

บทที่ 6

ปัญหาการขนส่ง (Transportation Problem)

ปัญหาการขนส่ง

- การจัดส่งสินค้า
- เป็นปัญหาที่เกี่ยวกับการหาวิธีการจัดสรรสินค้า
- จากจุดต้นทาง (origins) ซึ่งอาจจะเป็น โรงงาน แหล่งวัตถุดิบ โกดัง ร้านค้า ฯลฯ
- ไปยังจุดปลายทาง (destinations) หมายถึง คลังสินค้า ร้านค้า ลูกค้า

ปัญหาการขนส่ง

- โดยมีวัตถุประสงค์

เพื่อให้เสียค่าใช้จ่ายในการจัดส่งรวมทั้งสิ้นแล้วต่ำที่สุด

ซึ่งถ้ามีจุดเริ่มต้นของสินค้าเพียงจุดเดียว หรือ
จุดปลายทางจุดเดียวก็จะสามารถจัดสรรสินค้าได้ไม่ยาก

การตัดสินใจจัดสรรสินค้า ต้องมีข้อมูลสำคัญ ดังนี้

- 1. จำนวนจุดต้นทาง (m)
เช่น มีโรงงานผลิตสินค้า 3 โรงงาน
- 2. จำนวนจุดปลายทาง (n) คลังสินค้าที่จะรับสินค้า
จากโรงงานมี 3 แห่ง
- 3. จำนวนสินค้าที่มีอยู่ที่จุดต้นทางต่าง ๆ
- 4. จำนวนสินค้าที่จุดปลายทางต่าง ๆ ต้องการ

การตัดสินใจจัดสรรสินค้า ต้องมีข้อมูลสำคัญ ดังนี้

- 5. ค่าใช้จ่ายในการขนส่งสินค้าหนึ่งหน่วยจากจุดต้นทางแต่ละแห่งไปยังจุดปลายทางต่างๆ
- 6. เงื่อนไขในการจัดสรรสินค้า
- กำหนดให้

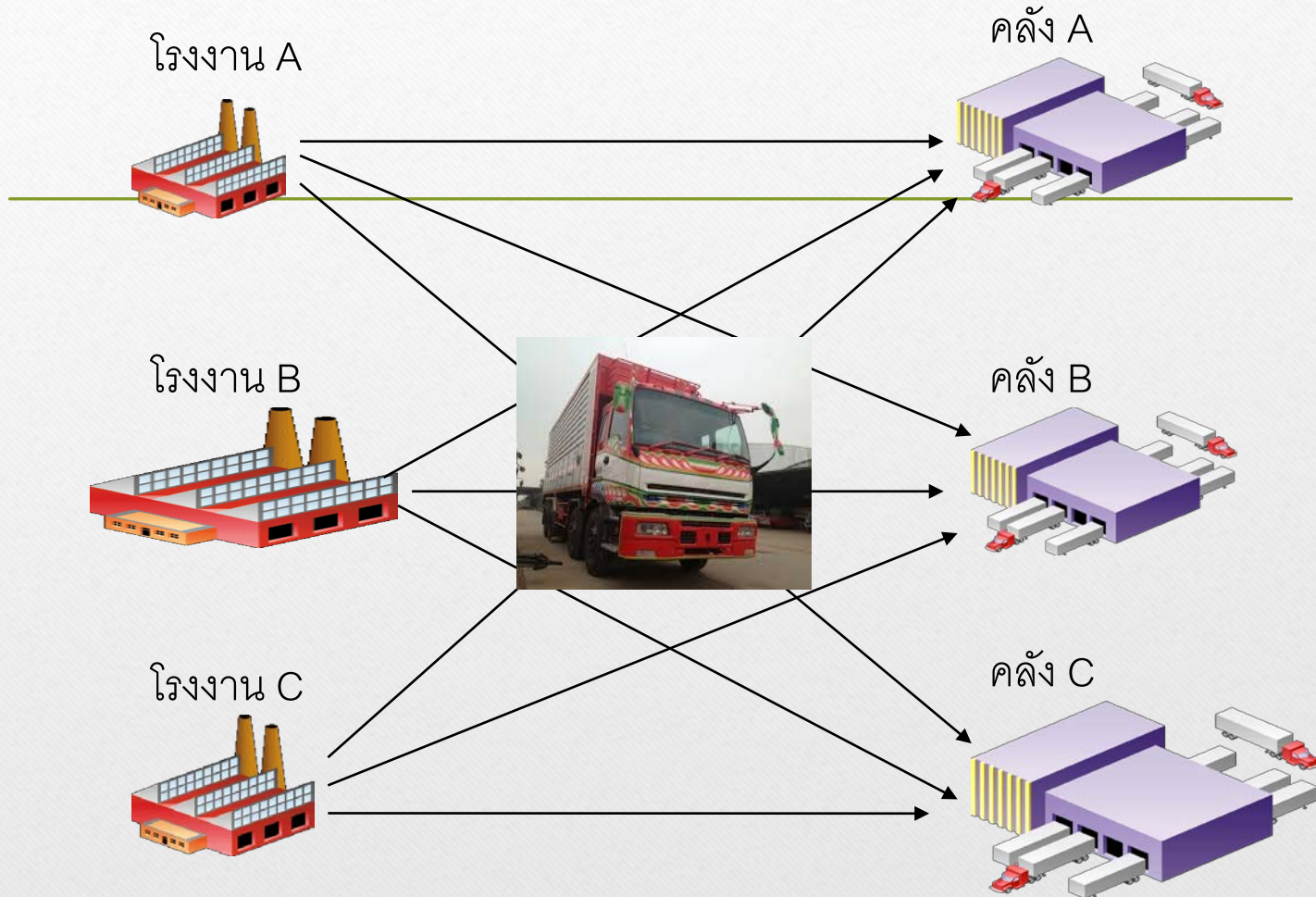
a_i คือจำนวนสินค้าที่มีอยู่ที่จุดต้นทาง i

b_j คือจำนวนสินค้าที่จุดปลายทางที่ j ต้องการ

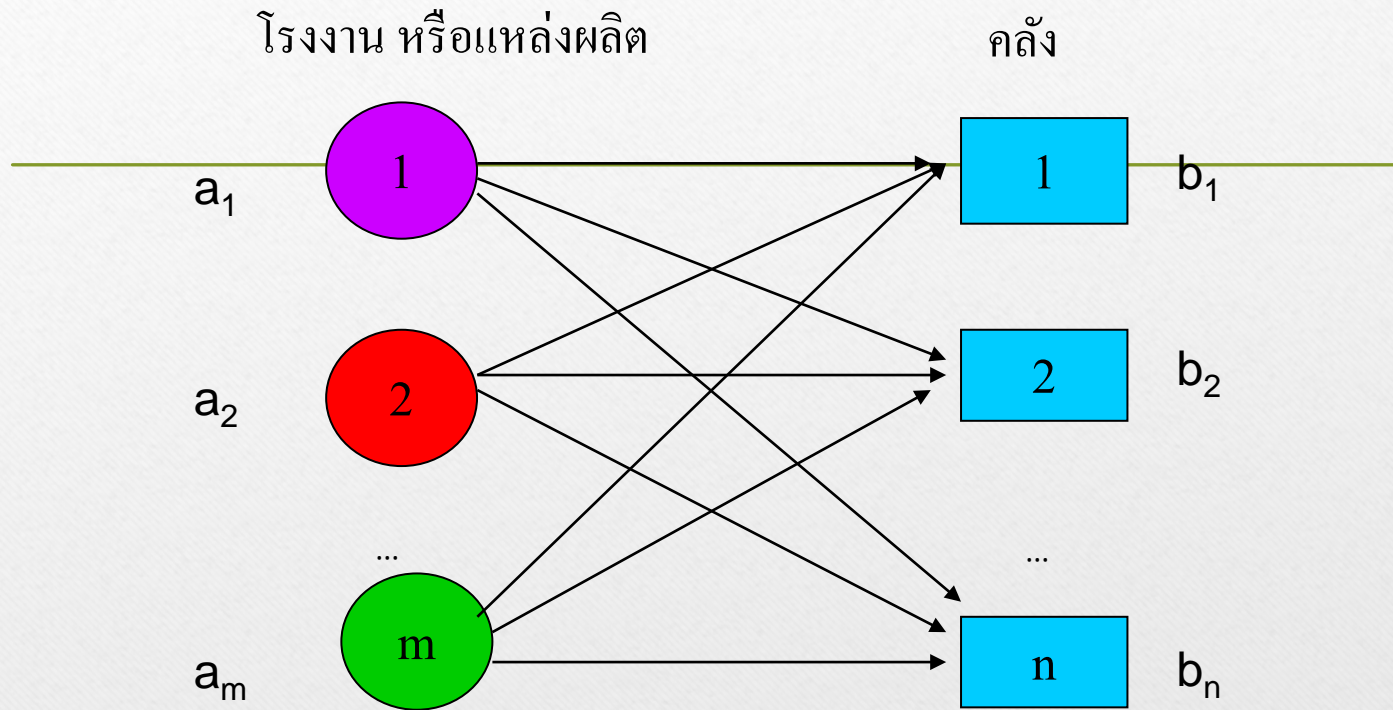
C_{ij} คือค่าใช้จ่ายในการขนส่งสินค้าหนึ่งหน่วยจากจุดต้นทางที่ i ไปยังจุดปลายทาง j

Origins (จุดต้นทาง) หรือแหล่งผลิต

Destination (ปลายทาง)



รูปแบบปัญหาการขนส่ง



จากภาพ มีแหล่งผลิต m แห่ง คลังสินค้า n คลัง

แต่ละแหล่งผลิตมีการขนส่งสินค้าไปยังคลังสินค้าต่างๆ

แหล่งผลิต(โรงงาน) ที่ i ผลิตสินค้าได้ a_i หน่วย ($i = 1,2,\dots,m$)
คลังสินค้าที่ j จะเก็บ(รับ) สินค้าได้ b_j หน่วย ($j = 1,2,\dots,n$)

ให้ C_{ij} เป็นราคาต่อหน่วยส่งต่อ 1 หน่วยของสินค้าจากแหล่งผลิต i ไปคลัง j

X_{ij} เป็นจำนวนสินค้าที่ขนส่งจากแหล่งผลิต i ไปคลัง j

a_i เป็นปริมาณสินค้าที่แหล่งผลิต i ผลิตได้ในช่วงระยะเวลาหนึ่งๆ

b_j เป็นปริมาณสินค้าที่คลังสินค้า j จะรับได้ในช่วงระยะเวลาหนึ่งๆ

เช่น

X_{11} = เป็นจำนวนสินค้าที่ขนส่งจากแหล่งผลิต(โรงงาน) 1 ไปคลัง 1

X_{23} = เป็นจำนวนสินค้าที่ขนส่งจากแหล่งผลิต(โรงงาน) 2 ไปคลัง 3

C_{11} = เป็นค่าขนส่งสินค้าที่ขนส่งจากแหล่งผลิต(โรงงาน) 1 ไปคลัง 1

จุดต้นทาง	จุดปลายทาง				ai
	1	2	n	
1	X11	X12		X1n	a1
2	X21	X22		X3n	a2
.
m	Xm1	Xm2		Xmn	am
bj	b1	b2	bn	$\sum a_i = \sum b_j$

สมมติฐานของตัวแบบขนส่ง

- จำนวนสินค้าที่มีอยู่จุดต้นทาง $\sum a_i$
- ต้องเท่ากับ
- จำนวนความต้องการที่จุดปลายทางทั้งหมด
รวมกัน $\sum b_j$

ตัวอย่างที่ 1

- บริษัทกรุงเทพ มีโรงงาน **2** แห่ง โรงงานผลิตสินค้า
ได้วันละ **70** หน่วย เท่าๆกัน สินค้าที่ผลิตได้จัดส่ง
ให้ลูกค้า **3** ราย ที่มีความต้องการวันละ **30 ,40**
และ **50** หน่วย ตามลำดับ ค่าใช้จ่ายในการขนส่ง
แสดงในตาราง ดังนี้

ลูกค้า	1	2	3
โรงงาน			
1	2	3	7
2	3	8	2

- จากข้อมูลของปัญหาข้างต้น จำนวนสินค้าของโรงงานทั้งสองแห่งรวมกันเท่ากับ **140** หน่วย
-
- ในขณะที่ความต้องการของลูกค้า **3** ราย รวมกันเท่ากับ **120** หน่วย ในการนำข้อมูลเข้าตารางตัวแบบขนส่งจึงต้องเพิ่มลูกค้าสมมติที่มีความต้องการ **20** หน่วย และมีค่าใช้จ่ายในการขนส่งสินค้าจากโรงงานทั้งสองไปยังลูกค้าสมมติหน่วยละ **0** บาท

<div style="text-align: right;">ลูกค้า</div> <div style="text-align: left;">โรงงาน</div>	1	2	3	สมมติ	ai
1	2	3	7	0	70
2	3	8	2	0	70
bj	30	40	50	20	140

จากตารางการขนส่งสินค้า

- พบว่า ในการนำข้อมูลเข้าตารางตัวแบบการขนส่งจึงต้องเพิ่มลูกค้าสมมติที่มีความต้องการ **20** หน่วย และมีค่าใช้จ่ายในการจัดส่งสินค้าจากโรงงานทั้งสองไปยังลูกค้าสมมติหน่วยละ **0** บาท

การกำหนดการจัดส่งสินค้าเบื้องต้น

- เลือกมาอธิบาย 2 วิธี
- 1. วิธีมุมพายัพ (Northwest Corner Method)
- 2. วิธีช่องทางที่หาค่าใช้จ่ายต่ำสุด (Minimum Cost Method)

วิธีการกำหนดจัดส่งสินค้าเบื้องต้น

- ประกอบด้วย
- ขั้นที่ 1 เลือกช่องทางที่จะจัดส่งสินค้า
- ขั้นที่ 2 กำหนดจำนวนสินค้าในช่องนั้นๆ

ทั้งนี้ การกำหนดการจัดส่งสินค้าเบื้องต้นแต่ละวิธี จะแตกต่างกัน เฉพาะในขั้นตอนแรกเท่านั้น ส่วนขั้นตอนที่ 2 จะเหมือนเดิม

ตัวอย่างที่ 2

- บริษัทสามสหหาย เป็นบริษัทผู้ผลิตสินค้า มีโรงงานผลิตสินค้า 3 แห่ง ผลิตสินค้าได้ 50 หน่วย, 35 หน่วย, 50 หน่วย ตามลำดับ สินค้าที่ผลิตได้จะถูกส่งไปเก็บไว้ที่โกดังสินค้า 3 แห่ง ซึ่งมีความต้องการสินค้าแต่ละแห่ง 30 หน่วย, 60 หน่วย ,และ 45 หน่วย ตามลำดับค่าใช้จ่ายในการขนส่งจากโรงงานไปยังโกดังต่างๆแสดงในตารางดังนี้

โกดัง โรงงาน	1	2	3
1	1	6	4
2	3	5	8
3	4	1	6

1. การจัดส่งสินค้าเบื้องต้นด้วยวิธีมุมพายัพ

- 1) เริ่มการคำนวณที่ช่องมุมบนซ้ายมือ คือ ช่องที่ $(1, 1)$
- 2) กำหนดจำนวนสินค้าที่จะส่งในช่องทางนี้ = $\min(a_i, b_j)$
- 3) หักจำนวนสินค้าที่จัดสรรแล้วออกจากค่า a_i และ b_j

-
- 4) ถ้าค่า **a** เหลือให้เลื่อนไปจัดสรรช่องทางถัดไปด้านขวามือ
ถ้าค่า **b** เหลือให้เลื่อนไปจัดสรรช่องทางด้านล่างของช่อง
เดิมถ้าไม่มีค่า **a** และ **b** เหลือให้เลื่อนไปจัดสรรช่องทางขวาล่าง
ของช่องเดิม
 - 5) กลับไปทำข้อ 2)

จงหาคำตอบมูลฐานเริ่มต้นวิธีมุมพายัพ (NW)

โกดัง โรงงาน	1	2	3	ความสามารถใน การผลิต a_i
1	30 1	20 6	x 4	<u>50</u> ชิ้น*
2	x 3	35 5	x 8	35 ชิ้น
3	x 4	5 1	45 6	50 ชิ้น
ความสามารถ เก็บสินค้า b_j	<u>30</u>	60	45	= <u>135</u> ชิ้น

วิธีการขนส่งให้ NW

ขั้นที่ 1 เดินเริ่มต้นที่มุมด้านซ้ายสุด คือ ช่อง **X11** และส่งสินค้าเข้าคลังสินค้าตามจำนวนที่ต้องการเก็บสินค้า โดยพิจารณาจากการผลิตสินค้าจากโรงงานที่ 1 ก่อนเสมอ* คลังที่ 1 จะรับสินค้าตามจำนวนที่ต้องการได้ครบ แต่สินค้าโรงงานที่ 2 ผลิตยังเหลือ (**X12**)

ขั้นที่ 2 สินค้าของโรงงานที่ 1 ผลิตยังเหลืออยู่จะต้องขายให้หมดก่อนโรงงานอื่น ดังนั้นจึงเดินไปที่ช่อง **X 12** ต่อ เพื่อจำหน่ายให้หมดก่อน

ขั้นที่ 3 bj2 สามารถเก็บได้ 60 ชิ้น แต่โรงงานที่ 2 ผลิตแค่ 35 ชิ้น (**X22**) จึงเก็บได้ 35 ชิ้น

ขั้นที่ 4 bj2 ต้องการ 60 ชิ้น โรงงานที่ 1 และโรงงานที่ 2 ผลิตขายหมดแล้ว จึงต้องซื้อจากโรงงานที่ 3 มาให้ครบอีก 5 หน่วย (**X32**)

ขั้นที่ 5 โรงงานที่ 3 ผลิต 50 ชิ้น ยังเหลือ 45 ชิ้น ก็ต้องขายให้หมด ที่ **X33**

จากการจัดสรรสินค้าเบื้องต้นด้วยวิธีมุมพายัพ

- จะมีการส่งสินค้าดังนี้

โรงงานที่ **1** ส่งสินค้า **30** หน่วยให้แก่โกดังที่ **1** มีค่าใช้จ่ายในการขนส่ง
 $(30 \times 1) = 30$ บาท

โรงงานที่ **1** ส่งสินค้า **20** หน่วยให้แก่โกดังที่ **2** มีค่าใช้จ่ายในการขนส่ง
 $(20 \times 6) = 120$ บาท

โรงงานที่ **2** ส่งสินค้า **35** หน่วยให้แก่โกดังที่ **2** มีค่าใช้จ่ายในการขนส่ง
 $(35 \times 5) = 175$ บาท

โรงงานที่ **3** ส่งสินค้า **5** หน่วยให้แก่โกดังที่ **2** มีค่าใช้จ่ายในการขนส่ง

$$(5 \times 1) = 5 \text{ บาท}$$

โรงงานที่ **3** ส่งสินค้า **45** หน่วยให้แก่โกดังที่ **3** มีค่าใช้จ่ายในการขนส่ง

$$(45 \times 6) = 270 \text{ บาท}$$

$$\text{รวมค่าใช้จ่ายในการขนส่ง } 30 + 120 + 175 + 5 + 270$$

$$\text{สรุป รวมค่าใช้จ่ายในการขนส่ง } = \underline{\underline{600}} \text{ บาท}$$

2. การจัดส่งสินค้าเบื้องต้นด้วยวิธีช่องทางที่ ค่าใช้จ่ายต่ำสุด

- เป็นการกำหนดการจัดส่งสินค้าเบื้องต้นที่ไม่ยุ่งยาก โดยยึดแนวทางตามเป้าหมายของปัญหาที่ต้องการ จัดสรรสินค้าเพื่อให้มีค่าใช้จ่ายในการขนส่งสินค้านรวมแล้วต่ำที่สุด

สรุปขั้นตอน ดังนี้

- ใช้วิธีการเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายของช่องทางการขนส่งทั้งหมด และเลือกช่องทางที่มีค่าใช้จ่ายในการขนส่งต่ำที่สุดมาพิจารณาทีละช่องทาง
- 1) เปรียบเทียบค่าใช้จ่ายของทุกช่องทางที่เป็นไปได้ เลือก ช่องทางที่มีค่าใช้จ่ายต่ำที่สุด
- 2) กำหนดจำนวนสินค้าที่จะส่ง = $\min (a_i , b_j)$

สรุปขั้นตอน (ต่อ)

- 3) หักจำนวนสินค้าที่จัดสรรแล้วออกจากค่า a_i และ b_j
- 4) ตัดแถวบนและ/ หรือแถวตั้งที่จัดสรรค่า a_i และ/หรือ b_j หมดแล้วออกไป
- 5) กลับไปทำข้อ 1

-
- ในกรณีมีหลายช่องทางที่ค่าใช้จ่ายเท่ากัน คือช่อง (1,1) และ ช่อง(3,2) ให้เลือกช่องทางใดทางหนึ่งก่อน ให้ใส่หมายเลข 1-5 กำกับไว้ในช่องทางต่างๆเพื่อแสดงลำดับของช่องทางที่พิจารณาจัดสรรสินค้า เท่านั้น

จงหาคำตอบมูลฐานเริ่มต้น

โกดัง โรงงาน	1	2	3	ความสามารถใน การผลิต a_i
1	30 <input type="text" value="1"/>	x <input type="text" value="6"/>	20 <input type="text" value="4"/>	50
2	x <input type="text" value="3"/>	10 <input type="text" value="5"/>	25 <input type="text" value="8"/>	35
3	x <input type="text" value="4"/>	50 <input type="text" value="1"/>	x <input type="text" value="6"/>	50
ความสามารถ เก็บสินค้า b_j	30	60	45	135

จงหาคำตอบมูลฐานเริ่มต้น

โกดัง โรงงาน	1	2	3	ความสามารถใน การผลิต ai
1	2) 30 <input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="6"/>	3) 20 <input type="text" value="4"/>	50
2	<input type="text" value="3"/>	4) 10 <input type="text" value="5"/>	5) 25 <input type="text" value="8"/>	35
3	<input type="text" value="4"/>	1) 50 <input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="6"/>	50
ความสามารถ เก็บสินค้า bj	30	60	45	135

การจัดสรรสินค้าตามวิธีช่องทางที่ค่าใช้จ่ายต่ำที่สุด

- โรงงานที่ 1 จะได้ $30*1 + 20*4 = 110$
- โรงงานที่ 2 จะได้ $10*5 + 25*8 = 250$
- โรงงานที่ 3 $50*1 = 50$
- รวม $110 + 250 + 50 = \underline{410}$ บาท คำตอบ
- รวมค่าใช้จ่ายในการขนส่ง.....410.....บาท

การตรวจสอบและพัฒนาการจัดส่งสินค้า

- ตรวจสอบว่าการจัดส่งสินค้าที่ได้ค่าใช้จ่ายเหมาะสมที่สุดหรือไม่
- ถ้ายังไม่เหมาะสม แสดงว่าการจัดส่งสินค้ายังมีค่าใช้จ่ายสูงกว่าที่ควรจะเป็น
- วิธีการตรวจสอบ คือ **วิธีสแต็ปปีงสโตน (stepping Stone)**

3. การตรวจสอบและพัฒนารายการจัดส่งสินค้า ด้วยวิธี

stepping stone

- การตรวจสอบและพัฒนารายการจัดส่งสินค้าด้วยวิธีสเต็ปปีงสโตน
 - 1) ตรวจสอบจำนวนช่องที่มีการจัดส่งว่า มีจำนวน $m+n - 1$ ช่อง
 - 2) ลากเส้นวงจรปิดของแต่ละช่องว่าง พร้อมทั้งคำนวณดัชนีการพัฒนาซึ่งได้แก่ ผลกระทบต่อค่าขนส่งรวมที่เกิดขึ้นจากการส่งสินค้า 1 หน่วย ไปในช่องว่างแต่ละช่อง โดยบวกและลบค่าใช้จ่ายต่อหน่วยตามเส้นทางของช่องทางนั้นตามเครื่องหมาย+ หรือ - ที่กำกับไว้ บางครั้งเรียกว่า **marginal cost**

-
- ถ้าค่าดัชนีการพัฒนาของทุกช่องว่างเป็นบวก หรือ 0 แสดงว่าจำนวนสินค้าที่จัดสรรไว้ในผลลัพธ์ชุดนี้เป็นการจัดส่งสินค้าที่มีค่าใช้จ่ายรวมต่ำสุด
 - ถ้ายังมีค่าดัชนีการพัฒนาเป็นลบ แสดงว่ายังสามารถปรับปรุงตารางเพื่อลดค่าใช้จ่ายรวมลงได้

- 3) ปรับปรุงตาราง

- เลือกช่องว่างที่สามารถลดค่าขนส่งรวมได้สูงสุด
- พิจารณาเส้นทางของช่องว่างที่เลือก เปรียบเทียบจำนวนสินค้าที่มุม ซึ่งมีเครื่องหมายลบกำกับอยู่ และเลือกจำนวนที่ต่ำที่สุดเป็นจำนวนที่จะปรับปรุงตาราง
- ปรับปรุงการจัดส่งสินค้าในตารางเดิมด้วยจำนวนที่เลือกไว้ ตามเส้นทาง และตามเครื่องหมาย + หรือ - ที่กำกับอยู่

4) กลับไปข้อ 1

- ขั้นที่ 1 ตรวจสอบจำนวนช่องที่มีการจัดส่งว่ามีจำนวน $m+n - 1$ ช่อง
- จากการจัดส่งสินค้าเบื้องต้น จำนวนช่องทางที่มีการจัดส่งสินค้ามีจำนวน ดังนี้

$$3+3-1 = 5$$

- กำหนดการจัดส่งเบื้องต้นด้วยวิธีมุมพายัพ

โกดัง โรงงาน	1	2	3	ความสามารถใน การผลิต a_i
1	30 1	20 6	x 4	50
2	x 3	35 - 20 5	x + 20 8	35
		= 15		
3	x 4	1	45 - 6	50
		5 + 20 = 25	20 = 25	
ความสามารถ	30	60	45	135
กับสินค้า b_j	พัฒนารูปที่ 1 ช่อง X 23 ค่าขนส่ง + 8 - 5 + 1 - 6 = -2 จะย้ายการขนส่งสินค้าที่ละ 20 หน่วย			

การหาค่าขนส่งหลังจากพัฒนาแล้วจะได้ $30 \cdot 1 + 20 \cdot 6 + 15 \cdot 5 + 20 \cdot 8 + 25 \cdot 1 + 25 \cdot 6 = 560$ บาท

C13 วิธีเดินเป็นสี่เหลี่ยมใช้ค่าใช้จ่ายต่อหน่วยเป็นผลรวมต้นด้วยบวกเสมอ

C13 = ปรับไม่ได้

$$C21 = +3-1+6-5 = +3$$

$$C23 = +8-5+1-6 = -2 \text{ ปรับช่องละ 20 หน่วย}$$

ค่าใช้จ่ายในการขนส่งลดลง $2*20 = 40$ บาท

วิธีที่ 1 มุมพายัพ เสียค่าใช้จ่ายในการขนส่ง 600 บาท

วิธีที่ 2 ค่าใช้จ่ายต่ำสุด เสียค่าใช้จ่าย 410 บาท

วิธีที่ 3 stepping stone 560 บาท

คำตอบ เลือกวิธีที่ 2 คือเสียค่าใช้จ่ายในการขนส่งน้อยที่สุด=410 บาท

โกดัง โรงงาน	1	2	3	ความสามารถใน การผลิต a_i
1	30 <input type="text" value="1"/>	0 <input type="text" value="6"/>	+20 <input type="text" value="4"/>	50
2	<input type="text" value="3"/>	35 <input type="text" value="5"/>	<input type="text" value="8"/>	35
3	<input type="text" value="4"/>	25 + <input type="text" value="1"/>	25 <input type="text" value="6"/>	50
ความสามารถ เก็บสินค้า b_j	30	60	45	135

พัฒนารอบที่ 1 ช่อง X 13 ค่าขนส่ง $+4 - 6 + 1 - 6 = -7$ จะย้ายการขนส่งสินค้าที่ละ 70 หน่วย

การหาค่าขนส่งหลังจากพัฒนาแล้วจะได้ $30 \cdot 1 + 20 \cdot 4 + 35 \cdot 5 + 25 \cdot 1 + 25 \cdot 6 = 460$ บาท

ขั้นที่ 2

- คำนวณดัชนีการพัฒนาโดยการลากเส้นวงจรปิดของช่องว่างต่างๆ ที่มีได้มีการจัดส่งสินค้า มี 4 ช่องทาง ดังนี้
- ช่องทาง (1,3) , (2,1) , (2,3) , (3,1)
- เพื่อตรวจสอบว่าถ้ามีการจัดส่งสินค้า 1 หน่วย ลงในช่องทางเหล่านั้น จะมีผลกระทบอย่างไรต่อจำนวนสินค้าที่ได้กำหนดไว้แล้ว และที่สำคัญมีผลอย่างไรต่อค่าขนส่งรวม

โกดัง โรงงาน	1	2	3	ความสามารถใน การผลิต ai
1	30 <input type="text" value="1"/>	- 20 <input type="text" value="6"/>	+ <input type="text" value="4"/>	50
2	<input type="text" value="3"/>	35 <input type="text" value="5"/>	<input type="text" value="8"/>	35
3	<input type="text" value="4"/>	+ 5 <input type="text" value="1"/>	- 45 <input type="text" value="6"/>	50
ความสามารถ เก็บสินค้า bj	30	60	45	135

โกดัง โรงงาน	1	2	3	ความสามารถใน การผลิต ai
1	- 30 <input type="text" value="1"/>	+ 20 <input type="text" value="6"/>	<input type="text" value="4"/>	50
2	+ <input type="text" value="3"/>	- 35 <input type="text" value="5"/>	<input type="text" value="8"/>	35
3	<input type="text" value="4"/>	5 <input type="text" value="1"/>	45 <input type="text" value="6"/>	50
ความสามารถ เก็บสินค้า bj	30	60	45	135

โกดัง โรงงาน	1	2	3	ความสามารถใน การผลิต ai
1	30 <input type="text" value="1"/>	20 <input type="text" value="6"/>	<input type="text" value="4"/>	50
2	<input type="text" value="3"/>	- 35 <input type="text" value="5"/>	+ <input type="text" value="8"/>	35
3	<input type="text" value="4"/>	+5 <input type="text" value="1"/>	- 45 <input type="text" value="6"/>	50
ความสามารถ เก็บสินค้า bj	30	60	45	135

โกดัง โรงงาน	1	2	3	ความสามารถใน การผลิต a_i
1	- 30 1	+ 20 6	4	50
2	3	35 5	8	35
3	+ 4	-5 1	45 6	50
ความสามารถ เก็บสินค้า b_j	30	60	45	135

สรุปค่าดัชนีการพัฒนาของช่องว่างในตาราง ผลลัพธ์เบื้องต้น

- ช่องว่าง (1,3) ; $+4 -6 +1 -6 = -7$ บาท
 - ช่องว่าง (2,1) ; $+3 -5 +6 -1 = +3$ บาท
 - ช่องว่าง (2,3) ; $+8 -5 +1 -6 = -2$ บาท
 - ช่องว่าง (3,1) ; $+4 -1 +6 -1 = +8$ บาท
-
- ค่าดัชนีการพัฒนาของช่องที่มีค่า **เป็นลบ** แสดงว่า การจัดส่งสินค้าเบื้องต้นยังสามารถปรับปรุงเพื่อลดค่าขนส่งรวมลงได้

ขั้นที่3 ปรับปรุงตาราง

- เลือกปรับปรุงช่องว่าง **(1,3)** เนื่องจากการจัดส่งสินค้าลงในช่องทางนี้ **1** หน่วย จะสามารถลดค่าขนส่งรวมลงได้สูงสุด คือ **7** บาท
- สรุป การจัดส่งสินค้าผลลัพธ์ชุดที่ **2** มีค่าใช้จ่ายรวมลดลงเหลือ
- $600 - (7 \times 20) = 460$ บาท

โกดัง โรงงาน	1	2	3	ความสามารถในการผลิต ai
1	30 <input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="6"/>	20 <input type="text" value="4"/>	50
2	<input type="text" value="3"/>	35 <input type="text" value="5"/>	<input type="text" value="8"/>	35
3	<input type="text" value="4"/>	25 <input type="text" value="1"/>	25 <input type="text" value="6"/>	50
ความสามารถ เก็บสินค้า bj	30	60	45	135

ขั้นที่ 4 กลับไปขั้นที่ 1

- เพื่อทำการตรวจสอบว่าการจัดส่งแบบที่ 2 นี้ดีที่สุดหรือไม่
- สรุปค่าดัชนีการพัฒนาของทุกช่องว่างในตารางผลลัพธ์ชุดที่ 2 ดังนี้
- ช่องทาง (1,2); $+6 -4 +6 -1 = +7$ บาท
- ช่องทาง (2,1); $+3 -1 +4 -6 +1 -5 = -4$ บาท
- ช่องทาง (2,3); $+8 -5 +1 -6 = -2$ บาท
- ช่องทาง (3,1); $+4 -1 +4 -6 = +1$ บาท

โกดัง โรงงาน	1	2	3	ความสามารถ ในการผลิต ai
1	5 <input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="6"/>	45 <input type="text" value="4"/>	50
2	25 <input type="text" value="3"/>	10 <input type="text" value="5"/>	<input type="text" value="8"/>	35
3	<input type="text" value="4"/>	50 <input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="6"/>	50
ความสามารถ เก็บสินค้า bj	30	60	45	135

สรุป จากตาราง ค่าขนส่งรวมลดลงเหลือ $460 - (4 \times 25) = 360$ บาท

โกดัง โรงงาน	1	2	3	ความสามารถ ในการผลิต a_i
1	5 <input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="6"/>	45 <input type="text" value="4"/>	50
2	25 <input type="text" value="3"/>	10 <input type="text" value="5"/>	<input type="text" value="8"/>	35
3	<input type="text" value="4"/>	50 <input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="6"/>	50
ความสามารถ เก็บสินค้า b_j	30	60	45	135

การตรวจสอบตารางการผลลัพธ์การจัดส่งแบบที่ 3

- สรุปค่าดัชนีการพัฒนาของทุกช่องว่างในตารางผลลัพธ์ชุดที่ 3 ดังนี้
- ช่องทาง (1,2); $+6 -1 +3 -5 = +3$ บาท
- ช่องทาง (2,3); $+8 -4 +1 -3 = +2$ บาท
- ช่องทาง (3,1); $+4 -1 +5 -3 = +5$ บาท
- ช่องทาง (3,3); $+6 -1 +5 -3 +1 -4 = +4$ บาท

สรุปจัดส่งแบบที่ 3

- ในตารางการจัดส่งแบบที่ 3 ช่องทางมีการจัดส่งสินค้ายังครบ 5 ช่องทาง
- การคำนวณหาค่าดัชนีพัฒนาของทุกช่องว่างเป็น บวก แสดงว่าการจัดส่งชุดนี้เป็นการจัดส่งที่มีค่าขนส่งรวมต่ำที่สุด

END
