

# การประมาณค่าดัชนีคุณภาพอากาศ ณ จุดที่ไม่มีสถานีวัด

## (Better Estimation of Absent Air Quality Indices)

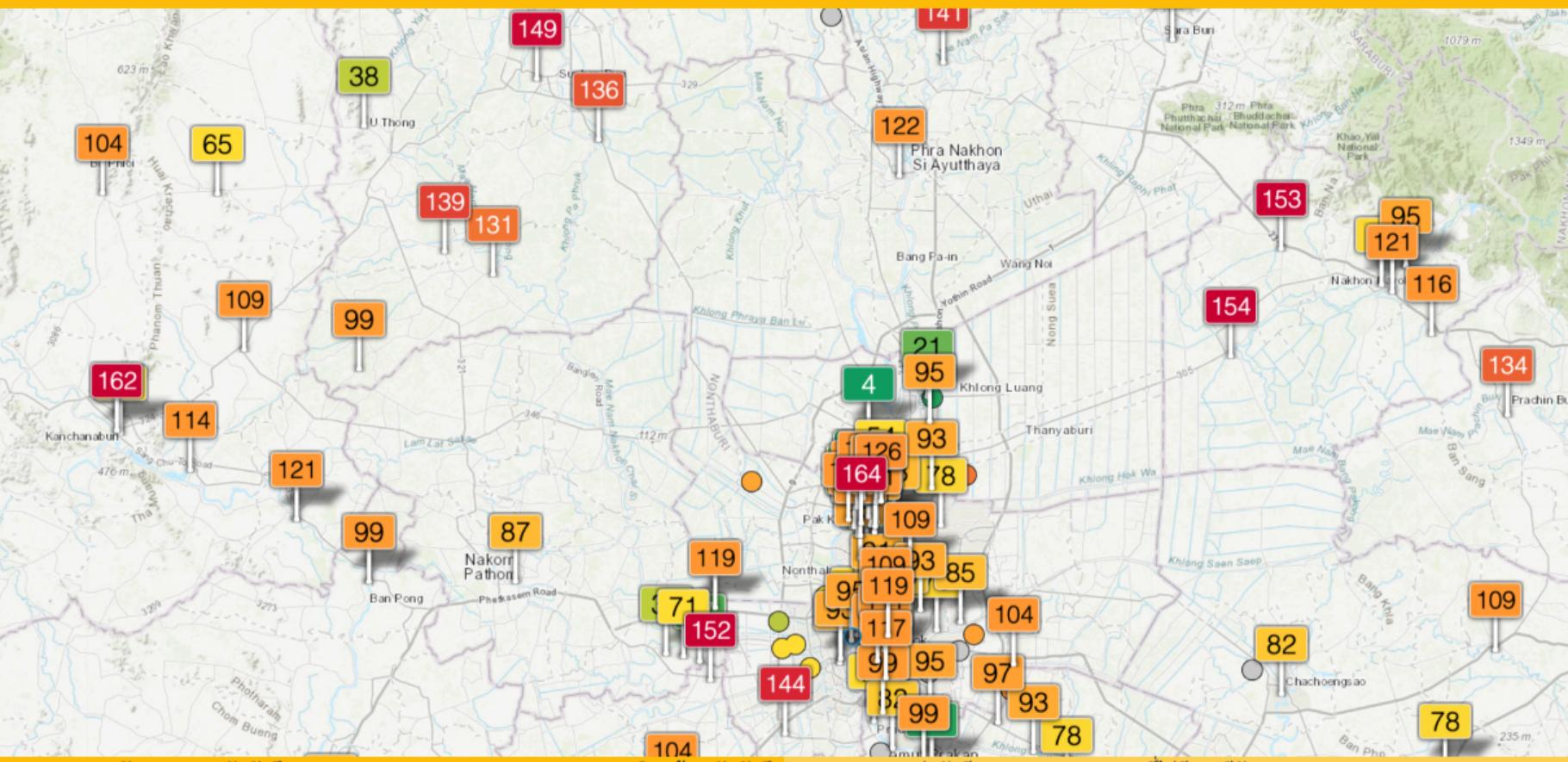
นางสาวฤทธิ์ ชาหอม รหัสนักศึกษา 116210901007-1

นางสาวเบญจมาศ สินแก้ว รหัสนักศึกษา 116210901010-5

นายกิตติคุณ ปริญญาประเสริฐ รหัสนักศึกษา 116210901021-2

อาจารย์ที่ปรึกษา: ดร.รังษ์พร หม พรหมคำ

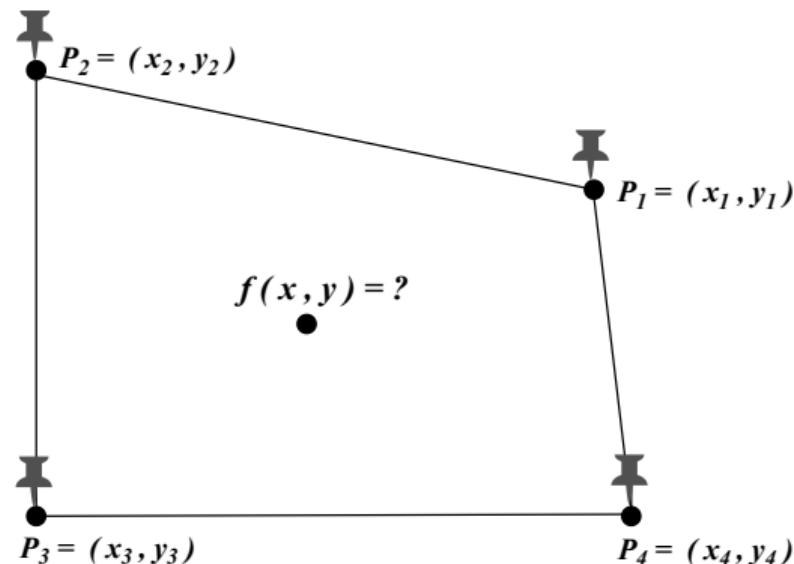
# Problem



# การประมาณค่าเชิงเส้นคู่แบบทางเลือก

กำหนดให้  $f(x, y)$  คือ ค่า AQI ที่พิกัด  $(x, y)$ :

$$f(x, y) = a + bx + cy + dxy$$

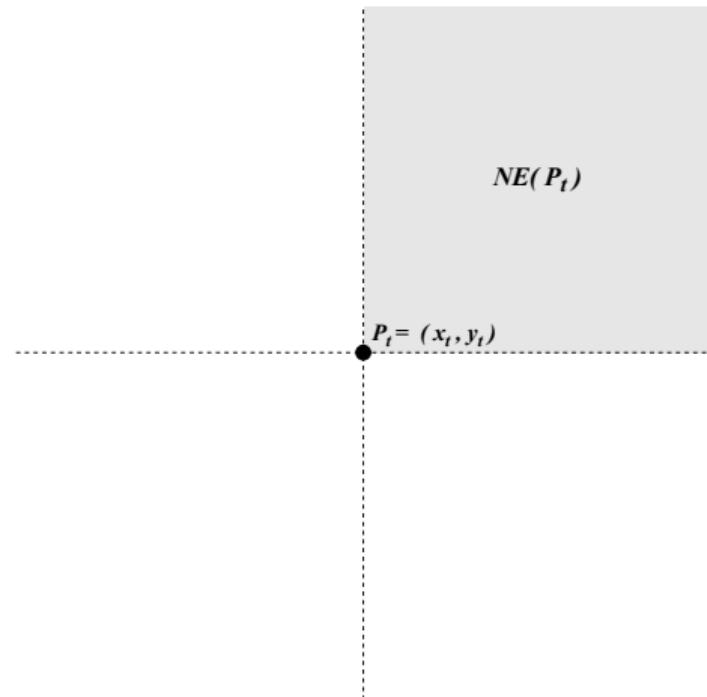


เมื่อ  $a, b, c$  และ  $d$  คือผลเฉลย  
ของ  $AX = B$

$$A = \begin{bmatrix} 1 & x_1 & y_1 & x_1y_1 \\ 1 & x_2 & y_2 & x_2y_2 \\ 1 & x_3 & y_3 & x_3y_3 \\ 1 & x_4 & y_4 & x_4y_4 \end{bmatrix},$$

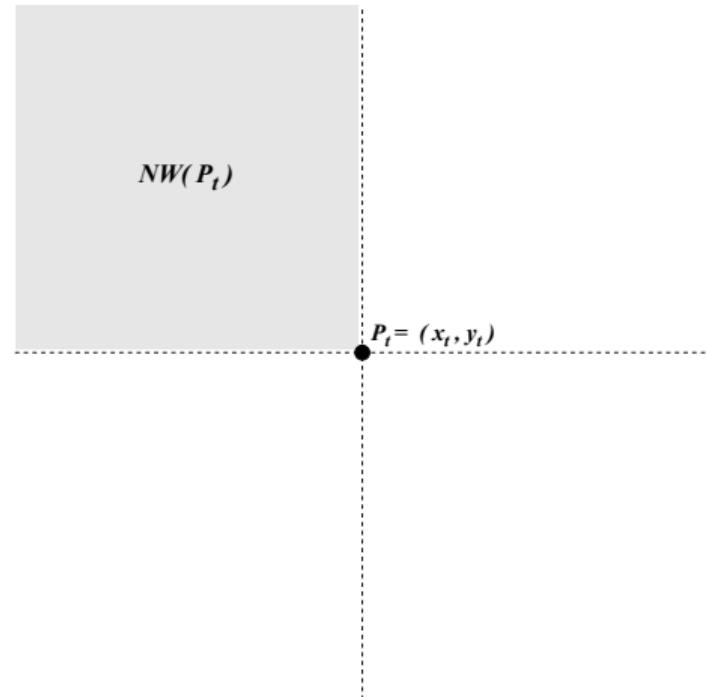
$$X = \begin{bmatrix} a \\ b \\ c \\ d \end{bmatrix}, B = \begin{bmatrix} f(x_1, y_1) \\ f(x_2, y_2) \\ f(x_3, y_3) \\ f(x_4, y_4) \end{bmatrix}$$

# การแบ่งกึ่งบริเวณรอบจุดเป้าหมาย



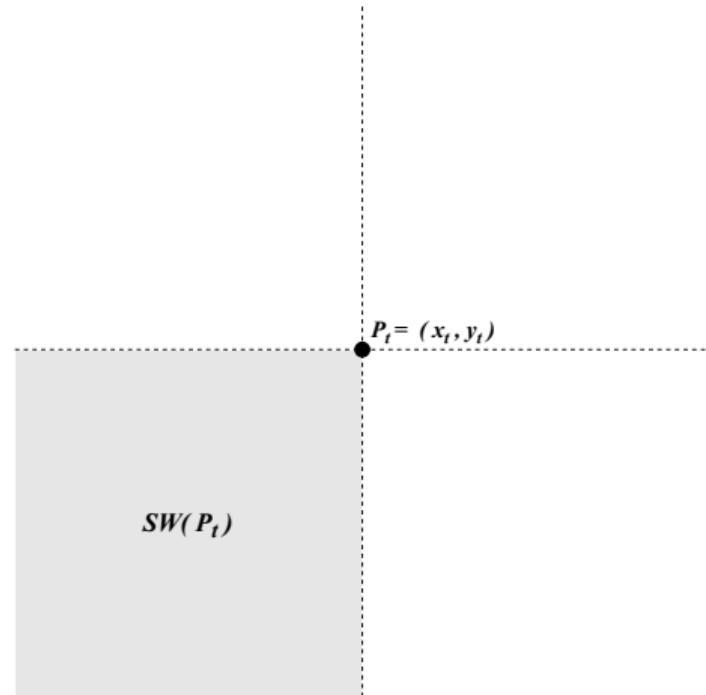
$$NE(P_t) = \{(x_i, y_i) \in \mathbb{R}^2 | x_i > x_t \text{ และ } y_i > y_t\}$$

# การแบ่งกึ่งบริเวณรอบจุดเป้าหมาย



$$NW(P_t) = \{(x_i, y_i) \in \mathbb{R}^2 | x_i < x_t \text{ และ } y_i > y_t\}$$

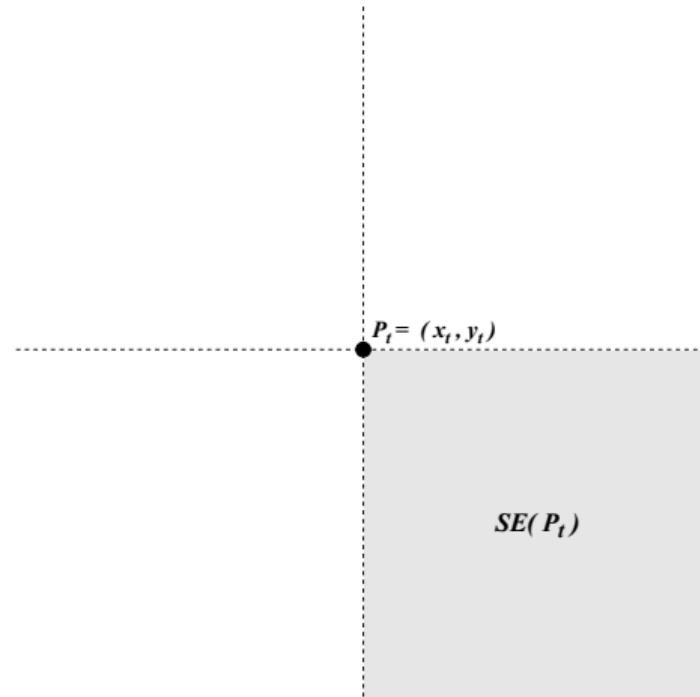
# การแบ่งกึ่งบริเวณรอบจุดเป้าหมาย



$SW(P_t)$

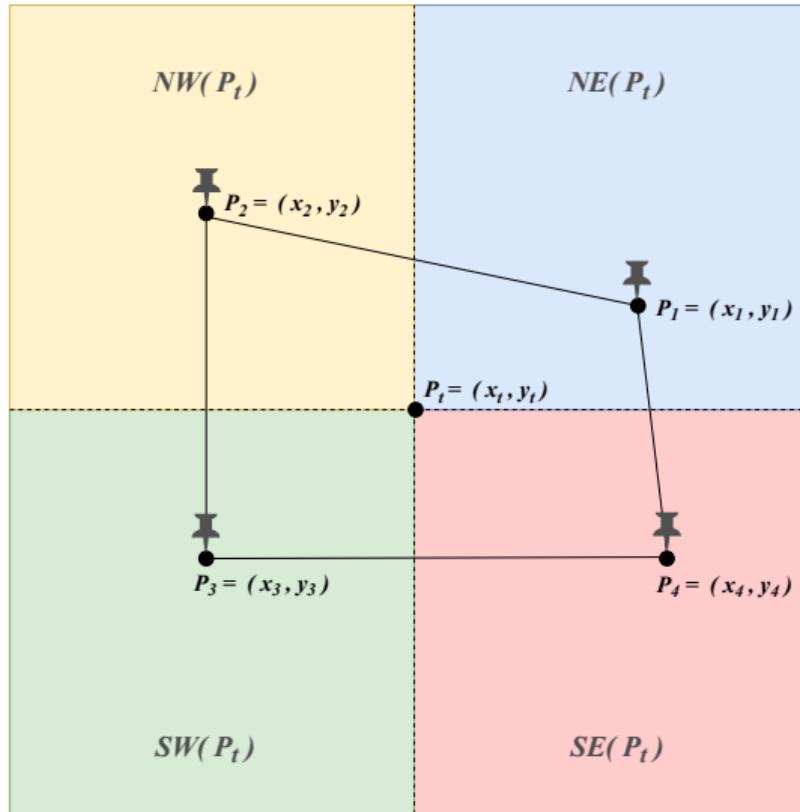
$$SW(P_t) = \{(x_i, y_i) \in \mathbb{R}^2 \mid x_i < x_t \text{ และ } y_i < y_t\}$$

# การแบ่งกึ่งบริเวณรอบจุดเป้าหมาย



$$SE(P_t) = \{(x_i, y_i) \in \mathbb{R}^2 | x_i > x_t \text{ และ } y_i < y_t\}$$

# การเลือกจุดที่ล้อมรอบบริเวณเป้าหมาย



# การพิจารณาเงื่อนไขจุดยอดของสี่เหลี่ยม

## ทฤษฎีบท

กำหนดให้  $P_i = (x_i, y_i) \in \mathbb{R}^2$  และ  $m_{ij} = \left( \frac{y_j - y_i}{x_j - x_i} \right)$  และ  $c_{ij} = y - m_{ij}x$  สำหรับ  $i, j = 1, 2, 3, 4$  และ  $i \neq j$  ถ้าเงื่อนไขต่อไปนี้เป็นจริง

- ①  $x_1 \neq x_2 \neq x_3 \neq x_4$
- ②  $y_3 - m_{12}x_3 + c_{12} \neq 0$
- ③  $y_4 - m_{12}x_4 + c_{12} \neq 0$
- ④  $y_4 - m_{23}x_4 + c_{23} \neq 0$
- ⑤  $y_4 - m_{13}x_4 + c_{13} \neq 0$

แล้ว  $P_1, P_2, P_3$  และ  $P_4$  เป็นจุดยอดของรูปสี่เหลี่ยม

ตัวอย่าง

ให้จุด

$$P_t = (1.75387, 0.24043)$$

,  $P_i = (x_i, y_i)$  และ  $f(x_i, y_i)$  คือค่าดัชนีคุณภาพอากาศ ณ จุด  $i$  โดยที่  $i = 1, 2, \dots, 10$

$P_i$	$(x_i, y_i)$	AQI
$P_1$	(1.75479, 0.24063)	74
$P_2$	(1.75516, 0.24119)	65
$P_3$	(1.75378, 0.24084)	63
$P_4$	(1.75296, 0.24054)	78
$P_5$	(1.75319, 0.23996)	78
$P_6$	(1.75292, 0.23946)	72
$P_7$	(1.75403, 0.24010)	89



# การแบ่งกั้นบริเวณรอบจุดเป้าหมาย

ตัวอย่าง

$P_i$	$(x_i, y_i)$	บริเวณรอบจุดเป้าหมาย	$d(P_t, P_i)$
$P_1$	(1.75479, 0.24063)	$NE(P_t)$	$9.37E - 4$
$P_2$	(1.75516, 0.24119)	$NE(P_t)$	$1.49E - 3$
$P_3$	(1.75378, 0.24084)	$NW(P_t)$	$4.18E - 4$
$P_4$	(1.75296, 0.24054)	$NW(P_t)$	$9.23E - 4$
$P_5$	(1.75319, 0.23996)	$SW(P_t)$	$8.25E - 4$
$P_6$	(1.75292, 0.23946)	$SW(P_t)$	$1.36E - 3$
$P_7$	(1.75403, 0.24010)	$SE(P_t)$	$3.74E - 4$
$P_8$	(1.75396, 0.23972)	$SE(P_t)$	$7.15E - 4$
$P_9$	(1.75399, 0.23909)	$SE(P_t)$	$1.34E - 3$
$P_{10}$	(1.75570, 0.24037)	$SE(P_t)$	$1.83E - 3$

# การตรวจสอบเงื่อนไขจุดยอดของสี่เหลี่ยม

ให้  $P_i = (x_i, y_i) \in \mathbb{R}^2$  และ  $m_{ij} = \left( \frac{y_j - y_i}{x_j - x_i} \right)$  และ  $c_{ij} = y - m_{ij}x$  สำหรับ  $i, j = 1, 3, 5, 7$  และ  $i \neq j$  ถ้าเงื่อนไขต่อไปนี้เป็นจริง

- ①  $x_1 \neq x_3 \neq x_5 \neq x_7$
- ②  $y_5 - m_{13}x_5 + c_{13} \neq 0$
- ③  $y_7 - m_{13}x_7 + c_{13} \neq 0$
- ④  $y_7 - m_{57}x_7 + c_{57} \neq 0$
- ⑤  $y_7 - m_{17}x_7 + c_{17} \neq 0$

แล้ว  $P_1, P_3, P_5$  และ  $P_7$  เป็นจุดยอดของรูปสี่เหลี่ยม

# การตรวจสอบเงื่อนไขจุดยอดของสี่เหลี่ยม

เงื่อนไขข้อที่ 1: พิจารณา  $1.75479 \neq 1.75378 \neq 1.75319 \neq 1.75403$   
ดังนั้น  $x_1 \neq x_3 \neq x_5 \neq x_7$

เงื่อนไขข้อที่ 2: พิจารณา

$$\begin{aligned}m_{ij} &= \left( \frac{y_j - y_i}{x_j - x_i} \right) \\m_{13} &= \left( \frac{y_3 - y_1}{x_3 - x_1} \right) \\&= \left( \frac{0.24084 - 0.24063}{1.75378 - 1.75479} \right) \\&= -0.20686\end{aligned}$$

# การตรวจสอบเงื่อนไขจุดยอดของสี่เหลี่ยม

$$c_{ij} = y_1 - m_{ij}x_1$$

$$c_{13} = y_1 - m_{13}x_1$$

$$= 0.24043798 - (-0.20683489)(1.75387657)$$

$$= 0.60320085$$

$$y_5 - m_{13}x_5 + c_{13} = 0.23996681 - (-0.20683489)(1.75319981) + 0.60320085 \\ = 1.20579055$$

เนื่องจาก  $1.20579055 \neq 0$

ดังนั้น  $y_5 - m_{13}x_5 + c_{13} \neq 0$

# การตรวจสอบเงื่อนไขจุดยอดของสี่เหลี่ยม

ในทำนองเดียวกันเงื่อนไขข้อที่ 3, 4 และ 5 ได้ผลลัพธ์ดังนี้

$$y_7 - m_{13}x_7 + c_{13} \neq 0$$

$$y_7 - m_{57}x_7 + c_{57} \neq 0$$

$$y_7 - m_{17}x_7 + c_{17} \neq 0$$

ดังนั้น เราสามารถสร้างสี่เหลี่ยมที่มีจุด  $P_1, P_3, P_5$  และ  $P_7$  เป็นจุดยอดได้

# การประมาณค่าเชิงเส้นคู่แบบทางเลือก

$$P_t = (x_t, y_t) = (1.75387, 0.24043)$$

$$P_1 = (x_1, y_1) = (1.75479, 0.24063) \text{ และ } f(P_1) = 74$$

$$P_3 = (x_3, y_3) = (1.75378, 0.24084) \text{ และ } f(P_3) = 63$$

$$P_5 = (x_5, y_5) = (1.75319, 0.23996) \text{ และ } f(P_5) = 78$$

$$P_7 = (x_7, y_7) = (1.75403, 0.24010) \text{ และ } f(P_7) = 89$$

$$f(x_t, y_t) = a + bx_t + cy_t + dx_t y_t \quad (1)$$

เมื่อ  $a, b, c$  และ  $d$  คือผลเฉลยของสมการ

$$AX = B \quad (2)$$

โดยที่

# การประมาณค่าเชิงเส้นคู่แบบทางเลือก

จากสมการ (2) จะได้ผลเฉลย  $a, b, c$  และ  $d$  ดังนี้

$$a = -30437137.8977641$$

$$b = 17339545.86913783$$

$$c = 126855602.2007634$$

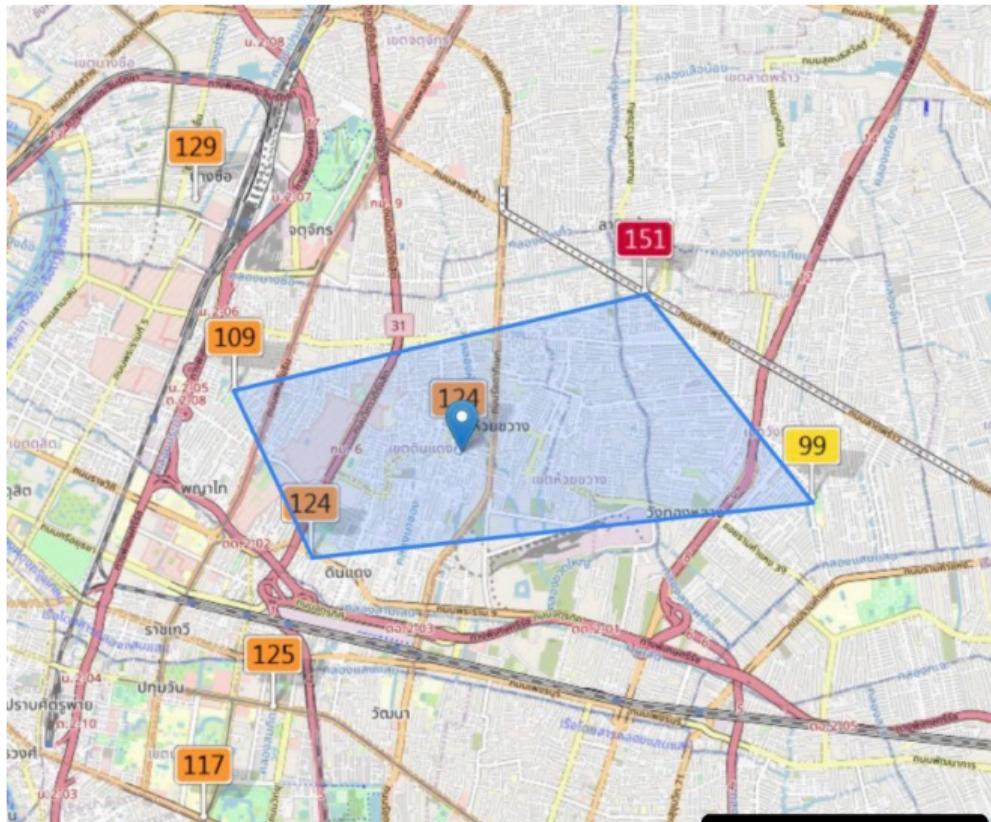
และ

$$d = -72267353.90469953$$

ตามลำดับ

นำ  $a, b, c$  และ  $d$  แทนลงในสมการ (1) จะได้ว่า  $f(x_t, y_t) \approx 75.83$   
ดังนั้น ณ จุดเป้าหมาย  $P_t$  มีค่าประมาณของดัชนีคุณภาพอากาศเท่ากับ 75.83

# ค่าคงเหลือ



# ค่าความคลาดเคลื่อน

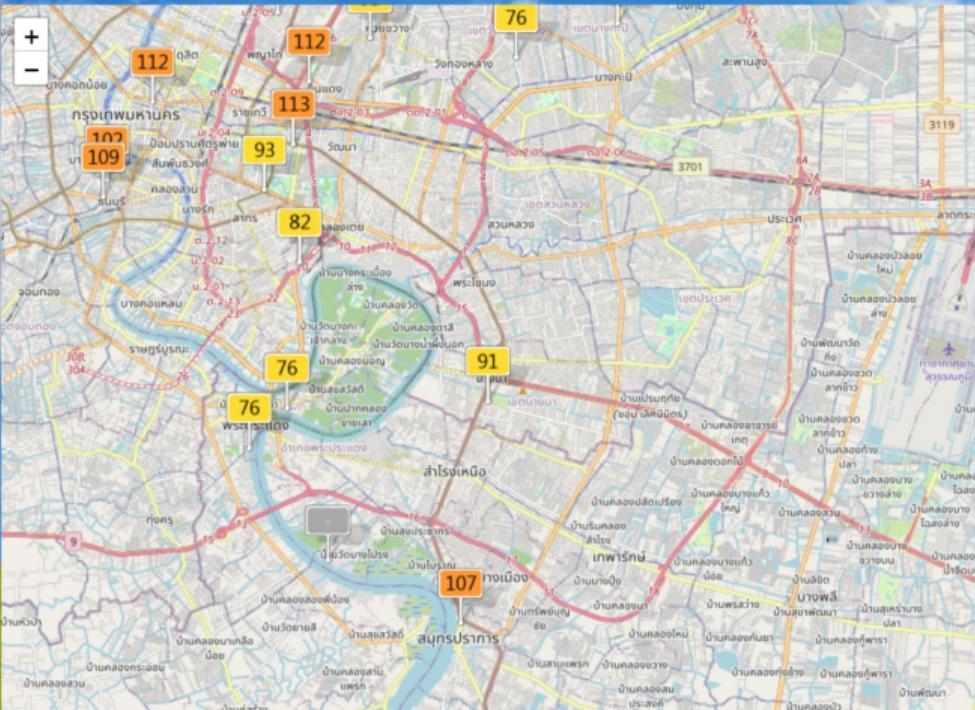
$P_i$	ละติจูด	ลองจิจูด
1	13.90451806	100.5277991
2	13.77523348	100.5695343
3	13.72971342	100.5365753
4	13.76206192	100.5506516
5	13.77640054	100.5697083
6	13.05272355	101.1030755
7	13.72954666	100.5363191
8	13.72988017	100.5364923
9	18.25021998	99.76271963
10	17.16178591	104.1341291

# ค่าความคลาดเคลื่อน

$P_i$	ค่าจริง	ค่าประมาณ	ค่าความคลาดเคลื่อน	ร้อยละค่าความคลาดเคลื่อน
1	152	139.46	12.54	8.25%
2	124	117.01	6.99	5.64%
3	127	137.5	10.5	8.27%
4	122	108.35	13.65	11.19%
5	129	104.56	24.44	18.95%
6	127	121.15	5.85	4.61%
7	152	131.48	20.52	13.50%
8	152	138.13	13.87	9.13%
9	89	104.83	15.83	17.79%
10	97	150.97	53.97	55.64%

# Web application

## Better AQI Estimator



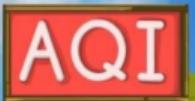
Let estimate by one click on map!!!

Latitude

latitude

Longitude

longitude



Estimated AQI

# Tech Stack

