

# คู่มือปฏิบัติการฉบับสมบูรณ์ (Step-by-Step Guide)

## โครงการ: การหาตำแหน่งติดตั้งเสาวัดระดับน้ำอัจฉริยะ

คู่มือนี้เป็นแนวทางอย่างละเอียดสำหรับนักเรียนทั้ง 3 คน (A, B, C) เพื่อดำเนินโครงการตั้งแต่ต้นจนจบ ขอให้ทุกคนอ่านภาพรวมทั้งหมดก่อน แล้วจึงเน้นในส่วนของตัวเอง

### เฟสที่ 1: การเตรียมการและรวบรวมข้อมูล

เป้าหมาย: รวบรวมข้อมูลดิบทั้งหมดให้พร้อมสำหรับนำไปวิเคราะห์

#### ขั้นตอน 1.1: ประชุมทีมและกำหนดขอบเขต

- ผู้รับผิดชอบ: ทั้ง 3 คน
- เครื่องมือ: Google Maps, สมุดจด
- วิธีการ:
  1. **ประชุมร่วมกัน:** เปิด Google Maps และซูมไปยังพื้นที่จังหวัดแม่ฮ่องสอน
  2. **เลือกลำน้ำ:** ตกลงกันว่าจะใช้ลำน้ำสายไหนเป็นกรณีศึกษา (เช่น แม่น้ำปาย) และกำหนดจุดเริ่มต้น-สิ้นสุดให้ชัดเจน (เช่น "เราจะศึกษาแม่น้ำปายช่วงที่ผ่านตัวอำเภอปาย ตั้งแต่สะพานประวัติศาสตร์ไปจนถึงบ้านท่าปาย")
  3. **ระบุหมู่บ้าน:** ช่วยกันค้นหาและลิสต์ รายชื่อหมู่บ้านทั้งหมด ที่ตั้งอยู่ติดลำน้ำในขอบเขตที่เลือก
  4. **จัดบันทึก:** นักเรียน C รับหน้าที่จัดบันทึกมติการประชุมทั้งหมด

#### ขั้นตอน 1.2 & 1.3: รวบรวมข้อมูลพิกัดและ Shapefile

- ผู้รับผิดชอบ: นักเรียน A (หลัก), นักเรียน C (ผู้ช่วย)
- เครื่องมือ: Google Search, Google Maps, Google Sheets
- วิธีการ:
  1. **(นักเรียน C) ค้นหา Shapefile:** ใช้ Google ค้นหาคำว่า "Shapefile ลำน้ำ ประเทศไทย", "Shapefile ขอบเขตการปกครอง". แหล่งข้อมูลที่น่าเชื่อถือคือ **GISTDA, HDX, ONE MAP** หรือ **OpenStreetMap**. เมื่อเจอแล้วให้ส่งลิงก์ให้นักเรียน A
  2. **(นักเรียน A) สร้าง Google Sheet:**
    - สร้างไฟล์ใหม่ชื่อ Project\_Voronoi\_Data
    - สร้างชีตแรกชื่อ villages
    - สร้างคอลัมน์ตามนี้: village\_id, village\_name\_th, latitude, longitude
  3. **(นักเรียน A) หาพิกัดหมู่บ้าน:**
    - เปิด Google Maps และรายชื่อหมู่บ้านที่ลิสต์ไว้
    - ค้นหาชื่อหมู่บ้านทีละแห่ง
    - เมื่อเจอตำแหน่งแล้ว ให้ **คลิกขวา** ที่ตำแหน่งนั้นบนแผนที่

- พิกัดจะแสดงขึ้นมาเป็นตัวเลข 2 ชุด (เช่น 19.36224, 98.43981) ให้คลิกเพื่อคัดลอก
  - นำไปวางใน Google Sheet ให้ถูกต้อง (เลขชุดแรกคือ latitude, ชุดที่สองคือ longitude)
  - ทำซ้ำจนครบทุกหมู่บ้าน
4. **(นักเรียน A) ดาวน์โหลด Shapefile:** เข้าลิงก์ที่นักเรียน C หามาให้ แล้วดาวน์โหลดไฟล์ Shapefile ที่เกี่ยวข้องเก็บไว้ในโฟลเดอร์โปรเจกต์

#### ขั้นตอน 1.4: ติดตั้งโปรแกรม

- ผู้รับผิดชอบ: ทั้ง 3 คน
- วิธีการ:
  1. **ติดตั้ง QGIS (ทุกคน):** ไปที่เว็บไซต์ [qgis.org](http://qgis.org) แล้วดาวน์โหลดเวอร์ชันล่าสุด (Latest Release) มาติดตั้ง
  2. **ติดตั้ง Python (ทุกคน):** แนะนำให้ติดตั้งผ่าน **Anaconda** โดยไปที่ [anaconda.com](http://anaconda.com) แล้วเลือกเวอร์ชันที่ตรงกับระบบปฏิบัติการของคุณ
  3. **ติดตั้ง Libraries (นักเรียน B):**
    - เปิดโปรแกรม Anaconda Prompt (จะอยู่ใน Start Menu)
    - พิมพ์คำสั่งต่อไปนี้ทีละบรรทัด แล้วกด Enter  
(รอให้แต่ละคำสั่งทำงานจนเสร็จก่อนพิมพ์คำสั่งถัดไป)

```

pip install pandas
pip install geopandas
pip install scipy
pip install matplotlib

```

## เฟสที่ 2: การประมวลผลข้อมูลใน QGIS

เป้าหมาย: เตรียมข้อมูลเชิงพื้นที่ให้พร้อมส่งต่อเพื่อการวิเคราะห์

### ขั้นตอน 2.1 & 2.2: เตรียมข้อมูลและสร้างจุดจำลอง

- ผู้รับผิดชอบ: นักเรียน A
- เครื่องมือ: QGIS
- วิธีการ:
  1. เปิด QGIS และนำเข้าข้อมูล:
    - **Shapefile** ลำน้ำ: ไปที่เมนู Layer > Add Layer > Add Vector Layer... แล้วเลือกไฟล์ .shp ของลำน้ำที่ดาวน์โหลดมา
    - **พิกัดหมู่บ้าน**: ดาวน์โหลดชิต villages จาก Google Sheets เป็นไฟล์ .csv ก่อน จากนั้นไปที่เมนู Layer > Add Layer > Add Delimited Text Layer...
      - เลือกไฟล์ .csv ของคุณ
      - ในส่วน X field ให้เลือกคอลัมน์ longitude
      - ในส่วน Y field ให้เลือกคอลัมน์ latitude
      - กด Add
  2. ตั้งค่าระบบพิกัด (สำคัญมาก!):
    - มองไปที่มุมขวาล่างของหน้าจอ QGIS จะมีรหัส EPSG อยู่
    - คลิกที่รหัสนั้น แล้วค้นหา EPSG:32647 (คือระบบพิกัด UTM Zone 47N ที่เหมาะกับพื้นที่ภาคเหนือของไทย) แล้วกด OK
    - ทำแบบนี้กับทุก Layer (คลิกขวาที่ Layer > Set CRS...) เพื่อให้ทุกอย่างอยู่ในมาตรฐานเดียวกัน
  3. สร้างจุดจำลองบนลำน้ำ:
    - ไปที่เมนู Processing > Toolbox
    - ในช่องค้นหา พิมพ์ว่า Points along geometry
    - ดับเบิลคลิกที่เครื่องมือที่เจอ
    - Input layer ให้เลือก Layer ลำน้ำของคุณ
    - Distance ให้กำหนดระยะห่างของจุด เช่น 500 (หน่วยเป็นเมตร)
    - กด Run จะได้ Layer ใหม่ที่เป็นจุดๆ เรียงตามแนวแม่น้ำ

### ขั้นตอน 2.3: ส่งออกข้อมูลให้โปรแกรมเมอร์

- ผู้รับผิดชอบ: นักเรียน A
- เครื่องมือ: QGIS
- วิธีการ:
  1. Export จุดจำลอง:
    - คลิกขวาที่ Layer "จุดจำลอง" ที่เพิ่งสร้าง
    - เลือก Export > Save Features As...

- Format: เลือก Comma Separated Value [CSV]
  - File name: ตั้งชื่อว่า candidate\_points.csv
  - **CRS: สำคัญมาก** ให้เลือก EPSG:4326 - WGS 84 เพื่อแปลงพิกัดกลับเป็นละติจูด/ลองจิจูด ให้ Python ใช้งานได้
  - กด OK
2. **Export จุดหมู่บ้าน:** ทำแบบเดียวกันกับ Layer หมู่บ้าน ตั้งชื่อไฟล์ว่า villages\_data.csv
  3. **ส่งมอบงาน:** ส่งไฟล์ .csv ทั้ง 2 ไฟล์นี้ให้กับ **นักเรียน B**

### เฟสที่ 3: การวิเคราะห์ด้วย Python

**เป้าหมาย:** เขียนโปรแกรมเพื่อคำนวณหาตำแหน่งติดตั้งที่ดีที่สุด

**ขั้นตอน 3.1 - 3.3: เขียนโค้ด, พัฒนา Logic, และหาคำตอบ**

- **ผู้รับผิดชอบ:** นักเรียน B (หลัก), นักเรียน C (ผู้ช่วย)
- **เครื่องมือ:** VS Code, Jupyter Notebook หรือโปรแกรมเขียนโค้ดอื่นๆ
- **วิธีการ:**
  1. (นักเรียน B) สร้างไฟล์ Python ใหม่ ชื่อ find\_optimal\_location.py
  2. (นักเรียน B) เขียนโค้ดตามโครงสร้างนี้:

```
import pandas as pd
from math import radians, sin, cos, sqrt, atan2
from itertools import combinations

# --- ส่วนที่ 1: ฟังก์ชันคำนวณระยะทาง (Haversine formula) ---
def calculate_distance(lat1, lon1, lat2, lon2):
    R = 6371.0 # รัศมีของโลกโดยประมาณในหน่วยกิโลเมตร

    lat1_rad = radians(lat1)
    lon1_rad = radians(lon1)
    lat2_rad = radians(lat2)
    lon2_rad = radians(lon2)

    dlon = lon2_rad - lon1_rad
    dlat = lat2_rad - lat1_rad

    a = sin(dlat / 2)**2 + cos(lat1_rad) * cos(lat2_rad) * sin(dlon / 2)**2
    c = 2 * atan2(sqrt(a), sqrt(1 - a))

    distance = R * c
```

```

return distance

# --- ส่วนที่ 2: อ่านข้อมูล ---
villages = pd.read_csv('villages_data.csv')
candidates = pd.read_csv('candidate_points.csv')

# แปลง DataFrame เป็น list ของ tuples (lat, lon) เพื่อให้ใช้งานง่ายขึ้น
village_coords = list(villages.itertuples(index=False, name=None))
candidate_coords = list(candidates.itertuples(index=False, name=None))

# --- ส่วนที่ 3: การคำนวณหลัก ---
NUM_SENSORS = 3 # กำหนดจำนวนเซ็นเซอร์ที่ต้องการติดตั้ง
best_score = float('inf') # ตั้งค่าคะแนนที่แย่ที่สุดไว้ก่อน
best_combination = None

# สร้างชุดค่าผสมของตำแหน่งที่เป็นไปได้ทั้งหมด
all_combinations = combinations(candidate_coords, NUM_SENSORS)

# วนลูปเพื่อตรวจสอบทุกความเป็นไปได้
for combo in all_combinations:
    max_dist_for_this_combo = 0
    # สำหรับแต่ละหมู่บ้าน
    for v_lat, v_lon in village_coords:
        min_dist_to_sensor = float('inf')
        # หาวหมู่บ้านนี้อยู่ใกล้เซ็นเซอร์ตัวไหนที่สุดใน combo นี้
        for s_lat, s_lon in combo:
            dist = calculate_distance(v_lat, v_lon, s_lat, s_lon)
            if dist < min_dist_to_sensor:
                min_dist_to_sensor = dist

        # อัปเดตระยะทางที่ใกล้ที่สุดของ combo นี้
        if min_dist_to_sensor > max_dist_for_this_combo:
            max_dist_for_this_combo = min_dist_to_sensor

# ตรวจสอบว่า combo นี้ดีกว่า combo ที่ดีที่สุดก่อนหน้านี้หรือไม่
if max_dist_for_this_combo < best_score:
    best_score = max_dist_for_this_combo

```

```
best_combination = combo
```

```
# --- ส่วนที่ 4: แสดงผลลัพธ์ ---
```

```
print("ตำแหน่งติดตั้งที่ดีที่สุดคือ:")
```

```
for i, (lat, lon) in enumerate(best_combination):
```

```
    print(f" เซ็นเซอร์ตัวที่ {i+1}: ละติจูด={lat}, ลองจิจูด={lon}")
```

```
print(f"ระยะทางไกลที่สุดที่รับประกันได้คือ: {best_score:.2f} กิโลเมตร")
```

3. **(นักเรียน C) คั่นควาและจดบันทึก:** ระหว่างที่นักเรียน B เขียนโค้ด ให้ช่วยคั่นควาว่า "Haversine formula คืออะไร" และเขียนสรุปง่ายๆ ไว้สำหรับใส่ในรายงาน
4. **(นักเรียน B) รันโปรแกรม:** เมื่อเขียนโค้ดเสร็จแล้ว ให้รันโปรแกรม รอกันกว่าจะคำนวณเสร็จ (อาจใช้เวลาสักครู่) แล้วคัดลอกผลลัพธ์ (พิกัดที่ดีที่สุด) ส่งให้นักเรียน A และ C

## เฟสที่ 4: การแสดงผลและจัดทำรายงาน

เป้าหมาย: สร้างแผนที่นำเสนอและเอกสารรายงานฉบับสมบูรณ์

### ขั้นตอน 4.1: สร้างแผนที่นำเสนอ

- ผู้รับผิดชอบ: นักเรียน A
- เครื่องมือ: QGIS
- วิธีการ:
  1. **เพิ่มจุดติดตั้งที่ดีที่สุด:** สร้างไฟล์ .csv ใหม่ ใส่พิกัด 3 จุดที่ดีที่สุดที่ได้จากนักเรียน B แล้วนำเข้า QGIS แบบเดียวกับตอนนำเข้าข้อมูลหมู่บ้าน
  2. **ปรับสไตล์:** เปลี่ยนสัญลักษณ์ของจุดติดตั้งที่ดีที่สุดให้เป็นรูป **ดาวสีแดง** ขนาดใหญ่เพื่อให้โดดเด่น
  3. **สร้างแผนภาพ Voronoi:**
    - ไปที่เมนู Vector > Geometry Tools > Voronoi Polygons...
    - Input layer ให้เลือก Layer "จุดติดตั้งที่ดีที่สุด"
    - กด Run จะได้ Layer ใหม่เป็นพื้นที่รูปหลายเหลี่ยม
  4. **ออกแบบแผนที่:**
    - ปรับสีของ Layer Voronoi ให้โปร่งใส (Transparent) และใช้สีต่างกัน
    - จัดลำดับ Layer ให้สวยงาม (ลำน้ำอยู่บน, หมู่บ้าน, จุดติดตั้ง, Voronoi, แผนที่ฐาน)
    - ไปที่ Project > New Print Layout เพื่อสร้างหน้ากระดาษสำหรับแผนที่
    - ใส่ **ชื่อแผนที่, คำอธิบายสัญลักษณ์ (Legend), มาตราส่วน, ทิศเหนือ**
    - Export แผนที่ออกมาเป็นไฟล์รูปภาพ .png หรือ .jpg คุณภาพสูง แล้วส่งให้ **นักเรียน C**

### ขั้นตอน 4.2 & 4.3: เขียนรายงานและทำสไลด์

- ผู้รับผิดชอบ: นักเรียน C (หลัก), นักเรียน A, B (ผู้ช่วย)
- เครื่องมือ: Google Docs, Google Slides / Microsoft Word, PowerPoint
- วิธีการ:
  1. **(นักเรียน C) สร้างโครงร่างรายงาน:**
    - บทที่ 1: ที่มาและความสำคัญ
    - บทที่ 2: ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง (ใส่เรื่อง Voronoi และ Haversine formula ที่ค้นคว้ามา)
    - บทที่ 3: วิธีการดำเนินงาน (สรุปจากคู่มือนี้ โดยให้นักเรียน A และ B ช่วยอธิบายในส่วนของตัวเอง)
    - บทที่ 4: ผลการวิเคราะห์ (ใส่ตารางพิกัดที่ดีที่สุด และใส่รูปแผนที่จากนักเรียน A)
    - บทที่ 5: สรุปและอภิปรายผล
  2. **(นักเรียน C) เขียนเนื้อหา:** ลงมือเขียนรายงานตามโครงร่าง
  3. **(นักเรียน A, B) ตรวจสอบ:**  
ช่วยกันอ่านและตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหาในส่วนที่ตัวเองรับผิดชอบ

4. (นักเรียน C) สร้างสไลด์นำเสนอ: สรุปเนื้อหาสำคัญจากรายงานมาสร้างเป็นสไลด์เน้นใช้ภาพ (โดยเฉพาะแผนก) เพื่อให้เข้าใจง่าย

เมื่อทำครบทุกขั้นตอนแล้ว ขอให้ทั้ง 3

คนกลับมาประชุมร่วมกันอีกครั้งเพื่อซ้อมการนำเสนอและตรวจสอบความเรียบร้อยของผลงานทั้งหมดครับ