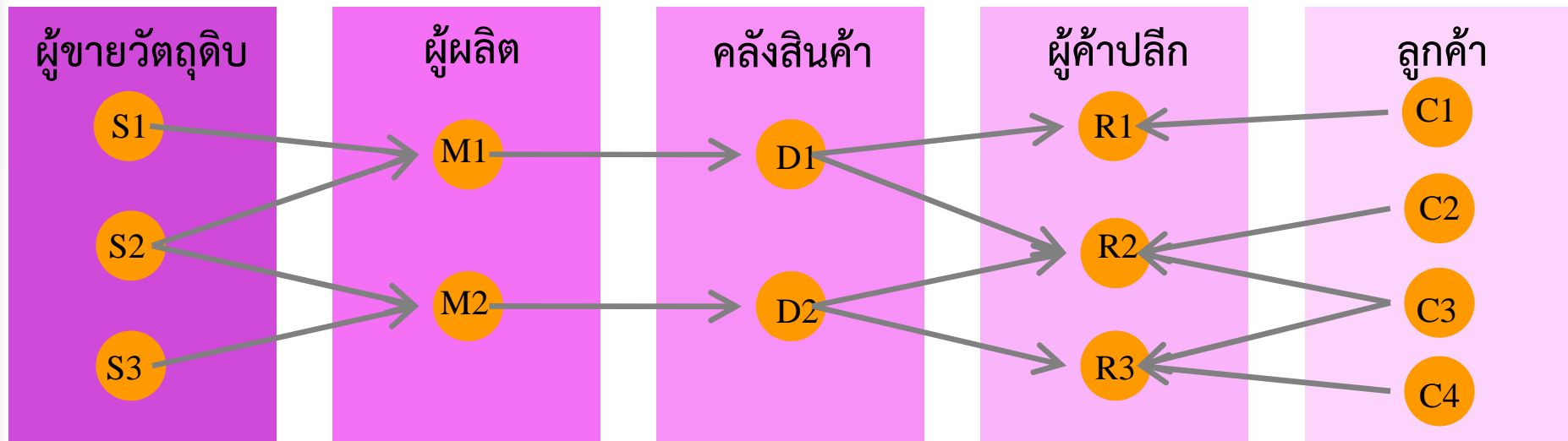


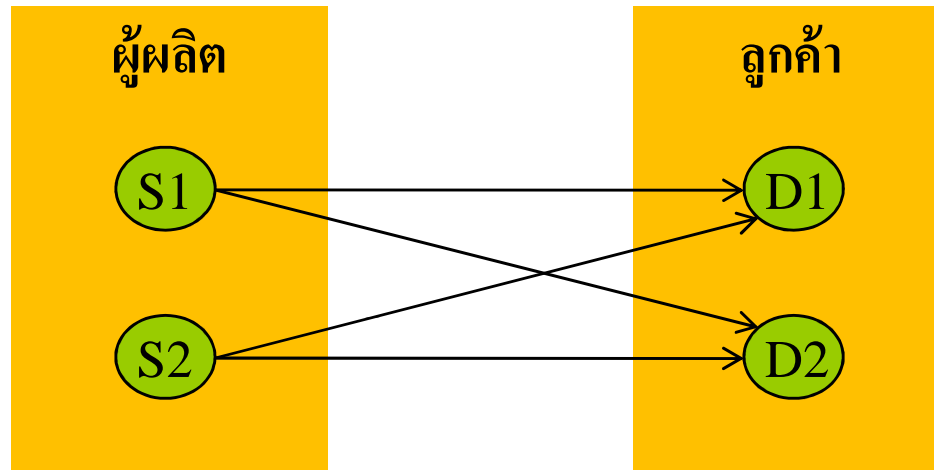
# Transportation Problem



อ.ฉัตรินันท์ ศรีสุวรรณดี

ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

# Characteristics



## 1. The Supply

- A limited quantity of one commodity is available at certain sources.

## 2. The Demand

- At several destinations: warehouse, stores. Etc.

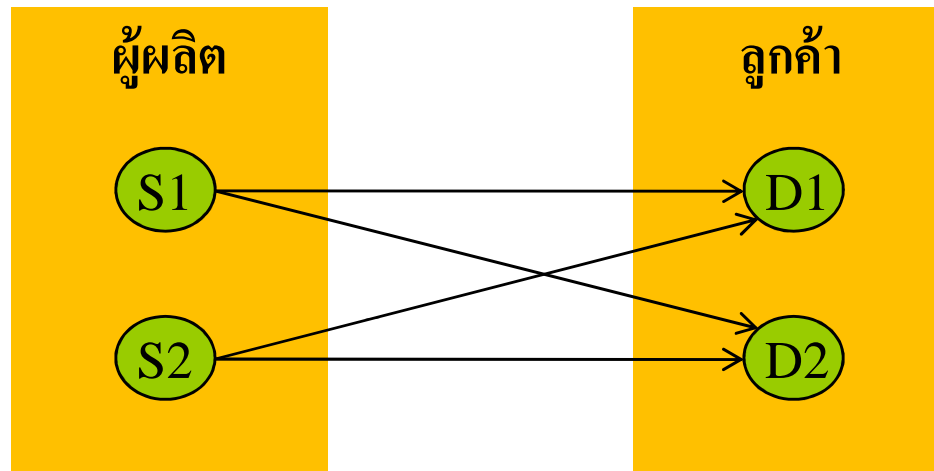
## 3. The Quantities

- The quantities of supply at each source.
- The quantities of demand at each destination.

## 4. The Shipping Cost

- Constant
- Based on the distance between the two points.

# Characteristics



## 5. Assumption

- No shipments are allowed between sources or destinations.

## 6. All Supply and Demand Quantities

- In whole numbers (integers).

## 7. The Problem

- To determine how many units should be shipped from each source to each destination.
- All demands are satisfied.
- At the minimum total shipping cost.

## *Example Problem*

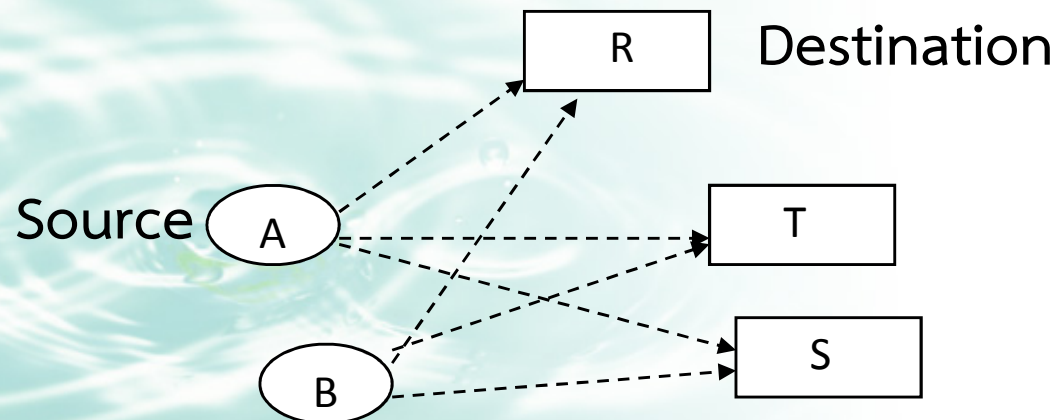
Ex. Tuff Cement Company had opened a new warehouse in New York to serve the fast-growing demand for cement in that region. Management now wondered which plants should supply it and to what extent. As a manager of operations, Bill was responsible for making those decision.

The company has two processing plants, one in Allentown, Pennsylvania (A), with a supply capacity of 100 tons per day, and one in Baltimore, Maryland (B), with a supply capacity of 110 tons per day. The company now has three warehouses. R in Easton, Pennsylvania, S in Philadelphia, and the newly added T on Long Island in New York. The warehouses need if possible, 80, 120 and 60 tons of cement each day, respectively, to meet their distribution demands.

## Example Problem

Bill's problem is to plan the shipments at the least possible cost. The shipping costs from each plant to each warehouses are given below:

From (Factory)	To (Warehouse)	Cost per ton(\$)
<b>A (Allentown)</b>	<b>R (Easton)</b>	<b>1</b>
	<b>S(Philadepia)</b>	<b>2</b>
	<b>T (New York)</b>	<b>3</b>
<b>B (Baltimore)</b>	<b>R</b>	<b>4</b>
	<b>S</b>	<b>1</b>
	<b>T</b>	<b>5</b>



# Presentation as A Linear Programming

$$\text{Minimize } Z = X_{AR} + 2X_{AS} + 3X_{AT} + 4X_{BR} + X_{BS} + 5X_{BT}$$

Subject to :

$$X_{AR} + X_{AS} + X_{AT} = 100 \quad \text{Supply constraints}$$

$$X_{BR} + X_{BS} + X_{BT} = 110$$

$$X_{AR} + X_{BR} \leq 80 \quad \text{Demand constraints}$$

$$X_{AS} + X_{BS} \leq 120$$

$$X_{AT} + X_{BT} \leq 60$$

$$X_{AR}, X_{AS}, X_{AT}, X_{BR}, X_{BS}, X_{BT} \geq 0$$



## General Form in LP

$$\begin{aligned}\text{Minimize } Z &= C_{11} X_{11} + C_{12} X_{12} + \dots + C_{1n} X_{1n} \\ &+ \cdot \\ &+ \cdot \\ &+ C_{m1} X_{m1} + C_{m2} X_{m2} + \dots + C_{mn} X_{mn}\end{aligned}$$

Subject to :

$$X_{11} + X_{12} + \dots + X_{1n} = b_1 \quad \text{Supply constraints}$$

$$X_{21} + X_{22} + \dots + X_{2n} = b_2$$

$$\cdot \\ X_{m1} + X_{m2} + \dots + X_{m1} = d_m$$

$$X_{11} + X_{21} + \dots + X_{1n} = d_1 \quad \text{Demand constraints}$$

$$X_{12} + X_{22} + \dots + X_m = d_2$$

$$\cdot \\ X_{1n} + X_{2n} + \dots + X_{mn} = d_n$$

$m$  = a number of sources (origins)

$n$  = a number of destinations

## Presentation in a Tabular Form

To warehouse From plant	Easton R	Philadelphia S	NewYork T	Supply
Allentown (A)	1 $X_{AR}$	$C_{AS} = 2$ $X_{AS}$	3 $X_{AT}$	$b_A = 100$
Baltimore (B)	4 $X_{BR}$	1 $X_{BS}$	5 $X_{BT}$	$b_B = 110$
Demand	$d_R = 80$	$d_S = 120$	$d_T = 60$	210 260

Left side : The source of supply (แหล่งทรัพยากร : Supply)

Top : The destination points (จุดปลายทาง : Demand)

Right side : The capacity (supply) at the sources (ความสามารถในการส่ง)

Bottom : The demand of each destination (ความต้องการในแต่ละจุด)

Center : The decision variable (ตัวแปรตัดสินใจ) : The shipping cost (ค่าขนส่ง)



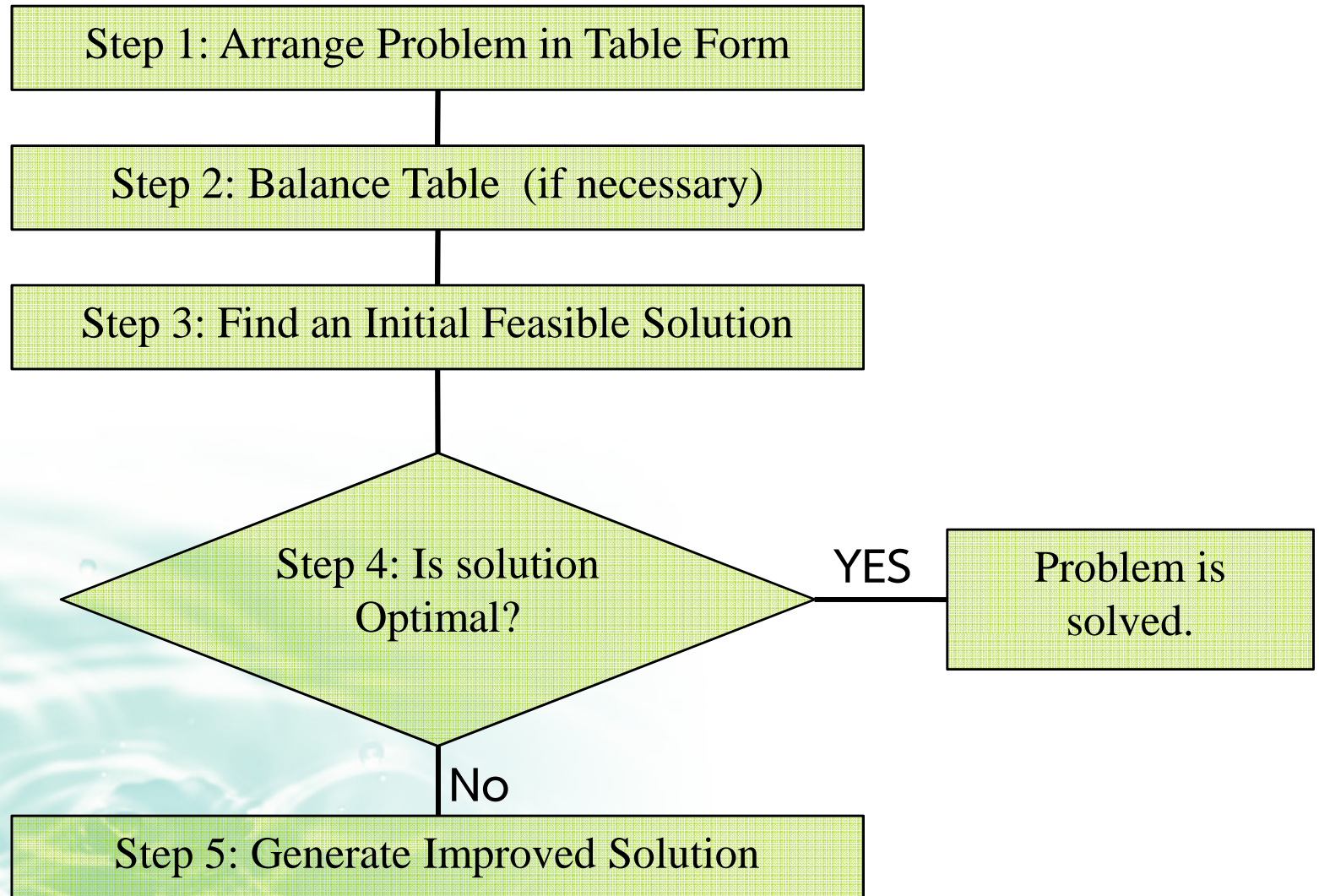
# The Supply and Demand Constraints

1. Total supply < Total demand  
supply constraint (=) , demand constraint ( $\leq$ )
2. Total supply = Total demand  
supply constraint (=) , demand constraint (=)
3. Total supply > Total demand  
supply constraint ( $\leq$ ) , demand constraint (=)

## Solving the Transportation Model

1. Complete enumeration (วิธีแจงนับอย่างสมบูรณ์)
2. Linear Programming (โปรแกรมเชิงเส้น)
3. Transportation method (วิธีการขนส่ง)

# The Transportation Method



# The Transportation Method

Step 1: Arrange the data in Tabular Form.

Step 2: Balance the Table.

( Total supply = Total demand)

- Excess supply---Add a Dummy destination.
- Excess demand---Add a Dummy source.

Step 3: Find an Initial Feasible Solution.

- Northwest Corner Rule.
- The least-cost (largest profit) method.
- Vogel's Approximation Method (VAM).

Step 4: Test for Optimality.

Step 5: Improve a non-optimal solution.

## *Two procedure for Steps 4&5*

### 1. The Stepping-Stone Procedure

1. Compute the cell evaluators for all empty cells.
2. For minimization, if at least one cell evaluator is negative, the solution can be improved. (An alternative solution exists in case of 0 evaluators.)
3. Generate an improved solution.
  - Identify the incoming cell that has the largest cost reduction potential (for minimization).
  - Transfer as much as possible to that cell.
  - Adjust the quantities in all losing and gaining cells along the loop.
4. Test the improved solution. If it's not optimal, improve it again until the optimal solution is reached.

## Exercise

บริษัทผู้ผลิตสินค้าแห่งหนึ่งมีโรงงานผลิต 3 แห่งที่กำลังการผลิตเดือนละ 200 หน่วย 280 หน่วย และ 120 หน่วย ตามลำดับ สินค้าของบริษัทจะขายให้ร้านค้าส่งในภูมิภาคต่างๆ 3 แห่ง ลูกค้านี้แต่ละรายต้องการสินค้าเป็นจำนวน 240 หน่วย 200 หน่วย และ 160 หน่วย ตามลำดับ ในการจัดส่งสินค้าจากโรงงานไปให้ลูกค้ามีค่าใช้จ่าย (บาท/หน่วย) ดังนี้

จากโรงงาน	ไปลูกค้ารายที่		
	1	2	3
1	55	30	50
2	40	25	60
3	30	35	45

## Home Work

บริษัทสยามโลจิสติกส์ มีศูนย์กระจายสินค้า 3 แห่ง จัดส่งสินค้าที่เป็นชุดเครื่องนอน สินค้า 1 ชุดประกอบด้วยผ้าปูที่นอนและปลอกหมอน 2 ใบ ให้ร้านค้าส่ง 4 แห่ง โดยมีค่าใช้จ่ายในการขนส่ง (บาท/ชุด) ตามรายละเอียดดังนี้

จากศูนย์กระจาย สินค้า	ไปยังร้านค้าส่ง				สินค้าที่มี (ชุด)
	1	2	3	4	
1	2	6	9	5	300
2	5	11	4	8	500
3	7	2	10	12	400
ความต้องการ (ชุด)	100	300	400	200	

ให้นักศึกษาหาคำตอบเริ่มต้นด้วยวิธี Northwest Conner Rule แล้วปรับปรุงด้วย Stepping Stone (ส่งสัปดาห์หน้า)





**Thank you**

Homepage