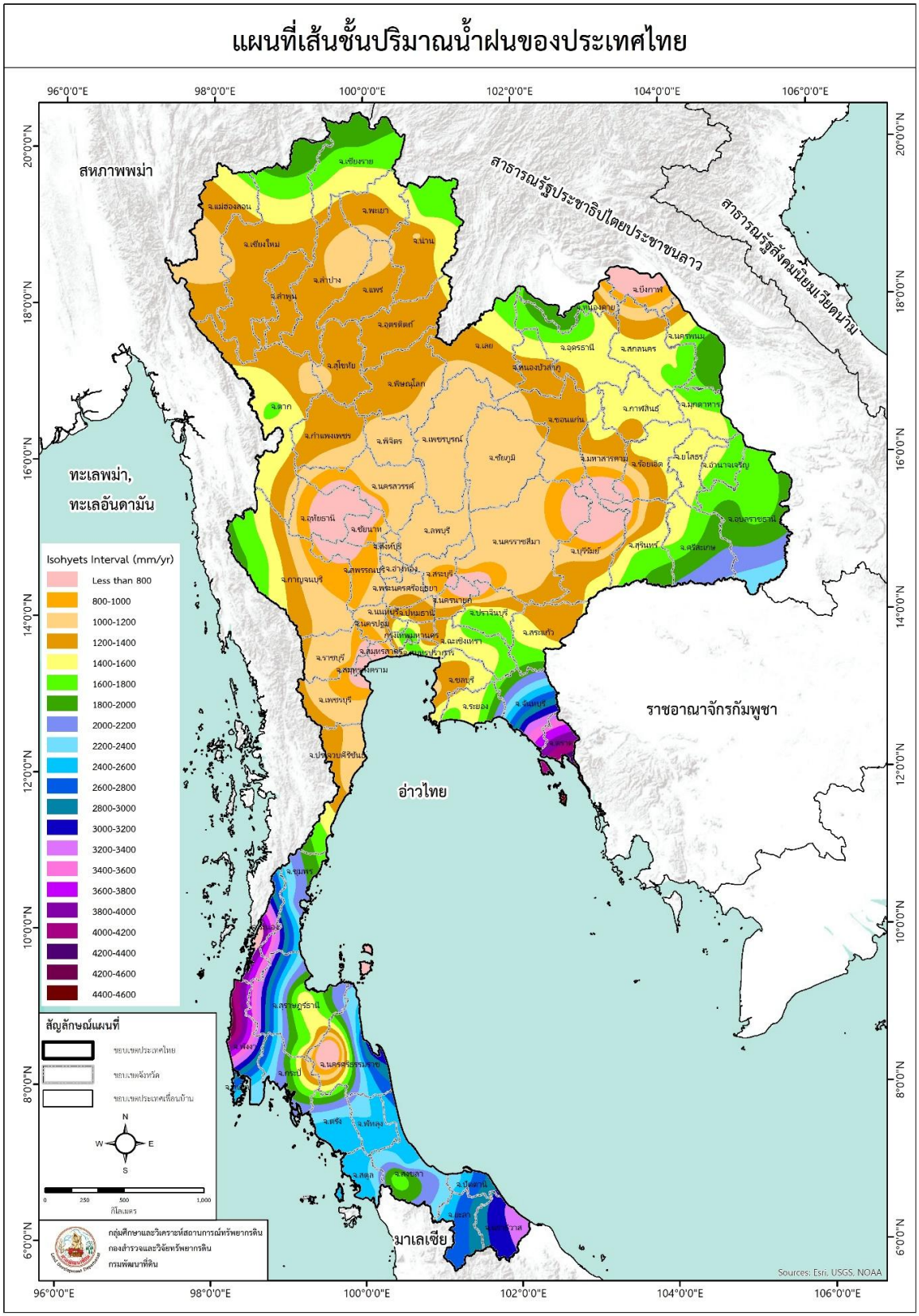
(2) พื้นที่ที่มีปริมาณน้ำฝนปานกลางถึงค่อนข้างสูง (1,400 ถึง 2,000 มม./) พบใน ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบนและริมแม่น้ำโขง ได้แก่ จังหวัดบึงกาฬ หนองคาย นครพนม สกลนคร มุกดาหาร และอุบลราชธานี ภาคเหนือตอนบน/แนวเทือกเขา ได้แก่ จังหวัดเชียงราย และแม่ฮ่องสอนฝั่งติดพรมแดน ภาคกลางตอนล่าง/ภาคตะวันออก ได้แก่ จังหวัดปราจีนบุรี สระแก้ว และนครนายก

(3) พื้นที่ที่มีปริมาณน้ำฝนน้อยถึงเขตเงาฝน (Rain Shadow Area) (< 800 ถึง 1,200 มม./ปี) พบในภาคกลางและรอยต่อภาคตะวันตก ได้แก่ จังหวัดอุทัยธานี ชัยนาท กาญจนบุรี สุพรรณบุรี นครสวรรค์ และลพบุรี มีปริมาณฝนต่ำกว่า 1,000 มม./ปี (บางจุด < 800 มม./ปี) เนื่องจากถูกแนวเทือกเขาถนนธงชัย และเทือกเขาตะนาวศรีกั้นลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ ตอนกลางของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (ทุ่งกุลาร้องไห้) ได้แก่ จังหวัดร้อยเอ็ด มหาสารคาม ขอนแก่น นครราชสีมา บุรีรัมย์ และสุรินทร์ เป็นพื้นที่ลอนคลื่นที่ได้รับเงาฝนจากทิวเขาดงพญาเย็นและเพชรบูรณ์ ภาคเหนือตอนใน (แอ่งกระทะ) ได้แก่ จังหวัดลำปาง ลำพูน แพร่ น่าน และเชียงใหม่ตอนล่าง ถูกล้อมรอบด้วยเทือกเขาทำให้อากาศแห้งและฝนตกน้อยกว่าพื้นที่ยอดเขา

ตารางที่ 4 สถิติภูมิอากาศโดยเฉลี่ยในคาบ 10 ปี ของประเทศไทย (พ.ศ.2559-2568)

เดือน	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)			ความชื้นสัมพัทธ์ (%)	ปริมาณน้ำฝน (มม.)	จำนวนวันฝนตก (วัน)
	สูงสุด	ต่ำสุด	เฉลี่ย			
มกราคม	31.3	19.9	25.2	71.8	61.6	5
กุมภาพันธ์	33.0	20.8	26.4	69.1	35.7	4
มีนาคม	35.1	23.4	28.8	68.8	44.3	4
เมษายน	36.0	25.0	30.4	70.0	88.2	8
พฤษภาคม	35.0	25.4	30.6	76.6	190.7	15
มิถุนายน	33.7	25.1	29.8	78.7	175.9	15
กรกฎาคม	32.8	24.9	29.4	80.7	221.6	18
สิงหาคม	32.7	24.8	29.2	81.5	233.0	18
กันยายน	32.4	24.4	28.9	83.5	274.7	19
ตุลาคม	32.2	23.8	28.0	82.0	192.3	15
พฤศจิกายน	31.6	22.3	26.5	77.7	119.1	8
ธันวาคม	30.8	20.3	24.9	73.4	92.7	6
รวม/เฉลี่ย	**33.1**	**23.3**	**28.2**	**76.1**	**1,729.6**	**135**

ที่มา: กรมอุตุนิยมวิทยา (2569)



ภาพที่ 6 แผนที่เส้นชั้นปริมาณน้ำฝนประเทศไทยคาบ 10 ปี (พ.ศ. 2559-2568)

3.4 ทรัพยากรดิน

จากฐานข้อมูลแผนที่กลุ่มชุดดินมาตราส่วน 1:25,000 ของกรมพัฒนาที่ดิน ปี พ.ศ. 2561 สามารถแบ่งทรัพยากรดินของประเทศไทย โดยจำแนกกลุ่มเนื้อดินตามชั้นขนาดอนุภาคดิน (ตารางที่ 2 และภาพที่ 5) โดยมีรายละเอียด ดังนี้

3.4.1 กลุ่มชุดดินในพื้นที่ลุ่ม หรือพื้นที่น้ำขัง ส่วนใหญ่พบบริเวณพื้นที่ราบตะกอนน้ำพาและตะพักลำน้ำ บางส่วนพบบริเวณพื้นที่ราบในหุบเขา สภาพพื้นที่ราบเรียบถึงค่อนข้างราบเรียบ ช่วงฤดูฝนมีน้ำแช่ขังแฉะหรือมีระดับน้ำใต้ดินอยู่ใกล้ผิวดินเป็นเวลานาน การระบายน้ำค่อนข้างเลวถึงเลว ดินมีสีเทาหรือสีเทาอ่อน จุดประสีตลอดหน้าตัดดิน ซึ่งบ่งบอกถึงมีน้ำแช่ขังในหน้าตัดดิน ปฏิกิริยาดินส่วนใหญ่เป็นกรดปานกลางถึงเป็นด่างปานกลาง ความอุดมสมบูรณ์ปานกลางถึงสูง มีเนื้อที่ 73,793,165 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 23.01 ของเนื้อที่ประเทศ มีการกระจายตัวทั่วทั้งประเทศ

3.4.2 กลุ่มชุดดินในพื้นที่ดอนที่อยู่ในเขตดินแห้ง ดินมีช่วงแห้งนานในรอบปีและแห้งติดต่อกันมากกว่า 45 วัน หรือแห้งรวมกันมากกว่า 90 วันในรอบปี การเพาะปลูกพืชจะทำได้เฉพาะในช่วงฤดูฝน หลังจากช่วงนี้จะต้องมีแหล่งน้ำไว้ใช้ในช่วงที่พืชขาดน้ำ มีทำการเกษตรกรรมบริเวณพื้นที่สันดินริมน้ำ เนินตะกอนรูปพัดตะพักลำน้ำระดับกลางถึงสูง สภาพพื้นที่มีตั้งแต่ราบเรียบ ลูกคลื่น เนินเขาถึงพื้นที่สูงชัน บริเวณพื้นที่ที่ได้รับอิทธิพลของหินและโครงสร้างทางธรณีวิทยาที่มีกระบวนการกร่อนและการปรับระดับของพื้นที่ทั้งหินตะกอน หินแกรนิต หินบะซอลต์ และภูมิประเทศคาสต์ มีระดับน้ำใต้ดินอยู่ลึกกว่า 2 เมตร พื้นที่ราบมีการระบายน้ำของดินดีปานกลางหรือดี พื้นที่ดอนถึงพื้นที่สูงชัน มีการระบายน้ำดีหรือดีมากเกินไป มีสีดำ สีน้ำตาล สีเหลือง หรือสีแดง และอาจพบจุดประสีเล็กน้อย ค่าปฏิกิริยาดินมีตั้งแต่เป็นกรดจัดจนถึงเป็นด่างปานกลาง ความอุดมสมบูรณ์ของดินต่ำถึงสูง ซึ่งขึ้นอยู่กับกระบวนการทางดินและชนิดของวัตถุต้นกำเนิดดิน มีเนื้อที่ 109,378,164 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 34.11 ของเนื้อที่ประเทศ มีการกระจายตัวทั่วทั้งประเทศ ยกเว้นภาคใต้ สามารถจำแนกกลุ่มเนื้อดินตามชั้นขนาดอนุภาคดินได้ 6 กลุ่ม ดังนี้

1) กลุ่มดินเหนียวละเอียดถึงละเอียดมาก มีเนื้อที่ 15,523,613 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 4.84 ของเนื้อที่ประเทศ

2) กลุ่มดินร่วนละเอียด มีเนื้อที่ 18,714,239 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 5.84 ของเนื้อที่ประเทศ

3) กลุ่มดินร่วนหยาบ มีเนื้อที่ 29,606,571 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 9.23 ของเนื้อที่ประเทศ

4) กลุ่มดินทราย มีเนื้อที่ 8,594,937 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 2.68 ของเนื้อที่ประเทศ

5) กลุ่มดินทรายแป้งละเอียด มีเนื้อที่ 7,473,708 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 2.33 ของเนื้อที่ประเทศ

6) กลุ่มดินร่วนและดินเหนียวปนชิ้นส่วน มีเนื้อที่ 29,465,096 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 9.19 ของเนื้อที่ประเทศ

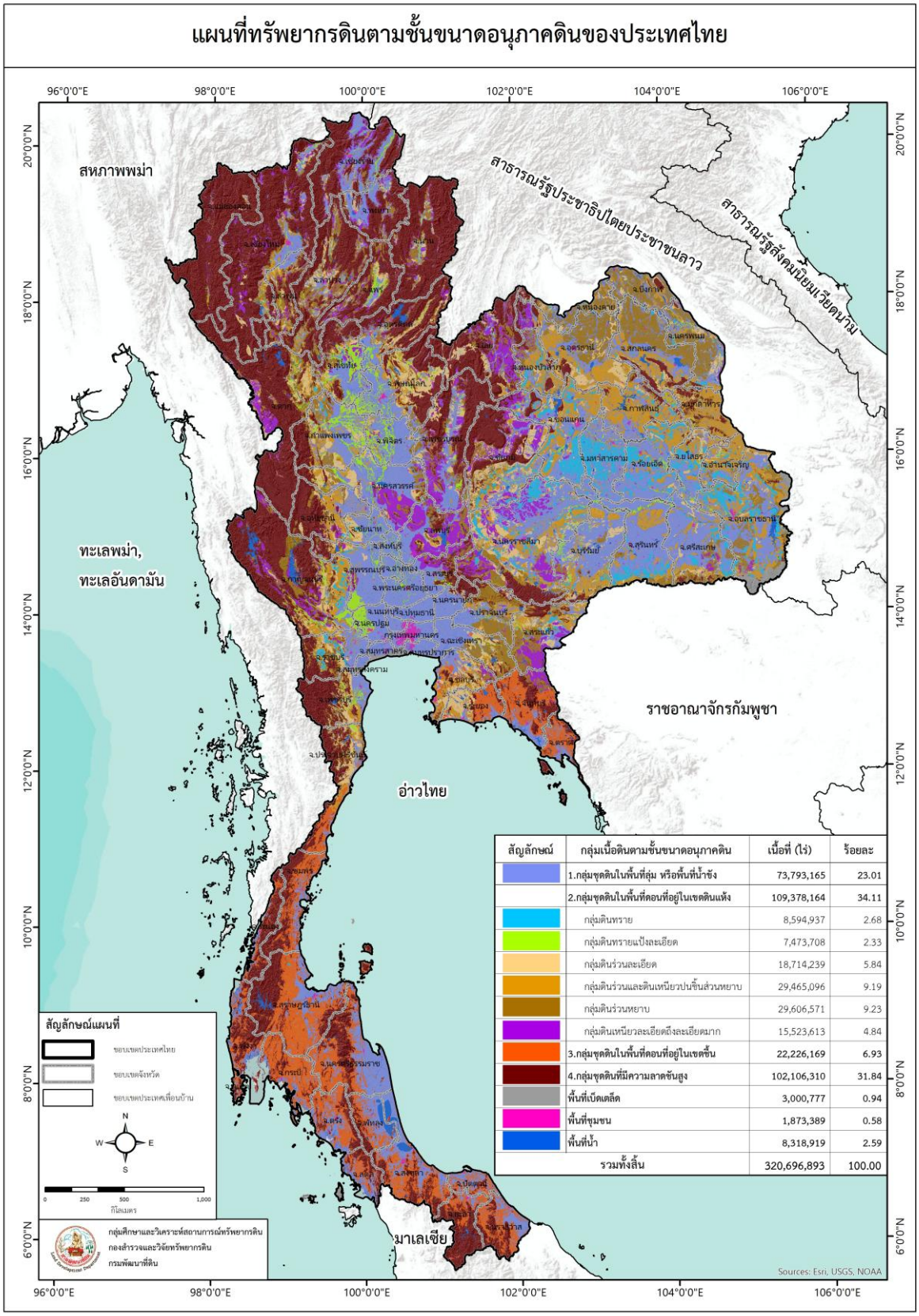
3.4.3 กลุ่มชุดดินในพื้นที่ดอนที่อยู่ในเขตชื้น ดินมีช่วงแห้งติดต่อกันน้อยกว่า 45 วัน หรือดินแห้งรวมกันน้อยกว่า 90 วันในรอบปี มีการทำการเกษตรบริเวณสันดินริมน้ำ ลานตะพักลำน้ำ ที่ราบเชิงเขาและ

เนินเขา พื้นที่ที่เหลือค้างจากการกัดกร่อนและภูมิประเทศคาสต์สภาพพื้นที่มีตั้งแต่ราบเรียบ ลูกคลื่น เนินเขา และพื้นที่สูงชัน มีระดับน้ำใต้ดินอยู่ลึกกว่า 2 เมตร การระบายน้ำดีปานกลาง ดี หรือดีมากเกินไป ดินมีสีน้ำตาลปนเทา สีน้ำตาล สีเหลือง สีแดง อาจพบจุดประสีเล็กน้อย ปฏิกิริยาดินมีตั้งแต่เป็นกรดจัดถึงเป็นกรดเล็กน้อย ความอุดมสมบูรณ์ต่ำ มีเนื้อที่ 22,226,169 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 6.93 ของเนื้อที่ประเทศ พบในภาคใต้และพื้นที่ชายฝั่งทะเลภาคตะวันออก

3.4.4 กลุ่มชุดดินที่มีความลาดชันสูง เป็นพื้นที่ภูเขาและเทือกเขา มีความลาดชันมากกว่า 35 เปอร์เซ็นต์ มีเนื้อที่ 102,106,310 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 31.84 ของเนื้อที่ประเทศ มีการกระจายตัวทั่วทั้งประเทศ

ตารางที่ 5 ทรัพยากรดินตามชั้นขนาดอนุภาคดินของประเทศไทย

กลุ่มเนื้อดิน	เนื้อที่	
	ไร่	ร้อยละ
1. กลุ่มชุดดินในพื้นที่ลุ่ม หรือพื้นที่น้ำขัง	**73,793,165**	**23.01**
2. กลุ่มชุดดินในพื้นที่ดอนที่อยู่ในเขตดินแห้ง	**109,378,164**	**34.11**
2.1 กลุ่มดินเหนียวละเอียดถึงละเอียดมาก	15,523,613	4.84
2.2 กลุ่มดินร่วนละเอียด	18,714,239	5.84
2.3 กลุ่มดินร่วน	29,606,571	9.23
2.4 กลุ่มดินทราย	8,594,937	2.68
2.5 กลุ่มดินทรายแป้งละเอียด	7,473,708	2.33
2.6 กลุ่มดินร่วนและดินเหนียวปนชิ้นส่วนหยาบ	29,465,096	9.19
3. กลุ่มชุดดินในพื้นที่ดอนที่อยู่ในเขตดินชื้น	**22,226,169**	**6.93**
4. กลุ่มชุดดินที่มีความลาดชันสูง	**102,106,310**	**31.84**
พื้นที่เบ็ดเตล็ด	**3,000,777**	**0.94**
พื้นที่ชุมชน	**1,873,389**	**0.58**
พื้นที่น้ำ	**8,318,919**	**2.59**
รวม	**320,696,893**	**100.00**



ภาพที่ 7 แผนที่ทรัพยากรดินตามชั้นขนาดอนุภาคดินของประเทศไทย

3.5 การใช้ที่ดิน

จากข้อมูลการใช้ที่ดินของประเทศไทย ปี พ.ศ. 2563-2568 (กลุ่มวิเคราะห์สภาพการใช้ที่ดิน, 2569) สามารถแบ่งการใช้ที่ดินหลักได้ 5 ประเภท ดังแสดงในตารางที่ 6 และภาพที่ 8 และมีรายละเอียด ดังนี้

3.5.1 พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง มีเนื้อที่ 20,362,810 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 6.35 ของเนื้อที่ประเทศ

3.5.2 พื้นที่เกษตรกรรม เป็นประเภทการใช้ที่ดินที่มีเนื้อที่มากที่สุด โดยมีเนื้อที่ 177,261,057 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 55.29 ของเนื้อที่ประเทศ สามารถแบ่งประเภทการใช้ที่ดินออกเป็น 7 กลุ่ม คือ

1) พื้นที่นาข้าว เป็นประเภทเกษตรกรรมที่มีพื้นที่มากที่สุด มีพื้นที่ 68,178,326 คิดเป็นร้อยละ 21.26 ของเนื้อที่ประเทศ

2) พื้นที่พืชไร่ มีพื้นที่ 44,894,099 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 14.02 ของเนื้อที่ประเทศ โดยมีพืชไร่ที่สำคัญทางเศรษฐกิจ ได้แก่ อ้อยโรงงาน มันสำปะหลัง และ ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

3) พื้นที่ไม้ยืนต้น มีเนื้อที่ 44,372,467 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 13.84 ของเนื้อที่ประเทศ โดยมีพืชไม้ยืนต้นที่สำคัญทางเศรษฐกิจ ได้แก่ ยางพารา และปาล์มน้ำมัน

4) พื้นที่ไม้ผลมีเนื้อที่ 11,806,908 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 3.68 ของเนื้อที่ประเทศ โดยมีไม้ผลที่สำคัญทางเศรษฐกิจ ได้แก่ ลำไย ทุเรียน มังคุด มะม่วง และมะพร้าว

5) พื้นที่ไร่หมุนเวียน มีเนื้อที่ 3,056,029 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 0.95 ของเนื้อที่ประเทศ โดยพืชที่นิยมปลูกแบบไร่หมุนเวียนบนพื้นที่สูง ได้แก่ ข้าวโพด ข้าวไร่ และกะหล่ำปลี

6) พื้นที่สถานที่เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ มีเนื้อที่ 2,858,638 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 0.89 ของเนื้อที่ประเทศ โดยสัตว์น้ำที่ทำการเพาะเลี้ยง ได้แก่ ปลา กุ้ง ฯลฯ

7) พื้นที่เกษตรกรรมอื่นๆ ได้แก่ พืชสวน ทุ่งหญ้าและโรงเรือนเลี้ยงสัตว์ พืชน้ำ และพื้นที่เกษตรผสมผสาน มีเนื้อที่ 2,094,590 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 0.65 ของเนื้อที่ประเทศ

3.5.3 พื้นที่ป่าไม้ มีเนื้อที่ 103,883,820 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 32.39 ของเนื้อที่ประเทศ

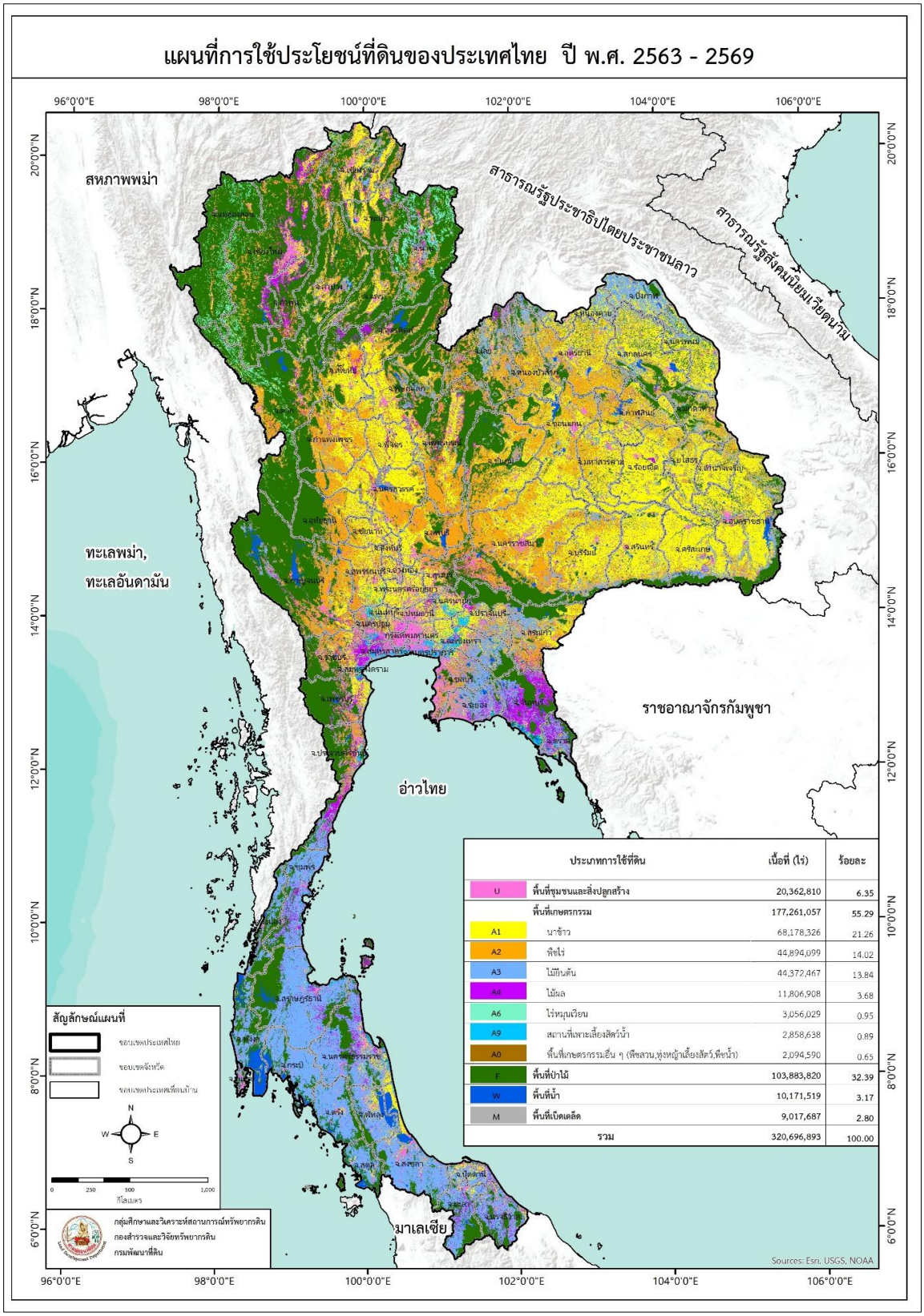
3.5.4 พื้นที่แหล่งน้ำ มีเนื้อที่ 10,171,519 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 3.17 ของเนื้อที่ประเทศ

3.5.5 พื้นที่เบ็ดเตล็ด ได้แก่ มีเนื้อที่ 9,017,687 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 2.80 ของเนื้อที่ประเทศ

ตารางที่ 6 การใช้ที่ดินของประเทศไทย ปี พ.ศ. 2563-2568

ประเภทการใช้ที่ดิน	เนื้อที่	
	ไร่	ร้อยละ
พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง	**20,362,810**	**6.35**
พื้นที่เกษตรกรรม	**177,261,057**	**55.29**
นาข้าว	68,178,326	21.26
พืชไร่	44,894,099	14.02
ไม้ยืนต้น	44,372,467	13.84
ไม้ผล	11,806,908	3.68
ไร่หมุนเวียน	3,056,029	0.95
สถานที่เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ	2,858,638	0.89
พื้นที่เกษตรกรรมอื่น ๆ (พืชสวน,ทุ่งหญ้าเลี้ยงสัตว์,พืชน้ำ)	2,094,590	0.65
พื้นที่ป่าไม้	**103,883,820**	**32.39**
พื้นที่น้ำ	**10,171,519**	**3.17**
พื้นที่เบ็ดเตล็ด	**9,017,687**	**2.80**
รวม	**320,696,893**	**100.00**

ที่มา: กลุ่มวิเคราะห์สภาพการใช้ที่ดิน (2569)



ภาพที่ 8 แผนที่การใช้ที่ดินของประเทศไทย ปี พ.ศ. 2563-2568

บทที่ 4 วิธีศึกษาและแนวทางการประเมิน

4.1 การเตรียมฐานข้อมูล

การศึกษานี้ประยุกต์ใช้กรอบแนวทางการประเมินดัชนีคุณภาพดินของประเทศไทย (Thailand Soil Quality Index; SQI-TH) ควบคู่กับนวัตกรรมการทำแผนที่ดินดิจิทัล (Digital Soil Mapping; DSM) ดังนั้น การจัดเตรียมฐานข้อมูลเชิงพื้นที่และเชิงคุณลักษณะ (spatial and attribute database setup) จึงเป็นขั้นตอนสำคัญในการกำหนดโครงสร้างข้อมูลให้สอดคล้องกับมาตรฐานการวิเคราะห์ของกรมพัฒนาที่ดิน โดยมีรายละเอียดการจัดเตรียมข้อมูล ดังนี้

4.1.1 การรวบรวมข้อมูลและปัจจัยเชิงพื้นที่ (Collection of Data and Environmental Covariates) ข้อมูลที่นำมาใช้ในการจัดทำฐานข้อมูลแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มหลัก ได้แก่

1) ข้อมูลสมบัติดินจุดอ้างอิงและชั้นข้อมูลชุดดิน (Soil Reference Points and Soil Maps)

(1) ข้อมูลผลการวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพ เคมี จากจุดเก็บตัวอย่างดิน ที่ระดับความลึกดินชั้นบน (0 - 25 เซนติเมตร) และดินชั้นล่าง (25 - 50 เซนติเมตร)

(2) ข้อมูลหน่วยแผนที่ดิน (Soil Mapping Unit) และขอบเขตการใช้ประโยชน์ที่ดิน (Land Use Maps) มาตราส่วน 1:25,000 จากกรมพัฒนาที่ดิน

2) ข้อมูลปัจจัยสิ่งแวดล้อมเชิงพื้นที่ตามกรอบ SCORPAN Model (Environmental Covariates)

(1) ปัจจัยด้านภูมิประเทศ (Relief/Topography; r) ข้อมูลแบบจำลองความสูงเชิงเลข (Digital Elevation Model; DEM) เพื่อสกัดตัวแปรภูมิประเทศ ได้แก่ ความลาดชัน (Slope Degree) ความทิศทางลม/แสง (Aspect) และดัชนีความดกสมบูรณ์ของน้ำเชิงพื้นที่ (Topographic Wetness Index; TWI)

(2) ปัจจัยด้านสิ่งมีชีวิตและพืชพรรณ (Organisms/Vegetation; o) ข้อมูลดัชนีพืชพรรณต่างเวลา (Multi-temporal Vegetation Indices) เช่น NDVI และ EVI จากภาพถ่ายดาวเทียมเพื่อสะท้อนความถดถอยหรือความสมบูรณ์ของพืชพรรณ

(3) ปัจจัยด้านภูมิอากาศ (Climate; c) ข้อมูลน้ำฝนเฉลี่ยรายปี (Mean Annual Precipitation) และอุณหภูมิเฉลี่ยจากกรมอุตุนิยมวิทยา

4.1.2 การจัดกลุ่มพื้นที่ตัวแทนตามมาตรฐานดัชนีคุณภาพดินของประเทศไทย

การคัดเลือกพื้นที่ตัวแทน ดำเนินการโดยซ้อนทับข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์และจัดกลุ่มปัจจัยควบคุมหลัก 2 ปัจจัย ได้แก่ กลุ่มเนื้อดินตามระบบอนุกรมวิธานดิน และประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน เพื่อกำหนดตำแหน่งจุดศึกษาที่มีความเป็นตัวแทนของพื้นที่ประเทศไทยอย่างครอบคลุม ดังนี้

1) กลุ่มเนื้อดิน (Particle-size classes)

จำแนกตามเกณฑ์อนุกรมวิธานดิน (Soil Taxonomy) ของกระทรวงเกษตรแห่งสหรัฐอเมริกา (USDA) ในระดับวงศ์ (Family level) ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 กลุ่มหลัก ได้แก่

(1) กลุ่มดินร่วนและดินทราย (Loamy and Sandy classes) แบ่งตามสัดส่วนปริมาณอนุภาคดินเหนียว (Clay content) ดังนี้

- ดินร่วนหยาบ (Coarse-loamy) มีดินเหนียวน้อยกว่า 18% และมีสัดส่วนทรายหยาบเด่น

- ดินร่วนละเอียด (Fine-loamy) มีดินเหนียวอยู่ระหว่าง 18% – 35%

- ดินทรายแป้งหยาบ (Coarse-silty) มีดินเหนียวน้อยกว่า 18% และมีสัดส่วนทรายละเอียดหรืออนุภาคทรายแป้ง (Silt) สูง

- ดินทรายแป้งละเอียด (Fine-silty) มีดินเหนียวอยู่ระหว่าง 18% – 35% และมีทรายหยาบน้อย

(2) กลุ่มดินเหนียว (Clayey classes)

- ดินเหนียว (Fine) มีดินเหนียวจัด (ปริมาณดินเหนียว 35% – 60%)

- ดินเหนียวจัด (Very-fine) มีดินเหนียวจัดมาก (ปริมาณดินเหนียวมากกว่า 60%)

(3) กลุ่มดินเนื้อหยาบและชิ้นส่วนหยาบ (Coarse and Skeletal classes)

- ดินทราย (Sandy) มีเนื้อดินทราย มีทรายหรือทรายปนกรวดเป็นองค์ประกอบหลัก

- ดินปนเศษหิน (Fragmental) มีเศษหินหรือกรวดขนาดใหญ่มากกว่า 90% โดยปริมาตร

- ดินปนกรวด (Skeletal: Sandy-skeletal / Loamy-skeletal / Clayey-skeletal) มีเศษหินหรือกรวดผสมอยู่มากกว่า 35% โดยปริมาตร จำแนกย่อยตามเนื้อดินในช่องว่าง

2) ประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน (Land Use Types) ครอบคลุมระบบการเกษตรกรรมหลักในพื้นที่ ได้แก่

(1) พื้นที่นา (Paddy field: A1)

(2) พืชไร่ (Upland crops: A2)

(3) ไม้ยืนต้น (Perennial crops: A3)

(4) ไม้ผล (Orchard / Fruit crops: A4)

(5) พืชสวน (Horticulture: A5)

(6) ไร่หมุนเวียน (Shifting cultivation: A6)

(7) เกษตรผสมผสาน / ไร่นาสวนผสม (Integrated farming: A0)

4.1.3 กระบวนการประมวลผลและจัดทำฐานข้อมูลเชิงพื้นที่ (Spatial Database Processing)

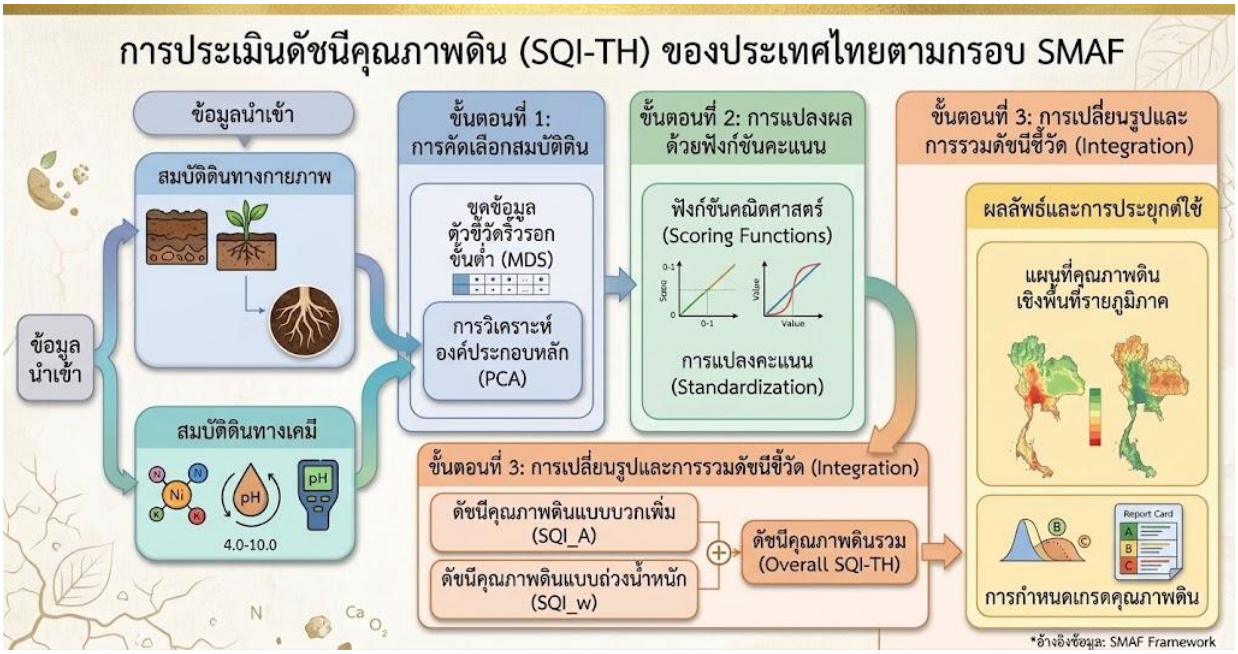
1) การทำความสะอาดและตรวจสอบคุณภาพข้อมูล (Data Cleaning and Outlier Screening) ตรวจสอบความถูกต้องสมบูรณ์ของข้อมูลคุณสมบัติดิน คัดแยกข้อมูลที่มีค่าความคลาดเคลื่อนรุนแรง (Outliers) ออกด้วยวิธีทางสถิติ (เช่น Boxplot Analysis และ Z-score) เพื่อให้ได้ชุดข้อมูลที่มีความน่าเชื่อถือสูง

2) การปรับมาตรฐานเชิงพื้นที่ (Spatial Standardization & Georeferencing) กำหนดระบบพิกัดภูมิศาสตร์เชิงพื้นที่ให้เป็นระบบเดียวกัน ดำเนินการปรับขนาดจุดภาพ (Resizing) ของข้อมูลปัจจัยสิ่งแวดล้อม (Covariates) และข้อมูลภาพดาวเทียมทั้งหมดให้มีความละเอียดเชิงพื้นที่ (Spatial Resolution) เป็นมาตรฐานเดียวกัน (เช่น 10 x 10 เมตร หรือ 30 x 30 เมตร)

3) การออกแบบโครงสร้างฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ (Relational Geodatabase Design) จัดสร้างตารางข้อมูลคุณลักษณะ (Attribute Table) โดยกำหนดรหัสอ้างอิงจุดเก็บตัวอย่าง (Sample ID / Profile ID) เป็นตัวเชื่อมโยงหลัก (Primary Key) ระหว่างตารางผลวิเคราะห์ทางห้องปฏิบัติการกับจุดพิกัดเชิงพื้นที่ (Spatial Points) แปลงค่าสมบัติดินในระดับตัวเลขดิบให้อยู่ในรูป คะแนนข้อจำกัด (Relative Weighting Factor; RWF) ตามเกณฑ์ค่าวิกฤต (Critical Values) ของ SQI-TH เพื่อเตรียมพร้อมสำหรับการคำนวณค่าดัชนีคุณภาพดินโดยรวม (Overall SQI) และนำไปใช้เป็นตัวแปรตอบสนอง (Target Variable) ในแบบจำลองการเรียนรู้ของเครื่อง (Machine Learning Model; ML) ต่อไป

4.2 กรอบแนวทางการประเมินดัชนีคุณภาพดินของประเทศไทย

การประเมินดัชนีคุณภาพดินของประเทศไทย (SQI-TH) ในรายงานฉบับนี้ ได้ประยุกต์ใช้กรอบแนวคิดการประเมินกรอบการประเมินการจัดการดิน (Soil Management Assessment Framework; SMAF) ตามแนวทางของ Andrews *et al.* (2004) ซึ่งเป็นระเบียบวิธีวิจัยที่ได้รับการยอมรับในระดับสากล มีวัตถุประสงค์เพื่อเปลี่ยนรูปข้อมูลคุณสมบัติดินเชิงปริมาณที่ได้จากห้องปฏิบัติการ ให้เป็นค่าคะแนนไร้หน่วยที่สามารถเปรียบเทียบและประมวลผลร่วมกันได้ ขั้นตอนการดำเนินงานภายใต้กรอบ SMAF เพื่อพัฒนาแบบจำลอง SQI-TH แบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอนหลัก ตามที่แสดงในภาพที่ 9



ภาพที่ 9 การประเมินดัชนีคุณภาพดินของประเทศไทย (SQI-TH)

4.2.1 สถาปัตยกรรมข้อมูล (Data Architecture)

โครงสร้างสถาปัตยกรรมข้อมูลสำหรับการประเมินคุณภาพดินและการจัดทำแผนที่เชิงพื้นที่ แบ่งออกเป็น 4 ส่วนหลัก ตามลำดับการไหลของข้อมูล (Data Pipeline)

1) ส่วนนำเข้าข้อมูล (Data Ingestion Layer) การรวบรวมและนำเข้าข้อมูลปฐมภูมิ (Raw Data) จากการสำรวจลักษณะหน้าตัดดินภาคสนามและผลการวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ โดยจัดโครงสร้างข้อมูลตามคุณลักษณะ 3 มิติหลัก ได้แก่ สมบัติทางกายภาพ เคมี และชีวภาพของดิน เพื่อสร้างเป็นชุดข้อมูลสมบัติดินทั้งหมด (Total Data Set; TDS)

2) ส่วนประมวลผลทางสถิติ (Statistical Processing Layer) การนำชุดข้อมูล TDS เข้าสู่กระบวนการลดมิติข้อมูล (Dimensionality Reduction) ด้วยเทคนิคการวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก (Principal Component Analysis; PCA) เพื่อลดความซ้ำซ้อนของตัวแปร (Multicollinearity) และตัดทอนข้อมูลรบกวน (Noise) จนได้ชุดข้อมูลตัวชี้วัดขั้นต่ำ (Minimum Data Set; MDS) ที่มีนัยสำคัญและเป็นตัวแทนในการอธิบายสถานะคุณภาพดินได้อย่างมีประสิทธิภาพ

3) ส่วนการแปลงค่ามาตรฐาน (Standardization Layer) การนำค่าตัวชี้วัดในกลุ่ม MDS มาผ่านการแปลงด้วยฟังก์ชันคณิตศาสตร์แบบไม่เป็นเชิงเส้น (Non-linear Scoring Functions) เพื่อปรับระดับคะแนนของแต่ละตัวชี้วัดให้อยู่ในมาตรวัดมาตรฐานเดียวกัน (0.0 - 1.0) ที่ไม่มีหน่วย ช่วยให้สามารถบูรณาการและเปรียบเทียบข้อมูลสมบัติดินที่มีหน่วยวัดแตกต่างกันได้อย่างถูกต้องตามหลักวิทยาศาสตร์

4) ส่วนส่งออกดัชนีและการประยุกต์ใช้เชิงพื้นที่ (Output & Spatial Application Layer) การคำนวณคะแนนมาตรฐานผ่านสมการถ่วงน้ำหนักความสำคัญ (Weighted Soil Quality Index; SQI_W) เพื่อสร้างค่าดัชนีคุณภาพดินรวมเดี่ยว (Single-value Index) สำหรับใช้เป็นชุดข้อมูลตัวแปรตอบสนอง (Target/Training Dataset) ในการฝึกฝนแบบจำลองการเรียนรู้ของเครื่อง (Machine Learning Model; ML) ร่วมกับตัวแปรสิ่งแวดล้อม เพื่อจัดทำแผนที่คุณภาพดินดิจิทัล (Digital Soil Mapping) ในระดับภูมิภาคต่อไป

4.2.2 การคัดเลือกชุดข้อมูลสมบัติดินขั้นต่ำ (Minimum Data Set; MDS Selection)

ชุดพารามิเตอร์สมบัติดินขั้นต่ำ (Minimum Data Set; MDS) ทั้ง 10 ตัวชี้วัดนี้ (ตารางที่ 2) ครอบคลุมการประเมินคุณภาพดิน (Soil Quality Index; SQI) ทั้งด้านความอุดมสมบูรณ์ทางเคมีและโครงสร้างทางกายภาพได้อย่างครบถ้วน รายละเอียดและบทบาทหน้าที่ของแต่ละตัวชี้วัด ดังนี้

ตารางที่ 7 ชุดพารามิเตอร์สมบัติดินขั้นต่ำ

กลุ่มสมบัติดิน	ตัวชี้วัด (Indicator)	หน่วยวัดทั่วไป	บทบาทและหน้าที่หลัก
เคมี (Chemical)	1. Soil pH	-	บ่งชี้ความเป็นกรด-ด่าง และการละลายตัว/การใช้ประโยชน์ได้ของธาตุอาหารพืช
	2. Electrical Conductivity of the saturated paste Extract (ECe)	dS/m	บ่งชี้ความเค็ม ปริมาณเกลือที่ละลายน้ำได้ และความเครียดออสโมติกของรากพืช
	3. Organic Matter (OM)	%	แหล่งสะสมธาตุอาหาร คาร์บอนอินทรีย์ และตัวปรับโครงสร้างดิน
	4. Available Phosphorus (Avail. P)	mg/kg	ธาตุอาหารหลักที่พืชดูดกินได้ ช่วยการพัฒนาระบบรากและการสร้างพลังงาน
	5. Exchangeable Potassium (Exch. K)	mg/kg หรือ cmol/kg	ธาตุอาหารหลักควบคุมสมดุลน้ำและการเปิด-ปิดปากใบของพืช

ตารางที่ 7 ชุดพารามิเตอร์สมบัติดินขั้นต่ำ **(ต่อ)**

กลุ่มสมบัติดิน	ตัวชี้วัด (Indicator)	หน่วยวัดทั่วไป	บทบาทและหน้าที่หลัก
เคมี (Chemical)	6. Cation Exchange Capacity (CEC)	cmol/kg	ขีดความสามารถในการดูดยึดและแลกเปลี่ยนประจุบวกของธาตุอาหารในดิน
	7. Base Saturation (%BS)	%	สัดส่วนของแคตไอออนเบสต่อ CEC ทั้งหมด สะท้อนความชะล้างและความพร้อมของธาตุอาหารหลัก
กายภาพ (Physical)	8. Bulk Density (BD)	g/cm³	บ่งชี้ความหนาแน่น การอัดแน่นของดิน และอุปสรรคต่อการชอนไชของราก
	9. Available Water Capacity (AWC)	% by vol / wt	ความสามารถในการกักเก็บน้ำที่เป็นประโยชน์ต่อการเจริญเติบโตของพืช
	10. Saturated Hydraulic Conductivity (K_{sat})	cm/hr หรือ m/day	ความสามารถในการซึมผ่านและการระบายน้ำของดินในสภาวะอิ่มตัวด้วยน้ำ

เนื่องจากการตรวจวิเคราะห์คุณสมบัติดินทั้งหมดมีค่าใช้จ่ายสูงและใช้เวลานาน กรอบ SMAF จึงกำหนดให้มีการคัดเลือกชุดข้อมูลตัวชี้วัดขั้นต่ำ (Minimum Data Set; MDS) ซึ่งเป็นตัวแทนของคุณสมบัติดินที่มีความไว (Sensitivity) ต่อการจัดการพื้นที่และสภาพแวดล้อมมากที่สุด โดยกระบวนการคัดเลือกในระบบ SQI-TH ดำเนินการผ่าน 2 แนวทางหลัก ดังนี้

1) แนวทางอิงหลักปฐพีวิทยาและข้อจำกัดเชิงพื้นที่

แนวทางนี้อาศัยองค์ความรู้สะสมทางปฐพีวิทยา (Pedological Knowledge) บริบทเชิงพื้นที่ของประเทศไทย และแนวทางผู้เชี่ยวชาญผู้เชี่ยวชาญ (Expert Opinion) โดยอิงจากฐานข้อมูลและการจัดจำแนกชุดดินของกรมพัฒนาที่ดิน การเลือกตัวชี้วัดในลักษณะนี้จะมุ่งเน้นไปที่ "ปัจจัยจำกัดของดิน (Soil Constraints)" ที่ที่ส่งผลกระทบโดยตรงต่อระบบนิเวศและการผลิตทางการเกษตรของประเทศไทย อ้างอิงตามฐานข้อมูลอนุกรมวิธานดินของกรมพัฒนาที่ดิน เช่น

(1) ภาคกลาง (พื้นที่ราบลุ่มแม่น้ำ) มุ่งเน้นตัวชี้วัดด้านเคมี เช่น ค่าพีเอชของดิน (soil pH) และความเป็นประโยชน์ของฟอสฟอรัส (Available P) เนื่องจากประสบปัญหาดินกรดจัด (Acid Sulfate Soils) และการตรึงฟอสฟอรัสในดิน รวมถึงความหนาแน่นรวม (Bulk Density)

(2) ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ มุ่งเน้นตัวชี้วัดความเค็มของดิน (Electrical Conductivity; EC_e) เพื่อควบคุมการแพร่กระจายของคราบเกลือ และเนื้อดิน (Soil Texture) และปริมาณอินทรียวัตถุ (OM) เนื่องจากพื้นฐานเป็นดินทรายที่มีความสามารถในการกักเก็บธาตุอาหารและน้ำต่ำมาก

(3) ภาคเหนือและภาคใต้ (พื้นที่ลาดชันและเขตฝนชุก) มุ่งเน้นตัวชี้วัด เสถียรภาพของเม็ดดิน (Aggregate Stability) เพื่อประเมินความเสี่ยงต่อการชะล้างพังทลายของดิน (Soil Erosion) และการสูญเสียประจุบวกพื้นฐาน (CEC) จากการชะล้างด้วยน้ำฝน

วิธีนี้มีความถูกต้องตามสภาพความเป็นจริงในภาคสนามสูง แต่อาจมีความลำเอียง (Bias) ของผู้เชี่ยวชาญแต่ละบุคคล และไม่สามารถบ่งชี้ค่าน้ำหนักเชิงตัวเลขที่ชัดเจนได้

2) แนวทางสถิติตัวแปรพหุ

การวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก (Principal Component Analysis; PCA) จากข้อมูลคุณสมบัติดินทั้งหมด โดยเลือกเฉพาะองค์ประกอบหลัก (PC) ที่มีค่าลักษณะเฉพาะ (Eigenvalue) มากกว่าหรือเท่ากับ 1.0 และในแต่ละองค์ประกอบหลัก จะคัดเลือกเฉพาะตัวชี้วัดที่มีค่าความถ่วงจำเพาะของตัวแปร (Factor Loading) สูงที่สุดมาอยู่ในกลุ่ม MDS เพื่อลดความลำเอียงและเพิ่มความน่าเชื่อถือทางวิทยาศาสตร์ ระบบ SQI-TH จึงใช้การวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก ซึ่งเป็นเทคนิคการลดมิติข้อมูลโดยยังคงรักษาความแปรปรวน (Variance) ของข้อมูลส่วนใหญ่เอาไว้ มีขั้นตอนเชิงคณิตศาสตร์และเกณฑ์การคัดเลือก ดังนี้

(1) เกณฑ์การคัดเลือกองค์ประกอบหลัก (PC Selection) เมื่อนำข้อมูลคุณสมบัติดินทั้งหมดมาวิเคราะห์ PCA โปรแกรมสถิติจะคำนวณค่า Eigenvalue (ค่าลักษณะเฉพาะที่แสดงถึงปริมาณความแปรปรวนที่ PC นั้นๆ สามารถอธิบายได้ ดังนี้

- เกณฑ์ Kaiser Criterion จะเลือกเฉพาะองค์ประกอบหลัก (PC) ที่มีค่า Eigenvalue ≥ 1.0 เท่านั้น เนื่องจาก PC นั้นมีอำนาจในการอธิบายข้อมูลได้มากกว่าตัวแปรเดี่ยวมาตรฐาน 1 ตัวแปร

- PC ที่มีค่า Eigenvalue น้อยกว่า 1.0 จะถูกตัดทิ้งจากการวิเคราะห์เนื่องจากไม่มีนัยสำคัญเพียงพอ

(2) การคัดเลือกตัวแปรภายในแต่ละ PC (Factor Loading Analysis) ในแต่ละ PC ที่ผ่านเกณฑ์จะมีค่า Factor Loading (ค่าความถ่วงจำเพาะของตัวแปรที่มีค่าตั้งแต่ -1 ถึง 1) ซึ่งสะท้อนถึงระดับความสัมพันธ์ระหว่างคุณสมบัติดินนั้นๆ กับแกน PC

- การกำหนดกลุ่มตัวแปรที่มีประสิทธิภาพสูง (Highly Weighted Variables) ในแต่ละ PC จะคัดเลือกเฉพาะตัวแปรที่มีค่า Factor Loading สูงที่สุด (พิจารณาจากค่าสัมบูรณ์) หรือตัวแปรที่มีค่าอยู่ในช่วงร้อยละ 10 ของค่าสูงสุด

- กรณีมีตัวแปรผ่านเกณฑ์ตัวเดียว ตัวแปรนั้นจะถูกเลือกเข้าสู่กลุ่ม MDS ทันที

- กรณีมีหลายตัวแปรผ่านเกณฑ์พร้อมกันใน PC เดียวกัน จะทำการทดสอบความสัมพันธ์เชิงเส้นระหว่างกัน (Correlation Analysis) หากตัวแปรเหล่านั้นมีความสัมพันธ์กันสูง ($r > 0.60$) จะคัดเลือก เพียงตัวแปรเดียวที่มีค่า Factor Loading สูงที่สุด หรือตัวแปรที่วิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการได้ง่ายที่สุดเข้าสู่ MDS เพื่อลดความซ้ำซ้อน (Redundancy)

- หากตัวแปรเหล่านั้นไม่มีความสัมพันธ์กัน ($r \leq 0.60$) แม้จะอยู่ใน PC เดียวกัน ก็จะถูกเลือกเข้าสู่ MDS ทั้งหมด เนื่องจากถือว่าทำหน้าที่ต่างกันในระบบนิเวศดิน

4.2.3 การแปลงค่าตัวชี้วัดและการให้คะแนน (Indicator Interpretation and Scoring Functions)

เนื่องจากตัวชี้วัดแต่ละตัวมีหน่วยวัดที่แตกต่างกัน (เช่น ความหนาแน่นรวมมีหน่วยเป็น g/cm^3 ขณะที่อินทรียวัตถุมีหน่วยเป็น %) จึงต้องนำค่าตัวเลขดิบมาแปลงสภาพ (Standardization) ให้เป็นคะแนนที่มีค่าระหว่าง 0 ถึง 1 โดยอิงตามขีดความสามารถในการทำหน้าที่ของดิน (Soil Function) ผ่านฟังก์ชันคณิตศาสตร์ (Scoring Functions) 3 รูปแบบหลักของตัวชี้วัด ดังนี้

1) ฟังก์ชันแบบยิ่งมากยิ่งดี (More is Better) ใช้กับตัวชี้วัดที่ส่งผลดีต่อผลผลิตและระบบนิเวศดินเมื่อมีปริมาณเพิ่มขึ้น เช่น อินทรียวัตถุในดิน (SOM) ความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวก (CEC) และธาตุอาหารพืช (P และK) โดยแปลงค่าผ่านสมการ Sigmoid curve

$$S = \frac{1}{1+e^{-b(x-a)}}$$

โดยที่ S คือ คะแนนคุณภาพดิน (0–1)

x คือ ค่าของคุณสมบัติดินที่วัดได้

a คือ ค่ากึ่งกลางของคุณสมบัติดินที่ทำให้ได้คะแนน 0.5, และ

b คือ ค่าความลาดชันของเส้นโค้ง

2) ฟังก์ชันแบบยิ่งน้อยยิ่งดี (Less is Better) ใช้กับตัวชี้วัดที่หากมีค่าสูงเกินไปจะส่งผลเสียหรือขัดขวางการเจริญเติบโตของพืช เช่น ความหนาแน่นรวมของดิน (Bulk Density; BD) ซึ่งสะท้อนการอัดแน่นของดิน และความเค็มของดิน (Electrical Conductivity; EC)

3) ฟังก์ชันแบบมีช่วงค่าที่เหมาะสม (Optimum) ใช้กับตัวชี้วัดที่จะให้คุณภาพดินดีที่สุด ณ ช่วงค่าเฉพาะเจาะจงค่าหนึ่ง หากต่ำกว่าหรือสูงกว่าช่วงดังกล่าวจะส่งผลเสีย ตัวชี้วัดที่สำคัญที่สุดในกลุ่มนี้คือ ค่าพีเอชของดิน (Soil pH) ซึ่งช่วงที่เหมาะสมที่สุดสำหรับพืชเศรษฐกิจส่วนใหญ่ของไทยจะอยู่ที่ช่วงประมาณ 5.5 - 6.5

4.2.4 การบูรณาการและรวมดัชนีคุณภาพดิน (Indicator Integration & Overall SQI-TH)

ขั้นตอนสุดท้ายคือการนำคะแนนที่ผ่านการแปลงสภาพของทุกตัวชี้วัดใน MDS มารวมกันเพื่อคำนวณหาค่า ดัชนีคุณภาพดินรวม (Overall Soil Quality Index; SQI-TH) เพื่อส่งออกผลลัพธ์เป็นค่าดัชนีเดี่ยวที่สามารถใช้อธิบายระดับความสมบูรณ์ของดินในเชิงพื้นที่ได้ โดยวิธีนี้กำหนดทางเลือกในการคำนวณไว้ 2 รูปแบบ เพื่อความยืดหยุ่นในการวิเคราะห์

1) ดัชนีคุณภาพดินแบบบวกเพิ่มเท่ากัน (Additive Soil Quality Index; SQI_A) เป็นวิธีที่คำนวณโดยหาค่าเฉลี่ยทางคณิตศาสตร์อย่างง่าย เหมาะสำหรับพื้นที่ที่มีปัจจัยควบคุมคุณภาพดินใกล้เคียงกันทุกมิติ

$$SQI_A = \frac{\sum_{i=1}^{n} S_i}{n}$$

โดยที่ S_i คือ คะแนนของตัวชี้วัดตัวที่ i

n คือ จำนวนตัวชี้วัดทั้งหมดใน MDS

2) ดัชนีคุณภาพดินแบบถ่วงน้ำหนัก (Weighted Soil Quality Index; SQI_w) เป็นวิธีที่มีความแม่นยำทางปฐพีศาสตร์สูงกว่า เนื่องจากให้ความสำคัญกับตัวชี้วัดแต่ละตัวไม่เท่ากัน โดยค่านั่งน้ำหนัก (Wi) จะได้มาจากร้อยละของความแปรปรวน (Percentage of Variance) ขององค์ประกอบหลัก (PC) นั้นๆ จากผลวิเคราะห์ PCA

$$SQI_W = \sum_{i=1}^{n} Wi*Si$$

โดยที่ W_i คือ ค่าน้ำหนักของตัวชี้วัดตัวที่ *i* (โดยผลรวมของค่าน้ำหนักทั้งหมด $\sum_i = 1$)

S_i คือ คะแนนของตัวชี้วัดตัวที่ i

ค่า SQI-TH ที่คำนวณได้สุดท้ายจะถูกจัดเกรดคุณภาพดินออกเป็น 5 ระดับ (ตั้งแต่เสื่อมโทรมรุนแรงมาก ไปจนถึงคุณภาพดีเยี่ยม) เพื่อนำไปส่งต่อให้ระบบแบบจำลองแมชชีนเลิร์นนิ่งในขั้นวิเคราะห์พื้นที่รายภูมิภาคต่อไป

4.3 วิธีดำเนินการ

การดำเนินงานภาคสนามในปีงบประมาณ 2569 โดยกลุ่มศึกษาและวิเคราะห์สถานการณ์ทรัพยากรดิน กรมพัฒนาที่ดิน มีวัตถุประสงค์เพื่อสำรวจและจัดทำข้อมูลคุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของดินตามสภาพพื้นที่ สำหรับใช้เป็นชุดข้อมูลอ้างอิงภาคพื้นดิน (Ground Truth Data) ในการฝึกฝนแบบจำลอง (Model Training) และการตรวจสอบความถูกต้องแม่นยำ (Validation) ของแผนที่คุณภาพดินดิจิทัลระดับประเทศ โดยมีรายละเอียดวิธีดำเนินการ ดังนี้

4.3.1 กำหนดขอบเขตและแปลงศึกษาตัวแทนระดับประเทศ (Spatial Scope and Representative Study Sites)

การคัดเลือกพื้นที่ศึกษาใช้แปลงทดลองและแปลงติดตามสถานการณ์ดินภายในสถานีพัฒนาที่ดินทั่วประเทศ รวมถึงศูนย์ศึกษาการพัฒนาอันเนื่องมาจากพระราชดำริและศูนย์วิจัยการอนุรักษ์ดินและน้ำ ภายใต้การกำกับดูแลของกรมพัฒนาที่ดินเป็นพื้นที่ตัวแทนหลัก เพื่อให้ครอบคลุมความผันแปรของสภาพภูมิประเทศ ระบบนิเวศเกษตร และภูมิอากาศของประเทศไทย

1) เกณฑ์การกระจายจุดศึกษา กำหนดจุดศึกษาจำนวนรวม 140 จุดศึกษา (Mini-pit Sites) โดยกระจายตามสัดส่วนของกลุ่มเนื้อดินหลัก (Particle-size classes) และประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินทางการเกษตรหลัก 7 ประเภท (A0 - A6) เพื่อให้เป็นตัวแทนเชิงพื้นที่อย่างสมบูรณ์

2) การบันทึกพิกัดภูมิศาสตร์ บันทึกตำแหน่งจุดเก็บตัวอย่างทุกจุดด้วยเครื่องระบุตำแหน่งบนพื้นโลก (GPS Receiver) ความละเอียดสูงในระบบพิกัดสากล เพื่อใช้ในการเชื่อมโยงเชิงพื้นที่กับชุดข้อมูลตัวแปรสิ่งแวดล้อม (Environmental Covariates)

4.3.2 สำรวจและเก็บตัวอย่างดิน (Soil Profile Investigation and Mini-pit Sampling)

ขั้นตอนการสำรวจและเก็บตัวอย่างดินภาคสนามแบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอนหลักตามมาตรฐานการสำรวจจำแนกดินของกรมพัฒนาที่ดิน

1) การสำรวจและตรวจสอบลักษณะชุดดิน

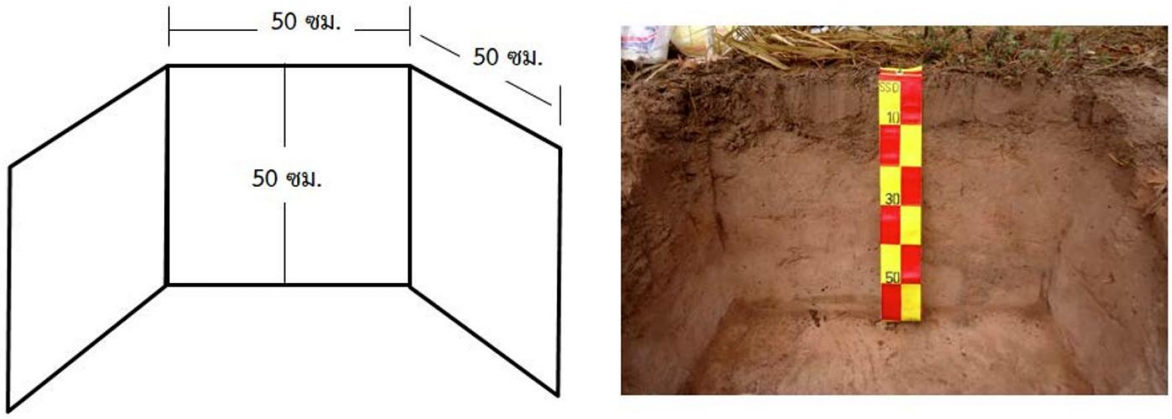
(1) ใช้สว่านเจาะดิน (Soil Auger) เจาะสำรวจดินลงไปถึงระดับความลึกอย่างน้อย 180 เซนติเมตร (หรือจนถึงชั้นหินพื้น/ชั้นจำกัดการหยั่งรากพืช)

(2) ตรวจสอบความต่อเนื่องของชั้นดิน การเปลี่ยนระดับสีดิน จุดประ (Mottles) ปริมาณเศษหินปะปน และระดับน้ำใต้ดินภาคสนาม เพื่อยืนยันความถูกต้องของหน่วยแผนที่ดิน (Soil Series Validation) ให้ตรงกับฐานข้อมูลอนุกรมวิธานดินมาตราส่วน 1:25,000

2) การเปิดหลุมหน้าตัดดินขนาดเล็ก

(1) ทำการขุดเปิดหลุมหน้าตัดดินขนาดเล็ก (Mini-pit) ขนาด กว้าง 50 × ยาว 50 × ลึก 50 เซนติเมตร (ภาพที่ 10) ณ ตำแหน่งที่เป็นตัวแทนของแปลงศึกษา

(2) ตกแต่งผนังหน้าตัดดินด้านที่รับแสงธรรมชาติ บันทึกการเรียงชั้นดิน โครงสร้างดิน (Soil Structure) ความแน่นทึบ การกระจายตัวของรากพืช และสัญญาณการเสื่อมโทรมทางกายภาพ



ภาพที่ 10 หลุมหน้าตัดดินขนาดเล็ก ขนาดกว้าง 50 เซนติเมตร ยาว 50 เซนติเมตร และลึก 50 เซนติเมตร

3) เก็บตัวอย่างดินเพื่อการวิเคราะห์ทางห้องปฏิบัติการ (Soil Sampling Protocol) เก็บตัวอย่างดินแบ่งออกเป็น 2 ช่วงความลึกมาตรฐาน เพื่อประเมินคุณภาพดินทั้งชั้นที่มีกิจกรรมทางการเกษตรเข้มข้นและชั้นดินรองรับน้ำหนัก ได้แก่

1) ดินชั้นบน/ชั้นไถพรวน (Surface Soil) สำหรับประเมินความอุดมสมบูรณ์ ปริมาณอินทรียวัตถุ ธาตุอาหารพืช และความเสี่ยงต่อการเสื่อมโทรมของหน้าดิน

2) ดินชั้นล่าง (Subsurface Soil) สำหรับประเมินคุณสมบัติการอุ้มน้ำ การสะสมของอนุภาคดินเหนียว ข้อจำกัดของความเป็นกรด-ด่าง และการกักเก็บธาตุอาหารใต้ชั้นไถพรวน

4.3.3 วิเคราะห์สมบัติของดินในห้องปฏิบัติการ (Laboratory Analysis) ตัวอย่างดินที่เก็บรวบรวมนำมาเตรียมและวิเคราะห์สมบัติตามวิธีมาตรฐานทางปฐพีวิทยา ดังนี้

1) สมบัติทางกายภาพของดิน (Physical Properties)

(1) การกระจายขนาดอนุภาคดินและสัดส่วนอนุภาคทราย (Soil Texture & Sand Fractions) วิเคราะห์สัดส่วนทราย ทรายแป้ง และดินเหนียว

(2) ความหนาแน่นรวมของดิน (Bulk Density)

(3) ค่าสัมประสิทธิ์การนำน้ำของดิน (Hydraulic Conductivity)

(4) ปริมาณน้ำที่เป็นประโยชน์ต่อพืช ((Available Water Capacity; AWC)

2) สมบัติทางเคมีของดิน (Chemical Properties)

(1) ความเป็นกรด-ด่างของดิน (Soil pH)

(2) อินทรีย์คาร์บอน (Organic Carbon)

(3) ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (Available P)

(4) โพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ (Available K)

(5) ความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออน (Cation Exchange Capacity; CEC)

(6) ค่าการนำไฟฟ้า (Electrical Conductivity; ECe)

4.3.4 ประมวลผลและจัดทำฐานข้อมูลเชิงพื้นที่ (Spatial Database Processing)

1) การทำความสะอาดและตรวจสอบคุณภาพข้อมูล ตรวจสอบความถูกต้องสมบูรณ์ของข้อมูลคุณสมบัติดิน คัดแยกข้อมูลที่มีค่าความคลาดเคลื่อนรุนแรง เพื่อให้ได้ชุดข้อมูลที่มีความน่าเชื่อถือสูง

2) การปรับมาตรฐานเชิงพื้นที่ กำหนดระบบพิกัดภูมิศาสตร์เชิงพื้นที่ให้เป็นระบบเดียวกัน ดำเนินการปรับขนาดจุดภาพ ของข้อมูลปัจจัยสิ่งแวดล้อม และข้อมูลภาพดาวเทียมทั้งหมดให้มีความละเอียดเชิงพื้นที่ เป็นมาตรฐานเดียวกัน

3) จัดสร้างตารางข้อมูลคุณลักษณะ โดยกำหนดรหัสอ้างอิงจุดเก็บตัวอย่างเป็นตัวเชื่อมโยงหลักระหว่างตารางผลวิเคราะห์ทางห้องปฏิบัติการกับจุดพิกัดเชิงพื้นที่ แปลงค่าสมบัติดินในระดับตัวเลขดิบให้อยู่ในรูปคะแนนข้อจำกัด (Relative Weighting Factor; RWF) ตามเกณฑ์ค่าวิกฤตของ SQI-TH เพื่อเตรียมพร้อมสำหรับการคำนวณค่าดัชนีคุณภาพดินโดยรวม (Overall SQI) และนำไปใช้เป็นตัวแปรตอบสนอง (Target Variable) ในแบบจำลองการเรียนรู้ของเครื่อง (Machine Learning Model; ML) ต่อไป

4.3.5 การแปลงค่าตัวชี้วัดและการให้คะแนน (Indicator Interpretation and Scoring Functions)

เนื่องจากตัวชี้วัดแต่ละตัวมีหน่วยวัดที่แตกต่างกัน (เช่น ความหนาแน่นรวมมีหน่วยเป็น g/cm^3 ขณะที่อินทรียวัตถุมีหน่วยเป็น %) จึงต้องนำค่าตัวเลขดิบมาแปลงสภาพ (Standardization) ให้เป็นคะแนนที่มีค่าระหว่าง 0 ถึง 1 โดยอิงตามขีดความสามารถในการทำหน้าที่ของดิน (Soil Function) ผ่านฟังก์ชันคณิตศาสตร์ (Scoring Functions)

4.3.6 คัดเลือกชุดข้อมูลสมบัติดินขั้นต่ำ (Minimum Data Set; MDS Selection)

ชุดพารามิเตอร์สมบัติดินขั้นต่ำ (Minimum Data Set; MDS) ทั้ง 10 ตัวชี้วัดนี้ (ตารางที่ 2) ครอบคลุมการประเมินคุณภาพดิน (Soil Quality Index; SQI) ทั้งด้านความอุดมสมบูรณ์ทางเคมีและโครงสร้างทางกายภาพได้อย่างครบถ้วน

4.3.7 จัดทำแผนที่คุณภาพดินของประเทศไทย (Soil Quality Index; SQI)

การจัดทำแผนที่คุณภาพดินของประเทศไทยจัดทำด้วยวิธีการนำค่าดัชนีคุณภาพดินโดยรวม (Overall SQI) ที่ประเมินได้จากชุดข้อมูลสมบัติดินขั้นต่ำ (MDS) มากำหนดเป็นตัวแปรตอบสนอง (Target Variable) เพื่อประมวลผลร่วมกับชุดตัวแปรทำนายเชิงพื้นที่ (Spatial Predictors) ซึ่งประกอบด้วยข้อมูลปัจจัยแวดล้อม จากนั้นจึงนำชุดข้อมูลดังกล่าวไปฝึกฝนและปรับแต่งค่าพารามิเตอร์ของแบบจำลองการเรียนรู้ของเครื่อง (Machine Learning Model) เพื่อวิเคราะห์หารูปแบบความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ที่ซับซ้อนระหว่างตัวแปรสิ่งแวดล้อมกับระดับคุณภาพดินเพื่อให้ได้แบบจำลองที่มีความน่าเชื่อถือสูงสุด จึงดำเนินการตรวจสอบและประเมินความแม่นยำ เพื่อป้องกันปัญหาการเรียนรู้จำเพาะ (Overfitting) ก่อนนำแบบจำลองที่ดีที่สุดไปดำเนินการประมาณค่าเชิงพื้นที่ (Spatial Prediction) ในบริเวณที่ไม่มีจุดสำรวจ ให้ครอบคลุมพื้นที่เกษตรกรรมทั่วประเทศไทย และผลิตผลลัพธ์ออกมาเป็นชั้นข้อมูลราสเตอร์ ในขั้นสุดท้าย ค่าดัชนีคุณภาพดินแบบต่อเนื่อง (คะแนน 0 ถึง 1) จะถูกนำมาจำแนกเป็นระดับชั้นคุณภาพดินตามเกณฑ์มาตรฐาน ได้แก่ คุณภาพดินระดับต่ำมาก ต่ำ ปานกลาง สูง และสูงมาก เพื่อจัดทำเป็นแผนที่จำแนกเขตคุณภาพดิน (Soil Quality Zonation) ของประเทศไทย

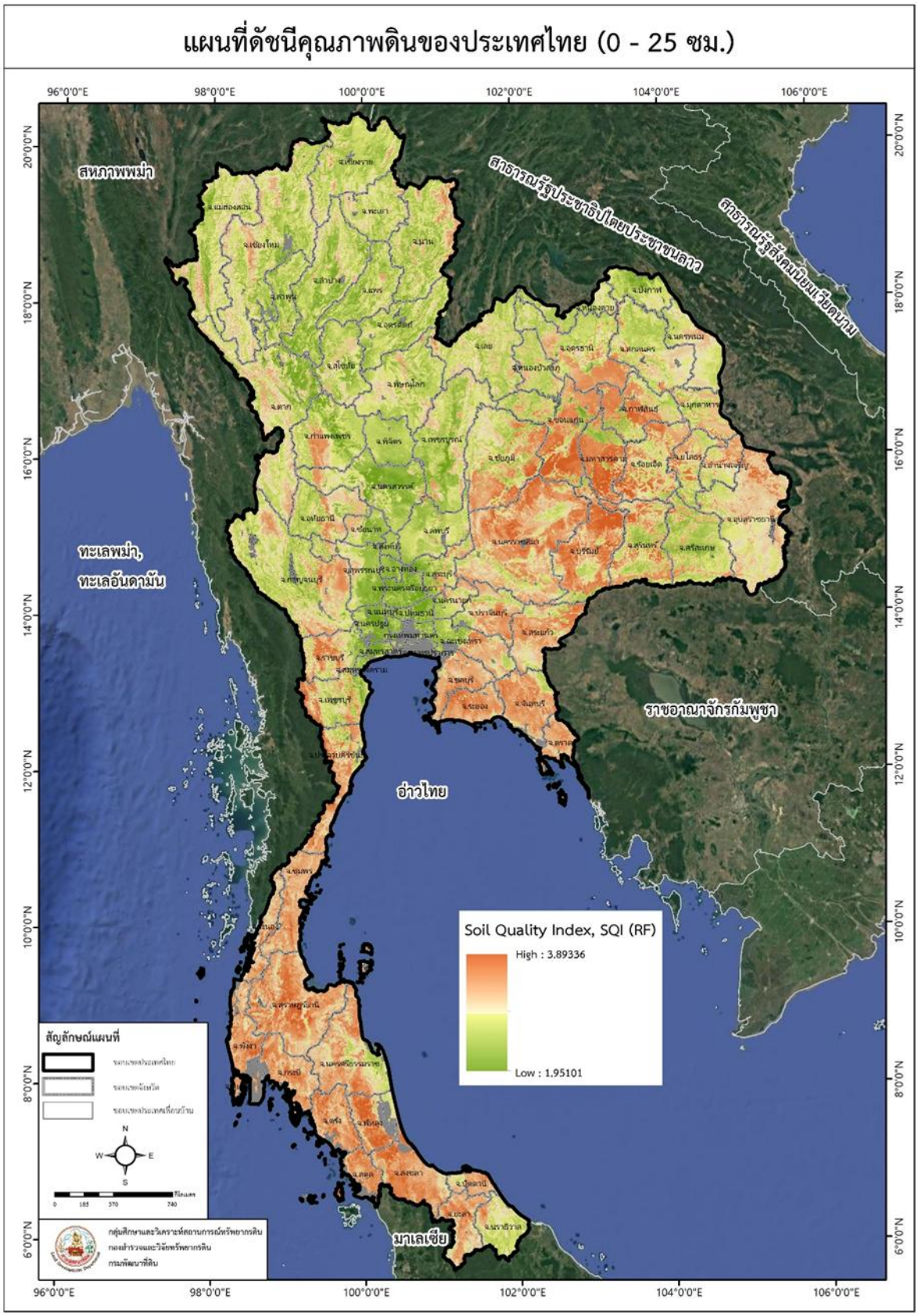
บทที่ 5 ผลดำเนินงาน

5.1 คุณภาพดินของประเทศไทย

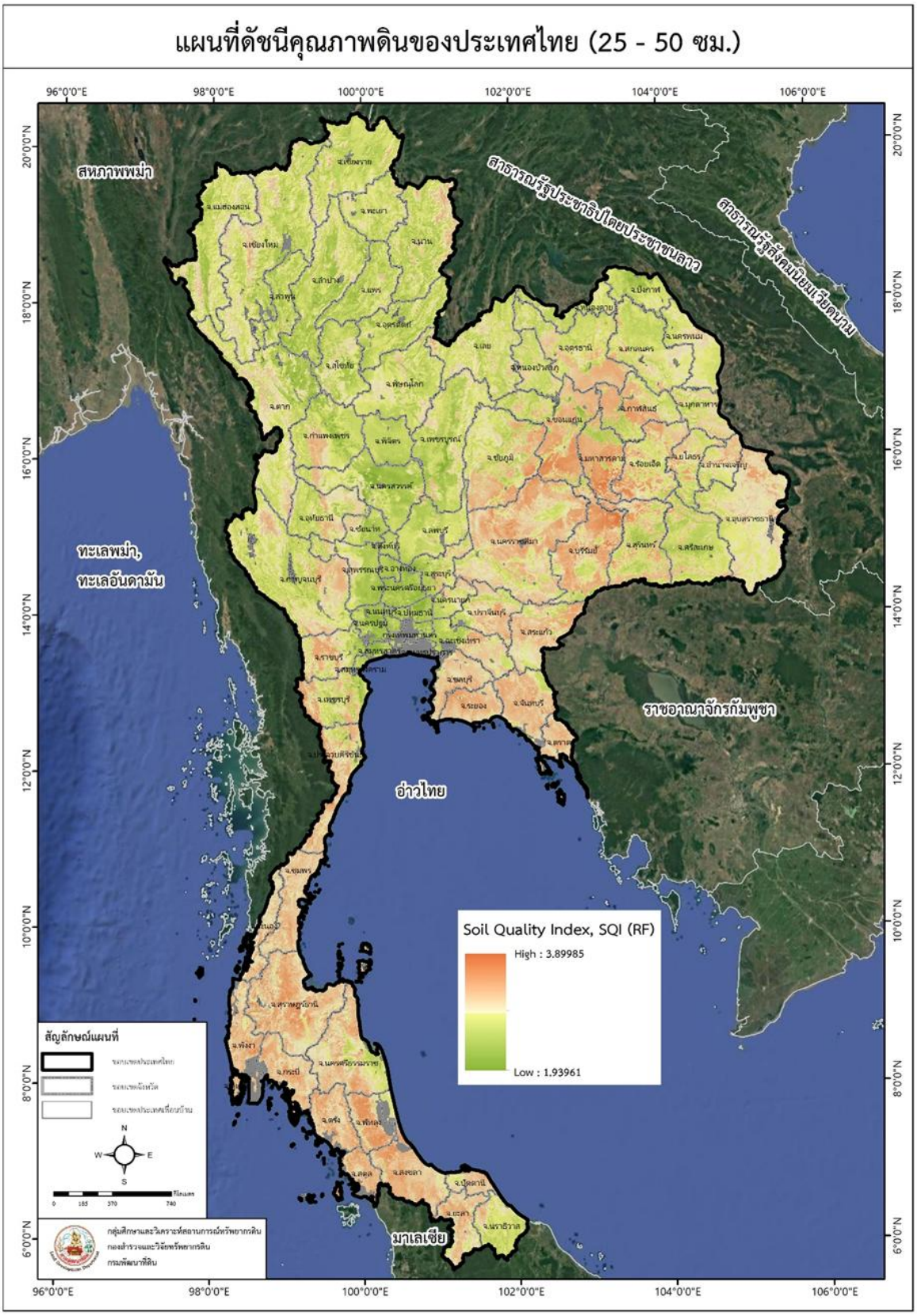
การประเมินคุณภาพดินของประเทศโดยใช้ค่าดัชนีชี้วัดคุณภาพดิน (SQI value) ตามแนวทางวิเคราะห์โดยใช้วิธี (Soil Management Assessment Framework; SMAF) สำหรับการกำหนดสมบัติดินที่จะประเมินเป็นดัชนีชี้วัดคุณภาพดิน หรือที่เรียกว่า MDS โดยจะกำหนดให้ พีเอชดิน (pH) ค่าการนำไฟฟ้าของดิน (EC_e) อินทรีวัตถุ (OM) ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่อพืช (Avail.P) โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (Exch.K) ความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออน (CEC) ร้อยละความอิ่มตัวเบส (BS) ความหนาแน่นรวมของดิน (BD) ความจุความชื้นที่เป็นประโยชน์ (AWC) และสัมประสิทธิ์การนำน้ำของดินอิ่มตัว (K_{sat}) เป็น MDS ด้วยสมบัติดินในข้างต้นเป็นสมบัติดินที่กรมพัฒนาที่ดินมีศักยภาพในการวิเคราะห์ในเชิงพื้นที่ และมีห้องปฏิบัติการครอบคลุมทุกภูมิภาค เพียงพอต่อการติดตามคุณภาพดินในระดับจังหวัด

จากผลการประเมินดัชนีชี้วัดคุณภาพดิน (SQI) ที่ระดับความลึกของดินชั้นบน 0-25 เซนติเมตร และดินชั้นล่าง 25-50 เซนติเมตร โดยใช้ข้อมูลย้อนหลังทั้งหมด 1,413 จุด ร่วมกับการสำรวจดินภาคสนามโดยดำเนินการในสถานีพัฒนาที่ดินจังหวัดทั้งสิ้น 114 จุด และได้กำหนดคะแนน (RWF, relative weighting factors) ของแต่ละสมบัติดิน แล้วเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐาน (Shukla *et al.,* 2004) ของสมบัติดินบางรายการซึ่งเป็นค่ามาตรฐานของดินเขตร้อนและดินประเทศไทย

การประมาณค่าดัชนีชี้วัดคุณภาพดิน (Estimate soil quality index) จากข้อมูลระดับจุดศึกษาสู่ข้อมูลเชิงพื้นที่ ซึ่งจะเป็นการช่วยขยายผล (upscaling) ของข้อมูล ลดระยะเวลาในการศึกษา โดยการใช้แมชชีนเลิร์นนิ่ง (Machine Learning; ML) เพื่อเป็นเครื่องมือสำหรับการทำนายและการทำแผนที่ดินแบบดิจิทัล ด้วยอัลกอริทึมแรนดอมฟอเรส (Random Forest; RF) ดังแสดงตามภาพที่ 11 และ 12 จากนั้นแบ่งระดับคุณภาพดินออกเป็น 5 ระดับตามศักยภาพในการรักษาผลผลิตให้ยั่งยืนโดยใช้ค่าดัชนีชี้วัดคุณภาพดิน (SQI value) ดังแสดงตามภาพที่ 13 และ 14



ภาพที่ 11 แผนที่ดัชนีคุณภาพที่ดิน (SQI) ของประเทศไทย (ดินบน 0-25 ซม.)



ภาพที่ 12 แผนที่ดัชนีคุณภาพที่ดิน (SQI) ของประเทศไทย (ดินล่าง 25-50 ซม.)

การประเมินระดับคุณภาพดินของประเทศไทย (ตารางที่ 8) จำแนกออกเป็น 5 ระดับ (ภาพที่ 13 และ 14) จากการศึกษาพบว่า คุณภาพดินส่วนใหญ่ของประเทศทั้งในชั้นดินบนและชั้นดินล่างเผชิญปัญหาเสื่อมโทรมอย่างรุนแรง โดยในชั้นดินบน (0-25 ซม.) พื้นที่ส่วนใหญ่ร้อยละ 43.49 (139,460,611 ไร่) จัดอยู่ในเกณฑ์เสื่อมโทรมขั้นวิกฤต (ระดับ 4) รองลงมาคือคุณภาพดินระดับปานกลางหรือเฝ้าระวัง (ระดับ 3) มีสัดส่วนร้อยละ 20.01 (64,158,368 ไร่) ในขณะที่พื้นที่คุณภาพดินระดับสูงหรือเหมาะสม (ระดับ 2) ต่อการผลิตพืชและการใช้ประโยชน์ที่ดินอย่างยั่งยืน (Sustainable) มีสัดส่วนเพียงร้อยละ 0.37 (1,195,121 ไร่)

สำหรับในชั้นดินล่าง (25-50 ซม.) มีแนวโน้มสัดส่วนคุณภาพดินที่ใกล้เคียงกัน โดยพื้นที่ส่วนใหญ่ร้อยละ 43.43 (139,283,159 ไร่) อยู่ในเกณฑ์เสื่อมโทรมขั้นวิกฤต (ระดับ 4) รองลงมาคือคุณภาพดินระดับปานกลางหรือเฝ้าระวัง (ระดับ 3) ร้อยละ 20.09 (64,417,268 ไร่) และมีเพียงร้อยละ 0.35 (1,113,174 ไร่) เท่านั้นที่มีคุณภาพดินอยู่ในระดับสูงหรือเหมาะสม (ระดับ 2) ทั้งนี้ สามารถสรุปรายละเอียดและข้อจำกัดของระดับคุณภาพดินแต่ละขั้นได้ดังนี้:

คุณภาพดินระดับ 1 (สูงมาก) มีค่าดัชนีชี้วัดคุณภาพดินน้อยกว่า 1.75 จัดเป็นดินที่มีความเหมาะสมสูงมากสำหรับการผลิตพืช และมีศักยภาพสูงยิ่งต่อการใช้ประโยชน์ที่ดินอย่างยั่งยืน (Highly sustainable) โดยมีข้อจำกัดเพียงเล็กน้อยในด้านความจุความชื้นที่เป็นประโยชน์และร้อยละความอิ่มตัวเบส ขณะที่สมบัติด้านอื่นมีความเหมาะสมอย่างสมบูรณ์ ทั้งนี้ จากการศึกษาครั้งนี้พบว่า ประเทศไทยไม่มีพื้นที่ที่จัดอยู่ในระดับนี้ทั้งในชั้นดินบนและชั้นดินล่าง

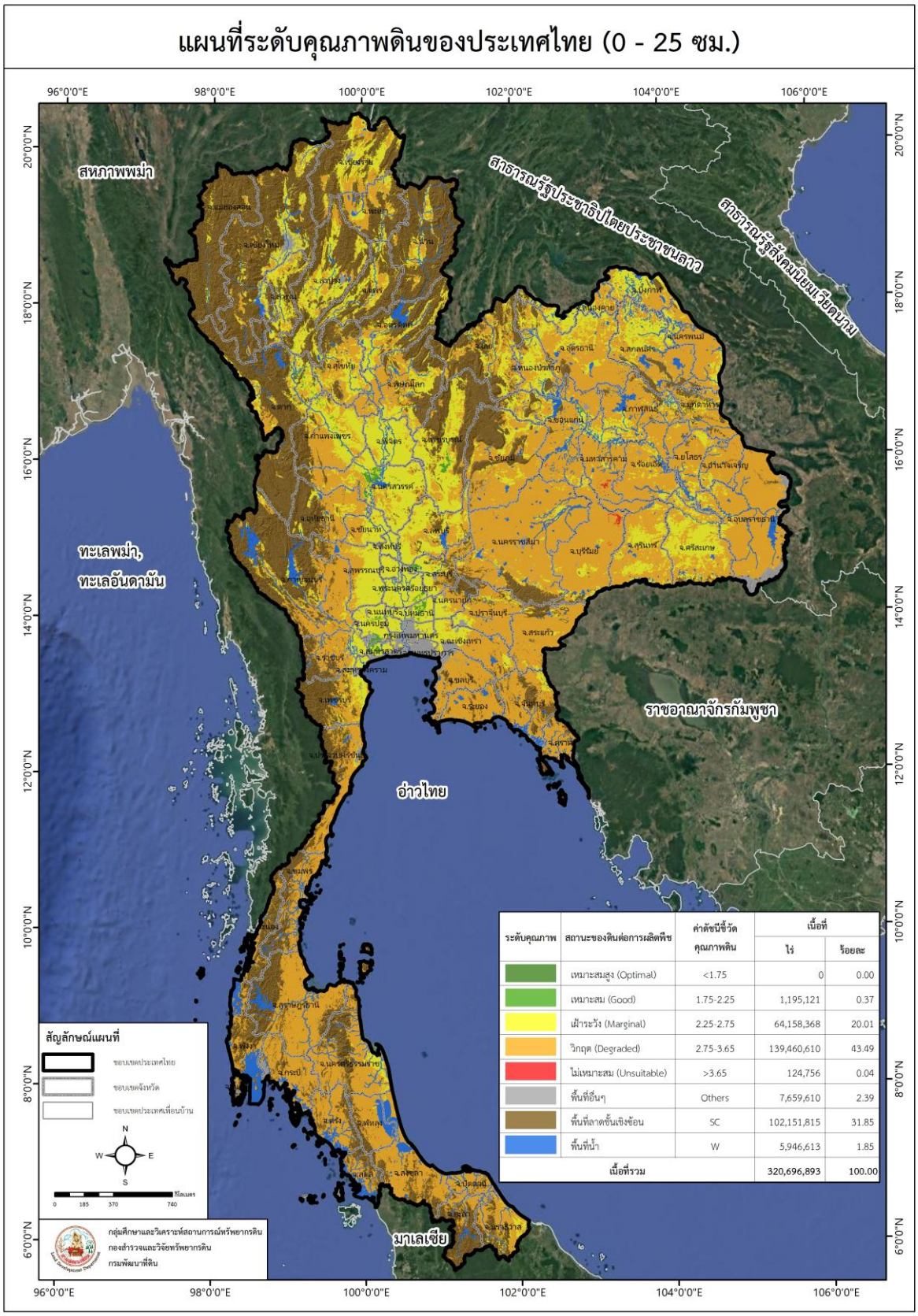
คุณภาพดินระดับ 2 (สูง) มีค่าดัชนีชี้วัดคุณภาพ 1.75 – 2.25 ดินมีความเหมาะสมสำหรับการผลิตพืชและมีศักยภาพในการใช้ที่ดินอย่างยั่งยืน (Sustainable) โดยตัวชี้วัดที่เป็นข้อจำกัดเล็กน้อย ส่วนใหญ่เป็นความจุความชื้นที่เป็นประโยชน์ รองลงมาเป็นร้อยละความอิ่มตัวเบส ปริมาณอินทรียวัตถุ และฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ตามลำดับ ในเชิงพื้นที่พบคุณภาพดินระดับนี้มากที่สุดในภาคกลาง โดยแบ่งเป็นดินชั้นบน มีเนื้อที่ 568,940 ไร่ ส่วนในดินชั้นล่าง มีเนื้อที่ 519,931 ไร่ รองลงมาคือภาคเหนือแบ่งเป็น ในชั้นดินบน (0-25 ซม.) มีเนื้อที่ 558,791 ไร่ ส่วนในดินชั้นล่าง (25-50 ซม.) มีเนื้อที่ 511,822 ไร่ และภาคตะวันออกเฉียงเหนือแบ่งเป็น ในดินบน (0-25 ซม.) มีเนื้อที่ 67,390 ไร่ ดินชั้นล่าง (25-50 ซม.) มีเนื้อที่ 81,421 ไร่ ในขณะที่ภาคตะวันออกและภาคใต้ไม่มีพื้นที่ที่จัดอยู่ในคุณภาพดินระดับ 2 นี้ทั้งในชั้นดินบน (0-25 ซม.) และ ดินชั้นล่าง (25-50 ซม.) เลย ทั้งนี้พื้นที่คุณภาพดินระดับ 2 ของทั้งประเทศมีสัดส่วนที่ต่ำมาก โดยคิดเป็นเพียงร้อยละ 0.37 (เนื้อที่ 1,195,121 ไร่) ในดินชั้นบนและร้อยละ 0.35 (เนื้อที่ 1,113,174 ไร่) ในดินชั้นล่างตามลำดับ

คุณภาพดินระดับ 3 (ปานกลาง) มีค่าดัชนีชี้วัดคุณภาพ 2.25 - 2.75 ดินอยู่ในสถานะเฝ้าระวังสำหรับการผลิตพืช มีศักยภาพในการใช้ที่ดินอย่างยั่งยืน แต่ต้องมีการปรับปรุงวิธีการจัดการดินให้เหมาะสม (Sustainable with high input) โดยตัวชี้วัดที่เป็นข้อจำกัดปานกลาง ส่วนใหญ่เป็นปริมาณอินทรียวัตถุ รองลงมาเป็นความจุความชื้นที่เป็นประโยชน์ ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ และร้อยละความอิ่มตัวเบส ตามลำดับ ในเชิงพื้นที่ ดินระดับนี้มีการกระจายตัวอยู่ในทุกภูมิภาคทั่วประเทศ โดยพบมากที่สุดในภาคเหนือ แบ่งเป็นดินชั้นบน (0-25 ซม.) เนื้อที่ 26,620,473 ไร่ และดินชั้นล่าง (25-50 ซม.) เนื้อที่ 26,848,731 ไร่ รองลงมาคือภาคตะวันออกเฉียงเหนือ มีเนื้อที่ดินชั้นบน 20,933,637 ไร่ และดินชั้นล่าง 21,178,108 ไร่ ภาคกลาง มีเนื้อที่ดินชั้นบน 14,051,902 ไร่ และดินชั้นล่าง 13,865,275 ไร่ ภาคตะวันออก มีเนื้อที่ดินชั้นบน 1,801,660 ไร่ และดินชั้นล่าง 1,715,347 ไร่ และภาคใต้ มีเนื้อที่ดินชั้นบน 750,696 ไร่ และดินชั้นล่าง 809,807 ไร่ ตามลำดับ ทั้งนี้ ในภาพรวมคุณภาพดินระดับ 3 คิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 20.01 (เนื้อที่ 64,158,368 ไร่) ในดินชั้นบน และร้อยละ 20.09 (เนื้อที่ 64,417,268 ไร่) ในดินชั้นล่างของประเทศ

คุณภาพดินระดับ 4 (ต่ำ) มีค่าดัชนีชี้วัดคุณภาพ 2.75 – 3.65 จัดว่าเป็นดินอยู่ในเกณฑ์เสื่อมคุณภาพ (Degraded) อยู่ในสถานะวิกฤตสำหรับการผลิตพืช มีศักยภาพในการใช้ที่ดินอย่างยั่งยืน แต่ต้องมีการปรับปรุงวิธีการจัดการดินให้เหมาะสมอย่างมาก (Sustainable with very high input) โดยตัวชี้วัดที่เป็นข้อจำกัดมากและรุนแรง ส่วนใหญ่เป็นโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ ปริมาณอินทรียวัตถุ และความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออน ตามลำดับ ในเชิงพื้นที่ ดินระดับ 4 ถือเป็นปัญหาที่รุนแรงและครอบคลุมพื้นที่กว้างขวางที่สุดของประเทศ โดยพบมากที่สุดในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ แบ่งเป็นดินชั้นบน (0-25 ซม.) เนื้อที่มากถึง 69,358,607 ไร่ และดินชั้นล่าง (25-50 ซม.) เนื้อที่ 69,099,600 ไร่ รองลงมาคือภาคใต้ มีเนื้อที่ดินชั้นบน 24,872,387 ไร่ และดินชั้นล่าง 24,813,206 ไร่ ภาคเหนือ มีเนื้อที่ดินชั้นบน 17,439,211 ไร่ และดินชั้นล่าง 17,257,922 ไร่ ภาคตะวันออก มีเนื้อที่ดินชั้นบน 15,362,810 ไร่ และดินชั้นล่าง 15,449,199 ไร่ และภาคกลาง มีเนื้อที่ดินชั้นบน 12,427,596 ไร่ และดินชั้นล่าง 12,663,232 ไร่ ตามลำดับ ทั้งนี้ ในภาพรวมดินระดับ 4 นี้ ถือเป็นพื้นที่ส่วนใหญ่ที่สุดของประเทศ โดยคิดเป็นสัดส่วนสูงถึงร้อยละ 43.49 (เนื้อที่ 139,460,611 ไร่) ในดินชั้นบน และร้อยละ 43.43 (เนื้อที่ 139,283,159 ไร่) ในดินชั้นล่าง

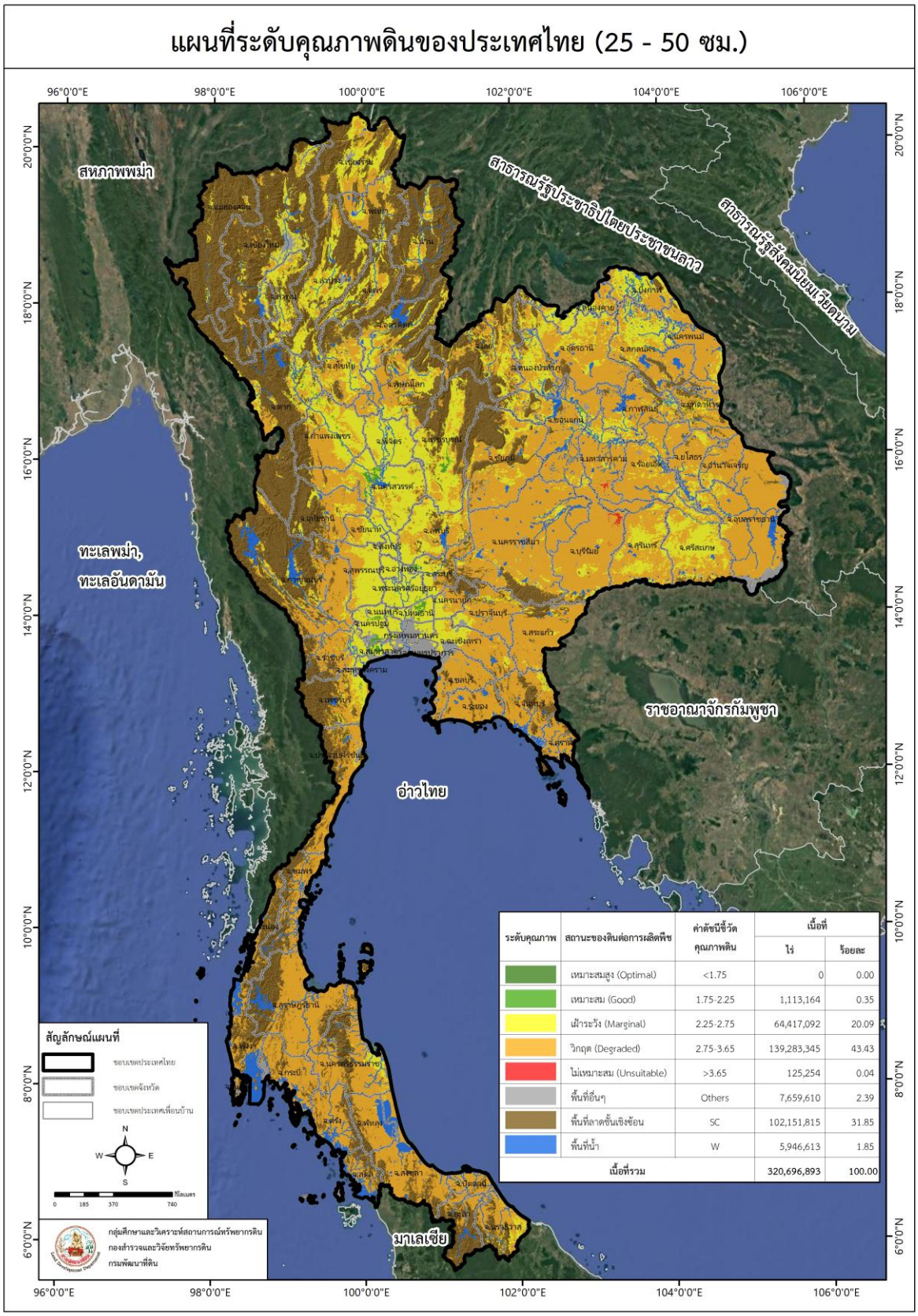
คุณภาพดินระดับ 5 (ต่ำมาก) มีค่าดัชนีชี้วัดคุณภาพ >3.65 จัดว่าเป็นดินอยู่ในเกณฑ์เสื่อมคุณภาพ (Degraded) อยู่ในสถานะไม่เหมาะสมสำหรับการผลิตพืช และไม่มีศักยภาพในการใช้ที่ดินอย่างยั่งยืน (Unsustainable) โดยตัวชี้วัดที่เป็นข้อจำกัดรุนแรง ส่วนใหญ่เป็นโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ ปริมาณอินทรียวัตถุ และความหนาแน่นรวมของดิน ตามลำดับ ในเชิงพื้นที่ แม้คุณภาพดินระดับ 5 จะ

ครอบคลุมสัดส่วนน้อยที่สุดของประเทศ (คิดเป็นเพียงร้อยละ 0.04) แต่พบการกระจายตัวหนาแน่นในพื้นที่เฉพาะ โดยพบมากที่สุดในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ แบ่งเป็นดินชั้นบน (0-25 ซม.) เนื้อที่ 122,613 ไร่ และดินชั้นล่าง (25-50 ซม.) เนื้อที่ 123,118 ไร่ รองลงมาคือภาคใต้ มีเนื้อที่ดินชั้นบน 2,066 ไร่ และดินชั้นล่าง 2,136 ไร่และภาคตะวันออก พบเฉพาะในดินชั้นบนเนื้อที่เพียง 77 ไร่ในขณะที่ภาคเหนือและภาคกลางไม่พบพื้นที่ที่มีคุณภาพดินต่ำมากในระดับนี้เลย ทั้งนี้ พื้นที่รวมของคุณภาพดินระดับ 5 ทั้งประเทศคิดเป็นเนื้อที่รวมเพียง 124,756 ไร่ ในดินชั้นบน และ 125,254 ไร่ ในดินชั้นล่างตามลำดับ



ระดับคุณภาพ	สถานะของดินต่อการผลิตพืช	ค่าดัชนีชี้วัดคุณภาพดิน	เนื้อที่	
			ไร่	ร้อยละ
	เหมาะสมสูง (Optimal)	<1.75	0	0.00
	เหมาะสม (Good)	1.75-2.25	1,195,121	0.37
	เฝ้าระวัง (Marginal)	2.25-2.75	64,158,368	20.01
	วิกฤต (Degraded)	2.75-3.65	139,460,610	43.49
	ไม่เหมาะสม (Unsuitable)	>3.65	124,756	0.04
	พื้นที่อื่นๆ	Others	7,659,610	2.39
	พื้นที่ลาดชันเชิงซ้อน	SC	102,151,815	31.85
	พื้นที่น้ำ	W	5,946,613	1.85
เนื้อที่รวม			320,696,893	100.00

ภาพที่ 13 แผนที่ระดับคุณภาพดินของประเทศไทย (ดินบน 0-25 ซม.)



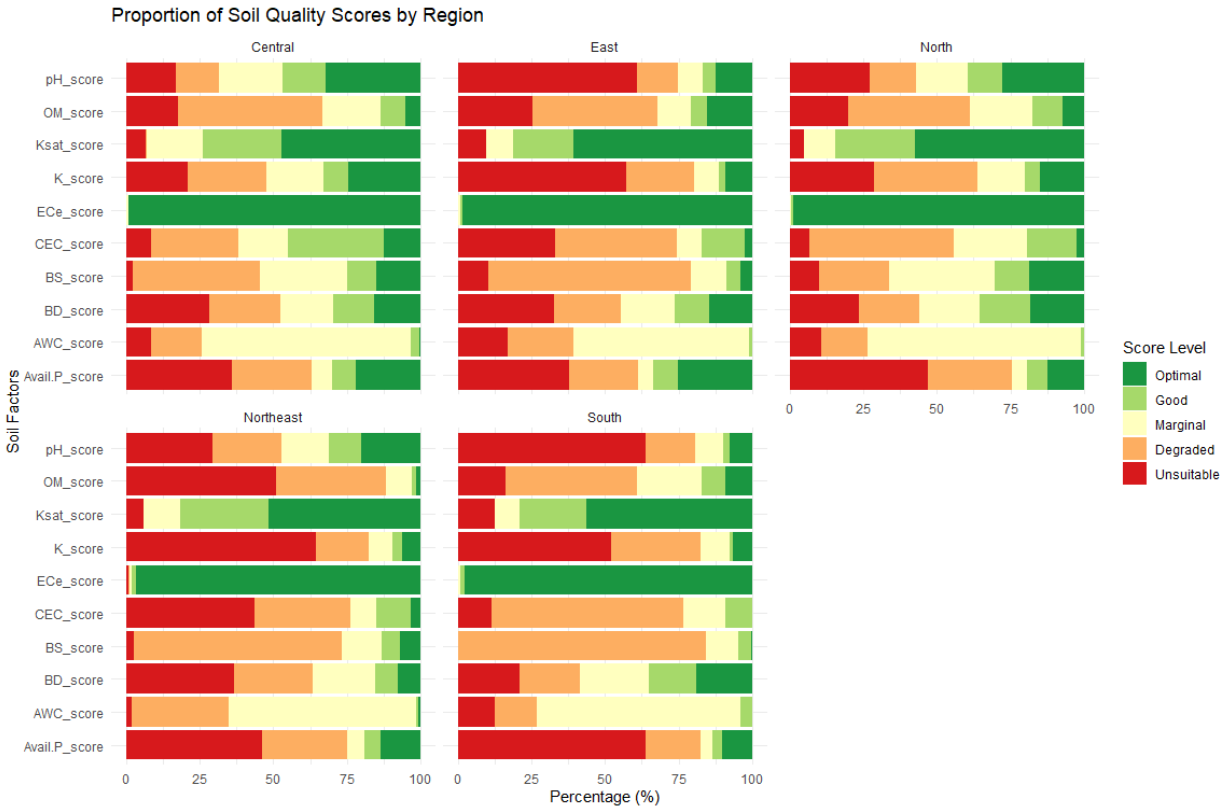
ภาพที่ 14 แผนที่ระดับคุณภาพดินของประเทศไทย (ดินล่าง 25-50 ซม.)

ตารางที่ 8 เนื้อที่จำแนกตามระดับคุณภาพดินในประเทศไทย

ระดับ คุณภาพดิน	เนื้อที่จำแนกตามระดับคุณภาพดินรายภาค (ไร่)					เนื้อที่ทั้งหมด	
	เหนือ	ตะวันออกเฉียงเหนือ	กลาง	ตะวันออก	ใต้	ไร่	ร้อยละ
ดินบน (0-25 ซม.)							
เหมาะสมสูง (Optimal; 1)	0	0	0	0	0	0	0.00
เหมาะสม (Good; 2)	558,791	67,390	568,940	0	0	1,195,121	0.37
เฝ้าระวัง (Marginal; 3)	26,620,473	20,933,637	14,051,902	1,801,660	750,696	64,158,368	20.01
วิกฤต (Degraded; 4)	17,439,211	69,358,607	12,427,596	15,362,810	24,872,387	139,460,611	43.49
ไม่เหมาะสม (Unsuitable; 5)	0	122,613	0	77	2,066	124,756	0.04
ดินล่าง (25-50 ซม.)							
เหมาะสมสูง (Optimal; 1)	0	0	0	0	0	0	0.00
เหมาะสม (Good; 2)	511,822	81,421	519,931	0	0	1,113,174	0.35
เฝ้าระวัง (Marginal; 3)	26,848,731	21,178,108	13,865,275	1,715,347	809,807	64,417,268	20.09
วิกฤต (Degraded; 4)	17,257,922	69,099,600	12,663,232	15,449,199	24,813,206	139,283,159	43.43
ไม่เหมาะสม (Unsuitable; 5)	0	123,118	0	0	2,136	125,254	0.04
พื้นที่อื่นๆ	1,011,000	1,856,573	2,104,999	1,172,525	1,514,513	7,659,610	2.39
พื้นที่ลาดชันเชิงซ้อน	59,546,936	11,346,449	13,464,220	2,902,739	14,891,471	102,151,815	31.85
พื้นที่น้ำ	851,269	1,848,692	832,790	248,002	2,165,860	5,946,613	1.85
					เนื้อที่รวม	**320,696,893**	**100.00**

5.2 คุณภาพดินรายภูมิภาค

การประเมินคุณภาพดินรายภูมิภาคของประเทศไทย เป็นการวิเคราะห์ความผันแปรของตัวชี้วัดทางกายภาพและเคมีของดิน เพื่อให้เห็นถึงศักยภาพและปัจจัยจำกัดทางทรัพยากรดินที่ส่งผลต่อการจัดการพื้นที่ในแต่ละภูมิภาค ซึ่งเมื่อพิจารณาจากสัดส่วนระดับคะแนนคุณภาพดิน (Proportion of Soil Quality Scores) ในภาพรวมทั้ง 5 ภูมิภาค พบว่า ตัวชี้วัดแต่ละด้านมีสัดส่วนระดับความเหมาะสมตั้งแต่ระดับเหมาะสมยิ่ง (Optimal) จนถึงระดับไม่เหมาะสม (Unsuitable) และแตกต่างกันไป จากภาพที่ 15 โดยภาพรวมของประเทศเห็นได้ว่าตัวชี้วัดด้านความเค็มของดิน (ECe) และสภาพการนำน้ำที่อิ่มตัว (Ksat) ส่วนใหญ่จัดอยู่ในเกณฑ์ดีถึงเหมาะสมยิ่ง (Optimal/Good) ในขณะที่ความสามารถในการอุ้มน้ำที่พืชนำไปใช้ได้ (AWC) ปริมาณอินทรียวัตถุ (OM) และธาตุอาหารพืช มักเป็นปัจจัยจำกัดหลักที่กระจายตัวอยู่ในระดับปานกลางถึงไม่เหมาะสม (Marginal ถึง Unsuitable) ทั้งนี้ เพื่อให้เห็นรายละเอียดการกระจายตัวของระดับคุณภาพดินและตัวชี้วัดที่เป็นข้อจำกัดเฉพาะในแต่ละพื้นที่ จึงได้จำแนกการวิเคราะห์ออกเป็นรายภูมิภาค โดยมีรายละเอียดดังนี้



ภาพที่ 15 แสดงการเปรียบเทียบสัดส่วนระดับคะแนนตัวชี้วัดคุณภาพดินจำแนกตามภูมิภาค

5.1.1 ภาคเหนือ

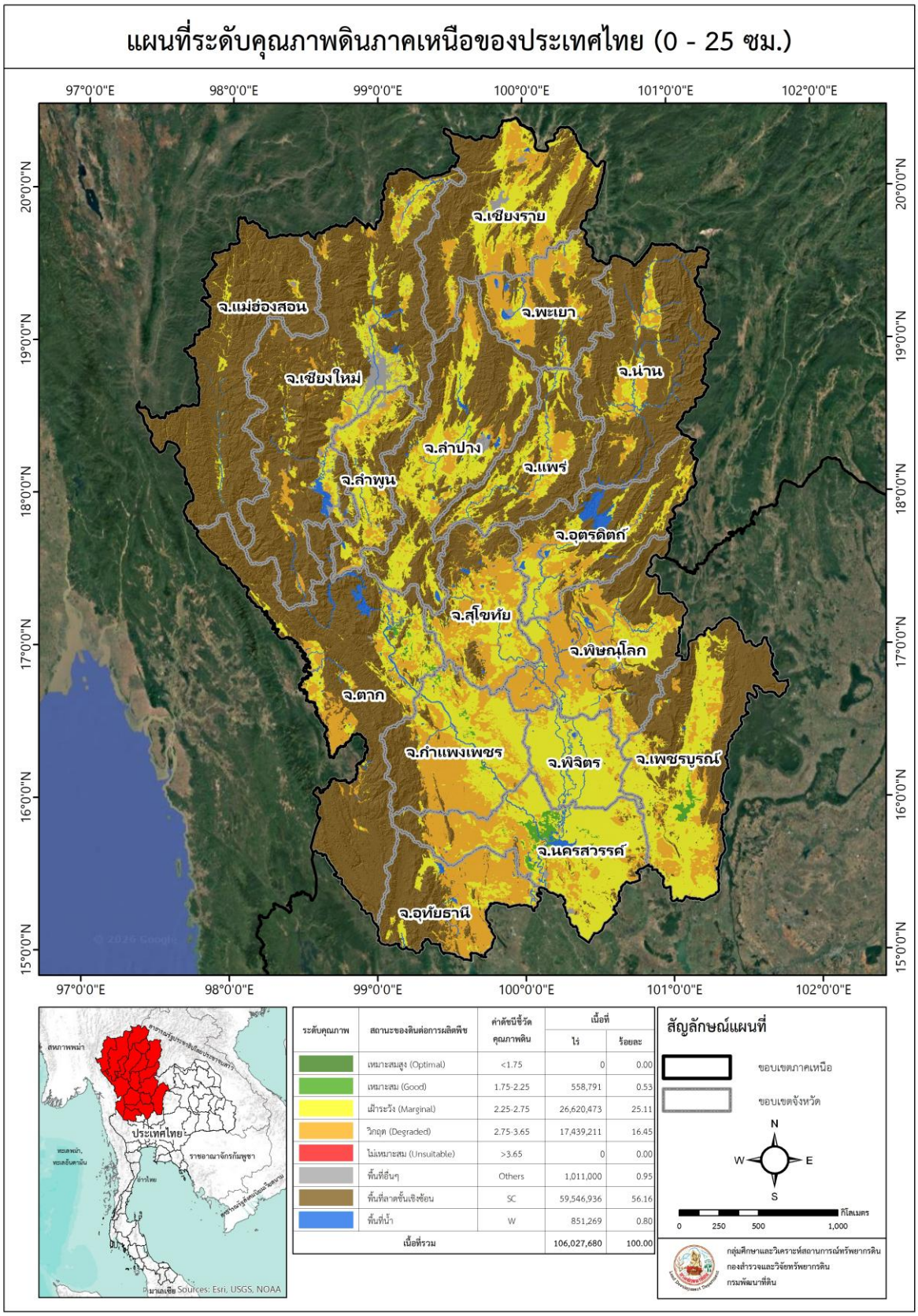
จากการประเมินคุณภาพดินชั้นบน (0–25 เซนติเมตร) พบว่า พื้นที่ส่วนใหญ่จัดอยู่ในคุณภาพดินระดับปานกลาง (ระดับ 3) มีเนื้อที่ 26,620,473 ไร่ พบมากที่สุดในจังหวัดนครสวรรค์ รองลงมาคือคุณภาพดินระดับต่ำ (ระดับ 4) มีเนื้อที่ 17,439,211 ไร่ พบมากในจังหวัดเชียงใหม่ และคุณภาพดินระดับสูง (ระดับ 2) มีเนื้อที่ 558,791 ไร่ พบมากในจังหวัดเพชรบูรณ์ ตามลำดับ สำหรับคุณภาพดินระดับสูงมาก (ระดับ 1) และระดับต่ำมาก (ระดับ 5) ไม่พบการกระจายตัวของพื้นที่ในระดับดังกล่าว (ภาพที่ 16)

ส่วนในชั้นดินล่าง (25-50 ซม.) ส่วนใหญ่คุณภาพดินอยู่ในระดับปานกลาง (ระดับ 3) มีเนื้อที่ 26,848,731 ไร่ รองลงมาคือ และมีคุณภาพดินอยู่ในระดับต่ำ (ระดับ 4 วิกฤต) 17,257,922 ไร่ และคุณภาพดินระดับสูง (ระดับ 2) มีเนื้อที่ 511,822 ไร่ ตามลำดับ สำหรับคุณภาพดินระดับสูงมาก (ระดับ 1) และระดับต่ำมาก (ระดับ 5) ไม่พบการกระจายตัวของพื้นที่ในระดับดังกล่าว (ภาพที่ 17) โดยตัวชี้วัดที่เป็นข้อจำกัดมากและรุนแรงของภาคเหนือส่วนใหญ่เป็นปริมาณอินทรียวัตถุ โดยสามารถสรุประดับคุณภาพดินของภาคเหนือได้ 3 ระดับ ดังนี้

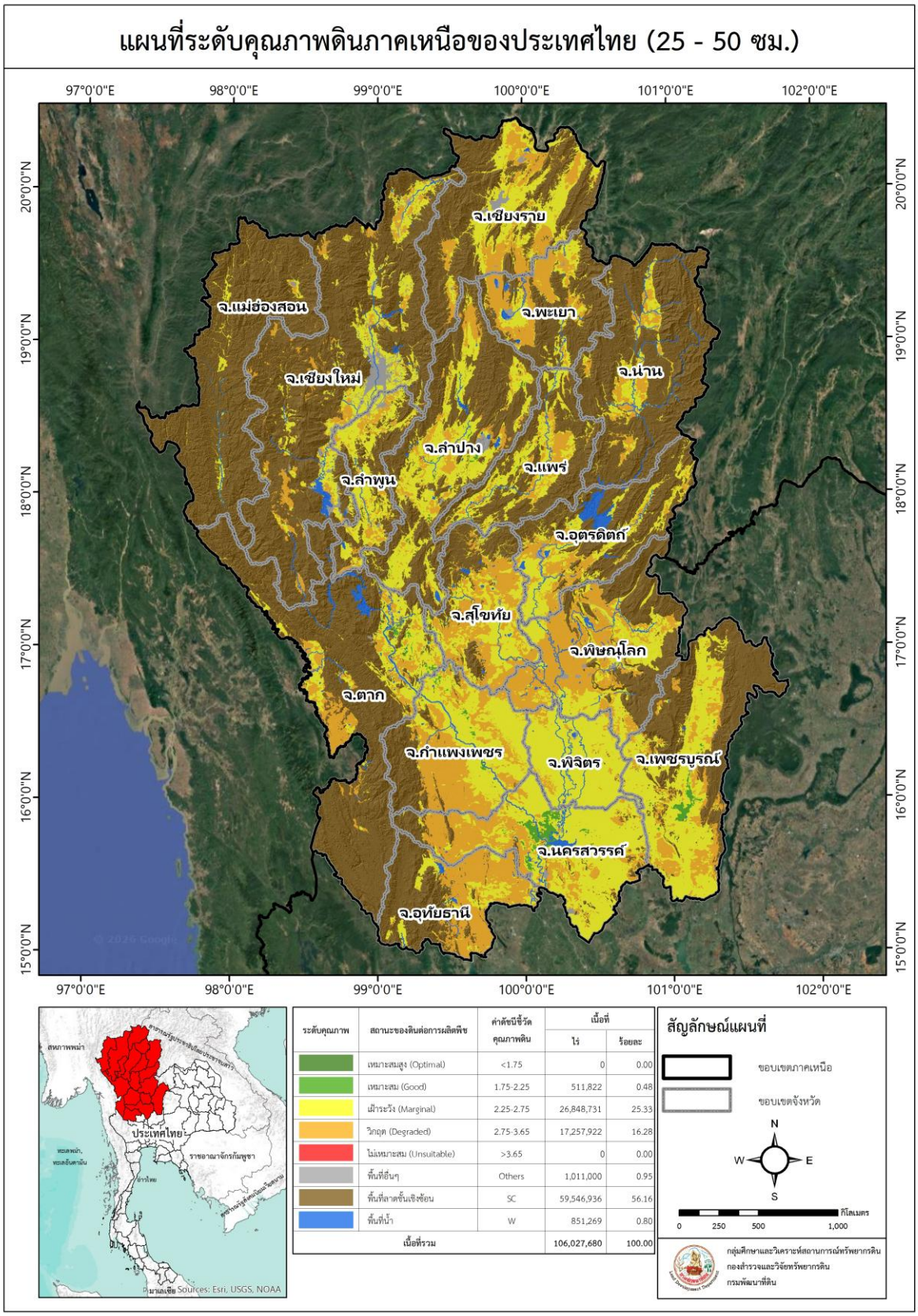
คุณภาพดินระดับ 2 (สูง) มีค่าดัชนีชี้วัดคุณภาพ 1.75 – 2.25 ดินเหมาะสมสำหรับการผลิตพืช และมีศักยภาพในการใช้ที่ดินอย่างยั่งยืน (Sustainable) โดยตัวชี้วัดที่เป็นข้อจำกัดเล็กน้อย ส่วนใหญ่เป็นปริมาณอินทรียวัตถุ ความจุความชื้นที่เป็นประโยชน์ รองลงมาเป็นร้อยละความอิ่มตัวเบส ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ และความหนาแน่นรวมของดิน

คุณภาพดินระดับ 3 (ปานกลาง) มีค่าดัชนีชี้วัดคุณภาพ 2.25 - 2.75 ดินอยู่ในสถานะเฝ้าระวังสำหรับการผลิตพืช และมีศักยภาพในการใช้ที่ดินอย่างยั่งยืน แต่ต้องมีการปรับปรุงวิธีการจัดการดินให้เหมาะสม (Sustainable with high input) โดยตัวชี้วัดที่เป็นข้อจำกัดปานกลาง ส่วนใหญ่เป็นปริมาณอินทรียวัตถุ ความจุความชื้นที่เป็นประโยชน์ รองลงมาเป็นฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ และโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ ตามลำดับ

คุณภาพดินระดับ 4 (ต่ำ) มีค่าดัชนีชี้วัดคุณภาพ 2.75 – 3.65 จัดว่าเป็นดินอยู่ในเกณฑ์เสื่อมคุณภาพ (Degraded) อยู่ในสถานะวิกฤตสำหรับการผลิตพืช และมีศักยภาพในการใช้ที่ดินอย่างยั่งยืน แต่ต้องมีการปรับปรุงวิธีการจัดการดินให้เหมาะสมอย่างมาก (Sustainable with very high input) โดยตัวชี้วัดที่เป็นข้อจำกัดมากและรุนแรง ส่วนใหญ่เป็นปริมาณอินทรียวัตถุ โพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ รองลงมาเป็นความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออน และฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ ตามลำดับ



ภาพที่ 16 แผนที่ระดับคุณภาพดินของภาคเหนือ (ดินบน 0-25 ซม.)



ภาพที่ 17 แผนที่ระดับคุณภาพดินของภาคเหนือ (ดินล่าง 25-50 ซม.)

5.2.2 ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

สภาพพื้นที่ส่วนใหญ่เผชิญข้อจำกัดรุนแรงด้านปริมาณอินทรียวัตถุในดิน ส่งผลให้ดินมีศักยภาพต่ำต่อการผลิตพืช โดยจำแนกตามชั้นดินได้ ดังนี้

ดินชั้นบน (0-25 ซม.) พื้นที่ส่วนใหญ่อยู่ในระดับเสื่อมโทรมขั้นวิกฤต (ระดับ 4) เนื้อที่ 69,358,607 ไร่ พบมากที่สุดในจังหวัดนครราชสีมา รองลงมาคือระดับปานกลาง (ระดับ 3) เนื้อที่ 20,933,637 ไร่ พบมากที่สุดในจังหวัดชัยภูมิ ระดับต่ำมาก (ระดับ 5) เนื้อที่ 122,613 ไร่ พบมากที่สุดในจังหวัดนครราชสีมา และระดับสูง (ระดับ 2) พบมากที่สุดในจังหวัดเลย เนื้อที่ 67,390 ไร่ ตามลำดับ (ภาพที่ 18)

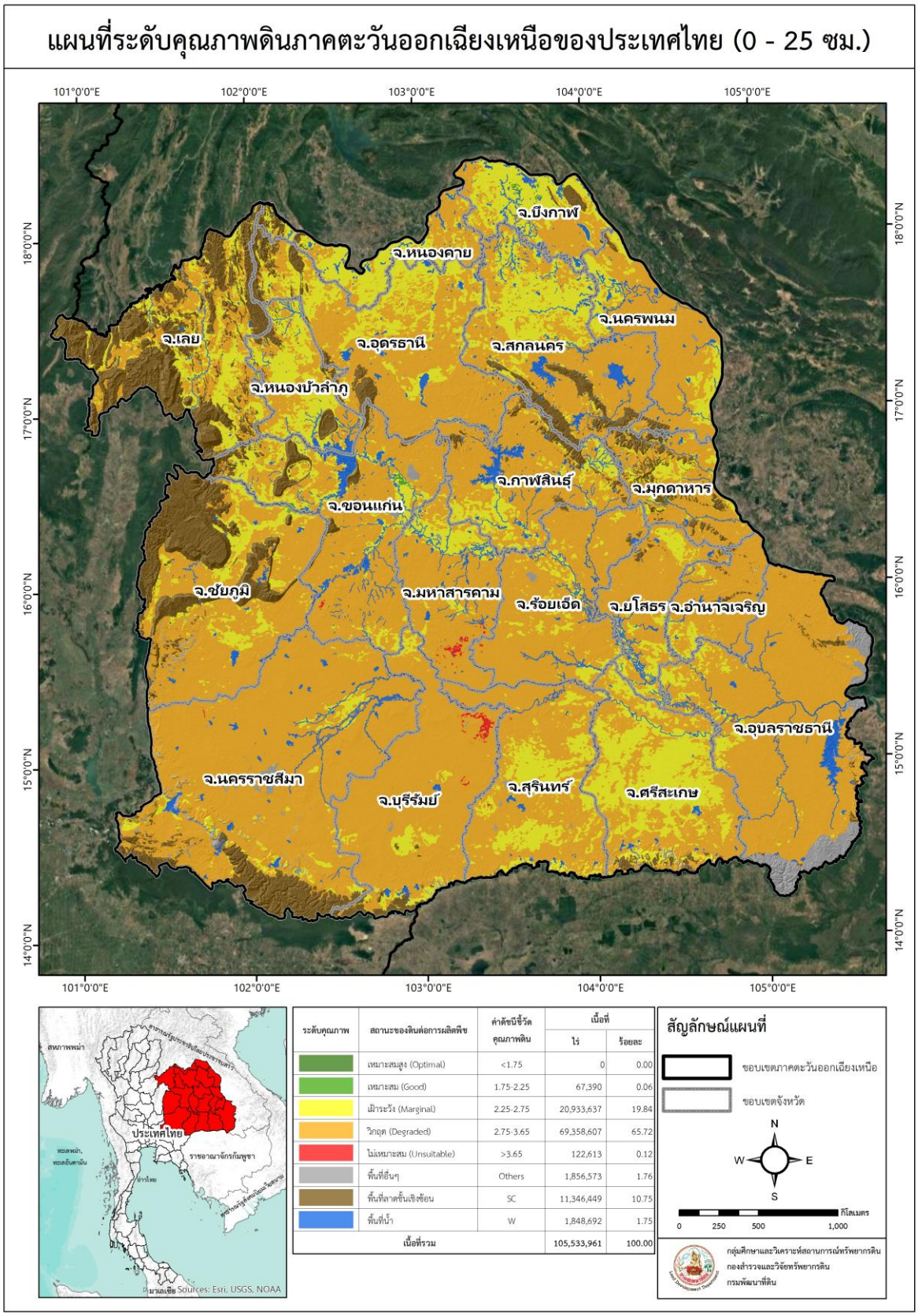
ชั้นดินล่าง (25–50 เซนติเมตร): มีการกระจายตัวใกล้เคียงกับดินชั้นบน โดยส่วนใหญ่อยู่ในระดับเสื่อมโทรมขั้นวิกฤต (ระดับ 4) เนื้อที่ 69,099,805 ไร่ รองลงมาคือระดับปานกลาง (ระดับ 3) เนื้อที่ 21,178,108 ไร่ ระดับต่ำมาก (ระดับ 5) เนื้อที่ 123,118 ไร่ และระดับสูง (ระดับ 2) เนื้อที่ 81,421 ไร่ (ภาพที่ 19) โดยตัวชี้วัดที่เป็นข้อจำกัดมากและรุนแรงของภาคตะวันออกเฉียงเหนือส่วนใหญ่เป็นปริมาณอินทรียวัตถุ โดยสามารถสรุประดับคุณภาพดินของภาคตะวันออกเฉียงเหนือได้ 4 ระดับ ดังนี้

คุณภาพดินระดับ 2 (สูง) มีค่าดัชนีชี้วัดคุณภาพ 1.75 – 2.25 ดินเหมาะสมสำหรับการผลิตพืช และมีศักยภาพในการใช้ที่ดินอย่างยั่งยืน (Sustainable) โดยตัวชี้วัดที่เป็นข้อจำกัดเล็กน้อย ส่วนใหญ่เป็นปริมาณอินทรียวัตถุ ความจุความชื้นที่เป็นประโยชน์ รองลงมาเป็นร้อยละความอิ่มตัวเบส ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ และความหนาแน่นรวมของดิน

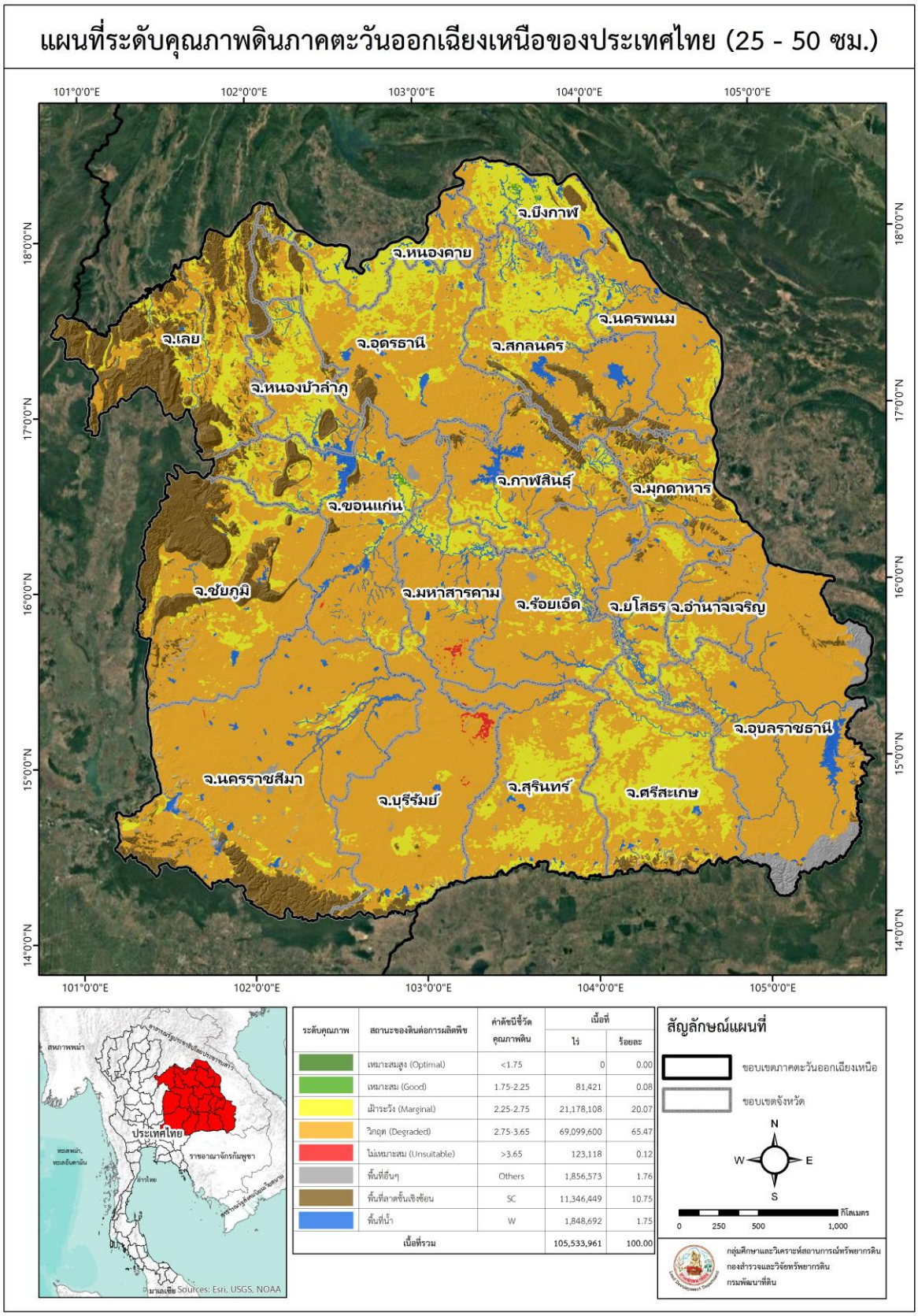
คุณภาพดินระดับ 3 (ปานกลาง) มีค่าดัชนีชี้วัดคุณภาพ 2.25 - 2.75 ดินอยู่ในสถานะเฝ้าระวังสำหรับการผลิตพืช และมีศักยภาพในการใช้ที่ดินอย่างยั่งยืน แต่ต้องมีการปรับปรุงวิธีการจัดการดินให้เหมาะสม (Sustainable with high input) โดยตัวชี้วัดที่เป็นข้อจำกัดปานกลาง ส่วนใหญ่เป็นปริมาณอินทรียวัตถุ ความจุความชื้นที่เป็นประโยชน์ รองลงมาเป็นฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ และโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ ตามลำดับ

คุณภาพดินระดับ 4 (ต่ำ) มีค่าดัชนีชี้วัดคุณภาพ 2.75 – 3.65 จัดว่าเป็นดินอยู่ในเกณฑ์เสื่อมคุณภาพ (Degraded) อยู่ในสถานะวิกฤตสำหรับการผลิตพืช และมีศักยภาพในการใช้ที่ดินอย่างยั่งยืน แต่ต้องมีการปรับปรุงวิธีการจัดการดินให้เหมาะสมอย่างมาก (Sustainable with very high input) โดยตัวชี้วัดที่เป็นข้อจำกัดมากและรุนแรง ส่วนใหญ่เป็นปริมาณอินทรียวัตถุ โพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ รองลงมาเป็นความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออน และฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ ตามลำดับ

คุณภาพดินระดับ 5 (ต่ำมาก) มีค่าดัชนีชี้วัดคุณภาพ >3.65 จัดว่าเป็นดินอยู่ในเกณฑ์เสื่อมคุณภาพ (Degraded) อยู่ในสถานะไม่เหมาะสมสำหรับการผลิตพืช และไม่มีศักยภาพในการใช้ที่ดินอย่างยั่งยืน (Unsustainable) โดยตัวชี้วัดที่เป็นข้อจำกัดรุนแรง ส่วนใหญ่เป็นโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ ปริมาณอินทรียวัตถุ รองลงมาเป็นฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ และความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออน ตามลำดับ



ภาพที่ 18 แผนที่ระดับคุณภาพดินของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (ดินบน 0-25 ซม.)



ภาพที่ 19 แผนที่ระดับคุณภาพดินของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (ดินล่าง 25-50 ซม.)

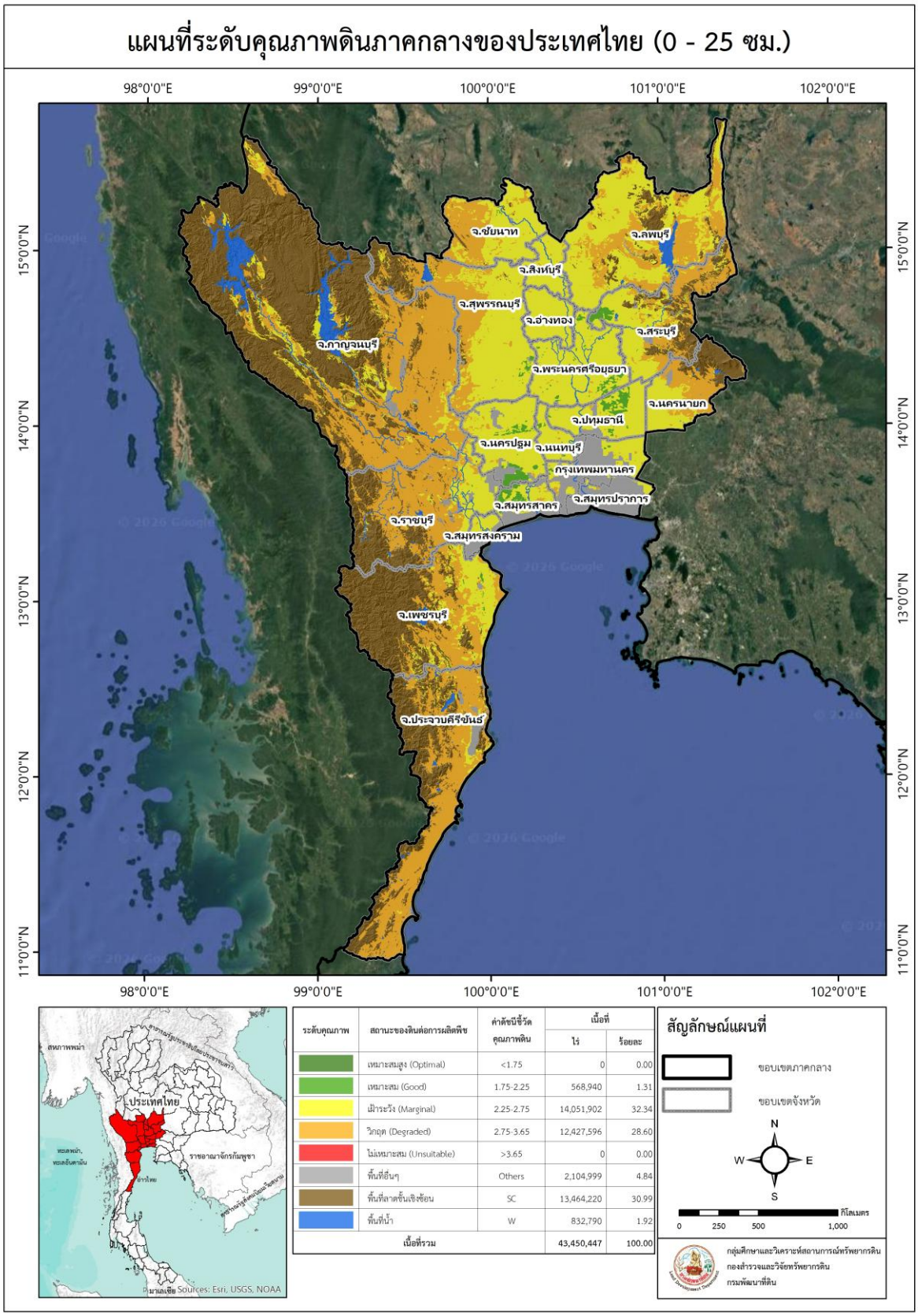
5.2.3 ภาคกลาง

พื้นที่ส่วนใหญ่มีคุณภาพดินอยู่ในระดับปานกลาง (ระดับ 3) ทั้งในชั้นดินบน (0–25 เซนติเมตร) และชั้นดินล่าง (25–50 เซนติเมตร) โดยมีเนื้อที่ 14,051,902 ไร่ และ 13,865,275 ไร่ ตามลำดับ พบมากที่สุดในจังหวัดลพบุรี รองลงมาคือคุณภาพดินระดับต่ำ (ระดับ 4) มีเนื้อที่ดินชั้นบน 12,427,596 ไร่ และดินชั้นล่าง 12,663,232 ไร่ พบมากในจังหวัดกาญจนบุรี ในขณะที่คุณภาพดินระดับสูง (ระดับ 2) พบมากที่สุดเมื่อเทียบกับภูมิภาคอื่นของประเทศ โดยมีเนื้อที่ดินชั้นบน 568,940 ไร่ และดินชั้นล่าง 519,931 ไร่ พบมากในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา ทั้งนี้ ในภาคกลางไม่พบพื้นที่ที่มีคุณภาพดินระดับสูงมาก (ระดับ 1) และระดับต่ำมาก (ระดับ 5) แต่อย่างใด (ภาพที่ 20 และ 21) โดยตัวชี้วัดที่เป็นข้อจำกัดมากและรุนแรงของภาคกลาง ส่วนใหญ่เป็นปริมาณอินทรียวัตถุ สามารถสรุประดับคุณภาพดินของภาคกลางได้ 3 ระดับ ดังนี้

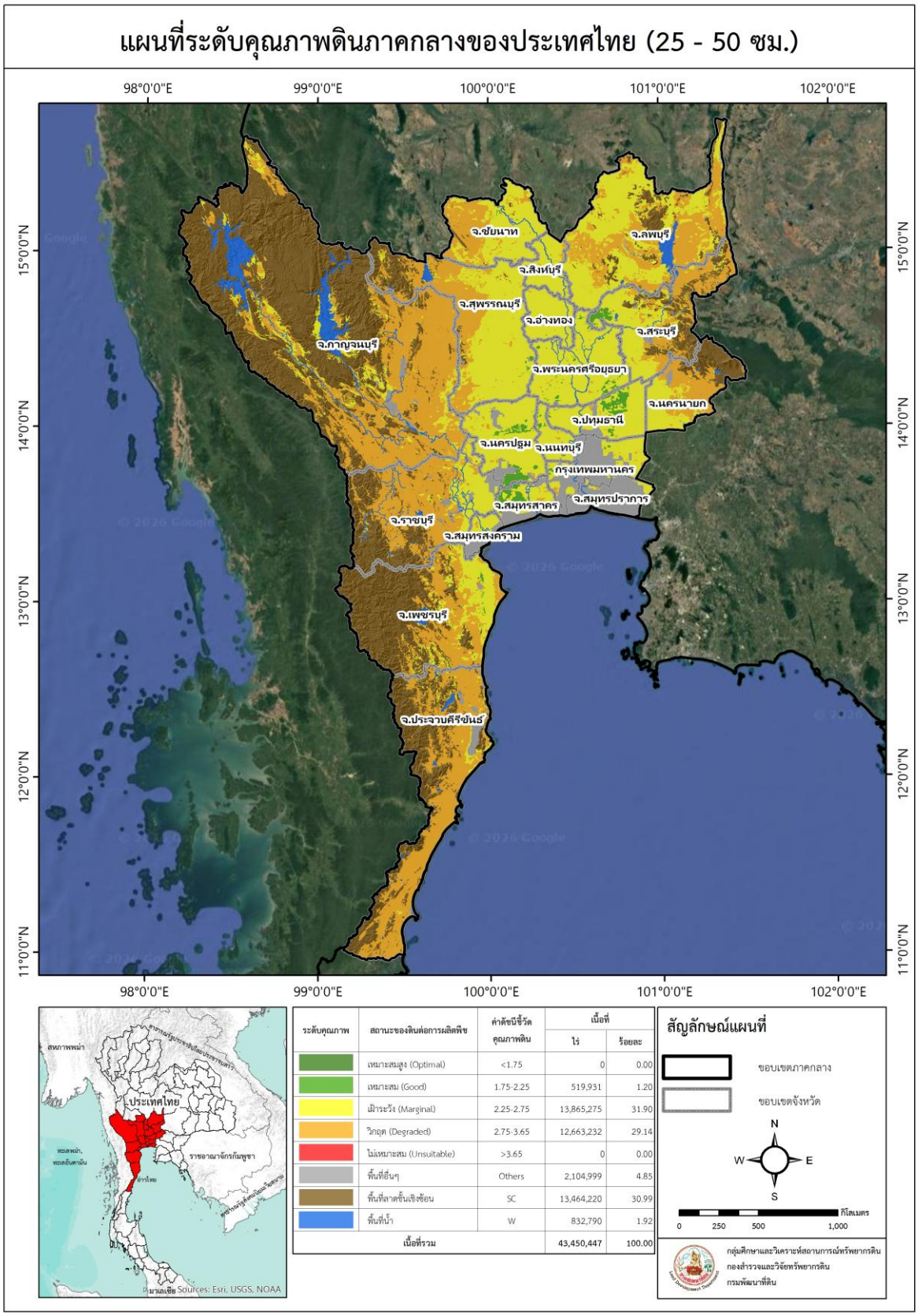
คุณภาพดินระดับ 2 (สูง) มีค่าดัชนีชี้วัดคุณภาพ 1.75 – 2.25 ดินเหมาะสมสำหรับการผลิตพืช และมีศักยภาพในการใช้ที่ดินอย่างยั่งยืน (Sustainable) โดยตัวชี้วัดที่เป็นข้อจำกัดเล็กน้อย ส่วนใหญ่เป็นปริมาณความจุความชื้นที่เป็นประโยชน์ รองลงมาเป็นร้อยละความอิ่มตัวเบส อินทรียวัตถุ และฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ ตามลำดับ

คุณภาพดินระดับ 3 (ปานกลาง) มีค่าดัชนีชี้วัดคุณภาพ 2.25 - 2.75 ดินอยู่ในสถานะเฝ้าระวังสำหรับการผลิตพืช และมีศักยภาพในการใช้ที่ดินอย่างยั่งยืน แต่ต้องมีการปรับปรุงวิธีการจัดการดินให้เหมาะสม (Sustainable with high input) โดยตัวชี้วัดที่เป็นข้อจำกัดปานกลาง ส่วนใหญ่เป็นปริมาณอินทรียวัตถุ รองลงมาเป็นความจุความชื้นที่เป็นประโยชน์ ร้อยละความอิ่มตัวเบส ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ และความหนาแน่นรวมของดิน ตามลำดับ

คุณภาพดินระดับ 4 (ต่ำ) มีค่าดัชนีชี้วัดคุณภาพ 2.75 – 3.65 จัดว่าเป็นดินอยู่ในเกณฑ์เสื่อมคุณภาพอยู่ในสถานะวิกฤตสำหรับการผลิตพืช และมีศักยภาพในการใช้ที่ดินอย่างยั่งยืน แต่ต้องมีการปรับปรุงวิธีการจัดการดินให้เหมาะสมอย่างมาก (Sustainable with very high input) โดยตัวชี้วัดที่เป็นข้อจำกัดมากและรุนแรง ส่วนใหญ่เป็นปริมาณอินทรียวัตถุ รองลงมาเป็นฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ ความหนาแน่นรวมของดิน และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ ตามลำดับ



ภาพที่ 20 แผนที่ระดับคุณภาพดินของภาคกลาง (ดินบน 0-25 ซม.)



ภาพที่ 21 แผนที่ระดับคุณภาพดินของภาคกลาง (ดินล่าง 25-50 ซม.)

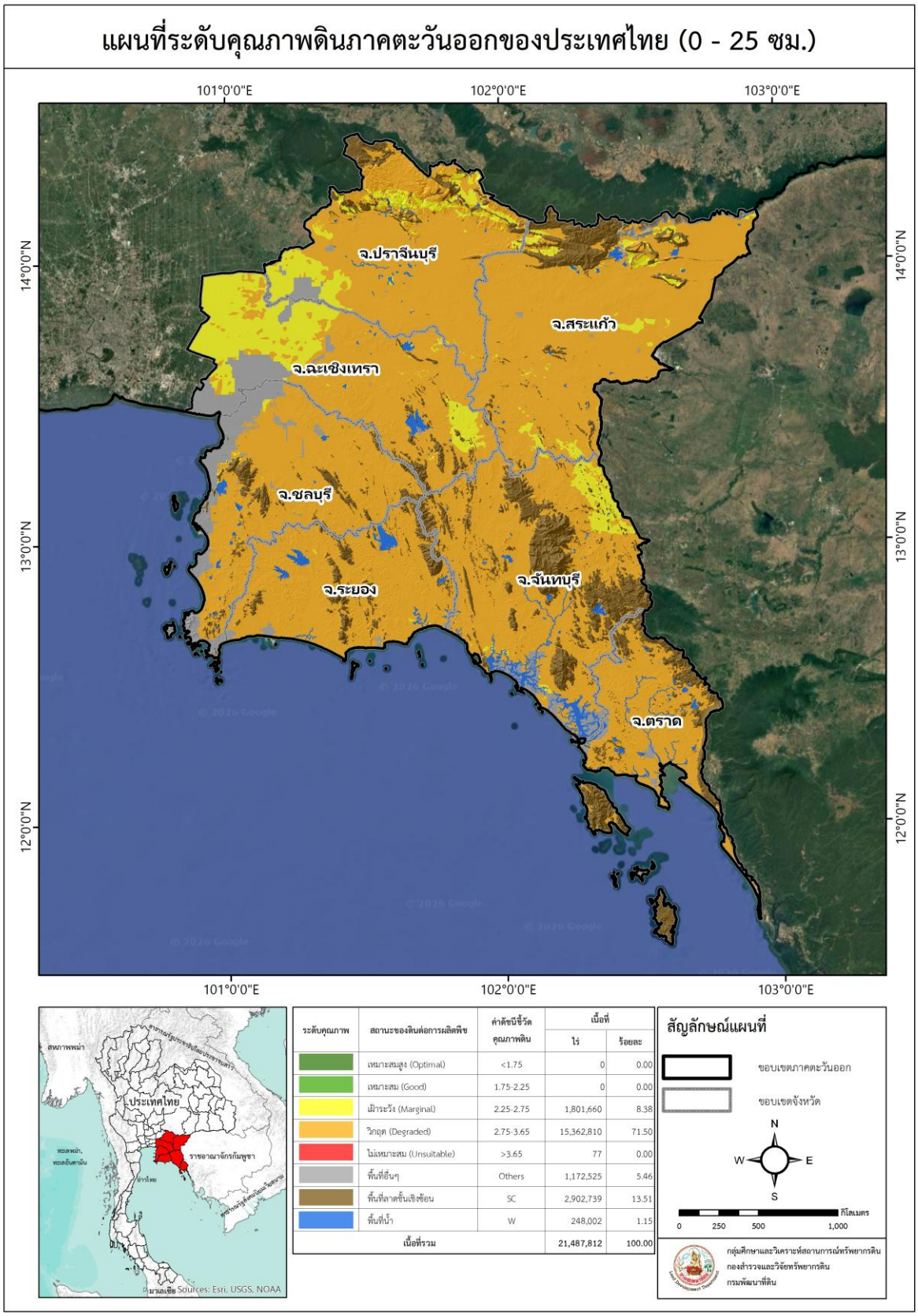
5.2.4 ภาคตะวันออก

พื้นที่ส่วนใหญ่เผชิญปัญหาคุณภาพดินอยู่ในเกณฑ์เสื่อมโทรมขั้นวิกฤต (ระดับ 4) ทั้งในชั้นดินบนและชั้นดินล่าง โดยมีเนื้อที่มากถึง 15,362,810 ไร่ และ 15,449,199 ไร่ ตามลำดับ พบมากที่สุดในจังหวัด สระแก้ว รองลงมาคือคุณภาพดินระดับปานกลาง (ระดับ 3) มีเนื้อที่ดินชั้นบน 1,801,660 ไร่ และดินชั้นล่าง 1,715,347 ไร่ พบมากในจังหวัด ปราจีนบุรี และพบคุณภาพดินระดับต่ำมาก (ระดับ 5) เพียงเล็กน้อยเฉพาะในชั้นดินบน เนื้อที่ 77 ไร่ ในจังหวัด ฉะเชิงเทรา ทั้งนี้ ภาคตะวันออกไม่พบพื้นที่ที่มีคุณภาพดินในระดับ 1 (สูงมาก) และระดับ 2 (สูง) เลย (ภาพที่ 22 และ 23) โดยตัวชี้วัดที่เป็นข้อจำกัดมากและรุนแรงของภาคตะวันออก ส่วนใหญ่เป็นปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ สามารถสรุประดับคุณภาพดินของภาคตะวันออกได้ 3 ระดับ ดังนี้

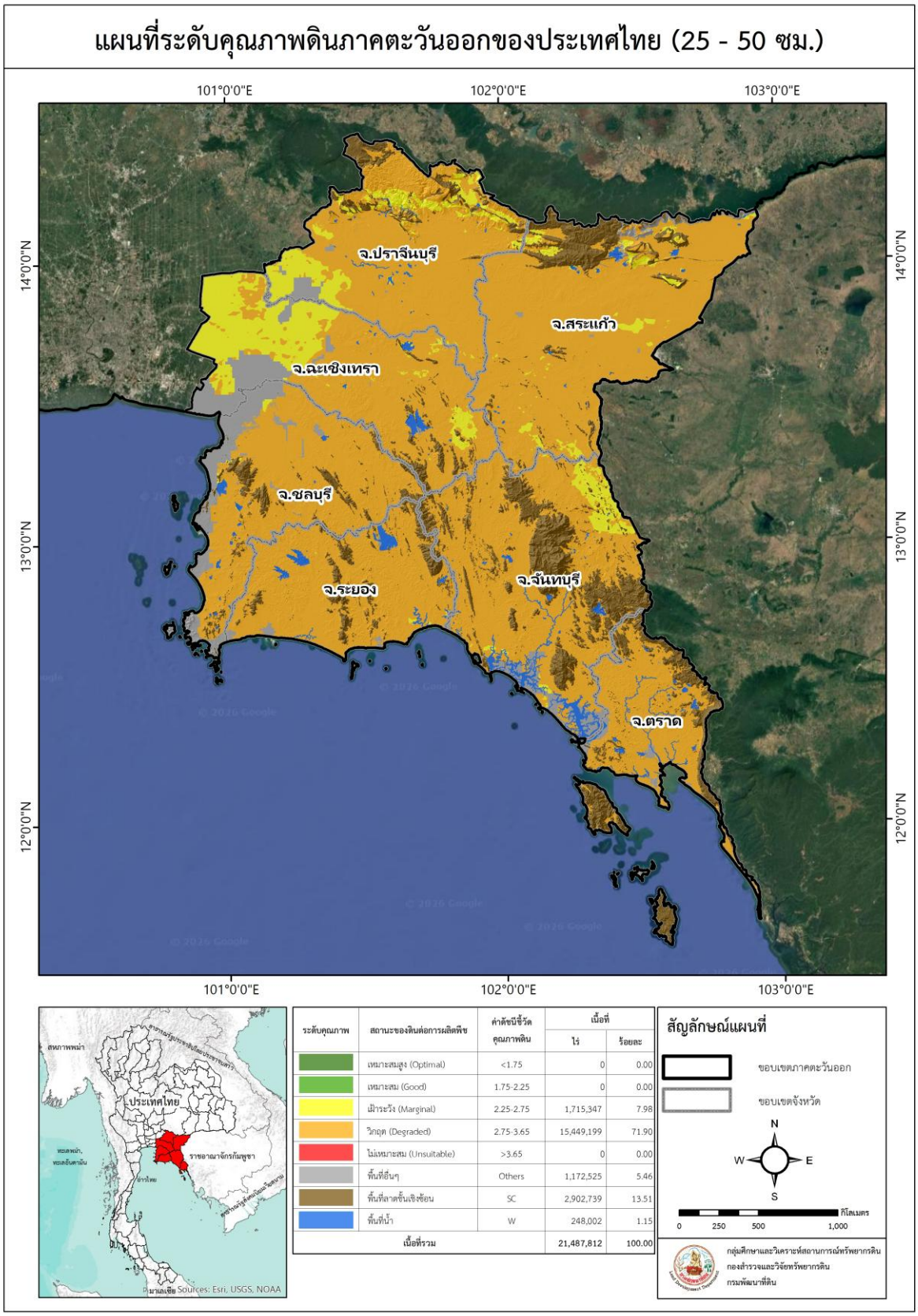
คุณภาพดินระดับ 3 (ปานกลาง) มีค่าดัชนีชี้วัดคุณภาพ 2.25 - 2.75 ดินอยู่ในสถานะเฝ้าระวังสำหรับการผลิตพืช และมีศักยภาพในการใช้ที่ดินอย่างยั่งยืน แต่ต้องมีการปรับปรุงวิธีการจัดการดินให้เหมาะสม (Sustainable with high input) โดยตัวชี้วัดที่เป็นข้อจำกัดปานกลาง ส่วนใหญ่เป็นปริมาณร้อยละความอิ่มตัวเบส รองลงมาเป็นพีเอชดิน ความจุความชื้นที่เป็นประโยชน์ โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ และอินทรียวัตถุ ตามลำดับ

คุณภาพดินระดับ 4 (ต่ำ) มีค่าดัชนีชี้วัดคุณภาพ 2.75 – 3.65 จัดว่าเป็นดินอยู่ในเกณฑ์เสื่อมคุณภาพอยู่ในสถานะวิกฤตสำหรับการผลิตพืช และมีศักยภาพในการใช้ที่ดินอย่างยั่งยืน แต่ต้องมีการปรับปรุงวิธีการจัดการดินให้เหมาะสมอย่างมาก (Sustainable with very high input) โดยตัวชี้วัดที่เป็นข้อจำกัดมากและรุนแรง ส่วนใหญ่เป็นปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ รองลงมาเป็นพีเอชดิน ความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออน และร้อยละความอิ่มตัวเบส ตามลำดับ

คุณภาพดินระดับ 5 (ต่ำมาก) มีค่าดัชนีชี้วัดคุณภาพ >3.65 จัดว่าเป็นดินอยู่ในเกณฑ์เสื่อมคุณภาพอยู่ในสถานะไม่เหมาะสมสำหรับการผลิตพืช และไม่มีศักยภาพในการใช้ที่ดินอย่างยั่งยืน (Unsustainable) โดยตัวชี้วัดที่เป็นข้อจำกัดรุนแรง ส่วนใหญ่เป็นปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ รองลงมาเป็นพีเอชดิน ความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออน และความหนาแน่นรวมของดิน ตามลำดับ พบพื้นที่น้อยมาก จำนวน 77 ไร่ (ร้อยละ 0.00)



ภาพที่ 22 แผนที่ระดับคุณภาพดินของภาคตะวันออก (ดินบน 0-25 ซม.)



ภาพที่ 23 แผนที่ระดับคุณภาพดินของภาคตะวันออก (ดินล่าง 25-50 ซม.)

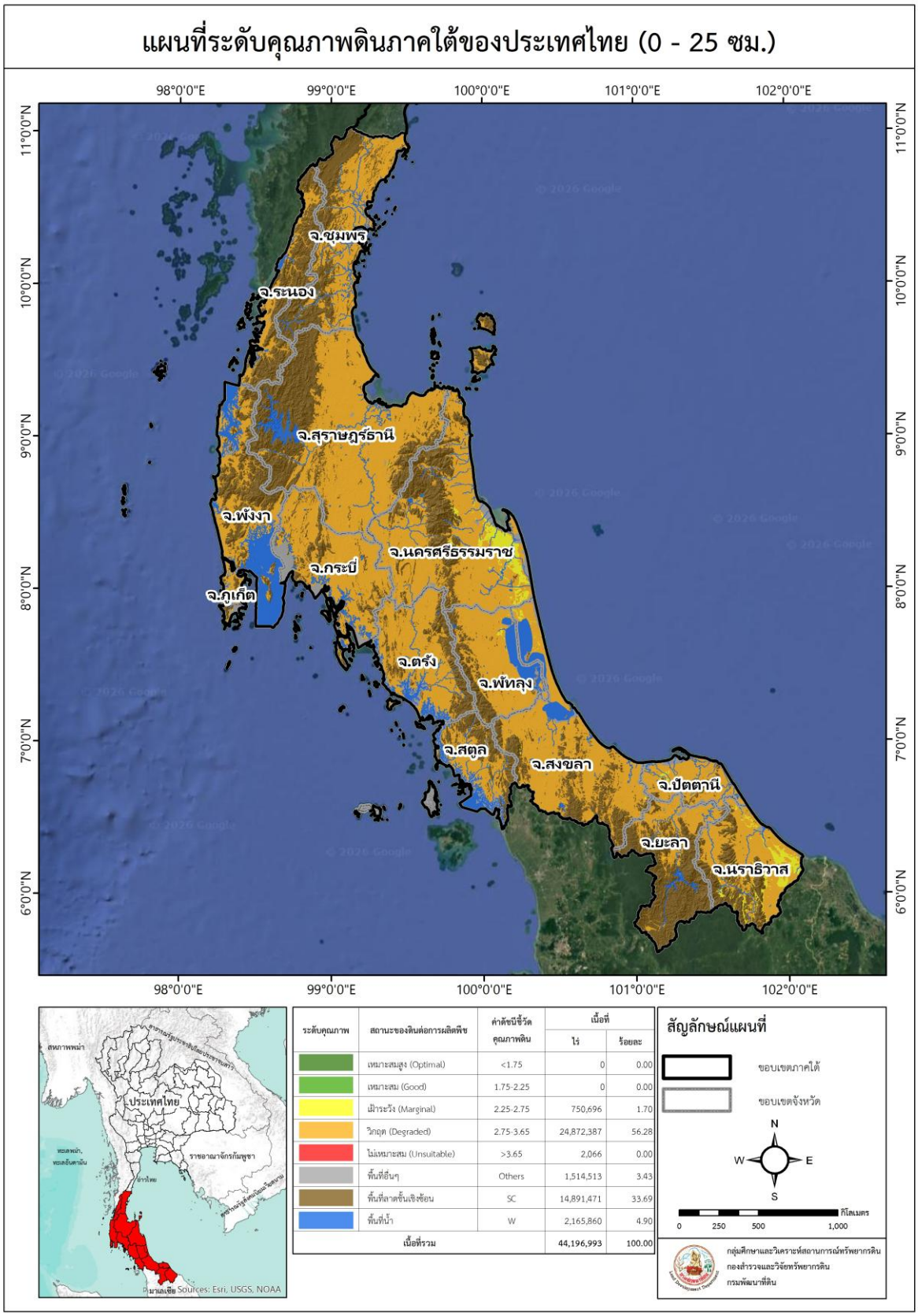
5.2.5 ภาคใต้

พื้นที่ส่วนใหญ่มีคุณภาพดินอยู่ในเกณฑ์เสื่อมโทรมขั้นวิกฤต (ระดับ 4) ครอบคลุมพื้นที่กว้างขวางเป็นอันดับสองของประเทศ โดยมีเนื้อที่ดินชั้นบน 24,872,387 ไร่ และดินชั้นล่าง 24,813,206 ไร่ พบมากที่สุดในจังหวัด สุราษฎร์ธานี รองลงมาคือคุณภาพดินระดับปานกลาง (ระดับ 3) มีเนื้อที่ดินชั้นบน 750,696 ไร่ และดินชั้นล่าง 809,807 ไร่ พบมากในจังหวัด นครศรีธรรมราช และพบคุณภาพดินระดับต่ำมาก (ระดับ 5) กระจายตัวอยู่เล็กน้อย มีเนื้อที่ดินชั้นบน 2,066 ไร่ และดินชั้นล่าง 2,136 ไร่ พบมากในจังหวัด นราธิวาส ทั้งนี้ ในภาคใต้ไม่พบพื้นที่ที่มีคุณภาพดินระดับ 1 (สูงมาก) และระดับ 2 (สูง) เช่นเดียวกัน (ภาพที่ 24 และ 25) โดยตัวชี้วัดที่เป็นข้อจำกัดมากและรุนแรงของภาคใต้ ส่วนใหญ่เป็นค่าพีเอชดิน สามารถสรุประดับคุณภาพดินของภาคใต้ได้ 3 ระดับ ดังนี้

คุณภาพดินระดับ 3 (ปานกลาง) มีค่าดัชนีชี้วัดคุณภาพ 2.25 - 2.75 ดินอยู่ในสถานะเฝ้าระวังสำหรับการผลิตพืช และมีศักยภาพในการใช้ที่ดินอย่างยั่งยืน แต่ต้องมีการปรับปรุงวิธีการจัดการดินให้เหมาะสม (Sustainable with high input) โดยตัวชี้วัดที่เป็นข้อจำกัดปานกลาง ส่วนใหญ่เป็นค่าพีเอชดิน รองลงมาเป็นร้อยละความอิ่มตัวเบส ความจุความชื้นที่เป็นประโยชน์ และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ ตามลำดับ

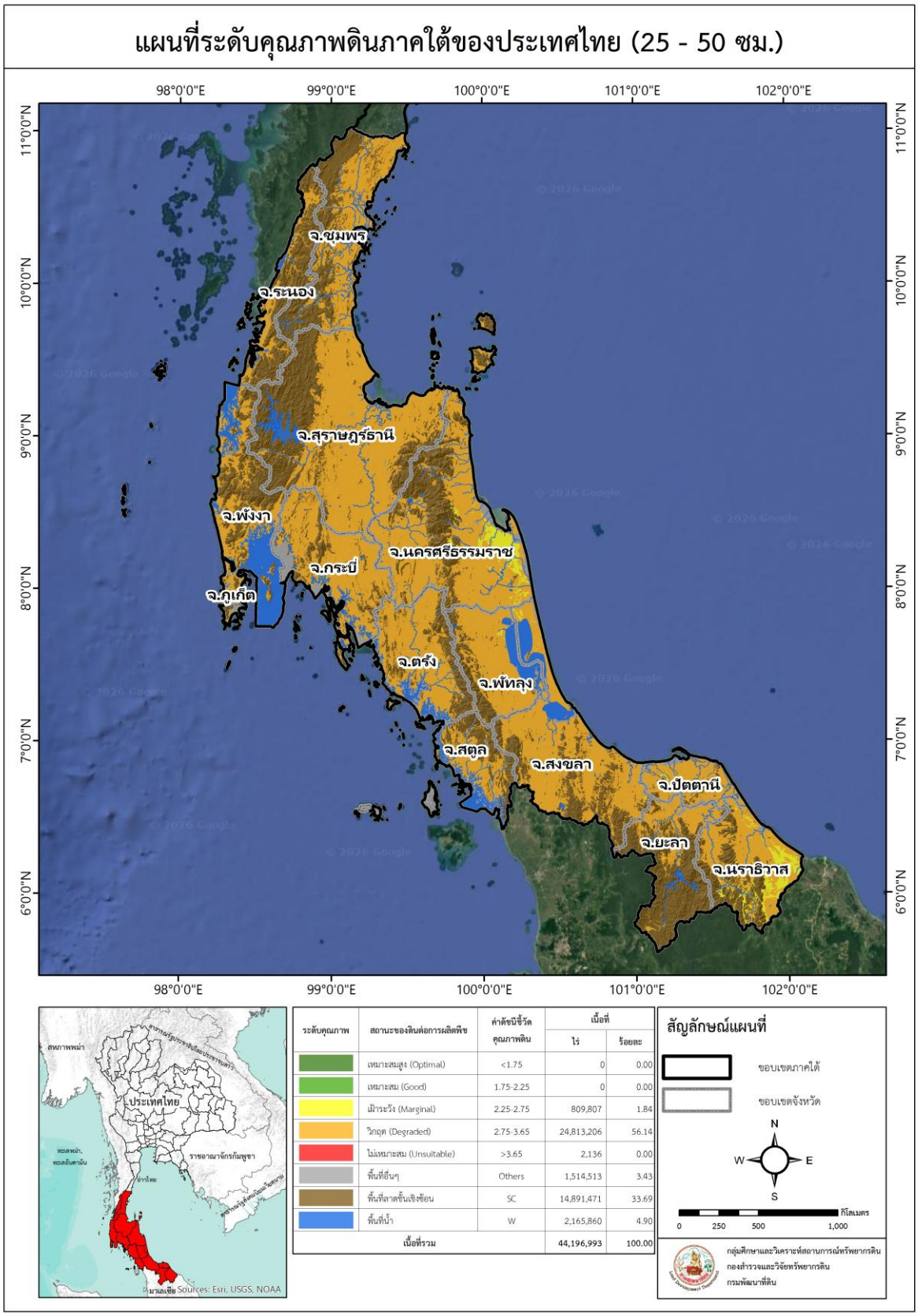
คุณภาพดินระดับ 4 (ต่ำ) มีค่าดัชนีชี้วัดคุณภาพ 2.75 – 3.65 จัดว่าเป็นดินอยู่ในเกณฑ์เสื่อมคุณภาพอยู่ในสถานะวิกฤตสำหรับการผลิตพืช และมีศักยภาพในการใช้ที่ดินอย่างยั่งยืน แต่ต้องมีการปรับปรุงวิธีการจัดการดินให้เหมาะสมอย่างมาก (Sustainable with very high input) โดยตัวชี้วัดที่เป็นข้อจำกัดมากและรุนแรง ส่วนใหญ่เป็นปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ รองลงมาเป็นโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ พีเอชดินความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออน และร้อยละความอิ่มตัวเบส ตามลำดับ

คุณภาพดินระดับ 5 (ต่ำมาก) มีค่าดัชนีชี้วัดคุณภาพ >3.65 จัดว่าเป็นดินอยู่ในเกณฑ์เสื่อมคุณภาพ อยู่ในสถานะไม่เหมาะสมสำหรับการผลิตพืช และไม่มีศักยภาพในการใช้ที่ดินอย่างยั่งยืน (Unsustainable) โดยตัวชี้วัดที่เป็นข้อจำกัดรุนแรง ส่วนใหญ่เป็นปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ รองลงมาเป็นโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ พีเอชดิน และความหนาแน่นรวมของดิน ตามลำดับ



ระดับคุณภาพ	สถานะของดินต่อการผลิตพืช	ค่าดัชนีชี้วัดคุณภาพดิน	เนื้อที่	
			ไร่	ร้อยละ
	เหมาะสมสูง (Optimal)	<1.75	0	0.00
	เหมาะสม (Good)	1.75-2.25	0	0.00
	เฝ้าระวัง (Marginal)	2.25-2.75	750,696	1.70
	วิกฤต (Degraded)	2.75-3.65	24,872,387	56.28
	ไม่เหมาะสม (Unsuitable)	>3.65	2,066	0.00
	พื้นที่อื่นๆ	Others	1,514,513	3.43
	พื้นที่ลาดชันเชิงซ้อน	SC	14,891,471	33.69
	พื้นที่น้ำ	W	2,165,860	4.90
เนื้อที่รวม			44,196,993	100.00

ภาพที่ 24 แผนที่ระดับคุณภาพดินของภาคใต้ (ดินบน 0-25 ซม.)



ภาพที่ 25 แผนที่ระดับคุณภาพดินของภาคใต้ (ดินล่าง 25-50 ซม.)

บทที่ 6 สรุปและข้อเสนอแนะ

6.1 ข้อสรุป

การประเมินคุณภาพดินของประเทศไทยดำเนินการประเมินผ่านดัชนีชี้วัดคุณภาพดิน (Soil Quality Index; SQI) ตามกรอบแนวทางการประเมินการจัดการดิน (Soil Management Assessment Framework: SMAF) โดยคัดเลือกชุดข้อมูลสมบัติดินขั้นต่ำ (Minimum Data Set; MDS) จำนวน 10 ตัวชี้วัด ครอบคลุมทั้งด้านเคมีและกายภาพของดิน ได้แก่ พีเอชของดิน (Soil pH) ค่าการนำไฟฟ้าของสารสกัดอิ่มตัวของดิน (EC_e), ปริมาณอินทรียวัตถุในดิน (OM) ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (Avail. P) ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (Exch. K) ความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออน (CEC) ร้อยละความอิ่มตัวเบส (%BS), ความหนาแน่นรวมของดิน (Bulk Density; BD) ความจุความชื้นที่เป็นประโยชน์ (Available Water Capacity; AWC) และสัมประสิทธิ์การนำน้ำของดินอิ่มตัว (Saturated Hydraulic Conductivity; K_{sat}) เพื่อจำแนกศักยภาพการผลิตพืชออกเป็น 5 ระดับคุณภาพ

พบว่า ภาพรวมคุณภาพดินระดับประเทศส่วนใหญ่อยู่ใน เกณฑ์เสื่อมคุณภาพหรืออยู่ในสถานะวิกฤต (ระดับ 4) ซึ่งมีเนื้อที่รวมประมาณ 139 ล้านไร่ทั่วประเทศ (43.4%) รองลงมาคือดินที่มีคุณภาพระดับปานกลางหรืออยู่ในระยะเฝ้าระวังที่ต้องได้รับการปรับปรุง (ระดับ 3) มีเนื้อที่ประมาณ 64 ล้านไร่ (20%) ในขณะที่ดินที่มีคุณภาพสูง (ระดับ 2) ซึ่งเหมาะสมต่อการผลิตพืชและมีศักยภาพยั่งยืนนั้น มีสัดส่วนพื้นที่น้อยมากประมาณ 1.1 ล้านไร่ (0.37%) และบางพื้นที่พบดินคุณภาพต่ำมาก (ระดับ 5) เป็นดินเสื่อมคุณภาพอยู่ในสถานะไม่เหมาะสมสำหรับการผลิตพืช ในบริเวณภาคตะวันออกเฉียงเหนือและภาคใต้ เนื้อที่ประมาณ 1.2 แสนไร่ (0.04%) ซึ่งจากการประเมินดัชนีคุณภาพดินพบว่า ตัวชี้วัดที่เด่นชัดของทรัพยากรดินในประเทศไทยมีข้อจำกัดที่รุนแรงส่วนใหญ่เป็นด้านความอุดมสมบูรณ์ โดยเฉพาะปัญหาการขาดแคลนธาตุอาหารหลักพวก โพแทสเซียม ฟอสฟอรัส ขาดอินทรียวัตถุ และปัญหาดินด้านความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออน ร้อยละความอิ่มตัวเบสต่ำ ทำให้ดินขาดความสามารถในการดูดยึดธาตุไว้ในดิน ทำให้ธาตุอาหารไม่เพียงพอต่อการเติบโตของพืช และข้อจำกัดด้านดินมีความหนาแน่นรวมสูงทำให้เกิดชั้นดาน ส่งผลให้ขัดขวางการชอนไชเจริญเติบโตของรากพืช และสามารถจำแนกรายภาคได้ ดังนี้

1) ภาคเหนือ ภาพรวมเป็นดินมีศักยภาพปานกลางในการผลิตพืช คุณภาพดินส่วนใหญ่อยู่ในสถานะเฝ้าระวัง (ระดับ 3) พื้นที่ประมาณ 26 ล้านไร่ (8.3%) ไปจนถึงขั้นวิกฤต (ระดับ 4) พื้นที่ประมาณ 17 ล้านไร่ (5.4%) ข้อจำกัดหลักที่ส่งผลต่อคุณภาพดินในภาคเหนือคือ การขาดแคลนปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ ปริมาณอินทรียวัตถุในดินต่ำ และความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนต่ำ

2) ภาคกลาง ภาพรวมเป็นดินมีศักยภาพปานกลางในการผลิตพืช คุณภาพดินส่วนใหญ่อยู่ในระดับเฝ้าระวัง (ระดับ 3) พื้นที่ประมาณ 14 ล้านไร่ (4.4%) และระดับวิกฤต (ระดับ 4) พื้นที่ประมาณ 12 ล้านไร่ (3.9%)

ข้อจำกัดที่สำคัญและรุนแรงในพื้นที่ภาคกลางคือ ปริมาณอินทรียวัตถุในดินที่ลดต่ำลงมาก ซึ่งกระทบต่อโครงสร้างดินและการกักเก็บความชื้น ทำให้ดินมีความจุความชื้นที่เป็นประโยชน์ต่ำ ความหนาแน่นรวมของดินสูง และขาดธาตุอาหารพวกฟอสฟอรัสเป็นส่วนใหญ่

3) ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาพรวมเป็นดินมีศักยภาพต่ำในการผลิตพืช คุณภาพดินส่วนใหญ่ตกอยู่ในเกณฑ์เสื่อมโทรมขั้นวิกฤต (ระดับ 4) พื้นที่ประมาณ 69 ล้านไร่ (21.6%) ข้อจำกัดที่รุนแรงและเป็นอุปสรรคต่อการเกษตรมากที่สุดคือ ปริมาณอินทรียวัตถุในดินที่ต่ำมาก ประกอบกับการขาดแคลนปริมาณโพแทสเซียมและฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์

4) ภาคตะวันออก ภาพรวมเป็นดินมีศักยภาพต่ำในการผลิตพืช คุณภาพดินส่วนใหญ่อยู่ในเกณฑ์เสื่อมโทรมขั้นวิกฤต (ระดับ 4) พื้นที่ประมาณ 15 ล้านไร่ (4.8%) ข้อจำกัดหลักที่พบคือ การขาดแคลนปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ ปัญหาค่าความเป็นกรดด่าง (พีเอชดิน) และความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนในดินต่ำ

5) ภาคใต้ ภาพรวมเป็นดินมีศักยภาพต่ำในการผลิตพืช คุณภาพดินส่วนใหญ่อยู่ในเกณฑ์เสื่อมขั้นวิกฤต (ระดับ 4) พื้นที่ประมาณ 25 ล้านไร่ (7.8%) ข้อจำกัดที่รุนแรงและส่งผลกระทบต่อการผลิตพืชคือ ปัญหาค่าความเป็นกรดด่างของดินต่ำ (ดินกรดจัด) รวมถึงการขาดแคลนธาตุอาหารสำคัญอย่างฟอสฟอรัสและโพแทสเซียม

6.2 ข้อเสนอแนะเชิงนโยบายและการจัดการ

1) นโยบายวาระเรื่องการจัดการอินทรียวัตถุในดิน จากผลประเมินที่ชี้ชัดว่า ภาคเหนือ ภาคกลาง และภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีปัญหาอินทรียวัตถุต่ำถึงต่ำมาก ภาครัฐควรเร่งส่งเสริมและสนับสนุนปัจจัยการผลิตด้านการจัดการวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร (การไถกลบตอซัง) การใช้ปุ๋ยหมัก ปุ๋ยคอก และปุ๋ยพืชสด เพื่อฟื้นฟูโครงสร้างดิน เพิ่มความจุความชื้น และยกระดับความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออน เพื่อช่วยให้ดินดูดยึดธาตุอาหารไว้ให้พืชดูดกินได้

2) การจัดการความสมดุลของธาตุอาหารและแก้ไขดินกรดเฉพาะพื้นที่ (Site-Specific Management) ในพื้นที่ภาคใต้และภาคตะวันออก ต้องมีมาตรการเร่งด่วนในการบริหารจัดการค่าพีเอชดิน เช่น การสนับสนุนการใช้วัสดุปูนทางการเกษตรเพื่อลดความเป็นกรด พร้อมทั้งส่งเสริมการจัดการปุ๋ยสั่งตัด (Tailor-made fertilizer) โดยเน้นการเติมฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมให้สอดคล้องกับค่าวิเคราะห์ดินในทุกภาค

3) การบูรณาการแผนที่ฐานข้อมูล SQI เพื่อการวางแผนแบบแม่นยำ: ระดับนโยบายควรนำผลการประเมินดัชนีคุณภาพดินระดับประเทศและระดับภูมิภาค มาใช้เป็นเครื่องมือหลักในการกำหนดเขตส่งเสริมการปลูกพืช (Zoning) เพื่อให้การจัดสรรงบประมาณอุดหนุนด้านการปรับปรุงบำรุงดินเป็นไปอย่างแม่นยำ ตรงจุด และเกิดประสิทธิภาพสูงสุดต่อการผลิตพืช

4) การสร้างแรงจูงใจในการจัดการที่ดินอย่างยั่งยืน (Sustainable Land Management Incentives): รัฐควรพัฒนากลไกการให้ผลตอบแทนหรือมาตรการจูงใจ (เช่น เงินอุดหนุนพิเศษ มาตรการทางภาษี หรือสินเชื่อ

ดอกเบี้ยต่ำ) แก่เกษตรกรที่ปรับเปลี่ยนแนวปฏิบัติมาสู่การอนุรักษ์ดินและน้ำ เพื่อเร่งเปลี่ยนผ่านพื้นที่วิกฤต (ระดับ 4-5) ให้กลับมาเป็นพื้นที่ที่มีศักยภาพการผลิตระดับปานกลางถึงสูง (ระดับ 2-3) ในระยะยาวอย่างยั่งยืน

5) ส่งเสริมให้มีการศึกษาติดตามและปรับปรุงคุณภาพดินในพื้นที่เฉพาะที่มีข้อจำกัดรุนแรง อย่างพื้นที่ดินเปรี้ยวจัดภาคกลาง ดินเค็มจากการรุกล้ำน้ำทะเลในภาคกลางและภาคใต้ ดินเค็มบกในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ เพื่อปรับปรุงฟื้นฟูพื้นที่วิกฤตไม่เหมาะสม (ระดับ 5) ให้กลับมาเป็นพื้นที่ที่มีศักยภาพการผลิตพืชระดับปานกลางได้ (ระดับ 3) ช่วยให้เกษตรกรสามารถมีพื้นที่คุณภาพระดับปานกลางถึงสูงในการผลิตพืชได้เพิ่มขึ้น

บรรณานุกรม

กรมการปกครอง. 2555. **แผนที่ของเขตการปกครอง.** กระทรวงมหาดไทย, กรุงเทพฯ

คณะกรรมการจัดทำพจนานุกรมศัพท์ปฐพีศาสตร์. 2562. **พจนานุกรมศัพท์ปฐพีศาสตร์ ฉบับราชบัณฑิตยสภา.** สำนักงานราชบัณฑิตยสภา, กรุงเทพฯ. 433 น.

นุกูล แก้วเล็ก. (2552). **การประเมินดัชนีคุณภาพดินภายใต้ระบบการใช้ที่ดินทางการเกษตรในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สา จังหวัดเชียงใหม่** วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ศุภมาศ พานิชศักดิ์พัฒนา. (2562). **คุณภาพดินและการจัดการดินอย่างยั่งยืน**. กรุงเทพฯ: ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ยงยุทธ โอสถสภา. 2557. **คุณภาพดินเพื่อการเกษตร**. สำนักพิมพ์ สมาคมดินและปุ๋ยแห่งประเทศ, กรุงเทพฯ. 248 หน้า ลาวรรณ์ พร้อมสุข.

เอิบ เขียวรื่นรมณ์. 2548. **การสำรวจดิน: มโนทัศน์ หลักการและเทคนิค**. พิมพ์ครั้งที่ 2, สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ. 733 หน้า.

Andrews, S. S., Karlen, D. L., & Cambardella, C. A. (2004). **The soil management assessment framework: A quantitative soil quality evaluation method**. Soil Science Society of America Journal, 68(6), 1945–1962.

Carter, M.R., E.G. Gregorich, D.W. Anderson, J.W. Doran, H.H. Janzen and F.J. Pierce. 1997. **Concepts of Soil Quality and Their Significance**. In E.G. Gregorich and M.R. Cater (eds). Soil Quality for Crop Productin and Ecosystem Health. Elsevier 1–19.

Doran, J. W., & Parkin, T. B. (1994). Defining and assessing soil quality. In J. W. Doran, D. C. Coleman, D. F. Bezdicek, & B. A. Stewart (Eds.), ***Defining Soil Quality for a Sustainable Environment*** **(SSSA Special Publication No. 35, pp. 3–21)**. Madison, WI: Soil Science Society of America and American Society of Agronomy.

Food and Agriculture Organization of the United Nations. (1993). ***Guidelines for land-use planning*** **(FAO Development Series 1).** FAO.

Gregorich, E. G., & Carter, M. R. (Eds.). (1997). **Soil Quality for Crop Production and Ecosystem Health (Developments in Soil Science, Vol. 25)**. Amsterdam: Elsevier.

Karlen, D. L., Cambardella, C. A., & Kovar, J. L. (2013). Soil quality: **A review of the concept, its role in sustainable agriculture, and its potential application for improving soil management**. Soil Science and Plant Nutrition, 59(1), 1–12.

Karlen, D. L., Ditzler, C. A., & Andrews, S. S. (2003). **Soil quality: Why and how?**. *Geoderma*, 114(3–4), 145–156.

McBratney, A. B., Mendonça-Santos, M. L., & Minasny, B. (2003). **On digital soil mapping**. Geoderma, 117(1–2), 3–52.

Shukla, M.K., R. Lal, and M. Ebinger. 2004. **Soil quality indicators for the North Appalachian Experimental Watersheds in Coshocton Ohio**. Soil Science. 169 (3): 195-205.

Soil Science Society of America (SSSA). (1997). **Glossary of Soil Science Terms 1997**. Madison, WI: Soil Science Society of America.

Smyth, A. J., & Dumanski, J. (1993). FESLM. **An international framework for evaluating sustainable land management (World Soil Resources Report No. 73).** Food and Agriculture Organization of the United Nations.

ภาคผนวก

ตารางภาคผนวกที่ 1

No.	Code	สถานที่/ศูนย์	UTM	X	Y	Latitude	Longitude	Soil series	Landuse
1	SQI69-fsi-A1-1	สถานีพัฒนาที่ดินนครปฐม	47	605515	1547170	13.993000	99.977000	Ks-gm-siclA	นาข้าว
2	SQI69-fsi-A2-2	สถานีพัฒนาที่ดินนครปฐม	47	605299	1547169	13.993000	99.975000	Ks-siclB	หญ้าแฝก
3	SQI69-fsi-A4-3	สถานีพัฒนาที่ดินนครปฐม	47	605083	1547168	13.993000	99.973000	Ks-clA	มะขาม
4	SQI69-f-A2-4	สถานีพัฒนาที่ดินสุพรรณบุรี	47	618969	1595644	14.430683	100.103682	Bn-cA	หญ้าแฝก
5	SQI69-f-A2-5	สถานีพัฒนาที่ดินอ่างทอง	47	656729	1618115	14.631890	100.455242	Cn-sicA	ปอเทือง
6	SQI69-lsk-A2-6	สถานีพัฒนาที่ดินลพบุรี	47	690512	1637163	14.801855	100.770218	Tk-vgclB	ปอเทือง
7	SQI69-vf-A3-7	สถานีพัฒนาที่ดินลพบุรี	47	690572	1637083	14.801131	100.770771	Lb-clB	ปาล์มน้ำมัน
8	SQI69-f-A2-8	สถานีพัฒนาที่ดินลพบุรี	47	690560	1637114	14.801415	100.770656	Lb-cB	ปอเทือง
9	SQI69-lsk-A2-9	สถานีพัฒนาที่ดินสระบุรี	47	691303	1623820	14.681219	100.776585	Tk-gclB	ปอเทือง
10	SQI69-lsk-f-10	สถานีพัฒนาที่ดินสระบุรี	47	691464	1624146	14.684156	100.778100	Tk-cA	ป่า
11	SQI69-vf-A4-11	สถานีพัฒนาที่ดิน พระนครศรีอยุธยา	47	673878	1588987	14.367579	100.612526	Ay-rb-cA	มะม่วง
12	SQI69-vf-A1-12	ศูนย์วิจัยข้าวพระนครศรีอยุธยา	47	673646	1588825	14.366130	100.610365	Ay-cA	นาข้าว
13	SQI69-vf-A3-13	สถานีพัฒนาที่ดินปทุมธานี	47	690191	1553019	14.041440	100.761250	Rs-cA	ปาล์มน้ำมัน
14	SQI69-vf-A3-14	สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต1	47	690170	1552273	14.034700	100.761000	Ok-cA	ไม้ยืนต้น

ตารางภาคผนวกที่ 1 (ต่อ)

No.	Code	สถานที่/ศูนย์	UTM	X	Y	Latitude	Longitude	Soil series	Landuse
15	SQI69-vf-A4-15	สถานีพัฒนาที่ดินนครนายก	47	718185	1560866	14.110320	101.021000	Ok-cA	กล้วย
16	SQI69-col-A4-16	สถานีพัฒนาที่ดินจันทบุรี	47	811097	1411504	12.752679	101.864904	Te-col-sclA	ปาล์มน้ำมัน
17	SQI69-vf-A4-17	สถานีพัฒนาที่ดินจันทบุรี	47	811052	1411256	12.750447	101.864468	Te-md-sclA	มังคุด
18	SQI69-col-A3-18	สถานีพัฒนาที่ดินระยอง	47	740610	1422980	12.862619	101.217087	Bcg-slC	ยางพารา
19	SQI69-col-A4-19	สถานีพัฒนาที่ดินระยอง	47	741070	1422981	12.862592	101.221324	Bcg-md-cosB	กระท้อน
20	SQI69-col-A2-20	สถานีพัฒนาที่ดินระยอง	47	740364	1423152	12.864192	101.214833	Bcg-lsk-slC	มันสำปะหลัง
21	SQI69-loamy-A4-21	สถานีพัฒนาที่ดินชลบุรี	47	713476	1467531	13.267232	100.970365	Ly-tks-lsA	หม่อน
22	SQI69-vf-A1-22	ศูนย์วิจัยข้าวฉะเชิงเทรา	47	711640	1534482	13.872401	100.958381	Cc-cA	นาข้าว
23	SQI69-lsk-A4-23	ศูนย์ศึกษาวิธีการฟื้นฟูที่ดินเสื่อมโทรมเขาชะงุ้มอันเนื่องมาจากพระราชดำริ	47	575760	1517108	13.722152	99.700695	Ty-sclB	ไม้ผลผสม
24	SQI69-lsk-F-24	ศูนย์ศึกษาวิธีการฟื้นฟูที่ดินเสื่อมโทรมเขาชะงุ้มอันเนื่องมาจากพระราชดำริ	47	575784	1517056	13.721682	99.700911	Ty-sclB	ป่า
25	SQI69-col-A4-25	ศูนย์ศึกษาวิธีการฟื้นฟูที่ดินเสื่อมโทรมเขาชะงุ้มอันเนื่องมาจากพระราชดำริ	47	575133	1516219	13.714132	99.694873	Ly-col-slB	มะม่วง/กาแฟ

ตารางภาคผนวกที่ 1 (ต่อ)

No.	Code	สถานที่/ศูนย์	UTM	X	Y	Latitude	Longitude	Soil series	Landuse
26	SQI69-col-A2-26	ศูนย์ศึกษาวิธีการฟื้นฟูที่ดินเสื่อมโทรม เขาชะงุ้มอันเนื่องมาจากพระราชดำริ	47	575122	1516201	13.713969	99.694768	Ly-col-slB	ข้าวโพด
27	SQI69-col-A3-27	ศูนย์ศึกษาวิธีการฟื้นฟูที่ดินเสื่อมโทรม เขาชะงุ้มอันเนื่องมาจากพระราชดำริ	47	575386	1516299	13.714844	99.697214	Ly-col-slB	ป่าไม้
28	SQI69-fl-A1-28	สถานีพัฒนาที่ดินประจวบคีรีขันธ์	47	589209	1319584	11.935779	99.819270	Nk-slA	นาข้าว
29	SQI69-fl-A4-29	สถานีพัฒนาที่ดินประจวบคีรีขันธ์	47	589278	1319298	11.933194	99.819899	Nk-slA	มะขาม
30	SQI69-col-A2-30	สถานีพัฒนาที่ดินประจวบคีรีขันธ์	47	589661	1319389	11.934001	99.823421	Nk-col-slB	สับปะรด
31	SQI69-col-A3-31	สถานีพัฒนาที่ดินประจวบคีรีขันธ์	47	589620	1319521	11.935197	99.823048	Nk-col-slA	สะเดา
32	SQI69-col-F-32	สถานีพัฒนาที่ดินประจวบคีรีขันธ์	47	589699	1319136	11.931718	99.823760	Nk-col-fslB	ป่าไม้
33	SQI69-col-A3-33	สถานีพัฒนาที่ดินชุมพร	47	505059	1102785	9.976235	99.046156	Tg-slB	ปาล์มน้ำมัน
34	SQI69-Sand-F-34	สถานีพัฒนาที่ดินชุมพร	47	505112	1102815	9.976501	99.046641	Tg-sB	ป่าไม้
35	SQI69-fl-A1-35	สถานีพัฒนาที่ดินสุราษฎร์ธานี	47	563986	1012155	9.156038	99.582388	Pkm-slA	นาข้าว
36	SQI69-fl-A4-36	สถานีพัฒนาที่ดินสุราษฎร์ธานี	47	564028	1011895	9.153684	99.582763	Pkm-rb-sclA	มะพร้าว
37	SQI69-fl-A3-37	สถานีพัฒนาที่ดินสุราษฎร์ธานี	47	563943	1012394	9.158196	99.582003	Pkm-sclB	ปาล์มน้ำมัน
38	SQI69-fl-F-38	สถานีพัฒนาที่ดินสุราษฎร์ธานี	47	563760	1012484	9.159013	99.580339	Pkm-fsclA	ป่าอนุรักษ์พันธุ์พืช

ตารางภาคผนวกที่ 1 (ต่อ)

No.	Code	สถานที่/ศูนย์	UTM	X	Y	Latitude	Longitude	Soil series	Landuse
39	SQI69-fl-A4-39	สถานีพัฒนาที่ดินนครศรีธรรมราช	47	600388	923691	8.355281	99.911739	Ko-rb-clA	ไม้ผลผสม
40	SQI69-fl-F-40	สถานีพัฒนาที่ดินนครศรีธรรมราช	47	600339	923693	8.355302	99.911290	Ko-cA	ป่าอนุรักษ์พันธุ์พืช
41	SQI69-col-A3-41	สถานีพัฒนาที่ดินนครศรีธรรมราช	47	600374	923570	8.354188	99.911606	Ko-col,lt-coslB	ไผ่
42	SQI69-col-A1-42	สถานีพัฒนาที่ดินอุทัยธานี	47	603727	1704469	15.415079	99.966695	Tht-hb-pic-tks-slA	นาข้าว
43	SQI69-f-A3-43	สถานีพัฒนาที่ดินนครสวรรค์	47	620451	1722911	15.581045	100.123434	Ln-clA	ต้นกระถิน
44	SQI69-f-A3-44	สถานีพัฒนาที่ดินนครสวรรค์	47	620416	1723238	15.584007	100.123124	Ln-clA	เขตอนุรักษ์พันธุ์พืช
45	SQI69-col-F-45	สถานีพัฒนาที่ดินตาก	47	511362	1860022	16.823404	99.106651	Ps-gslC	ป่าเบญจพรรณ
46	SQI69-lsk-A2-46	สถานีพัฒนาที่ดินตาก	47	511531	1860712	16.829645	99.108237	Tas-vgslC	มันสำปะหลัง
47	SQI69-csk-F-47	สถานีพัฒนาที่ดินตาก	47	511398	1861017	16.832396	99.106994	Tas-sclC	ป่าอนุรักษ์พันธ์พืช
48	SQI69-f-A1-48	สถานีพัฒนาที่ดินสุโขทัย	47	580628	1891666	17.108060	99.757900	Skt-cA	นาข้าว

ตารางภาคผนวกที่ 1 (ต่อ)

No.	Code	สถานที่/ศูนย์	UTM	X	Y	Latitude	Longitude	Soil series	Landuse
49	SQI69-f-A3-49	สถานีพัฒนาที่ดินอุตรดิตถ์	47	621641	1956274	17.690145	100.147005	Ws-sh-clB	ต้นสัก
50	SQI69-cks-A2-50	สถานีพัฒนาที่ดินอุตรดิตถ์	47	621558	1956149	17.689018	100.146208	Ch-br	แฝก
51	SQI69-cks-F-51	สถานีพัฒนาที่ดินอุตรดิตถ์	47	621376	1956355	17.690890	100.144504	Ml-gfsclC	ป่าอนุรักษ์พันธ์พืช
52	SQI69-col-A3-52	สถานีพัฒนาที่ดินพิษณุโลก	47	654980	1859654	16.814960	100.454439	Pch-slA	ต้นสะเดา
53	SQI69-col-A2-53	สถานีพัฒนาที่ดินพิษณุโลก	47	655167	1859649	16.814907	100.456198	Pch-slA	หญ้าเลี้ยงสัตว์
54	SQI69-col-F-54	สถานีพัฒนาที่ดินพิษณุโลก	47	655225	1859489	16.813458	100.456725	Pch-slA	ป่าไม้
55	SQI69-col-A4-54	สถานีพัฒนาที่ดินพิษณุโลก	47	655225	1859760	16.815899	100.456744	Pch-slA	มะขาม
56	SQI69-col-F-55	สถานีพัฒนาที่ดินพิษณุโลก	47	655798	1859599	16.814407	100.462114	Wk-slC	ป่าไม้
57	SQI69-col-F-56	สถานีพัฒนาที่ดินพิษณุโลก	47	655531	1859504	16.813569	100.459605	Pu-slB	ป่าไม้
58	SQI69-fl-A4-57	สถานีพัฒนาที่ดินเพชรบูรณ์	47	729989	1821290	16.462226	101.154194	Pe-slB	มะขาม
59	SQI69-fl-A3-58	สถานีพัฒนาที่ดินเพชรบูรณ์	47	730017	1821353	16.462791	101.154462	Pe-sclB	ต้นสักทอง
60	SQI69-fl-A4-59	สถานีพัฒนาที่ดินเพชรบูรณ์	47	730030	1821070	16.460230	101.154559	Pe-slC	ต้นมะขาม

ตารางภาคผนวกที่ 1 (ต่อ)

No.	Code	สถานที่/ศูนย์	UTM	X	Y	Latitude	Longitude	Soil series	Landuse
61	SQI69-f-A3-60	สถานีพัฒนาที่ดินเพชรบูรณ์	47	729712	1821103	16.460563	101.151587	Pe-slB	ไผ่
62	SQI69-f-M1-61	สถานีพัฒนาที่ดินเพชรบูรณ์	47	729334	1821243	16.461864	101.148064	Ncu-clC	ป่าละเมาะ
63	SQI69-f-A2-62	สถานีพัฒนาที่ดินเพชรบูรณ์	47	729334	1821146	16.460985	101.148051	Ncu-clB	แฝก
64	SQI69-f-A3-63	สถานีพัฒนาที่ดินเพชรบูรณ์	47	729212	1821299	16.462376	101.146924	Ncu-clB	ต้นสักทอง
65	SQI69-col-A2-64	สถานีพัฒนาที่ดินเลย	47	786298	1952700	17.642699	101.698229	Ps-coslB	แฝก
66	SQI69-f-A2-65	สถานีพัฒนาที่ดินเลย	47	786528	1952454	17.640448	101.700362	Ps-slB	ปอเทือง
67	SQI69-col-A4-66	สถานีพัฒนาที่ดินเลย	47	786592	1952760	17.643206	101.701008	Ps-coslB	ลำไย
68	SQI69-col-A1-68	สถานีพัฒนาที่ดินหนองคาย	48	266010	1980827	17.902875	102.791335	Pp-gm-fslB	นาข้าว
69	SQI69-col-A3-69	สถานีพัฒนาที่ดินหนองคาย	48	266404	1980722	17.901969	102.795064	Sk-gslB	ยูคาลิปตัส
70	SQI69-f-A4-70	สถานีพัฒนาที่ดินหนองคาย	48	265834	1980996	17.904383	102.789656	Pp-sgslB	ลิ้นจี่
71	SQI69-col-A1-71	สถานีพัฒนาที่ดินอุดรธานี	48	272804	1913563	17.296019	102.862593	Pp-slA	นาข้าว
72	SQI69-col-A3-72	สถานีพัฒนาที่ดินอุดรธานี	48	273250	1913649	17.296820	102.866804	Pp-slA	ยูคาลิปตัส

ตารางภาคผนวกที่ 1 (ต่อ)

No.	Code	สถานที่/ศูนย์	UTM	X	Y	Latitude	Longitude	Soil series	Landuse
73	SQI69-col-A3-73	สถานีพัฒนาที่ดินอุดรธานี	48	273014	1913519	17.295639	102.864567	Pp-slA	ไผ่
74	SQI69-col-A3-74	สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 5	48	269731	1822024	16.468814	102.843093	Cpg-slA	ยูคาลิปตัส
75	SQI69-col-A3-75	สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 5	48	269450	1822113	16.469600	102.840847	Cpg-slA	ยางนา
76	SQI69-col-A2-76	สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 5	48	269193	1821969	16.468274	102.838086	Cpg-slA	มันสำปะหลัง
77	SQI69-fl-A1-77	พื้นที่ดินเค็ม ทุ่งเมืองเพีย	48	249076	1777557	16.065085	102.654531	Ki-slA	นาข้าว
78	SQI69-col-A1-78	พื้นที่ดินเค็ม ทุ่งเมืองเพีย	48	249205	1776685	16.057207	102.655812	Ki-col-slA	นาข้าว
79	SQI69-col-A1-79	พื้นที่ดินเค็ม ทุ่งเมืองเพีย	48	248791	1775034	16.042266	102.652135	Kts-slA	นาข้าว
80	SQI69-col-A3-80	สถานีพัฒนาที่ดินมหาสารคาม	48	312765	1784929	16.137397	103.249032	Ht-lsA	ยางนา
81	SQI69-col-A4-81	สถานีพัฒนาที่ดินมหาสารคาม	48	312804	1784735	16.135650	103.249416	Ht-Tks-lsA	มะม่วง
82	SQI69-col-F-82	สถานีพัฒนาที่ดินมหาสารคาม	48	312862	1784602	16.134452	103.249952	Ht-lsA	ป่าอนุรักษ์พันธุ์พืช
83	SQI69-col-A4-83	สถานีพัฒนาที่ดินกาฬสินธุ์	48	331251	1814119	16.402534	103.419753	Suk-slA	ลำไย
84	SQI69-col-F-84	สถานีพัฒนาที่ดินกาฬสินธุ์	48	331388	1813820	16.399836	103.421053	Suk-slA	ป่าไม้

ตารางภาคผนวกที่ 1 (ต่อ)

No.	Code	สถานที่/ศูนย์	UTM	X	Y	Latitude	Longitude	Soil series	Landuse
85	SQI69-col-A3-85	สถานีพัฒนาที่ดินกาฬสินธุ์	48	330885	1814294	16.404065	103.416310	Suk-slA	ยางนา
86	SQI69-col-A3-86	สถานีพัฒนาที่ดินกาฬสินธุ์	48	330742	1814449	16.405481	103.414968	Suk-slA	ยางพารา
87	SQI69-col-F-87	สถานีพัฒนาที่ดินยโสธร	48	418938	1745420	15.786093	104.243175	Ptk-slA	ป่าไม้
88	SQI69-col-A4-88	สถานีพัฒนาที่ดินยโสธร	48	418988	1745493	15.786750	104.243632	Ptk-slA	มะม่วง
89	SQI69-sand-F-89	สถานีพัฒนาที่ดินอำนาจเจริญ	48	460782	1750765	15.835421	104.633744	Kg-mw-lsA	ป่าอนุรักษ์พันธุ์พืช
90	SQI69-sand-A1-90	สถานีพัฒนาที่ดินอำนาจเจริญ	48	461036	1750732	15.835124	104.636121	Nu-lsA	นาข้าว
91	SQI69-sand-A2-91	สถานีพัฒนาที่ดินอำนาจเจริญ	48	460576	1750707	15.834890	104.631824	kg-slA	กระเจียว
92	SQI69-fl-F-92	สถานีพัฒนาที่ดินอุบลราชธานี	48	498695	1883851	15.230782	104.987848	Ht-slA	ป่าอนุรักษ์พันธุ์พืช
93	SQI69-col-A4-93	สถานีพัฒนาที่ดินอุบลราชธานี	48	498352	1683875	15.231078	104.985101	Ht-col-slB	มะขาม
94	SQI69-col-A2-94	สถานีพัฒนาที่ดินอุบลราชธานี	48	498256	1683759	15.229944	104.983768	Ht-lsA	ข้าวโพด
95	SQI69-col-F-95	สถานีพัฒนาที่ดินบุรีรัมย์	48	286783	1686527	15.246184	103.014778	Cpg-slB	ป่าไม้
96	SQI69-col-A2-96	สถานีพัฒนาที่ดินบุรีรัมย์	48	286836	1686113	15.242460	103.015333	kg-lsA	อ้อย
97	SQI69-f-A3-97	สถานีพัฒนาที่ดินบุรีรัมย์	48	286327	1686371	15.244731	103.010554	Ckr-fl-slA	ยางนา
98	SQI69-f-A4-98	ศูนย์วิจัยการอนุรักษ์ดินและน้ำ	48	760358	1624151	14.678431	101.417563	Ws-d-clC	มะม่วง
99	SQI69-f-A2-99	ศูนย์วิจัยการอนุรักษ์ดินและน้ำ	48	760132	1623718	14.674531	101.415417	Kld-cC	มันสำปะหลัง

ตารางภาคผนวกที่ 1 (ต่อ)

No.	Code	สถานที่/ศูนย์	UTM	X	Y	Latitude	Longitude	Soil series	Landuse
100	SQI69-f-A3-100	ศูนย์วิจัยการอนุรักษ์ดินและน้ำ	48	760449	1624420	14.680674	101.418425	Kid-clC	ต้นไม้ประจำจังหวัด
101	SQI69-fl-F-101	สถานีพัฒนาที่ดินสงขลา	47	682903	772016	6.981422	100.655675	Ntm-lA	ป่าอนุรักษ์พันธุ์พืช
102	SQI69-fl-A2-102	สถานีพัฒนาที่ดินสงขลา	47	682899	772252	6.983561	100.655651	Vi-lA	แฝก
103	SQI69-fl-A3103	สถานีพัฒนาที่ดินสงขลา	47	772275	772275	6.983759	100.656477	Vi-slA	ไผ่
104	SQI69-fl-F-104	สถานีพัฒนาที่ดินสตูล	47	607946	758973	6.865351	99.976999	Klt-clC	ป่าอนุรักษ์พันธุ์พืช
105	SQI69-lsk-A3-105	สถานีพัฒนาที่ดินสตูล	47	608103	759247	6.867823	99.978423	Klt-clC	ปาล์มน้ำมัน
106	SQI69-col/c-F-106	สถานีพัฒนาที่ดินตรัง	47	571015	831065	7.518010	99.643684	Stn-nopic-hb-slA	ป่าอนุรักษ์พันธุ์พืช
107	SQI69-fl-A3-107	สถานีพัฒนาที่ดินตรัง	47	570940	830876	7.516301	99.643002	Stn-nopic-hb-slA	ปาล์มน้ำมันยกร่อง
108	SQI69-fl-F108	สถานีพัฒนาที่ดินกระบี่	47	497258	909245	8.225665	98.975112	Pto-slE	ป่าไม้โตเร็ว
109	SQI69-fl-A2-109	สถานีพัฒนาที่ดินกระบี่	47	497559	909167	8.224954	98.977837	Pto-d-slB	สมุนไพรผสมผสาน
110	SQI69-f-F-110	สถานีพัฒนาที่ดินพังงา	47	420670	921543	8.336248	98.279546	Tim-sclA	ป่าไม้
111	SQI69-f-A2-111	สถานีพัฒนาที่ดินพังงา	47	421029	921262	8.333715	98.282808	Tim-slB	หญ้าแฝก
112	SQI69-f-A4-112	สถานีพัฒนาที่ดินพังงา	47	421607	921563	8.336446	98.288049	Pk-sclB	ทุเรียน
113	SQI69-f-F-113	สถานีพัฒนาที่ดินระนอง	47	455342	1079508	9.765461	98.592820	Pk-clB	ป่าอนุรักษ์พันธุ์พืช
114	SQI69-fl-A4-114	สถานีพัฒนาที่ดินระนอง	47	455412	1079569	9.766015	98.593450	Pk-fl-lA	มะม่วงหิมพานต์

ผู้รับผิดชอบโครงการ

1	นายสถิระ อุดมศรี	ผู้อำนวยการกองสำรวจดินและวิจัยทรัพยากรดิน	ที่ปรึกษา
2	นางสาวกรรณิการ์ หอมยามเย็น	ผู้อำนวยการกลุ่มศึกษาและวิเคราะห์สถานการณ์ทรัพยากรดิน	หัวหน้าโครงการ
3	นายธงชัย คงหนองลาน	นักสำรวจดินชำนาญการ	ผู้ร่วมโครงการ
4	นายอภิชาติ บุญเกษม	นักสำรวจดินชำนาญการ	ผู้ร่วมโครงการ
5	นายโกศล เคนทะ	นักสำรวจดินชำนาญการ	ผู้ร่วมโครงการ
6	นางสาววิไลลักษณ์ สรรสร้างเจริญ	นักสำรวจดินชำนาญการ	ผู้ร่วมโครงการ
7	นางสาววิภาวรรณ อินทร์สมบูรณ์	นักสำรวจดินชำนาญการ	ผู้ร่วมโครงการ
8	นายเจษฎา ภูผา	นักสำรวจดินปฏิบัติการ	ผู้ร่วมโครงการ
9	นางสาวอัญรินทร์ วราพรปิยพงศ์	นักสำรวจดินปฏิบัติการ	ผู้ร่วมโครงการ
10	นายอนุพนธ์ ศิริไทย	นักสำรวจดิน	ผู้ร่วมโครงการ
11	นางสาว ชิตตาลักษณ์ ปัญญานะ	นักสำรวจดิน	ผู้ร่วมโครงการ
12	นางสาววรพรรณ ชัยวรรณ	จ้างเหมาเอกชน	ผู้ร่วมโครงการ

การประเมินคุณภาพดินของประเทศไทย

ดัชนีคุณภาพดิน SQI
(Thailand Soil Quality Index)

เครื่องมือสำคัญในการประเมินและชี้วัดสถานะความสมบูรณ์ของดิน
เพื่อการบริหารจัดการทรัพยากรดินอย่างมีประสิทธิภาพ
นำไปสู่การเกษตรที่ยั่งยืน และความมั่นคงทางอาหารของประเทศ



มิติการประเมินคุณภาพดิน

กายภาพ



- เนื้อดิน
- ความหนาแน่นรวม
- การอุ้มน้ำ
- การระบายน้ำ

เคมี



- ความเป็นกรด-ด่าง
- อินทรียวัตถุ
- ธาตุอาหารหลัก
- ความเค็ม

ชีวภาพ



- จุลินทรีย์ดิน
- ชีวมวลจุลินทรีย์
- เอนไซม์ในดิน
- ความหลากหลายทางชีวภาพ

การนำไปใช้ประโยชน์



วางแผนการใช้ที่ดินอย่างเหมาะสม
ระบุศักยภาพและข้อจำกัดของดิน
เพื่อการใช้ประโยชน์ที่ดิน
อย่างยั่งยืน



เพิ่มประสิทธิภาพการผลิตทางการเกษตร
ปรับปรุงบำรุงดินและจัดการปัจจัย
การผลิตให้เหมาะสมกับ
สภาพดิน



ติดตามและประเมินสถานการณ์ดิน
เฝ้าระวังการเสื่อมโทรมของดิน
และติดตามแนวโน้มการเปลี่ยนแปลง
อย่างต่อเนื่อง



กำหนดนโยบายและมาตรการ
สนับสนุนการตัดสินใจเชิงนโยบาย
เพื่อการบริหารจัดการดิน
อย่างยั่งยืน

กรมพัฒนาที่ดิน
Land Development Department

กรมพัฒนาที่ดิน
กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

2003/61 ถนนพหลโยธิน แขวงลาดยาว
เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900
0 2579 8515
www.ldd.go.th
กรมพัฒนาที่ดิน
@ldd_Thailand