



พสพล เจริญพร

Automated mapping of landforms from a Digital Elevation Model (DEM)

การทำแผนที่ธรณีสัณฐานอัตโนมัติจากแบบจำลองความสูงเชิงเลข

ที่มาและความสำคัญของปัญหา

แผนที่ธรณีสารสนเทศมีประโยชน์หลายประการ โดยทั่วไปการทำแผนที่ดังกล่าวสามารถจัดทำได้จากการออกภาคสนาม ซึ่งการออกภาคสนามมีค่าใช้จ่ายสูง ใช้แรงงานและเวลามาก รวมทั้งอาจจะมีพื้นที่ที่มีอาจเข้าถึงได้ ในขณะที่การทำแผนที่จากการตีความภาพถ่ายทางอากาศ ผลการแปรขึ้นกับประสบการณ์ของผู้แปลและเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ทำให้การตีความหน่วยธรณีสารสนเทศอาจแตกต่างกัน ดังนั้นการทำแผนที่ธรณีสารสนเทศแบบอัตโนมัติจะช่วยประหยัดต้นทุนด้านเวลา แรงงาน และค่าใช้จ่าย รวมถึงลดอคติและความคลาดเคลื่อนจากการตีความโดยมนุษย์

วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1. สร้างแผนที่ธรณีสารสนเทศแบบอัตโนมัติด้วยวิธีอาศัยกฎ (rule-based classification) และวิธีการทางสถิติแบบคลัสเตอร์ (clustering classification)
2. ประเมินความถูกต้องของแผนที่อัตโนมัติเทียบกับแผนที่ภาคสนาม
3. เปรียบเทียบประสิทธิภาพของการทำแผนที่ด้วยวิธีทั้งสอง

กรอบแนวคิดการวิจัย

งานวิจัยนี้ มีกรอบแนวคิดในการสร้างแผนที่ธรณีสารสนเทศโดยใช้แบบจำลองความสูงเชิงเลข (Digital Elevation Model: DEM) ด้วยวิธีการจำแนกหน่วยทางธรณีสารสนเทศแบบอาศัยกฎ (rule-based classification) และวิธีการทางสถิติแบบคลัสเตอร์ (clustering classification)

RULE-BASED

นิรนัย (Deductive)

Universal -> Particular

เกณฑ์การจำแนก



หน่วยกรณีศึกษา

CLUSTERING

อุปนัย (Inductive)

Particular -> Universal

ความคล้ายคลึงทางสถิติ
และความรู้ทางกรณีศึกษา



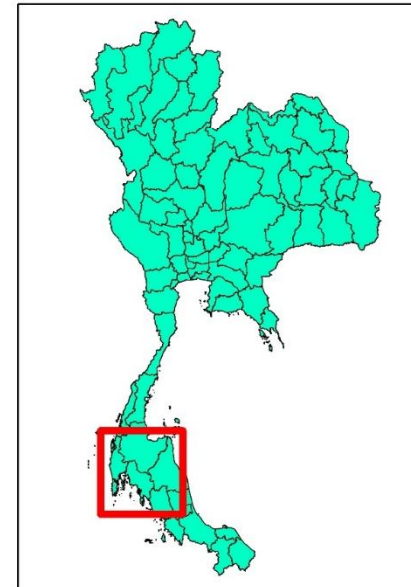
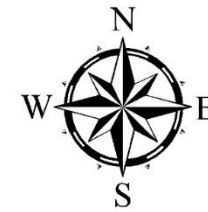
หน่วยกรณีศึกษา

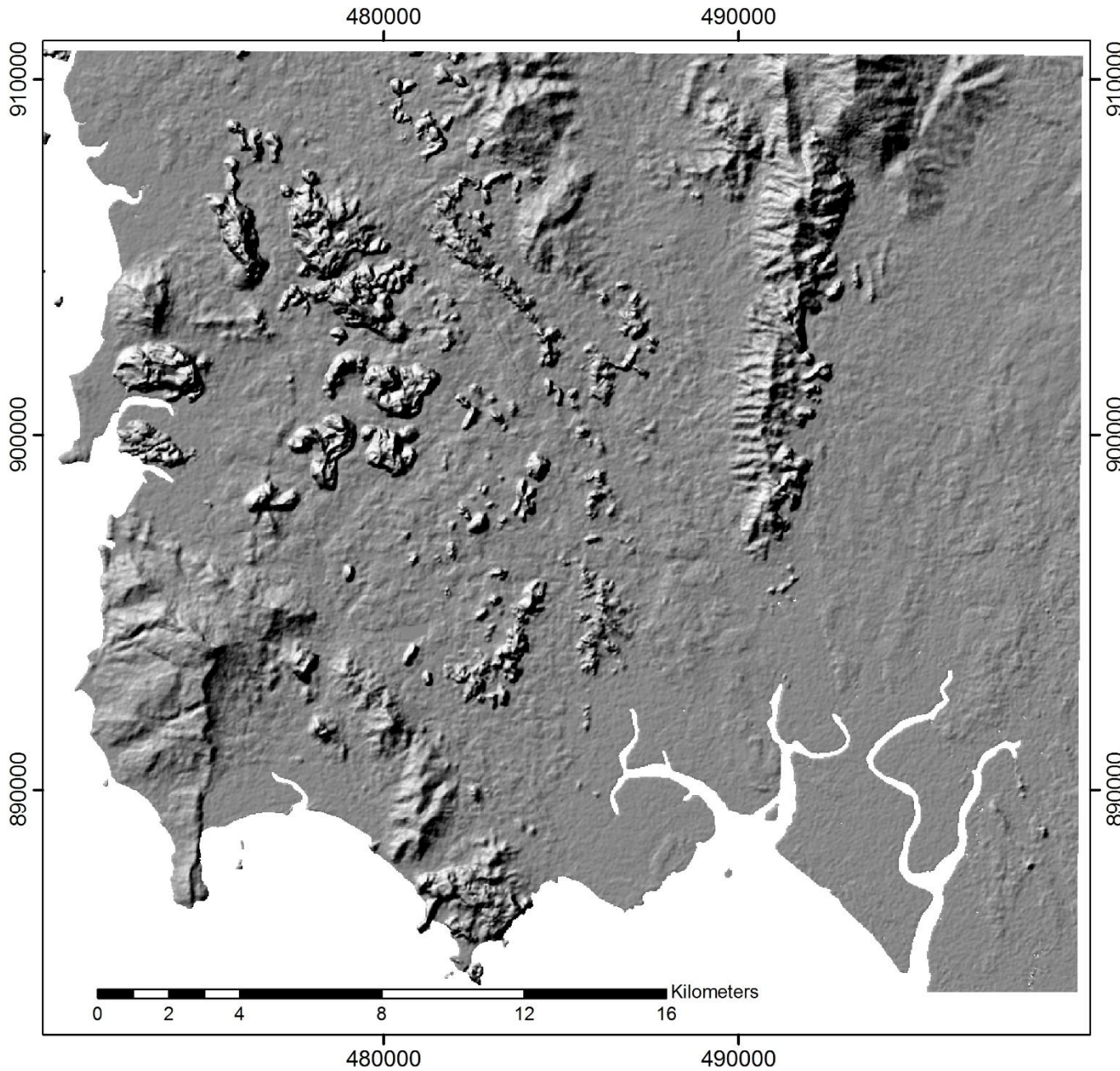
ขอบเขตการวิจัย

ขอบเขตเชิงพื้นที่

แผนที่ 1:50,000 ระวัง 4725 II พื้นที่จังหวัดกระบี่ ลำดับชุด L7017

ครอบคลุมพื้นที่ 650 ตารางกิโลเมตร





Legend

hillshade

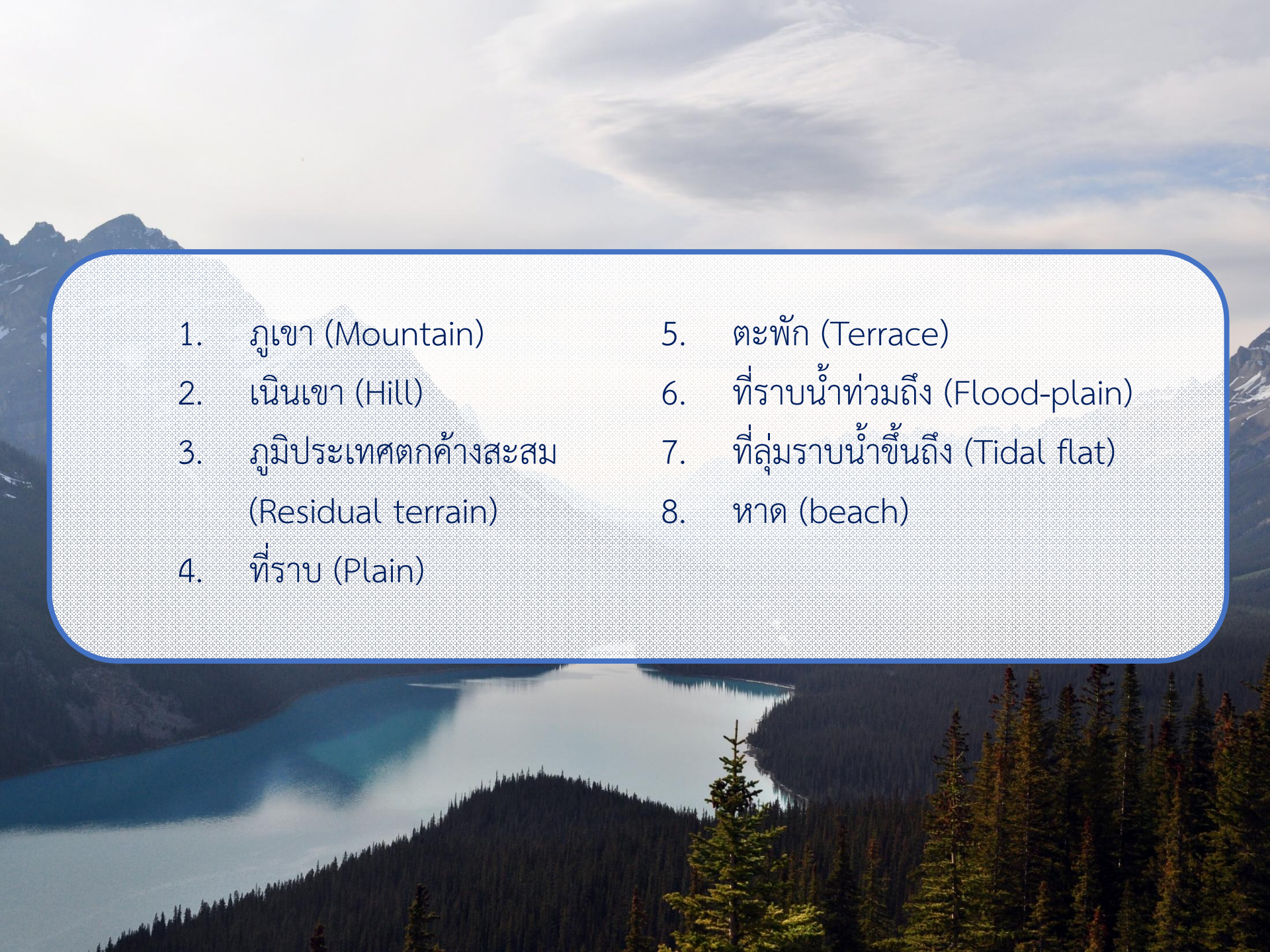
Value

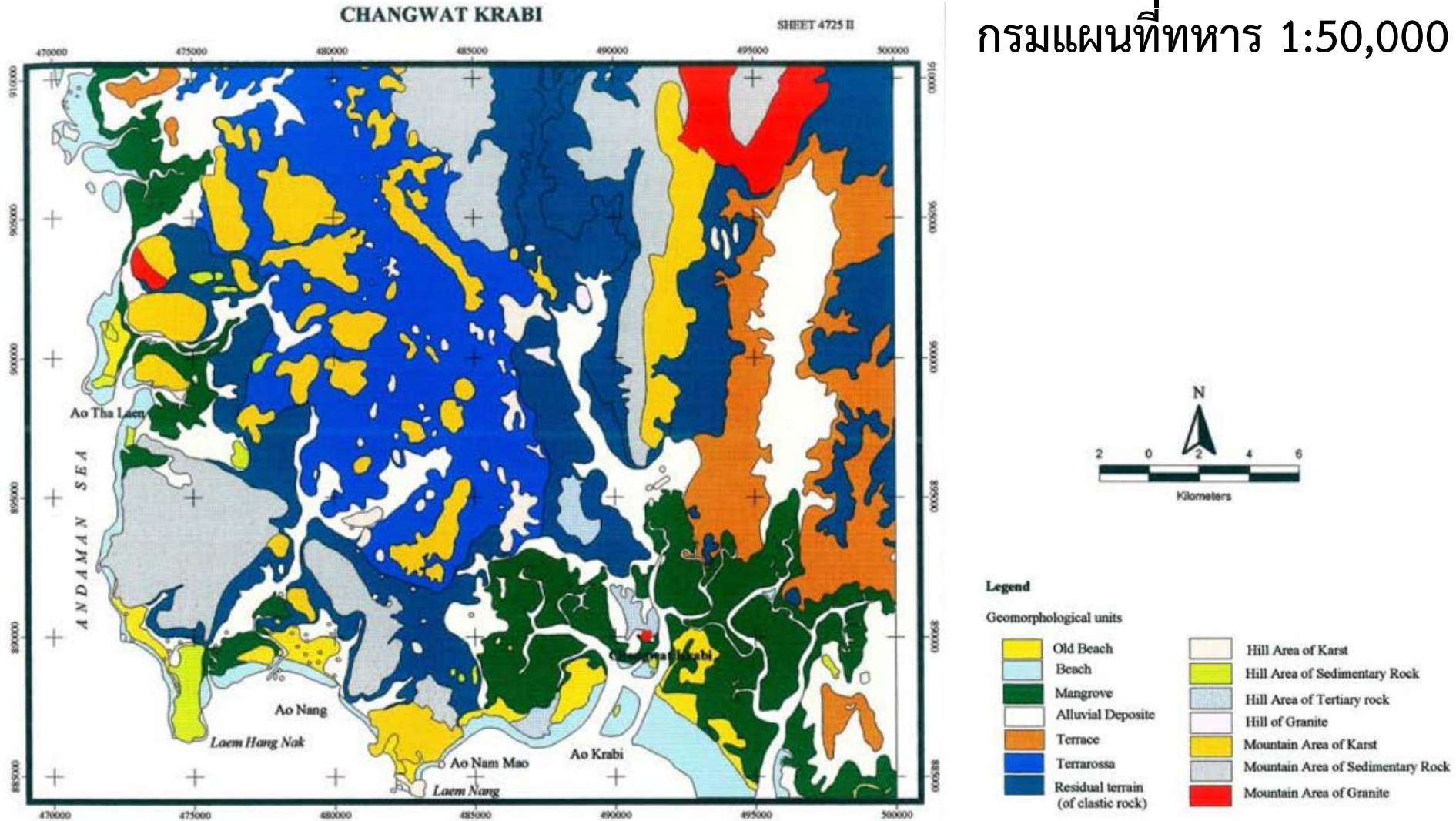


แผนที่ภาคสนาม

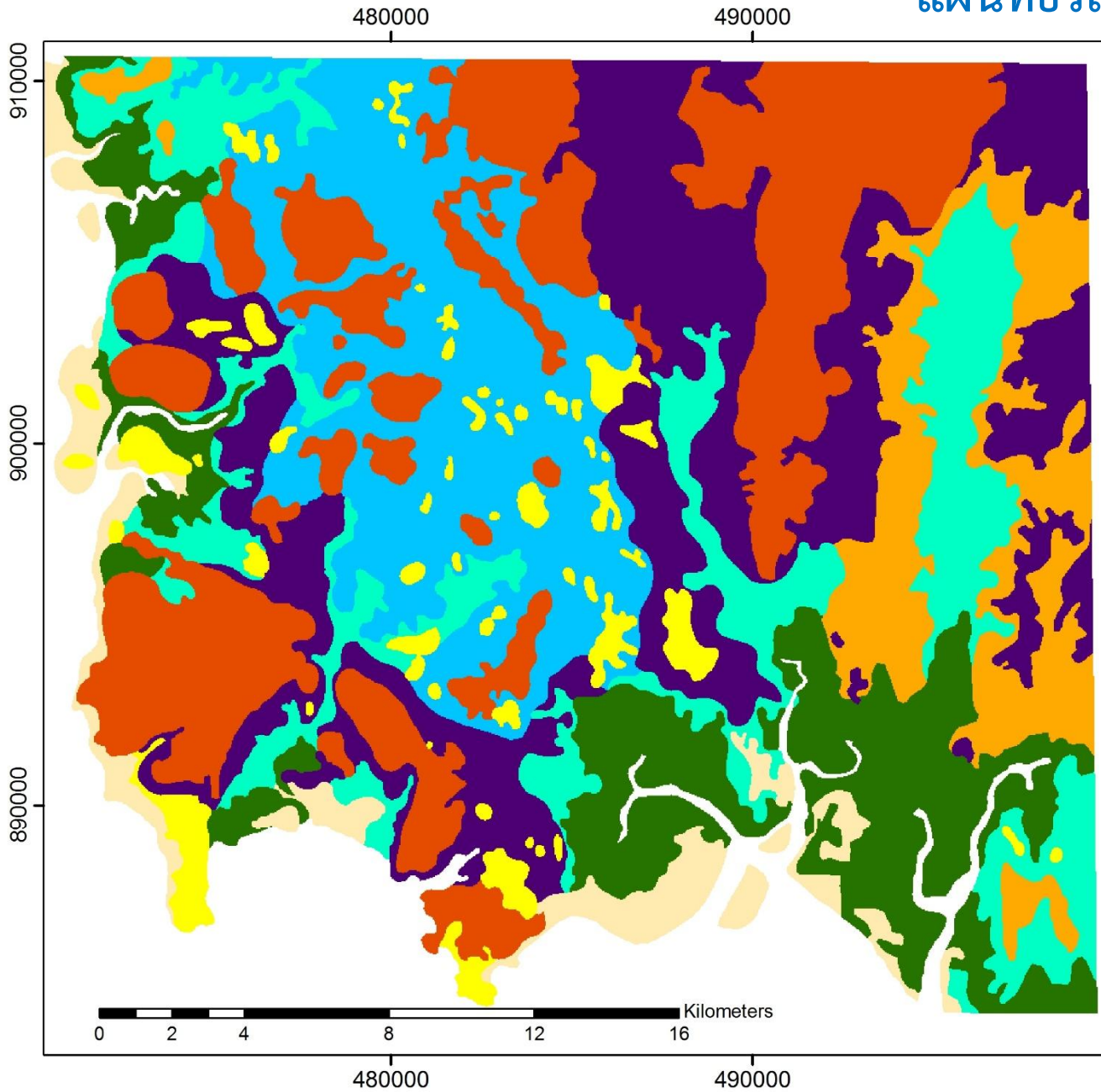
แหล่งข้อมูล

- ศูนย์ศึกษาภัยพิบัติและสารสนเทศที่ดิน ภาควิชาธรณีวิทยา คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (Center for Disaster and Land Information Studies Department of Geology, Chulalongkorn University)
- จัดทำเมื่อ ค.ศ. 1999

- 
1. ภูเขา (Mountain)
 2. เนินเขา (Hill)
 3. ภูมิประเทศตกค้างสะสม
(Residual terrain)
 4. ที่ราบ (Plain)
 5. ตะพัก (Terrace)
 6. ที่ราบน้ำท่วมถึง (Flood-plain)
 7. ที่ลุ่มราบน้ำขึ้นถึง (Tidal flat)
 8. หาด (beach)



แผนที่ธรณีสัณฐานจากภาคสนาม



Legend

-  1 Mountain
-  2 Hill
-  3 Residual terrain
-  4 Plain
-  5 Terrace
-  6 Flood Plain
-  7 Tidal Flat
-  8 Beach



วิธีการวิจัย

1

รวบรวมและเตรียมข้อมูล

1. DEM และ attribute ต่าง ๆ
2. Study area map

2

จำแนกหน่วยธรณีสัณฐาน

1. วิธีอาศัยกฎ
2. วิธีการทางสถิติแบบคลัสเตอร์

3

ประเมินความถูกต้อง

เทียบกับแผนที่ภาคสนาม

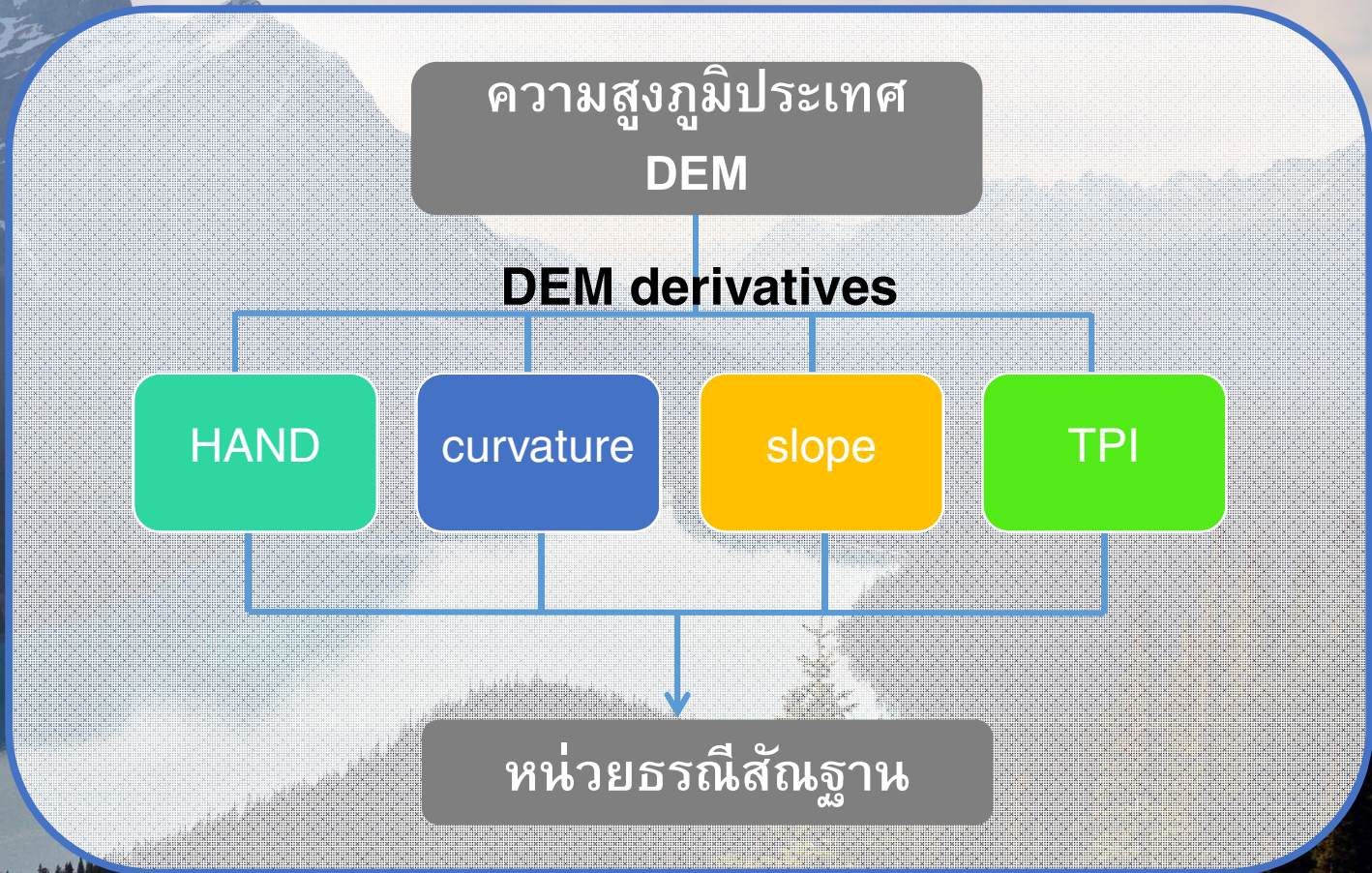
DEM

Resolution 30 m. from Shuttle Radar Topography Mission (SRTM) 1 Arc-Second Global

| Data Set Attribute | Attribute Value |
|-------------------------|-----------------|
| <u>Entity ID</u> | SRTM1N08E098V3 |
| <u>Acquisition Date</u> | 11-FEB-00 |
| <u>Publication Date</u> | 23-SEP-14 |
| <u>Resolution</u> | 1-ARC |
| <u>Date Updated</u> | 02-JAN-15 |

ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา

งานวิจัยนี้ สร้างแผนที่ธรณีสารสนเทศด้วยแบบจำลองความสูงเชิงเลข (Digital Elevation Model: DEM)



slope

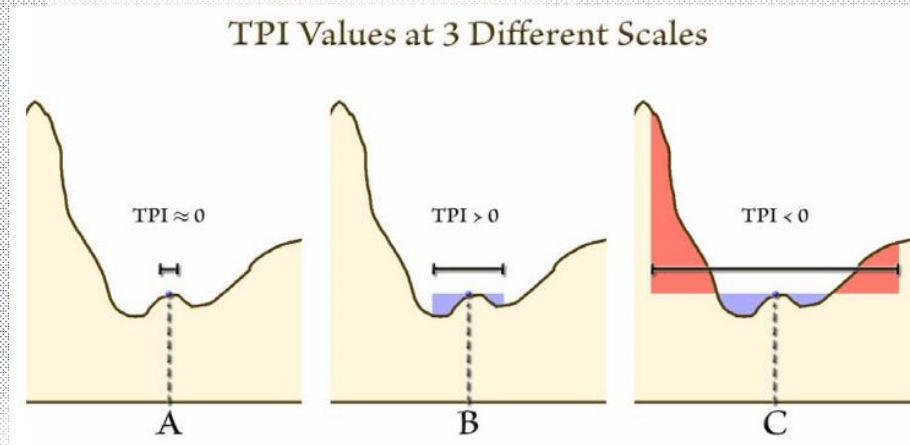
Slope

(ความชัน)

TPI

Topographic Position Index

(ดัชนีตำแหน่งของภูมิประเทศ) - 500 เมตร

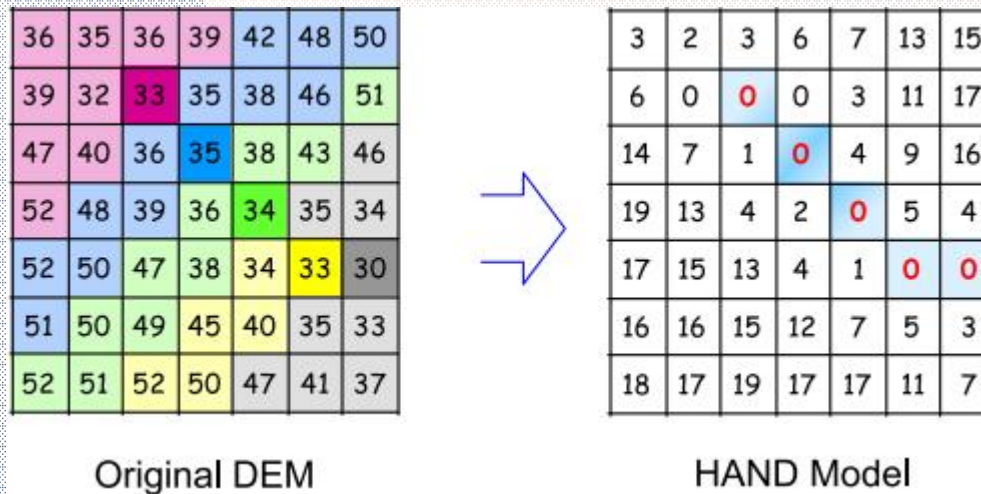


Guisan et al., GLM versus CCA spatial modeling of plant species distribution. (1999)
Weiss. Topographic position and landforms analysis. (2001)

HAND

Height Above the Nearest Drainage (ความสูงจากทางน้ำที่ใกล้ที่สุด)

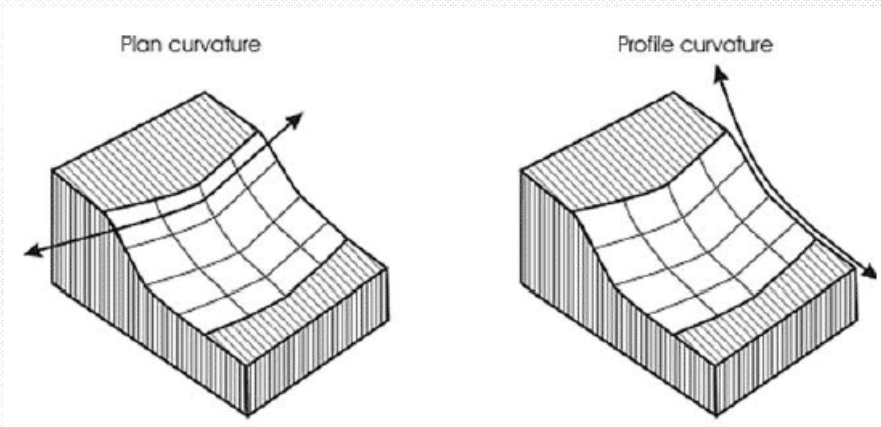
ค่าความสูงภูมิประเทศที่อ้างอิงกับความสูงทางน้ำที่ใกล้ที่สุดในลุ่มน้ำนั้น ๆ



Nobre et al., Height Above the Nearest Drainage – a hydrologically relevant new terrain model (2011)

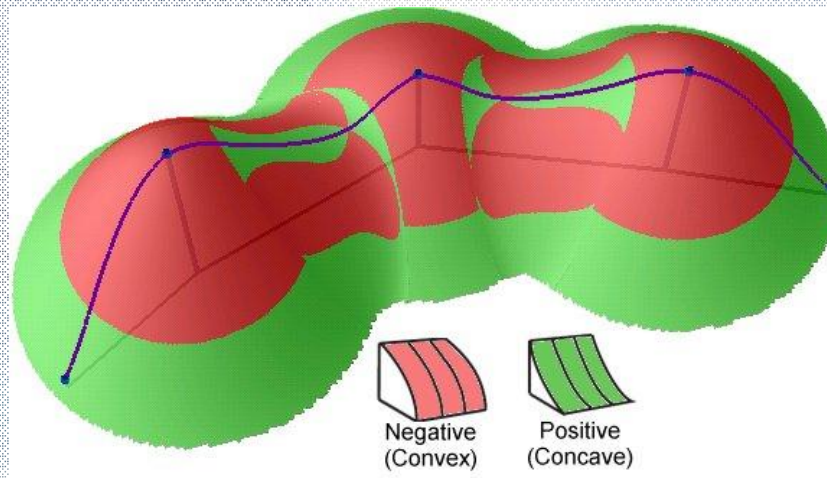
Profile curvature

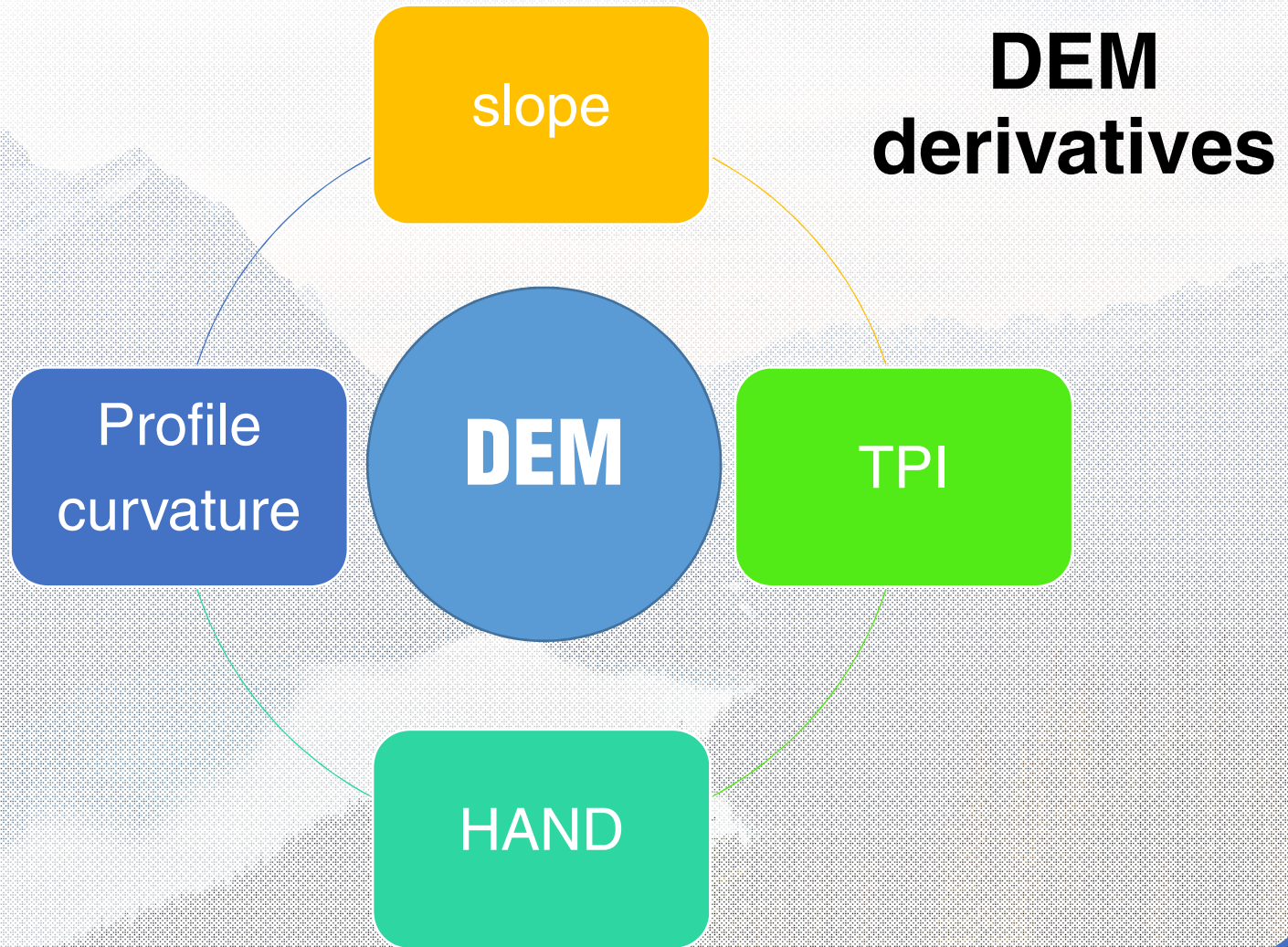
(ความโค้งตามความลาด)

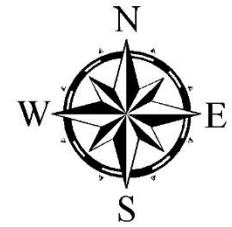
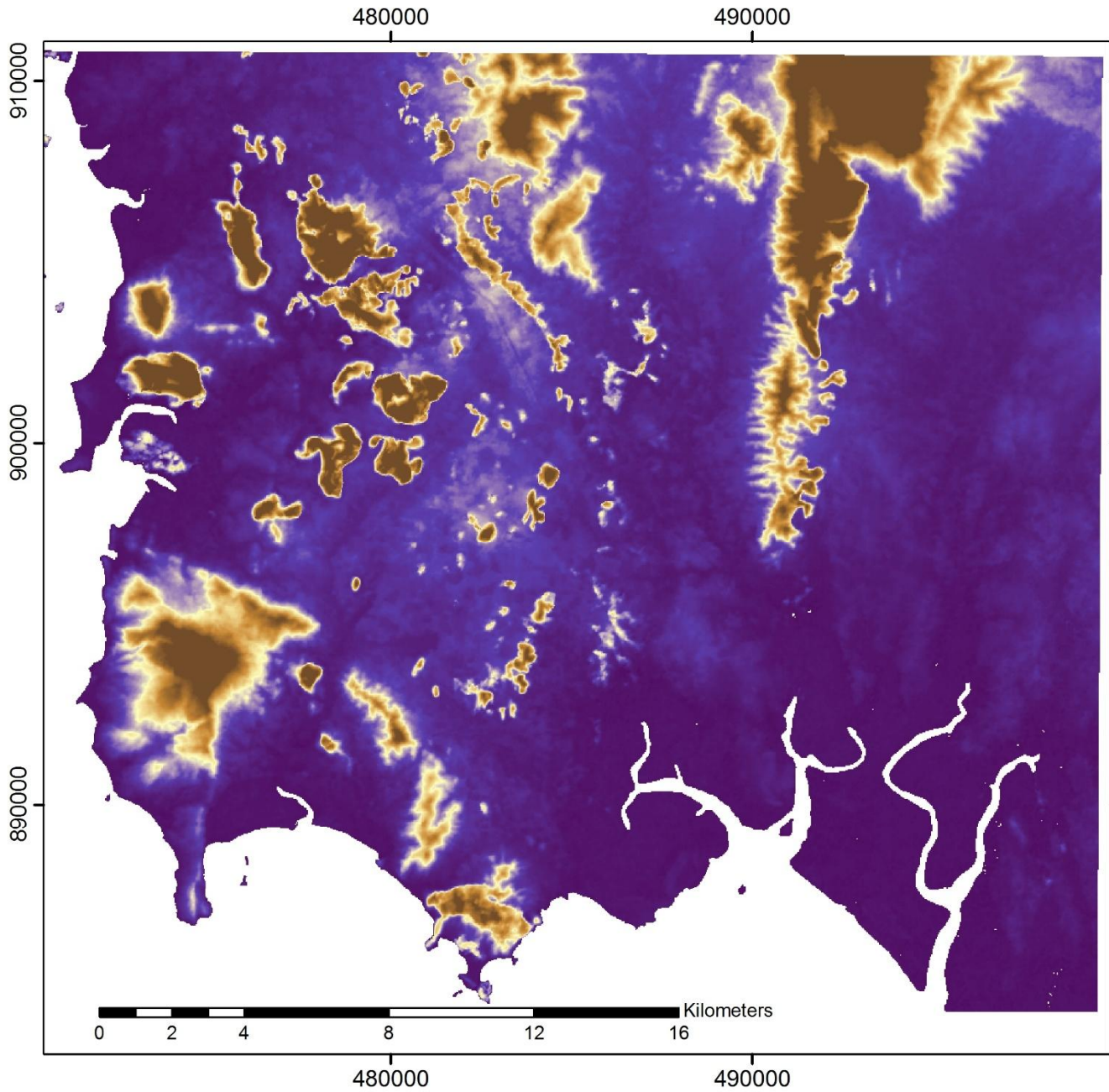


Plan curvature

Profile curvature







Legend

DEM

Value

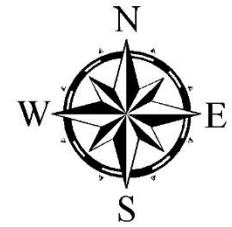
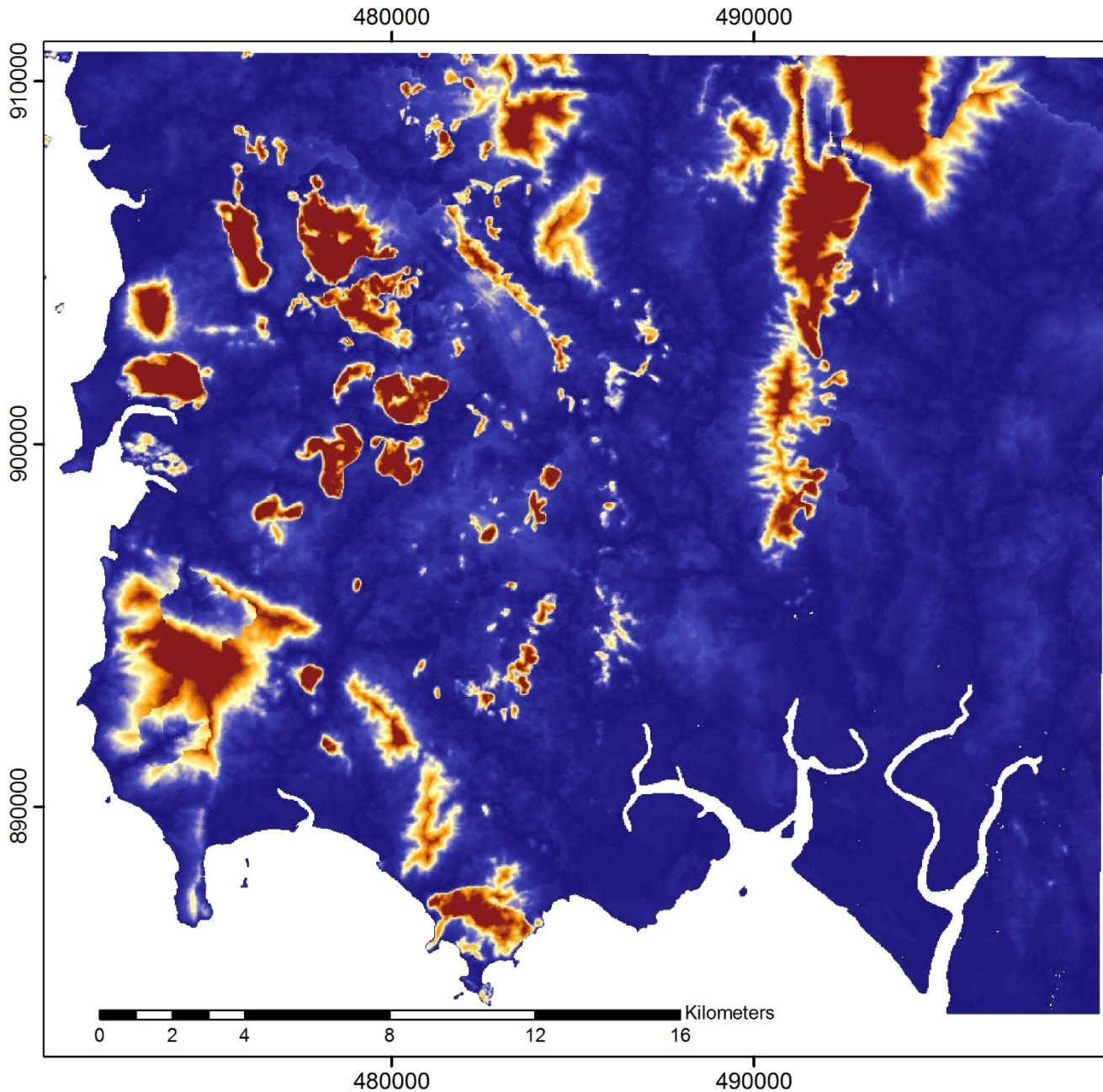


High : 817

Low : 0

910000
900000
890000

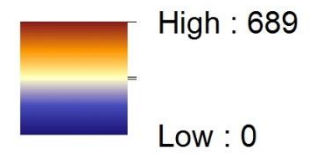


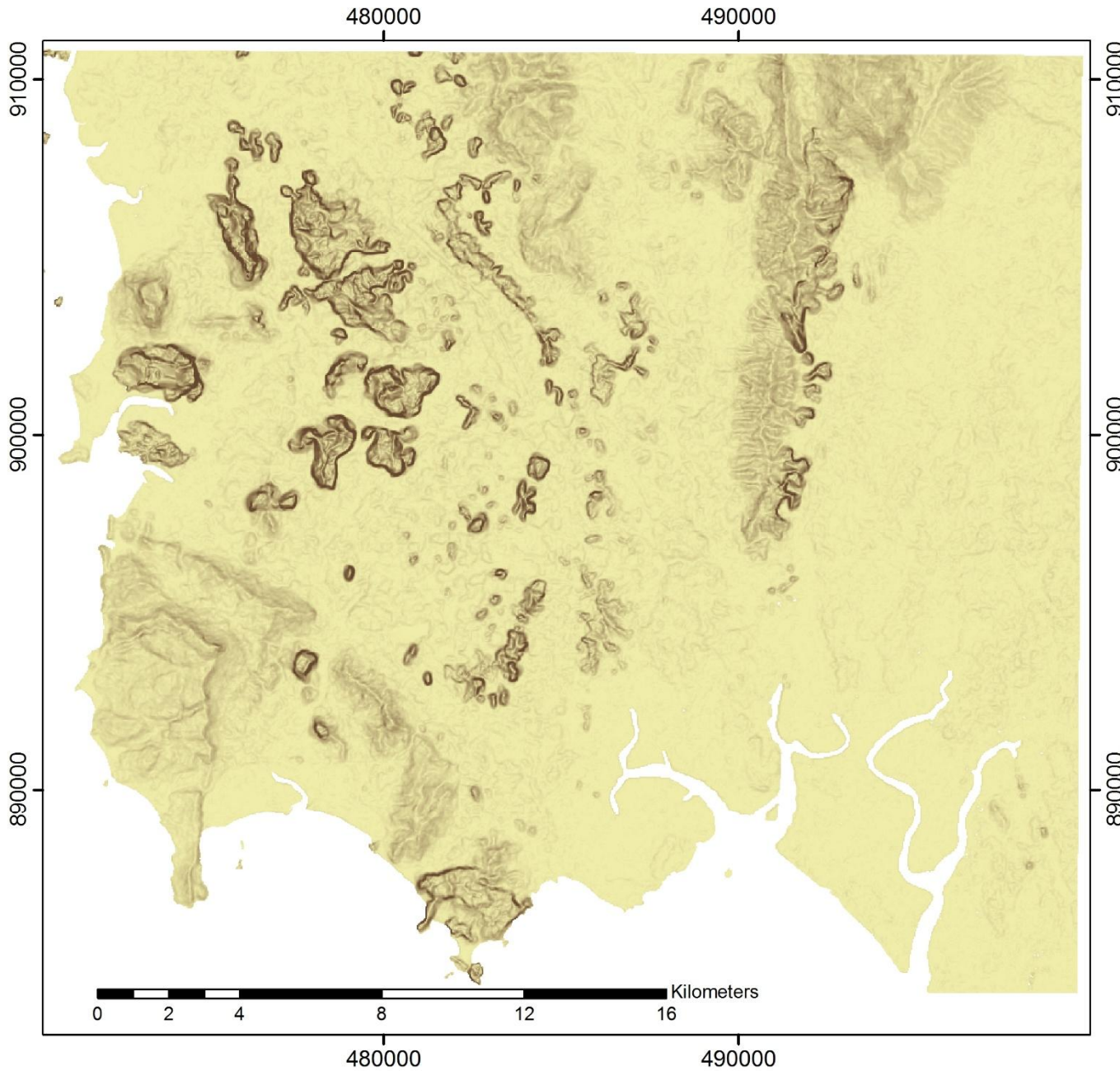


Legend

HAND

Value



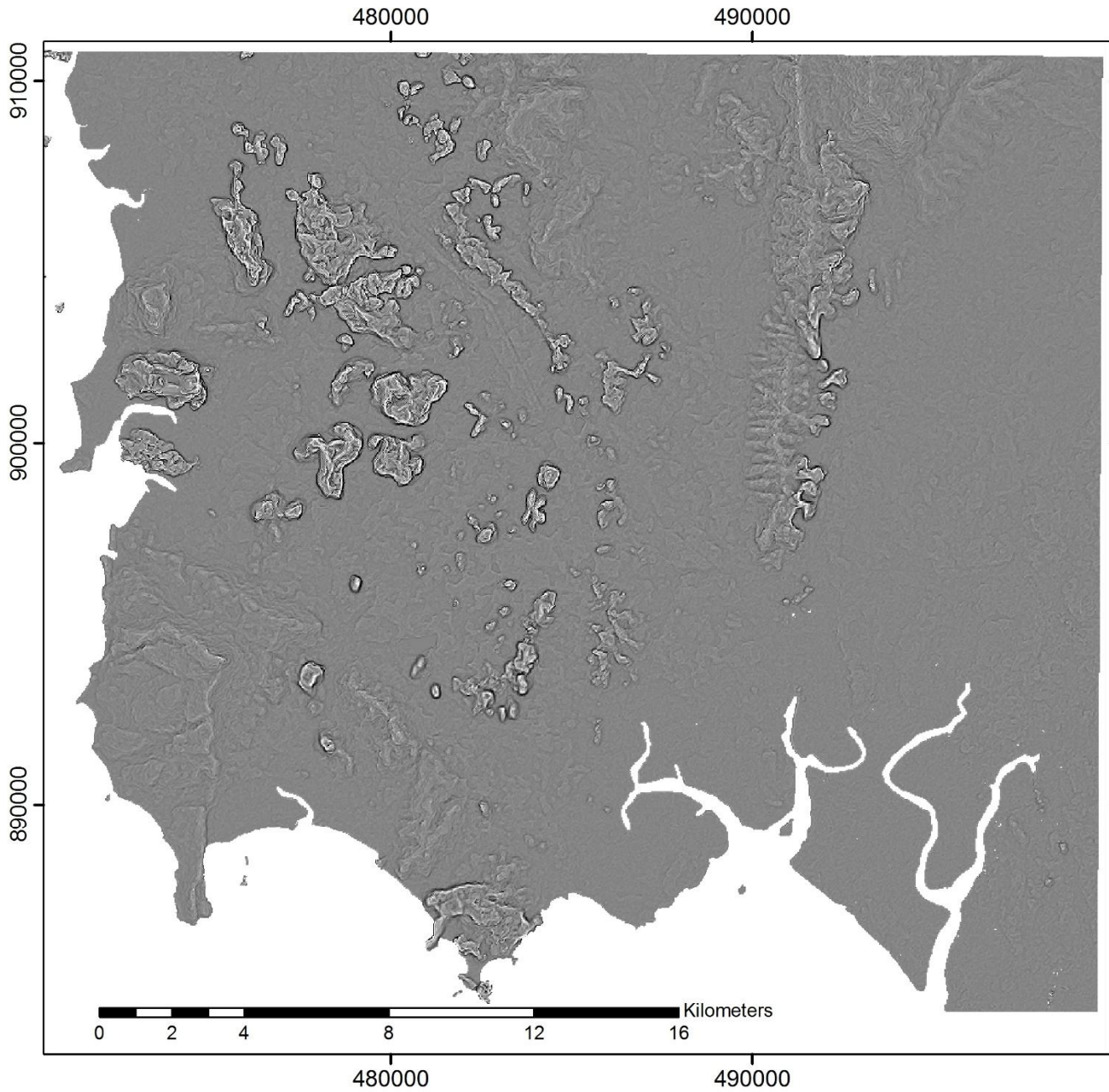


Legend

Slope

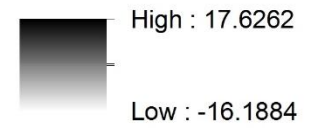
Value

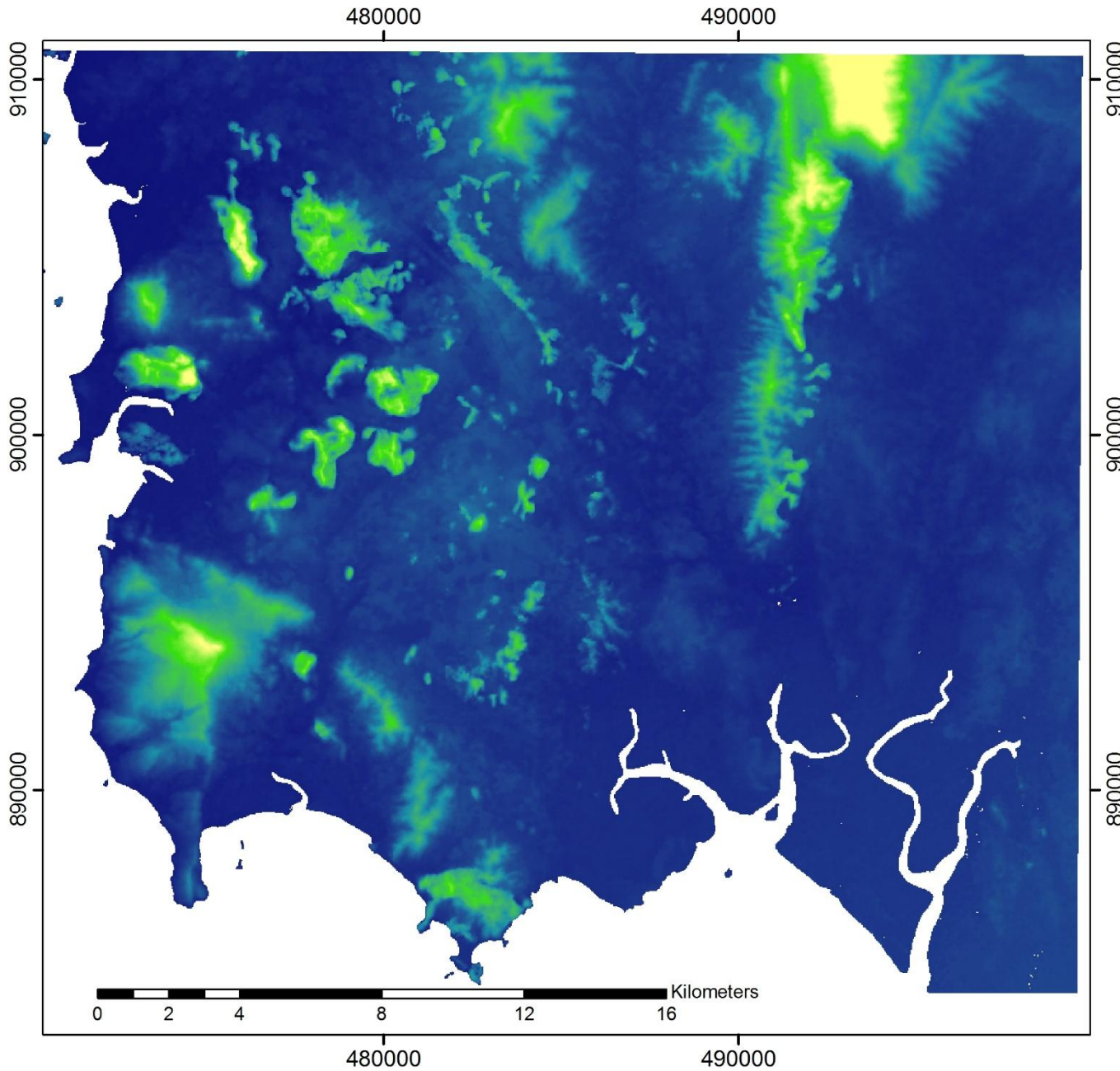




Legend

Profile Curvature Value

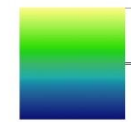




Legend

TPI

Value



High : 724.486

Low : -92.2047



Rule-based Classification

กำหนดพื้นที่ตัวอย่าง (training area)



คำนวณหาค่าสถิติเชิงพรรณนา
ของหน่วยกรณีศึกษาในพื้นที่ตัวอย่าง



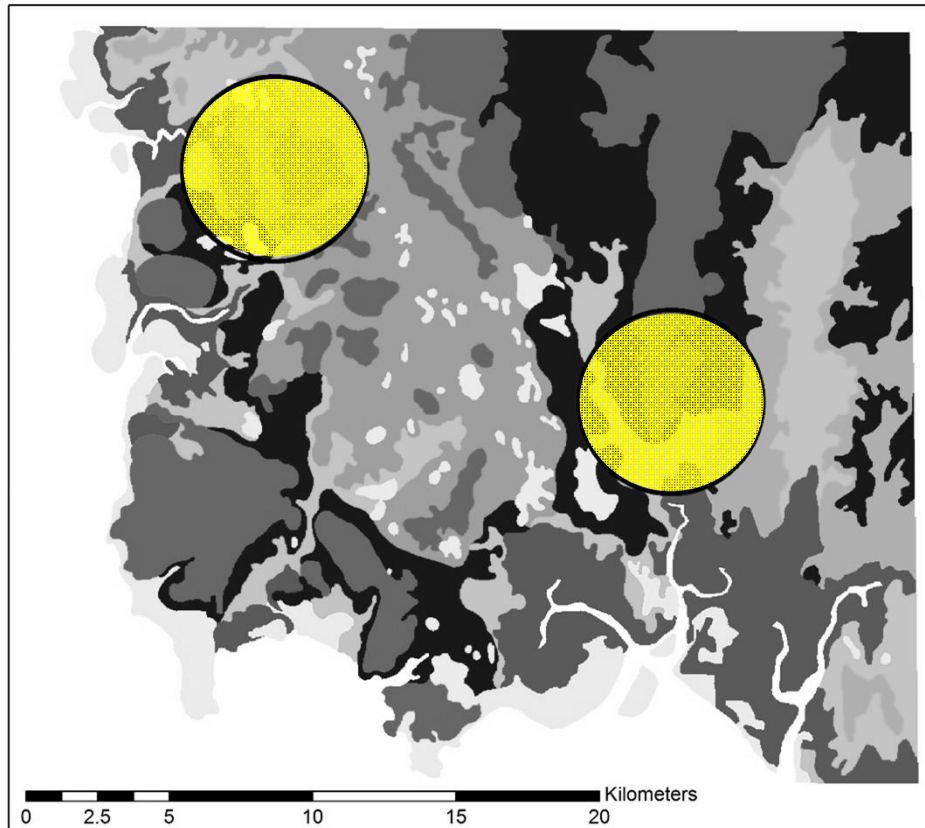
สร้างเกณฑ์การจำแนกหน่วยกรณีศึกษา



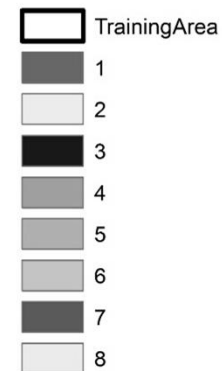
ดำเนินการจำแนกหน่วยกรณีศึกษา

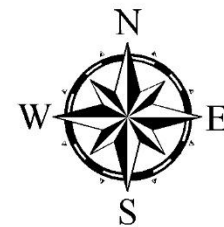
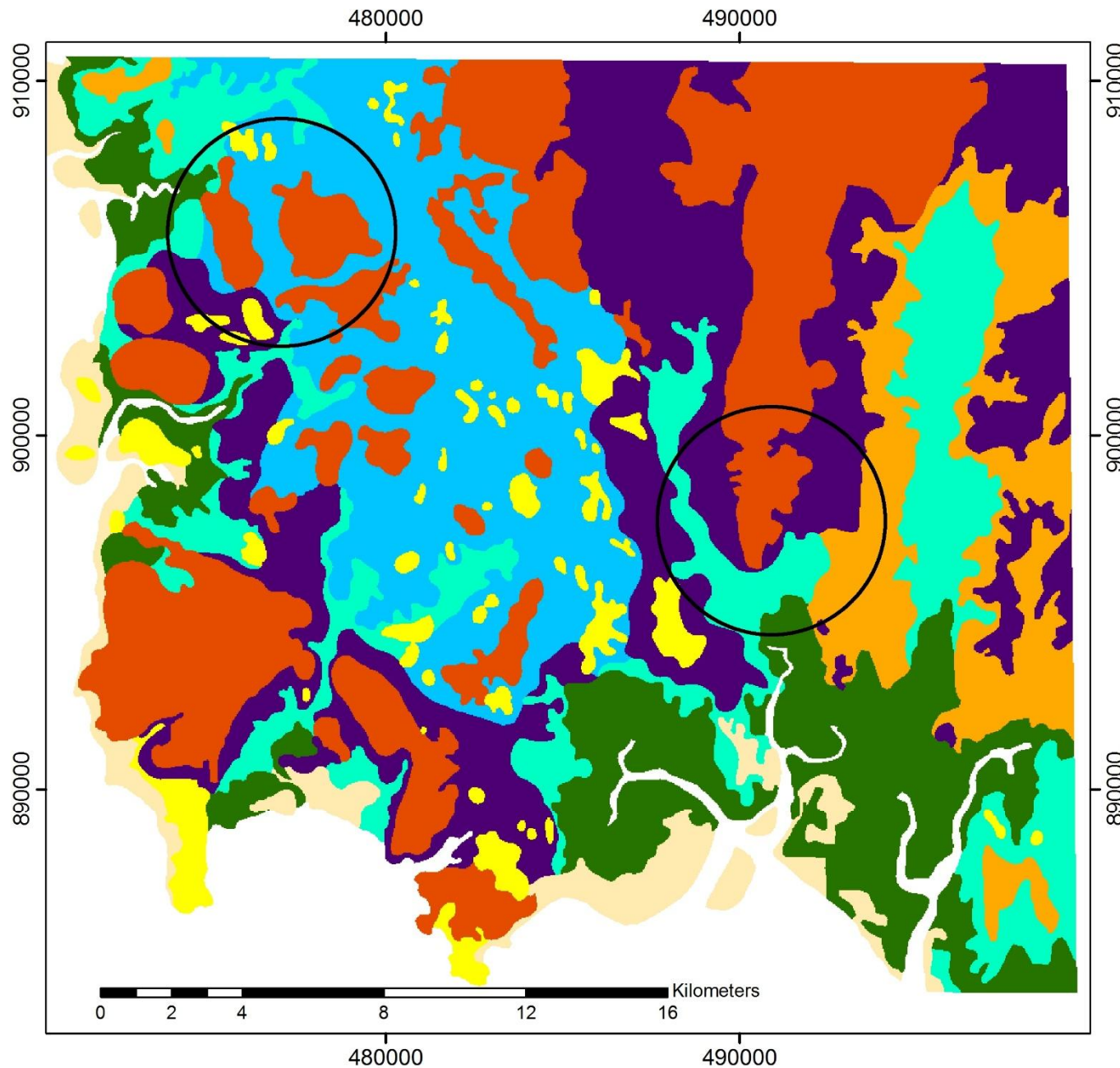
กำหนดพื้นที่ตัวอย่าง (training area)

- ร้อยละ 10 ของพื้นที่ศึกษา (65 ตารางกิโลเมตร)
- แบ่งเป็นวงกลม 2 วง (แต่ละวงมีพื้นที่ร้อยละ 5% ของพื้นที่ศึกษา)



Legend



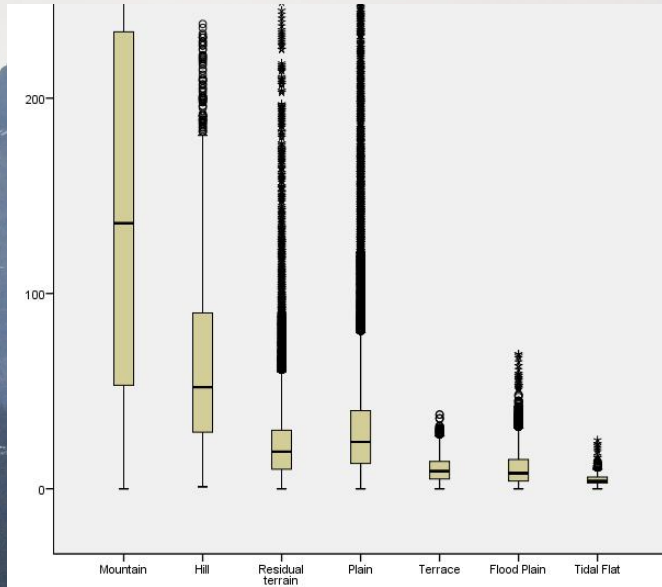


Legend

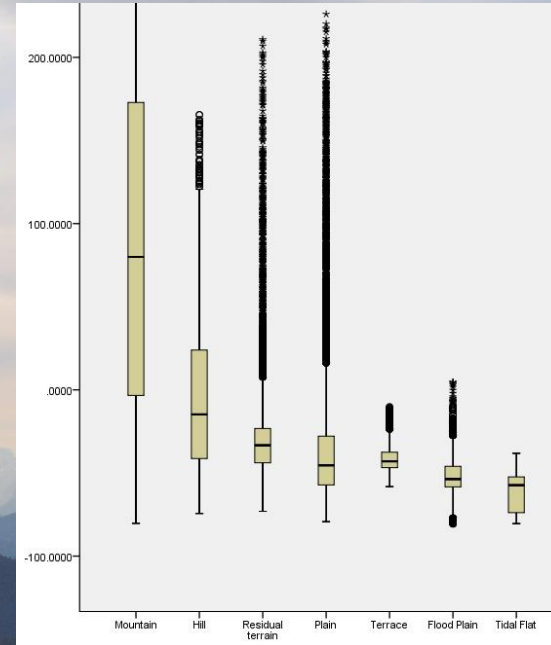
-  TrainingArea
-  1 Mountain
-  2 Hill
-  3 Residual terrain
-  4 Plain
-  5 Terrace
-  6 Flood Plain
-  7 Tidal Flat
-  8 Beach



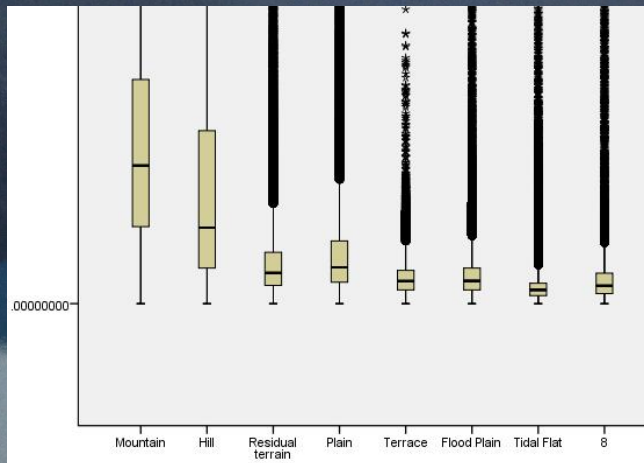
คำนวณหาค่าสถิติเชิงพรรณนา ของหน่วยธรณีสัณฐานในพื้นที่ตัวอย่าง



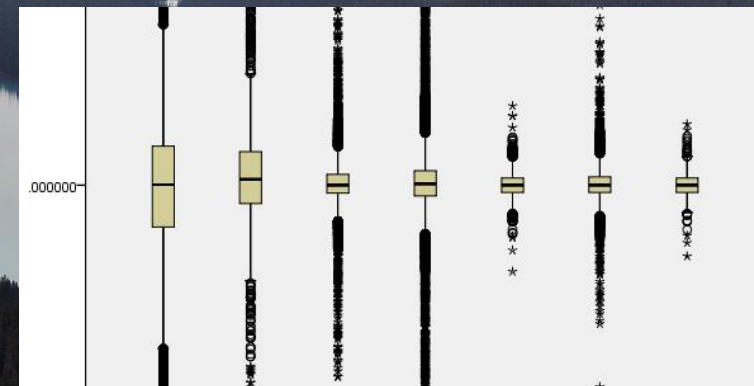
HAND



TPI

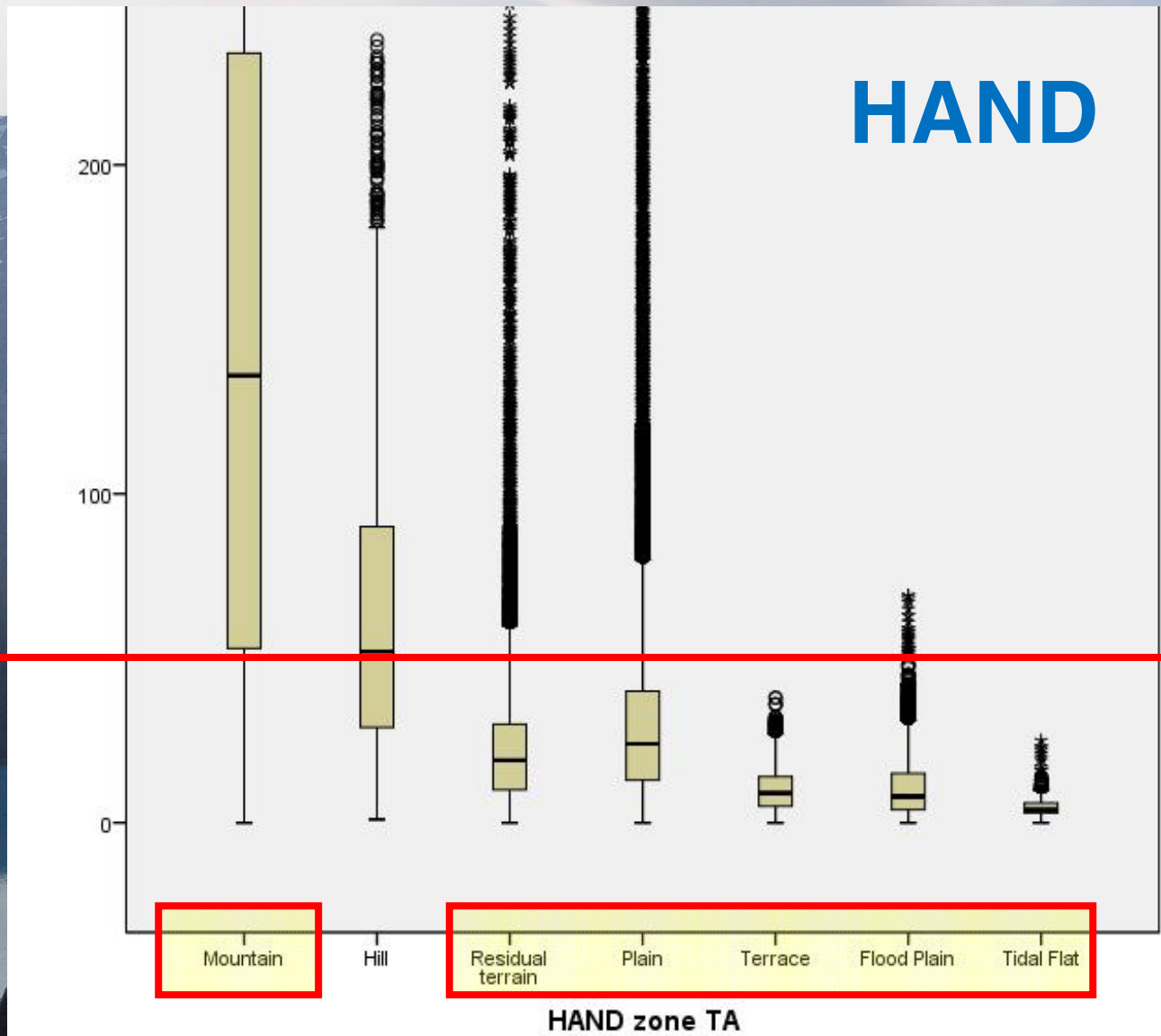


Slope

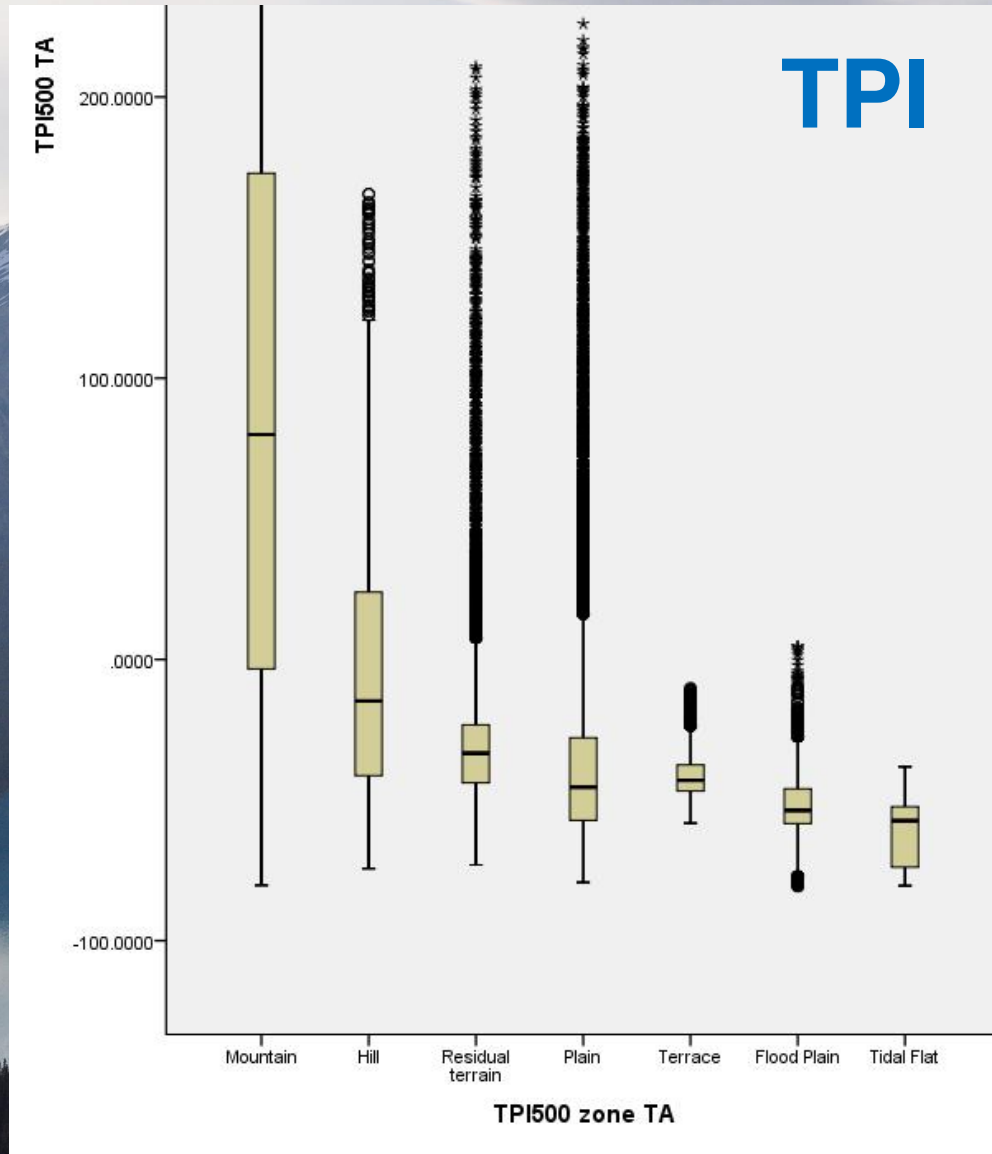


Profile curvature

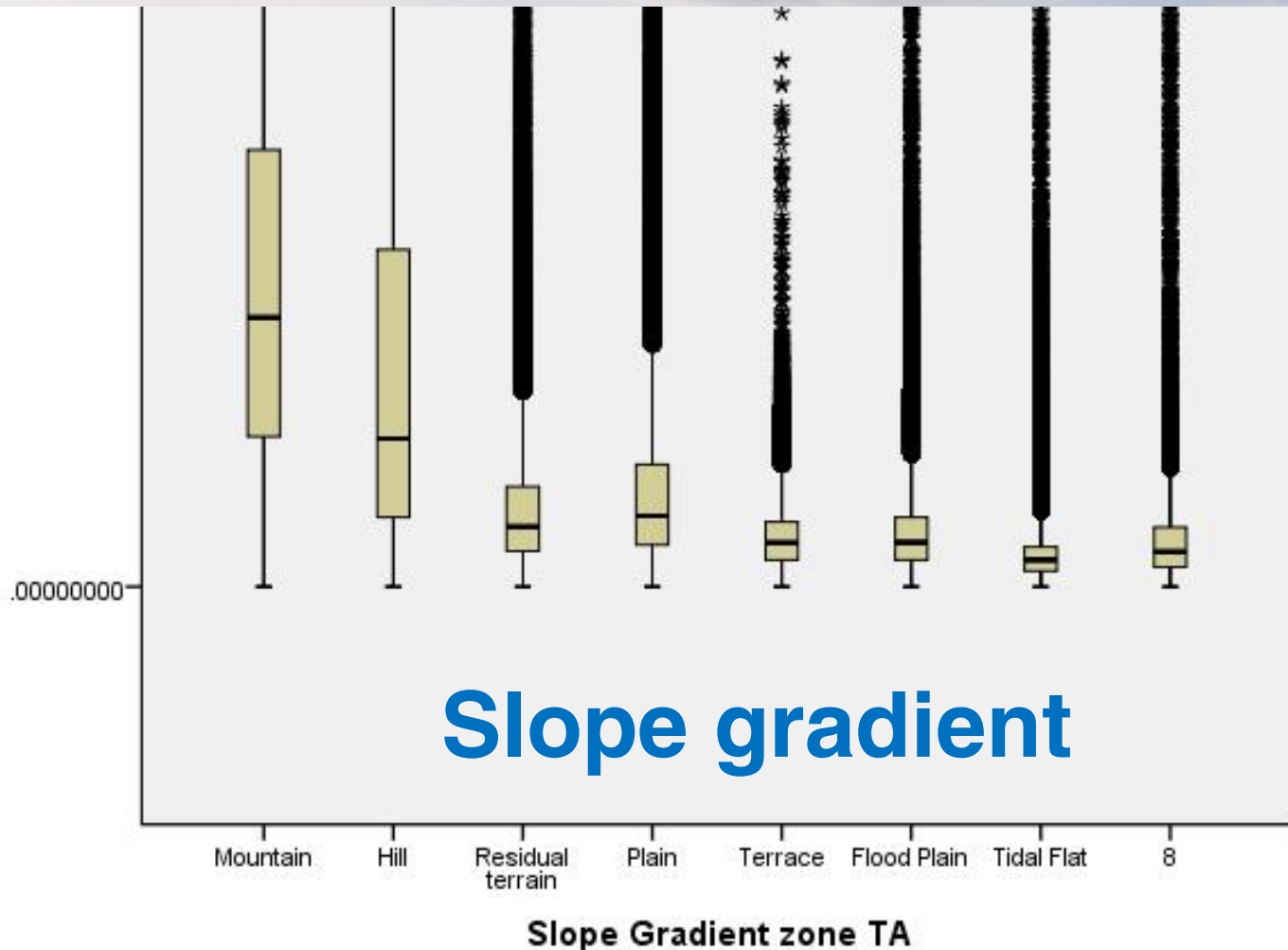
คำนวณหาค่าสถิติเชิงพรรณนา ของหน่วยธรณีสัณฐานในพื้นที่ตัวอย่าง



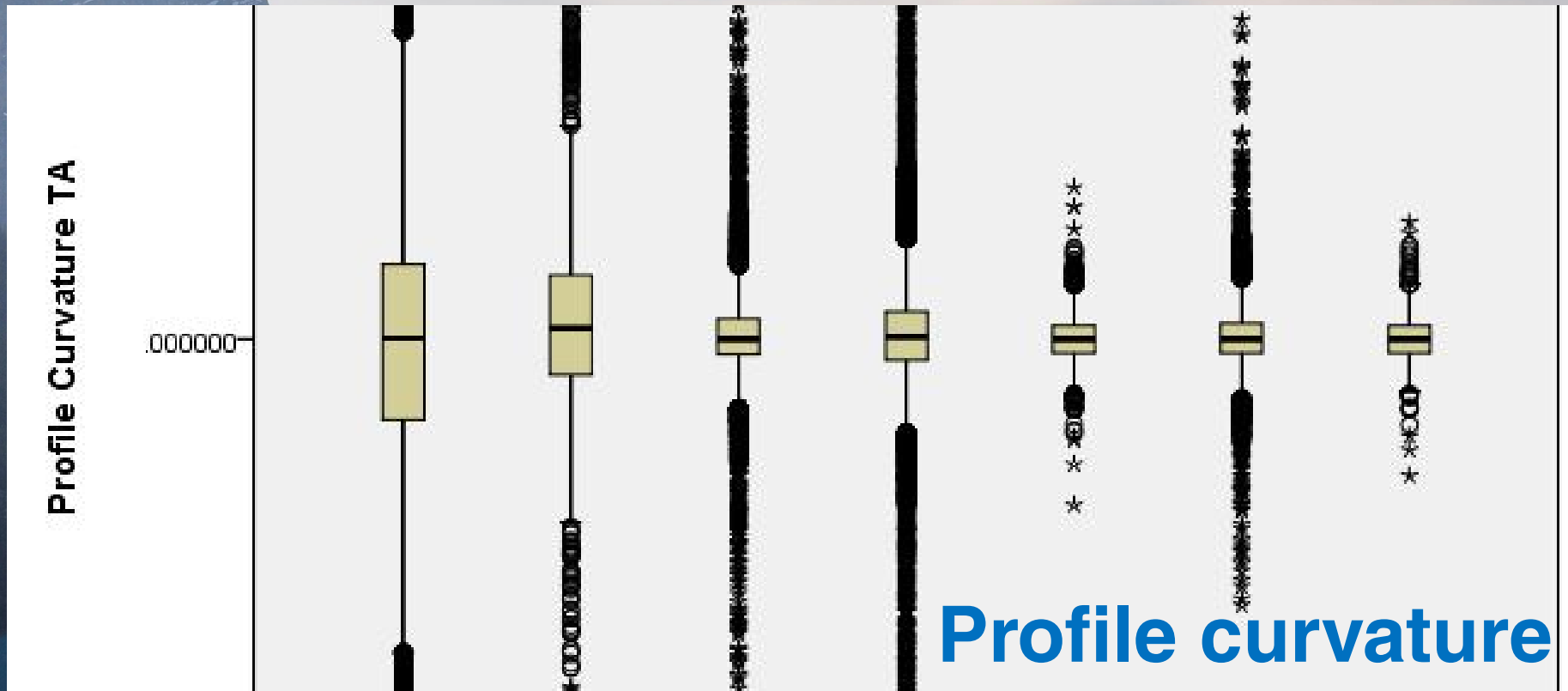
คำนวณหาค่าสถิติเชิงพรรณนา ของหน่วยธรณีสัณฐานในพื้นที่ตัวอย่าง



คำนวณหาค่าสถิติเชิงพรรณนา ของหน่วยธรณีสัณฐานในพื้นที่ตัวอย่าง



คำนวณหาค่าสถิติเชิงพรรณนา
ของหน่วยธรณีสังฐานในพื้นที่ตัวอย่าง



Statistical property for different class

| HAND | Percentiles | | | | | | |
|------------------|-------------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|
| | 5 | 10 | 25 | 50 | 75 | 90 | 95 |
| Mountain | 11.00 | 24.00 | 53.00 | 136.00 | 234.00 | 314.00 | 360.00 |
| Hill | 13.00 | 19.00 | 29.00 | 52.00 | 90.00 | 140.40 | 173.00 |
| Residual terrain | 2.00 | 4.00 | 10.00 | 19.00 | 30.00 | 42.00 | 56.00 |
| Plain | 2.00 | 5.00 | 13.00 | 24.00 | 40.00 | 81.00 | 137.00 |
| Terrace | 1.00 | 2.00 | 5.00 | 9.00 | 14.00 | 19.00 | 21.00 |
| Flood Plain | 1.00 | 2.00 | 4.00 | 8.00 | 15.00 | 23.00 | 29.00 |
| Tidal Flat | .00 | 1.00 | 3.00 | 4.00 | 6.00 | 8.00 | 9.00 |

| Profile Curvature | Percentiles | | | | | | |
|-------------------|-------------|-------------|------------|-----------|-----------|------------|------------|
| | 5 | 10 | 25 | 50 | 75 | 90 | 95 |
| Mountain | -3.07981750 | -1.88117700 | -.61853225 | .00834657 | .57655250 | 1.76080600 | 2.97126050 |
| Hill | -1.97846600 | -.88721660 | -.27472800 | .08716970 | .49396200 | 1.87098200 | 3.22035400 |
| Residual terrain | -.39830175 | -.27619400 | -.11644300 | .00000000 | .15934200 | .32399600 | .47952700 |
| Plain | -.95852455 | -.41693420 | -.15934200 | .01874620 | .21245700 | .65941700 | 1.74620450 |
| Terrace | -.26557100 | -.21245700 | -.10622800 | .00000000 | .10622800 | .21245700 | .27619400 |
| Flood Plain | -.31868500 | -.22062800 | -.10622800 | .00000000 | .12306150 | .26643750 | .38242200 |
| Tidal Flat | -.21245700 | -.15934200 | -.10622800 | .00000000 | .10622800 | .19121100 | .23874840 |

Statistical property for different class

| Slope Gradient | Percentiles | | | | | | |
|------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--------------|--------------|
| | 5 | 10 | 25 | 50 | 75 | 90 | 95 |
| Mountain | .0492274000 | .0802502000 | .2026420000 | .4318150000 | .7700990000 | 1.2636000000 | 1.6271900000 |
| Hill | .0386502000 | .0641058600 | .1445010000 | .3062350000 | .5938950000 | 1.1492820000 | 1.3642020000 |
| Residual terrain | .0172849000 | .0237558000 | .0407409000 | .0696180000 | .1136370000 | .1981280000 | .3447480000 |
| Plain | .0207738000 | .0293786000 | .0518546000 | .0910993000 | .1718860000 | .7388437000 | 1.2350055000 |
| Terrace | .0128834000 | .0182199000 | .0293786000 | .0464517000 | .0674381000 | .0921860000 | .1071720000 |
| Flood Plain | .0128834000 | .0182199000 | .0310273000 | .0543551000 | .0901837000 | .1393550000 | .1828800000 |
| Tidal Flat | .0057616300 | .0115233000 | .0182199000 | .0310273000 | .0464517000 | .0656419700 | .0802398450 |

| TPI | Percentiles | | | | | | |
|------------------|-------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| | 5 | 10 | 25 | 50 | 75 | 90 | 95 |
| Mountain | -60.108305 | -46.669570 | -3.356825 | 79.993850 | 172.866000 | 247.791000 | 294.700250 |
| Hill | -61.334340 | -56.369500 | -41.426500 | -14.778800 | 23.956600 | 70.586520 | 100.602600 |
| Residual terrain | -55.470525 | -51.879200 | -43.885175 | -33.341850 | -23.279175 | -10.738400 | 3.790448 |
| Plain | -69.411955 | -65.812730 | -57.208375 | -45.393100 | -27.823925 | 17.603550 | 66.562950 |
| Terrace | -51.932970 | -49.562070 | -46.769825 | -43.032300 | -37.498250 | -32.339420 | -27.282880 |
| Flood Plain | -73.554850 | -70.873100 | -58.374275 | -53.645900 | -46.019200 | -37.452550 | -32.595000 |
| Tidal Flat | -77.464610 | -76.291810 | -73.904150 | -57.310900 | -52.328075 | -49.983600 | -48.774975 |

สร้างเกณฑ์การจำแนกหน่วยธรณีสัณฐาน

HAND
Height Above Nearest Drainage

TPI
Topographic Position Index

Slope gradient

Profile curvature

$HAND > 90$

→ **Mountain**

$90 \geq HAND > 40$

Mountain Hill

$40 \geq HAND > 29$

Hill Plain

$29 \geq HAND > 15$

Residual Terrain Plain

$15 \geq HAND > 4$

Residual Terrain Plain
Terrace
Flood Plain
Tidal Flat

$4 \geq HAND$

→ **Tidal Flat**

$T > 23.96$

→ **Mountain**

$23.96 \geq T > -3.36$

Mountain Hill

$-3.36 \geq T$

→ **Hill**

$T > -27.82$

→ **Hill**

$-27.82 \geq T > -41.43$

Hill Plain

$-41.43 \geq T$

→ **Plain**

$T > -27.82$

→ **Residual Terrain**

$-27.82 \geq T > -43.89$

Residual Terrain Plain

$-43.89 \geq T$

→ **Plain**

$T > -46.77$

Residual Terrain Terrace

$-46.77 \geq T > -58.37$

Flood Plain
Tidal Flat

$-58.37 \geq T$

→ **Tidal Flat**

$S > 0.3937$

→ **Mountain**

$0.3937 \geq S > 0.1752$

Mountain Hill

$0.3937 \geq S$

→ **Hill**

$S > 0.1425$

→ **Hill**

$0.1425 \geq S > 0.0809$

Hill Plain

$0.0809 \geq S$

→ **Plain**

$S > 0.1167$

→ **Plain**

$S \leq 0.1167$

Residual Terrain Plain

$S > 0.0580$

→ **Residual Terrain**

$S \leq 0.0580$

→ **Terrace**

$S > 0.0580$

→ **Flood Plain**

$S \leq 0.0580$

→ **Tidal Flat**

$0.4940 > PC > -0.2747$

→ **Mountain**

$PC \geq 0.4940$
 $PC \leq -0.2747$

→ **Hill**

$0.6594 > PC > -0.4169$

→ **Hill**

$PC \geq 0.6594$
 $PC \leq -0.4169$

→ **Plain**

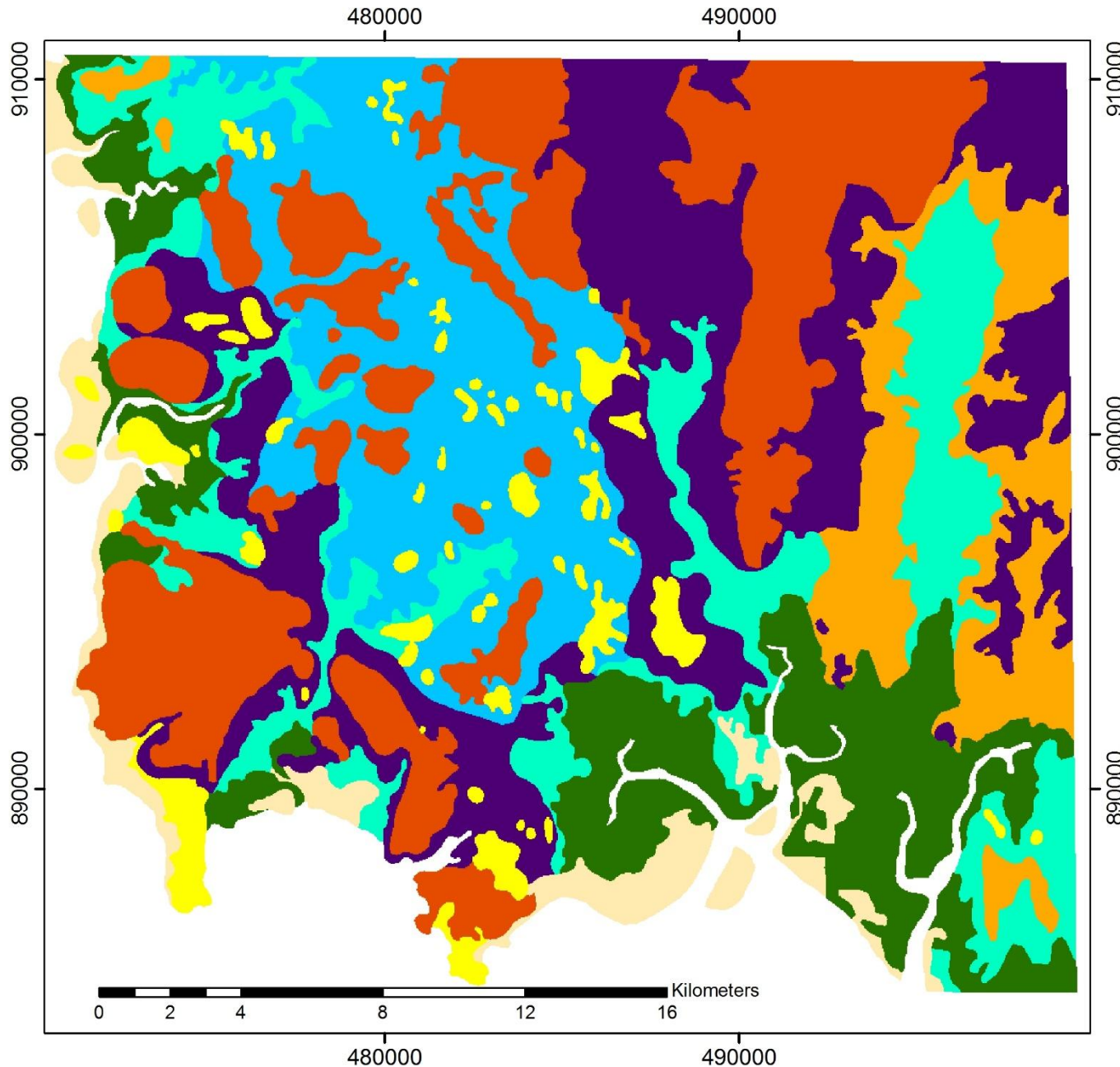
Residual Terrain

$0.1593 > PC > -0.1165$

$PC \geq 0.1593$
 $PC \leq -0.1165$

→ **Plain**

Field map

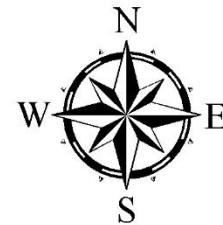
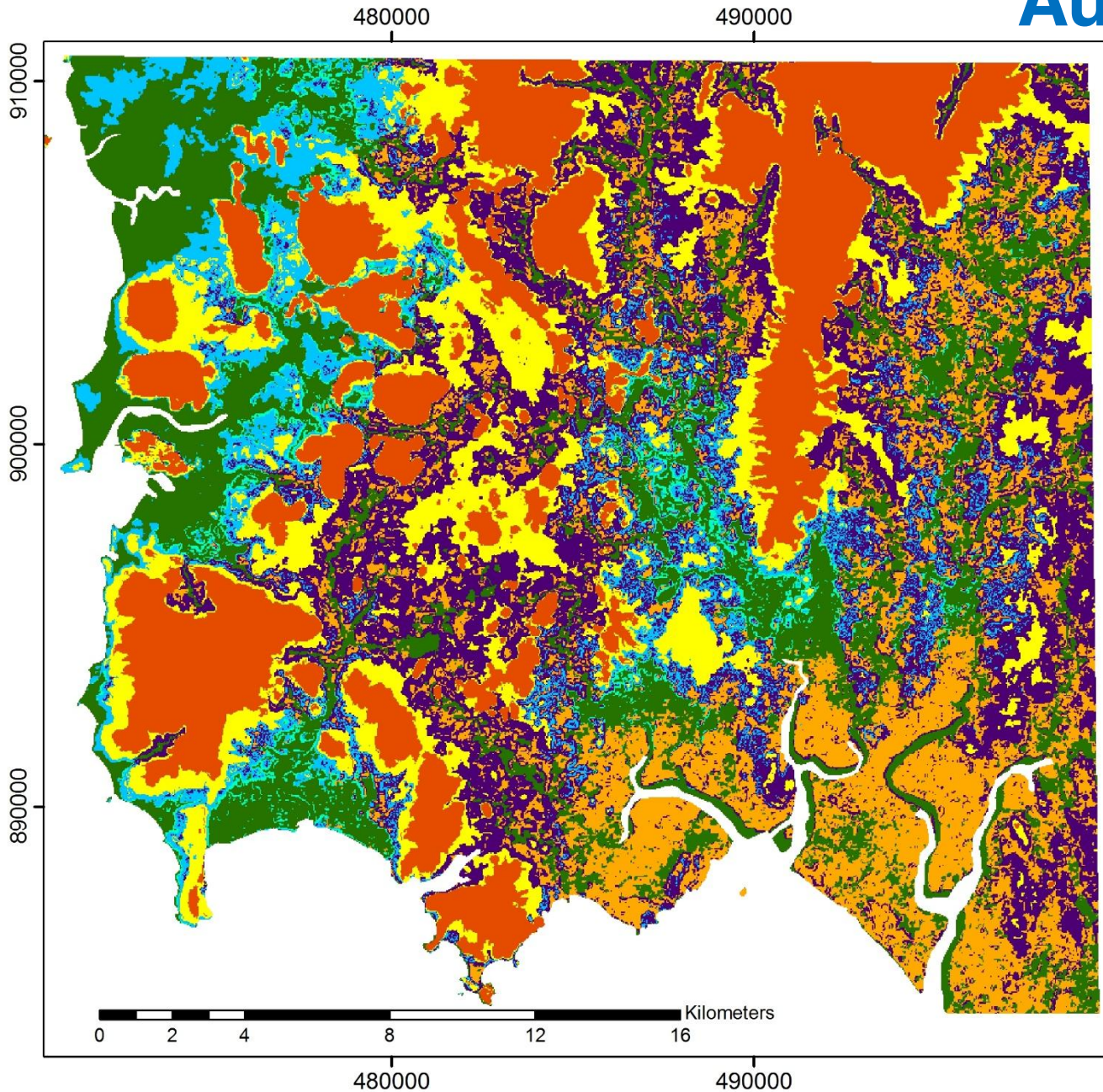


Legend

-  1 Mountain
-  2 Hill
-  3 Residual terrain
-  4 Plain
-  5 Terrace
-  6 Flood Plain
-  7 Tidal Flat
-  8 Beach



Automated map



Legend

- 1 Mountain
- 2 Hill
- 3 Residual terrain
- 4 Plain
- 5 Terrace
- 6 Flood Plain
- 7 Tidal Flat
- 8 Beach



Rule-based classification

(รวมพื้นที่ตัวอย่าง)

3

ประเมินความถูกต้อง

Field map

Classified map

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | TOTAL |
|------------------|--------|-------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| Mountain | 111208 | 6606 | 5990 | 8413 | 40 | 463 | 31 | 175 | 132926 |
| Hill | 20925 | 9309 | 25785 | 23080 | 1994 | 1381 | 560 | 414 | 83448 |
| Residual terrain | 9892 | 3525 | 47973 | 33395 | 18431 | 18328 | 6481 | 2429 | 140454 |
| Plain | 3069 | 2720 | 7579 | 10772 | 2008 | 5630 | 613 | 754 | 33145 |
| Terrace | 663 | 716 | 16805 | 7981 | 14892 | 17207 | 39154 | 4566 | 101984 |
| Flood Plain | 338 | 546 | 3327 | 2750 | 403 | 4976 | 922 | 498 | 13760 |
| Tidal Flat | 3530 | 2208 | 18634 | 13593 | 11621 | 38541 | 33944 | 7359 | 129430 |
| Beach | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| TOTAL | 149625 | 25630 | 126093 | 99984 | 49389 | 86526 | 81705 | 16195 | |
| Acc (%) | 74.32 | 36.32 | 38.05 | 10.77 | 30.15 | 5.75 | 41.54 | 0.00 | |

Overall accuracy = 36.70%

1 Mountain

2 Hill

3 Residual terrain

4 Plain

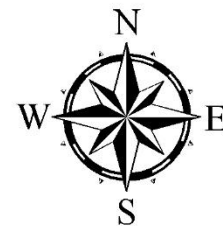
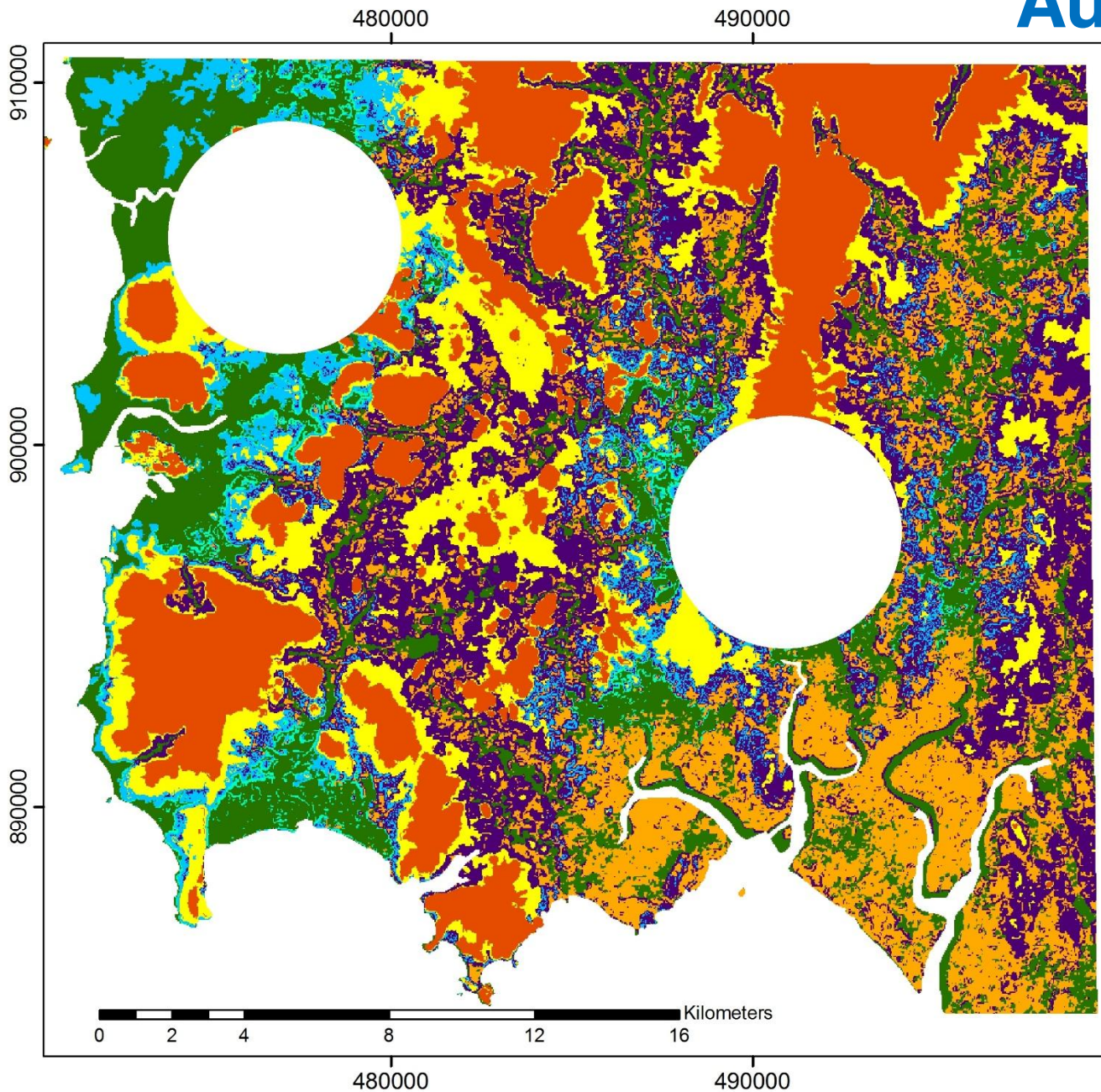
5 Terrace

6 Flood Plain

7 Tidal Flat

8 Beach

Automated map

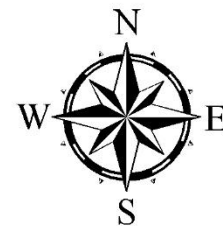
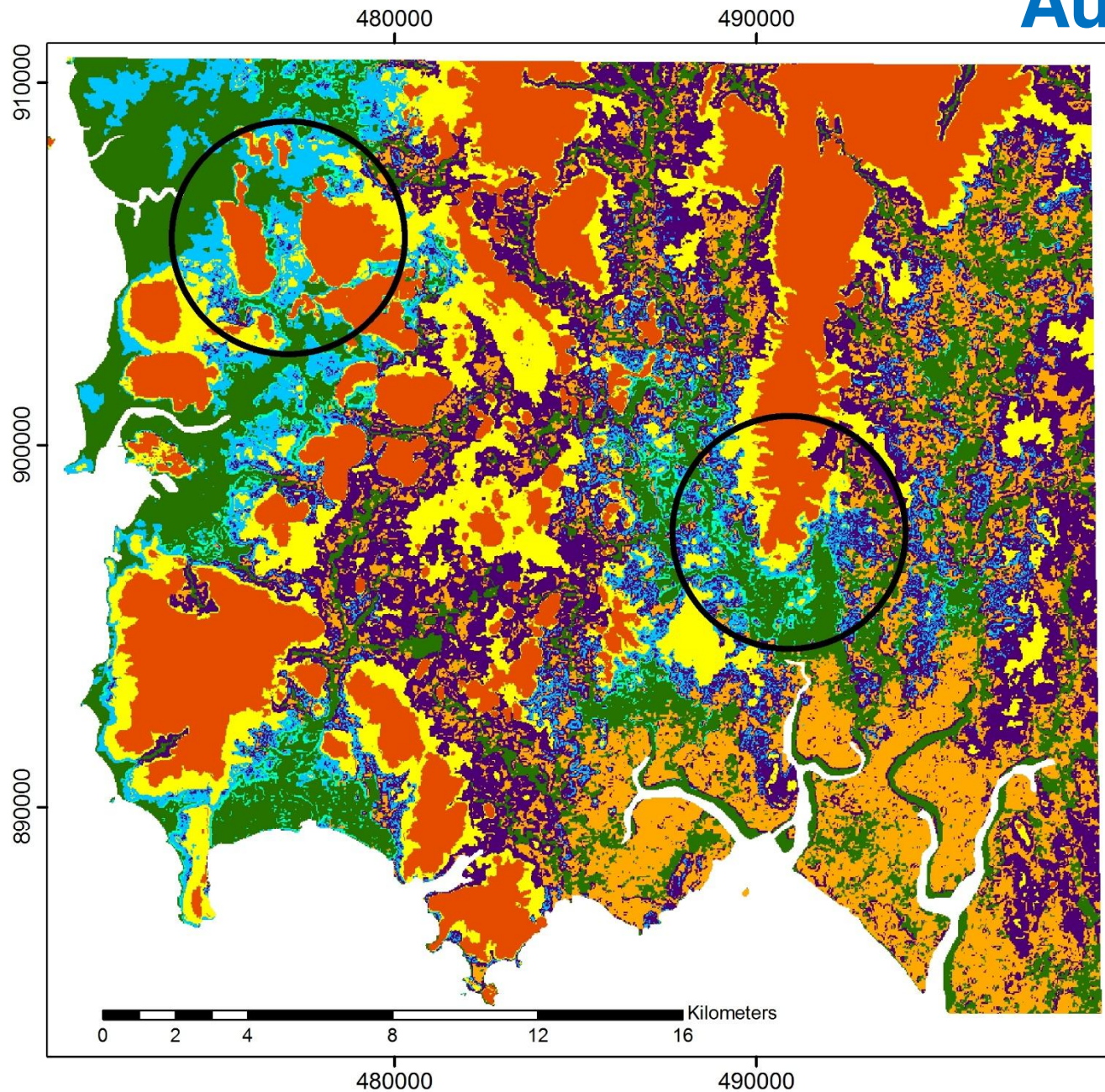


Legend

-  1 Mountain
-  2 Hill
-  3 Residual terrain
-  4 Plain
-  5 Terrace
-  6 Flood Plain
-  7 Tidal Flat
-  8 Beach



Automated map



Legend

-  Training Area
-  1 Mountain
-  2 Hill
-  3 Residual terrain
-  4 Plain
-  5 Terrace
-  6 Flood Plain
-  7 Tidal Flat



Rule-based classification

(ไม่รวมพื้นที่ตัวอย่าง)

3

ประเมินความถูกต้อง

Field map

Classified map

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | Total |
|------------------|--------|-------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| Mountain | 97671 | 5852 | 5541 | 7113 | 37 | 479 | 58 | 143 | 116894 |
| Hill | 18194 | 8916 | 24342 | 21911 | 1995 | 1278 | 565 | 469 | 77670 |
| Residual terrain | 9548 | 4001 | 49600 | 34144 | 20928 | 20535 | 6472 | 2839 | 148067 |
| Plain | 1932 | 2981 | 10990 | 8717 | 4152 | 6794 | 812 | 1045 | 37423 |
| Terrace | 698 | 749 | 15105 | 7552 | 13562 | 17576 | 40220 | 4457 | 99919 |
| Flood Plain | 146 | 431 | 2390 | 2053 | 250 | 3893 | 791 | 472 | 10426 |
| Tidal Flat | 2528 | 2025 | 15182 | 9365 | 9838 | 32128 | 32492 | 7207 | 110765 |
| Beach | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| TOTAL | 130717 | 24955 | 123150 | 90855 | 50762 | 82683 | 81410 | 16632 | |
| Acc (%) | 74.72 | 35.73 | 40.28 | 9.59 | 26.72 | 4.70 | 39.91 | 0 | |

Overall accuracy = **35.74%**

1 Mountain

2 Hill

3 Residual terrain

4 Plain

5 Terrace

6 Flood Plain

7 Tidal Flat

8 Beach

Clustering Classification

จำแนกข้อมูลเป็น 8 คลัสเตอร์



คำนวณหาค่าสถิติเชิงพรรณนาของแต่ละคลัสเตอร์

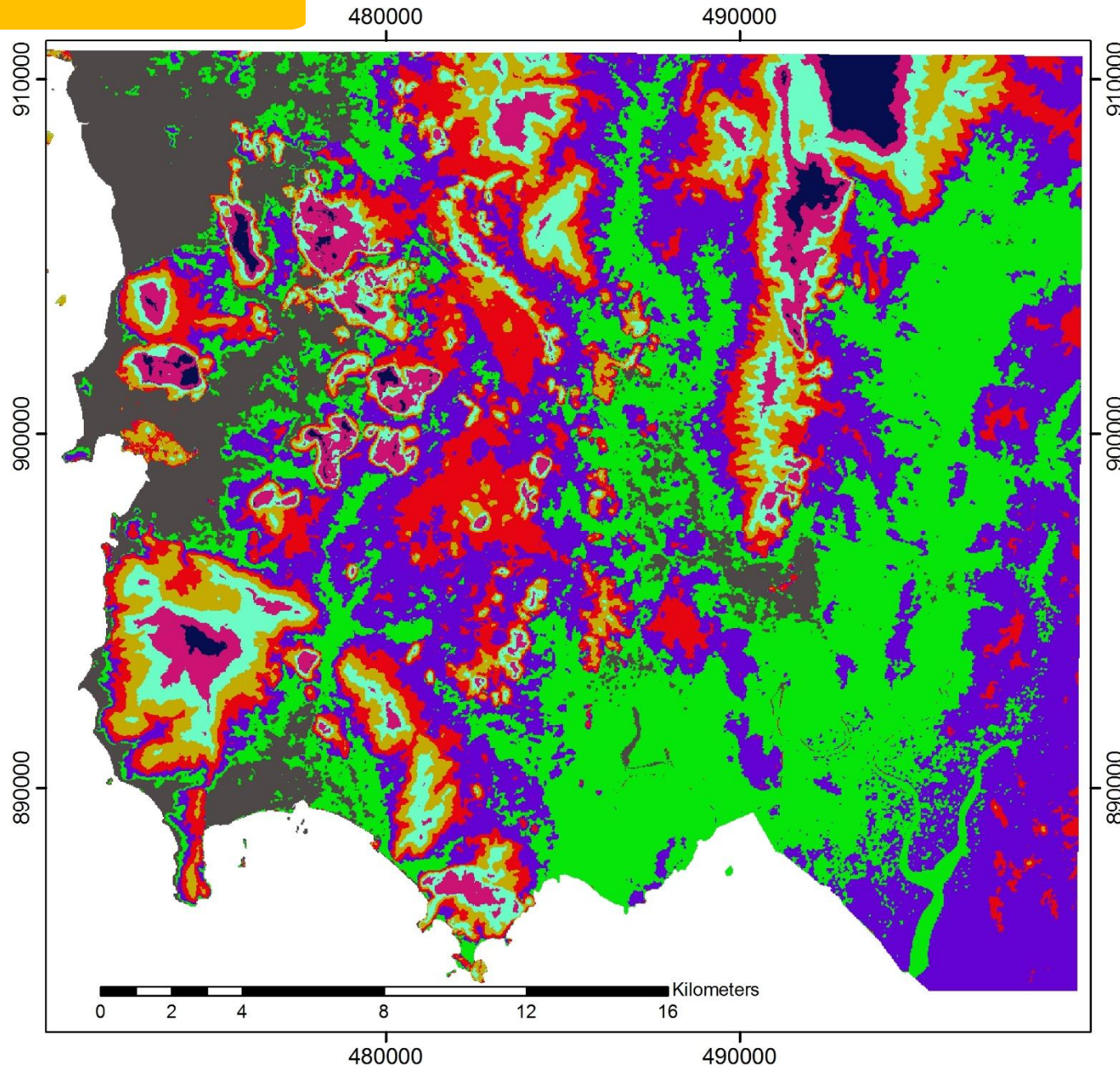


ระบุหน่วยกรณีศึกษาแต่ละคลัสเตอร์

จำแนกข้อมูลเป็น 8 คลัสเตอร์

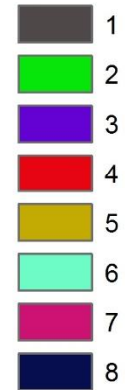
- จำแนกโดยใช้วิธี Iso Cluster Unsupervised Classification หรือ ISODATA
- INPUT = HAND, Slope, Profile Curvature และ TPI
- Set parameters
 - number of class = 8

8 Clusters



Legend

Value



คำนวณค่าสถิติเชิงพรรณนาของแต่ละคลัสเตอร์

| VALUE | COUNT | MIN | MAX | RANGE | MEAN | STD | SUM | MEDIAN |
|-------|--------|-----|-----|-------|---------------|-------|---------|--------|
| 1 | 71115 | 0 | 33 | 33 | 7.90 | 5.75 | 561556 | 7 |
| 2 | 207875 | 0 | 36 | 36 | 8.81 | 6.11 | 1830579 | 8 |
| 3 | 195257 | 0 | 49 | 49 | 18.62 | 9.60 | 3635476 | 18 |
| 4 | 84974 | 0 | 91 | 91 | 43.16 | 14.40 | 3667447 | 42 |
| 5 | 54603 | 0 | 204 | 204 | 88.79 | 27.50 | 4848235 | 90 |
| 6 | 44963 | 0 | 298 | 298 | 154.94 | 36.59 | 6966379 | 157 |
| 7 | 26762 | 125 | 470 | 345 | 262.88 | 44.88 | 7035097 | 258 |
| 8 | 8639 | 0 | 689 | 689 | 407.17 | 84.14 | 3517557 | 399 |

HAND

Profile Curvature

| VALUE | COUNT | MIN | MAX | RANGE | MEAN | STD | SUM |
|-------|--------|--------|-------|-------|--------------|------|-----------|
| 1 | 71115 | -1.49 | 3.65 | 5.14 | 0.07 | 0.30 | 5076.77 |
| 2 | 207875 | -1.70 | 2.50 | 4.20 | 0.04 | 0.22 | 7522.39 |
| 3 | 195257 | -1.38 | 1.67 | 3.05 | 0.01 | 0.24 | 1526.56 |
| 4 | 84974 | -3.54 | 6.03 | 9.56 | 0.21 | 0.80 | 17948.20 |
| 5 | 54603 | -8.17 | 17.63 | 25.79 | 0.30 | 1.78 | 16363.35 |
| 6 | 44963 | -14.86 | 14.15 | 29.01 | -0.35 | 1.66 | -15952.98 |
| 7 | 26762 | -12.65 | 13.20 | 25.85 | -0.33 | 1.48 | -8780.00 |
| 8 | 8639 | -16.19 | 5.92 | 22.11 | -0.54 | 1.78 | -4636.18 |

คำนวณหาค่าสถิติเชิงพรรณนาของแต่ละคลัสเตอร์

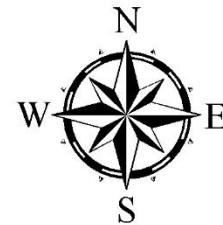
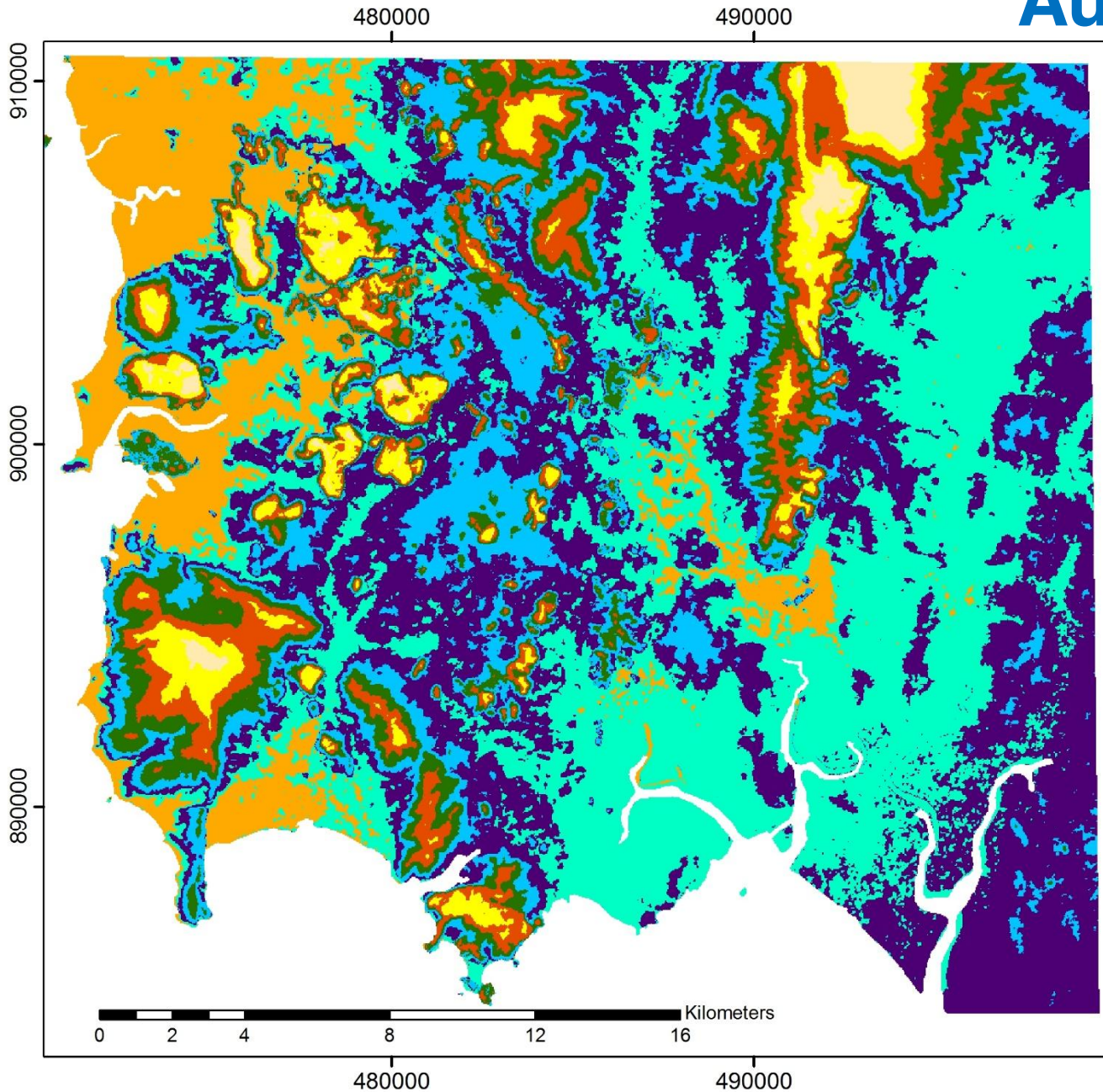
| VALUE | COUNT | MIN | MAX | RANGE | MEAN | STD | SUM |
|-------|--------|--------|--------|--------|---------------|--------|------------|
| 1 | 71115 | 0.0000 | 0.7075 | 0.7075 | 0.0596 | 0.0570 | 4240.8854 |
| 2 | 207875 | 0.0000 | 0.4380 | 0.4380 | 0.0563 | 0.0434 | 11705.7297 |
| 3 | 195257 | 0.0000 | 0.5025 | 0.5025 | 0.0789 | 0.0601 | 15401.0342 |
| 4 | 84974 | 0.0000 | 1.9240 | 1.9240 | 0.2228 | 0.2223 | 18931.9795 |
| 5 | 54603 | 0.0000 | 4.3968 | 4.3968 | 0.4892 | 0.4398 | 26713.7655 |
| 6 | 44963 | 0.0000 | 4.3034 | 4.3034 | 0.5299 | 0.4644 | 23823.7613 |
| 7 | 26762 | 0.0000 | 4.7797 | 4.7797 | 0.5540 | 0.4012 | 14827.1889 |
| 8 | 8639 | 0.0058 | 3.0628 | 3.0570 | 0.4895 | 0.3055 | 4229.2152 |

SLOPE

TPI

| VALUE | COUNT | MIN | MAX | RANGE | MEAN | STD |
|-------|--------|----------|----------|----------|-----------------|---------|
| 1 | 71115 | -92.2047 | -42.8228 | 49.3819 | -64.0099 | 8.6795 |
| 2 | 207875 | -59.6525 | -27.1411 | 32.5114 | -41.2410 | 6.0471 |
| 3 | 195257 | -57.6767 | 6.7717 | 64.4483 | -22.4079 | 8.4058 |
| 4 | 84974 | -78.8565 | 45.5338 | 124.3903 | -0.2516 | 15.5501 |
| 5 | 54603 | -92.1996 | 143.5390 | 235.7386 | 49.3531 | 28.2679 |
| 6 | 44963 | -26.9368 | 286.0715 | 313.0083 | 127.5190 | 35.4106 |
| 7 | 26762 | 91.1584 | 405.2798 | 314.1215 | 226.6692 | 43.7235 |
| 8 | 8639 | -92.1824 | 724.4860 | 816.6684 | 421.4838 | 97.4631 |

Automated map

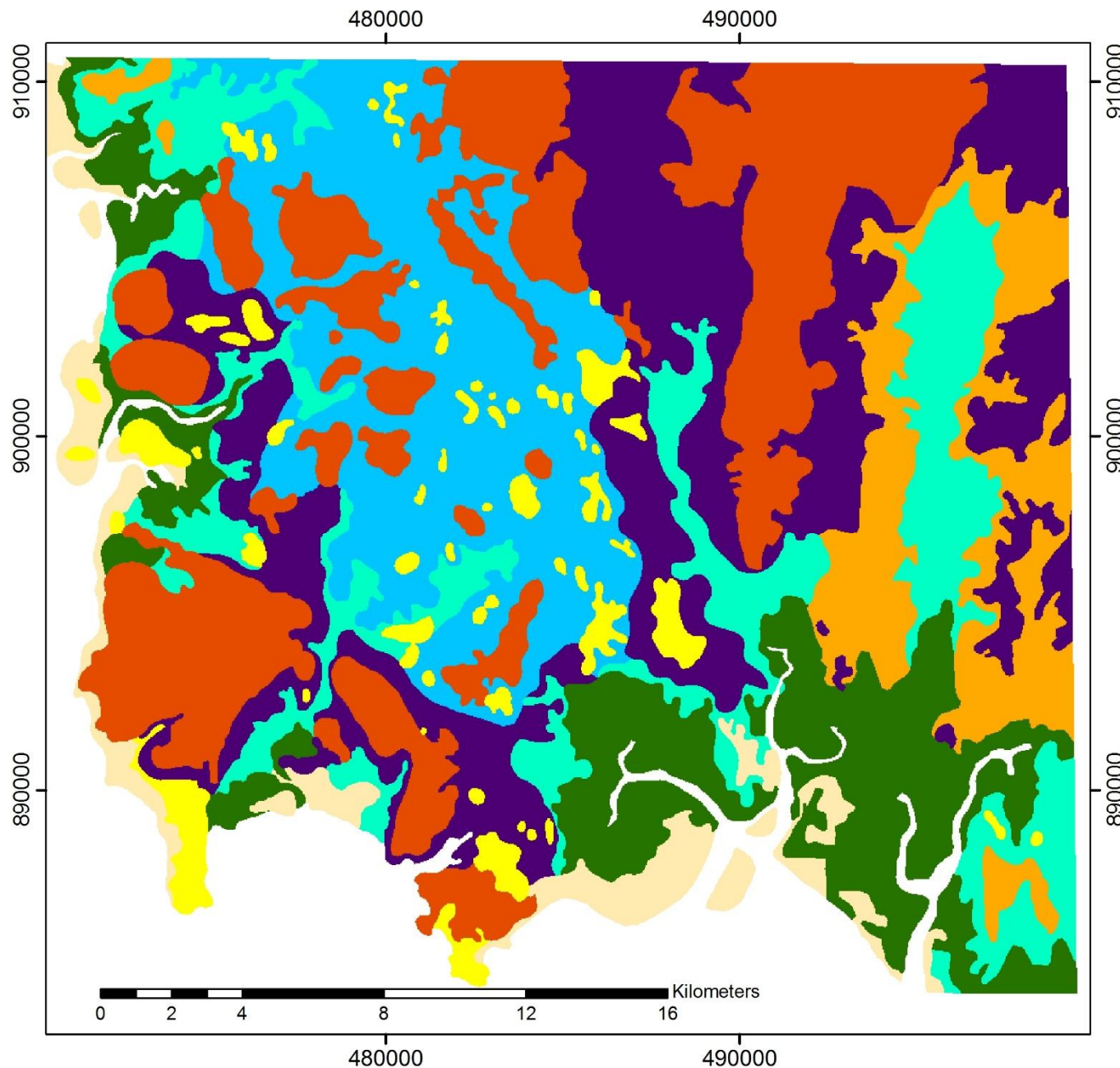
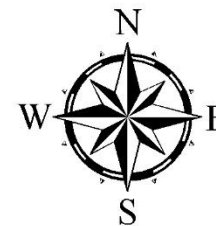


Legend

- Mountain
- Hill
- Residual terrain
- Plain
- Terrace
- Flood Plain
- Tidal Flat
- Beach



Field map



Legend

- Mountain
- Hill
- Residual terrain
- Plain
- Terrace
- Flood Plain
- Tidal Flat
- Beach



Field map

Classified map

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | TOTAL |
|------------------|---------------|--------------|---------------|---------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------|
| Mountain | 39540 | 1254 | 713 | 2106 | 0 | 38 | 0 | 16 | 43667 |
| Hill | 25662 | 156 | 103 | 381 | 0 | 4 | 0 | 0 | 26306 |
| Residual terrain | 9281 | 6315 | 67943 | 41431 | 20836 | 21488 | 17992 | 3871 | 189157 |
| Plain | 23660 | 8796 | 20004 | 25837 | 1451 | 2122 | 700 | 249 | 82819 |
| Terrace | 2958 | 1753 | 5642 | 9713 | 1967 | 23571 | 17837 | 4801 | 68242 |
| Flood Plain | 1828 | 3624 | 41398 | 20552 | 31272 | 45704 | 47166 | 7851 | 199395 |
| Tidal Flat | 38633 | 4877 | 3870 | 5220 | 28 | 482 | 72 | 247 | 53429 |
| Beach | 8188 | 10 | 2 | 10 | 0 | 0 | 0 | 5 | 8215 |
| TOTAL | 149750 | 26785 | 139675 | 105250 | 55554 | 93409 | 83767 | 17040 | |
| Acc (%) | 26.40 | 0.58 | 48.64 | 24.55 | 3.54 | 48.93 | 0.086 | 0.03 | |

Overall accuracy = **27.00 %**

1 Mountain

2 Hill

3 Residual terrain

4 Plain

5 Terrace

6 Flood Plain

7 Tidal Flat

8 Beach

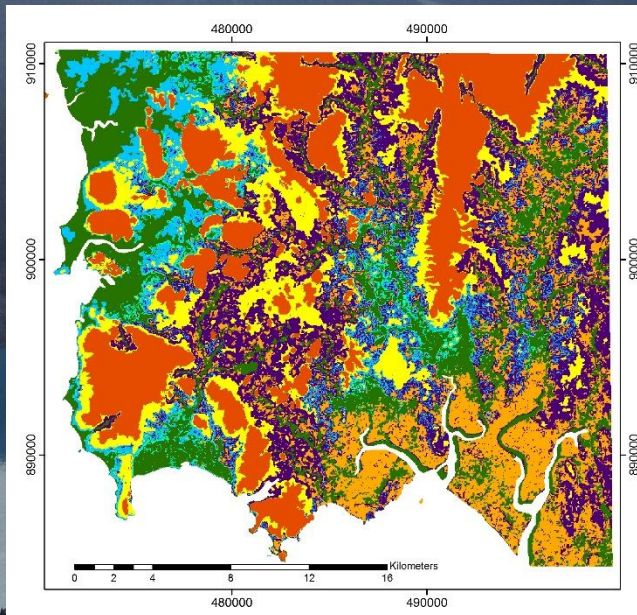
ผลการวิจัย + อภิปรายผล

- แผนที่ธรณีฐานแบบอัตโนมัติด้วยวิธีอาศัยกฎ (rule-based classification) มีความถูกต้องมากกว่าวิธีการทางสถิติแบบคลัสเตอร์ (clustering classification) เมื่อเทียบกับแผนที่ภาคสนาม ด้วยค่าร้อยละ 36.70 และ 27.00 ตามลำดับ
- สำหรับงานวิจัยในครั้งนี้แม้ว่าแผนที่ธรณีฐานแบบอัตโนมัติด้วยวิธีอาศัยกฎมีค่าความถูกต้องมากกว่า แต่ไม่สามารถกล่าวได้ว่าวิธีการใดมีประสิทธิภาพมากกว่ากัน ทั้งนี้เนื่องจากแต่ละวิธีมีแนวคิดและวิธีการที่ต่างกัน ดังนั้นจึงขึ้นกับจุดประสงค์และจำนวนหน่วยธรณีฐานที่ต้องการ

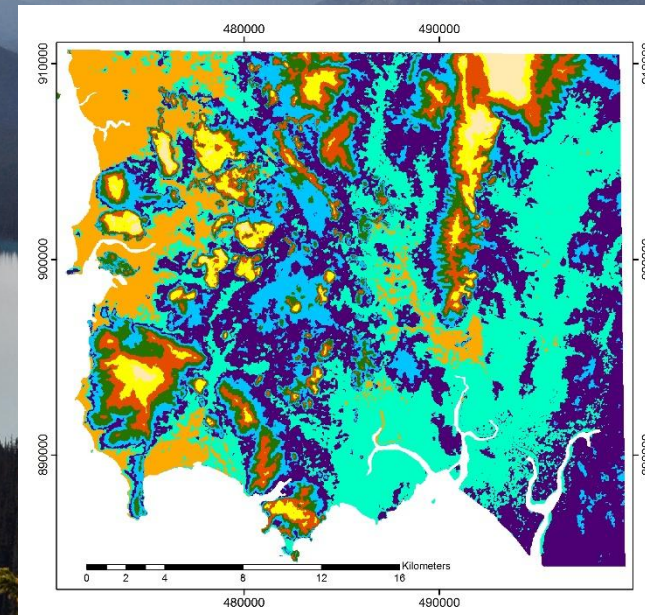
ผลการวิจัย + อภิปรายผล

- หน่วยธรณีฐานจากการจำแนกแบบอาศัยภูมิลักษณะกระจาย และมีขนาดเล็กกว่าเมื่อเทียบกับการจำแนกด้วยวิธีสถิติคลัสเตอร์ที่หน่วยธรณีฐานมีการเกาะกลุ่มกัน และมีขนาดใหญ่

Rule-based



Clustering



ผลการวิจัย + อภิปรายผล

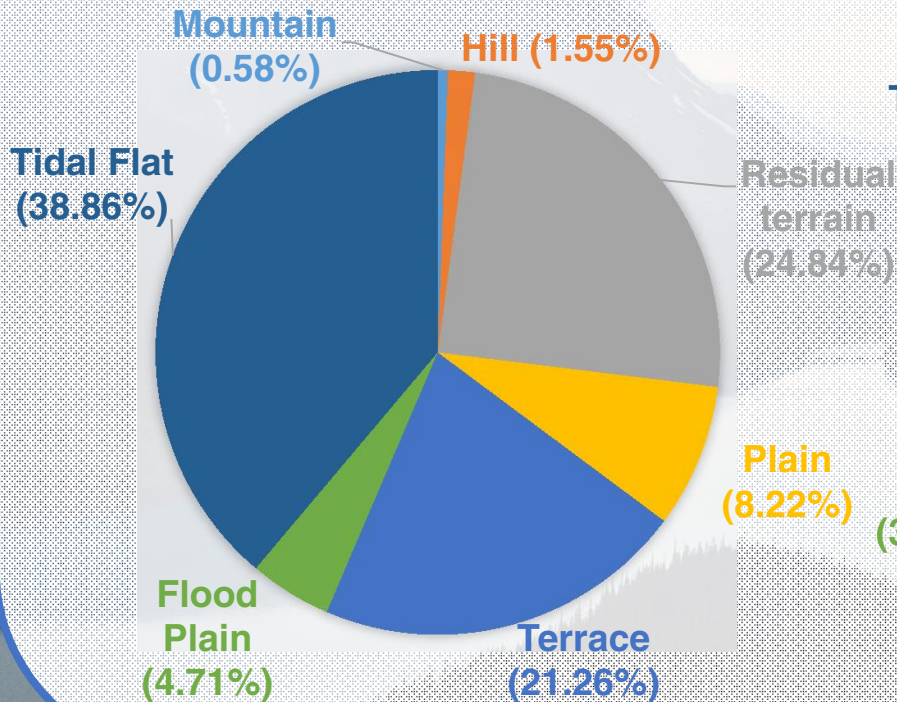
- วิธีการทั้งสองวิธีให้ค่าความถูกต้องของหน่วยธรณีสัณฐานแต่ละหน่วยแตกต่างกัน

| | ร้อยละของพื้นที่ทั้งหมด | ค่าความถูกต้อง (ร้อยละ) | | ความต่าง |
|------------------|-------------------------|-----------------------------|-----------------------------|----------|
| | | Rule-based | Clustering | |
| Mountain | 22.3 | 74.72 1st | 26.40 3rd | -48.32 |
| Hill | 4.0 | 35.73 | 0.58 | -35.15 |
| Residual terrain | 20.8 | 40.28 2nd | 48.64 2nd | +8.36 |
| Plain | 15.7 | 9.59 | 24.55 | +14.94 |
| Terrace | 8.3 | 26.72 | 3.54 | -23.18 |
| Flood Plain | 13.9 | 4.70 | 48.93 1st | +44.22 |
| Tidal Flat | 12.5 | 39.91 3rd | 0.09 | -39.82 |
| Beach | 2.6 | 0.00 | 0.03 | +0.03 |

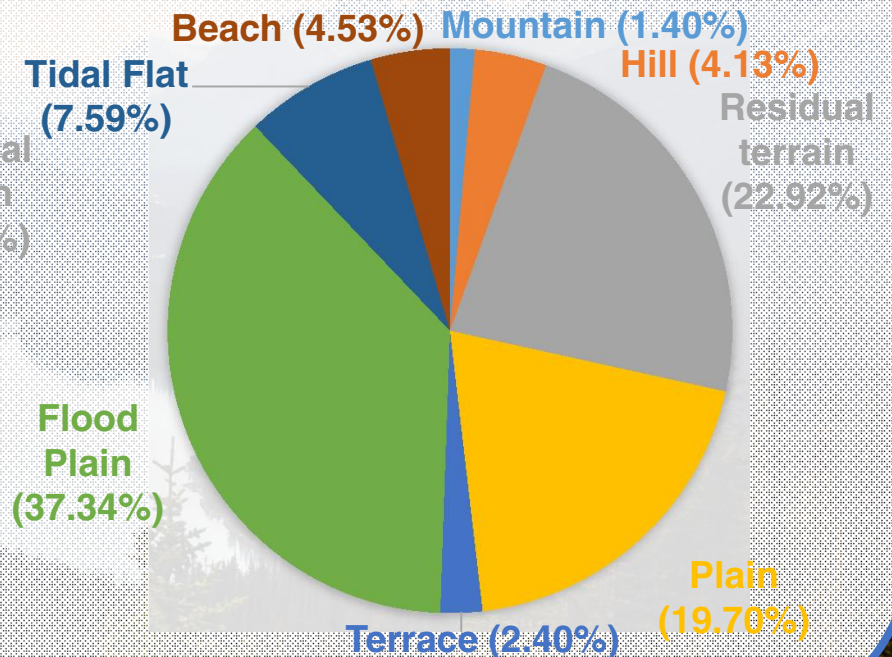
ผลการวิจัย + อภิปรายผล

RULE-BASED: FLOOD PLAIN

Field Map



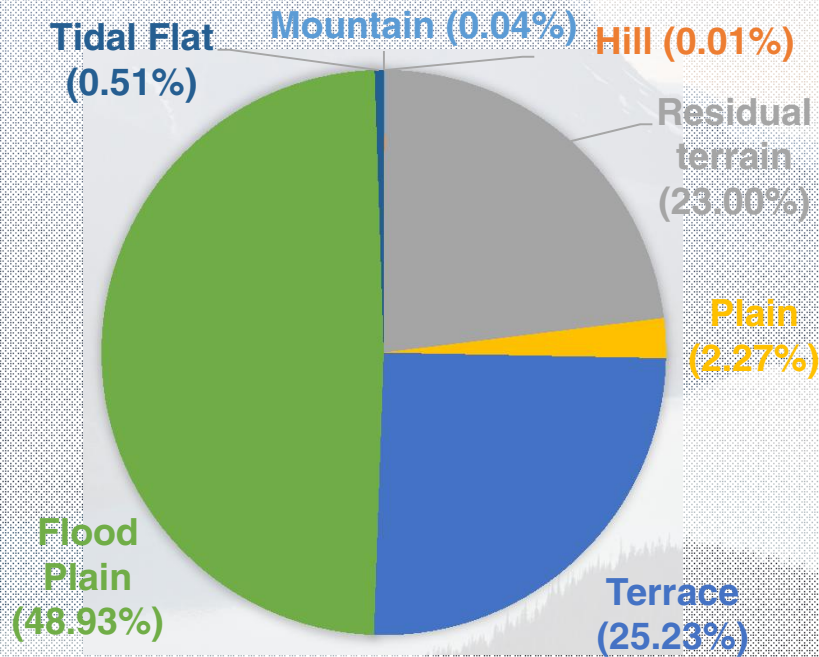
Automated Map



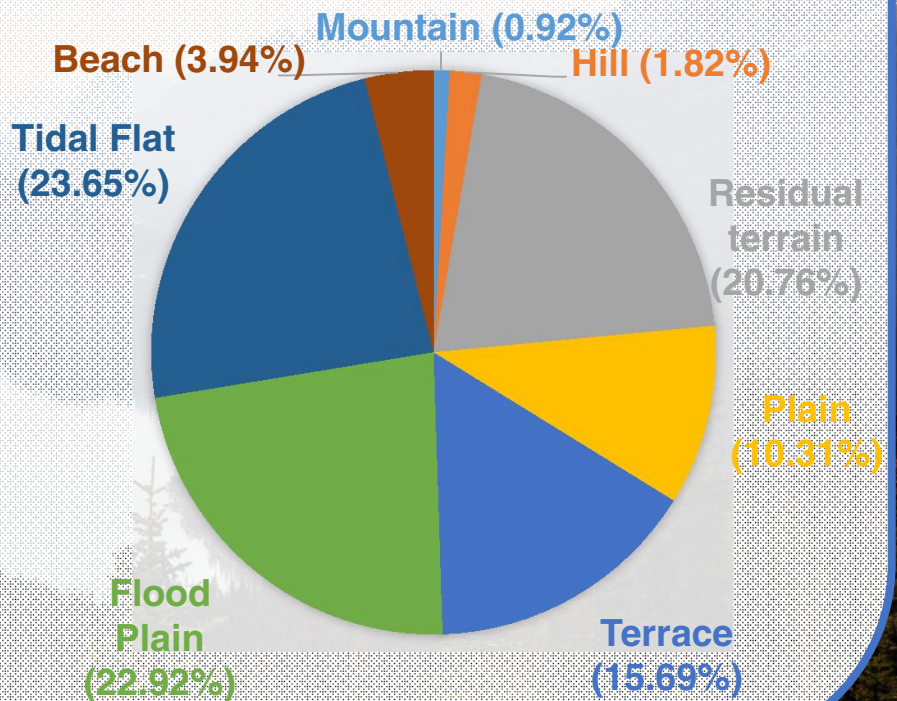
ผลการวิจัย + อภิปรายผล

CLUSTER: FLOOD PLAIN

Field Map



Automated Map



ข้อวิจารณ์

- ความถูกต้องของการจำแนกข้อมูลขึ้นอยู่กับความถูกต้องของแผนที่ภาคสนามที่ใช้ในการอ้างอิงซึ่งอาจมีความคลาดเคลื่อนได้
- เนื่องจากการเลือกพื้นที่ตัวอย่าง (training area) ทำโดยการสุ่ม ส่งผลให้พื้นที่ดังกล่าวไม่ครอบคลุมหน่วยธรณีฐานแบบชายหาด การจำแนกโดยอาศัยกฎจึงไม่พบหน่วยฯ ดังกล่าว (sampling error)
- การวิเคราะห์เชิงปริมาณเพื่อหากฎในการจำแนก พบว่าข้อมูลมีการซ้อนทับกันมาก ทำให้แยกหน่วยธรณีฐานได้ไม่ชัดเจน
- เนื่องการระบุหน่วยธรณีฐานแต่ละคลัสเตอร์อาศัยความรู้ของผู้จำแนก ดังนั้นจึงมีโอกาสตีความผิด ส่งผลต่อค่าความถูกต้องโดยรวม

ข้อเสนอแนะ

ประเด็นการวิจัยในอนาคต

- จำนวนและชนิดของ attribute ที่เหมาะสมแก่การทำแผนที่อัตโนมัติ
- ความละเอียดของ DEM ที่เหมาะแก่การทำแผนที่อัตโนมัติ
- วิธีการอื่น ๆ ในการจำแนกหน่วยธรณีสัณฐาน เช่น multiple points statistics

A scenic landscape at sunset. The sky is filled with vibrant orange and yellow clouds, with the sun low on the horizon. In the background, a range of jagged mountains is silhouetted against the bright sky. A river flows through a lush green forest in the foreground, winding its way towards the mountains. The overall atmosphere is warm and peaceful.

THANK YOU