



รายงานการพัฒนาเครื่องมือเพื่อการเรียนรู้

# SMART WATER

AN AI-INTEGRATED LEARNING APPROACH  
TO WATER QUALITY ASSESSMENT



รายวิชา 01159532

(การสร้างและการใช้สื่อนวัตกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์)

อาจารย์ผู้สอน รศ.ดร.พงศ์ประพันธ์ พงษ์โสภณ

ผู้จัดทำ

นิสิต นางสาวภัทรวดี เชื้อนันทอง

รหัสนิสิต 6714651805

นิสิตปริญญาโท ชั้นปีที่ 1 หลักสูตรศึกษามหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ชื่อโครงการ Smart Water: An AI-Integrated Learning Approach to Water Quality  
Assessment

ชื่อรายวิชา 01159532 การสร้างและการใช้สื่อนวัตกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์  
ภาคเรียนที่ 2/2024

นิสิต นางสาวภัทรวดี เจื่อนจันทอง

รหัสนิสิต 6714651805

อาจารย์ผู้สอน รศ.ดร.พงศ์ประพันธ์ พงษ์โสภณ

วันที่ 13 มีนาคม 2025



## คำนำ

โครงการเรื่อง Smart Water: An AI-Integrated Learning Approach to Water Quality Assessment จัดทำขึ้นเพื่อเป็นส่วนหนึ่งของรายวิชา 01159532 การสร้างและการใช้สื่อนวัตกรรม การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ประจำภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2567 โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและพัฒนาแนวทางการใช้ปัญญาประดิษฐ์ (AI) ในการประเมินคุณภาพน้ำ พร้อมทั้งบูรณาการองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม และคณิตศาสตร์ ตามแนวทาง STEM Education ควบคู่ไปกับการกระบวนการเรียนรู้แบบ Problem-Based Learning (PBL)

การจัดทำโครงการนี้ได้รับคำแนะนำและความรู้จาก รองศาสตราจารย์ ดร.พงศ์ประพันธ์ พงษ์โสภณ อาจารย์ผู้สอน ซึ่งให้ข้อเสนอแนะอันเป็นประโยชน์ตลอดกระบวนการศึกษาและพัฒนาโครงการ ข้าพเจ้าหวังว่าโครงการฉบับนี้จะเป็นประโยชน์ต่อการเรียนรู้และสามารถนำไปพัฒนาต่อยอดเพื่อการเรียนการสอนด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีต่อไป หากมีข้อผิดพลาดประการใด ข้าพเจ้าขอน้อมรับและพร้อมนำไปปรับปรุงแก้ไขต่อไป

นางสาวภัทรวดี เงื่อนจันทอง  
รหัสนิสิต 6714651805

พ.ศ. ๒๕๖๖

## สารบัญ

หัวข้อ	หน้า
คำนำ	ก
สารบัญ	๗
บริบทและเหตุผล	1
วัตถุประสงค์และผลลัพธ์การเรียนรู้	2
กลุ่มเป้าหมายและการบูรณาการกับการสอน	3
การออกแบบโครงงานและอัลกอริทึม	3
การพัฒนาโค้ด	6
แนวการนำไปใช้ในชั้นเรียน	9
ผลลัพธ์และข้อสังเกต	10
สรุปผลและแนวทางในอนาคต	11
ภาคผนวก	13



## บริบทและเหตุผล

โรงเรียนผักไห่ “สุทธาประมุข” เป็นโรงเรียนสหศึกษาขนาดกลาง เป็นโรงเรียนที่ตั้งอยู่บนบ่อน้ำซึ่งมีพื้นที่จำกัด ส่งผลให้ต้องเผชิญกับปัญหามลภาวะทางน้ำจากหลายปัจจัย ไม่ว่าจะเป็นการปล่อยน้ำใช้แล้วจากบ้านพักครู การทิ้งขยะลงในบ่อน้ำของนักเรียน รวมถึงการขาดแนวทางที่เหมาะสมในการบำบัดน้ำให้ได้คุณภาพที่ปลอดภัยต่อการใช้ประโยชน์ นอกจากนี้ บริบทของชุมชนโดยรอบโรงเรียนยังตั้งอยู่ติดกับแม่น้ำ ทำให้วิถีชีวิตของนักเรียนมีความเกี่ยวข้องกับแหล่งน้ำอย่างใกล้ชิด ปัญหามลภาวะทางน้ำจึงไม่เพียงส่งผลกระทบต่อสภาพแวดล้อมของโรงเรียนเท่านั้น แต่ยังเป็นปัญหาที่พบได้ในชุมชนโดยรอบได้อีกด้วย

ด้วยเหตุนี้ ผู้จัดทำจึงเห็นความสำคัญของการพัฒนาเซตบอทและระบบ AI วิเคราะห์คุณภาพน้ำ เพื่อเป็นเครื่องมือที่ช่วยส่งเสริมการเรียนรู้ของผู้เรียนให้เกิดความตระหนักรู้เกี่ยวกับปัญหาสิ่งแวดล้อมทางน้ำ ควบคู่ไปกับการพัฒนาทักษะด้านเทคโนโลยีที่จำเป็นต่อโลกยุคปัจจุบัน นวัตกรรมนี้ถูกออกแบบให้สามารถนำข้อมูลเกี่ยวกับคุณภาพน้ำมาวิเคราะห์และตรวจสอบได้อย่างเป็นระบบผ่านแพลตฟอร์ม Google Colab ซึ่งเป็นเครื่องมือสำหรับการพัฒนาและใช้งานโมเดลปัญญาประดิษฐ์ แอปพลิเคชันที่พัฒนาขึ้นนี้ประกอบด้วยฟังก์ชันหลักสามส่วน ได้แก่ ระบบ AI สำหรับวิเคราะห์คุณภาพน้ำที่สามารถประเมินค่าต่าง ๆ ที่บ่งชี้ถึงระดับมลพิษของน้ำ ระบบตรวจจับปริมาณขยะในแหล่งน้ำที่ช่วยจำแนกประเภทและปริมาณของขยะเพื่อสนับสนุนแนวทางการจัดการที่เหมาะสม และเซตบอทสำหรับให้ข้อมูลเกี่ยวกับคุณภาพน้ำและแนวทางการดูแลรักษาแหล่งน้ำ เพื่อให้ผู้เรียนสามารถโต้ตอบและเรียนรู้ผ่านการสื่อสารเชิงโต้ตอบได้ การพัฒนานวัตกรรมนี้ไม่เพียงช่วยให้ผู้เรียนสามารถตรวจสอบและวิเคราะห์คุณภาพน้ำในพื้นที่ของตนเองเท่านั้น แต่ยังส่งเสริมให้เกิดทักษะสำคัญในหลายด้าน ไม่ว่าจะเป็น ทักษะการคิดวิเคราะห์และการแก้ปัญหา ที่ช่วยให้ผู้เรียนสามารถประเมินคุณภาพน้ำและเสนอแนวทางแก้ไขปัญหาสังแวดล้อม ทักษะการใช้เทคโนโลยีและปัญญาประดิษฐ์ ซึ่งช่วยเสริมสร้างความรู้ด้าน AI และการเขียนโปรแกรมเบื้องต้น ทักษะการสื่อสารและการทำงานร่วมกัน ผ่านการใช้เซตบอทและการอภิปรายข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับคุณภาพน้ำ ตลอดจน ทักษะด้านความรับผิดชอบต่อสิ่งแวดล้อม ซึ่งช่วยกระตุ้นจิตสำนึกในการดูแลรักษาทรัพยากรน้ำให้คงอยู่ในสภาพที่เหมาะสมต่อการใช้ประโยชน์

ดังนั้น ผู้จัดทำจึงพัฒนานวัตกรรม Smart Water โดยมีเป้าหมายเพื่อบูรณาการองค์ความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อมเข้าด้วยกัน ผ่านการเรียนรู้เชิงปฏิบัติที่ช่วยให้ผู้เรียนสามารถประยุกต์ใช้เทคโนโลยีในการเฝ้าระวังและจัดการปัญหามลภาวะทางน้ำได้อย่างเป็นรูปธรรม นอกจากนี้จะช่วยส่งเสริมทักษะทางด้านปัญญาประดิษฐ์ (AI) และการเขียนโปรแกรมเบื้องต้นแล้ว ยังพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ การแก้ปัญหา และการทำงานร่วมกัน ซึ่งเป็นทักษะสำคัญในศตวรรษที่

21 อีกทั้งยังปลูกฝังจิตสำนึกด้านความรับผิดชอบต่อสิ่งแวดล้อมให้แก่ผู้เรียน ต่อยอดไปสู่การเป็นพลเมืองที่มีความตระหนักรู้และสามารถนำองค์ความรู้ไปใช้ในการดูแลรักษาทรัพยากรน้ำทั้งในระดับโรงเรียนและชุมชน ตลอดจนสามารถปรับตัวให้สอดคล้องกับโลกยุคดิจิทัลได้อย่างมีประสิทธิภาพ

### วัตถุประสงค์

1. เพื่อส่งเสริมความตระหนักและความรับผิดชอบต่อสิ่งแวดล้อมทางน้ำ โดยการใช้เทคโนโลยีในการเฝ้าระวังและดูแลแหล่งน้ำ
2. เพื่อพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์และการแก้ปัญหา โดยให้ผู้เรียนสามารถนำข้อมูลคุณภาพน้ำมาวิเคราะห์และแปลผล เพื่อนำไปสู่แนวทางการจัดการแหล่งน้ำที่เหมาะสม
3. เพื่อส่งเสริมทักษะการสื่อสารและการทำงานร่วมกัน โดยให้ผู้เรียนแลกเปลี่ยนข้อมูลเกี่ยวกับคุณภาพน้ำผ่านแชทบอท และอภิปรายแนวทางการแก้ไขปัญหามลภาวะทางน้ำร่วมกัน
4. เพื่อพัฒนาระบบตรวจจับปริมาณขยะในแหล่งน้ำ ที่สามารถระบุประเภทและปริมาณขยะ เพื่อสนับสนุนการจัดการขยะในโรงเรียนและชุมชนอย่างมีประสิทธิภาพ
5. เพื่อบูรณาการองค์ความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อม ในการวิเคราะห์และแก้ไขปัญหามลภาวะทางน้ำของโรงเรียนและชุมชนอย่างเป็นรูปธรรม
6. เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนสามารถประยุกต์ใช้เทคโนโลยีดิจิทัล ในการตรวจสอบคุณภาพน้ำ และพัฒนาแนวทางการดูแลรักษาแหล่งน้ำได้อย่างยั่งยืน

### ผลลัพธ์การเรียนรู้ (Learning Outcomes)

1. ผู้เรียนสามารถวิเคราะห์คุณภาพน้ำเบื้องต้นได้ เช่น การตรวจสอบค่าความเป็นกรด-เบส (pH) ความขุ่น (Turbidity) หรือปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ (DO) และสามารถแปลผลข้อมูลที่ได้รับ
2. ผู้เรียนสามารถใช้งานแอปพลิเคชัน Google Colab เพื่อวิเคราะห์คุณภาพน้ำ ใช้ระบบตรวจจับปริมาณขยะ และสื่อสารข้อมูลผ่านแชทบอทเพื่อสนับสนุนการจัดการคุณภาพน้ำ
3. ผู้เรียนสามารถทำงานร่วมกันและแลกเปลี่ยนความคิดเห็น เพื่อหาแนวทางแก้ไขปัญหา มลภาวะทางน้ำในโรงเรียนและชุมชน
4. ผู้เรียนเกิดความตระหนักถึงความสำคัญของการรักษาคุณภาพน้ำ และมีจิตสำนึก รับผิดชอบต่อทรัพยากรน้ำในท้องถิ่น
5. ผู้เรียนสามารถบูรณาการองค์ความรู้ด้าน STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics) เพื่อพัฒนาแนวทางแก้ไขปัญหาน้ำเสียและขยะในแหล่งน้ำ
6. ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงปัญหาคุณภาพน้ำกับแนวคิดการพัฒนาอย่างยั่งยืน (Sustainable Development Goals: SDGs) และเสนอแนวทางการดูแลแหล่งน้ำที่สามารถนำไปปฏิบัติได้จริง

## กลุ่มเป้าหมาย

นักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 6 สายการเรียนรู้วิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ของโรงเรียนผักไห่ “สุทธาประมุข”

## หัวข้อการเรียนรู้

กิจกรรมนี้สอดคล้องกับการจัดการเรียนรู้ในรายวิชาชีววิทยา ภายใต้หน่วยการเรียนรู้ มนุษย์กับความยั่งยืนของทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม (ทรัพยากรน้ำ) โดยมุ่งเน้นให้ผู้เรียนสามารถวิเคราะห์ อภิปราย และสรุป ปัญหาการขาดแคลนน้ำ มลพิษทางน้ำ และผลกระทบที่เกิดขึ้นต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม นอกจากนี้ ผู้เรียนยังได้เสนอแนวทางการวางแผนจัดการน้ำและแนวทางแก้ไขปัญหาย่อยอย่างเป็นระบบ ตามผลการเรียนรู้ที่กำหนดในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน

## แนวทางทางวิชาการ/แนวปฏิบัติ

เครื่องมือวิเคราะห์คุณภาพน้ำที่พัฒนาขึ้นสามารถนำมาประยุกต์ใช้ในบทเรียนเกี่ยวกับทรัพยากรน้ำ ผ่านกระบวนการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา (STEM) โดยใช้กระบวนการเรียนรู้แบบ Problem-Based Learning (PBL) ซึ่งเป็นการบูรณาการความรู้จากศาสตร์ต่างๆ ที่เกี่ยวข้องในการแก้ปัญหาจริงที่เกิดขึ้น และสามารถเชื่อมโยงกับวิถีชีวิตและประสบการณ์ของผู้เรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

## การออกแบบโครงงานและอัลกอริทึม (Project Design and Algorithm)

### 1. ภาพรวมของโปรแกรม/เครื่องมือ

โปรแกรมนี้ใช้สำหรับ วิเคราะห์คุณภาพน้ำ โดยทำงานดังนี้

- 1.1 อ่านข้อมูลจากไฟล์ Excel (ExportLatestData.xlsx)
- 1.2 ประมวลผลข้อมูลคุณภาพน้ำ เช่น ค่า pH, DO, BOD, COD
- 1.3 แสดงผลในรูปแบบกราฟ เพื่อเปรียบเทียบคุณภาพน้ำของแต่ละโซน
- 1.4 วิเคราะห์คุณภาพน้ำ และให้คำแนะนำว่าควรรักษาหรือปรับปรุงคุณภาพน้ำ

## 2. อัลกอริทึมหรือผังงาน (Flowchart)



## 3. ฟังก์ชันสำคัญ (Key Functions)

### 3.1 ฟังก์ชันนี้โหลดข้อมูลจากไฟล์ Excel และจัดรูปแบบข้อมูลให้พร้อมใช้งาน

```

def load_and_process_data(file_path):
    try:
        df = pd.read_excel(file_path, skiprows=1)
        df.columns = df.iloc[0]
        df = df[1:].reset_index(drop=True)
        return df
    except Exception as e:
        print(f"Error reading file: {e}")
        exit()
  
```



3.2 ฟังก์ชันนี้รับข้อมูลแต่ละโชน และตรวจสอบค่าพารามิเตอร์ของน้ำ และคืนค่าผลลัพธ์เป็นสถานะ (ดี/แย่) และคำแนะนำ

```
def analyze_water_quality(row):
    try:
        pH = float(row['pH']) if pd.notna(row['pH']) else None
        DO = float(row['DO']) if pd.notna(row['DO']) else None
        BOD = float(row['BOD']) if pd.notna(row['BOD']) else None
        COD = float(row['COD']) if pd.notna(row['COD']) else None

        if None in [pH, DO, BOD, COD]:
            return "Incomplete Data", "โปรดตรวจสอบข้อมูลที่ขาดหาย"

        if 6.5 <= pH <= 8.5 and DO > 5 and BOD < 3 and COD < 10:
            return "คุณภาพน้ำดี", "ควรรักษาคุณภาพน้ำให้อยู่ในระดับที่ดี หลีกเลี่ยงการปนเปื้อน"
        else:
            return "คุณภาพน้ำแย่", "ควรดำเนินการมาตรการลดมลพิษ และบำบัดน้ำเสีย"

    except ValueError:
        return "Invalid Data", "ข้อมูลไม่ถูกต้อง โปรดตรวจสอบ"
```

#### 4. ไบรารีที่ใช้ (Libraries Used)

4.1 pandas ใช้ในการอ่านไฟล์ Excel และจัดรูปแบบข้อมูล

4.2 matplotlib.pyplot ใช้สร้างกราฟเพื่อแสดงผลข้อมูล

4.3 seaborn ใช้ช่วยสร้างกราฟที่สวยงามและอ่านค่าได้ง่ายขึ้น

## การพัฒนาโค้ด (Coding Implementation)

### 1. โค้ด (Code Snippets)

```
import pandas as pd # ใช้ในการจัดการข้อมูลตาราง
import matplotlib.pyplot as plt # ใช้สร้างกราฟ
import seaborn as sns # ใช้สร้างกราฟที่ดูดีขึ้น
# กำหนดพาธของไฟล์ Excel
file_path = 'ExportLatestData.xlsx'
# โหลดข้อมูลจากไฟล์ Excel โดยข้ามแถวแรกและใช้แถวที่สองเป็นคอลัมน์เฮดเดอร์
try:
    df = pd.read_excel(file_path, skiprows=1) # ข้ามแถวแรก
    df.columns = df.iloc[0] # ใช้แถวแรกของข้อมูลเป็นชื่อคอลัมน์
    df = df[1:].reset_index(drop=True) # ลบแถวแรกออกจากข้อมูล
    print("โหลดข้อมูลสำเร็จ!\n")
except Exception as e:
    print(f"เกิดข้อผิดพลาดในการอ่านไฟล์: {e}")
    exit()
# เลือกคอลัมน์ที่ต้องใช้วิเคราะห์
selected_columns = ['Zone', 'pH', 'DO (mg/l)', 'BOD (mg/l)', 'COD (mg/l)']
df = df[selected_columns]

# เปลี่ยนชื่อคอลัมน์ให้เป็นภาษาอังกฤษ
column_mapping = {
    'Zone': 'Zone',
    'DO (mg/l)': 'DO',
    'BOD (mg/l)': 'BOD',
    'COD (mg/l)': 'COD'
}
df.rename(columns=column_mapping, inplace=True)
```

```

# แสดงตัวอย่างข้อมูล 5 แถวแรก
print("ตัวอย่างข้อมูล:")
print(df.head())
# แปลงข้อมูลสำหรับการสร้างกราฟ
df_melted = df.melt(id_vars=['Zone'], value_vars=['pH', 'DO', 'BOD', 'COD'],
                    var_name='Parameter', value_name='Value')
# สร้างกราฟแท่งเปรียบเทียบคุณภาพน้ำในแต่ละโซน
plt.figure(figsize=(12, 6))
sns.barplot(data=df_melted, x='Zone', y='Value', hue='Parameter')
plt.title("เปรียบเทียบคุณภาพน้ำในแต่ละโซน")
plt.xticks(rotation=45)
plt.legend(title="ค่าพารามิเตอร์")
plt.xlabel("สถานีตรวจสอบ")
plt.ylabel("ค่าพารามิเตอร์")
plt.show()
# วิเคราะห์คุณภาพน้ำและให้คำแนะนำ
print("\nสรุปคุณภาพน้ำ:")
for index, row in df.iterrows():
    try:
        # แปลงค่าให้เป็น float (ถ้าไม่ใช่ NaN)
        pH = float(row['pH']) if pd.notna(row['pH']) else None
        DO = float(row['DO']) if pd.notna(row['DO']) else None
        BOD = float(row['BOD']) if pd.notna(row['BOD']) else None
        COD = float(row['COD']) if pd.notna(row['COD']) else None
    # ตรวจสอบว่ามีค่าที่ขาดหายหรือไม่
    if None in [pH, DO, BOD, COD]:
        status = "ข้อมูลไม่สมบูรณ์"
        recommendation = "โปรดตรวจสอบข้อมูลที่ขาดหายไป"
    else:

```

```
# ตรวจสอบว่าคุณภาพน้ำดีหรือไม่
if 6.5 <= pH <= 8.5 and DO > 5 and BOD < 3 and COD < 10:
    status = "คุณภาพน้ำดี"
    recommendation = "ควรรักษาสภาพน้ำให้อยู่ในระดับที่ดีต่อไป"
else:
    status = "คุณภาพน้ำแย่"
    recommendation = "ควรดำเนินการปรับปรุงคุณภาพน้ำ เช่น ลดแหล่งกำเนิดมลพิษ บำบัดน้ำเสีย และเพิ่มออกซิเจนในน้ำ"

except ValueError:
    status = "ข้อมูลไม่ถูกต้อง"
    recommendation = "โปรดตรวจสอบข้อมูลที่ป้อนเข้ามา"

print(f'โซน {row['Zone']}: {status}. คำแนะนำ: {recommendation}')
```

## 2. คำอธิบายขั้นตอนหลัก

### 2.1 การจัดการข้อมูล

- ใช้ pandas โหลดข้อมูลจากไฟล์ Excel (pd.read\_excel())
- ใช้ skiprows=1 เพื่อละเว้นแถวแรกที่เป็นคำอธิบาย
- ตั้งชื่อคอลัมน์ใหม่โดยอิงจากแถวแรกของข้อมูล

### 2.2 การใช้เงื่อนไข (Conditionals) และ Loop

- ใช้ for index, row in df.iterrows(): วนลูปทุกแถวของ DataFrame
- ใช้ if None in [pH, DO, BOD, COD]: เพื่อตรวจสอบข้อมูลที่ขาดหาย
- ใช้เงื่อนไข if 6.5 <= pH <= 8.5 and DO > 5 and BOD < 3 and COD < 10: เพื่อ

ตรวจสอบว่าคุณภาพน้ำอยู่ในเกณฑ์ดีหรือไม่

### 2.3 การสร้างกราฟ

- ใช้ seaborn.barplot() สร้างกราฟแท่งเพื่อเปรียบเทียบค่าคุณภาพน้ำในแต่ละโซน
- ใช้ plt.xticks(rotation=45) หมุนป้ายกำกับแกน X ให้สามารถอ่านได้ง่ายขึ้น

## 3. การทดสอบและแก้บั๊ก (Testing and Debugging)

### 3.1 การทดสอบโค้ด

- ใช้ชุดข้อมูลทดสอบ (ไฟล์ Excel ที่มีค่าจริง)
- ทดสอบกับกรณีที่มีข้อมูลครบถ้วน และกรณีที่มีค่าขาดหาย



### 3.2 ปัญหาที่พบและวิธีแก้ไข

ปัญหา : กราฟมีการซ้อนทับของข้อมูล

วิธีแก้ไข : ใช้ `plt.xticks(rotation=45)` ปรับมุมมองของป้ายกำกับแกน X

#### แนวการนำไปใช้ในชั้นเรียน (Classroom Implementation Plan)

##### 1. โครงสร้างบทเรียน (Lesson Outline)

การจัดการเรียนรู้ในรายวิชาชีววิทยา ภายใต้หน่วยการเรียนรู้ มนุษย์กับความยั่งยืนของทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม (ทรัพยากรน้ำ) โดยมุ่งเน้นให้ผู้เรียนสามารถ วิเคราะห์ อภิปราย และสรุป ปัญหา การขาดแคลนน้ำ มลพิษทางน้ำ และผลกระทบที่เกิดขึ้นต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม นอกจากนี้ ผู้เรียนยังได้ เสนอแนวทางการวางแผนจัดการน้ำและแนวทางแก้ไขปัญหาย่างเป็นระบบ ตามผลการเรียนรู้ที่กำหนดใน หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน โดยใช้เวลาในการดำเนินกิจกรรมประมาณ 5 ชั่วโมง

##### 2. ลำดับขั้นตอนการสอน (Instructional Sequence)

###### 1. ชี้นำเสนอปัญหา (Engagement)

ครูนำเสนอปัญหาโดยฉายปัญหาที่ส่งผลกระทบต่อแหล่งน้ำในโรงเรียน หรืออาจปรับการนำเสนอ เพื่อให้เหมาะสมกับบริบทใกล้ตัวของผู้เรียน จากนั้นอาจใช้คำถามกระตุ้นการคิด เช่น "ปัจจัยใดที่ส่งผลกระทบต่อ คุณภาพน้ำ" "เราจะมีส่วนช่วยในการอนุรักษ์ทรัพยากรน้ำได้อย่างไร?" เพื่อให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็น และเชื่อมโยงปัญหาเข้ากับชีวิตประจำวัน

###### 2. ขั้นสำรวจและเก็บข้อมูล (Exploration)

แบ่งนักเรียนเป็นกลุ่ม และให้แต่ละกลุ่มศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับคุณภาพน้ำและปัญหาน้ำในบริเวณ โรงเรียนของตนเองโดยใช้ อุปกรณ์วัดคุณภาพน้ำ เช่น pH meter, Turbidity sensor, DO meter จากนั้นนำ ข้อมูลที่ได้เข้าสู่ Google Colab เพื่อทำการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ

###### 3. ขั้นอธิบาย (Explanation)

นักเรียนอภิปรายผลที่ได้จากการสำรวจ (ผลวิเคราะห์ค่าคุณภาพน้ำ ปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อคุณภาพน้ำ ฯลฯ) เชื่อมโยงผลการทดลองกับผลกระทบที่เกิดขึ้นกับสิ่งมีชีวิตและระบบนิเวศตั้งสมมติฐานเกี่ยวกับแนวทางการ แก้ปัญหา เช่น วิธีลดมลพิษทางน้ำ การใช้เทคโนโลยีเพื่อตรวจจับคุณภาพน้ำ

###### 4. ขั้นขยายความรู้ (Elaboration)

นักเรียนออกแบบโซลูชัน เพื่อแก้ไขปัญหาที่ศึกษา เช่น สร้าง ระบบแจ้งเตือนคุณภาพน้ำผ่านแอปพลิเคชัน พัฒนาเซตบอท์ที่ให้ข้อมูลเกี่ยวกับคุณภาพน้ำ และออกแบบ โปสเตอร์รณรงค์การลดมลพิษทางน้ำ

###### 5. ขั้นประเมินผล (Evaluation)

นักเรียนแต่ละกลุ่ม นำเสนอแนวทางแก้ปัญหาของตนเอง ผ่านการสาธิตผลงาน โดยครูและเพื่อนร่วม ชั้นให้ ข้อเสนอแนะ และอภิปรายเกี่ยวกับความเป็นไปได้ของโซลูชัน และร่วมกันสรุปแนวคิดหลักเกี่ยวกับการ

จัดการทรัพยากรน้ำและความยั่งยืน (Sustainable Development Goals: SDGs) รวมถึงจัดกิจกรรมเพื่อให้ผู้เรียนได้สะท้อนคิดเกี่ยวกับสิ่งที่ได้เรียนรู้และแนวทางในการนำความรู้ไปต่อยอด

### 3.การประเมิน (Assessment Strategy)

การประเมินผู้เรียนสามารถใช้ การประเมินตามสภาพจริง (Authentic Assessment) โดยพิจารณาจากกระบวนการเรียนรู้และผลงานของผู้เรียนในแต่ละขั้นตอน โดยแบ่งการประเมินออกเป็น 3 รูปแบบหลัก

#### 3.1 การประเมินระหว่างเรียน (Formative Assessment)

- สังเกตการทำงานกลุ่ม การตั้งคำถาม การอภิปราย และการเชื่อมโยงปัญหา กับชีวิตประจำวัน
- ตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลที่นักเรียนเก็บรวบรวมจากอุปกรณ์วัดคุณภาพน้ำและการบันทึกผลลงใน Google Colab
- ให้ผู้เรียนสรุปข้อมูลที่ค้นพบในแต่ละขั้นตอน เช่น ปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพน้ำ แนวทางการอนุรักษ์ทรัพยากรน้ำ ฯลฯ

#### 3.2 การประเมินผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้ (Summative Assessment)

- ให้นักเรียนจัดทำรายงานที่สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูลคุณภาพน้ำ พร้อมแสดงข้อมูลที่ได้จาก Google Colab
- ประเมินจากแนวทางการแก้ไขปัญหาที่นักเรียนออกแบบ เช่น ระบบแจ้งเตือนคุณภาพน้ำผ่านแอปพลิเคชัน หรือโปสเตอร์ณรงค์
- การนำเสนอผลงาน โดยพิจารณา (1) ความสมบูรณ์ของข้อมูล, (2) ความคิดสร้างสรรค์, (3) การใช้เทคโนโลยี, (4) ความเป็นไปได้ของโซลูชัน

#### 3.3 การประเมินตนเองและเพื่อนร่วมกลุ่ม (Self & Peer Assessment)

- ให้นักเรียนสะท้อนการเรียนรู้ของตนเองผ่านแบบฟอร์ม เช่น สิ่งที่ได้เรียนรู้ ทักษะที่พัฒนาขึ้น และสิ่งที่ควรปรับปรุง
- ให้นักเรียนให้คะแนนและข้อเสนอแนะต่อแนวทางการแก้ปัญหาของกลุ่มอื่น

### ผลลัพธ์และข้อสังเกต (Results and Observations)

#### 1. ความสนใจของนักเรียน (Student Engagement)

กิจกรรมนี้ช่วยกระตุ้นความสนใจของนักเรียนเป็นอย่างมาก เนื่องจากพวกเขาได้เรียนรู้ผ่านปัญหาที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน นักเรียนส่วนใหญ่สนุกกับกระบวนการเรียนรู้ โดยเฉพาะการเขียนโค้ดและการสร้างกราฟเพื่อแสดงผลข้อมูล อย่างไรก็ตาม มีนักเรียนบางกลุ่มที่พบอุปสรรคในการทำความเข้าใจโค้ด Python โดยเฉพาะผู้ที่ไม่มีพื้นฐานด้านการเขียนโปรแกรมมาก่อน ดังนั้นการให้คำแนะนำเพิ่มเติม หรือจัดทำแบบฝึกหัดพื้นฐานก่อนเริ่มโครงการ อาจช่วยลดความท้อทายดังกล่าวได้

## 2. พัฒนาการด้านการเรียน (Learning Gains)

กิจกรรมนี้ส่งเสริมพัฒนาการด้านการเรียนรู้ในหลายด้าน ทั้งทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และทักษะการคิดวิเคราะห์ นักเรียนได้รับความเข้าใจที่ลึกซึ้งยิ่งขึ้นเกี่ยวกับ พารามิเตอร์คุณภาพน้ำ เช่น ค่า pH, DO, BOD และ COD พร้อมทั้งสามารถเชื่อมโยงข้อมูลที่ได้เข้ากับปัญหามลพิษทางน้ำและผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในด้านเทคโนโลยี นักเรียนมีพัฒนาการที่ชัดเจนใน การใช้ Python วิเคราะห์ข้อมูล และการสร้าง Visualization ด้วย Matplotlib และ Seaborn นอกจากนี้ นักเรียนยังได้ฝึกฝนทักษะการทำงานร่วมกันผ่านกระบวนการคิดเชิงระบบ โดยอาศัยหลักการของ STEM และ PBL เพื่อออกแบบแนวทางแก้ปัญหา

## 3. อุปสรรคหรือปัญหา (Challenges)

แม้ว่ากิจกรรมนี้จะมีประโยชน์อย่างมาก แต่ก็พบว่ามีอุปสรรคหลายประการที่ส่งผลกระทบต่อการดำเนินกิจกรรม ดังนี้

- การใช้งาน Google Colab ต้องอาศัยอินเทอร์เน็ตที่เสถียร ซึ่งบางโรงเรียนอาจเผชิญปัญหาความเร็วอินเทอร์เน็ตต่ำ ทำให้การรันโค้ดล่าช้า
- นักเรียนบางคนต้องใช้เวลามากกว่าที่กำหนดในการเรียนรู้การใช้ Python โดยเฉพาะผู้ที่ไม่เคยมีพื้นฐานการเขียนโค้ดมาก่อน

## สรุปผลและแนวทางในอนาคต (Conclusion and Future Directions)

### 1. สรุปวัตถุประสงค์และผลงานสำคัญที่ได้

โครงการนี้มุ่งเน้น การเรียนรู้ตามแนว STEM Education และ Problem-Based Learning (PBL) โดยให้ผู้เรียนศึกษาและวิเคราะห์ คุณภาพน้ำในพื้นที่จริง ผ่าน เครื่องมือทางเทคโนโลยี เช่น Google Colab และ Python เพื่อพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ (Critical Thinking) และการแก้ปัญหา (Problem-Solving) ผลลัพธ์ที่สำคัญ

- นักเรียนสามารถ เก็บข้อมูลคุณภาพน้ำ ด้วยอุปกรณ์ตรวจวัด เช่น pH Meter, DO Meter, Turbidity Sensor
- นักเรียนสามารถ วิเคราะห์ข้อมูลและแสดงผลกราฟิก ผ่าน Python (Pandas, Matplotlib, Seaborn)
- นักเรียนสามารถพัฒนาโซลูชันในการแจ้งเตือนคุณภาพน้ำ หรือ รมรณรงค์การอนุรักษ์ทรัพยากรน้ำ ผ่านการออกแบบ แอปพลิเคชัน, แชทบอท, และโปสเตอร์รณรงค์
- นักเรียนมีความเข้าใจด้านสิ่งแวดล้อมและความยั่งยืน (SDGs: Clean Water and Sanitation) มากขึ้น

### 2. แนวทางขยายผลหรือปรับปรุงในอนาคต

แม้ว่ากิจกรรมนี้จะช่วยให้นักเรียนเข้าใจแนวคิดเรื่องคุณภาพน้ำและการใช้เทคโนโลยีเพื่อวิเคราะห์ข้อมูล แต่ยังมีโอกาสในการพัฒนาต่อไป เช่น



## 2.1 เพิ่มฟีเจอร์ทางเทคนิค

- พัฒนาระบบแจ้งเตือนแบบเรียลไทม์ โดยเชื่อมต่อกับ เซ็นเซอร์ IoT และส่งข้อมูลไปยังแอปพลิเคชัน

- วิเคราะห์ข้อมูลเชิงลึกขึ้น โดยเพิ่ม Machine Learning Model เพื่อคาดการณ์แนวโน้ม

คุณภาพน้ำ

- ใช้ฐานข้อมูลที่ใหญ่ขึ้น โดยนำเข้าข้อมูลจากแหล่งอื่น เช่น กรมควบคุมมลพิษ หรือแหล่งน้ำในพื้นที่ต่าง ๆ

## 2.2 ปรับปรุงกระบวนการเรียนรู้

- ขยายขอบเขตการศึกษาสู่ปัญหาสิ่งแวดล้อมอื่น ๆ เช่น คุณภาพอากาศ (Air Quality) หรือ มลพิษทางเสียง

- เชื่อมโยงกับโครงการในชุมชน เช่น การร่วมมือกับหน่วยงานท้องถิ่นในการตรวจสอบคุณภาพน้ำ

- เพิ่มกิจกรรม Hackathon หรือการแข่งขันพัฒนาโซลูชัน ให้ผู้เรียนได้สร้างสรรค์โครงการที่มีผลกระทบจริง

## 3. การนำไปต่อยอดในการวิจัยหรือการสอนในภาคเรียนถัดไป

### 3.1 การต่อยอดเป็นงานวิจัย

- ศึกษาอิทธิพลของปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่ส่งผลต่อคุณภาพน้ำ

- เปรียบเทียบประสิทธิภาพของอัลกอริทึมที่ใช้ในการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ

- ศึกษาพฤติกรรมของผู้เรียนที่ใช้กระบวนการ PBL และ STEM Education ในการแก้ปัญหาทางสิ่งแวดล้อม

- ศึกษาการเปลี่ยนแปลงเจตคติของผู้เรียนต่อ STEM หลังจากจัดกิจกรรมการเรียนรู้

### 3.2 การนำไปใช้ในการเรียนการสอนในอนาคต

- พัฒนาเป็นหลักสูตรระยะยาว โดยบูรณาการใน วิชาชีววิทยา, วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม, หรือ วิชาโครงงานวิทยาศาสตร์

- ร่วมมือกับนักเรียนระดับอื่น ๆ เช่น การให้ นักเรียน ม.5 เป็นที่ปรึกษาให้กับ ม.4 ในการศึกษาเรื่องคุณภาพน้ำ

- นำไปใช้เป็นโครงการเพิ่มเติมศึกษาแบบสหวิทยาการ โดยเชื่อมโยงกับวิชาอื่น เช่น คณิตศาสตร์ (สถิติ), วิทยาการคอมพิวเตอร์ (AI, Data Science) และสังคมศึกษา (ผลกระทบต่อชุมชน)





ภาคผนวก

## โค้ดหลัก (การวิเคราะห์คุณภาพน้ำในบริเวณต่างๆ)

```
import pandas as pd
import matplotlib.pyplot as plt
import seaborn as sns

# Set file path
file_path = 'ExportLatestData.xlsx'

# Read Excel file, skipping the first row and using the second row as column headers
try:
    df = pd.read_excel(file_path, skiprows=1)
    df.columns = df.iloc[0] # Use the first row as column headers
    df = df[1:].reset_index(drop=True) # Remove the header row from data
    print("Data successfully loaded!\n")
except Exception as e:
    print(f"Error reading file: {e}")
    exit()

# Select relevant columns
selected_columns = ['Zone', 'pH', 'DO (mg/l)', 'BOD (mg/l)', 'COD (mg/l)']
df = df[selected_columns]

# Rename columns for consistency and English labels
column_mapping = {
    'Zone': 'Zone',
    'DO (mg/l)': 'DO',
    'BOD (mg/l)': 'BOD',
    'COD (mg/l)': 'COD'
}

df.rename(columns=column_mapping, inplace=True)

# Display sample data
print("Sample data:")
print(df.head())

# Transform data for visualization
df_melted = df.melt(id_vars=['Zone'], value_vars=['pH', 'DO', 'BOD', 'COD'],
                    var_name='Parameter', value_name='Value')

# Create a bar plot to compare water quality across stations
plt.figure(figsize=(12, 6))
sns.barplot(data=df_melted, x='Zone', y='Value', hue='Parameter')
```

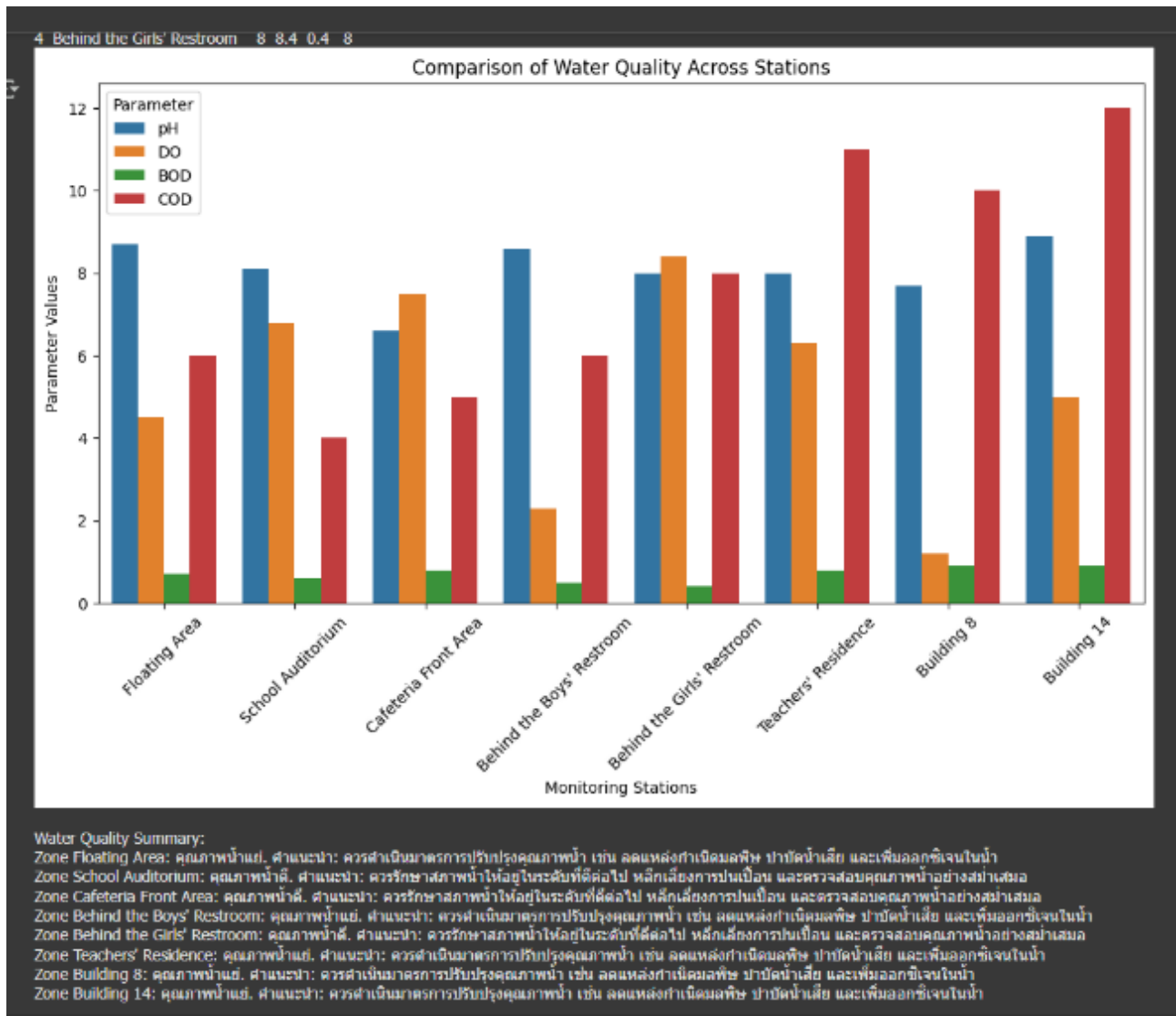
```

plt.title("Comparison of Water Quality Across Stations")
plt.xticks(rotation=45)
plt.legend(title="Parameter")
plt.xlabel("Monitoring Stations")
plt.ylabel("Parameter Values")
plt.show()

# Summarize water quality for each station
print("\nWater Quality Summary:")
for index, row in df.iterrows():
    try:
        pH = float(row['pH']) if pd.notna(row['pH']) else None
        DO = float(row['DO']) if pd.notna(row['DO']) else None
        BOD = float(row['BOD']) if pd.notna(row['BOD']) else None
        COD = float(row['COD']) if pd.notna(row['COD']) else None
        if None in [pH, DO, BOD, COD]:
            status = "ข้อมูลไม่สมบูรณ์"
            recommendation = "โปรดตรวจสอบข้อมูลที่ขาดหายไป"
        else:
            if 6.5 <= pH <= 8.5 and DO > 5 and BOD < 3 and COD < 10:
                status = "คุณภาพน้ำดี"
                recommendation = "ควรรักษาคุณภาพน้ำให้อยู่ในระดับที่ดีต่อไป หลีกเลี่ยงการปนเปื้อน และตรวจสอบคุณภาพน้ำอย่างสม่ำเสมอ"
            else:
                status = "คุณภาพน้ำแย่"
                recommendation = "ควรดำเนินการมาตรการปรับปรุงคุณภาพน้ำ เช่น ลดแหล่งกำเนิดมลพิษ บำบัดน้ำเสีย และเพิ่มออกซิเจนในน้ำ"
        except ValueError:
            status = "ข้อมูลไม่ถูกต้อง"
            recommendation = "โปรดตรวจสอบข้อมูลที่ป้อนเข้ามา"
        print(f"Zone {row['Zone']}: {status}. คำแนะนำ: {recommendation}")

```

## ตัวอย่างการวิเคราะห์คุณภาพน้ำในบริเวณต่างๆ



พ.ศ. ๒๕๕๖



## โค้ดรอง (การตรวจวัดปริมาณขยะที่อยู่ในน้ำ)

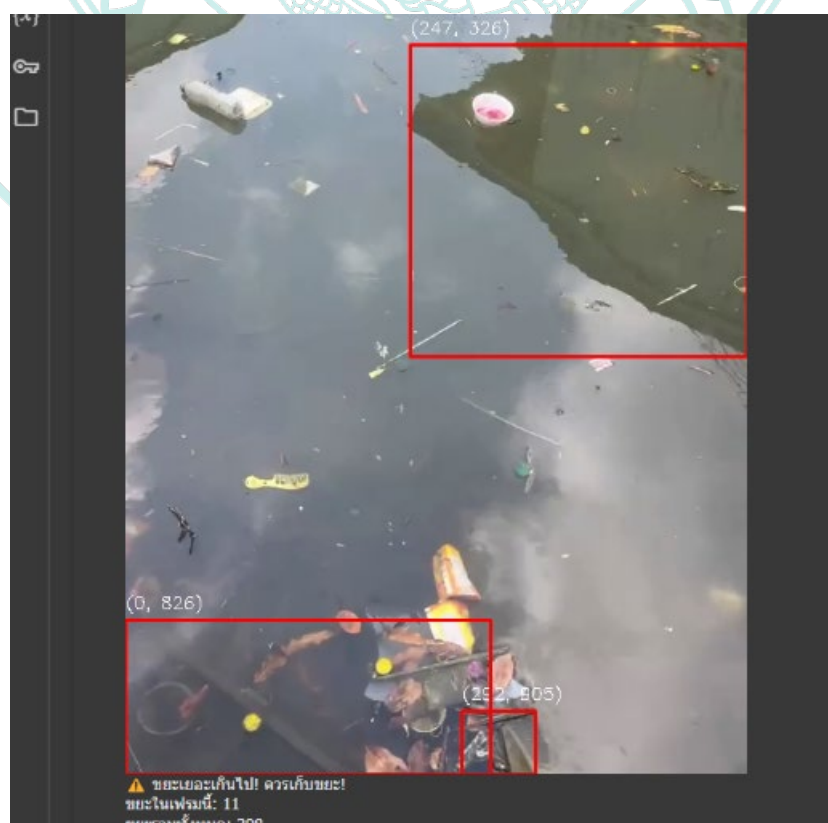
```
import cv2
import numpy as np
from google.colab.patches import cv2_imshow # สำหรับการแสดงผลใน Google Colab
# เปิดวิดีโอจากไฟล์
video_path = 'ขยะ1.mp4' # เปลี่ยนเป็นชื่อไฟล์ของคุณ
cap = cv2.VideoCapture(video_path)
# ตรวจสอบว่าวิดีโอโหลดสำเร็จหรือไม่
if not cap.isOpened():
    print("❌ ไม่สามารถเปิดวิดีโอได้! กรุณาตรวจสอบพารามิเตอร์ไฟล์")
    exit()
waste_count_total = 0 # ตัวแปรนับจำนวนขยะทั้งหมดที่พบ
while True:
    ret, frame = cap.read()
    if not ret:
        break # จบการทำงานเมื่อไม่มีเฟรมให้ประมวลผล
    # แปลงภาพเป็นระดับสีเทา
    gray = cv2.cvtColor(frame, cv2.COLOR_BGR2GRAY)
    # ลดสัญญาณรบกวน (Noise) เพื่อช่วยให้การตรวจจับแม่นยำขึ้น
    blurred = cv2.GaussianBlur(gray, (5, 5), 0)
    # ใช้ Threshold เพื่อตรวจจับวัตถุที่ลอยอยู่ในน้ำ
    _, thresh = cv2.threshold(blurred, 100, 255, cv2.THRESH_BINARY_INV)
    # ค้นหา Contours (ขยะในน้ำ)
    contours, _ = cv2.findContours(thresh, cv2.RETR_EXTERNAL, cv2.CHAIN_APPROX_SIMPLE)
    waste_count = 0 # ตัวแปรนับจำนวนขยะที่พบในเฟรมนี้
    # วาดกรอบรอบขยะที่ตรวจพบ
    for cnt in contours:
        area = cv2.contourArea(cnt)
        if area > 500: # กรองวัตถุที่เล็กเกินไป
            x, y, w, h = cv2.boundingRect(cnt)
            cv2.rectangle(frame, (x, y), (x + w, y + h), (0, 0, 255), 2) # วาดกรอบสีแดง
            waste_count += 1 # เพิ่มจำนวนขยะที่ตรวจพบในเฟรมนี้
            # เพิ่มการแสดงตำแหน่งของขยะ
            cv2.putText(frame, f'({x}, {y})', (x, y - 10), cv2.FONT_HERSHEY_SIMPLEX, 0.5, (255, 255, 255), 1)
    # เพิ่มจำนวนขยะที่ตรวจพบในเฟรมนี้ไปยังจำนวนขยะรวมทั้งหมด
    waste_count_total += waste_count
```

```

# แสดงจำนวนขยะที่พบในเฟรมนี้
cv2.putText(frame, f'ขยะในเฟรมนี้: {waste_count}', (50, 50), cv2.FONT_HERSHEY_SIMPLEX, 1, (0, 255, 0), 2)
# แสดงจำนวนขยะทั้งหมดที่พบ
cv2.putText(frame, f'ขยะรวมทั้งหมด: {waste_count_total}', (50, 100), cv2.FONT_HERSHEY_SIMPLEX, 1, (0,
255, 0), 2)
# การแจ้งเตือนเมื่อจำนวนขยะเยอะจนควรเก็บ
if waste_count_total > 100: # ปรับค่าตามความเหมาะสม
    cv2.putText(frame, ' ⚠ ขยะเยอะเกินไป! ควรเก็บขยะ!', (50, 150), cv2.FONT_HERSHEY_SIMPLEX, 1, (0, 0,
255), 2)
    print(" ⚠ ขยะเยอะเกินไป! ควรเก็บขยะ!")
# พิมพ์ข้อมูลในคอนโซล
print(f'ขยะในเฟรมนี้: {waste_count}')
print(f'ขยะรวมทั้งหมด: {waste_count_total}')
# แสดงผลลัพธ์ใน Google Colab
cv2.imshow(frame) # ใช้ cv2.imshow แทน cv2.imshow()
# กด 'q' เพื่อออกจากการรันวิดีโอ
if cv2.waitKey(1) & 0xFF == ord('q'):
    break
# ปิดวิดีโอและหน้าต่างแสดงผล
cap.release()
cv2.destroyAllWindows()

```

ตัวอย่างการตรวจวัดปริมาณขยะที่อยู่ในน้ำ



## โค้ดรอง (แชทบอทโต้ตอบข้อมูลเกี่ยวกับการดูแลรักษาทรัพยากรน้ำ)

```
import openai
openai.api_key = "YOUR_OPENAI_API_KEY"
print("ยินดีต้อนรับสู่ AquaBot! 💧 ")
while True:
    user_input = input("\nสอบถามข้อมูลเกี่ยวกับการดูแลแหล่งน้ำ, การตรวจสอบคุณภาพน้ำ หรือการลดมลพิษทางน้ำ (หรือพิมพ์ 'ออก' เพื่อออกจากบทสนทนา): ").strip().lower()

    if user_input == "ออก":
        print("\nขอบคุณที่ใช้ AquaBot หากมีข้อสงสัยเพิ่มเติมสามารถสอบถามได้อีกนะคะ 💧 ")
        break

    elif any(keyword in user_input for keyword in ["คุณภาพน้ำ", "คุณภาพน้ำคืออะไร", "การตรวจสอบคุณภาพน้ำ", "ค่าคุณภาพน้ำ"]):
        print("💧 การตรวจสอบคุณภาพน้ำประกอบด้วยการวัดค่าต่างๆ เช่น:\n")
        print("- pH: วัดความเป็นกรด-ด่างของน้ำ\n")
        print("- ความกระด้าง (Hardness): วัดระดับแร่ธาตุในน้ำ เช่น แคลเซียมและแมกนีเซียม\n")
        print("- ค่าออกซิเจนละลายน้ำ (DO): วัดปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ ซึ่งสำคัญสำหรับสิ่งมีชีวิตในน้ำ\n")
        print("- ค่าความขุ่น (Turbidity): วัดความใสของน้ำที่บ่งบอกถึงปริมาณสารแขวนลอย\n")

    elif any(keyword in user_input for keyword in ["การลดมลพิษทางน้ำ", "มลพิษน้ำ", "การป้องกันมลพิษน้ำ"]):
        print("🌍 การลดมลพิษทางน้ำสามารถทำได้โดย:\n")
        print("- การบำบัดน้ำเสีย: การกำจัดสารพิษและสารมลพิษออกจากน้ำ\n")
        print("- การใช้สารเคมีที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม: เช่น สารเคมีที่ช่วยลดการปนเปื้อนของสารพิษ\n")
        print("- การควบคุมการใช้สารเคมีในเกษตรกรรม: เช่น ปุ๋ยและสารกำจัดศัตรูพืช\n")
        print("- การจัดการของเสีย: การจัดการอย่างถูกวิธีไม่ให้มีการปล่อยของเสียลงแหล่งน้ำ\n")

    elif any(keyword in user_input for keyword in ["วิธีการวัดคุณภาพน้ำ", "การตรวจสอบน้ำ", "การวัดค่าต่างๆ ของน้ำ"]):
        print("📏 วิธีการวัดคุณภาพน้ำมีหลายวิธี เช่น:\n")
        print("- การใช้เครื่องมือวัดพิเศษ: เช่น pH meter, Turbidity meter, DO meter\n")
        print("- การเก็บตัวอย่างน้ำ: เพื่อนำมาทดสอบในห้องปฏิบัติการ\n")
        print("- การใช้ชุดทดสอบน้ำ: ชุดทดสอบที่ใช้วัดค่าพื้นฐานต่างๆ เช่น pH, ความกระด้าง และไนเตรต\n")

    elif any(keyword in user_input for keyword in ["การดูแลแหล่งน้ำ", "การรักษาคุณภาพน้ำ", "การจัดการแหล่งน้ำ"]):
        print("💧 การดูแลแหล่งน้ำสามารถทำได้โดย:\n")
        print("- การบำบัดน้ำเสียอย่างมีประสิทธิภาพ\n")
        print("- การตรวจสอบคุณภาพน้ำอย่างสม่ำเสมอ\n")
        print("- การลดการใช้สารเคมีในอุตสาหกรรมและเกษตรกรรม\n")
        print("- การสร้างพื้นที่กันน้ำ: เช่น บ่อน้ำ หรือบ่อเก็บน้ำฝนเพื่อช่วยเก็บกักน้ำและลดการใช้น้ำดื่ม\n")

    elif any(keyword in user_input for keyword in ["น้ำเสีย", "บำบัดน้ำเสีย", "ระบบบำบัดน้ำเสีย"]):
        print("🌱 การบำบัดน้ำเสียสามารถทำได้ในหลายขั้นตอน เช่น:\n")
        print("- การบำบัดน้ำเสียทางชีวภาพ: การใช้จุลินทรีย์ในการย่อยสลายสารมลพิษ\n")
```

"- การบำบัดน้ำเสียทางเคมี: การใช้สารเคมีในการกำจัดสารพิษ"

"- การกรองน้ำ: การกรองสารแขวนลอยและอนุภาคที่ไม่ละลายในน้ำ"

"- การบำบัดน้ำเสียทางกายภาพ: การใช้เทคนิคต่างๆ เช่น การตั้งตัวแยกสารเพื่อแยกมลพิษออกจากน้ำ")

elif any(keyword in user\_input for keyword in ["น้ำสะอาด", "การทำน้ำสะอาด", "การรักษา้ำสะอาด"]):

print("💧 การทำน้ำให้สะอาดสามารถทำได้โดย:\n")

"- การกรองน้ำ: เช่น การกรองผ่านฟิลเตอร์หรือระบบ Reverse Osmosis (RO)\n"

"- การต้ม: ใช้ความร้อนฆ่าเชื้อโรคในน้ำ"

"- การใช้สารฆ่าเชื้อ: เช่น คลอรีนในการฆ่าเชื้อโรค"

"- การใช้เทคนิค UV: การใช้แสงอัลตราไวโอเล็ตฆ่าเชื้อในน้ำ")

else:

print("❗ ขอโทษค่ะ ดิฉันไม่พบข้อมูลเกี่ยวกับเรื่องที่คุณสอบถาม กรุณาลองใช้คำถามอื่น หรือพิมพ์ 'ออก' เพื่อออกจากระบบ")

## ตัวอย่างการโต้ตอบข้อมูลเกี่ยวกับการดูแลรักษาทรัพยากรน้ำ

ยินดีต้อนรับสู่ AquaBot! 💧

สอบถามข้อมูลเกี่ยวกับการดูแลแหล่งน้ำ, การตรวจสอบคุณภาพน้ำ หรือการลดมลพิษทางน้ำ (หรือพิมพ์ 'ออก' เพื่อออกจากบทสนทนา): การดูแลแหล่งน้ำ

- 💧 การดูแลแหล่งน้ำสามารถทำได้โดย:
  - การบำบัดน้ำเสียอย่างมีประสิทธิภาพ
  - การตรวจสอบคุณภาพน้ำอย่างสม่ำเสมอ
  - การลดการใช้สารเคมีในอุตสาหกรรมและเกษตรกรรม
  - การสร้างพื้นที่กันน้ำ: เช่น บ่อน้ำ หรือบ่อเก็บน้ำฝนเพื่อช่วยเก็บกักน้ำและลดการใช้น้ำดื่ม

สอบถามข้อมูลเกี่ยวกับการดูแลแหล่งน้ำ, การตรวจสอบคุณภาพน้ำ หรือการลดมลพิษทางน้ำ (หรือพิมพ์ 'ออก' เพื่อออกจากบทสนทนา): วิธีการวัดคุณภาพน้ำ

- 💧 การตรวจสอบคุณภาพน้ำประกอบด้วยวิธีการวัดค่าต่างๆ เช่น:
  - pH: วัดความเป็นกรด-ด่างของน้ำ
  - ความกระด้าง (Hardness): วัดระดับแร่ธาตุในน้ำ เช่น แคลเซียมและแมกนีเซียม
  - ค่าออกซิเจนละลายน้ำ (DO): วัดปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ ซึ่งสำคัญสำหรับสิ่งมีชีวิตในน้ำ
  - ค่าความขุ่น (Turbidity): วัดความใสของน้ำที่บ่งบอกถึงปริมาณสารแขวนลอย

สอบถามข้อมูลเกี่ยวกับการดูแลแหล่งน้ำ, การตรวจสอบคุณภาพน้ำ หรือการลดมลพิษทางน้ำ (หรือพิมพ์ 'ออก' เพื่อออกจากบทสนทนา): ออก

ขอบคุณที่ใช้ AquaBot หากมีข้อสงสัยเพิ่มเติมสามารถสอบถามได้อีกนะคะ 💧

พ.ศ. ๒๕๕๖



