เค้าโครงผลงานที่จะส่งประเมิน ตำแหน่งประเภทวิชาการ ระดับผู้เชี่ยวชาญ

ของ นางสาวรวมพร มูลจันทร์

เพื่อประกอบการพิจารณาประเมินบุคคล ตำแหน่งผู้เชี่ยวชาญ ด้านอนุรักษ์ดินและน้ำ

(นักวิชาการเกษตรเชี่ยวชาญ)

ตำแหน่งเลขที่ ๒๔๕ สังกัด กองวิจัยและพัฒนาการจัดการที่ดิน

ลำดับที่ ๒

๑. เรื่อง การประเมินการชะล้างพังทลายดินด้วยข้อมูลภูมิศาสตร์เชิงพื้นที่ด้วยสมการการสูญเสียดินปรับปรุง (RUSLE) ในกูเกิลเอิร์ธเอนจินแพลตฟอร์ม พื้นที่ศึกษาลุ่มน้ำป่าสักตอนล่างของประเทศไทย (Applying Geospatial Data and Revised Universal Soil Loss Equation (RUSLE) for Soil Loss Estimation in Google Earth Engine Platform : a Case in Lower Pasak Subbasin, Thailand)

๒. วัตถุประสงค์

๒.๑ ประเมินอัตราการชะล้างพังทลายของดินรายปีโดยใช้สมการการสูญเสียดินสากลปรับปรุง (Revised Universal Soil Loss Equation, RUSLE) ในกูเกิลเอิร์ธเอนจินแพลตฟอร์ม (Google Earth Engine : GEE) พื้นที่ลุ่มน้ำสาขา (ป่าสักตอนล่าง)

๒.๒ ศึกษาวิเคราะห์ตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อการชะล้างพังทลายดิน ซึ่งอาจเกิดจากลักษณะของดิน ความลาดชันของพื้นที่ ปริมาณน้ำฝน และการใช้ประโยชน์ของพื้นที่ ต่อปริมาณการสูญเสียดิน

๒.๓ กำหนดแนวทางการอนุรักษ์ดินและน้ำ และการปรับปรุงบำรุงดิน เพื่อลดความเสี่ยงของการชะล้างพังทลายดินภายใต้บริบทของการสูญเสียดินในพื้นที่ลุ่มน้ำสาขา (Sub-watershed)

๓. ระยะเวลาและสถานที่ดำเนินการ

ตั้งแต่ ตุลาคม ๒๕๖๔ ถึง มกราคม ๒๕๖๖

พื้นที่ดำเนินการ ลุ่มน้ำป่าสักตอนล่าง และสถานีพัฒนาที่ดินสระบุรี สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต ๑

๔. ความรู้ ความชำนาญงาน หรือความเชี่ยวชาญและประสบการณ์ที่ใช้ในการปฏิบัติงาน

๔.๑ การชะล้างพังทลายดินและความเสื่อมโทรมดิน

๔.๒ สมการการสูญเสียดินสากลปรับปรุงและปัจจัยการเกิดการสูญเสียดินในประเทศไทย

๔.๔ การใช้เทคโนโลยีสารสนเทศทางภูมิศาสตร์และการสำรวจระยะไกล (GIS and Remote Sensing)

๔.๕ การเขียนโค้ด (Code) ด้วยภาษาคอมพิวเตอร์ (JavaScript, Python, และอื่น ๆ)

๔.๖ การวิเคราะห์ข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์เชิงพื้นที่ขนาดใหญ่ (Geospatial Big Data Analysis) ในแพลตฟอร์มกูเกิ้ลเอิร์ทเอนจิน (Google Earth Engine : GEE)

๔.๗ การอนุรักษ์ดินและน้ำพื้นที่ ลุ่ม-ดอนและพื้นที่สูง ในรูปแบบที่เหมาะสมกับปัญหาพื้นที่

๕. สรุปสาระสำคัญ ขั้นตอนการดำเนินการ และเป้าหมายของงาน

๕.๑ หลักการและเหตุผล

การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Climate change) ในปัจจุบันทวีความรุนแรงและความถี่เพิ่มมากขึ้นทุกปี สาเหตุเกิดจากการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) เพิ่มมากขึ้นในบรรยากาศเป็นสาเหตุของภาวะโลกร้อน (Global warming) ซึ่งส่งกระทบต่อประเทศไทยเป็นอย่างมาก โดยเฉพาะการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศที่ส่งผลต่อปริมาณน้ำฝน และการกัดกร่อนของของฝน (Rainfall erosivity) ซึ่งส่งผลต่อการเพิ่มขึ้นของอัตราการ

ชะล้างพังทลายในพื้นที่มีปริมาณน้ำฝนและความลาดชันสูง ส่งผลเสียต่อภาคการเกษตรและด้านอื่น ๆ ของประเทศไทย

ปัญหาการชะล้างพังทลายของดิน (Soil erosion) เป็นปัญหาที่สำคัญทางสิ่งแวดล้อมในประเทศไทยและมีผลกระทบต่อพื้นที่เกษตรและเศรษฐกิจอย่างมีนัยสำคัญ ปัญหานี้เกิดจากกระบวนการที่ทรัพยากรดินถูกหมุนเวียนมาใช้เพื่อการเกษตรหรือก่อสร้างที่ไม่เหมาะสม ทำให้ดินเสื่อมโทรมและมีการสูญเสียสภาพสมบัติดิน ส่งผลกระทบต่อกิจกรรมด้านเกษตรกรรมของประเทศไทย เช่น การชะล้างพังทลายทำให้ดินและการไหลบ่าของน้ำในพื้นที่สูงไหลลงมาที่พื้นดินต่ำ ส่งผลให้พื้นที่ที่อยู่อาศัยหรือเกษตรกรรมได้รับความเสียหาย และสูญเสียทรัพยากรทางธรรมชาติ เช่น พืช สัตว์น้ำ และป่าไม้ ดินที่ถูกชะล้างพังทลายมีการเสื่อมสภาพและสูญเสียคุณภาพ ส่งผลให้การเกษตรได้รับความเสียหายต่อผลผลิตของพืชและสัตว์ ปัญหาการชะล้างพังทลายยังส่งผลทำให้แหล่งน้ำตื้นเขิน ระดับน้ำในลำธารและลุ่มน้ำขึ้นสูงในช่วงน้ำหลาก ส่งผลให้พื้นที่เกษตรกรรมถูกท่วมน้ำในช่วงฤดูฝน รวมถึงความล้มเหลวในการทำเกษตรกรรมและอาชีพอื่น ๆ ทำให้ความหนาแน่นของประชากรเพิ่มขึ้นในพื้นที่ใกล้เคียงที่มีเสี่ยงต่อการชะล้างพังทลาย เช่น การย้ายอาศัยไปสู่พื้นที่ราบสูงที่มีความเสี่ยงต่อน้ำท่วม การชะล้างพังทลายส่งผลให้แร่ธาตุอาหารที่จำเป็นสำหรับพืชปกคลุมของหน้าดินน้อยลง และส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมทางน้ำและอากาศ การชะล้างพังทลายจึงเป็นปัญหาที่มีกระบวนการเกิดซับซ้อนและมีผลกระทบอย่างมากกับทั่วทุกภาคของประเทศไทย หากปัญหาดังกล่าวไม่ได้รับการจัดการและควบคุมอย่างเหมาะสม จะส่งผลให้ประชาชนและพื้นที่เกษตรกรรมต้องเผชิญกับสถานการณ์ที่แย่ลงในอนาคต การทำความเข้าใจและการจัดการที่ดีกับปัญหานี้เป็นสิ่งสำคัญในการรักษาสภาพแวดล้อมและพื้นที่เกษตรกรรมให้คงอยู่อย่างยั่งยืนในระยะยาว

สมการการสูญเสียดินสากลปรับปรุง (Revised Universal Soil Loss Equation หรือ RUSLE) ได้รับการปรับปรุงจากสมการการสูญเสียดินสากล (Universal Soil Loss Equation หรือ USLE) ให้มีความเหมาสมในการคาดการณ์การสูญเสียดินในระดับพื้นที่และพื้นที่มีความลาดชันได้อย่างแม่นยำมากกว่า และยังสามารถลดระยะเวลาในการดำเนินการให้สามารถสร้างแบบจำลองและให้ประเมินผลได้ด้วยระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์และมีการปรับใช้ข้อมูลแบบจำลองความสูงเชิงเลข (DEM) และข้อมูลเชิงพื้นที่ที่มีความซับซ้อนขนาดใหญ่ได้ ทำให้ได้ผลลัพธ์ที่มีความแม่นยำ ทันสมัยและลดระยะเวลาในการดำเนินการ และด้วยเทคโนโลยีในปัจจุบันสามารถประเมินการชะล้างพังทลายดินด้วยข้อมูลภูมิศาสตร์เชิงพื้นที่ (Spatial data) ด้วยสมการ RUSLE ในกูเกิลเอิร์ธเอนจิ้นแพลตฟอร์ม (Google Earth Engine Platform) ที่สามารถเรียกใช้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์ได้โดยตรง เช่น ข้อมูลน้ำฝนรายวัน ข้อมูลพืชพรรณจากภาพถ่ายดาวเทียม ข้อมูลแบบจำลองความสูง และข้อมูลดิน จะช่วยให้ประเมินผลแบบจำลองได้อย่างรวดเร็ว สามารถเรียกใช้ตลอดเวลาไม่ต้องเสียค่าใช้จ่ายของซอฟต์แวร์ในการคำนวนวิเคราะห์รวมถึงสามารถรองรับความจุพื้นที่จัดเก็บข้อมูลได้ขนาดใหญ่และมีความซับซ้อนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

การศึกษาเชิงพื้นที่เพื่อประเมินการชะล้างพังทลายดิน เป็นการใช้ข้อมูลภูมิศาสตร์เพื่อวิเคราะห์และประเมินการสูญเสียดินในพื้นที่ที่สนใจ โดยใช้สมการ RUSLE (Revised Universal Soil Loss Equation) จึงนับได้ว่าจะเป็นเครื่องมือที่สำคัญในการวิเคราะห์และประเมินการสูญเสียดินจากปัจจัยต่างๆ ที่มีผลต่อการชะล้างพังทลายดิน เช่น การคายน้ำฝน ความลาดชันของพื้นที่ การใช้ประโยชน์ที่ดิน และการพื้นที่พื้นผิวที่สูง ส่งผลให้การศึกษาและประเมินการชะล้างพังทลายดินเป็นกระบวนการที่สำคัญในการทำนายและวางแผนการจัดการทรัพยากรที่ดิน เพื่อให้เกิดการจัดการที่เหมาะสมและมีประสิทธิภาพที่ผู้ปฏิบัติงานจะต้องมีความเข้าใจและหาแนวทางการประเมินความเสี่ยงที่เกิดจากการชะล้างพังทลายดินเชิงพื้นที่ ในการใช้ข้อมูลภูมิศาสตร์เชิงพื้นที่และสมการ RUSLE จะช่วยให้สามารถวิเคราะห์และประเมินการสูญเสียดินได้อย่างมีประสิทธิภาพและเป็นรายละเอียดเชิงพื้นที่ได้มากยิ่งขึ้น และยังสามารถช่วยในการสร้างแผนที่และการนำเสนอผลได้อย่างทันท่วงที เช่นการใช้เครื่องมือ GEE เพื่อสร้างแผนที่ที่แสดงผลลัพธ์ของการวิเคราะห์ และนำเสนอผลลัพธ์ให้เข้าใจง่าย มีความสะดวกรวดเร็วแก่ผู้ใช้ข้อมูล ผู้ใช้สามารถตรวจสอบความถูกต้องและการปรับปรุงวิธีการได้ตามสภาพพื้นที่ที่ต้องการ

ศึกษา สามารถตรวจสอบความถูกต้องของผลลัพธ์และการวิเคราะห์ และดำเนินการปรับปรุงเพื่อให้ข้อมูลและผลลัพธ์เป็นไปตามความต้องการ และเป็นการสนับสนุนการใช้งานและการตัดสินใจในกำหนดนโยบายและการวางแผนการจัดการทรัพยากรที่ดินอย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

ลุ่มน้ำป่าสักตอนล่างเป็นพื้นที่ตอนท้ายของลุ่มน้ำป่าสัก เป็นที่ตั้งของเขื่อนป่าสัก ซึ่งประสบปัญหาตะกอนที่สะสมในเขื่อน รวมถึงแหล่งน้ำต่าง ๆ ที่ได้รับผลกระทบจากการสะสมตะกอนจากพื้นที่สูงไหลลงสู่แหล่งน้ำลำคลอง ส่งผลให้แหล่งน้ำเหล่านี้มีศักยภาพในเก็บกักน้ำลดลง ดังนั้น การศึกษาการสูญเสียดินของพื้นที่ลุ่มน้ำสาขา จะช่วยให้สามารถประเมินการสูญเสียดินและปริมาณตะกอนที่จะไหลลงสะสมแหล่งน้ำได้อย่างรวดเร็วแม่นยำ และช่วยคาดการณ์แนวโน้มการเสื่อมโทรมทรัพยาดิน น้ำและป่าไม้ คาดการณ์ผลผลิตทางการเกษตร เพื่อใช้เป็นแนวทางการวางแผนการอนุรักษ์ดินและน้ำและปรับปรุงบำรุงดิน และเพื่อเป็นข้อมูลในการวางแผนการเกษตรในพื้นที่ลุ่มน้ำสาขา ต่อไป

๕.๒ ขั้นตอนการดำเนินการ

๕.๒.๑ ขั้นตอนและวิธีการศึกษาการประเมินการชะล้างพังทลายดินด้วยข้อมูลภูมิศาสตร์เชิงพื้นที่ด้วยสมการ RUSLE ในกูเกิลเอิร์ธเอนจินแพลตฟอร์มในพื้นที่ลุ่มน้ำป่าสักตอนล่างสามารถอธิบายได้ดังนี้:

๑) รวบรวมข้อมูลภูมิศาสตร์: รวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับพื้นที่ที่ต้องการศึกษา เช่น ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม ข้อมูลความสูงของพื้นที่ ข้อมูลพืชพรรณ ข้อมูลปริมาณน้ำฝนย้อนหลัง และข้อมูลดิน จาก GEE

๒) นำเข้าข้อมูล GIS และ Remote sensing เช่น เส้นขอบเขตพื้นที่ เข้ามาในเครื่องมือ GEE เพื่อใช้ในการกำหนดขอบเขตพื้นที่ในการวิเคราะห์ ประมวลผล และแสดงผล

๓) ทำการปรับแต่งและปรับแก้ข้อมูลเพื่อให้เหมาะสมกับการวิเคราะห์ เช่น การกรองข้อมูลที่ไม่ถูกต้องหรือถูกรบกวนหรือข้อมูลที่ไม่ครบถ้วน และปรับค่าคำนวณสมการ RUSLE โดยใช้ข้อมูลที่มีอยู่จากข้อ ๒)

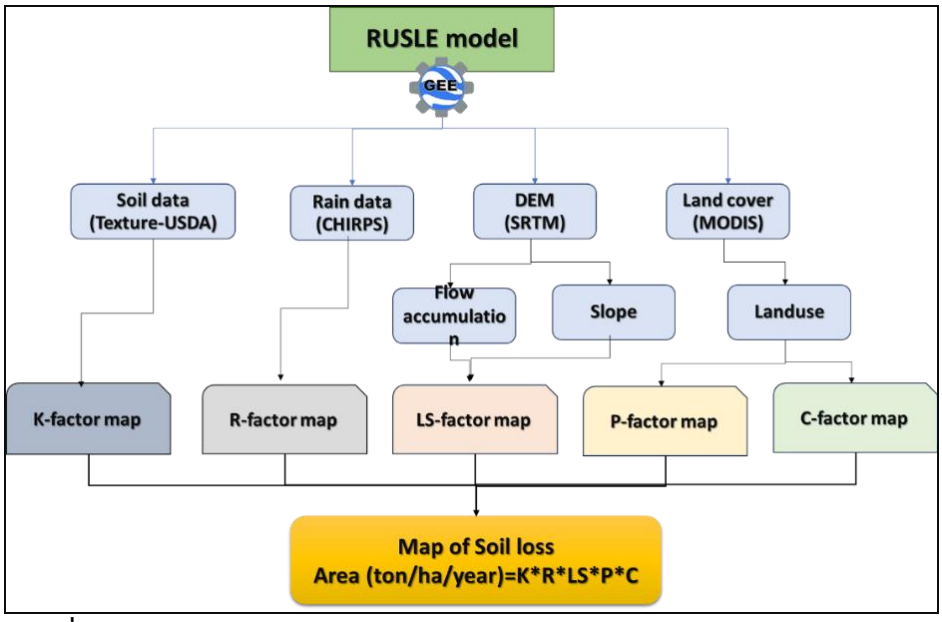
๔) ทำการวิเคราะห์และประเมิน: ใช้สมการ RUSLE เพื่อคำนวณและประเมินการสูญเสียดินจากปัจจัยต่างๆ ที่มีผลต่อการชะล้างพังทลายดิน เช่น การกระจายตัวและความถี่ของปริมาณน้ำฝนเชิงพื้นที่ ความลาดชันของพื้นที่ และการใช้ประโยชน์ที่ดิน ด้วยการเขียนโค้ดภาษา JavaScript

๕) การสร้างแผนที่และการนำเสนอผล: ใช้เครื่องมือ GEE เขียนโค้ดภาษา JavaScript เพื่อสร้างแผนที่ที่แสดงผลลัพธ์ของการวิเคราะห์ และนำเสนอผลลัพธ์ให้เข้าใจง่ายแก่ผู้ใช้งาน

๖) การตรวจสอบความถูกต้องและการปรับปรุง: ตรวจสอบความถูกต้องของผลลัพธ์และการวิเคราะห์ และดำเนินการปรับปรุงเพื่อให้ข้อมูลและผลลัพธ์เป็นไปตามความต้องการ

๗) เปรียบเทียบแผนที่อัตราการสูญเสียดินที่ได้จากสมการการสูญเสียดินปรับปรุง (RUSLE) และแผนที่อัตราการสูญเสียดินของกรมพัฒนาที่ดิน

๘) การนำเอาผลลัพธ์จากการศึกษาเข้าสู่กระบวนการตัดสินใจทางนโยบายและการวางแผนการจัดการทรัพยากรที่ดิน โดยการให้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์และเข้าใจง่ายแก่ผู้ใช้งานผ่านขั้นตอนการศึกษาเหล่านี้



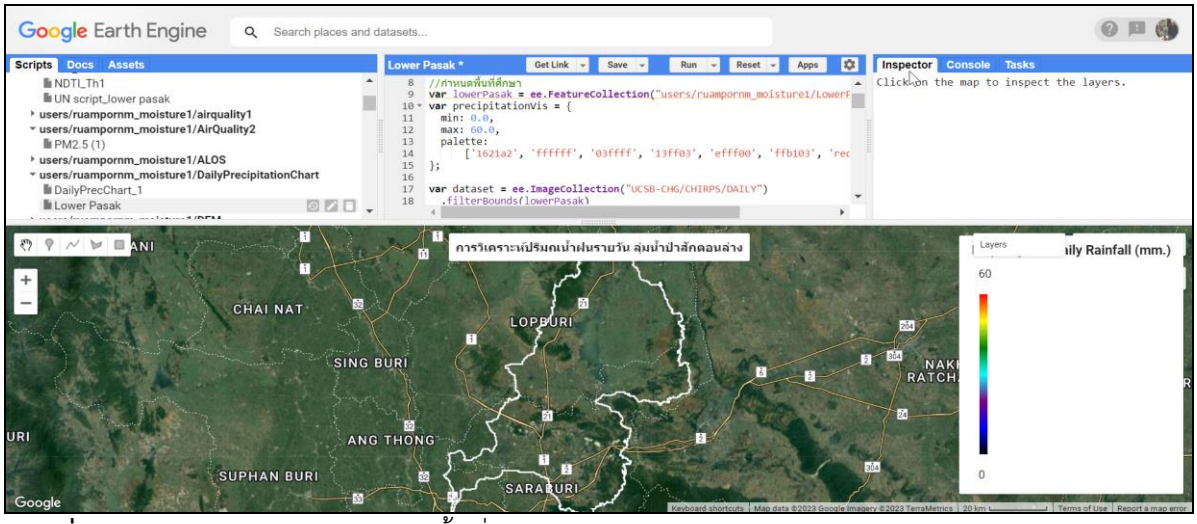
ภาพที่ ๒-๑ กรอบสมการการสูญเสียดินสากลปรับปรุง (RUSLE)

๕.๓ ผลการศึกษา

๕.๓.๑ ปริมาณน้ำฝนรายวันย้อนหลังเพื่อกำหนดช่วงระยะเวลาการศึกษา

๑) Code Editor ที่ ๑ – การกำหนดพื้นที่ศึกษา และช่วงเวลาศึกษาข้อมูลน้ำฝน

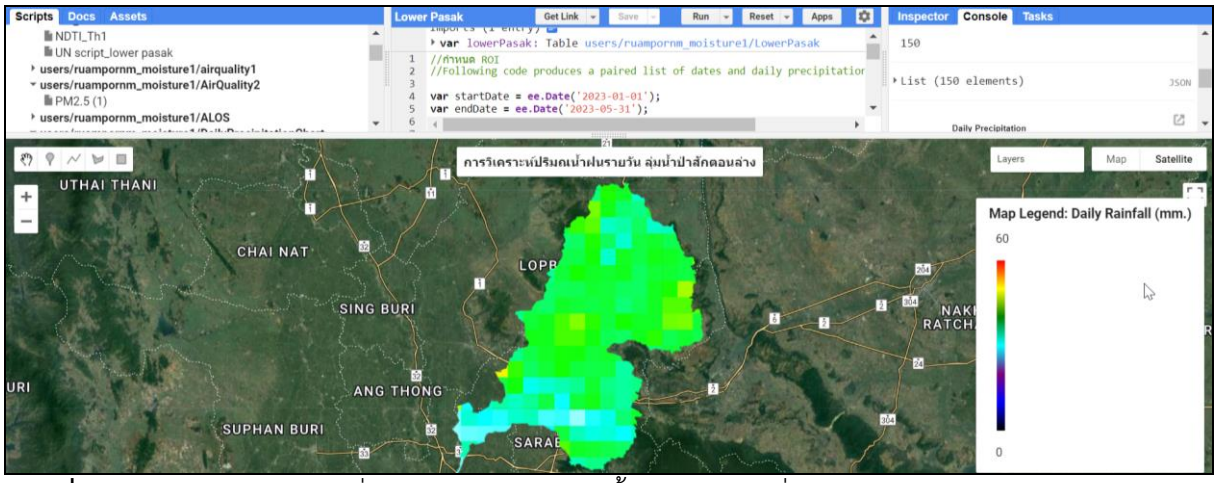
```
// 1) กำหนด พื้นที่ศึกษา
//Following code produces a paired list of dates and daily precipitation values for exporting to Google Drive (for your filterCountry
var lowerPasak = ee.FeatureCollection("users/ruampornm_moisture1/LowerPasak");
var precipitationVis = {
  min: 0.0,
  max: 60.0,
  palette:
     ['1621a2', 'ffffff', '03ffff', '13ff03', 'efff00', 'ffb103', 'red'],
};
var startDate = ee.Date('2023-01-01');
var endDate = ee.Date('2023-05-31');
```



ภาพที่ ๒-๒ หน้าต่างแสดงเส้นขอบเขตพื้นที่ศึกษา

๒) Code Editor ที่ ๒ – การอัพโหลดข้อมูลน้ำฝนรายวัน จาก CHIRPS และการทำแผนที่ค่าเฉลี่ยน้ำฝนรายวัน

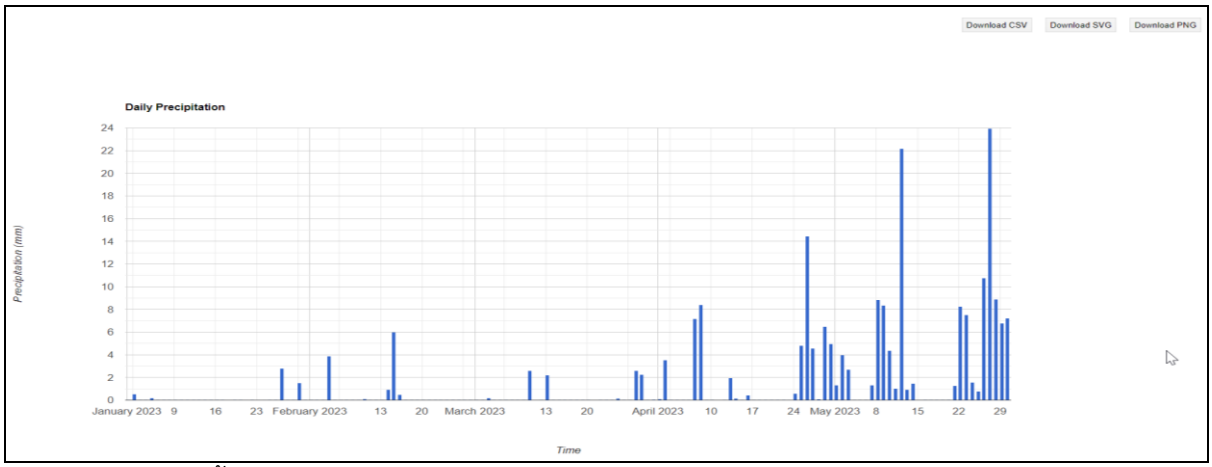
```
//2) การอัพโหลดข้อมูลน้ำฝนจาก CHIRPS และการทำแผนที่ค่าเฉลี่ยน้ำฝนรายวัน
var dataset = ee.ImageCollection("UCSB-CHG/CHIRPS/DAILY")
  .filterBounds(lowerPasak)
  .filterDate(startDate, endDate);
var list_dataset = dataset.toList(dataset.size());
print(list_dataset);
var getPrecipitation = function(image) {
  var value_precipit = ee.Image(image)
    .reduceRegion(ee.Reducer.first(), lowerPasak)
    .get('precipitation');
   var precipit_mm = ee.Number(value_precipit);
  return precipit_mm;
};
var prec = dataset.max();
var empty = ee.Image().byte();
var outlines = empty.paint({
  featureCollection: lowerPasak,
  color: 'BIOME_NUM',
  width: 2
});
var palette = ['white'];
Map.addLayer(prec.clip(lowerPasak), precipitationVis, 'Precipitation');
Map.addLayer(outlines, {palette: palette, max: 14}, 'Lower Pasak river basin');
Map.centerObject(lowerPasak, 8);
var count = dataset.size();
var precipit_list = dataset.toList(count).map(getPrecipitation);
print("precipitation list", precipit_list);
var allDates = ee.List(dataset.aggregate_array('system:time_start'));
var allDatesSimple = allDates.map(function(date){
  return ee.Date(date).format().slice(0,10);
  });
print(allDatesSimple);
var len = precipit_list.size();
print(len);
var paired = allDatesSimple.zip(precipit_list);
print (paired);
var title = {
  title: 'Daily Precipitation',
  hAxis: {title: 'Time'},
  vAxis: {title: 'Precipitation (mm)'},
};
```



ภาพที่ ๒-๓ หน้าต่างแสดงแผนที่การกระจายตัวของค่าน้ำฝนรายวันเฉลี่ย

๓) Code Editor ที่ ๓ – การเขียนกราฟสถิติน้ำฝนรายวัน

```
/// 4) การเขียนกราฟน้ำฝนรายวัน
var chartDaily = ui.Chart.image.seriesByRegion({
  imageCollection: dataset,
  regions: lowerPasak,
  reducer: ee.Reducer.mean(),
  band: 'precipitation',
  scale: 5000,
  xProperty: 'system:time_start',
  seriesProperty: 'SITE'
}).setOptions(title)
  .setChartType('ColumnChart');
print(chartDaily);
var myFeatures = ee.FeatureCollection(paired.map(function(el){
  el = ee.List(el); // cast every element of the list
  var geom = lowerPasak;
  return ee.Feature(null, {
    'date': ee.String(el.get(0)),
    'value':ee.Number(el.get(1))
  });
```



ภาพที่ ๒-๔ กราฟน้ำฝนรายวันที่แสดงในช่อง Console

๕.๓.๒ การประเมินอัตราการสูญเสียดินด้วยสมการ RUSLE

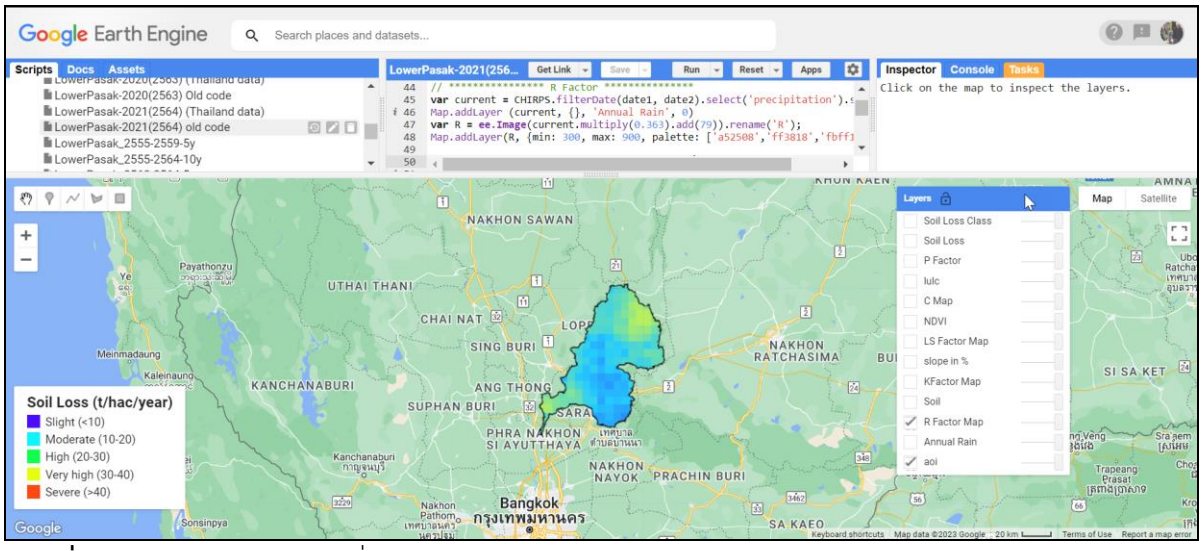
ขั้นตอนนี้จะดำเนินการประเมินการสูญเสียดินด้วยสมการการสูญเสียดินปรับปรุง (RUSLE) ดำเนินการในระบบคลาวด์ ด้วยแพลตฟอร์มกูเกิลเอิร์ธเอนจิน (GEE) ได้ผลการศึกษา ดังนี้

๑) Code Editor ที่ ๑ – การกำหนดพื้นที่ศึกษา

เช่นเดียวกับ ขั้นตอนที่ ๑) ข้อ ๕.๓.๑

๒) Code Editor ที่ ๒ – การวิเคราะห์ค่า R-factor

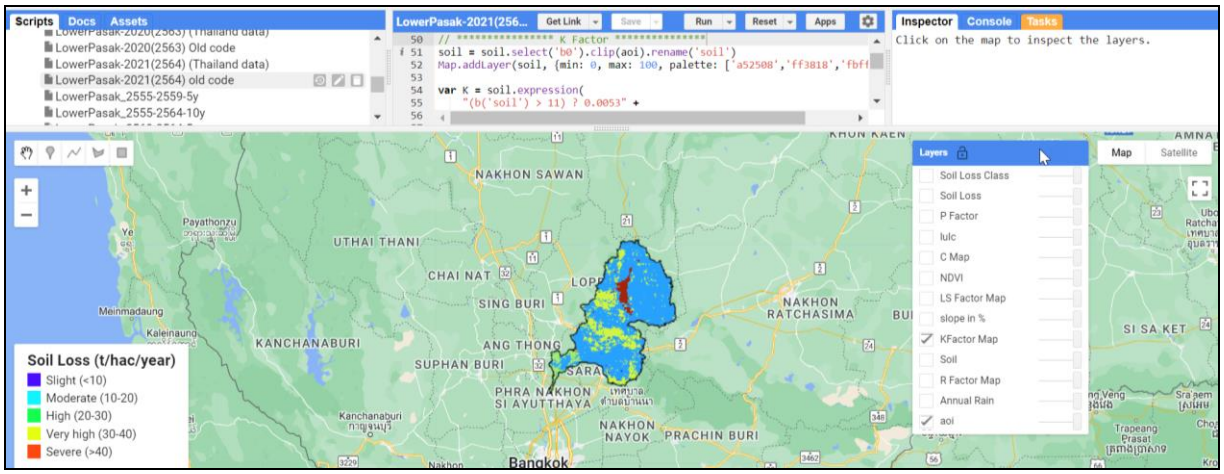
```
// ********** R Factor **********
var current = CHIRPS.filterDate(date1, date2).select('precipitation').sum().clip(aoi);
Map.addLayer (current, {}, 'Annual Rain', 0)
var R = ee.Image(current.multiply(0.363).add(79)).rename('R');
Map.addLayer(R, {min: 300, max: 900, palette: ['a52508','ff3818','fbff18','25cdff','2f35ff','0b2dab']}, 'R Factor Map', 0);
```



ภาพที่ ๒-๕ หน้าต่างแสดงแผนที่ R-factor

๓) Code Editor ที่ ๓ – การวิเคราะห์ค่า K-factor

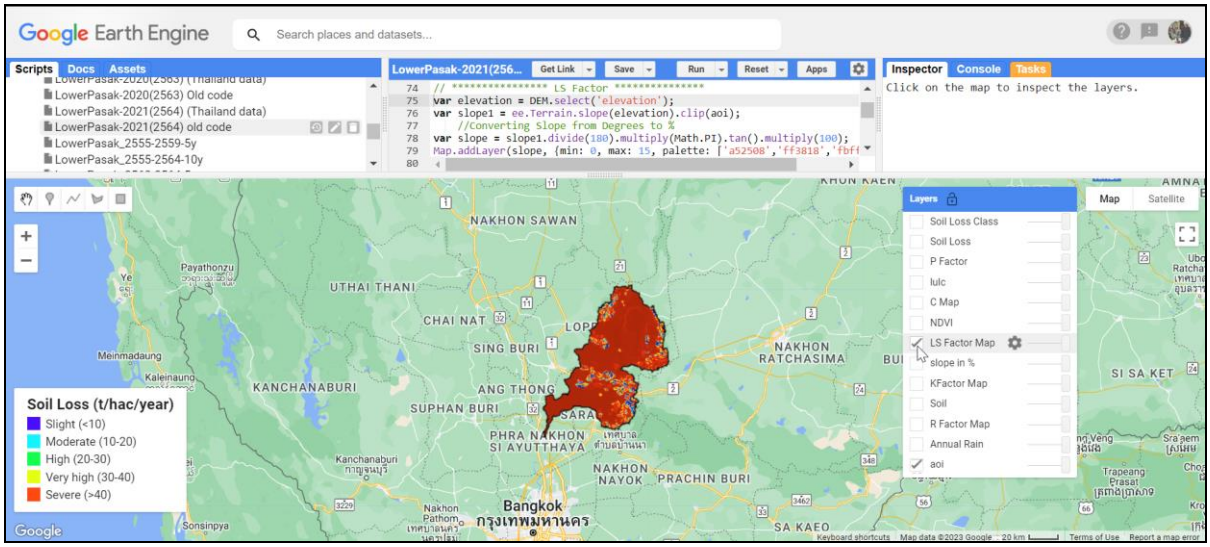
```
// ********** K Factor **********
soil = soil.select('b0').clip(aoi).rename('soil')
Map.addLayer(soil, {min: 0, max: 100, palette: ['a52508','ff3818','fbff18','25cdff','2f35ff','0b2dab']}, 'Soil', 0);

var K = soil.expression(
    "(b('soil') > 11) ? 0.0053" +
      ": (b('soil') > 10) ? 0.0170" +
        ": (b('soil') > 9) ? 0.045" +
           ": (b('soil') > 8) ? 0.050" +
            ": (b('soil') > 7) ? 0.0499" +
            ": (b('soil') > 6) ? 0.0394" +
            ": (b('soil') > 5) ? 0.0264" +
            ": (b('soil') > 4) ? 0.0423" +
            ": (b('soil') > 3) ? 0.0394" +
            ": (b('soil') > 2) ? 0.036" +
            ": (b('soil') > 1) ? 0.0341" +
            ": (b('soil') > 0) ? 0.0288" +
             ": 0")
             .rename('K').clip(aoi);

Map.addLayer(K, {min: 0, max: 0.06, palette: ['a52508','ff3818','fbff18','25cdff','2f35ff','0b2dab']}, 'KFactor Map', 0);
```



ภาพที่ ๒-๖ หน้าต่างแสดงแผนที่ K-factor

๔) Code Editor ที่ ๔ – การวิเคราะห์ค่า LS-factor

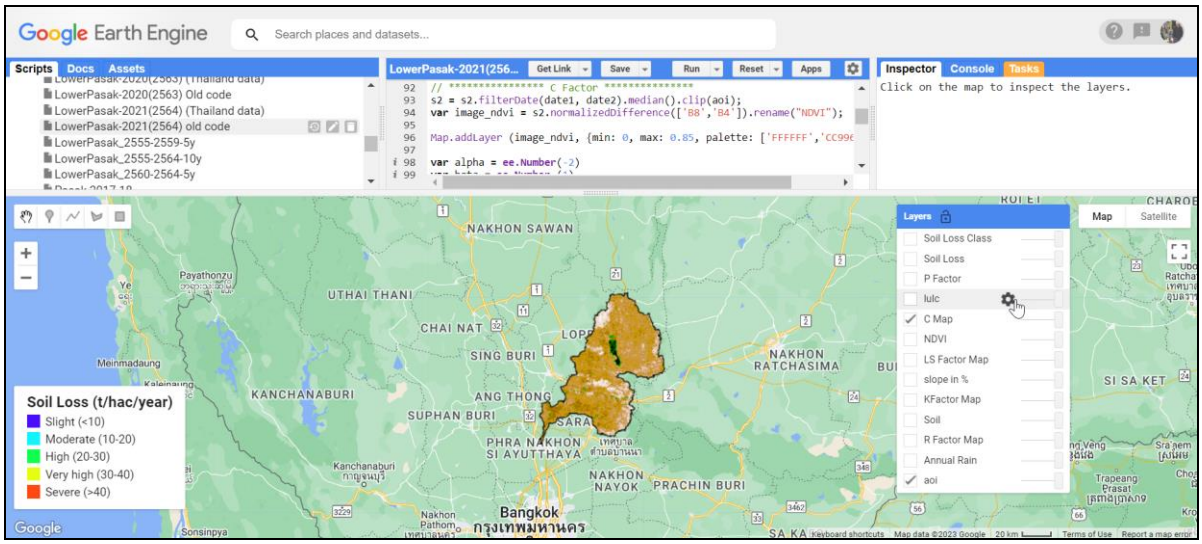
```
// ********** LS Factor **********

var elevation = DEM.select('elevation');
var slope1 = ee.Terrain.slope(elevation).clip(aoi);
    //Converting Slope from Degrees to %
var slope = slope1.divide(180).multiply(Math.PI).tan().multiply(100);
Map.addLayer(slope, {min: 0, max: 15, palette: ['a52508','ff3818','fbff18','25cdff','2f35ff','0b2dab']}, 'slope in %', 0);

var LS4 = Math.sqrt(500/100);
var LS3 = ee.Image(slope.multiply(0.53));
var LS2 = ee.Image(slope).multiply(ee.Image(slope).multiply(0.076));
var LS1 = ee.Image(LS3).add(LS2).add(0.76);
var LS = ee.Image(LS1).multiply(LS4).rename("LS");

Map.addLayer(LS, {min: 0, max: 90, palette: ['a52508','ff3818','fbff18','25cdff','2f35ff','0b2dab']}, 'LS Factor Map', 0);
```



ภาพที่ ๒-๗ หน้าต่างแสดงแผนที่ LS-factor

๕) Code Editor ที่ ๕ – การวิเคราะห์ค่า C-factor

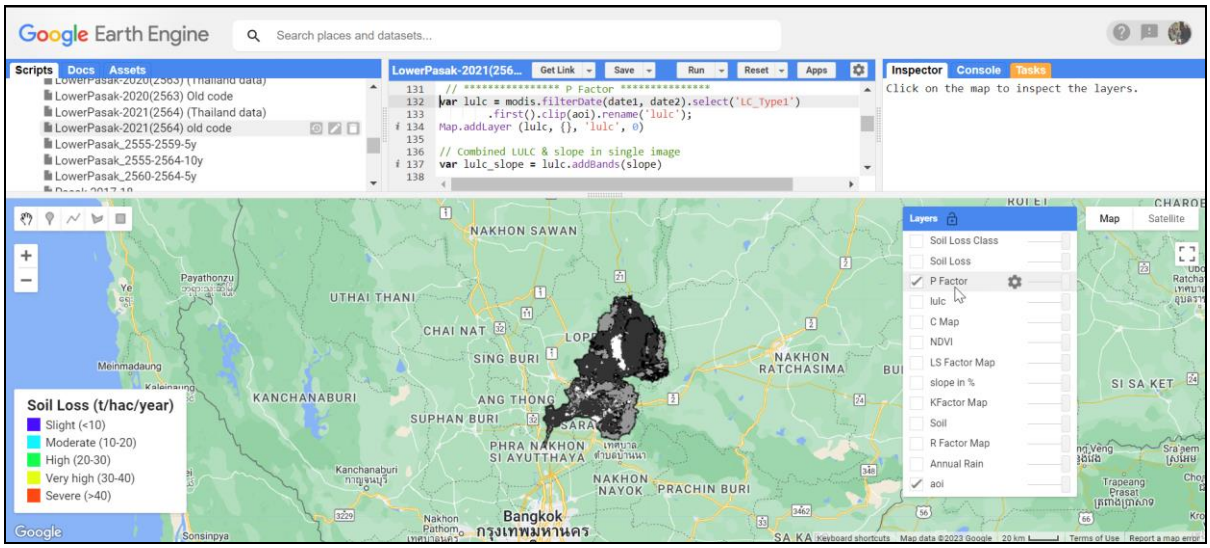
```
// *************** C Factor ***************
s2 = s2.filterDate(date1, date2).median().clip(aoi);
var image_ndvi = s2.normalizedDifference(['B8','B4']).rename("NDVI");
Map.addLayer (image_ndvi, {min: 0, max: 0.85, palette: ['FFFFFF','CC9966','CC9900', '996600', '33CC00', '009900','006600','000(
var alpha = ee.Number(-2)
var beta = ee.Number (1)
var C1 = image_ndvi.multiply(alpha)
var oneImage = ee.Image(1).clip(aoi);
var C2 = oneImage.subtract(image_ndvi)
var C3 = C1.divide(C2).rename('C3')
var C4 = C3.exp()
var maxC4 = C4.reduceRegion({
  geometry: aoi,
  reducer: ee.Reducer.max(),
  scale: 3000,
  maxPixels: 475160679
})
var C5 = maxC4.toImage().clip(aoi)
var minC4 = C4.reduceRegion({
   geometry: aoi,
  reducer: ee.Reducer.min(),
  scale: 3000,
  maxPixels: 475160679
})
var C6 = minC4.toImage().clip(aoi)
var C7 = C4.subtract(C6)
var C8 = C5.subtract(C6)
var C = C7.divide(C8).rename('C')
Map.addLayer (C, {min: 0, max: 1, palette: ['FFFFFF','CC9966','CC9900', '996600', '33CC00', '009900','006600','000000']}, 'C Ma
```



ภาพที่ ๒-๘ หน้าต่างแสดงแผนที่ C-factor

๖) Code Editor ที่ ๖ – การวิเคราะห์ค่า P-factor

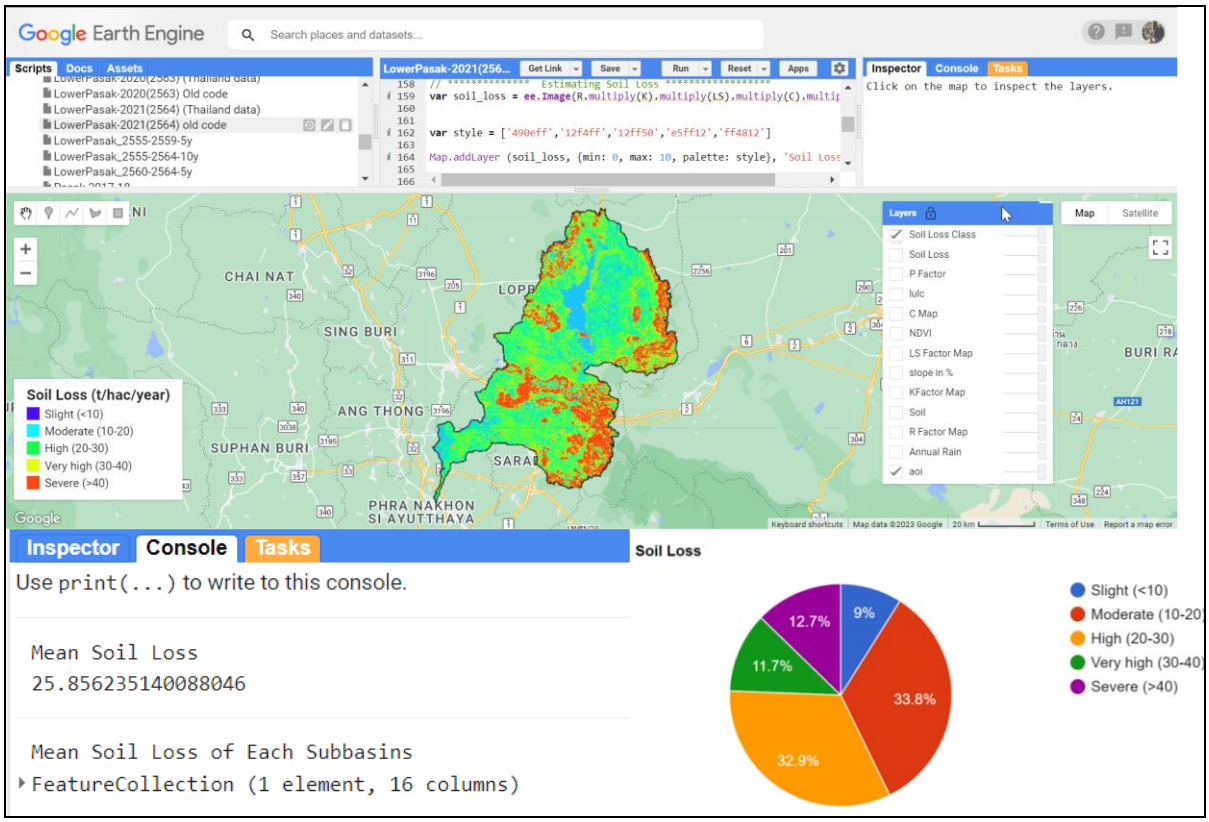
```
 // *************** P Factor ***************

var lulc = modis.filterDate(date1, date2).select('LC_Type1')
       .first().clip(aoi).rename('lulc');
Map.addLayer (lulc, {}, 'lulc', 0)

// Combined LULC & slope in single image
var lulc_slope = lulc.addBands(slope)

// Create P Facor map using an expression
var P = lulc_slope.expression(

     "(b('lulc') < 11) ? 0.8" +
      ": (b('lulc') == 11) ? 1" +
      ": (b('lulc') == 13) ? 1" +
      ": (b('lulc') > 14) ? 1" +
      ": (b('slope') < 2) and((b('lulc')==12) or (b('lulc')==14)) ? 0.6" +
    ": (b('slope') < 5) and((b('lulc')==12) or (b('lulc')==14)) ? 0.5" +
    ": (b('slope') < 8) and((b('lulc')==12) or (b('lulc')==14)) ? 0.5" +
    ": (b('slope') < 12) and((b('lulc')==12) or (b('lulc')==14)) ? 0.6" +
    ": (b('slope') < 16) and((b('lulc')==12) or (b('lulc')==14)) ? 0.7" +
    ": (b('slope') < 20) and((b('lulc')==12) or (b('lulc')==14)) ? 0.8" +
    ": (b('slope') > 20) and((b('lulc')==12) or (b('lulc')==14)) ? 0.9" +
    ": 1"
).rename('P').clip(aoi);
Map.addLayer (P, {}, 'P Factor', 0)
```



ภาพที่ ๒-๙ หน้าต่างแสดงแผนที่ P-factor

๗) Code Editor ที่ ๗ – การคาดการณ์การสูญเสียดิน ด้วยสมการ RUSLE

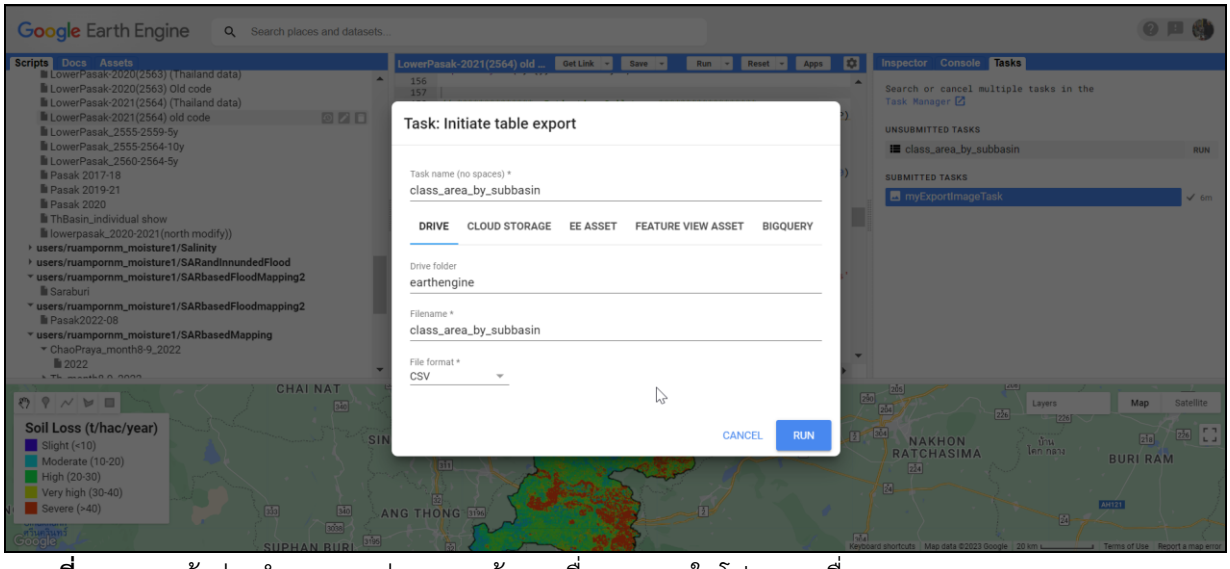
```
).rename('P').clip(aoi);
Map.addLayer (P, {}, 'P Factor', 0)

// **************  Estimating Soil Loss ******************
var soil_loss = ee.Image(R.multiply(K).multiply(LS).multiply(C).multiply(P)).rename("Soil Loss")


var style = ['490eff','12f4ff','12ff50','e5ff12','ff4812']

Map.addLayer (soil_loss, {min: 0, max: 10, palette: style}, 'Soil Loss', 0)

var SL_class = soil_loss.expression(
    "(b('Soil Loss') < 5) ? 1" +
      ": (b('Soil Loss') < 10) ? 2" +
      ": (b('Soil Loss') < 20) ? 3"+
      ": (b('Soil Loss') < 40) ? 4"+
            ": 5")
            .rename('SL_class').clip(aoi);
Map.addLayer (SL_class, {min: 0, max: 5, palette: style}, 'Soil Loss Class')

var SL_mean = soil_loss.reduceRegion({
  geometry: aoi,
  reducer: ee.Reducer.mean(),
  scale: 500,
  maxPixels: 475160679
})

print ("Mean Soil Loss",SL_mean.get("Soil Loss"))

// Add reducer output to the Features in the collection.
var maineMeansFeatures = soil_loss.reduceRegions({
  collection: aoi,
  reducer: ee.Reducer.mean(),
  scale: 500,
```



ภาพที่ ๒-๑๐ หน้าต่างแสดงแผนที่อัตราการสูญเสียดิน (Soil loss)

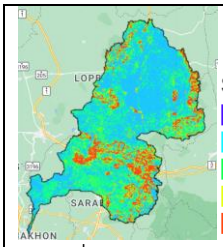
๘) Code Editor ที่ ๘ - การจัดเจ็บข้อมูลแผนที่การสูญเสียดิน ใน Google drive

```
// Export to google drive
Export.table.toDrive({
    collection: districtAreas,
    description: 'class_area_by_subbasin',
    folder: 'earthengine',
    fileNamePrefix: 'class_area_by_subbasin',
    fileFormat: 'CSV',
    selectors: outputFields
    })
```

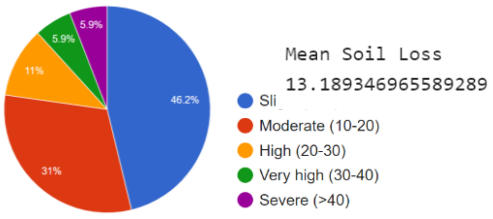


ภาพที่ ๒-๑๑ หน้าต่างอำนวยการส่งออกชุดข้อมูลเพื่อแสดงผลในโปรแกรมอื่นๆ

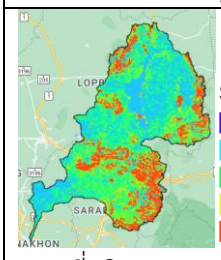
๕.๓.๔ แผนที่การสูญเสียดินรายปี (๒๕๕๙-๒๕๖๔) จากสมการการสูญเสียดินปรับปรุง (Revised Universal Soil Loss Equation-RULE)



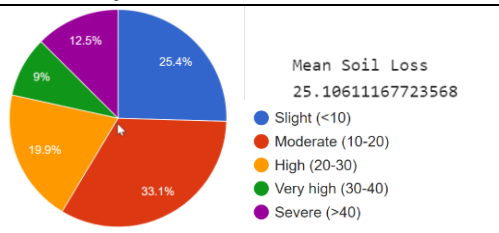
แผนที่ปริมาณการสูญเสียดิน ปี ๒๕๕๙



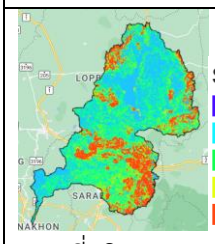
อัตราการสูญเสียดิน ๒๕๕๙



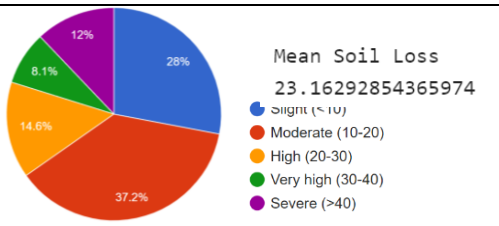
แผนที่ปริมาณการสูญเสียดิน ปี ๒๕๖๐



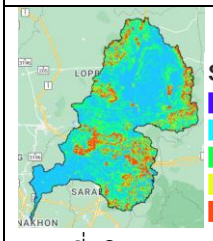
อัตราการสูญเสียดิน ปี ๒๕๖๐



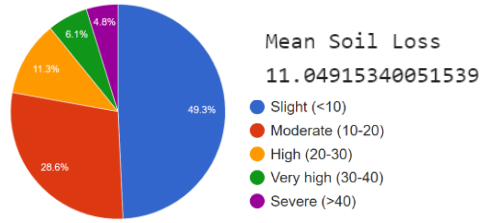
แผนที่ปริมาณการสูญเสียดิน ปี ๒๕๖๑



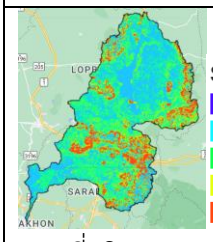
อัตราการสูญเสียดิน ปี ๒๕๖๑



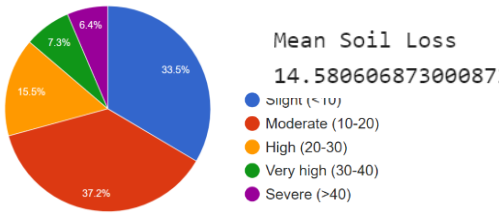
แผนที่ปริมาณการสูญเสียดิน ปี ๒๕๖๒



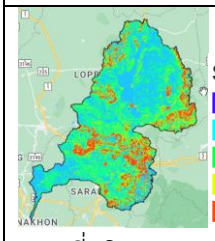
อัตราการสูญเสียดิน ปี ๒๕๖๒



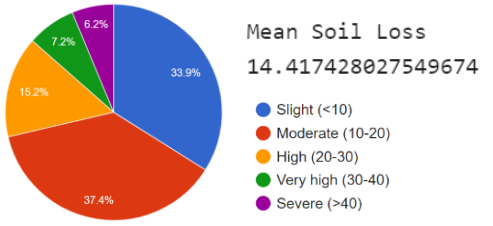
แผนที่ปริมาณการสูญเสียดิน ปี ๒๕๖๓



อัตราการสูญเสียดิน ปี ๒๕๖๓



แผนที่ปริมาณการสูญเสียดิน ปี ๒๕๖๔



อัตราการสูญเสียดิน ปี ๒๕๖๔

ภาพที่ ๒-๑๒ แผนที่อัตราการสูญเสียดินรายปี (๒๕๕๙-๒๕๖๔) และปริมาณการสูญเสียดินเชิงพื้นที่จากสมการ RUSLE ในกูเกิลเอิร์ธเอนจิน

๖. ผลสำเร็จของงาน (เชิงปริมาณ/คุณภาพ)

๖.๑ ผลสำเร็จของงานเชิงปริมาณ

๑) เอกสารวิชาการการประยุกต์ใช้ฐานข้อมูลสารสนเทศทางภูมิศาสตร์เชิงพื้นที่ขนาดใหญ่ (Geospatial Big Data) ที่มีมูลดาวเทียมและข้อมูลอื่น ๆ ร่วมกับสมการการสูญเสียดินสากล (RUSLE) ด้วยซอฟต์แวร์รหัสเปิดและระบบคลาวด์คอมพิวติง เพื่อการประเมินการสูญเสียดินในระดับลุ่มน้ำ จำนวน ๑ เล่ม

๒) แนวทางการประเมินการสูญเสียดินในระดับลุ่มน้ำ ด้วยซอฟต์แวร์รหัสเปิด และระบบคลาวด์คอมพิวติง จำนวน ๑ แนวทาง

๓) เทคนิคแนวทางการเขียนโค้ดคำสั่งเพื่อวิเคราะห์อัตราการสูญเสียดินด้วยสมการการสูญเสียดินสากล (RUSLE) ด้วยภาษาจาวาสคริป (JavaScript) ด้วยซอฟต์แวร์รหัสเปิดและระบบคลาวด์คอมพิวติง ๑ ชุดโค้ด

๔) แผนที่อัตราการสูญเสียดินของพื้นที่ลุ่มน้ำ ที่สามารถแสดงทั้งในซอฟต์แวร์รหัสเปิดและแสดงในโปรแกรมด้าน GIS เพื่อการประยุกต์ใช้ด้านอื่น ๆ ต่อไป จำนวน ๑ ชุดแผนที่

๖.๒ ผลสำเร็จของงานเชิงคุณภาพ

๑) วิธีการใช้งาน GEE จะช่วยให้คุณเข้าถึงภาพดาวเทียมที่ถ่ายมาในช่วงเวลาต่าง ๆ และชุดข้อมูลด้านสิ่งแวดล้อมอื่น ๆ เช่น ข้อมูลภูมิประเทศ ข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดิน เป็นต้น

๒) เทคนิคการประยุกต์ใช้สมการ RUSLE เป็นสมการที่ใช้ประเมินการสูญเสียดินตามรูปแบบที่เกิดจากปัจจัยต่าง ๆ อย่างระดับความลาดชันของพื้นที่ การปลูกพืช น้ำฝนเชิงพื้นที่ และปัจจัยสภาพดินอื่น ที่เหมาะสมในการประยุกต์ใช้ในระดับลุ่มน้ำสาขาของประเทศไทย

๓) ขั้นตอนการเขียนโค้ดจากการประยุกต์ใช้ GEE และสมการ RUSLE เพื่อประเมินอัตราการสูญเสียดิน ที่สามารถนำไปปรับใช้กับพื้นที่อื่น ๆ

๔) หน่วยงานต่าง ๆ สามารถนำเอาข้อมูล เทคนิค วิธีการ ไปใช้เป็นแนวทางในการประเมินการสูญเสียดินในพื้นที่ลุ่มน้ำอื่น ๆ ต่อไป

๗. การนำไปใช้ประโยชน์/ผลกระทบ

๗.๑ การนำไปใช้ประโยชน์:

๑) ประเมินความความเสื่อมโทรมดิน: การประยุกต์ใช้ GEE และสมการ RUSLE ช่วยให้สามารถประเมินความเสี่ยงทางดินในพื้นที่อ่อนไหวต่อการชะล้างพังทลาย โดยจะให้ข้อมูลอ้างอิงเกี่ยวกับอัตราการสูญเสียดิน จะช่วยให้ผู้บริหารและนักวางแผนการจัดการทรัพยากรที่ดินสามารถตัดสินใจเกี่ยวกับการใช้ประโยชน์ที่ดินและการดำเนินงานในพื้นที่เพื่อลดความเสี่ยงการจัดการพื้นที่ได้

๒) การวางแผนการจัดการทรัพยากรที่ดิน: ผลลัพธ์ที่ได้จากการประยุกต์ใช้ GEE และสมการ RUSLE ช่วยให้เกิดการวางแผนการจัดการทรัพยากรที่ดินที่เป็นระบบและมีความยั่งยืน โดยปรับปรุงการใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่เพื่อลดการสูญเสียดิน และเพิ่มการอนุรักษ์ดินในระยะยาว

๓) การวิเคราะห์อันตรายและความเสี่ยงภัยของทรัพยากรดิน: ผลลัพธ์ที่ได้จากการประยุกต์ใช้ GEE และสมการ RUSLE ช่วยให้เข้าใจสภาพอันตรายและความเสี่ยงทางดินที่เกี่ยวข้องในพื้นที่ อาจเป็นการตรวจจับและติดตามพื้นที่ที่มีการสูญเสียดินรุนแรง หรือการพัฒนาแผนที่ความเสี่ยงทางดินเพื่อช่วยในการวางแผนการจัดการและการป้องกันการเสื่อมโทรมของทรัพยากรดิน

๗.๒ ผลกระทบ

๑) ผลกระทบในการบริหารจัดการทรัพยากรที่ดิน: ผลลัพธ์ที่ได้จากการประยุกต์ใช้ GEE และสมการ RUSLE อาจมีผลต่อการตัดสินใจในการจัดการทรัพยากรที่ดิน เช่น การจำกัดการใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่ที่มีการสูญเสียดินสูง หรือการแนะนำวิธีการเกษตรที่ยั่งยืนเพื่อลดการสูญเสียดิน

๒) ผลกระทบในการวางแผนการใช้ที่ดิน: ผลลัพธ์ของการประยุกต์ใช้ GEE และสมการ RUSLE อาจมีผลต่อการกำหนดแผนการใช้ที่ดินในพื้นที่ เช่น การจำกัดการใช้ที่ดินในพื้นที่ที่มีการสูญเสียดินสูง การวางแผนพื้นที่เพาะปลูกหรือการทำแนวเขตเพื่อป้องกันการสูญเสียดิน

๓) ผลกระทบระยะยาวด้านสิ่งแวดล้อม: การสูญเสียดินมีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม เช่น การเสื่อมคุณภาพดินที่สามารถส่งผลเจริญเติบโตของพืช การลดการสูญเสียดินจะมีผลกระทบบวกต่อการอนุรักษ์และการจัดการทรัพยากรที่ดินและน้ำให้ยั่งยืน

๘. ความยุ่งยากและซับซ้อนในการดำเนินการ

๑) การเตรียมข้อมูล: การประยุกต์ใช้ GEE และ RUSLE ต้องการข้อมูลที่เป็นมาตรฐานและครอบคลุม ซึ่งอาจเป็นการรวบรวมข้อมูลดาวเทียมและข้อมูลเชิงพื้นที่อื่น ๆ เช่น ภูมิประเทศ แผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน ข้อมูลสภาพอากาศ ฯลฯ การคัดเลือกข้อมูลที่เหมาะสมสอาจมีความซับซ้อนและอาจต้องใช้ทรัพยากรมากในการดำเนินการ

๒) การปรับแก้ไขสมการ RUSLE: สมการ RUSLE เป็นสมการที่ซับซ้อนและควรปรับแก้ไขตามเงื่อนไขของพื้นที่ที่ศึกษา การปรับแก้ไขสมการนั้นอาจเกี่ยวข้องกับการคำนวณพารามิเตอร์ต่าง ๆ เช่น ความลาดชัน การจัดการที่ดิน และค่าปัจจัยอื่น ๆ ซึ่งอาจต้องพิจารณาและศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับพื้นที่

๓) ความแม่นยำของข้อมูล: ความแม่นยำของข้อมูลที่นำเข้าเป็นปัจจัยสำคัญในการประมวลผลผลลัพธ์ การใช้ข้อมูลดาวเทียมและข้อมูลทางด้านภูมิศาสตร์ต้องพิจารณาถึงช่วงเวลาที่ส่งผลถึงความคลาดเคลื่อนและความถูกต้องของข้อมูล การแปรผลและการปรับแก้ไขสมการ RUSLE ก็ต้องพิจารณาความแม่นยำของพารามิเตอร์ที่นำเข้าและการประยุกต์ใช้สู่พื้นที่นั้น ความแม่นยำในการประเมินอัตราการสูญเสียดินเป็นสิ่งสำคัญในการให้ผลลัพธ์ที่น่าเชื่อถือ

๔) ความซับซ้อนในการวิเคราะห์ข้อมูล: การใช้ GEE ร่วมกับ RUSLE เป็นกระบวนการที่ซับซ้อนและต้องใช้ความรู้และทักษะในการวิเคราะห์ข้อมูลทางภูมิศาสตร์ การเรียนรู้เกี่ยวกับเครื่องมือและเทคนิคการประมวลผลข้อมูลทางภูมิศาสตร์จึงเป็นสิ่งสำคัญ เช่น การสร้างแผนที่ที่สอดคล้องกับความต้องการการตัดสินใจในการปรับแก้ไขสมการ RUSLE และการอธิบายผลลัพธ์ที่ได้เพื่อให้เข้าใจ

๕) การตรวจสอบและการประเมินผล: การตรวจสอบความถูกต้องและความน่าเชื่อถือของผลลัพธ์เป็นขั้นตอนสำคัญในการประยุกต์ใช้ GEE และ RUSLE ผลลัพธ์ที่ได้ควรถูกต้องตรงกับข้อมูลเสริมและการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ในพื้นที่นั้น ๆ

๙. ปัญหาและอุปสรรคในการดำเนินการ

๑) ความซับซ้อนในการเรียนรู้และการใช้งาน: GEE เป็นแพลตฟอร์มที่มีความซับซ้อนในการใช้งานและการเรียนรู้ การเรียนรู้การใช้งาน GEE ที่ต้องมีความรู้ด้านการเขียนภาษา JavaScript และ Python

๒) ความแม่นยำของข้อมูล: ช่วงเวลาของข้อมูลส่งผลต่อความแม่นยำของข้อมูล และผู้ใช้จะต้องมีความรู้พื้นฐานหลายด้านรวมถึงด้านก GIS และ RS ที่เป็นปัจจัยสำคัญในการประมวลผลและการประยุกต์ใช้ GEE และ RUSLE ข้อมูลดาวเทียมและข้อมูลทางด้านภูมิศาสตร์ต้องได้รับการตรวจสอบและประเมินคุณภาพเพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่น่าเชื่อถือและถูกต้อง

๓) ข้อจำกัดในการใช้งาน: การประยุกต์ใช้ GEE และ RUSLE อาจพบข้อจำกัดในการใช้งานเช่น ความยากในการเข้าถึงข้อมูลที่จำเป็น เช่น ข้อจำกัดในการคำนวณทางคอมพิวเตอร์ หรือข้อจำกัดทางเทคนิคที่อาจจำเป็นต้องพิจารณาเมื่อประยุกต์ใช้เครื่องมือเหล่านี้ในการประเมินอัตราการสูญเสียดิน

๔) การทดสอบและการปรับปรุงแก้ไข: การประยุกต์ใช้ GEE และ RUSLE เพื่อประเมินอัตราการสูญเสียดินอาจต้องการศึกษาทดสอบและการปรับปรุงในหลายฐานข้อมูล และหลายๆพื้นที่ เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่

แม่นยำและสอดคล้องกับพื้นที่ที่ศึกษาอยู่ การพัฒนาวิธีการประยุกต์ใช้และการปรับแก้ไขสมการ RUSLE อาจต้องการการวิจัยและการทดลองเพิ่มเติม

๑๐.ข้อเสนอแนะ

การประยุกต์ใช้ GEE และสมการ RUSLE เพื่อประเมินอัตราการสูญเสียดินเป็นกระบวนการที่ซับซ้อนและต้องใช้ข้อมูลและเครื่องมือทางด้านภูมิศาสตร์อย่างรอบคอบ การทบทวนวรรณกรรมและการพัฒนาวิธีการใช้งาน การเรียนรู้เพิ่มเติม และการปรับปรุงสามารถช่วยแก้ไขและเพิ่มประเสริมในการประยุกต์ใช้เครื่องมือเหล่านี้ให้เป็นไปได้อย่างเหมาะสมและมีประสิทธิภาพในการประเมินอัตราการสูญเสียดิน เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่แม่นยำและน่าเชื่อถือ ผู้ปฏิบัติงานต้องศึกษาหลักการ คู่มือ วิธีการใช้งาน GEE และสมการ RUSLE และคำแนะนำทางวิชาการที่เกี่ยวข้องเพื่อให้ได้ความเข้าใจและความถูกต้องในการประยุกต์ใช้งานเหล่านี้ในพื้นที่ลุ่มน้ำอื่น ๆ ต่อไป

๑๑. การเผยแพร่ผลงาน

๑) การบรรยายพิเศษให้แก่นักเรียนนายร้อย จปร.ชั้นปีที่ ๕ เรื่อง เทคนิคการวิเคราะห์ภูมิประเทศแบบเชิงเลข (Digital Terrain Analysis) และการสำรวจระยะไกลและการประยุกต์ใช้ ๓ มิถุนายน และ ๔ กรกฎาคม ๒๕๖๕ ณ คณะวิศวกรรมสำรวจ โรงเรียนนายร้อยพระจุลจอมเกล้า

๒) การบรรยายพิเศษให้แก่นักเรียนนายร้อย จปร.ชั้นปีที่ ๕ เรื่อง การวิเคราะห์ภูมิประเทศแบบเชิงเลข (Geomorphometry) วันที่ ๑๒ มิถุนายน ๒๕๖๖ ณ คณะวิศวกรรมสำรวจ โรงเรียนนายร้อยพระจุลจอมเกล้า

๓) การบรรยายพิเศษให้แก่นักเรียนนายร้อย จปร.ชั้นปีที่ ๕ เรื่อง การประยุกต์ใช้ปัญญาประดิษฐ์เพื่อประเมินความเสี่ยงภัยด้านสิ่งแวดล้อมจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Addressing the Environmental Risk of Climate Change Using Artificial Intelligence :AI) การสำรวจระยะไกลและการประยุกต์ใช้ ๑๐ กรกฎาคม ๒๕๖๖ ณ คณะวิศวะกรรมสำรวจ โรงเรียนนายร้อยพระจุลจอมเกล้า

๔) การจัดทำเอกสารวิชาการสถานีพัฒนาที่ดินสระบุรี แบบ hard copy และ digital

๑๒. ผู้มีส่วนร่วมในผลงาน (ถ้ามี)

นางสาวรวมพร มูลจันทร์ สัดส่วนของผลงาน ๑๐๐% มีหน้าที่ รวบรวมข้อมูลเชิงพื้นที่ เตรียมข้อมูลแผนที่ดิน แผนที่ธรณีวิทยา แผนที่สภาพภูมิประเทศ วิเคราะห์ข้อมูลอากาศ วิเคราะห์และดำเนินการเขียนโค้ดภาษาจาวาสคริป การวิเคราะห์ข้อมูล ใน GEE และประเมินผล การเขียนสรุปรายงาน

ขอรับรองว่าผลงานดังกล่าวข้างต้นเป็นความจริงทุกประการ

(ลงชื่อ).....(ผู้ขอประเมิน)

(...นางสาวรวมพร มูลจันทร์.....)

(วันที่) .....๒๑...../...กรกฎาคม..../...๒๕๖๖.....

ขอรับรองว่าสัดส่วนการดำเนินการข้างต้นเป็นความจริงทุกประการ (ถ้ามี)

-ไม่มี-

-

ได้ตรวจสอบแล้วขอรับรองว่าผลงานดังกล่าวข้างต้นถูกต้องตรงกับความเป็นจริงทุกประการ

(ลงชื่อ).....(ผู้บังคับบัญชาที่กำกับดูแล)
(.....นายวิญญู เสมียนรัมย์.....)
ผู้อำนวยการสถานีพัฒนาที่ดินสระบุรี
(วันที่) ...๒๘/กรกฎาคม/....๒๕๖๖.....

(ลงชื่อ) .....(ผู้บังคับบัญชาที่เหนือขึ้นไป)
(.....นางนงนุช ศรีพุ่ม.....)
ผู้อำนวยการสำนักงานพัฒนาที่ดินเขต ๑
(วันที่) .....๒๘/กรกฎาคม/....๒๕๖๖.....