

การเปรียบเทียบตัวแบบพยากรณ์ด้วยวิธีปรับให้เรียบเอกซ์โพเนนเชียลของ
โฮลท์-วินเทอร์แบบบวกและวิธีปรับให้เรียบเอกซ์โพเนนเชียลแบบฤดูกาลอย่างง่าย
เพื่อหาตัวแบบที่เหมาะสมในการพยากรณ์จำนวนผู้โดยสารรถไฟฟ้ามหานครสายสีม่วง
A Comparison of Additive Holt-winters Exponential Smoothing and Simple
Seasonal Exponential Smoothing for Forecasting
Passenger Ridership of the MRT Purple Line

ธีรเมธ นิลชาติ*, ชนกชนม์ โฉมเฉลา, นรินทรา วงศ์ผดุงธรรม

สุภารัตน์ ธีรวิริยาภรณ์¹, ฐิติพร ประสพโชคอำนวย¹

¹โรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬารามราชวิทยาลัย ชลบุรี อำเภอบ้านบึง จังหวัดชลบุรี 20170

*Thirmethnilchati400@gmail.com

บทคัดย่อ

โครงการคณิตศาสตร์นี้จัดทำขึ้น เพื่อเปรียบเทียบความแม่นยำของตัวแบบพยากรณ์ วิธีปรับให้เรียบเอกซ์โพเนนเชียลของโฮลท์-วินเทอร์แบบบวกและวิธีปรับให้เรียบเอกซ์โพเนนเชียลแบบฤดูกาลอย่างง่ายในการพยากรณ์จำนวนผู้โดยสารรถไฟฟ้ามหานครสายสีม่วง และเพื่อทำนายจำนวนผู้โดยสารรถไฟฟ้ามหานครสายสีม่วงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2568 ถึงเดือนกันยายน พ.ศ. 2569 โดยใช้ข้อมูลจำนวนของผู้ใช้รถไฟฟ้าสายสีม่วงตั้งแต่เดือนตุลาคม พ.ศ. 2564 ถึงเดือนกันยายน พ.ศ. 2568 จากเว็บไซต์การรถไฟฟ้าขนส่งมวลชนแห่งประเทศไทย พบว่าวิธีปรับให้เรียบเอกซ์โพเนนเชียลของโฮลท์-วินเทอร์แบบบวกมีค่า MAPE ร้อยละ 7.59 และวิธีปรับให้เรียบเอกซ์โพเนนเชียลแบบฤดูกาลอย่างง่ายมีค่า MAPE ร้อยละ 6.02 ดังนั้น ตัวแบบที่เหมาะสมในการพยากรณ์จำนวนผู้โดยสารรถไฟฟ้ามหานครสายสีม่วงคือ วิธีปรับให้เรียบเอกซ์โพเนนเชียลแบบฤดูกาลอย่างง่าย โดยมีตัวแบบพยากรณ์วิธีปรับให้เรียบเอกซ์โพเนนเชียลแบบฤดูกาลอย่างง่ายเป็น $\hat{Y}_{t+k} = 2,318,022 + S_{t+k-12}$ โดยที่ $\hat{Y}_{t+k}$ แทน ค่าพยากรณ์ ณ ช่วงเวลา $t+k$ และ S_{t+k-12} แทน ค่าดัชนีฤดูกาลของอนุกรมเวลา ณ ช่วงเวลา $t+k-12$ และได้ค่าพยากรณ์เดือนตุลาคม พ.ศ.2568 ถึงเดือนกันยายน พ.ศ.2569 หน่วยเป็นคนตามลำดับ ดังนี้ 2,208,847 , 2,222,839 , 2,121,330 , 2,167,612 , 1,925,019 , 1,918,754 , 1,691,554, 1,910,589 , 2,078,329 , 2,186,704 , 2,205,461 , 2,213,655

คำสำคัญ: รถไฟฟ้ามหานครสายสีม่วง, การพยากรณ์,วิธีปรับให้เรียบเอกซ์โพเนนเชียลของโฮลท์-วินเทอร์แบบบวก, วิธีปรับให้เรียบเอกซ์โพเนนเชียลแบบฤดูกาลอย่างง่าย,การตรวจสอบความแม่นยำของการพยากรณ์

บทนำ

รถไฟฟ้ามหานครสายสีม่วง เป็นระบบขนส่งรางเชื่อมโยงระหว่างกรุงเทพมหานครและจังหวัดนนทบุรี โดยเปิดให้บริการตั้งแต่ปี พ.ศ. 2559 เป็นต้นมา ข้อมูลจากเว็บไซต์การรถไฟฟ้าขนส่งมวลชนแห่งประเทศไทยแสดงให้เห็นว่าปริมาณผู้โดยสารรถไฟฟ้า

สายสีม่วงมีความแปรปรวนตามช่วงเวลา เช่น เพิ่มขึ้นในช่วงปลายปีและลดลงในช่วงวันหยุดยาว หรือช่วงการแพร่ระบาดของโรคโควิด-19 การเปลี่ยนแปลงดังกล่าวส่งผลต่อการบริหารจัดการเดินรถ ทั้งด้านความถี่ของขบวน การจัดบุคลากรและการวางแผนทรัพยากรต่างๆ ดังนั้น การมีแบบจำลองทาง

คณิตศาสตร์ที่สามารถพยากรณ์จำนวนผู้โดยสารในอนาคตได้อย่างแม่นยำ จึงมีความสำคัญอย่างยิ่ง เพราะช่วยให้หน่วยงานที่เกี่ยวข้องสามารถวางแผนและบริหารจัดการระบบขนส่งมวลชนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ในปัจจุบันมีเทคนิคพยากรณ์ข้อมูลอนุกรมเวลาหลากหลายรูปแบบ หนึ่งในวิธีที่นิยมคือแบบจำลองปรับให้เรียบเอกซ์โพเนนเชียล (Exponential smoothing) ซึ่งมีความสามารถในการวิเคราะห์ข้อมูลที่มีแนวโน้มและฤดูกาล โดยเฉพาะแบบจำลองวิธีปรับให้เรียบเอกซ์โพเนนเชียลของโฮลท์-วินเทอร์แบบบวกซึ่งมีความสามารถในการวิเคราะห์ข้อมูลที่มีแนวโน้มและฤดูกาล เหมาะอย่างยิ่งสำหรับข้อมูลที่มีแบบการเปลี่ยนแปลงซ้ำตามฤดูกาล เช่น จำนวนผู้โดยสารในแต่ละเดือน ซึ่งมีการขึ้นลงตามช่วงเทศกาลและวันทำงาน และขนาดของฤดูกาลไม่แปรผันตามระดับของข้อมูล และแบบจำลองวิธีปรับให้เรียบเอกซ์โพเนนเชียลแบบฤดูกาลอย่างง่าย เป็นแบบจำลองที่มีโครงสร้างที่ง่าย เหมาะกับข้อมูลที่มีฤดูกาลเช่นกัน

ทางผู้จัดทำจึงสนใจและจัดทำ โครงการงานเรื่องการเปรียบเทียบตัวแบบพยากรณ์วิธีปรับให้เรียบเอกซ์โพเนนเชียลของโฮลท์-วินเทอร์แบบบวกและวิธีปรับให้เรียบเอกซ์โพเนนเชียลแบบฤดูกาลอย่างง่าย เพื่อหาตัวแบบที่เหมาะสมในการพยากรณ์จำนวนผู้โดยสารรถไฟฟ้ามหานครสายสีม่วง

วิธีการดำเนินงาน

ขั้นตอนที่ 1 รวบรวมข้อมูล

ข้อมูลจำนวนผู้โดยสารรถไฟฟ้าสายสีม่วงตั้งแต่เดือนตุลาคม พ.ศ. 2564 ถึง กันยายน พ.ศ.2568 จากเว็บไซต์การไฟฟ้าขนส่งมวลชนแห่งประเทศไทย

ขั้นตอนที่ 2 วิเคราะห์ข้อมูล

1. ตรวจสอบลักษณะข้อมูล แนวโน้ม, ฤดูกาลเบื้องต้น โดยใช้กราฟเส้น

2. นำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์ด้วยวิธีปรับให้เรียบเอกซ์โพเนนเชียลของโฮลท์-วินเทอร์แบบบวกเพื่อให้ได้ตัวแบบที่เหมาะสมที่สุดโดยใช้ Excel ในการวิเคราะห์ข้อมูล

$$\hat{Y}_{t+k} = L_t + kb_t + S_{t+k-m}$$

เมื่อ

$$L_t = \alpha(Y_t - S_{t-m}) + (1 - \alpha)(L_{t-1} + b_{t-1})$$

$$b_t = \gamma(L_t - L_{t-1}) + (1 - \gamma)b_{t-1}$$

$$S_t = \delta(Y_t - L_t) + (1 - \delta)S_{t-m}$$

โดยที่

Y_t แทน ค่าจริง ณ ช่วงเวลา t

$\hat{Y}_{t+k}$ แทน ค่าพยากรณ์ ณ ช่วงเวลา $t + k$

L_t แทน ค่าระดับของอนุกรมเวลา ณ ช่วงเวลา t

โดยมีสมการเริ่มต้น

$$L_t = \bar{Y}_t = \frac{Y_1 + Y_2 + Y_3 + \dots + Y_t}{t}$$

S_t แทน ค่าดัชนีฤดูกาลของอนุกรมเวลา ณ

ช่วงเวลา t โดยมีสมการเริ่มต้น $S_t = Y_t - \bar{Y}_t$

k แทน ช่วงเวลาล่วงหน้าที่ต้องการพยากรณ์ ณ ช่วงเวลา t

m แทน ช่วงระยะเวลาของฤดูกาล

α แทน ค่าคงที่สำหรับการปรับให้เรียบของค่าระดับ ซึ่ง $0 \leq \alpha \leq 1$

γ แทน ค่าคงที่สำหรับการปรับให้เรียบของค่าระดับ ซึ่ง $0 \leq \gamma \leq 1$

δ แทน ค่าคงที่สำหรับการปรับให้เรียบของค่าอิทธิพลฤดูกาล ซึ่ง $0 \leq \delta \leq 1$

3. นำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์ด้วยวิธีปรับให้เรียบเอกซ์โพเนนเชียลแบบฤดูกาลอย่างง่ายเพื่อให้ได้ตัวแบบที่เหมาะสมที่สุด โดยใช้ Excel ในการวิเคราะห์ข้อมูล

$$\hat{Y}_{t+k} = L_t + S_{t+k-m}$$

เมื่อ

$$L_t = \alpha(Y_t - S_{t-m}) + (1 - \alpha)L_{t-1}$$

$$S_t = \delta(Y_t - L_t) + (1 - \delta)S_{t-m}$$

โดยที่

Y_t แทน ค่าจริง ณ ช่วงเวลา t

$\hat{Y}_{t+k}$ แทน ค่าพยากรณ์ ณ ช่วงเวลา $t + k$

L_t แทน ค่าระดับของอนุกรมเวลา ณ ช่วงเวลา t

โดยมีสมการเริ่มต้น

$$L_t = \bar{Y}_t = \frac{Y_1 + Y_2 + Y_3 + \dots + Y_t}{t}$$

S_t แทน ค่าดัชนีฤดูกาลของอนุกรมเวลา ณ ช่วงเวลา

t โดยมีสมการเริ่มต้น $S_t = Y_t - \bar{Y}_t$

k แทน ช่วงเวลาล่วงหน้าที่ต้องการพยากรณ์ ณ ช่วงเวลา t

m แทน ช่วงระยะเวลาของฤดูกาล

α แทน ค่าคงที่สำหรับการปรับให้เรียบของค่าระดับ ซึ่ง $0 \leq \alpha \leq 1$

δ แทน ค่าคงที่สำหรับการปรับให้เรียบของค่าอิทธิพลฤดูกาล ซึ่ง $0 \leq \delta \leq 1$

ขั้นตอนที่ 3 เปรียบเทียบค่าที่ได้จากการพยากรณ์เพื่อหาวิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสม

1. เปรียบเทียบค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยเป็นร้อยละ (Mean Absolute Percent Error : MAPE) ที่ได้จากการพยากรณ์โดยใช้วิธีปรับให้เรียบเอกซ์โพเนนเชียลของโฮลท์-วินเทอร์แบบบวกและวิธีปรับให้เรียบเอ็กโพเนนเชียลแบบฤดูกาลอย่างง่าย และเลือกตัวแบบที่มีค่า MAPE น้อยที่สุด

$$\text{โดยสูตร } MAPE = \frac{\sum_{i=1}^n \left| \frac{A_i - F_i}{A_i} \right| \times 100}{n}$$

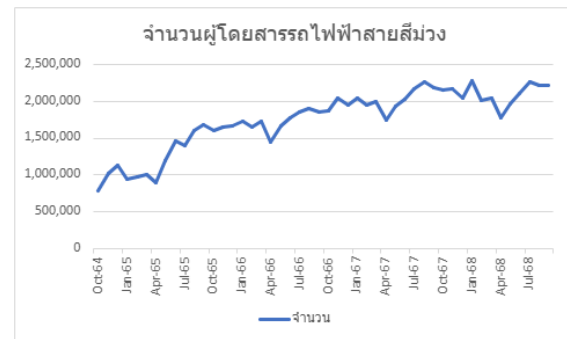
ขั้นตอนที่ 4 พยากรณ์จำนวนผู้โดยสารรถไฟฟ้าสายสีม่วง

1. พยากรณ์จำนวนผู้โดยสารรถไฟฟ้ามหานครสายสีม่วงในเดือนตุลาคม พ.ศ. 2568 ถึงกันยายน พ.ศ. 2569 โดยใช้วิธีการที่เหมาะสมที่สุดจากแบบจำลองที่มีค่า MAPE น้อยที่สุดจากขั้นตอนที่ 3

ผลและอภิปรายผล

ผลการศึกษาแบ่งเป็น 3 ขั้นตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ผลจากการวิเคราะห์ข้อมูล



ภาพที่ 1 กราฟแสดงจำนวนผู้โดยสารรถไฟฟ้าฟ้ามหานครสายสีม่วง

1. ผลการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้วิธีปรับให้เรียบเอกซ์โพเนนเชียลของโฮลท์-วินเทอร์แบบบวก

จากการวิเคราะห์อนุกรมเวลาจำนวนผู้โดยสารรถไฟฟ้ามหานครสายสีม่วงด้วยวิธีปรับให้เรียบเอกซ์โพเนนเชียลของโฮลท์-วินเทอร์แบบบวกด้วย Microsoft Excel โดยใช้เครื่องมือ Solver จึงได้ $\alpha \approx 0.52$, $\gamma = 0$ และ $\delta = 1$ ที่ทำให้ค่า MAPE ต่ำสุด ซึ่งค่า MAPE ประมาณร้อยละ 7.59 โดยตัวแบบพยากรณ์จำนวนผู้โดยสารรถไฟฟ้ามหานครสายสีม่วงเป็นดังนี้

$$\hat{Y}_{t+k} = L_t + kb_t + S_{t+k-m}$$

เมื่อ

$$L_t = 0.52(Y_t - S_{t-m}) + 0.48(L_{t-1} + b_{t-1})$$

$$b_t = b_{t-1}$$

$$S_t = Y_t - L_t$$

โดยที่

$$\hat{Y}_{t+k} \quad \text{แทนค่าพยากรณ์ ณ ช่วงเวลา } t+k$$

$$L_t \quad \text{แทนค่าระดับของอนุกรมเวลา ณ ช่วงเวลา } t$$

$$Y_t \quad \text{แทน ค่าจริง ณ ช่วงเวลา } t$$

$$S_t \quad \text{แทน ค่าดัชนีฤดูกาลของอนุกรมเวลา ณ ช่วงเวลา } t$$

2. ผลการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้วิธีปรับให้เรียบเอกซ์โพเนนเชียลแบบฤดูกาลอย่างง่าย

จากการวิเคราะห์อนุกรมเวลาจำนวนผู้โดยสารรถไฟฟ้ามหานครสายสีม่วงด้วยวิธีปรับให้เรียบเอกซ์โพเนนเชียลแบบฤดูกาลอย่างง่ายด้วย Microsoft Excel โดยใช้เครื่องมือ Solver จึงได้ $\alpha \approx 0.67$, $\gamma = 0.96$ ที่ทำให้ค่า MAPE ต่ำสุด ซึ่งค่า MAPE ประมาณร้อยละ 6.02 โดยตัวแบบพยากรณ์จำนวนผู้โดยสารรถไฟฟ้ามหานครสายสีม่วงเป็นดังนี้

$$\hat{Y}_{t+k} = L_t + S_{t+k-m}$$

เมื่อ

$$L_t = 0.67(Y_t - S_{t-m}) + 0.33L_{t-1}$$

$$S_t = 0.96(Y_t - L_t) + 0.04S_{t-m}$$

โดยที่

$$\hat{Y}_{t+k} \quad \text{แทนค่าพยากรณ์ ณ ช่วงเวลา } t+k$$

$$L_t \quad \text{แทนค่าระดับของอนุกรมเวลา ณ ช่วงเวลา } t$$

$$Y_t \quad \text{แทน ค่าจริง ณ ช่วงเวลา } t$$

$$S_t \quad \text{แทน ค่าดัชนีฤดูกาลของอนุกรมเวลา ณ ช่วงเวลา } t$$

ตอนที่ 2 ผลการเปรียบเทียบวิธีปรับให้เรียบเอกซ์โพเนนเชียลของโสมท์-วินเทอร์แบบบวกและวิธีปรับให้เรียบเอกซ์โพเนนเชียลแบบฤดูกาลอย่างง่าย ตารางที่ 1 ตารางแสดงผลการเปรียบเทียบวิธีปรับให้เรียบเอกซ์โพเนนเชียลของโสมท์-วินเทอร์แบบบวกและวิธีปรับให้เรียบเอกซ์โพเนนเชียลแบบฤดูกาลอย่างง่าย

เดือน	ค่าจริง	จำนวนผู้โดยสารรถไฟฟ้ามหานครสายสีม่วง	
		วิธีปรับให้เรียบเอกซ์โพเนนเชียลของโสมท์-วินเทอร์แบบบวก	วิธีปรับให้เรียบเอกซ์โพเนนเชียลแบบฤดูกาลอย่างง่าย
Oct-65	1,612,658	786,150	786,150
Nov-65	1,658,632	1,459,618	1,514,308
Dec-65	1,672,802	1,672,802	1,668,246
Jan-66	1,725,443	1,483,291	1,437,356
Feb-66	1,659,055	1,642,018	1,598,425
Mar-66	1,738,318	1,681,171	1,612,967
Apr-66	1,441,370	1,601,493	1,527,067
May-66	1,670,477	1,813,753	1,720,418
Jun-66	1,785,962	2,005,654	1,914,119
Jul-66	1,854,372	1,825,952	1,736,163
Aug-66	1,911,517	2,049,154	1,985,877
Sep-66	1,857,368	2,051,407	1,984,676
Oct-66	1,871,520	1,450,980	1,793,477
Nov-66	2,048,286	1,612,119	1,799,172
Dec-66	1,944,536	1,853,040	1,967,764
Jan-67	2,049,799	1,827,359	1,816,125
Feb-67	1,958,601	1,867,754	1,868,633
Mar-67	1,996,839	1,964,537	1,917,957
Apr-67	1,749,739	1,767,625	1,749,739
May-67	1,939,021	2,061,918	2,010,934
Jun-67	2,029,438	2,227,724	2,152,956
Jul-67	2,179,405	2,178,276	2,066,425
Aug-67	2,264,358	2,307,562	2,246,761
Sep-67	2,184,675	2,331,827	2,284,418
Oct-67	2,153,904	2,050,853	2,179,245
Nov-67	2,171,991	2,054,442	2,171,989
Dec-67	2,041,456	1,964,236	2,081,975
Jan-68	2,284,821	1,994,003	2,001,703
Feb-68	2,010,174	2,006,764	2,045,115
Mar-68	2,039,523	2,029,982	1,999,346
Apr-68	1,785,448	1,797,140	1,798,386
May-68	1,968,492	2,044,235	2,025,355
Jun-68	2,111,870	2,198,358	2,153,690
Jul-68	2,263,230	2,302,776	2,201,188
Aug-68	2,220,856	2,389,630	2,314,101
Sep-68	2,213,844	2,298,707	2,237,803
MAPE		7.59	6.02

จากตารางที่ 1 วิธีปรับให้เรียบเอกซ์โพเนนเชียลของโสมท์-วินเทอร์แบบบวกมีค่า MAPE ร้อยละ 7.59 และวิธีปรับให้เรียบเอกซ์โพเนนเชียลแบบฤดูกาลอย่างง่ายมีค่า MAPE ร้อยละ 6.02 ดังนั้น ตัวแบบที่เหมาะสมในการพยากรณ์จำนวนผู้โดยสารรถไฟฟ้ามหานครสายสีม่วงคือ วิธีปรับให้เรียบเอกซ์โพเนนเชียลแบบฤดูกาลอย่างง่าย

ตอนที่ 3 ผลการพยากรณ์จำนวนผู้โดยสารรถไฟฟ้า
มหานครสายสีม่วงตั้งแต่เดือนตุลาคม พ.ศ. 2568 ถึง
เดือนกันยายน พ.ศ. 2569 ที่ได้จากการพยากรณ์ด้วย
ตัวแบบที่เหมาะสมที่สุด

สมการทำนายจำนวนผู้โดยสารรถไฟฟ้ามหานครสายสี
ม่วงด้วยวิธีปรับให้เรียบเอกซ์โพเนนเชียลแบบฤดูกาล
อย่างง่ายเดือนตุลาคมถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2568 ถึง
เดือนกันยายน พ.ศ. 2569

$$\hat{Y}_{t+k} = 2,318,022 + S_{t+k-12}$$

โดยที่

$\hat{Y}_{t+k}$ แทน ค่าพยากรณ์ ณ ช่วงเวลา $t + k$

S_{t+k-12} แทน ค่าดัชนีฤดูกาลของอนุกรมเวลา ณ
ช่วงเวลา $t + k - 12$

ตารางที่ 2 ตารางแสดงผลพยากรณ์จำนวนผู้โดยสาร
รถไฟฟ้ามหานครสายสีม่วงตั้งแต่เดือนตุลาคม พ.ศ.
2568 ถึงเดือนกันยายน พ.ศ. 2569 โดยใช้วิธีปรับให้
เรียบเอกซ์โพเนนเชียลแบบฤดูกาลอย่างง่าย

เดือน-ปี	จำนวนผู้โดยสารรถไฟฟ้ามหานครสายสีม่วง
Oct-68	2,208,847
Nov-68	2,222,839
Dec-68	2,121,330
Jan-69	2,167,612
Feb-69	1,925,019
Mar-69	1,918,754
Apr-69	1,691,554
May-69	1,910,589
Jun-69	2,078,329
Jul-69	2,186,704
Aug-69	2,205,461
Sep-69	2,213,655

สรุปผล

ตัวแบบที่เหมาะสมในการพยากรณ์จำนวน
ผู้โดยสารรถไฟฟ้ามหานครสายสีม่วงคือ วิธีปรับให้เรียบ
เอกซ์โพเนนเชียลแบบฤดูกาลอย่างง่าย ซึ่งสอดคล้องกับ
งานวิจัยของ วรางคณา เรียนสุทธิ (2563) ได้ศึกษาการ
เปรียบเทียบตัวแบบพยากรณ์ราคาอ้อย โดยวิธีการ
พยากรณ์ทางสถิติทั้งหมด 6 วิธี ได้แก่ วิธีการปรับเรียบ
ด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของโฮลท์ วิธีการปรับเรียบด้วย

เส้นโค้งเลขชี้กำลังที่มีแนวโน้มแบบแฉก วิธีการปรับ
เรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังที่มีฤดูกาลอย่างง่าย วิธีการ
ปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของวินเทอร์แบบบวก
วิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของวินเทอร์
แบบคูณ และวิธีการพยากรณ์รวม พบว่าจากวิธีการ
พยากรณ์ทั้งหมดที่ได้ศึกษา วิธีที่มีความเหมาะสมมาก
ที่สุด คือ วิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังที่มี
ฤดูกาลอย่างง่าย

และสมการทำนายจำนวนผู้โดยสารรถไฟฟ้า
มหานครสายสีม่วงด้วยวิธีปรับให้เรียบเอกซ์โพเนนเชียล
แบบฤดูกาลอย่างง่ายตั้งแต่เดือนตุลาคม พ.ศ. 2568 ถึง
เดือนกันยายน พ.ศ. 2569

$$\hat{Y}_{t+k} = 2,318,022 + S_{t+k-12}$$

โดยที่

$\hat{Y}_{t+k}$ แทน ค่าพยากรณ์ ณ ช่วงเวลา $t + k$

S_{t+k-12} แทน ค่าดัชนีฤดูกาลของอนุกรมเวลา ณ
ช่วงเวลา $t + k - 12$

และได้ผลพยากรณ์จำนวนผู้โดยสารรถไฟฟ้ามหานคร
สายสีม่วงตั้งแต่เดือนตุลาคม พ.ศ. 2568 ถึงเดือน
กันยายน พ.ศ. 2569 โดยใช้วิธีปรับให้เรียบเอกซ์โพเนน
เชียลแบบฤดูกาลอย่างง่ายดังตารางที่ 2

ข้อเสนอแนะ

1.ในการทำโครงการครั้งถัดไปควรศึกษาการพยากรณ์
จำนวนผู้โดยสารโดยวิธีอื่น ๆ เพิ่มเติม และควรศึกษา
ข้อมูลจำนวนผู้โดยสารรถไฟฟ้าสายอื่น ๆ

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ ดร.ทวีศักดิ์ เจริญเตี้ย นางสาว
สุดารัตน์ ธีรวิริยาภรณ์ คณะครูกลุ่มสาระการเรียนรู้
คณิตศาสตร์และผู้ปกครองทุกท่านที่ได้เอื้อเฟื้อสถานที่
ให้คำแนะนำในการทำโครงการจนโครงการนี้สำเร็จ
ลุล่วงไปด้วยดี



เอกสารอ้างอิง

การรถไฟฟ้าขนส่งมวลชนแห่งประเทศไทย. (ม.ป.ป.).

สถิติจำนวนผู้โดยสารโครงการรถไฟฟ้ามหา

นคร สายฉลองรัชธรรม (สีม่วง) ปี 2568.

<https://www.mrta.co.th/th/number-of-passengers-of-the-mrta-project/24195>

วรางคณา เรียนสุทธิ. (2563).

การเปรียบเทียบตัวแบบ พยากรณ์ราคา

อ้อย. วารสารคณิตศาสตร์

Mathematical Journal, 65(701).

[https://ph02.tci-](https://ph02.tci-thaijo.org/index.php/MJMATH/article/view/193426/164241)

[thaijo.org/index.php/MJMATH/](https://ph02.tci-thaijo.org/index.php/MJMATH/article/view/193426/164241)

[article/view/193426/164241](https://ph02.tci-thaijo.org/index.php/MJMATH/article/view/193426/164241)