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) ผลิตสินค้า

  เช่น มีโรงงานผลิตสินค้า 3 โรงงาน
- 2. จำนวนจุดปลายทาง (n) คลังสินค้าที่จะรับสินค้า

  จากโรงงานมี 3 แห่ง
- 3.จำนวนสินค้าที่มีอยู่ที่จุดต้นทางต่าง ๆ
- 4.จำนวนสินค้าที่จุดปลายทางต่าง ๆต้องการ

การตัดสินใจจัดสรรสินค้า ต้องมีข้อมูลสำคัญ ดังนี้

- 5.ค่าใช้จ่ายในการขนส่งสินค้าหนึ่งหน่วยจากจุดต้นทางแต่ละแห่งไปยังจุดปลายทางต่างๆ
- 6.เงื่อนไขในการจัดสรรสินค้า
- **กำหนดให้**

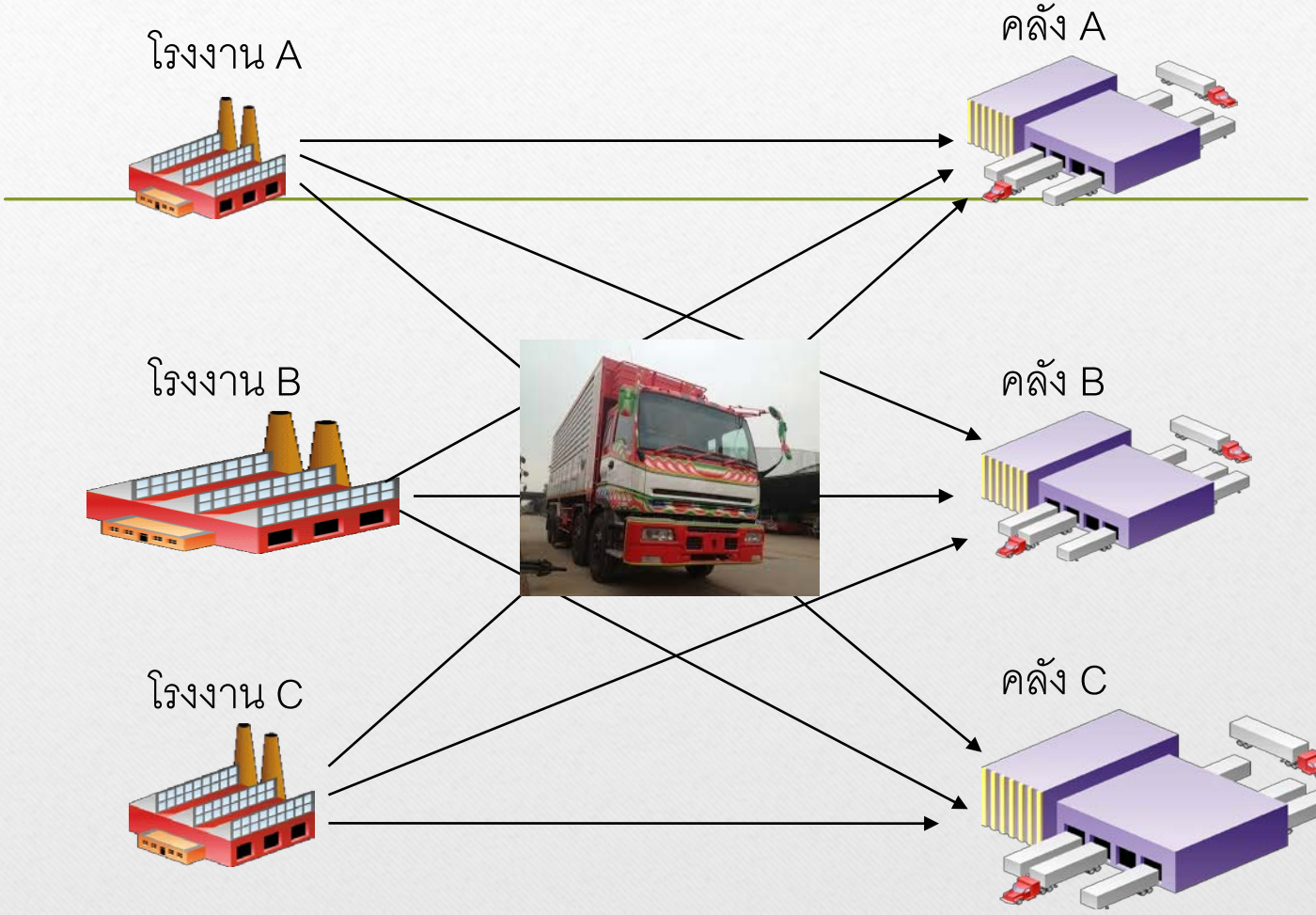
ai คือจำนวนสินค้าที่มีอยู่ที่จุดต้นทาง i

bj คือจำนวนสินค้าที่จุดปลายทางที่ j ต้องการ

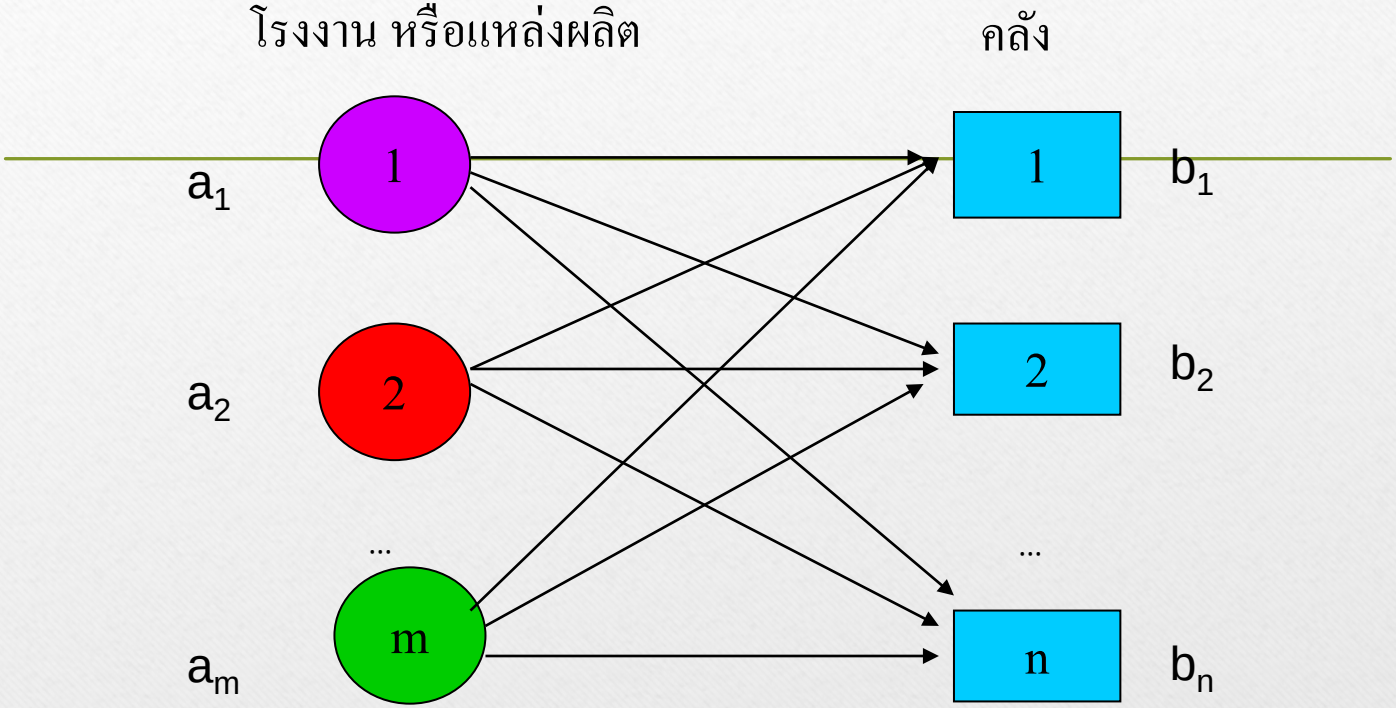
Cij คือค่าใช้จ่ายในการขนส่งสินค้าหนึ่งหน่วยจากจุดต้นทางที่ i ไปยังจุดปลายทาง j

Origins (จุดต้นทาง) หรือแหล่งผลิต

Destination (ปลายทาง)



รูปแบบปัญหาการขนส่ง



จากภาพ มีแหล่งผลิต m แหล่ง คลังสินค้า n คลัง

แต่ละแหล่งผลิตมีการขนส่งสินค้าไปยังคลังสินค้าต่างๆ

แหล่งผลิต(โรงงาน) ที่ **i** ผลิตสินค้าได้ a_i หน่วย $(i = 1,2,\ldots,m)$

คลังสินค้าที่ **j** จะเก็บ(รับ) สินค้าได้ b_j หน่วย $(j = 1,2,\ldots,n)$

ให้ C_{ij} เป็นราคาค่าขนส่งต่อ 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	C11 X11	C12 X12		C1n X1n	a1
2	C21 X21	C22 X22		C2n X2n	a2
. .	. .	. .	. .	. .	..
m	cm1 Xm1	Cm1 Xm2		Cmn Xmn	am
bj	b1	b2	…….	bn	**∑ai = ∑bj**

สมมติฐานของตัวแบบขนส่ง

- จำนวนสินค้าที่มีอยู่จุดต้นทาง $\sum a_i$
- **ต้องเท่ากับ**
- จำนวนความต้องการที่จุดปลายทางทั้งหมดรวมกัน $\sum b_j$

ตัวอย่างที่ 1

- บริษัทกรุงไทย มีโรงงาน 2 แห่ง โรงงานผลิตสินค้าได้วันละ 70 หน่วย เท่าๆกัน สินค้าที่ผลิตได้จัดส่งให้ลูกค้า 3 ราย ที่มีความต้องการวันละ 30 ,40 และ 50 หน่วย ตามลำดับ ค่าใช้จ่ายในการขนส่งแสดงในตาราง ดังนี้

ตารางค่าใช้จ่ายในการขนส่ง (C_{ij})

$(C_{11}) = 2$ บาท คือ ส่งสินค้า 1 ชิ้น เท่ากับ 2 บาท

$(C_{21}) = 3$ บาท ส่งสินค้า 1 ชิ้น เท่ากับ 3 บาท

ลูกค้า / โรงงาน	1	2	3
1	2	3	7
2	3	8	2

- จากข้อมูลของปัญหาข้างต้น จำนวนสินค้าของโรงงานทั้งสองแห่งรวมกันเท่ากับ 140 หน่วย ในขณะที่ความต้องการของลูกค้า 3 ราย รวมกันเท่ากับ120 หน่วย ในการนำข้อมูลเข้าตารางตัวแบบขนส่งจึงต้องเพิ่มลูกค้าสมมติที่มีความต้องการ 20 หน่วย และมีค่าใช้จ่ายในการขนส่งสินค้าจากโรงงานทั้งสองไปยังลูกค้าสมมติหน่วยละ 0 บาท

ลูกค้า / โรงงาน	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 1เลือกช่องทางที่จะจัดส่งสินค้า
- ขั้นที่ 2 กำหนดจำนวนสินค้าในช่องนั้นๆ

ทั้งนี้ การกำหนดการจัดส่งสินค้าเบื้องต้นแต่ละวิธี จะแตกต่างกัน เฉพาะในขั้นตอนแรกเท่านั้น ส่วนขั้นตอนที่ 2 จะเหมือนเดิม

ตัวอย่างที่ 2

- บริษัทสามสหาย เป็นบริษัทผู้ผลิตสินค้า มีโรงงานผลิตสินค้า 3 แห่ง ผลิตสินค้าได้ 50 หน่วย,35 หน่วย, 50 หน่วย ตามลำดับ สินค้าที่ผลิตได้จะถูกส่งไปเก็บไว้ที่โกดังสินค้า 3 แห่ง ซึ่งมีความต้องการสินค้าแต่ละแห่ง 30 หน่วย, 60หน่วย ,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 (ai,bj)
- 3) หักจำนวนสินค้าที่จัดสรรแล้วออกจากค่า ai และbj

- 4) ถ้าค่า **a** เหลือให้เลื่อนไปจัดสรรช่องทางถัดไปด้านขวามือ

  ถ้าค่า **b** เหลือให้เลื่อนไปจัดสรรช่องทางด้านล่างของช่องเดิมถ้าไม่มีค่า **a** และ **b** เหลือให้เลื่อนไปจัดสรรช่องทางขวาล่างของช่องเดิม
- 5) กลับไปทำข้อ 2)

จงหาคำตอบมูลฐานเริ่มต้นวิธีมุมพายัพหรือ NW

โกดัง / โรงงาน	1	2	3	ความสามารถในการผลิต ai (หน่วย)
1	30 [1]	20 [6]	x [4]	50
2	x [3]	35 [5]	x [8]	35
3	x [4]	5 [1]	45 [6]	50
ความสามารถเก็บสินค้า bj	30	60	45	135

จากการจัดสรรสินค้าเบื้องต้นด้วยวิธีมุมพายัพ

- **จะมีการส่งสินค้าดังนี้**

โรงงานที่ **1** ส่งสินค้า 30 หน่วยให้แก่โกดังที่ 1 มีค่าใช้จ่ายในการขนส่ง

(30 x1) = 30 บาท

โรงงานที่ 1 ส่งสินค้า 20 หน่วยให้แก่โกดังที่ 2 มีค่าใช้จ่ายในการขนส่ง

(20x6) = 120 บาท

โรงงานที่ 2 ส่งสินค้า 35 หน่วยให้แก่โกดังที่ 2 มีค่าใช้จ่ายในการขนส่ง

(35 x5) = 175 บาท

โรงงานที่ 3 ส่งสินค้า 5 หน่วยให้แก่โกดังที่ 2 มีค่าใช้จ่ายในการขนส่ง

(5x1) = 5 บาท

โรงงานที่ 3 ส่งสินค้า 45 หน่วยให้แก่โกดังที่ 3 มีค่าใช้จ่ายในการขนส่ง

(45 x6) = 270 บาท

รวมค่าใช้จ่ายในการขนส่ง 30+120+175+5+270

สรุป รวมค่าใช้จ่ายในการขนส่ง = 600 บาท

2. การจัดส่งสินค้าเบื้องต้นด้วยวิธีช่องทางที่ค่าใช้จ่ายต่ำที่สุด

- เป็นการกำหนดการจัดส่งสินค้าเบื้องต้นที่ไม่ยุ่งยาก โดยยึดแนวทางตามเป้าหมายของปัญหาที่ต้องการจัดสรรสินค้าเพื่อให้มีค่าใช้จ่ายในการขนส่งสินค้ารวมแล้วต่ำที่สุด

สรุปขั้นตอน ดังนี้

- **ใช้วิธีการเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายของช่องทางการขนส่งทั้งหมด และเลือกช่องทางที่มีค่าใช้จ่ายในการขนส่งต่ำที่สุดมาพิจารณาทีละช่องทาง**
- **1) เปรียบเทียบค่าใช้จ่ายของทุกช่องทางที่เป็นไปได้ เลือก ช่องทางที่มีค่าใช้จ่ายต่ำที่สุด**
- **2) กำหนดจำนวนสินค้าที่จะส่ง = min (ai ,bj)**

สรุปขั้นตอน (ต่อ)

- 3) หักจำนวนสินค้าที่จัดสรรแล้วออกจากค่า ai และ bj
- 4) ตัดแถวนอนและ/ หรือแถวตั้งที่จัดสรรค่าai และ/หรือ bj หมดแล้วออกไป
- 5) กลับไปทำข้อ 1

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

ตัวอย่างจงหาคำตอบมูลฐานเริ่มต้นค่าขนส่งต่ำที่สุด

โกดัง / โรงงาน	1	2	3	ความสามารถในการผลิต ai
1	30 [1]	0 [6]	20 [4]	50
2	0 [3]	10 [5]	25 [8]	35
3	0 [4]	50 [1]	0 [6]	50
ความสามารถเก็บสินค้า bj	30	60	45	135

จงหาคำตอบมูลฐานเริ่มต้น

โกดัง / โรงงาน	1	2	3	ความสามารถในการผลิต ai
1	2) 30 [1]	[6]	3) 20 [4]	50
2	[3]	4) 10 [5]	5) 25 [8]	35
3	[4]	1) 50 [1]	[6]	50
ความสามารถเก็บสินค้า bj	30	60	45	135

การจัดสรรสินค้าตามวิธีช่องทางที่ค่าใช้จ่ายต่ำที่สุด

- โรงงานที่ 1 คือ C11จะได้ 30*1 = 30 บาท
- โรงงานที่ 1 คือ C13 จะได้ 20*4 = 80 บาท
- โรงงานที่ 2 คือ C22 จะได้ 10*5 = 50 บาท
- โรงงานที่ 2 คือ C 23จะได้ 25*8 = 200 บาท
- โรงงานที่ 3 คือ C 32 จะได้ 50*1 = 50 บาท

- รวม 30+80+50+200+50 = 410 บาท คำตอบ

- **รวมค่าใช้จ่ายในการขนส่ง.....410.....บาท**

การตรวจสอบและพัฒนาการจัดส่งสินค้า

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

3. การตรวจสอบและพัฒนาตารางการจัดส่งสินค้าด้วยวิธี stepping stone

- การตรวจสอบและพัฒนาตารางการจัดส่งสินค้าด้วยวิธีสเต็ปปิงสโตน

1)ตรวจสอบจำนวนช่องที่มีการจัดส่งว่า มีจำนวน m+n -1 ช่อง

2)ลากเส้นวงจรปิดของแต่ละช่องว่าง พร้อมทั้งคำนวณดัชนีการพัฒนาซึ่งได้แก่ ผลกระทบต่อค่าขนส่งรวมที่เกิดขึ้นจากการส่งสินค้า 1 หน่วย ไปในช่องว่างแต่ละช่อง โดยบวกและลบค่าใช้จ่ายต่อหน่วยตามส้นวงจรของช่องทางนั้นตามเครื่องหมาย+ หรือ – ที่กำกับไว้ บางครั้งเรียกว่า marginal cost

- ถ้าค่าดัชนีการพัฒนาของทุกช่องว่างเป็นบวก หรือ0 แสดงว่าจำนวนสินค้าที่จัดสรรไว้ในผลลัพธ์ชุดนี้เป็นการจัดส่งสินค้าที่มีค่าใช้จ่ายรวมต่ำสุด
- ถ้ายังมีค่าดัชนีการพัฒนาเป็นลบ แสดงว่ายังสามารถปรับปรุงตารางเพื่อลดค่าใช้จ่ายรวมลงได้

- 3) ปรับปรุงตาราง

  - เลือกช่องว่างที่สามารถลดค่าขนส่งรวมได้สูงสุด

  - พิจารณาเส้นวงจรของช่องว่างที่เลือก เปรียบเทียบจำนวนสินค้าที่มุม ซึ่งมีเครื่องหมายลบกำกับอยู่ และเลือกจำนวนที่ต่ำที่สุดเป็นจำนวนที่จะปรับปรุงตาราง

  - ปรับปรุงการจัดส่งสินค้าในตารางเดิมด้วยจำนวนที่เลือกไว้ ตามเส้นวงจร และตามเครื่องหมาย + หรือ – ที่กำกับอยู่

4) กลับไปข้อ 1

- ขั้นที่ 1 ตรวจสอบจำนวนช่องที่มีการจัดส่งว่า มีจำนวน m+n -1 ช่อง
- จากการจัดส่งสินค้าเบื้องต้น จำนวนช่องทางที่มีการจัดส่งสินค้า ม
- มีจำนวน ดังนี้
- 3+3-1 = 5 ช่อง
- กำหนดการจัดส่งเบื้องต้นด้วยวิธีมุมพายัพ

C21 เดินเป็นสี่เหลี่ยมโดยเริ่มจากบวกเสมอ คือ + 3 -1 +6 -5 = +3

C23 เดินเป็นสี่เหลี่ยมโดยเริ่มจากบวกเสมอ คือ +8 -6 +1 -5 = - 2 จำนำมาพัฒนา 10 หน่วย**= 20บาท

โกดัง / โรงงาน	1	2	3	ความสามารถในการผลิต ai
1	30 - 1	20 + 6	0 4	50
2	0 + 3	35 -10 5 = 25	10 + 8	35
3	0 4	5+10 1 = 15	45 -10 6 = 35	50
ความสามารถ	30	60	45	135 หน่วย

1) หาต่ำขนส่งด้วยวิธี NW คือ (30*1)+(20*6)+(35*5)+(5*1)+(45*6) = 600...บาท

เกิปสินค้า bj

2) (30*1)+(20*6)+(25*5)+(10*8)+(15*1)+(35*6) = ...580..... บาท

รวมค่าใช้จ่ายในการขนส่งด้วยวิธี NW

เส้นทางการขนส่ง คือ 3 + 3 -1 = 5 เส้นทาง คือ

เส้นทางที่1 คือ C11 = 30*1= 30 บาท

เส้นทางที่ 2 คือ C12 = 20*6 =120บาท

เส้นทางที่ 3 คือ C22 = 35*5 =175บาท

เส้นทางที่ 4 คือC32 = 5*1 = 5บาท

เส้นทางที่ 5 คือ C33= 45*6 =270 บาท

รวมค่าใช้จ่ายทั้งหมด = 30+120+175+5+270 = 600 บาท

การตรวจสอบ/ปรับปรุงเส้นทางการขนส่ง

C21 เดินเป็นสี่เหลี่ยมโดยเริ่มจากบวกเสมอ คือ + 3 -1 +6-5 = +3

C23 เดินเป็นสี่เหลี่ยมโดยเริ่มจากบวกเสมอ คือ +8 -6 +1-5 = - 2

จำนวนสินค้าที่นำมาพัฒนา 10 หน่วย **= 20 บาท

**กรณีปรับที่ไม่เป็นสี่เหลี่ยมแต่เป็นส้นทางที่มีการขนส่ง ดังนี้

C_{13} คือ +4- 6 +1-5+1- 6 = -11

C31 คือ +4 -1+6 -5 +6 -1 = +9

การปรับปรุงสินค้า 10 หน่วย

1) ปรับปรุงการขนส่งช่อง C23 จะได้เส้นทางการขนส่งใหม่ ดังนี้คือ

เส้นทางที่1 C11= 31*1 = 30 บาท

เส้นทางที่2 C12 = 20 *6 = 120 บาท

เส้นทางที่3 C22 = 25*5 = 125

เส้นทางที่4 C23 = 10*8 = 80

เส้นทางที่5 C3= 15*1 =15

เส้นทางที่ 6 C33 =35*6 = 210

2) รวมค่าใช้จ่ายในการขนส่งหลังจากมีการปรับปรุงแล้ว

=30+120+125+80+15+210

= 580 บาท

3)หาค่าใช้จ่ายที่ลดลง คือ นำการขนส่งด้วยวิธี NW – การตรวจสอบด้วยวิธีสเต็ปปิ่งสโตน

ลดค่าใช้จ่ายในการขนส่ง = 600 - 580 = 20 บาท

C13 วิธีเดินเป็นสี่เหลี่ยมใช้ค่าใช้จ่ายต่อหน่วยเป็นผลรวมต้นด้วยบวกเสมอ

C13 =ปรับไม่ได้

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

C23 = +8-5+1-6 = - 2 ปรับช่องละ 10 หน่วย

ค่าใช้จ่ายในการขนส่งลดลง 2*10 = 20 บาท

วิธีที่ 1 มุมพายัพ เสียค่าใช้จ่ายในการขนส่ง 600 บาท

วิธที่ 2 ค่าใช้จ่ายต่ำที่สุด เสียค่าใช้จ่าย 410 บาท

วิธีที่ 3 stepping stone 560 บาท

คำตอบ เลือกวิธีที่ 2 คือ จะเสียค่าใช้จ่ายในการขนส่งน้อยที่สุด = 410 บาท

โกดัง / โรงงาน	1	2	3	ความสามารถในการผลิต ai
1	30 [1]	0 [6]	+20 [4]	50
2	[3]	35 [5]	[8]	35
3	[4]	25 + [1]	25 [6]	50
ความสามารถเก็บสินค้า bj	30	60	45	135

พัฒนารอบที่1 ช่อง X 13 ค่าขนส่ง +4- 6+ 1- 6 = -7 จะย้ายการขนส่งสินค้าทีละ 70 หน่วย

การหาค่าขนส่งหลังจากพัฒนาแล้วจะได้ 30*1 + 20*4+35*5+25*1+ 25*6 = 460 บาท

ขั้นที่ 2

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

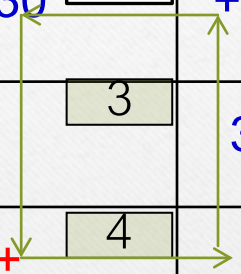
โกดัง / โรงงาน	1	2	3	ความสามารถในการผลิต ai
1	30 [1]	- 20 [6]	+ [4]	50
2	[3]	35 [5]	[8]	35
3	[4]	+ 5 [1]	- 45 [6]	50
ความสามารถเก็บสินค้า bj	30	60	45	135

โกดัง / โรงงาน	1	2	3	ความสามารถในการผลิต ai
1	- 30 [1]	+ 20 [6]	[4]	50
2	+ [3]	- 35 [5]	[8]	35
3	[4]	5 [1]	45 [6]	50
ความสามารถเก็บสินค้า bj	30	60	45	135

โกดัง / โรงงาน	1	2	3	ความสามารถในการผลิต ai
1	30 [1]	20 [6]	[4]	50
2	[3]	35-35=0 [5]	+35 [8]	35
3	[4]	+5+35=40 [1]	45- 35=10 [6]	50
ความสามารถเก็บสินค้า bj	30	60	45	135

1)30*1=30
2) 20*6=120
3) 35*8= 280
4) 40*1 =40
5) 10*6 =60
รวม 30+120+280+40+60 = 530 บาท
ลดลงคือ 35 *2 = 70 บาท

โกดัง / โรงงาน	1	2	3	ความสามารถในการผลิต ai
1	1	6	4	50
2	3	5	8	35
3	4	1	6	50
ความสามารถเก็บสินค้า bj	30	60	45	135



สรุปค่าดัชนีการพัฒนาของช่องว่างในตารางผลลัพธ์เบื้องต้น

- 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 x 20) = **460** บาท

โกดัง / โรงงาน	1	2	3	ความสามารถในการผลิต ai
1	30 [1]	[6]	20 [4]	50
2	[3]	35 [5]	[8]	35
3	[4]	25 [1]	25 [6]	50
ความสามารถเก็บสินค้า bj	30	60	45	135

ขั้นที่ 4 กลับไปขั้นที่ 1

- เพื่อทำการตรวจสอบว่าการ**จัดส่งแบบที่ 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	ความสามารถในการผลิต ai
1	5 [1]	[6]	45 [4]	50
2	25 [3]	10 [5]	[8]	35
3	[4]	50 [1]	[6]	50
ความสามารถเก็บสินค้า bj	30	60	45	135

สรุป จากตาราง ค่าขนส่งรวมลดลงเหลือ 460 – (4 x 25) = 360 บาท

โกดัง / โรงงาน	1	2	3	ความสามารถในการผลิต ai
1	1	6	4	50
2	3	5	8	35
3	4	1	6	50
ความสามารถเก็บสินค้า bj	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