

## บทที่ 2 แนวความคิดเบื้องต้นในการหาอัตราภาระ

แนวความคิดเบื้องต้นในการหาอัตราภาระมีอยู่ 2 วิธีด้วยกันดังนี้ คือ

1. Seriatim Method
2. Group Method

**2.1 Seriatim Method** เป็นวิธีการคิดอัตราภาระโดยใช้ข้อมูลที่ได้ ดังตัวอย่างต่อไปนี้

worksheet 1

รถ	จำนวน ผู้โดยสาร	หลักที่ เข้า	หลักที่ ออก	Car-mile		Passenger-mile	
				จำนวน	เงินที่จ่าย (บาท)	จำนวน	เงินที่จ่าย (บาท)
ก	1	1	2	1	5	1	2
ข	2	1	3	2	10	4	8
ค	3	1	6	5	25	15	30
ง	4	1	5	4	20	16	32
จ	1	1	4	3	15	3	6
ฉ	2	2	3	1	5	2	4
ช	2	2	5	3	15	9	18
ซ	4	2	6	4	20	16	32
ฅ	1	2	6	4	20	4	8
ญ	2	3	4	1	5	2	4
ฎ	3	3	5	2	10	6	12
ฏ	4	3	6	3	15	12	24
ฐ	1	4	5	1	5	1	2
ฑ	2	4	6	2	10	4	8
ฒ	3	5	6	1	5	3	6
รวม	36	35	72	37	185	98	196

กำหนดให้

ก. รถวิ่งจากซ้ายไปขวา มีระยะทาง 5 ไมล์

ข. มี 6 หลัก ห่างกัน 1 ไมล์ รถจะต้องเข้าออกที่หลักและไม่มีรถเข้าที่หลักที่ 6 ไม่มีรถออกที่หลักที่ 1

(1) → (2) → (3) → (4) → (5) → (6)

ค. อัตราการใช้ถนน

1. 5 บาทต่อ car-mile

2. 2 บาทต่อ passenger-mile

และคนขับถือว่าเป็นผู้โดยสาร

จะเห็นได้ว่าการสร้าง Worksheet 1 ทำให้เราทราบเฉพาะจำนวนเงินทั้งหมดที่เก็บได้เท่านั้น แต่เราจะไม่ทราบว่า การใช้ถนนในช่วงไหนมีมากน้อยต่างกันอย่างไร หรือช่วงไหนเก็บเงินได้มากน้อยกว่ากันอย่างไร ดังนั้นจึงมีวิธีการศึกษาต่อไปโดยทำเป็น worksheet 2 เพื่อที่จะศึกษาดูว่าจำนวนรถที่เข้าออกในแต่ละหลักเป็นอย่างไร และทำเป็น worksheet 3 เพื่อดูจำนวนรถที่เข้าออกในแต่ละหลักว่าแตกต่างกันอย่างไร ดังนี้

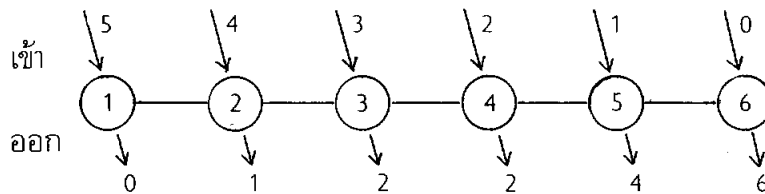
Worksheet 2

หลักที่	จำนวนรถ	
	เข้า	ออก
1	5	0
2	4	1
3	3	2
4	2	2
5	1	4
6	0	6
รวม	15	15

### Worksheet 3

หลัก	จำนวนผู้โดยสาร	
	เข้า	ออก
1	11	0
2	10	1
3	9	4
4	3	3
5	3	11
6	0	17
รวม	36	36

และเราสามารถเขียน diagram สำหรับ worksheet 2 ได้ดังนี้



#### 2.2 Group Method แบ่งออกเป็น 2 วิธีใหญ่ ๆ คือ

1. Group Method ที่คิดตามทิศทางการวิ่ง (Moving with traffic)
  2. Group Method ที่คิดสวนทางกับทิศทางการวิ่ง (Moving against traffic)
- ซึ่งแต่ละวิธีมีวิธีหาจำนวน Car-miles หรือ passenger-miles ดังต่อไปนี้

##### 2.2.1 Group Method, Moving with traffic มี 3 วิธี คือ

1. **Group method 1** เราเรียกว่า Continuous method ให้  $C_i^{i+1}$  แทนจำนวน car-miles หรือ passenger-miles ระหว่างหลักที่  $i$  กับ  $i + 1$

จาก diagram ของ worksheet 2 จะเห็นได้ว่า

$$C_1^2 = 5$$

$$C_2^3 = C_1^2 + 4 - 1 = 8$$

$$C_3^4 = C_2^3 + 3 - 2 = 9$$

$$C_4^5 = C_3^4 + 2 - 2 = 9$$

$$C_5^6 = C_4^5 + 1 - 4 = 6$$

$$C_6^7 = C_5^6 + 0 - 6 = 0$$

ซึ่งจะเห็นได้ว่า หลักที่เก็บเงินได้มากที่สุดคือหลักที่ 3 กับหลักที่ 4 และหลักที่ 4 กับหลักที่ 5 โดยเก็บเงินได้เท่ากับ  $9 \times 5 = 45$  บาท

2. **group method 2** เรียกว่า Single interval method เป็นการคิดจำนวน car-miles หรือ passenger-miles ในแต่ละช่วง โดยหาได้จากจำนวนรถเข้าถึงหลักที่  $i$  ลบด้วยจำนวนรถออกจนถึงหลักที่  $i$  ดังนี้

$$C_1^2 = \text{จำนวนรถเข้าจนถึงหลักที่ 1} - \text{จำนวนรถออกจนถึงหลักที่ 1} = 5 - 0 = 5$$

$$C_2^3 = \text{จำนวนรถเข้าจนถึงหลักที่ 2} - \text{จำนวนรถออกจนถึงหลักที่ 2} = (5+4) - (0+1) = 8$$

$$C_3^4 = (5 + 4 + 3) - (0 + 1 + 2) \\ = 12 - 3 = 9$$

$$C_4^5 = (5 + 4 + 3 + 2) - (0 + 1 + 2 + 2) \\ = 14 - 5 = 9$$

$$C_5^6 = (5 + 4 + 3 + 2 + 1) - (0 + 1 + 2 + 2 + 4) \\ = 15 - 9 = 6$$

3. **group method 3** เรียกว่า Net migration method ให้  $I_i$  เป็นจำนวนรถที่เพิ่มขึ้น (Net increment) ณ หลักที่  $i$  ซึ่ง  $I_i = \text{จำนวนรถที่เข้าที่หลักที่ } i - \text{จำนวนรถออกที่หลักที่ } i$  ดังนั้น Net increment ตามหลักต่างๆ จะเป็นดังนี้

$$I_1 = \text{จำนวนรถเข้าหลักที่ 1} - \text{จำนวนรถออกหลักที่ 1} \\ = 5 - 0 = 5$$

$$I_2 = \text{จำนวนรถเข้าหลักที่ 2} - \text{จำนวนรถออกหลักที่ 2} \\ = 4 - 1 = 3$$

$$I_3 = 3 - 2 = 1$$

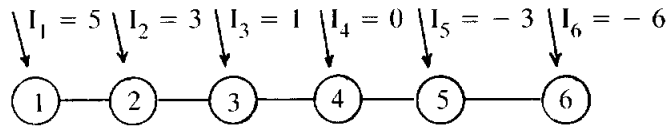
$$I_4 = 2 - 2 = 0$$

$$I_5 = 1 - 4 = -3$$

$$I_6 = 0 - 6 = -6$$

$$\text{และจะได้ว่า } \sum_{i=1}^6 I_i = 0$$

เขียน diagram ให้เห็นจำนวนรถที่เพิ่มขึ้นในแต่ละหลักได้ดังนี้



การหาจำนวน car-miles หรือ passenger-miles หาได้จาก Net increment โดยวิธี continuous method ก็ได้ หรือหาโดยวิธี single interval ก็ได้ ดังนี้

### 1. Continuous method

$$\text{ให้ } C_{i+1}^{i+2} = C_i^{i+1} + I_{i+1}$$

$$\begin{aligned} \therefore C_1^2 &= C_0^1 + I_{0+1} \\ &= 5 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} C_2^3 &= C_1^2 + I_{1+1} \\ &= C_1^2 + I_2 \\ &= 5 + 3 = 8 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} C_3^4 &= C_2^3 + I_3 \\ &= 8 + 1 = 9 \end{aligned}$$

$$C_4^5 = C_3^4 + I_4 + 9 + 0 = 9$$

$$\begin{aligned} C_5^6 &= C_4^5 + I_5 \\ &= 9 + (-3) = 6 \end{aligned}$$

**2. Single interval method** วิธีนี้หาได้โดยนำเอา Net increment ( $I_i$ ) มาบวกกัน เนื่องจาก  $I$  เป็นผลต่างของจำนวนรถเข้ากับจำนวนรถออก

$$C_1^2 = I_1 = 5$$

$$C_2^3 = I_1 + I_2 = 5 + 3 = 8$$

$$C_3^4 = I_1 + I_2 + I_3 = 5 + 3 + 1 = 9$$

$$C_4^5 = I_1 + I_2 + I_3 + I_4 = 5 + 3 + 1 + 0 = 9$$

$$\begin{aligned} C_5^6 &= I_1 + I_2 + I_3 + I_4 + I_5 = 5 + 3 + 1 + 0 + (-3) \\ &= 6 \end{aligned}$$

การหาจำนวน car-miles และ passenger-miles โดยใช้ Net migration แสดงได้จาก Work-sheet 4 ดังนี้

Worksheet 4

หลักที่ i	จำนวนรถ		I <sub>i</sub> (3)	C <sub>i</sub> <sup>i+1</sup> สะสมช่องที่ (3) ลงมา
	เข้า (1)	ออก (2)		
1	5	0	5	5
2	4	1	3	8
3	3	2	1	9
4	2	2	0	9
5	1	4	-3	6
6	0	6	-6	0
รวม	15	15	0	37

2.2.2 Group Method, Moving against traffic

มี 3 วิธีเช่นเดียวกับ moving with traffic โดยถือจำนวนรถออกเป็นหลัก ดังนี้

1. group method 1 เรียกว่า continuous method ใช้ diagram รถเข้าออกอันเดิม จะได้

$$C_5^6 = 5$$

$$C_4^5 = C_5^6 + 4 - 1 = 6 + 4 - 1 = 9$$

$$C_3^4 = C_4^5 - 2 + 2 = 9$$

$$C_2^3 = C_3^4 + 2 - 3 = 9 - 1 = 8$$

$$C_1^2 = C_2^3 + 1 - 4 = 5$$

2. group method 2 เรียกว่า Single interval method

$$C_5^6 = \text{จำนวนรถออกทั้งหมดจนถึงหลักที่ 6} - \text{จำนวนรถเข้าทั้งหมดจนถึงหลักที่ 6} \\ = 6 - 0 = 6$$

$$C_4^5 = (6 + 4) - (0 + 1) \\ = 10 - 1 = 9$$

$$C_3^4 = (6 + 4 + 2) - (0 + 1 + 2) \\ = 12 - 3 = 9$$

$$C_2^3 = (6 + 4 + 2 + 2) - (0 + 1 + 2 + 3) \\ = 14 - 6 = 8$$

$$C_1^2 = (6 + 4 + 2 + 2 + 1) - (0 + 1 + 2 + 3 + 4) \\ = 15 - 10 = 5$$

**3. group method 3** เรียกว่า Net migration method

ให้  $R_i$  = จำนวนรถที่ลดลง ณ หลักที่  $i$  (Net Reduction)  
 = จำนวนรถออกที่หลัก  $i$  - จำนวนรถเข้าที่หลักที่  $i$

$$\therefore R_1 = 0 - 5 = -5$$

$$R_2 = 1 - 4 = -3$$

$$R_3 = 2 - 3 = -1$$

$$R_4 = 2 - 2 = 0$$

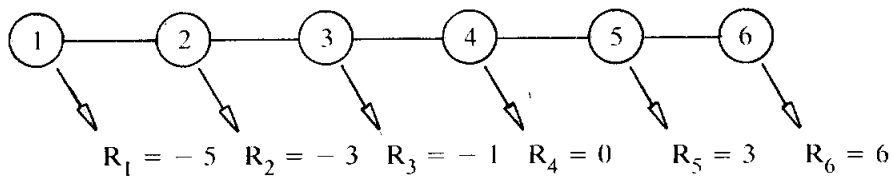
$$R_5 = 4 - 1 = 3$$

$$R_6 = 6 - 0 = 6$$

และจะได้ว่า  $R_i = -I_i$

$$\sum_{i=1}^6 R_i = 0$$

เขียน diagram แสดง Net Reduction ได้ดังนี้



การหาจำนวน car-miles หรือ passenger-miles จะใช้วิธี Continuous method หรือ Single interval method ก็ได้ดังนี้

**1. Continuous method**

$$C_5^6 = R_6 = 6$$

$$C_4^5 = C_5^6 + R_5$$

$$= 6 + 3 = 9$$

$$C_3^4 = C_4^5 + R_4$$

$$= 9 + 0 = 9$$

$$C_2^3 = C_3^4 + I_3$$

$$= 9 - 1 = 8$$

$$C_1^2 = C_2^3 + I_2$$

$$= 8 - 3 = 5$$

## 2. Single interval method

$$C_2^3 = R_3 + R_4 + R_5 + R_6$$

$$= -1 + 0 + 3 + 6 = 8$$

$$C_3^4 = R_4 + R_5 + R_6$$

$$= 0 + 3 + 6 = 9$$

$$C_1^2 = R_2 + R_3 + R_4 + R_5 + R_6$$

$$= -3 - 1 + 0 + 3 + 6 = 5$$

$$C_4^5 = R_5 + R_6$$

$$= 3 + 6 = 9$$

$$C_5^6 = R_6 = 6$$

จากจำนวน car-miles ที่ได้โดยวิธี Net migration เราย่นมาเขียนเป็น worksheet 5 ได้ดังนี้

**Worksheet 5**

หลักที่ i	จำนวนรถ		R <sub>i</sub> (2) - (1) (3)	C <sub>i</sub> <sup>j</sup> สะสมช่องที่ (3) ขึ้นมา (4)
	เข้า (1)	ออก (2)		
1	5	0	-5	0
2	4	1	-3	5
3	3	2	-1	8
4	2	2	0	9
5	1	4	3	9
6	0	6	6	6
รวม	15	15	0	37



## แบบฝึกหัดบทที่ 2

1. จงเติมตารางที่กำหนดให้ต่อไปนี้ให้สมบูรณ์

หลักที่	เข้า	ออก	$I_i$	$C_i^{i+1}$
1				
2				
3	11			
4				
5		0		
6				
รวม		75		352

2. กำหนดให้  $x, y, z, \dots$  เป็น A.P. จงเติมตารางให้สมบูรณ์

หลักที่	เข้า	ออก	$I_i$	$C_i^{i+1}$
1			x	
2			y	
3			z	18
4			u	
5			v	
6			w	
รวม		70		