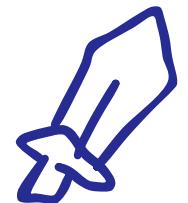


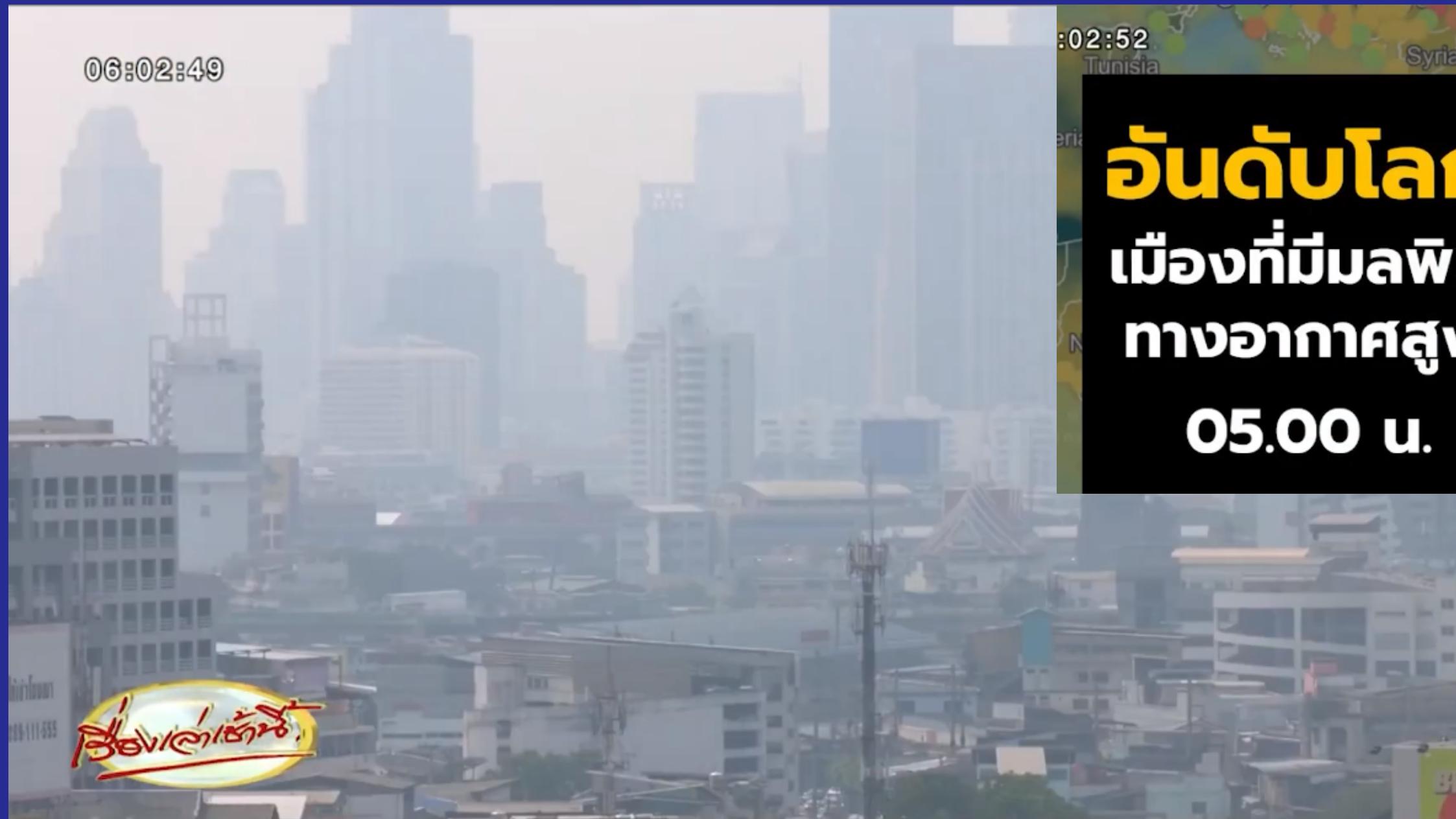
# BreathWise



Data Avenger

# The Problem

# PM2.5



# Our solution

จัดทำโดยเดลพกาธน์ผุน PM2.5  
(เฉลี่ยของ จ.เชียงใหม่)  
ด้วย Machine Learning

How?

# Data processing

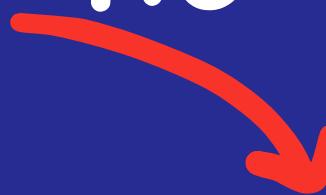
# Datasets (2012-2021)

-  rain (day)
-  humid (hour)
-  pressure (hour)
-  temp (hour)
-  pm2.5 (day)

# Here's the data

| date | hour | BKUG   | MEWG  | KYKT   | BMKN  | NTNG  | NIKS   |
|------|------|--------|-------|--------|-------|-------|--------|
| 1    | 0    | NaN    | -999  | 1013.9 | 978.8 | 982   | NaN    |
| 1    | 1    | NaN    | 981.6 |        | 978.7 | 981.9 | 1002.7 |
| 1    | 2    | 1002.6 | -999  | 1014.8 | NaN   |       | 1002.5 |
| 1    | 3    | 1002.7 | 980.8 | 1013.5 | 977.9 | 998.1 | 1002.2 |
| 1    | 4    | 1002.5 | 980.9 |        | 978   |       | NaN    |

remove other stations



| date | hour | BKUG   | MEWG  | KYKT   | BMKN  | NTNG  | NIKS   |
|------|------|--------|-------|--------|-------|-------|--------|
| 1    | 0    | Nan    | -999  | 1013.9 | 978.8 | 982   | Nan    |
| 1    | 1    | Nan    | 981.6 |        | 978.7 | 981.9 | 1002.7 |
| 1    | 2    | 1002.6 | -999  | 1014.8 | Nan   |       | 1002.5 |
| 1    | 3    | 1002.7 | 980.8 | 1013.5 | 977.9 | 998.1 | 1002.2 |
| 1    | 4    | 1002.5 | 980.9 |        | 978   |       | Nan    |

# Only เชียงใหม่ Stations

| date | hour | MEWG  | BMKN  | NTNG  |
|------|------|-------|-------|-------|
| 1    | 0    | -999  | 978.8 | 982   |
| 1    | 1    | 981.6 | 978.7 | 981.9 |
| 1    | 2    | -999  | NaN   |       |
| 1    | 3    | 980.8 | 977.9 | 998.1 |
| 1    | 4    | 980.9 | 978   |       |

# Strange values?

| date | hour | MEWG  | BMKN  | NTNG  |
|------|------|-------|-------|-------|
| 1    | 0    | -999  | 978.8 | 982   |
| 1    | 1    | 981.6 | 978.7 | 981.9 |
| 1    | 2    | -999  | NaN   |       |
| 1    | 3    | 980.8 | 977.9 | 998.1 |
| 1    | 4    | 980.9 | 978   |       |

# Change it to NaN

| date | hour | MEWG  | BMKN  | NTNG  |
|------|------|-------|-------|-------|
| 1    | 0    | NaN   | 978.8 | 982   |
| 1    | 1    | 981.6 | 978.7 | 981.9 |
| 1    | 2    | NaN   | NaN   | NaN   |
| 1    | 3    | 980.8 | 977.9 | 998.1 |
| 1    | 4    | 980.9 | 978   | NaN   |

average them  
↓

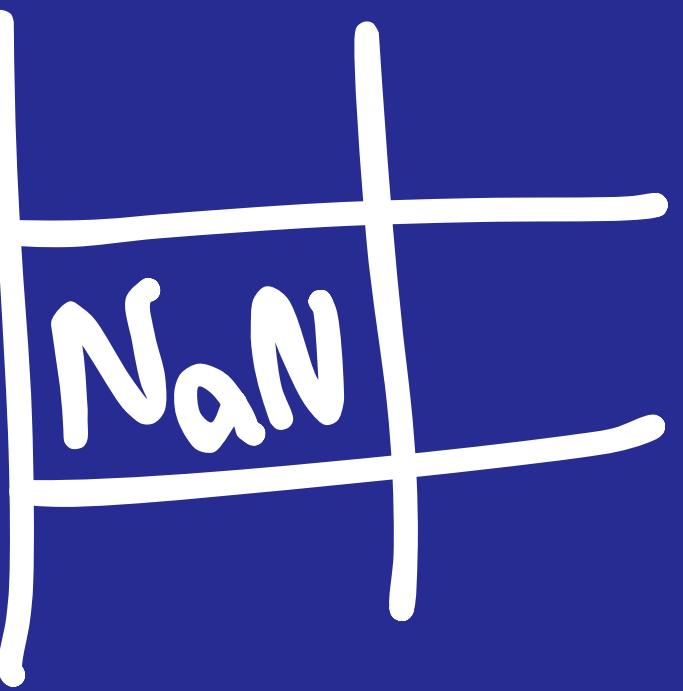
| date | hour | avg   |
|------|------|-------|
| 1    | 0    | 980.4 |
| 1    | 1    | 980.7 |
| 1    | 2    | NaN   |
| 1    | 3    | 985.6 |
| 1    | 4    | 979.5 |

| date | hour | avg   |
|------|------|-------|
| 1    | 0    | 980.4 |
| 1    | 1    | 980.7 |
| 1    | 2    | NaN   |
| 1    | 3    | 985.6 |
| 1    | 4    | 979.5 |

Missing  
Value

# Missing values?

Missing values?  
Impute Those!



# Methods

Mean

Most

Constant

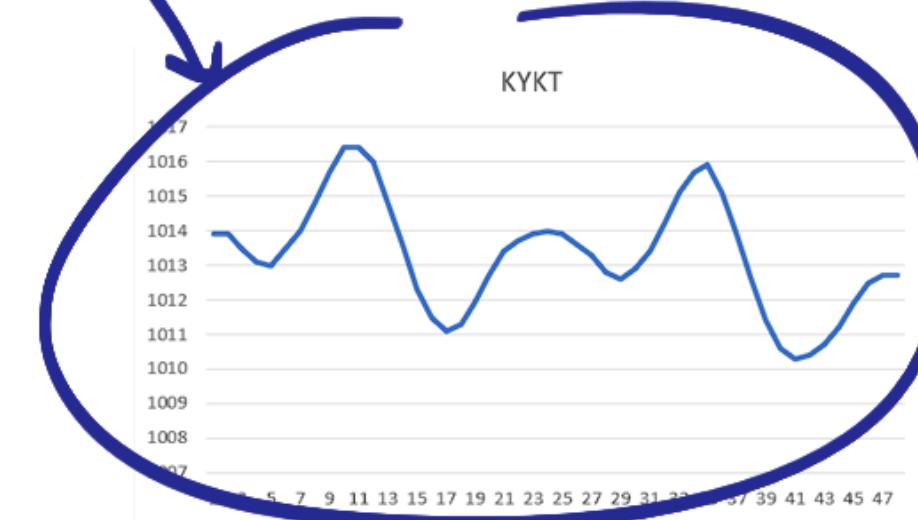
Iterative

KNN

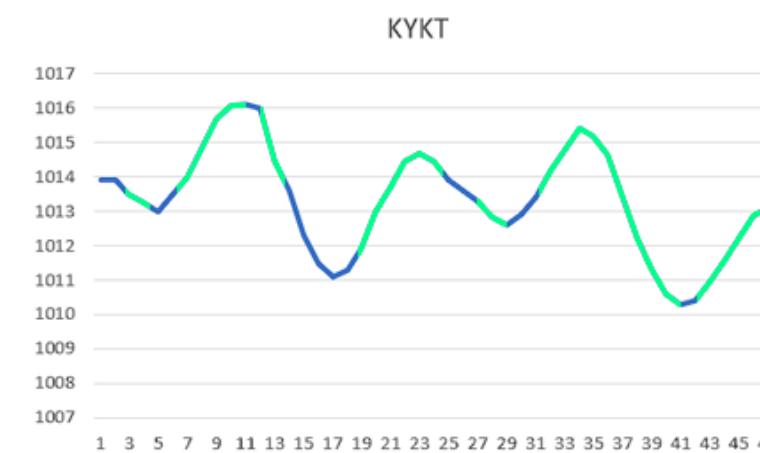
איזה גודל?



សំណើរាយ - (ការសំណើរាយរាល)

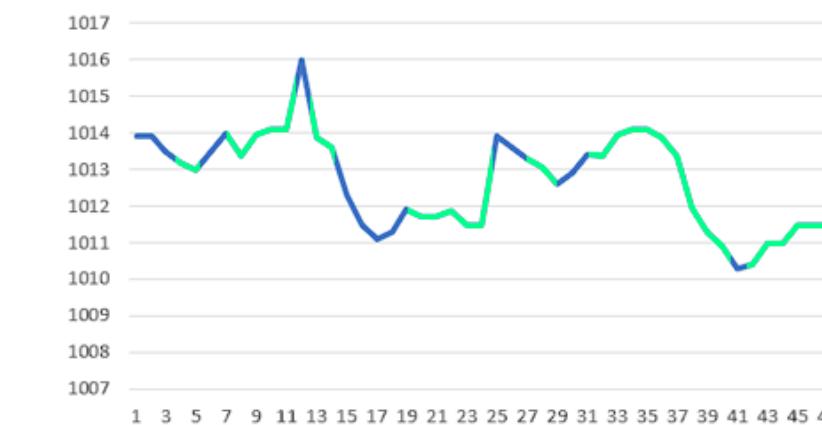


Iterative

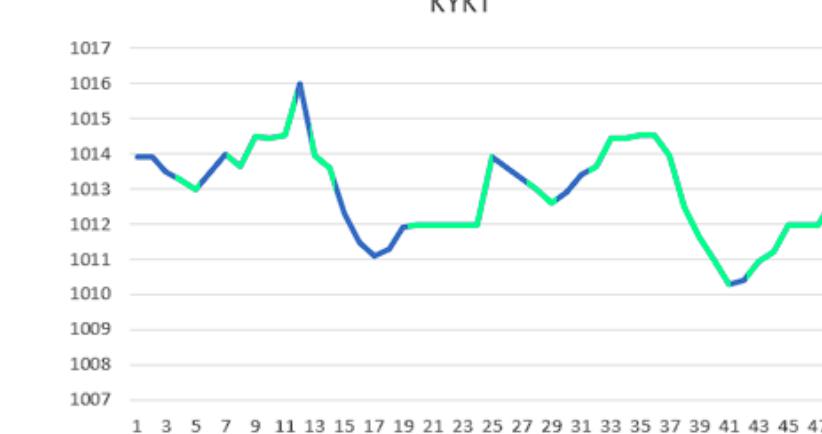


សំណើរាយ Impute  
សំណើរាយ

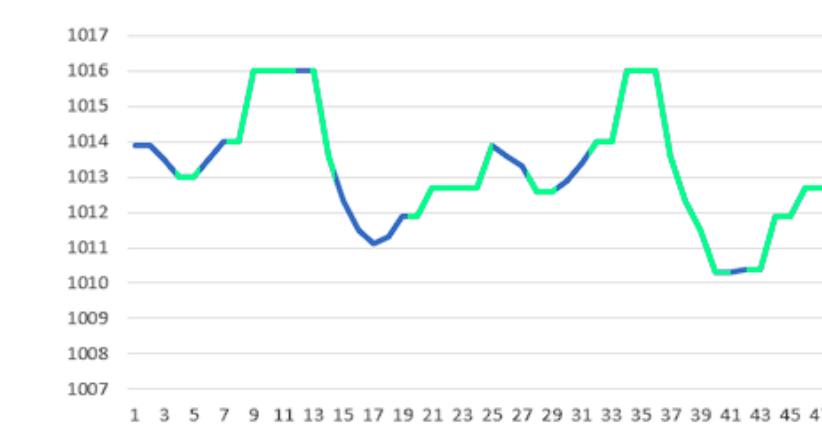
KNN,  $n = S_{KYKT}$



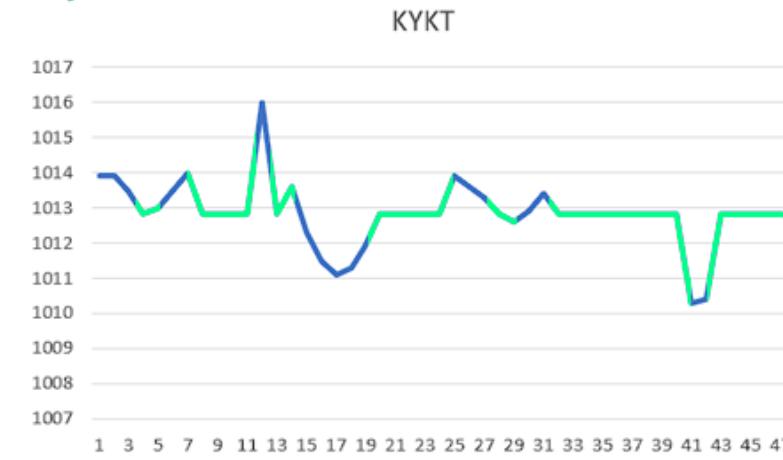
KNN,  $n = 3$



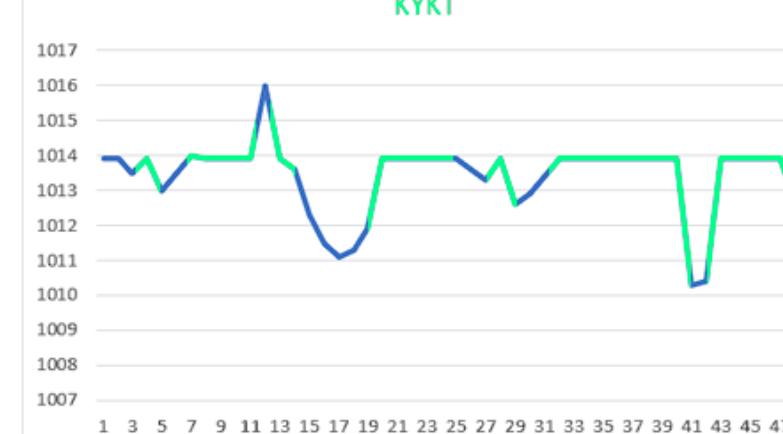
KNN,  $n = 1$



Mean



Most

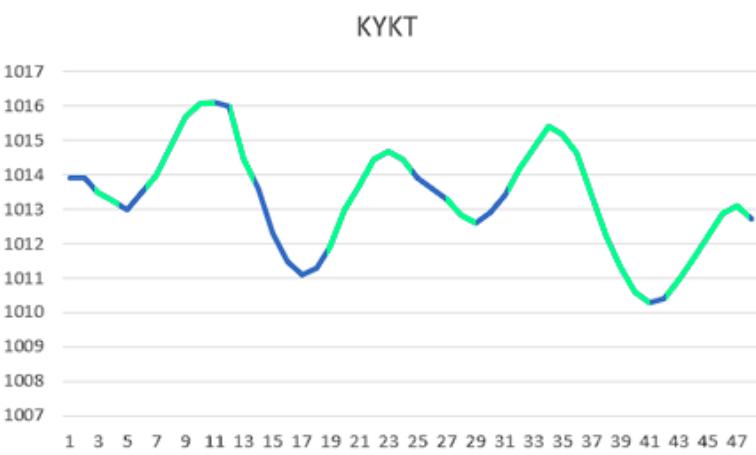


Constant





Iterative



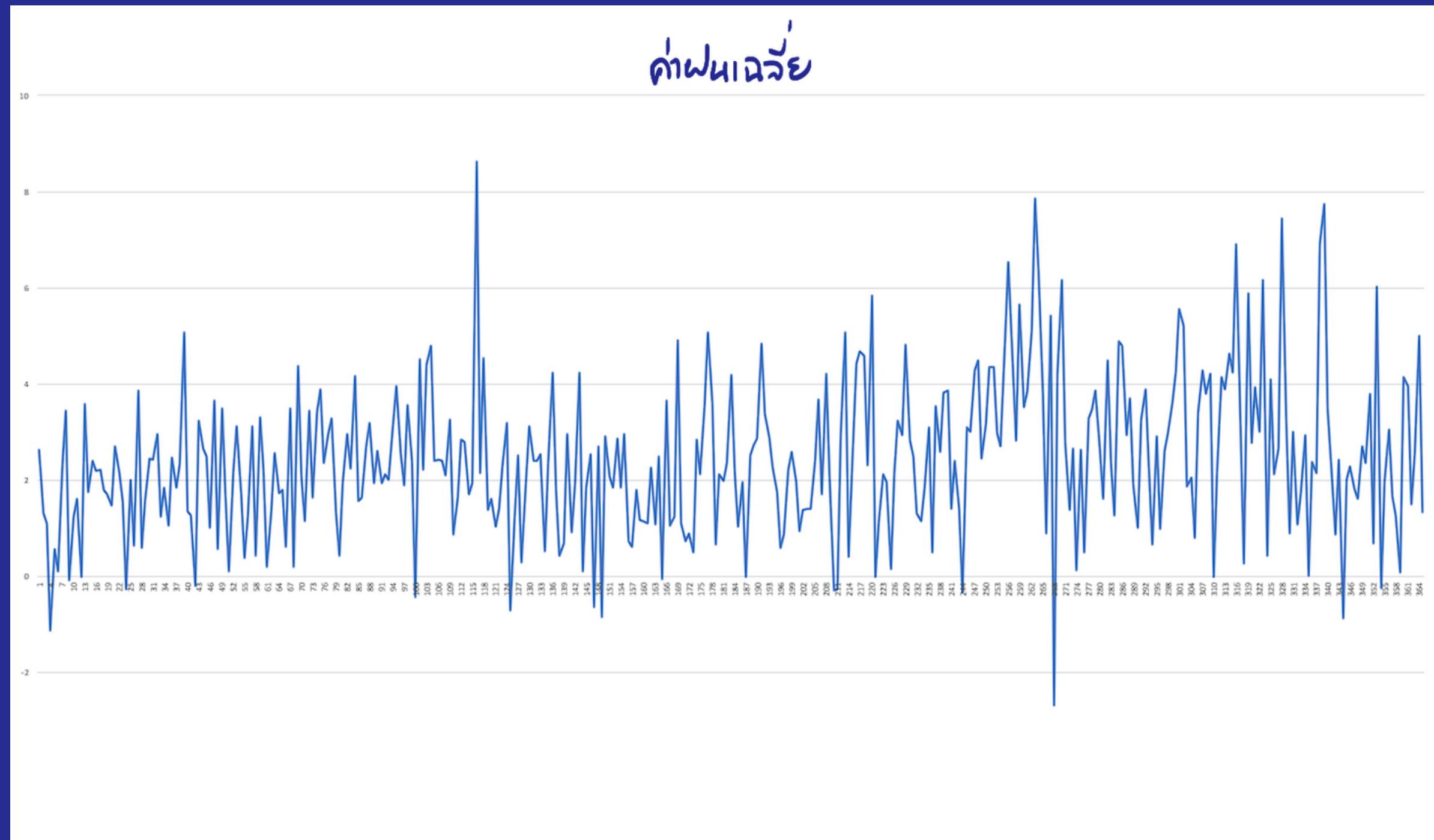
Winner!  
Iterative

| date | hour | avg   |
|------|------|-------|
| 1    | 0    | 980.4 |
| 1    | 1    | 980.7 |
| 1    | 2    | 983.7 |
| 1    | 3    | 985.6 |
| 1    | 4    | 979.5 |

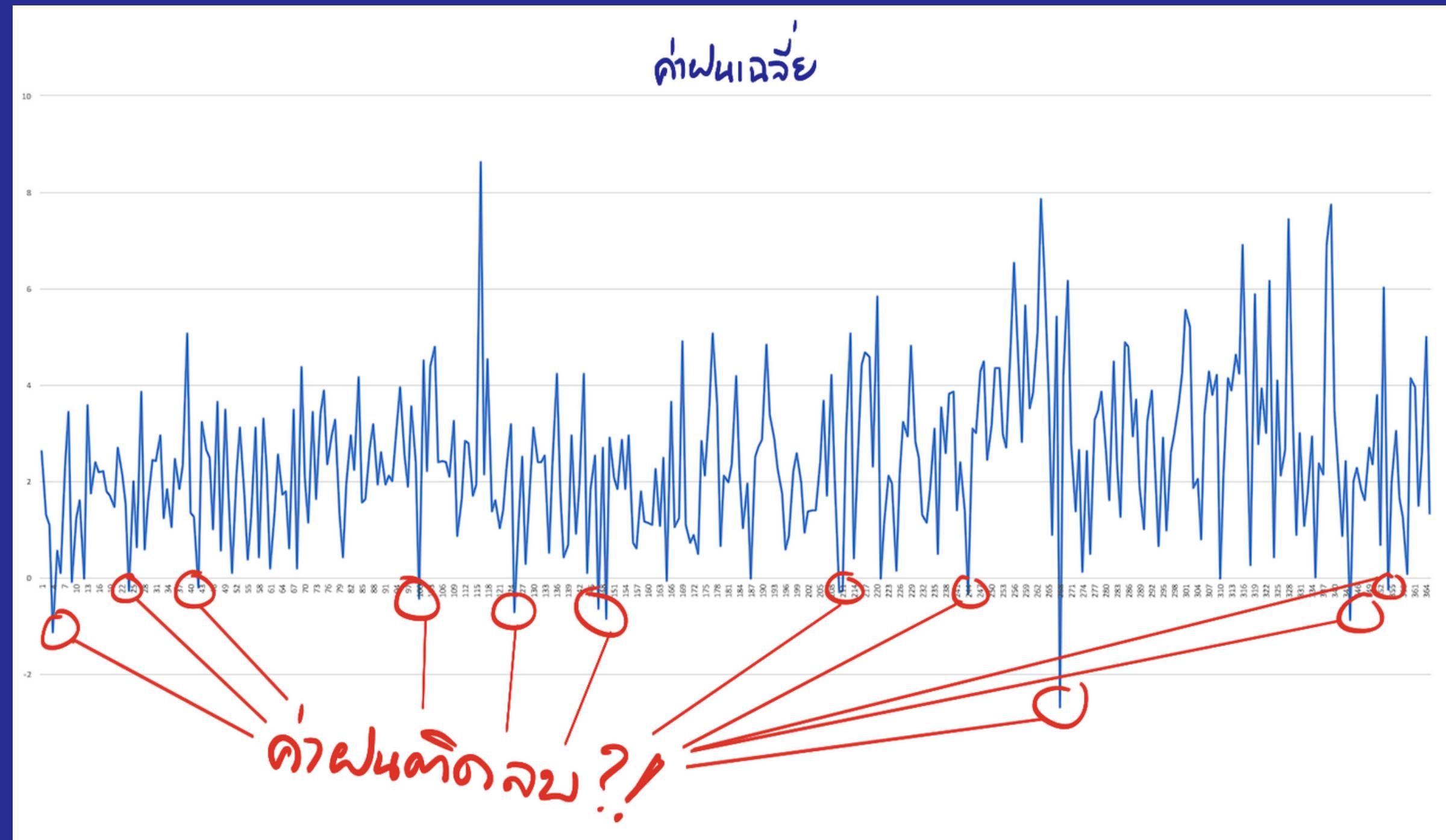
← Imputed!



# Let's see...



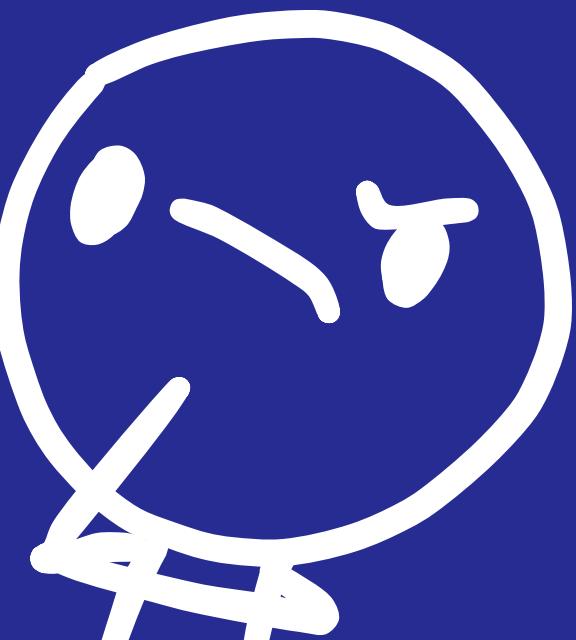
# Oh no





humid (hour)  
pressure (hour)  
temp (hour)

rain (day)  
pm2.5 (day)



humid  
pressure  
temp

| date | hour | avg |
|------|------|-----|
| 1    | 1    | ~   |
| 1    | 2    | ~   |
| 1    | 3    | ~   |
| 1    | 4    | ~   |
| 1    | 5    | ~   |
| 1    | 6    | ~   |
| 1    | 7    | ~   |
| 1    | 8    | ~   |
| 1    | 9    | ~   |
| 1    | 10   | ~   |
| 1    | 11   | ~   |
| 1    | 12   | ~   |
| 1    | 13   | ~   |
| 1    | 14   | ~   |
| 1    | 15   | ~   |
| 1    | 16   | ~   |
| 1    | 17   | ~   |
| 1    | 18   | ~   |
| 1    | 19   | ~   |
| 1    | 20   | ~   |
| 1    | 21   | ~   |
| 1    | 22   | ~   |
| 1    | 23   | ~   |
| 1    | 24   | ~   |
| 2    | 1    | ~   |
| 2    | 2    | ~   |
| 2    | 3    | ~   |
| 2    | 4    | ~   |
| 2    | 5    | ~   |
| 2    | 6    | ~   |
| 2    | 7    | ~   |
| 2    | 8    | ~   |
| 2    | 9    | ~   |
| 2    | 10   | ~   |
| 2    | 11   | ~   |
| 2    | 12   | ~   |
| 2    | 13   | ~   |
| 2    | 14   | ~   |
| 2    | 15   | ~   |
| 2    | 16   | ~   |
| 2    | 17   | ~   |
| 2    | 18   | ~   |
| 2    | 19   | ~   |
| 2    | 20   | ~   |
| 2    | 21   | ~   |
| 2    | 22   | ~   |
| 2    | 23   | ~   |
| 2    | 24   | ~   |

day1

day2

| date | Avg |
|------|-----|
| 1    | ~   |
| 2    | ~   |

day1  
day2

rain  
pm2.5

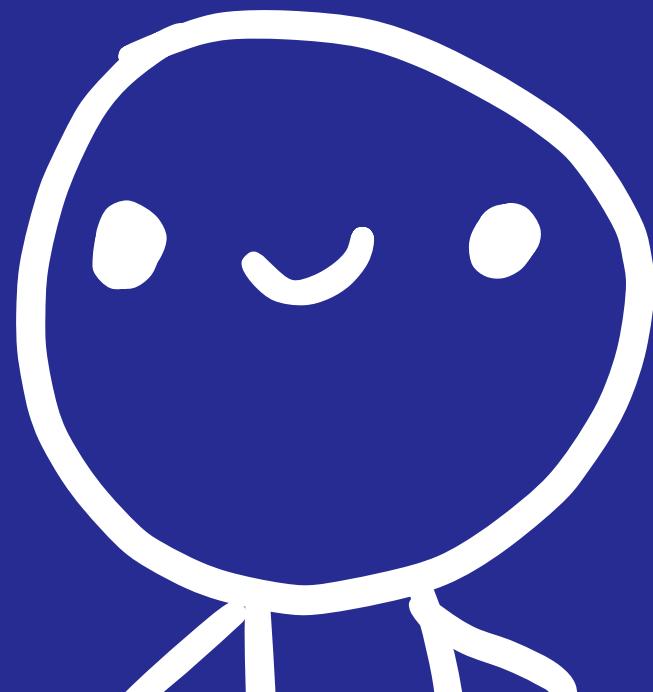


| date | min | max | avg |
|------|-----|-----|-----|
| 1    | ~   | ~   | ~   |
| 2    | ~   | ~   | ~   |

→ day1  
→ day2

| date | avg  |
|------|------|
| 1    | ~~~  |
| 2    | ~~~~ |

→ day1  
→ day2



min max avg



| date | min | max | avg |
|------|-----|-----|-----|
| 1    | ~   | ~   | ~   |
| 2    | ~   | ~   | ~   |

→ day1  
→ day2

| date | avg |
|------|-----|
| 1    | ~~~ |
| 2    | ~~~ |

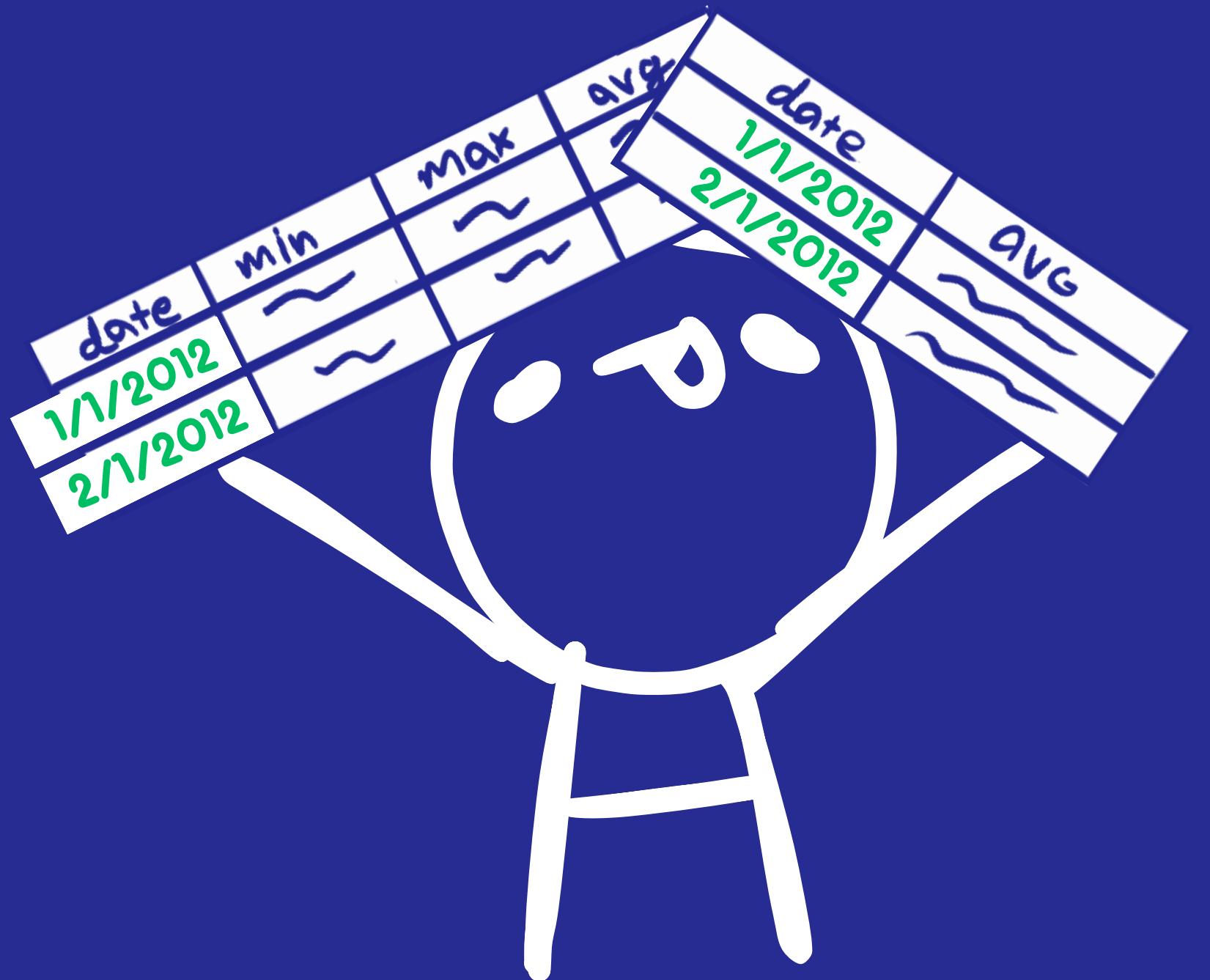
→ day1  
→ day2



Datestamp

| date     | min | max | avg |
|----------|-----|-----|-----|
| 1/1/2012 | ~   | ~   | ~   |
| 2/1/2012 | ~   | ~   | ~   |

| date     | avg  |
|----------|------|
| 1/1/2012 | ~~~  |
| 2/1/2012 | ~~~~ |

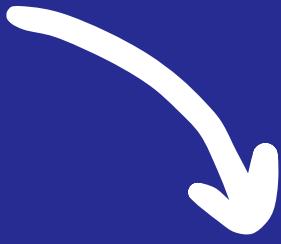


|    | date      | rain     | pm2.5 | humid mean | humid min | humid max  | temp mean | temp min  | temp max  | pres mean  | pres min   | pres max   |
|----|-----------|----------|-------|------------|-----------|------------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|------------|
| 0  | 1/1/2012  | 0.036000 | 19.0  | 74.997537  | 39.154325 | 99.670000  | 22.727110 | 15.343333 | 34.037143 | 953.533093 | 938.885000 | 969.444000 |
| 1  | 1/2/2012  | 0.088889 | 15.0  | 68.320147  | 36.030956 | 98.670000  | 21.451667 | 14.210000 | 31.605000 | 941.093958 | 937.255000 | 954.366667 |
| 2  | 1/3/2012  | 0.788889 | 16.0  | 69.845610  | 45.320641 | 98.000000  | 22.146024 | 14.700000 | 34.726260 | 944.078380 | 931.920000 | 965.437778 |
| 3  | 1/4/2012  | 0.100000 | 15.0  | 69.059112  | 35.447825 | 99.170000  | 22.605538 | 15.190000 | 33.320000 | 945.677384 | 937.255000 | 965.215556 |
| 4  | 1/5/2012  | 0.100000 | 18.0  | 67.860703  | 23.943010 | 99.000000  | 21.372222 | 15.190000 | 31.686667 | 946.653264 | 937.800000 | 954.760000 |
| 5  | 1/6/2012  | 0.051000 | 17.0  | 67.441911  | 37.666667 | 89.000000  | 22.315102 | 15.680000 | 32.656667 | 951.260495 | 934.646667 | 970.790000 |
| 6  | 1/7/2012  | 0.034467 | 17.0  | 60.554718  | 24.000000 | 99.630000  | 24.890450 | 15.190000 | 35.607857 | 958.491956 | 934.786667 | 972.218235 |
| 7  | 1/8/2012  | 0.033058 | 21.0  | 69.169315  | 41.333333 | 98.415000  | 21.988075 | 15.680000 | 32.340000 | 947.813472 | 936.480000 | 969.836667 |
| 8  | 1/9/2012  | 0.111570 | 23.0  | 65.822251  | 42.820769 | 87.000000  | 24.544591 | 18.456667 | 32.810000 | 957.997865 | 934.426667 | 969.020000 |
| 9  | 1/10/2012 | 0.059500 | 19.0  | 71.896488  | 44.903333 | 92.000000  | 22.937491 | 16.114286 | 32.979286 | 967.391490 | 963.569412 | 971.016471 |
| 10 | 1/11/2012 | 0.084298 | 18.0  | 70.906534  | 41.063846 | 97.400000  | 23.947429 | 17.533571 | 33.995714 | 967.938764 | 963.093333 | 971.487059 |
| 11 | 1/12/2012 | 0.193388 | 20.0  | 77.666798  | 53.333333 | 100.170000 | 22.09747  | 16.836667 | 30.390000 | 954.519918 | 933.256667 | 971.422941 |
| 12 | 1/13/2012 | 7.322314 | 26.0  | 81.637594  | 59.461538 | 95.200000  | 22.941890 | 19.123333 | 29.153333 | 959.505042 | 932.950000 | 967.246471 |
| 13 | 1/14/2012 | 2.126446 | 24.0  | 87.482566  | 71.000000 | 97.250000  | 22.381699 | 19.444000 | 27.403846 | 962.392206 | 958.500000 | 965.510588 |
| 14 | 1/15/2012 | 0.161157 | 16.0  | 68.739886  | 27.583333 | 93.000000  | 21.337730 | 16.031429 | 33.241538 | 962.709248 | 958.931176 | 966.901765 |
| 15 | 1/16/2012 | 0.163636 | 17.0  | 64.737489  | 26.363636 | 89.000000  | 20.809123 | 13.187500 | 33.004615 | 961.837720 | 957.867647 | 966.702500 |

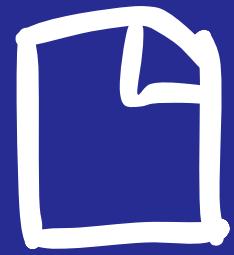
THE ULTIMATE  
.DATASET.csv

# Modeling

Facebook's  
Open source tool



Time Series Forecasting  
Model



THE\_ULTIMATE  
\_DATASET.csv



PROPHET

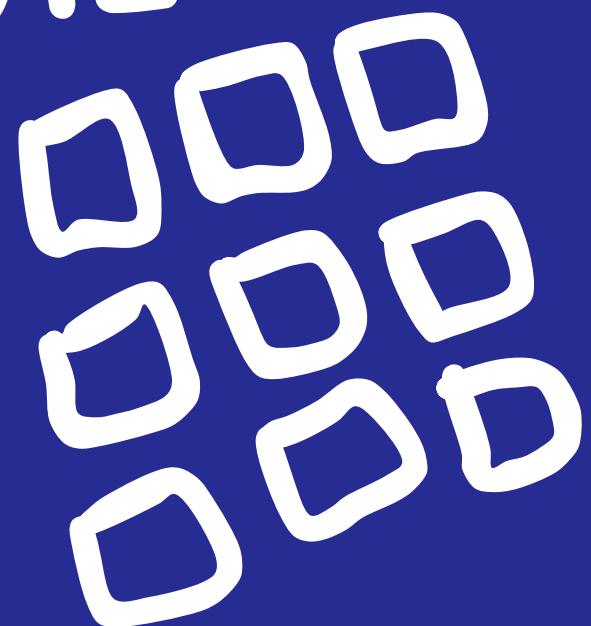
pm2.5 → y  
datestamp → X

```
model.add_regressor(  
    rain,  
    temp,  
    humid,  
    pressure,  
)
```



Train

2012-2020



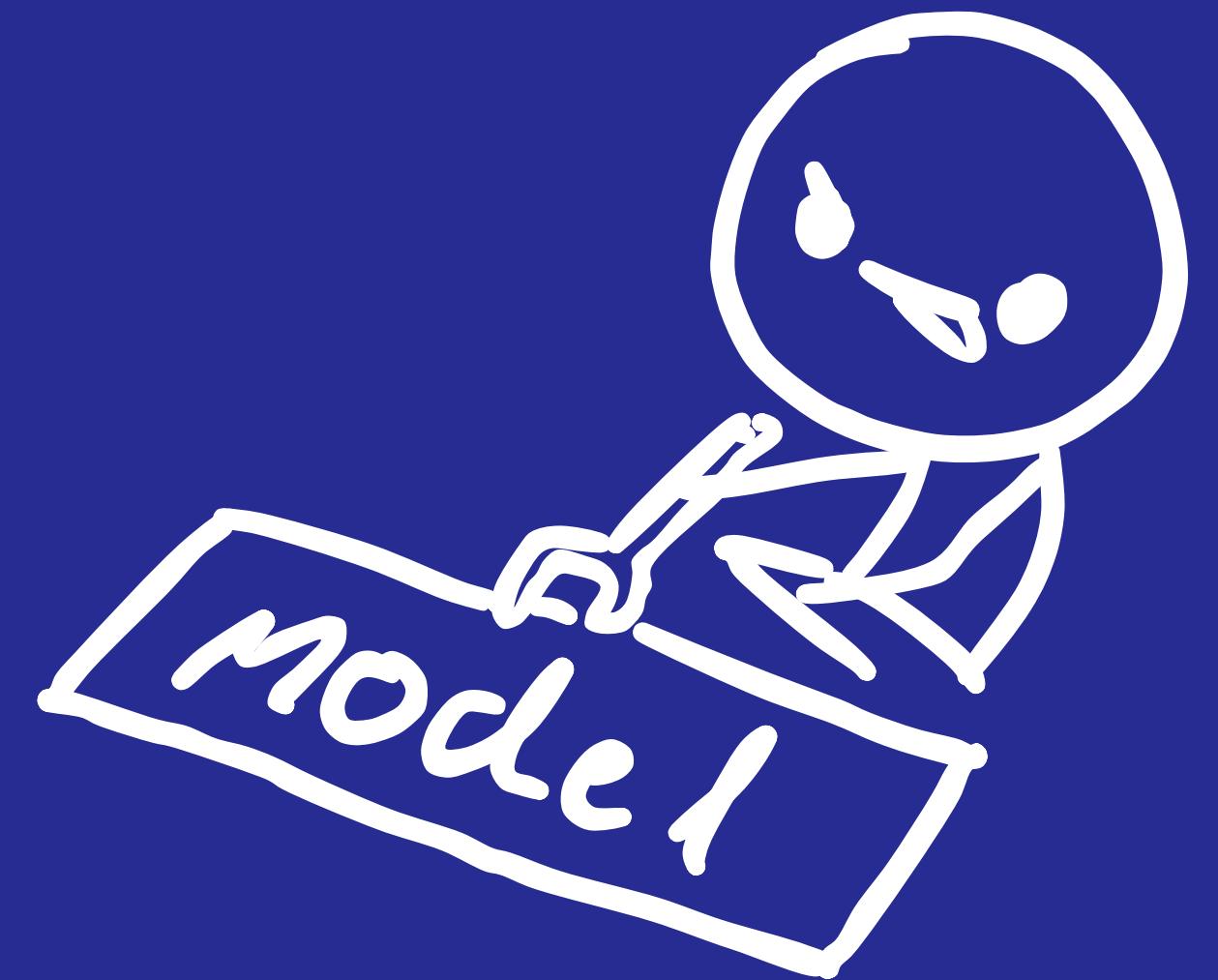
Test

2021



# Evaluation

|        |                                   |
|--------|-----------------------------------|
| MSE    | Mean Square Error                 |
| RMSE   | Root Mean Square Error            |
| MSPE   | Root Mean Square Percentage Error |
| MAXABE | Maximum Absolute Error            |
| MEDABE | Median Absolute Error             |



# Hyperparameter tuning

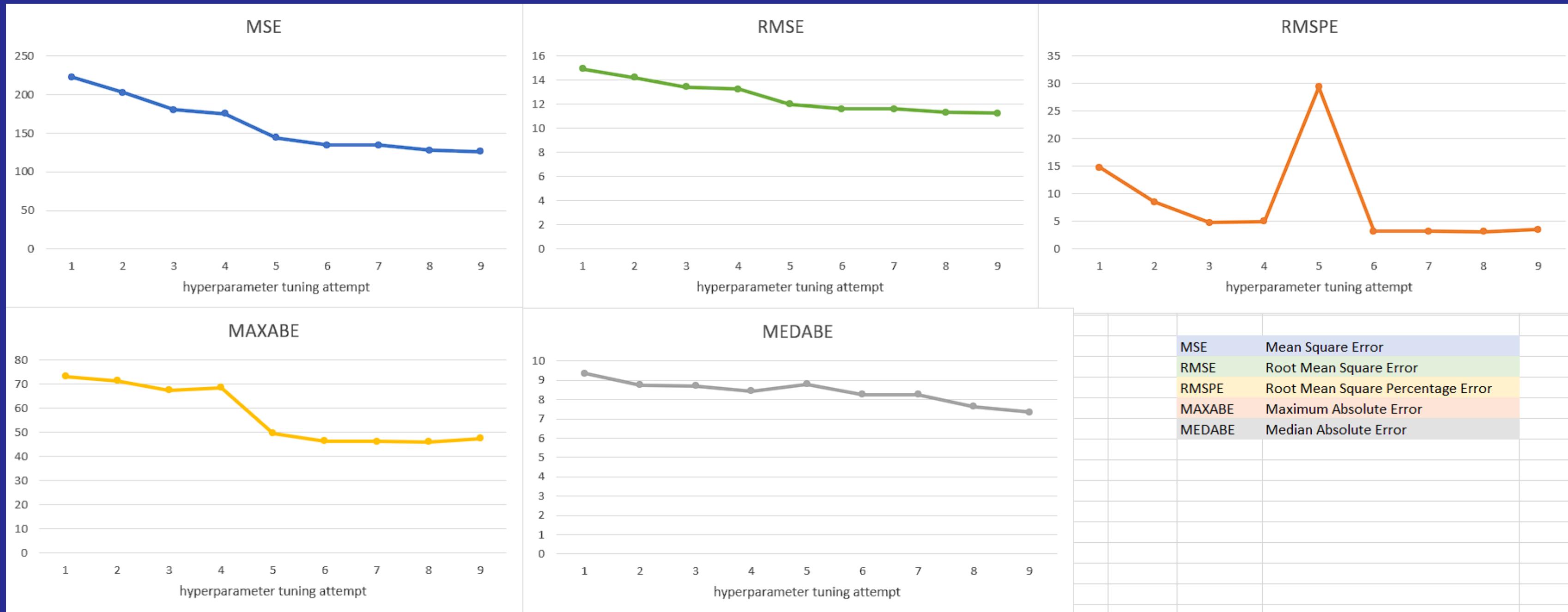
`changepoint_prior_scale`

`seasonality_prior_scale`

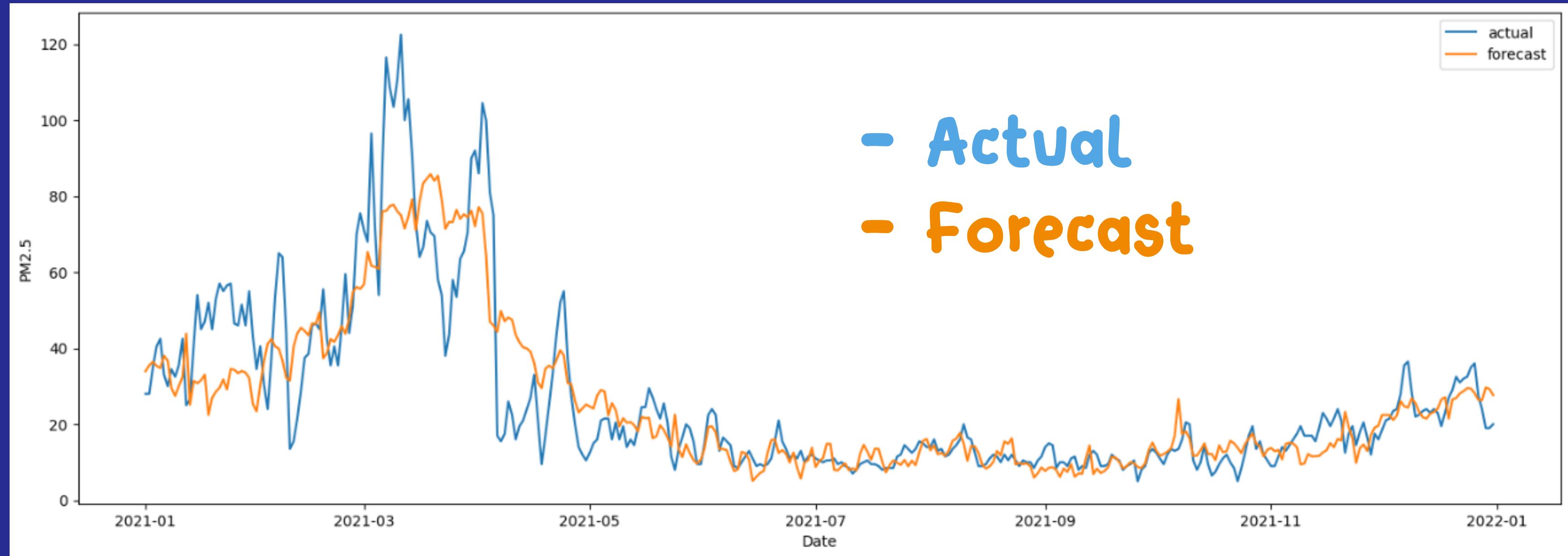
`n_changepoints`

...

# Less Prediction Error



# Final Result



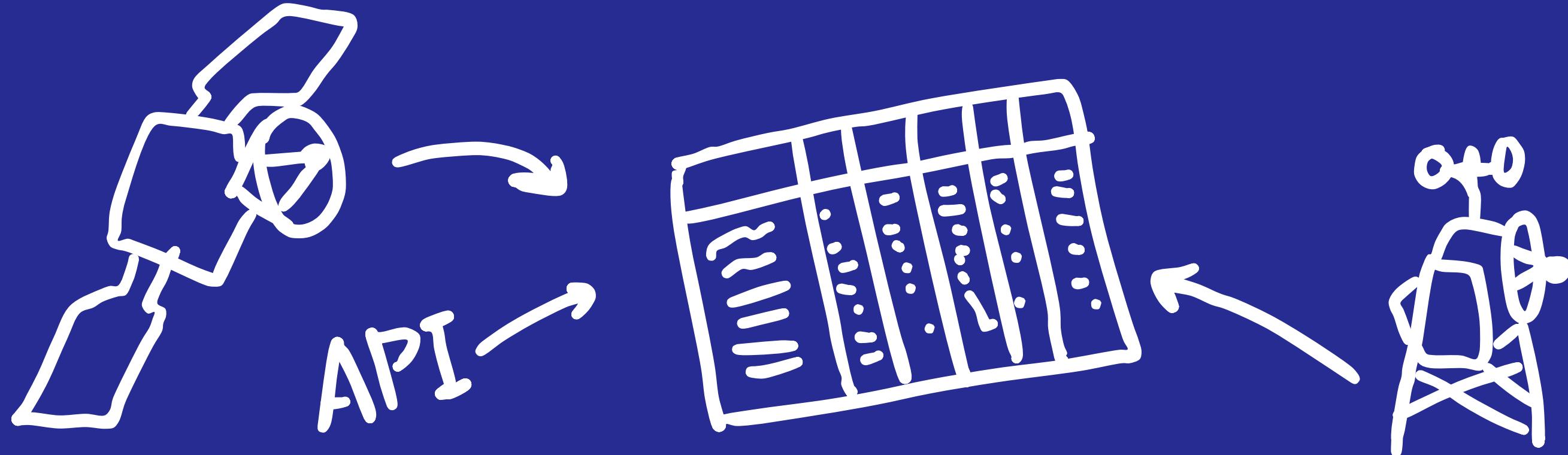
Mean Squared Error: 126.53319481016067  
Root Mean Squared Error: 11.2486974717147  
Root Mean Squared Percentage Error: 3.5712240028606623  
Maximum Absolute Error: 47.510103061790616  
Median Absolute Error : 7.356313288770783

What's next?

# Model improvement

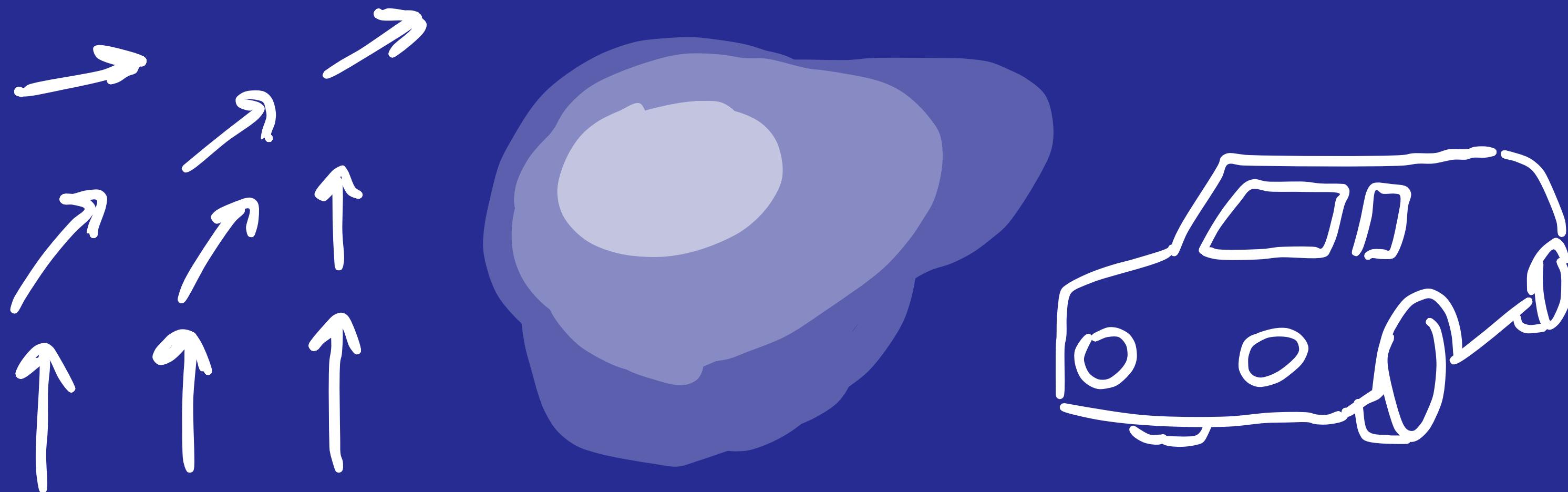
# Model improvement

- เพิ่มข้อมูล จากสถานีมากขึ้น ข้อมูลจากดาวเทียม ข้อมูลฝุ่นแล็ป รายชั่วโมง และ API ข้อมูลฝุ่นแบบ realtime



# Model improvement

- เพิ่มตัวแปร เช่น ทิศทางลม ความเร็วลม hotspot การใช้น้ำมัน



# Model improvement

- ทดลองทำโมเดลโดยใช้เครื่องมืออื่นๆ เพื่อทดสอบประสิทธิภาพ

PROPHET

Random Forest

PyTorch

fast.ai



# Collaborate

# Collaborate

- ร่วมมือกับภาคเอกชนและภาครัฐ



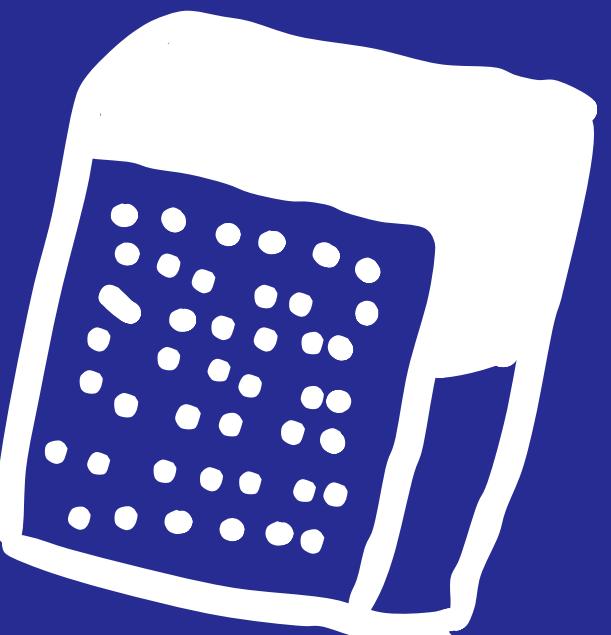
# Collaborate

- ร่วมมือกับภาคเอกชนและภาครัฐ
- ติดตั้งเครื่องวัดฝุ่นเพิ่ม ในพื้นที่ท่องเที่ยวท่องน้ำ



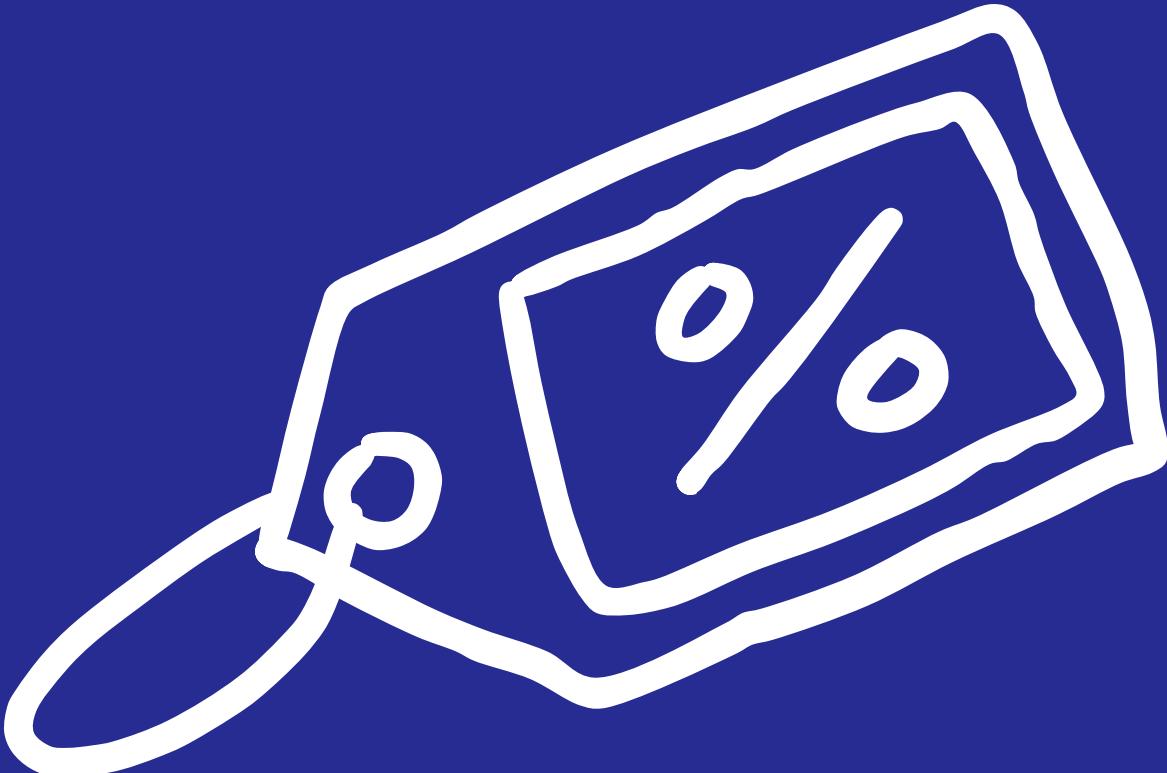
# Collaborate

- ร่วมมือกับภาคเอกชนและภาครัฐ
- ติดตั้งเครื่องวัดฝุ่นเพิ่ม ในพื้นที่ที่ขาดข้อมูล
- ให้สวัสดิการประชาชน



# Collaborate

- ร่วมมือกับภาคเอกชนและภาครัฐ
- ติดตั้งเครื่องวัดฝุ่นเพิ่ม ในพื้นที่ที่ขาดข้อมูล
- ให้สวัสดิการประชาชน
- ให้โปรโมชั่นนักท่องเที่ยว

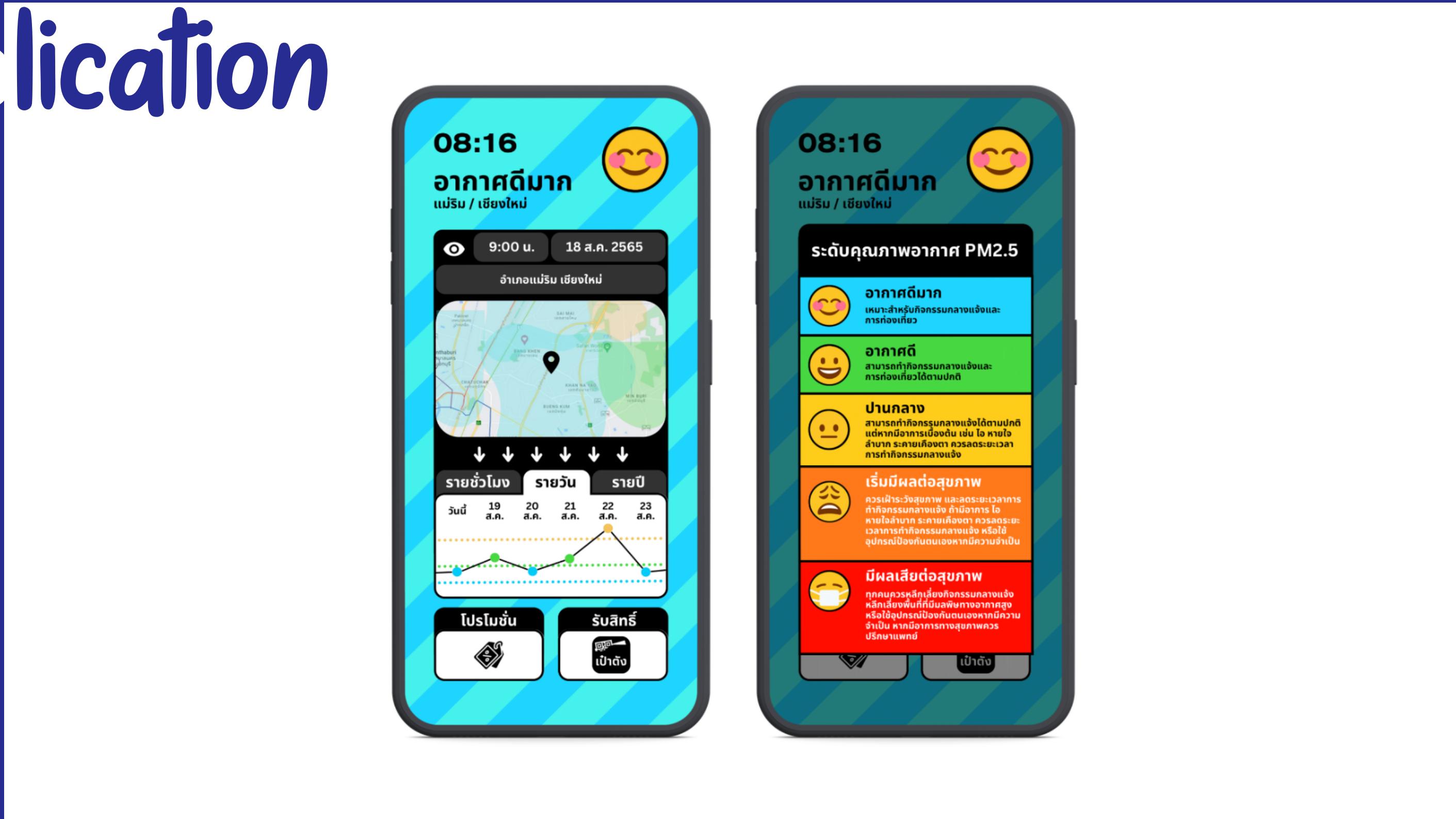


# Application



# BreathWise

# Application

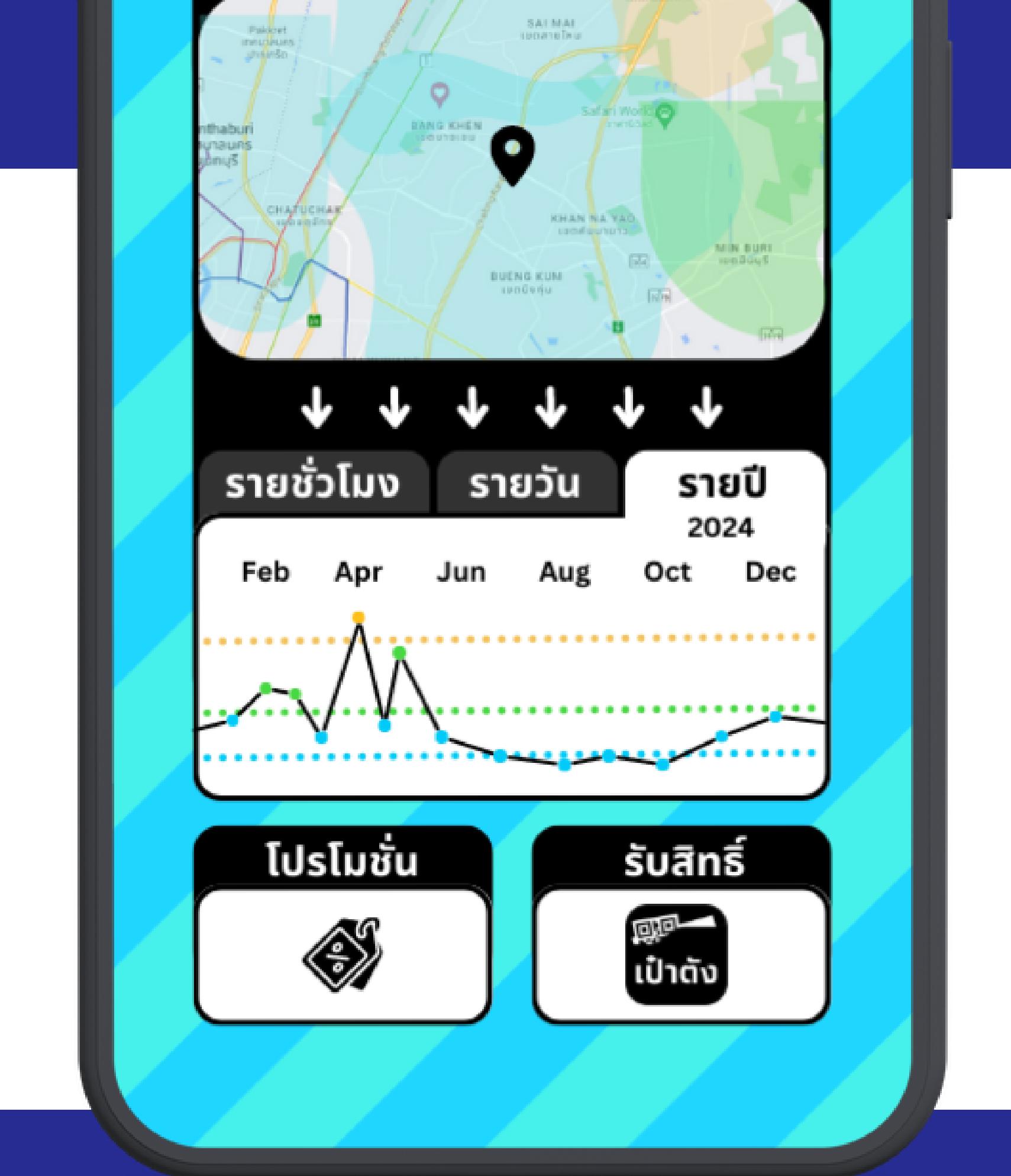


# Application



# Application

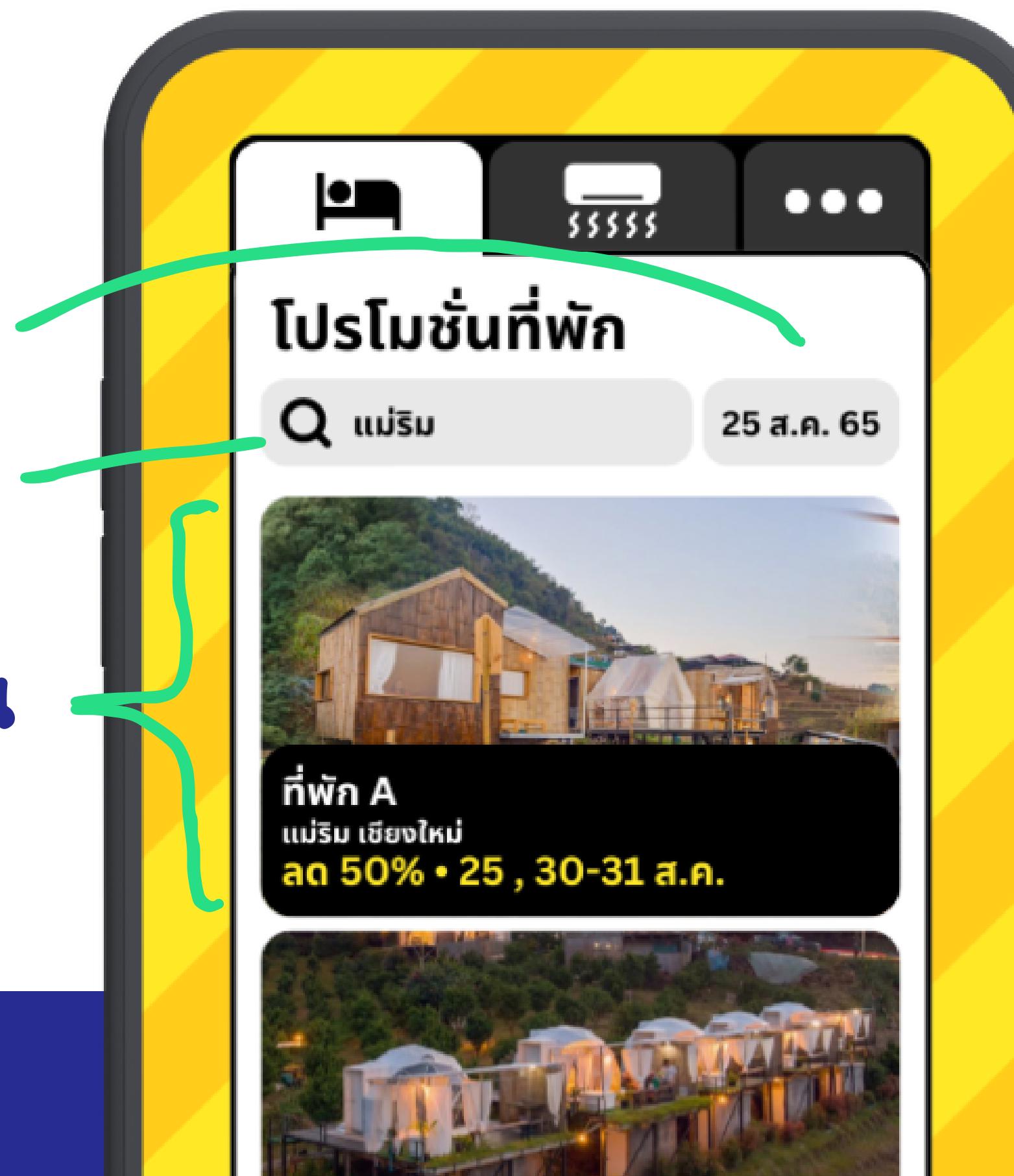
ผู้สำรวจ PM2.5  
รายปี !!



# Application

วันที่จะเข้าพัก  
ค้นหาสถานที่

กี่พักพร้อมโปรโมชั่น

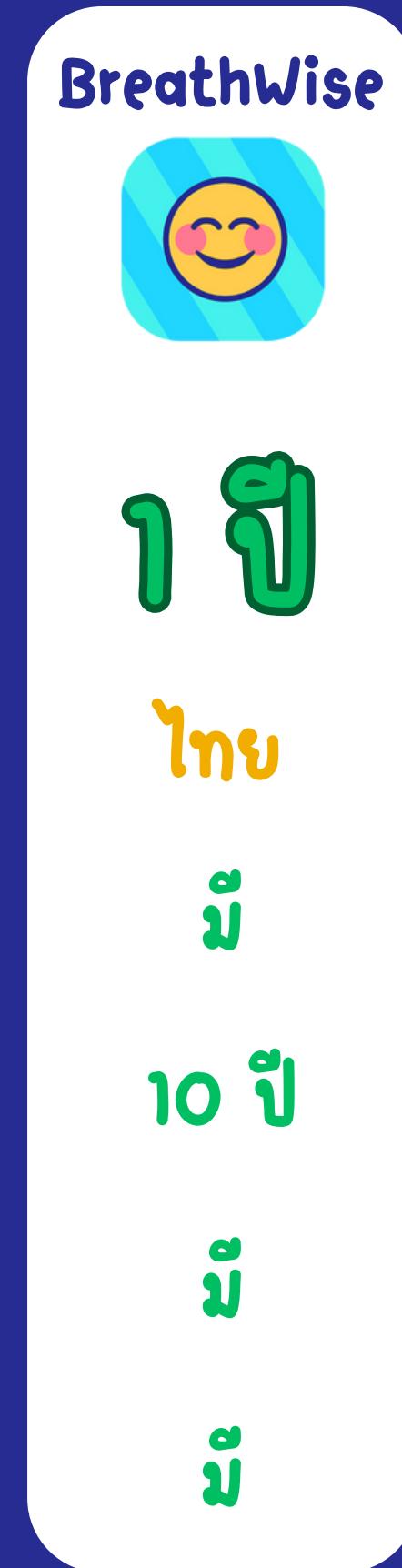


# App



**รับสิทธิ์ช่วยเหลือ  
จากรัฐ**

พยากรณ์ PM2.5  
สถานที่  
แผนที่ฝุ่น PM2.5  
ดูฝุ่น PM2.5 ย้อนหลัง  
ໂປຣໂນชິ່ນ  
สวัสดิการรัฐ



1 ปี

ไทย

มี

10 ปี

มี

มี

Air4Thai



7 วัน

ไทย

มี

10 ปี

ไม่มี

ไม่มี

เช็คฝุ่น



ไม่มี

ไทย

มี

1 วัน

ไม่มี

ไม่มี

AirMatter



6 วัน

ก้าวโลก

มี

3 ปี

ไม่มี

ไม่มี

IQAir



7 วัน

ก้าวโลก

มี

1 เดือน

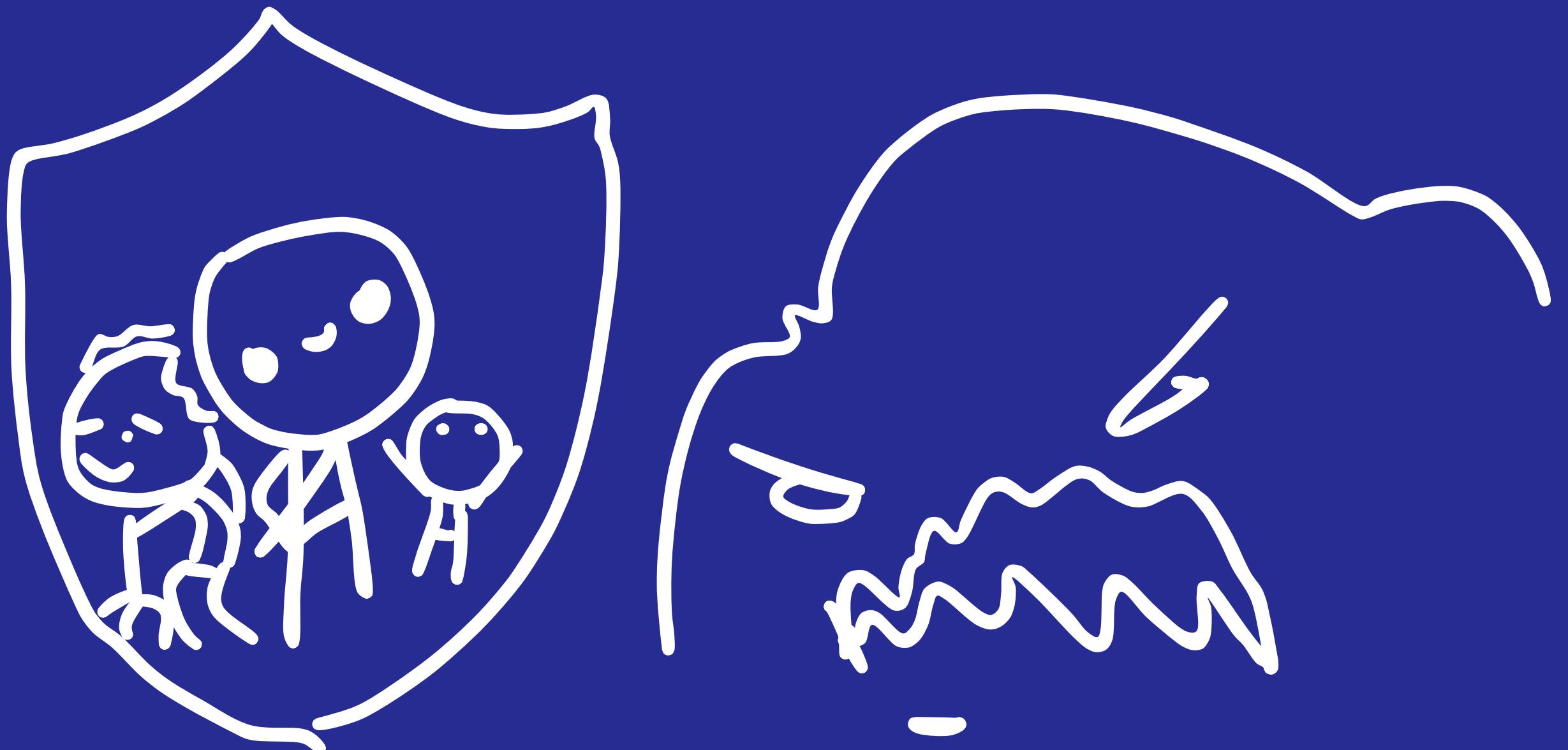
มี

ไม่มี

# Social Impacts

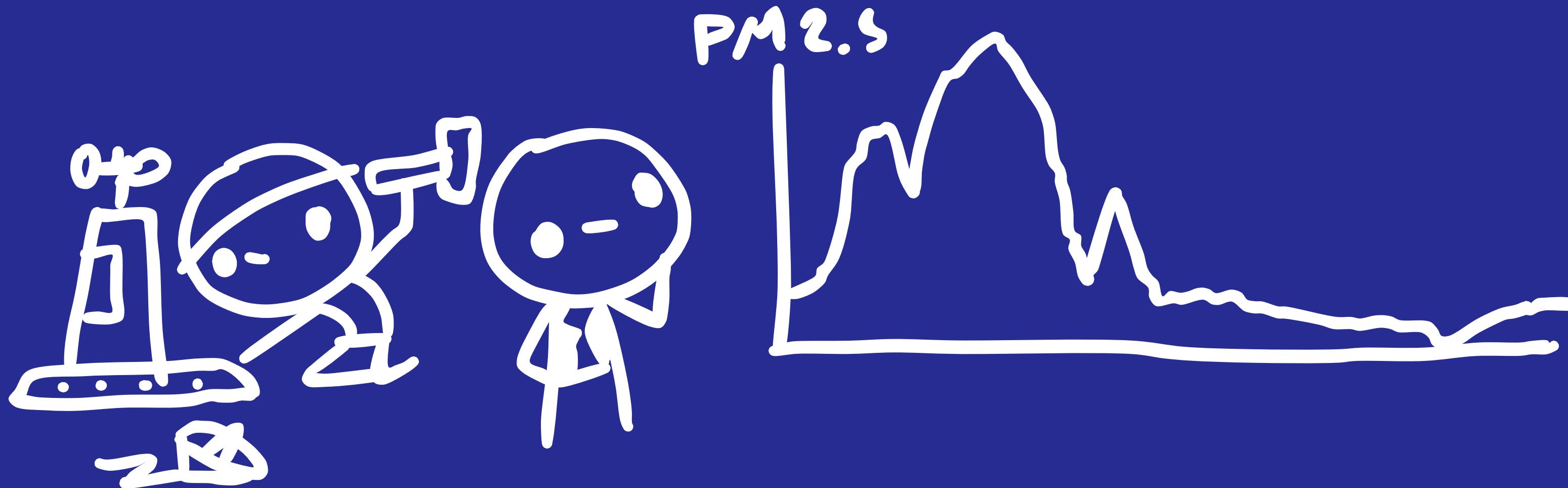
# Health and Well-being

ประชาชนในแต่ละพื้นที่สามารถวางแผนชีวิตและหาแนวทางป้องกันเพื่อลดอันตรายจากฝุ่น PM2.5 ได้อย่างถูกต้อง โดยเฉพาะกลุ่มเสี่ยง เช่น เด็ก คนแก่ และ ผู้ป่วย



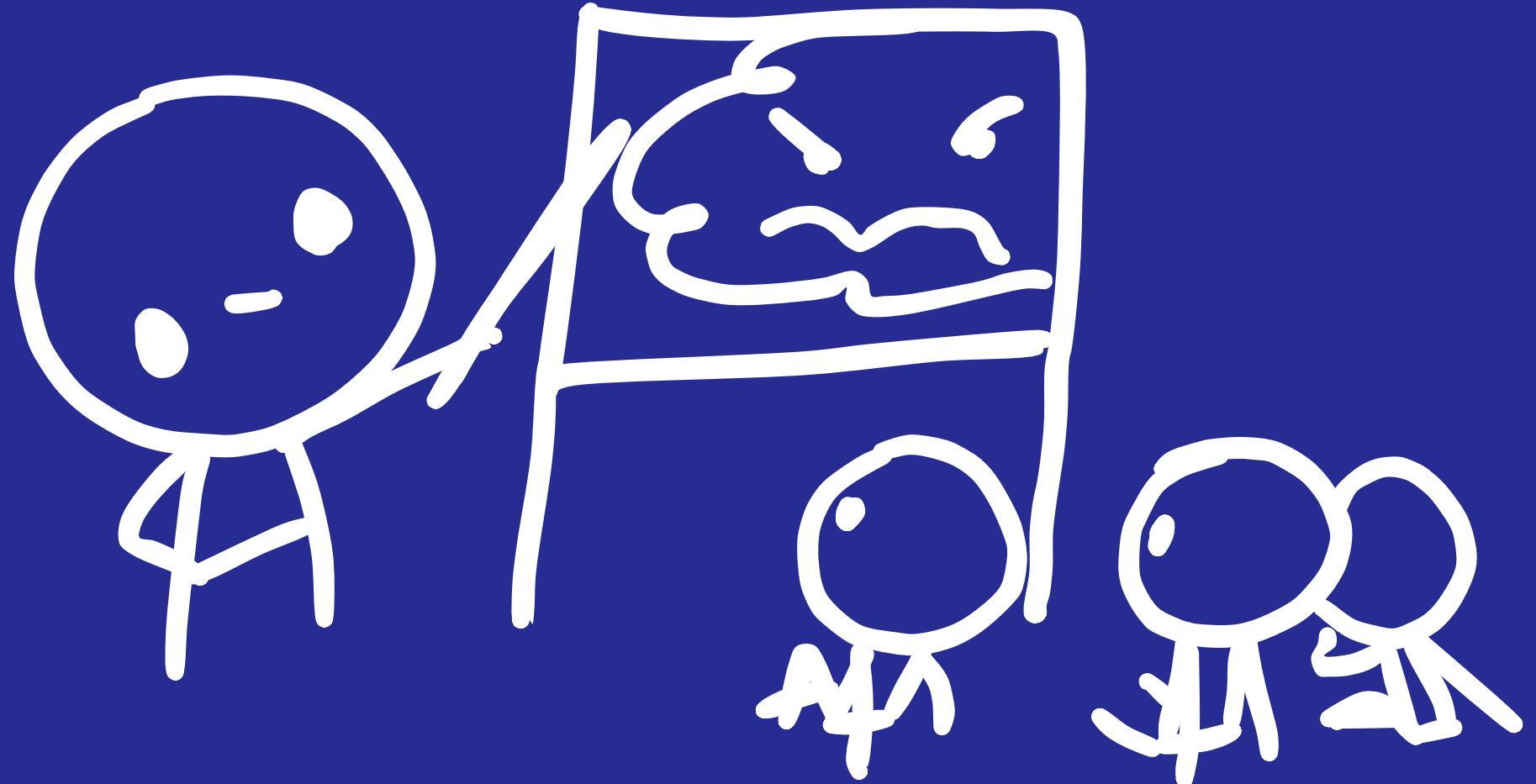
# Policy Advocacy

คนในชุมชนกังวลค่าฝุ่น > ใช้การกำ妍าบฝุ่นเริบกหน่วยงานรัฐในพื้นที่ > หน่วยงานรัฐเพิ่มมาตรการในพื้นที่ที่มีฝุ่นเยอะ > คนในชุมชนปรับพฤติกรรม



# Environmental Education

สถานศึกษาใช้การกำกับดูแลไปสร้างการเรียนรู้ เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อม > สร้างคนรุ่นใหม่ที่ใส่ใจสิ่งแวดล้อม > นำไปสู่แนวความคิดและนวัตกรรมใหม่ๆ



# Economic Impacts

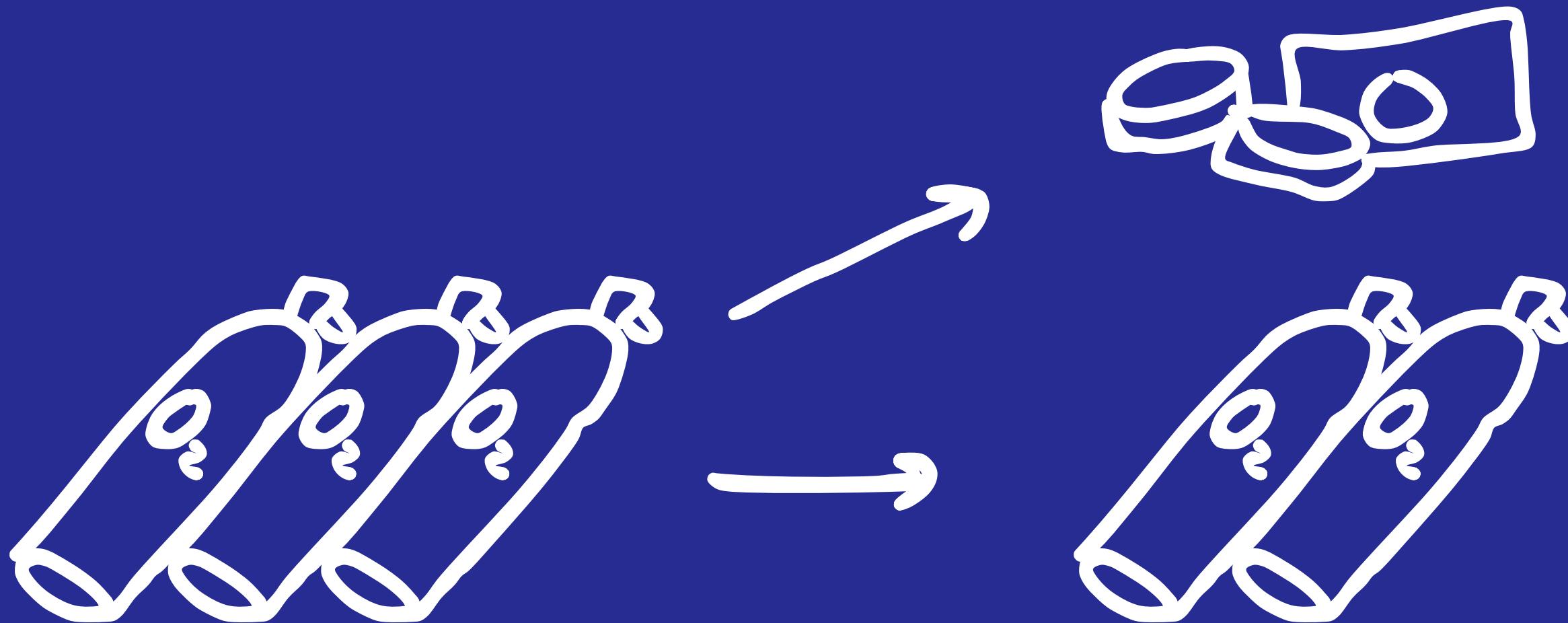
# Tourism and Real Estate

นักท่องเที่ยวไม่กลัวฝุ่น PM2.5 มากเกินไป สามารถใช้ข้อมูลท่านายฝุ่นวางแผนท่องเที่ยวในพื้นที่และวันที่ปลอดภัยได้ บริษัทท่องเที่ยวและอสังหาริมทรัพย์มีรายได้เพิ่มขึ้นในช่วง High Season ส่งผลบวกต่อเศรษฐกิจไทย



# Healthcare Cost Reduction

ประชาชนวางแผนชีวิตได้ดีขึ้น > เจอผู้นั่งอยู่ > ลดค่าใช้จ่ายและทรัพยากรน้ำรักษา  
โรค > เอาเงินไปซื้อของเบอะขึ้น > เสริมสร้างเศรษฐกิจ



# Social Impact

# Economic Impact

Social Impact

Health and Well-being

Policy Advocacy

Environmental Education

Economic Impact

Tourism and Real Estate

Healthcare Cost Reduction

## Social Impact

Health and Well-being — SMART Living

Policy Advocacy

Environmental Education — SMART Environment

## Economic Impact

Tourism and Real Estate — SMART Economic

Healthcare Cost Reduction

## Social Impact

Health and Well-being — SMART Living

Policy Advocacy

Environmental Education — SMART Environment

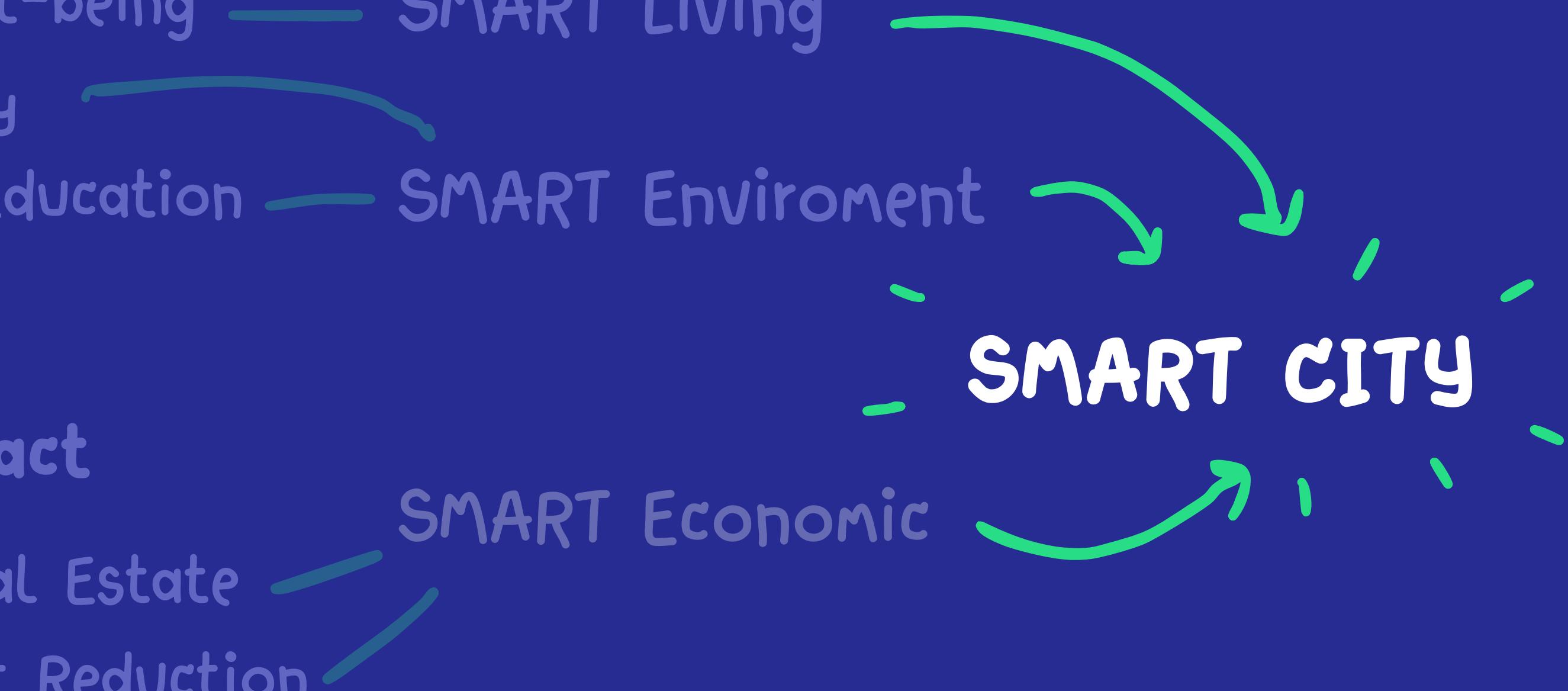
## Economic Impact

Tourism and Real Estate

Healthcare Cost Reduction

SMART Economic

SMART CITY



# Conclusion

