

ตารางที่ 7-27

	1	4
2	$x_{21}(-)$ $40-40 = \textcircled{0}$	$x_{24}(+)$ $0+40 = \textcircled{40}$
3	$x_{31}(+)$ $20+40 = \textcircled{60}$	$x_{34}(-)$ $60-40 = \textcircled{20}$

ผลลัพธ์ใหม่แสดงไว้ในตารางที่ 7-28 ดังนี้

ตารางที่ 7-28

โรงงาน \ ตัวแทนจำหน่าย	1	2	3	4	อัตราการผลิต ต่อเดือน
1	$\begin{matrix} \textcircled{30} \\ 3 \end{matrix}$ 3	$\begin{matrix} \textcircled{70} \\ 2 \end{matrix}$ 2	$\begin{matrix} \textcircled{50} \\ 3 \end{matrix}$ 3	7	150
2	1	5	4	$\textcircled{40}$ 3	40
3	$\textcircled{60}$ 3	5	4	$\textcircled{20}$ 6	80
ความต้องการ สินค้าต่อเดือน	90	70	50	60	270

$$\begin{aligned} \text{ผลลัพธ์ใหม่คือ} \quad x_{11} &= 30, \quad x_{12} = 70, \quad x_{13} = 50 \\ x_{24} &= 40, \quad x_{31} = 60, \quad x_{34} = 20 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{ต้นทุนค่าขนส่งรวม} &= (30 \times 3) + (70 \times 2) + (50 \times 3) + (40 \times 3) + \\ &\quad (60 \times 3) + (20 \times 6) \\ &= 800 \quad \text{บาท} \end{aligned}$$

จากนั้นหาขั้นตอนที่ 1 ใหม่ เพื่อประเมินค่าตัวแปรที่ไม่ได้อยู่ใน Basis ดังแสดงตามตารางที่ 7-29 ดังนี้

ตารางที่ 7-29

ตัวแปรที่ไม่ได้อยู่ใน Basis	ทางเดิน	การเปลี่ยนแปลงสุทธิของค่าขนส่ง
x_{14}	$+x_{14} - x_{11} + x_{31} - x_{34}$	$+7 - 3 + 3 - 6 = +1$
x_{21}	$+x_{21} - x_{31} + x_{34} - x_{24}$	$+1 - 3 + 6 - 3 = +1$
x_{22}	$+x_{22} - x_{24} + x_{34} - x_{31} + x_{11} - x_{12}$	$+5 - 3 + 6 - 3 + 3 - 2 = +6$
x_{23}	$+x_{23} - x_{24} + x_{34} - x_{31} + x_{11} - x_{13}$	$+4 - 3 + 6 - 3 + 3 - 3 = +4$
x_{32}	$+x_{32} - x_{12} + x_{11} - x_{31}$	$+5 - 2 + 3 - 3 = +3$
x_{33}	$+x_{33} - x_{13} + x_{11} - x_{31}$	$+4 - 3 + 3 - 3 = +1$

จากตารางที่ 7-29 จะเห็นว่า การเปลี่ยนแปลงสุทธิของค่าขนส่ง เป็นบวกหมดทุกตัว แสดงว่าตัวแปรที่ไม่ได้อยู่ใน Basis ที่เหลืออยู่ไม่อาจทำให้ต้นทุนค่าขนส่งลดลงได้อีกแล้ว ดังนั้นผลลัพธ์ที่ได้ตามตารางที่ 7-28 จึงเป็นตารางแสดงผลลัพธ์ตามเป้าหมายที่ดีที่สุด

ผลลัพธ์ตามเป้าหมายที่ดีที่สุดที่ทำให้ต้นทุนค่าขนส่งต่ำสุดมีดังนี้

$$x_{11} = 30, \quad x_{12} = 70, \quad x_{13} = 50$$

$$x_{24} = 40, \quad x_{31} = 60, \quad x_{34} = 20$$

ต้นทุนค่าขนส่งรวมต่ำสุดเท่ากับ 800 บาท

ถ้าเราได้ผลลัพธ์เบื้องต้นจากวิธี Northwest corner rule จะเห็นได้ว่า เราจะต้องคำนวณโดยวิธี Stepping stone ถึง 4 ครั้ง จึงจะได้ผลลัพธ์ตามเป้าหมายที่ดีที่สุด ซึ่งแสดงว่าการหาผลลัพธ์เบื้องต้นโดยวิธีที่ง่าย ๆ กว่าจะได้ผลลัพธ์ตามเป้าหมายที่ดีที่สุดจะต้องคำนวณหลายครั้ง แต่ถาเปรียบเทียบการหาผลลัพธ์เบื้องต้นด้วยวิธี North to South row rule และ VAM แล้วจะสามารถใช้วิธี Stepping Stone คำนวณหาผลลัพธ์ตามเป้าหมายได้เร็วขึ้นมาก

ตามตัวอย่างจะเห็นว่า ผลลัพธ์เบื้องต้นด้วยวิธี VAM ดังตารางที่ 7-14 จะให้ผลลัพธ์ตามเป้าหมายที่ดีที่สุดเลยที่เดียวเพราะผลลัพธ์ตามตารางที่ 7-14 เท่ากับผลลัพธ์ตามตารางที่ 7-28 แล้ว

การหาผลลัพธ์เบื้องต้นด้วยวิธี North to South row rule และ VAM ไม่จำเป็นเสมอไปว่าจะให้ผลลัพธ์ตามเป้าหมายที่ดีที่สุดเลยที่เดียว เราจำเป็นต้องใช้วิธี Stepping Stone หรือ MODI ทดสอบดู เช่นเดียวกับการหาผลลัพธ์เบื้องต้นด้วยวิธี Northwest corner rule เช่นเดียวกัน

2.2 MODI Method

วิธี MODI เป็นวิธีการหาผลลัพธ์ตามเป้าหมาย ที่มีหลักการคำนวณ หากการเปลี่ยนแปลงสุทธิของค่าขนส่งของ nonbasic cell ที่มีประสิทธิภาพกว่า Stepping Stone Method ข้อแตกต่างระหว่างทั้งสองวิธีอยู่ที่ขั้นตอนในการค้นหาผลลัพธ์ที่ดีที่สุด วิธี MODI ไม่ต้องค้นหาเส้นทางขนส่งหลาย ๆ เส้นทาง และมีการค้นหาเส้นทางขนส่งเพียงครั้งเดียวเท่านั้นหลังจากที่ได้คำนวณหาการเปลี่ยนแปลงสุทธิของค่าขนส่ง

ของ nonbasic cell แล้ว จุดมุ่งหมายของการค้นหาเส้นทางขนส่งที่กล่าวนี้ก็คือเพื่อขนส่งสินค้าเข้าสู่ nonbasic cell เพื่อพัฒนาค่าเฉลี่ยเพื่อให้ได้ผลลัพธ์ตามเป้าหมายต้นทุนค่าขนส่งรวมต่ำที่สุดนั่นเอง

ขั้นตอนสำหรับหาผลลัพธ์ตามเป้าหมายโดยวิธีของ MODI มีดังนี้

ขั้นที่ 1 จากตารางผลลัพธ์เบื้องต้นซึ่งมีจำนวน basic cells เท่ากับ

$$m + n - 1$$

กำหนดให้ทุก ๆ basic cells มี

$$c_{ij}^* = u_i + v_j$$

โดยที่ u_i = สัมประสิทธิ์ของแถวอนที่ i

v_j = สัมประสิทธิ์ของแถวตั้งที่ j

c_{ij}^* = ค่าของ c_{ij} ของ basic cell ใด ๆ

สมมติให้ u_i ใด ๆ ให้เป็นศูนย์ หาค่า v_j, u_i ที่สัมพันธ์กันตามเงื่อนไข

$$c_{ij}^* = u_i + v_j \quad \text{จนครบทุกค่าของ } u_i \text{ และ } v_j$$

โดยทั่วไปแล้วนิยมให้ u_i และ v_j ของแถวอนหรือแถวตั้งใด ๆ ที่มีจำนวน basic cell ในแถวนั้นมากที่สุดมีค่าเป็นศูนย์ ทั้งนี้ก็เพื่อให้ค่า u_i และ v_j ทุก ๆ ค่าเป็นตัวเลขน้อย ซึ่งง่ายต่อการคำนวณ

ขั้นที่ 2 จากค่า u_i และ v_j ทุกค่าที่หามาได้ พิจารณาค่าทางเดินของ nonbasic cell โดยใช้ค่า $c_{ij} - (u_i + v_j)$ ถ้ามีผลเป็นเครื่องหมายบวกหมดแสดงว่าได้ผลลัพธ์ตามเป้าหมายสำหรับเป้าหมายต่ำสุดแล้ว แต่ถ้ามีทางเดินใด ๆ มีผลเป็นลบ ก็จะต้องย้ายค่า x_{ij}^* จาก basic cell ตามวิธีการที่ได้อธิบายมาแล้วในวิธี

Stepping Stone

ลองพิจารณาตัวอย่างจากผลิตภัณฑ์เบื้องต้นโดยวิธี North to South row rule
 ตารางที่ 7-7 และหาผลิตภัณฑ์ตามเป้าหมายโดยวิธี MODI ดังนี้

ตารางที่ 7-7

โรงงาน \	1	2	3	4	อัตราการผลิต ต่อเดือน	u_i
1	3 (80)	2 (70)	3 +0	7 +2	150	0
2	1 (10)	5 +5	4 +3	3 (30)	40	-2
3	3 -1	5 +2	4 (50)	6 (30)	80	1
ความต้องการ สินค้าต่อเดือน	90	70	50	60	270	
v_j	3	2	3	5		

ขั้นที่ 1 คำนวณ u_i และ v_j ที่มีของ basic cells ให้ $u_1 = 0$

$$u_1 = 0 : u_1 + v_1 = 3 ; v_1 = 3$$

$$\text{และ} : u_1 + v_2 = 2 ; v_2 = 2$$

$$v_1 = 3 : u_2 + v_1 = 1 ; u_2 = -2$$

$$u_2 = -2 ; u_2 + v_4 = 3 ; v_4 = 5$$

$$v_4 = 5 ; u_3 + v_4 = 6 ; u_3 = 1$$

$$u_3 = 1 ; u_3 + v_3 = 4 ; v_3 = 3$$

ขั้นที่ 2 คำนวณหาค่า $c_{ij} - (u_i + v_j)$ สำหรับช่อง nonbasic cell

$$c_{13} - (u_1 + v_3) = 3 - (3 + 0) = 0$$

$$c_{14} - (u_1 + v_4) = 7 - (0 + 5) = 2$$

$$c_{22} - (u_2 + v_2) = 5 - (-2 + 2) = 5$$

$$c_{23} - (u_2 + v_3) = 4 - (-2 + 3) = 3$$

$$c_{31} - (u_3 + v_1) = 3 - (1 + 3) = -1$$

$$c_{32} - (u_3 + v_2) = 5 - (1 + 2) = 2$$

เมื่อหาค่าดัชนี $c_{ij} - (u_i + v_j)$ สำหรับช่อง nonbasic cell แล้วพบว่า
ทางเดิน (3,1) จะมีค่าดัชนีที่เป็นตัวเลขมากที่สุดเท่ากับ -1 แสดงว่าการขนส่งสินค้าจาก
โรงงานที่ 3 มายังตัวแทนจำหน่ายที่ 1 จำนวน 1 หน่วยทำให้ต้นทุนค่าขนส่งลดลงได้อีกหน่วย
ละ 1 บาท แสดงว่าตารางที่ 7-7 ยังไม่ได้ผลลัพธ์ตามเป้าหมายต้นทุนค่าขนส่งต่ำที่สุด ขั้นตอน
ต่อไปก็ดำเนินการตามแบบเดียวกับวิธี Stepping Stone เราจะนำ x_{31} เข้าไปอยู่
ใน Basis

$$\text{ทางเดินของ } x_{31} \text{ คือ } +x_{31} - x_{34} + x_{24} - x_{21}$$

ผลลัพธ์ใหม่จะแสดงไว้ในตารางที่ 7-30 ดังนี้

ตารางที่ 7-30

โรงงาน \ ตัวแทนจำหน่าย	ตัวแทนจำหน่าย				อัตรารวมผลิต ต่อเดือน
	1	2	3	4	
1	(80)	(70) 70			150
2				(40) 40	40
3	(10)		(50)	(20)	80
ความต้องการ สินค้าต่อเดือน	90	70	50	60	270

ผลลัพธ์ใหม่ คือ

$$x_{11} = 80, x_{12} = 70, x_{24} = 40$$

$$x_{31} = 10, x_{33} = 50, x_{34} = 20$$

$$\begin{aligned} \text{ต้นทุนค่าขนส่งรวม} &= (80 \times 3) + (70 \times 2) + (40 \times 3) + (10 \times 3) + \\ &\quad (50 \times 4) + (20 \times 6) \\ &= 850 \text{ บาท} \end{aligned}$$

พิจารณາตารางที่ 7-30 ว่าผลลัพธ์ที่ได้เป็นผลลัพธ์ตามเป้าหมายที่ดีที่สุดหรือยัง โดยเริ่มคำนวณขั้นที่ 1 ของวิธี MODI ต่อไปดูตารางที่ 7-31

ตารางที่ 7-31

โรงงาน \ ตัวแทนจำหน่าย					อัตราการผลิต ต่อเดือน	u_1
	1	2	3	4		
1	80 3	70 2	-1 3	+1 7	150	0
2	+1 1	+6 5	+3 4	40 3	40	-3
3	10 3	+3 5	50 4	20 6	80	0
ความต้องการ สินค้าต่อเดือน	90	70	50	60	270	
	v_j	3	2	4	6	

ขั้นที่ 1 คำนวณ u_1 และ v_j ที่มีของ basic cells ให้ $u_1 = 0$

$$u_1 = 0 \quad ; \quad u_1 + v_1 = 3 \quad ; \quad v_1 = 3$$

$$\text{และ} \quad ; \quad u_1 + v_2 = 2 \quad ; \quad v_2 = 2$$

$$v_1 = 3 \quad ; \quad u_3 + v_1 = 3 \quad ; \quad u_3 = 0$$

$$u_3 = 0 \quad ; \quad u_3 + v_3 = 4 \quad ; \quad v_3 = 4$$

$$\text{และ} \quad ; \quad u_3 + v_4 = 6 \quad ; \quad v_4 = 6$$

$$v_4 = 6 \quad ; \quad u_2 + v_4 = 3 \quad ; \quad u_2 = -3$$

ขั้นที่ 2 คำนวณหาค่า $c_{ij} - (u_i + v_j)$ สำหรับช่อง nonbasic cells

$$c_{13} - (u_1 + v_3) = 3 - (0 + 4) = -1$$

$$c_{14} - (u_1 + v_4) = 7 - (0 + 6) = 1$$

$$c_{21} - (u_2 + v_1) = 1 - (-3 + 3) = 1$$

$$c_{22} - (u_2 + v_2) = 5 - (-3 + 2) = 6$$

$$c_{23} - (u_2 + v_3) = 4 - (-3 + 4) = 3$$

$$c_{32} - (u_3 + v_2) = 5 - (0 + 2) = 3$$

นำ x_{13} เข้าไปอยู่ใน Basis

$$\text{ทาง เค้น } x_{13} \text{ คือ } + x_{13} = x_{11} + x_{31} - x_{33}$$

ผลลัพธ์ใหม่จะแสดงไว้ในตารางที่ 7-32 ดังนี้

ตารางที่ 7-32

ตัวแทนจำหน่าย โรงงาน	1	2	3	4	อัตราการผล ต่อเดือน
1	30 3	70 2	50 3	7 3	150
2	1	5		40 6	40
3	0 60	5 3	4 4	20 20	80
ความต้องการ สินค้าต่อเดือน	90	70	50	60	270

ผลลัพธ์ใหม่คือ $x_{11} = 30, x_{12} = 70, x_{13} = 50$

$x_{24} = 40, x_{31} = 60, x_{34} = 20$

ต้นทุนค่าขนส่งรวม = $(30 \times 3) + (70 \times 2) + (50 \times 3) + (40 \times 3)$
 $+ (60 \times 3) + (20 \times 6)$
 = 800 บาท

พิจารณาตารางที่ 7-32 ว่าผลลัพธ์ที่ได้เป็นผลลัพธ์ตามเป้าหมายหรือยังโดยเริ่ม
 คำนวณขั้นที่ 1 ของวิธี MODI คือไปดูตารางที่ 7-33

ตารางที่ 7-33

ตัวแทนจำหน่าย โรงงาน	1	2	3	4	อัตราการผลิต ต่อเดือน	u_i
1	30 3	70 2	50 3	+1 7	150	0
2	+1 1	+6 5	+4 4	40 3	40	3
3	60 3	+3 5	+1 4	20 6	80	0
ความต้องการ สินค้าต่อเดือน	90	70	50	60	270	
v_j	3	2	3	6		

ขั้นที่ 1 คำนวณ u_i และ v_j ที่ขึ้นของ basic cells ให้ $u_1 = 0$

$$u_1 = 0 ; u_1 + v_1 = 3 ; v_1 = 3$$

$$u_1 + v_2 = 2 ; v_2 = 2$$

$$u_1 + v_3 = 3 ; v_3 = 3$$

$$v_1 = 3 ; u_3 + v_1 = 3 ; u_3 = 0$$

$$u_3 = 0 ; u_3 + v_4 = 6 ; v_4 = 6$$

$$v_4 = 6 ; u_2 + v_4 = 3 ; u_2 = -3$$

ขั้นที่ 2 คำนวณหาค่า $c_{ij} - (u_i + v_j)$ สำหรับของ nonbasic cells

$$c_{14} - (u_1 + v_4) = 7 - (0 + 6) = 1$$

$$c_{21} - (u_2 + v_1) = 1 - (-3 + 3) = 1$$

$$c_{22} - (u_2 + v_2) = 5 - (-3 + 2) = 6$$

$$c_{23} - (u_2 + v_3) = 4 - (-3 + 3) = 4$$

$$c_{32} - (u_3 + v_2) = 5 - (0 + 2) = 3$$

$$c_{33} - (u_3 + v_3) = 4 - (0 + 3) = 1$$

จะเห็นว่าค่าของ $c_{ij} - (u_i + v_j)$ มีเครื่องหมายเป็นบวกหมดแล้วแสดงว่าผลลัพธ์ที่ได้ตามตารางที่ 7-32 เป็นผลลัพธ์ตามเป้าหมายต้นทุนค่าขนส่งต่ำที่สุดแล้ว

จากตัวอย่างการใช้วิธี MODI จะพบว่า การหาค่าทางเดินของ nonbasic cells นั้นง่ายและรวดเร็วกว่าวิธีก่อน

ในการแก้ปัญหาการขนส่งจึงพอสรุปได้ว่า ควรใช้วิธีหาผลลัพธ์เบื้องต้นโดยวิธี VAM และหาผลลัพธ์ตามเป้าหมายโดยวิธีของ MODI จะสะดวกและรวดเร็วกว่าวิธีอื่นมาก

ตัวแบบปัญหาการขนส่งกรณีที่มีค่าเฉลี่ยมีหลายทางเลือก

สมมติให้ตารางที่ 7-34 แสดงผลลัพธ์ตามเป้าหมายที่ดีที่สุดของปัญหาการขนส่งหนึ่ง

ตารางที่ 7-34

คลังสินค้า โรงงาน	1	2	3	สมรรถภาพ การผลิต
1	(40) 1	2	(80) 2	120
2	4	(160) 3	5	160
3	(100) 1	(40) 2	3	140
ความต้องการ การสินค้า	140	200	80	420

ต้นทุนค่าขนส่งรวมเท่ากับ 860 บาท

นำตัวแปรที่ยังไม่ได้อยู่ใน Basis คือ x_{12} , x_{21} , x_{23} และ x_{33} ไปประเมินค่าการเปลี่ยนแปลงสุทธิของค่าขนส่งตามวิธี Stepping Stone เพื่อตรวจสอบ
 ว่าคุณค่าผลลัพธ์ตามตารางที่ 7-34 เป็นผลลัพธ์ตามเป้าหมายที่ดีที่สุดหรือยัง ดูตารางที่ 7-35

ตารางที่ 7-35

ตัวแปรที่ไม่ได้อยู่ใน Basis	ทางเดิน	การเปลี่ยนแปลงสุทธิของค่าขนส่ง
x_{12}	$+x_{12} - x_{11} + x_{31} - x_{32}$	$+2 - 1 + 1 - 2 = 0$
x_{21}	$+x_{21} - x_{31} + x_{32} - x_{22}$	$+4 - 1 + 2 - 3 = 2$
x_{23}	$+x_{23} - x_{13} + x_{11} - x_{31} + x_{32} - x_{22}$	$+5 - 2 + 1 - 1 + 2 - 3 = 2$
x_{33}	$+x_{33} - x_{13} + x_{11} - x_{31}$	$+3 - 2 + 1 - 1 = 1$

จากตารางที่ 7-35 แสดงว่าถึงจุดที่ค่าเฉลยที่ดีที่สุดแล้ว เพราะว่าค่าการเปลี่ยนแปลงสุทธิของค่าขนส่งเป็นบวกและศูนย์ หมายความว่าไม่มีตัวแปรใดที่เมื่อเปลี่ยนแปลงค่าเฉลยแล้วจะให้ต้นทุนค่าขนส่งลดลง

ขอให้สังเกตจะเห็นว่าตัวแปรที่ไม่เป็นค่าเฉลยคือ x_{12} มีค่าการเปลี่ยนแปลงสุทธิของต้นทุนค่าขนส่งเท่ากับ 0 หมายความว่า ถ้าเรานำ x_{12} เข้าไปอยู่ใน Basis จะทำให้ต้นทุนค่าขนส่งเท่าเดิม

ค่าเฉลยที่เป็นทางเลือกใหม่แสดงไว้ในตารางที่ 7-36 ดังนี้

ตารางที่ 7-36

คลังสินค้า โรงงาน	1	2	3	สมรรถภาพ การผลิต
1	0	40	80	120
2		160		160
3	140			140
ความต้องการ การสินค้า	140	200	80	420

ผลลัพธ์ตามเป้าหมายใหม่คือ $x_{11} = 0, x_{12} = 40, x_{13} = 80$
 $x_{22} = 160, x_{31} = 140$

ต้นทุนค่าขนส่งรวมต่ำสุด = $(40 \times 2) + (80 \times 2) + (160 \times 3) + (140 \times 1)$
 = 860 บาท

จะเห็นว่าต้นทุนค่าขนส่งรวมของผลลัพธ์ตามเป้าหมายในตารางที่ 7-34 และ ตารางที่ 7-36 จะเท่ากัน และถ้านำเอาตัวแปรที่ไม่ได้อยู่ใน Basis ของตารางที่ 7-36 มาคำนวณค่าการเปลี่ยนแปลงสุทธิของค่าขนส่งค่าการเปลี่ยนแปลงจะเป็นบวก ยกเว้น x_{32} จะให้ค่าการเปลี่ยนแปลงสุทธิเท่ากับศูนย์

ดังนั้น เมื่อได้ค่าเฉลี่ยที่ดีที่สุดแล้วและปรากฏว่าตัวแปรที่ไม่ได้อยู่ใน Basis มีค่าการเปลี่ยนแปลงสุทธิของค่าขนส่งเป็นศูนย์ ส่วนตัวอื่นมีค่าเป็นบวก แสดงว่าลักษณะปัญหา

การขนส่งสามารถให้ค่าเฉลี่ยหลายทางเลือก เราสามารถนำเอาตัวแปรที่มีค่าการเปลี่ยนแปลงสุทธิของค่าขนส่งที่เท่ากับศูนย์เข้าไปอยู่ใน Basis เป็นทางเลือกอีกทางเลือกหนึ่ง โดยที่ต้นทุนค่าขนส่งรวมเท่าเดิม

ตัวแบบปัญหาการขนส่งกรณีที่อุปสงค์ไม่เท่ากับอุปทาน

ในกรณีที่ปริมาณความต้องการของคลังสินค้า (อุปสงค์ หรือ Demand) ไม่เท่ากับสมรรถภาพการผลิตของโรงงาน (อุปทาน หรือ Supply) ปัญหาอย่างนี้มักจะเป็นปัญหาที่เกิดขึ้นในทางปฏิบัติ ถ้าเกิดปัญหาความไม่สมดุลเกิดขึ้นจะมีวิธีแก้ปัญหาคืออย่างไร

1.1 กรณีที่อุปสงค์มากกว่าอุปทาน

กรณีที่ปริมาณความต้องการสินค้าของคลังสินค้า (อุปสงค์ : Demand) มากกว่าสมรรถภาพการผลิตของโรงงาน (อุปทาน : Supply) ก่อนการคำนวณให้เพิ่มโรงงานสมมติขึ้น (Dummy Plant) โดยที่ค่าขนส่งมีค่าเท่ากับศูนย์ ดังได้กล่าวไว้แล้วในตัวอย่างที่ 1

ต่อไปนี้จะกล่าวถึงตัวอย่างการคำนวณหาผลลัพธ์ตามเป้าหมายที่ดีที่สุดในการกรณีที่อุปสงค์มากกว่าอุปทาน

ตัวอย่างที่ 5 สมมติให้บริษัทแห่งหนึ่งมีโรงงานผลิตสินค้าอยู่ 3 โรงงานและมีคลังสินค้าอยู่ในจังหวัดต่าง ๆ อยู่ 5 แห่งต้นทุนค่าขนส่ง ปริมาณความต้องการของคลังสินค้า ตลอดจนสมรรถภาพการผลิตของโรงงานแสดงไว้ในตารางที่ 7-37 ดังนี้

ตารางที่ 7-37

คลังสินค้า โรงงาน	1	2	3	4	5	สมรรถภาพ การผลิต
1	5	1	6	3	1	200
2	2	3	4	5	4	100
3	4	2	3	2	3	50
ปริมาณความ ต้องการสินค้า	80	90	100	70	60	350 400

บริษัทแห่งนี้ควรมีวิธีการจัดส่งสินค้าอย่างไรจึงจะทำให้เสียต้นทุนค่าขนส่งรวม
ค่าที่ต่ำที่สุด

จากตารางที่ 7-37 จะเห็นว่าปริมาณความต้องการสินค้าของคลังสินค้ามากกว่าสมรรถภาพการผลิตของโรงงานอยู่ $400 - 350 = 50$ หน่วย ดังนั้นจึงต้องตั้งโรงงาน
สมมติขึ้น โดยโรงงานสมมติที่ตั้งขึ้นจะมีสมรรถภาพการผลิตเท่ากับ 50 หน่วย เพื่อให้เพียงพอ
กับปริมาณความต้องการ ดังตารางที่ 7-38 ดังนี้

ตารางที่ 7-38

คลังสินค้า โรงงาน	1	2	3	4	5	สมรรถภาพ การผลิต
1	5	1	6	3	1	200
2	2	3	4	5	4	100
3	4	2	3	2	3	50
Dummy : 4	0	0	0	0	0	50
ปริมาณความ ต้องการสินค้า	80	90	100	70	60	400

ต่อจากนั้นจึงคำนวณหาผลลัพธ์เบื้องต้นในที่จะคำนวณโดยใช้วิธี Northwest
Corner rule ดังตารางที่ 7-39 ดังนี้

ตารางที่ 7-39

คั้งสินค้า โรงงาน	คั้งสินค้า					สมรรถภาพ การผลิต
	1	2	3	4	5	
1	5 (80)	1 (90)	6 (30)	3	1	200
2	2	3	4 (70)	5 (30)	4	100
3	4	3	3	2 (40)	3 (10)	50
Dummy: 4	0	0	0	0	0 (50)	50
ปริมาณความต้องการ การสินค้า	80	90	100	70	60	400

ผลลัพธ์เบื้องต้น คือ $x_{11} = 80, x_{12} = 90, x_{13} = 30, x_{23} = 70$

$x_{24} = 30, x_{34} = 40, x_{35} = 10, x_{45} = 50$

ต้นทุนค่าขนส่งรวมเท่ากับ 1210 บาท

ขั้นต่อไปคำนวณหาผลลัพธ์ตามเป้าหมายที่คิดหุ้ทำไห้ต้นทุนค่าขนส่งรวมค้ำที่สุด
โดยใช้เทคนิคและวิธีการ stepping stone จะได้ค่าเฉลยที่คิดหุ้คั้งแสดงไว้ในตาราง
ที่ 7-40 คั้งนี้

ตารางที่ 7-40

คลังสินค้า โรงงาน	1	2	3	4	5	สมรรถภาพ การผลิต
1	5	1 90	6 4	3	1	200
2	80	2	20 20	5	4	100
3	4	2	30 3	20 2	3	50
Dummy : 4	4	0	50 0	0	0	50
ความต้องการสินค้า	80	90	100	70	60	400

ผลลัพธ์ตามเป้าหมายที่คิดที่สุดคือ $x_{12} = 90, x_{14} = 50, x_{15} = 60$

$x_{21} = 80, x_{23} = 20, x_{33} = 30$

$x_{34} = 20, x_{43} = 50$

ต้นทุนค่าขนส่งรวมค่าที่คิดเท่ากับ 670 บาท

จากค่าเฉลี่ยที่คิดที่สุด สังเกต $x_{43} = 50$ บอกให้ทราบว่าคลังสินค้า 3 จะขาดแคลนสินค้า 50 หน่วย เนื่องจากคลังสินค้า 3 มีความต้องการ 100 หน่วย แต่โรงงานต่าง ๆ สามารถส่งสินค้าให้ได้เพียง $20 + 30 = 50$ หน่วยเท่านั้น

1.2 กรณีที่อยู่ส่งคนน้อยกว่าอุปทาน

กรณีที่ปริมาณความต้องการสินค้าของคลังสินค้า (Demand) น้อยกว่าสมรรถภาพการผลิตของโรงงาน (Supply) ก่อนการคำนวณให้เพิ่มคลังสินค้าสมมติขึ้น (Dummy Warehouse) โดยที่ค่าขนส่งมีค่าเท่ากับศูนย์ ดังได้กล่าวไว้ในตัวอย่างที่ 2

ต่อไปนี้จะกล่าวถึงตัวอย่างการคำนวณหาผลลัพธ์ตามเป้าหมายที่ดีที่สุด ในกรณีที่อยู่ส่งคนน้อยกว่าอุปทาน

ตัวอย่างที่ 6 บริษัทแห่งหนึ่งมีโรงงานอยู่ 4 แห่งและมีคลังสินค้าตามจังหวัดต่าง ๆ อยู่ 4 แห่งเช่นเดียวกัน บริษัทมีต้นทุนค่าขนส่ง สมรรถภาพการผลิตของโรงงานและปริมาณความต้องการสินค้าของคลังสินค้า ปรากฏตามตารางที่ 7-41 ดังนี้

ตารางที่ 7-41

คลังสินค้า โรงงาน	1	2	3	4	สมรรถภาพ การผลิต
1	8	8	10	6	45
2	5	6	7	5	65
3	4	7	7	5	45
4	6	5	5	3	75
ปริมาณความ ต้องการ สินค้า	65	40	60	55	230 220

บริษัทนี้ควรมีวิธีการจัดส่งสินค้าอย่างไรจึงจะทำให้ต้นทุนค่าขนส่งรวมต่ำที่สุด

จากตารางที่ 7-41 จะเห็นว่าปริมาณความต้องการสินค้าของคลังสินค้าน้อยกว่าสมรรถภาพการผลิตของโรงงานอยู่ $230-220 = 10$ หน่วย ดังนั้นจึงต้องตั้งคลังสินค้าสมมติขึ้น โดยคลังสินค้าสมมติที่ตั้งขึ้นจะมีปริมาณความต้องการสินค้าเท่ากับ 10 หน่วย เพื่อให้สอดคล้องกับสมรรถภาพการผลิตของโรงงาน ดังตารางที่ 7-42 ดังนี้

ตารางที่ 7-42

คลังสินค้า โรงงาน	1	2	3	4	Dummy : 5	สมรรถภาพ การผลิต
1	8	8	10	6	0	45
2	5	6	7	5	0	65
3	4	7	7	5	0	45
4	6	5	5	3	0	75
ปริมาณความ ต้องการสินค้า	65	40	60	55	10	230

ต่อจากนั้นจึงคำนวณหาผลลัพธ์เบื้องต้นในที่จะคำนวณโดยใช้วิธีของไวเกล (VAM) ดังตารางที่ 7-43 ดังนี้

ตารางที่ 7-43

คลังสินค้า โรงงาน	1	2	3	4	Dummy : 5	สมรรถภาพ การผลิต
1	8 /	8 35	10 /	6 /	0 10	45
2	5 20	6 5	7 40	5 /	0 /	65
3	4 45	7 /	7 /	5 /	0 /	45
4	6 /	5 /	5 20	3 55	0 /	75
ปริมาณความ ต้องการสินค้า	65	40	60	55	10	230

ผลแตกต่าง
ของแถวบน

6* 2 2 2 2 2 8* -
5 1 1 1 1 1 6 6
4 , 3* - - - -
3 2* 1 1 - - - -

ผลแตกต่าง	1	1	2	2	0
ของแถวตั้ง	1	1	2	2	-
	1	1	2	-	-
	1	1	2*	-	-
	3*	2	3	-	-
		2	3*	-	-
		2			
		6			

ผลลัพธ์เบื้องต้นคือ $x_{12} = 35, x_{15} = 10, x_{21} = 20, x_{22} = 5$
 $x_{23} = 40, x_{31} = 45, x_{43} = 20, x_{44} = 55$
 ต้นทุนค่าขนส่งรวม = 1135 บาท

จากนั้นนำเอาผลลัพธ์เบื้องต้นเป็นพื้นฐานไปสู่การคำนวณหาผลลัพธ์ตามเป้าหมายที่ดีที่สุด โดยใช้เทคนิคและวิธีการ MODI จะได้ค่าเฉลยที่ดีที่สุด ดังตารางที่ 7-44 ดังนี้

ตารางที่ 7-44

คลังสินค้า โรงงาน	1	2	3	4	Dummy : 5	สมรรถภาพ การผลิต
1	+2 8	+1 8	+2 10	35 6	10 0	45
2	20 5	40 6	5 7	0 5	+1 0	65
3	45 4	+2 7	+1 7	+1 5	+2 0	45
4	+3 6	+1 5	55 5	20 3	+3 0	75
ปริมาณความ ต้องการสินค้า	65	40	60	55	10	230

ผลลัพธ์ตามเป้าหมายที่ดีที่สุดคือ $x_{14} = 35$, $x_{15} = 10$, $x_{21} = 20$, $x_{22} = 40$

$x_{23} = 5$, $x_{31} = 45$, $x_{43} = 55$, $x_{44} = 20$

หรือ

$x_{14} = 35$, $x_{15} = 10$, $x_{21} = 20$, $x_{22} = 40$

$x_{24} = 5$, $x_{31} = 45$, $x_{43} = 60$, $x_{44} = 15$

ต้นทุนค่าขนส่งรวมค่าที่ดีที่สุด = 1,100 บาท

จากค่าเฉลี่ยที่ดีที่สุด สังเกต $x_{15} = 10$ คือปริมาณการขนส่งสินค้าจากโรงงานที่ 1 ไปยังคลังสินค้าสมมติเท่ากับ 10 หน่วย หมายความว่าโรงงานที่ 1 ผลิตสินค้าเกินความต้องการไป 10 หน่วย จากค่าเฉลี่ยที่ได้รับนี้ผู้บริหารไม่เพียงแต่จะทราบถึงข้อมูลด้านการจัดการขนส่งที่ดีที่สุด แต่ยังทราบต่อไปว่าโรงงานใดที่ไม่ควรผลิตสินค้าเต็มกำลังความสามารถ นั่นคือโรงงานที่ 1 ควรผลิตเพียง 35 หน่วย แทนที่จะผลิต 45 หน่วย

ตัวแบบปัญหาการขนส่งกรณีที่เกิด Degeneracy

ปัญหาการขนส่ง ซึ่งมีผลลัพธ์ในตารางใดตารางหนึ่งมีจำนวนตัวแปรที่อยู่ใน Basis ไม่เท่ากับ $m+n-1$ แสดงว่าได้เกิด Degeneracy ขึ้นแล้ว ซึ่งไม่สามารถจะดำเนินขั้นตอนเพื่อหาผลลัพธ์ตามเป้าหมายตามต้องการได้

การเกิด Degeneracy เป็นไปได้ 2 กรณีคือ

1. จำนวนตัวแปรที่เป็นค่าเฉลี่ยมีจำนวนมากกว่า $m+n-1$ เหตุการณ์นี้มักเกิดในตารางผลลัพธ์เบื้องต้นเท่านั้น และไม่สามารถหาผลลัพธ์ตามเป้าหมายได้ จะต้องแก้ไขผลลัพธ์เบื้องต้นให้เป็นไปตามกฎคือเท่ากับ $m+n-1$

2. จำนวนตัวแปรที่เป็นค่าเฉลี่ยมีจำนวนน้อยกว่า $m+n-1$ กรณีนี้อาจเกิดขึ้นในตารางผลลัพธ์เบื้องต้นหรือในตารางต่อมาก็ได้ กรณีนี้สามารถหาผลลัพธ์ตามเป้าหมายที่ดีที่สุดได้ โดยเพิ่มจำนวนตัวแปรที่เป็นค่าเฉลี่ยเข้าไปใน Basis ให้ครบตามจำนวนของ $m+n-1$ ซึ่งทุก ๆ ตัวแปรที่เพิ่มขึ้นจะต้องมี x_{ij} เป็นศูนย์ การเพิ่มตัวแปรที่เป็นค่าเฉลี่ยเข้าไปใน Basis ดังกล่าวโดยทั่วไปจะเพิ่มที่ Nonbasic cells ใดก็ได้ แต่ที่นิยมกันเป็นดังนี้

2.1 ในกรณีที่การหาผลลัพธ์เบื้องต้นใช้วิธี Northwest corner rule แล้วเกิดปัญหา Degeneracy ขึ้นทำให้ลักษณะผลลัพธ์เบื้องต้นไม่เป็นรูปขั้นบันได วิธีแก้คือให้กำหนดค่าศูนย์ไปยังตัวแปรที่ไม่เป็นค่าเฉลี่ยที่จะทำให้ค่าเฉลี่ยอยู่ในลักษณะรูปขั้นบันได

2.2 ในกรณีที่เกิดปัญหา Degeneracy ขึ้นในระหว่างการหาผลลัพธ์ตามเป้าหมาย วิธีแก้ไขคือให้กำหนดค่าศูนย์ไปยังตัวแปรที่เป็นค่าเฉลี่ยเดิมซึ่งถูกย้ายออกไป

เพื่อช่วยให้ได้จำนวนตัวแปรที่อยู่ใน **Basis** ครบตามจำนวนที่ต้องการ จากนั้นก็คำนวณหาผลลัพท์ตามเป้าหมายที่ดีที่สุดต่อไปด้วยวิธีตามที่ได้ศึกษามาแล้วทุกประการ

ดังตัวอย่างในตารางที่ 7-34 และตารางที่ 7-36 ซึ่งเกิด **Degeneracy** ขึ้น จำนวนตัวแปรที่อยู่ใน **Basis** เท่ากับ 4 จำนวนน้อยกว่าที่กำหนดคือ $3 + 3 - 1 = 5$ จำนวนอยู่ 1 จำนวน จึงได้เพิ่มตัวแปรที่เป็นค่าเฉยเดิมซึ่งถูกย้ายออกไปคือ x_{11} ให้กลับเข้ามาอยู่ใน **Basis** อีกโดยกำหนดให้ $x_{11} = 0$

ตัวแบบปัญหาการขนส่งใช้กับการหาผลลัพท์เป้าหมายสูงสุด

ปัญหามงปัญหามีได้มีเป้าหมายต้นทุนต่ำสุดเสมอไป แต่อาจมีเป้าหมายกำไรสูงสุดก็ได้ เช่นปัญหาการจัดการผลิตเราอาจมีเป้าหมายเพื่อลดต้นทุนการผลิตให้ต่ำสุด หรืออาจมีเป้าหมายให้มีการผลิตที่ทำให้กำไรมากที่สุด

การหาผลลัพท์เป้าหมายสูงสุดอาจใช้เทคนิคของปัญหาการขนส่งมาช่วยในการหาผลลัพท์ได้ดังนี้

1. การหาผลลัพท์เบื้องต้น โดยวิธี

1.1 **Northwest corner rule** เหมือนเดิม

1.2 **North to South row rule** ให้จัดสรรไปยัง **basic cell**

ที่มีกำไรมากที่สุดก่อน

1.3 **VAM** ให้หาผลต่างของกำไรสูงสุดกับค่ารองสูงสุดของแต่ละแถวอนและแถวตั้ง แล้วพิจารณาค่าที่ให้ผลต่างมากที่สุดเป็นจุดเริ่มต้นจัดสรร x_{ij} ตัวแรก ให้จัดสรร x_{ij} ลงในช่องที่มีกำไรสูงสุดของแถวอนหรือแถวตั้งที่มีผลต่างมากที่สุด ส่วนปริมาณที่จะจัดสรรให้ x_{ij} ก็คำนวณในลักษณะเดียวกับที่ได้อธิบายมาแล้ว

2. การหาผลลัพท์ตามเป้าหมายสูงสุด ทำได้โดยวิธี

2.1 **Stepping Stone Method** เราจะพิจารณาเครื่องหมายบวกแทนเมื่อใดที่ค่าการเปลี่ยนแปลงสุทธิของกำไร เป็นบวกแสดงว่ายังสามารถเพิ่มกำไรได้อีก เราจะ

จัด x_{ij} ที่มีค่าการเปลี่ยนแปลงสุทธิของกำไรที่เป็นบวกมากที่สุดเป็นตัวแปร เข้าไปอยู่ใน basis และทราบอีกที่ค่าการเปลี่ยนแปลงสุทธิของกำไร เป็นลบหรือศูนย์ เมื่อนั้นแสดงว่าได้ผลลัพธ์ตามเป้าหมายกำไรสูงที่สุดแล้ว

2.2 MODI Method ตัวแปรที่จัดให้อยู่ใน Basis จะต้องเป็นตัวแปร ที่มี $c_{ij}-u_i-v_j$ มีค่าบวกมากที่สุด และเมื่อใดที่ค่าผลลัพธ์ $c_{ij}-u_i-v_j$ มีค่าเป็นลบหรือศูนย์ แสดงว่าผลลัพธ์ที่ได้เป็นผลลัพธ์ตามเป้าหมายสูงที่สุดแล้ว

ตัวอย่างที่ 7 บริษัทผู้ผลิตแห่งหนึ่งมีโรงงานผลิตสินค้าออกจำหน่าย 4 ชนิดจากโรงงาน 3 โรงงาน ซึ่งมีกำลังการผลิตและผลกำไรดังรายละเอียดจากตารางต่อไปนี้

สินค้าชนิดที่ โรงงาน	1	2	3	4	กำลังการผลิต (หน่วย/เดือน)
1	22	26	20	21	450
2	21	24	20	21	300
3	18	20	19	20	250
ปริมาณความต้องการ (หน่วย/เดือน)	200	340	150	270	1000 960

ให้กำหนดการผลิตเพื่อมีกำไรมากที่สุด โดยหาผลลัพธ์เบื้องต้นตามวิธีโดยประมาณของไวเกล และผลลัพธ์ตามเป้าหมายโดยวิธีของไมโต

วิธีทำ ต้องเพิ่มสินค้าสมมติชนิดที่ 5 ขึ้นโดยมีปริมาณความต้องการ 1000-960 = 40 หน่วย และหาผลลัพธ์เบื้องต้นตามวิธีของไวเกลโดยจะใช้ผลต่างของค่าสูงสุดกับค่ารองสูงสุดเป็นค่าพิจารณาจะได้ผลลัพธ์ดังนี้

ตารางที่ 7-45

สินค้าชนิดที่ โรงงาน	1	2	3	4	Dummy : 5	กำลังการผลิต	ผลทางของ แถวนอน
1	22 (110)	26 (340)	20	21	0	450	4 * 1 - - - -
2	21 (90 90)	24	20	21 (210 210)	0	300	3 1 1 1 * - - -
3	18	20	19 (150)	20 (60)	0 (40)	250	1 1 11 119 0
ปริมาณความต้องการ	200	340	150	270	40	1000	

ผลทางของ	1	2	1	1	0
แถวทั้ง	1		1	1	0
	3*	-	1	1	0
			1	1	0
			19	20*	0
			19		0
					0

ผลลัพธ์เบื้องต้นคือ $x_{11} = 110, x_{12} = 340, x_{21} = 90$
 $x_{24} = 210, x_{33} = 150, x_{34} = 60$
 $= 40$ (โรงงานที่ 3 มีกำลังการผลิตเหลือ)
 กำไรรวมเท่ากับ $x_{351, 610}$ บาท

พัฒนาค่าเฉลยจากผลลัพธ์เบื้องต้นโดยใช้วิธี MODI จะได้ผลลัพธ์ดังนี้

ตารางที่ 7-46

สินค้าชนิดที่ โรงงาน	1	2	3	4	Dummy : 5	กำลังการผลิต	u_i
1	22 (110)	26 (340)	-1	20 -1	21 -2	0 450	0
2	21 (90)	-1	24 0	20 (210)	21 -1	0 300	-1
3	18 -2	20 -4	19 (150)	20 (60)	20 (40)	0 250	-2
ปริมาณความต้องการ	200	340	150	270	40	1000	
v_j	22	26	21	22	2		

จากตารางที่ 7-46 แสดงค่าผลลัพธ์ $(c_{ij} - u_i - v_j)$ มีค่าเป็นลบหมด แสดงว่าผลลัพธ์เบื้องต้นเป็นผลลัพธ์ตามเป้าหมายกำไรสูงสุดแล้ว

แบบฝึกหัดตอนที่ 7

- ข้อ 1. เรือบรรทุกน้ำมัน 3 ลำคือ A, B และ C ทำหน้าที่ขนน้ำมันไปยังสถานีน้ำมันในเมืองต่าง ๆ 3 เมืองคือ X, Y และ Z โดยที่เรือแต่ละลำสามารถบรรทุกน้ำมันได้ 200, 600 และ 400 ตันต่อวันตามลำดับ สถานีน้ำมันในเมืองต่าง ๆ มีปริมาณความต้องการดังนี้ 400, 600 และ 200 ตันต่อวันตามลำดับ ต้นทุนค่าขนส่งน้ำมันต่อตันเป็นดังนี้

	X	Y	Z
A	70	50	20
B	80	90	30
C	50	40	70

เรือบรรทุกน้ำมันควรจัดสรรน้ำมันไปให้สถานีน้ำมันในเมืองต่าง ๆ อย่างไร จึงจะทำให้ต้นทุนค่าขนส่งน้ำมันต่ำสุด

- ข้อ 2. บริษัทปูนซีเมนต์ จำกัด ขนย้ายปูนซีเมนต์ระหว่าง 3 โรงงานไปยังโครงการ 3 แห่ง โครงการ ก ต้องการปูนซีเมนต์ 150 ตันต่อสัปดาห์ โครงการ ข ต้องการ 200 ตันต่อสัปดาห์ และโครงการ ค ต้องการ 120 ตันต่อสัปดาห์ โรงงานที่ 1 สามารถผลิตได้ 180 ตันต่อสัปดาห์ โรงงานที่ 2 สามารถผลิตได้ 160 ตันต่อสัปดาห์ และโรงงานที่ 3 สามารถผลิตได้ 200 ตันต่อสัปดาห์

ตารางต้นทุนการขนส่ง (บาทต่อตัน)

ไปยัง จาก	โครงการ ก	โครงการ ข	โครงการ ค
โรงงาน 1	20	10	20
โรงงาน 2	50	40	30
โรงงาน 3	30	10	20

ให้พิจารณาตารางต้นทุนการขนส่งจากโรงงานทั้งสามแห่งไปยังโครงการทั้งสามแห่ง

จงหาผลลัพธ์เบื้องต้นโดยวิธี

2.1 Northwest corner rule

2.2 North to South row rule

2.3 VAM

จงหาผลลัพธ์ตามเป้าหมายที่ดีที่สุดโดยวิธี

2.4 ปรับปรุงผลลัพธ์เบื้องต้นที่ได้จากวิธี Northwest corner rule

โดยวิธี Stepping Stone จนกระทั่งต้นทุนค่าขนส่งรวมต่ำที่สุด

2.5 ปรับปรุงผลลัพธ์เบื้องต้นที่ได้จากวิธี VAM โดยวิธี MODI จนกระทั่ง

ต้นทุนค่าขนส่งรวมต่ำที่สุด

ข้อ 3. บริษัทมาตรา จำกัด มีโรงงานผลิตสินค้าอยู่ 4 แห่ง คือที่กรุงเทพ, หาดใหญ่, อุบลราชธานี, เชียงใหม่ ซึ่งสามารถผลิตสินค้าได้ 1000, 800, 600 และ 400 หน่วยตามลำดับ จากการสำรวจตลาด ปรากฏว่า บริษัทจำเป็นต้องมีคลังสินค้าอยู่ที่ นครราชสีมา, ภูเก็ต, แพร่ และชลบุรี ซึ่งมีความต้องการ 900, 1100, 700 และ 300 หน่วยตามลำดับ ถ้าค่าขนส่งจากโรงงานแต่ละแห่งไปยังคลังสินค้าแสดงในตารางต่อไปนี้

คลังสินค้า โรงงาน	นครราชสีมา	ภูเก็ต	แพร่	ชลบุรี
กรุงเทพ	5	10	8	3
หาดใหญ่	15	3	20	10
อุบลราชธานี	6	22	18	12
เชียงใหม่	8	25	2	10

- 3.1 ให้ตั้งรูปแบบปัญหาการขนส่ง
- 3.2 ให้หาผลลัพธ์เบื้องต้นโดยวิธี Northwest corner rule
- 3.3 ให้หาผลลัพธ์ตามเป้าหมายต้นทุนค่าขนส่งต่ำที่สุดโดยวิธี

Stepping Stone

- ข้อ 4. บริษัทมหาชน จำกัด กำลังพิจารณาเพิ่มโรงงานผลิตสินค้าเพิ่มขึ้นอีกแห่งหนึ่ง โรงงานที่มีอยู่แล้วมี 3 แห่ง โดยจะพิจารณาเพิ่มอีกเพียงแห่งเดียวคือที่ชุมพร หรือนครราชสีมา ถ้าข้อมูลค่าขนส่งต่อหน่วยจากโรงงานไปยังคลังสินค้าของบริษัทในสถานที่ต่าง ๆ รวมทั้งกำลังการผลิตของโรงงานและความต้องการของคลังสินค้าแต่ละแห่งดังแสดงในตารางต่อไปนี้

คลังสินค้า โรงงาน	ชลบุรี	พิษณุโลก	ขอนแก่น	สุราษฎร์ธานี	กำลังการผลิต
กรุงเทพ	3	4	5	6	120
เชียงใหม่	7	4	8	15	60
สงขลา	10	18	20	5	60
ชุมพร	6	8	15	3	100
นครราชสีมา	5	7	3	10	100
ปริมาณความต้องการ	80	90	100	70	

ควรจะเลือกตั้งโรงงานที่ชุมพรหรือนครราชสีมา?

ข้อ 5. จากข้อมูลต่อไปนี้ให้คำนวณต้นทุนค่าขนส่งที่ต่ำที่สุดด้วยวิธี MODI และหาผลลัพธ์เบื้องต้นโดยวิธี North to South row rule

โครงการ	ความต้องการสินค้า ต่อสัปดาห์ (คันรถ)	โรงงาน	ความสามารถจัดหาสินค้า ต่อสัปดาห์ (คันรถ)
1	5	1	15
2	15	2	25
3	15	3	5
4	10		

ตารางต้นทุนค่าขนส่ง

โครงการ โรงงาน	1	2	3	4
1	10	6	20	11
2	12	7	9	20
3	6	4	16	18

- ข้อ 6. บริษัทผู้ผลิตแห่งหนึ่งมีโรงงานผลิตสินค้าออกจำหน่าย 3 ชนิดจากโรงงาน 3 โรง มีกำลังการผลิต และผลกำไรดังรายละเอียดจากรายละเอียดต่อไปนี้

สินค้าชนิดที่ โรงงาน	1	2	3	กำลังการผลิต (หน่วย/เดือน)
1	1	2	2	120
2	4	3	5	160
3	1	2	3	160
ปริมาณความต้องการ (หน่วย/เดือน)	140	200	80	440 420

ให้กำหนดการผลิตเพื่อมีกำไรมากที่สุดโดย

- หาผลลัพธ์เบื้องต้นตามวิธี
 - Northwest corner rule
 - North to South row rule
 - VAM
- จากผลลัพธ์เบื้องต้นโดยวิธี Northwest corner rule ให้หาผลลัพธ์ตามเป้าหมายกำไรสูงสุดโดยวิธี Stepping Stone
- จากผลลัพธ์เบื้องต้นโดยวิธี VAM ให้หาผลลัพธ์ตามเป้าหมายกำไรสูงสุดโดยวิธี MODI