

บทที่ 5

บทบาทของการขนส่ง

ความสามารถในการขนส่งของมนุษย์เปลี่ยนแปลงไปตามระดับเทคโนโลยี โดยที่เมื่อเทคโนโลยีพัฒนาสูงขึ้น ประสิทธิภาพและความสามารถของมนุษย์ที่จะขนส่งสินค้า/บริการไปยังสถานที่ห่างไกลออกไปด้วยต้นทุนและเวลาที่ลดน้อยลงก็ยิ่งมีมากขึ้น และแม้ว่าในประเทศอุตสาหกรรมส่วนมากนั้น การพัฒนาเทคโนโลยีการขนส่งจะเป็นกระบวนการที่ต้องผ่านขั้นตอนวิวัฒนาการที่ค่อนข้างยาวนานนับแต่ยุคของรถม้า และคลองขุดสู่ยุคของรถไฟ รถยนต์ และเครื่องบิน แต่ในประเทศกำลังพัฒนาปัจจุบันนี้มีศักยภาพที่จะก้าวข้ามผ่านยุคการขนส่งบางยุคไปได้โดยไม่ถูกจำกัดด้วยระดับการพัฒนาเทคโนโลยีของประเทศ เนื่องจากเทคโนโลยีที่ก้าวหน้าสามารถถ่ายทอดระหว่างประเทศได้ อย่างไรก็ตามสาเหตุที่ประเทศกำลังพัฒนาจำนวนมากยังไม่สามารถนำเทคโนโลยีการขนส่งมาใช้ได้นั้นเกิดเนื่องจากความขาดแคลนเงินทุนเพื่อนำเข้าเทคโนโลยีและความสามารถในการจัดการจากต่างประเทศเป็นสำคัญ

วิวัฒนาการด้านการขนส่ง

เนื่องจากการพัฒนาการขนส่งในสหรัฐฯ เป็นกระบวนการที่มีการแบ่งแยกได้ชัดเจน ดังนั้นโดยทั่วไปการศึกษาถึงวิวัฒนาการและกำหนดยุคของการขนส่งจึงนิยมอ้างอิงจากวิวัฒนาการของสหรัฐฯ แล้วไปปรับใช้ให้สอดคล้องกับวิวัฒนาการที่แตกต่างออกไปของชาติอื่น วิวัฒนาการการขนส่งของสหรัฐฯ แบ่งได้เป็น 4 ยุคดังนี้

1. ยุคการขนส่งในท้องถิ่น (Local Era) เป็นยุคนับตั้งแต่เริ่มมีการตั้งถิ่นฐานของคนผิวขาวจากยุโรปไปจนถึงช่วงเวลาที่มีการขุดคลอง Erie (บริเวณทะเลสาบใหญ่ทั้ง 5 ทางตอนเหนือติดกับแคนาดา) เพื่อใช้ขนส่งในปี 1823 โดยในช่วงแรกนี้การขนส่งส่วนใหญ่เป็นการขนส่งช่วงสั้นๆ เพราะการขนส่งระยะทางไกลๆ เกือบจะเป็นไปไม่ได้ หรือถ้าเป็นไปได้ก็ต้องเสียค่าขนส่งสูงมาก ถนนในยุคนี้น้อยและคุณภาพต่ำมาก ดังนั้นเขตพื้นที่อุดมสมบูรณ์ที่มีการบุกเบิกใหม่ทางตะวันตกของเทือกเขา Appalachians จึงมีการทำการเกษตรจำกัดเพียงเพื่อบริโภคในท้องถิ่นเท่านั้นเนื่องจากการจะขนส่งธัญพืชและผลิตภัณฑ์ปศุสัตว์ไปยังเขตที่มีความต้องการบริโภคทางตะวันออกนั้นต้องเสียต้นทุนการขนส่งสูงมากเกินไป การ

ผลิตจึงทำได้เพียงเพื่อสนองความต้องการแต่ละท้องถิ่น การขนส่งทำได้เฉพาะสินค้าที่มีขนาดเล็กและระยะทางสั้นๆ เท่านั้น

2. ยุคขนส่งข้ามเทือกเขาแอพพาลาเชียน (Trans-Appalachian Era) เป็นยุคที่มีการสร้างเส้นทางขนส่งเชื่อมต่อระหว่างเขตพื้นที่ทางตะวันออกกับพื้นที่ทางตะวันตกของเทือกเขาแอพพาลาเชียน ซึ่งเส้นทางแรกที่สำคัญคือคลองขุด Erie ตามมาด้วยทางหลวงที่สร้างโดยเงินทุนของรัฐบาลกลาง (รัฐบาลท้องถิ่นมีงบประมาณและบุคลากรที่เชี่ยวชาญจำนวนจำกัดจึงไม่สามารถสร้างถนนที่มีคุณภาพได้) และต่อมาก็มีการสร้างทางรถไฟผ่านเทือกเขาแอพพาลาเชียนสู่เมืองใหญ่ที่สุดของประเทศในขณะนั้นซึ่งได้แก่ บัลติมอร์ ฟิลาเดลเฟีย นิวยอร์ก และบอสตัน โดยนิวยอร์กกลายเป็นเมืองที่เข้าถึงได้สะดวกที่สุด เพราะขนส่งข้ามเทือกเขาแอพพาลาเชียนได้ทั้งทางคลอง Erie และรถไฟ

การเกษตรทางบริเวณตะวันตกกลางอันอุดมสมบูรณ์ (Midwest) ซึ่งอยู่ทางตะวันตกของแอพพาลาเชียนเติบโตอย่างรวดเร็วในขณะที่การเกษตรในเขตนิวอิงแลนด์ (New England) ทางตะวันออกของแอพพาลาเชียน(เป็นบริเวณตะวันออกตอนเหนือด้านชายฝั่งมหาสมุทรแอตแลนติก) ซึ่งที่ดินไม่อุดมสมบูรณ์ไม่สามารถแข่งขันกับสินค้าจากเขตตะวันตกกลางได้จึงต้องเปลี่ยนไปทำเน้นการผลิตด้านอุตสาหกรรมแทนการเกษตร อุปสงค์ต่อผลผลิตัญพืชจากเขตตะวันตกกลางซึ่งเคยมีจำกัดอยู่เพียงท้องถิ่นใกล้ๆ ได้ขยายออกไปอย่างรวดเร็วตามแนวเส้นทางขนส่งที่พัฒนาขึ้นทั้งที่เป็นคลอง ถนน และทางรถไฟ

แม้การขนส่งทางรถไฟจะพัฒนาขึ้นอย่างรวดเร็วแล้ว แต่ยุคนี้ก็ยังไม้อาจเรียกได้ว่าเป็นยุคของรถไฟ เนื่องจากในช่วงก่อนปี 1860 ซึ่งเป็นปีที่เกิดสงครามกลางเมืองในสหรัฐนั้น เส้นทางรถไฟเชื่อมต่อระหว่างเขตเหนือกับเขตใต้ยังมีน้อยมาก (เส้นทางรถไฟยุคแรกๆ เป็นการสร้างเชื่อมต่อเขตตะวันออกกับตะวันตก) และขนาดของรางรถไฟ (บริหารโดยเอกชนทั้งหมด) ก็แตกต่างกันจนไม่สามารถใช้ร่วมกันได้

3. ยุครถไฟ (Train Era)

แม้ว่าสหรัฐ จะเริ่มมีรถไฟให้บริการด้านการขนส่งมาตั้งแต่ปี 1830 แต่การพัฒนาในช่วง 20 ปีถัดจากนั้นก็เป็นไปได้ช้ามาก จนกระทั่งถึงช่วงเวลานับแต่ปี 1870 เป็นต้นมาจึงถือได้ว่าเป็นยุคของรถไฟอย่างแท้จริง โดยความยาวของเส้นทางรถไฟขยายเพิ่มขึ้นถึง 200,000 ไมล์ในเวลาเพียง 50 ปี (จาก 52,000 ไมล์ในปี 1870 เป็นถึง 252,000 ไมล์ในปี 1920) รถไฟได้กลายเป็นระบบการขนส่งทั้งคนและสินค้าที่สำคัญที่สุดไม่ว่าจะเป็นการขนส่งระยะใกล้หรือไกล เนื่องจากไม่เพียงแต่จะเป็นวิธีการขนส่งที่เสียต้นทุนต่ำที่สุด

เท่านั้น แต่ยังสามารถเร็วที่สุดด้วย ส่วนการขนส่งทางคลองขุดนั้นหมดความสำคัญลง เนื่องจากไม่อาจแข่งขันได้ และการขนส่งทางถนนก็ยังมีพัฒนาไปน้อยมาก การขนส่งทางรถไฟทำให้เขตพื้นที่ใหม่ๆ ทางตอนในของประเทศเติบโตขึ้นอย่างรวดเร็วจากผลของการเชื่อมต่อทางการขนส่งกับเมืองใหญ่ที่มีอยู่เดิม (ตั้งอยู่ริมแม่น้ำสายหลักหรือชายฝั่งทะเล)

ในช่วงของยุครถไฟซึ่งสิ้นสุดประมาณปี 1914 (เมื่อเกิดสงครามโลกครั้งที่ 1) ประสิทธิภาพการผลิตของสหรัฐฯ ได้มีการพัฒนาขึ้นอย่างมาก อันเป็นพื้นฐานที่นำสหรัฐฯ ไปสู่การเป็นประเทศผู้นำทางเศรษฐกิจและการเมืองของโลกในระยะต่อมา

4. ยุคของการแข่งขัน (Competitive Era)

ในช่วงเวลาตั้งแต่ประมาณปี 1915 เป็นต้นมา โครงข่ายระบบถนนได้เริ่มพัฒนาขึ้นอย่างช้าๆ โดยมีข้อจำกัดสำคัญคือยังไม่มีการพัฒนาเครื่องยนต์ที่กำลังแรงพอจะขับเคลื่อนรถบรรทุกเพื่อการขนส่งทางถนนได้ หลังจากสงครามโลกครั้งที่ 1 สิ้นสุดลง การขนส่งระหว่างเมืองต่างๆ โดยใช้รถบรรทุกจึงเกิดขึ้น และในขณะเดียวกันการขนส่งรูปแบบอื่นก็มีการพัฒนาขึ้นแข่งขันกับการขนส่งทางรถไฟด้วยได้แก่ การขนส่งทางท่อ (pipeline transport) ซึ่งใช้ขนส่งน้ำมันเป็นหลัก การขนส่งทางอากาศซึ่งเริ่มในปี 1926 และการใช้เรือขับเคลื่อนด้วยเครื่องยนต์ดีเซลสำหรับการขนส่งทางน้ำ

ภายหลังสงครามโลกครั้งที่ 2 สัดส่วนของรถไฟในการขนส่งโดยรวมลดลงจากที่เคยมีสัดส่วนถึงเกือบ 70% ในปี 1944 เหลือเพียงประมาณ 37% ในปี 1992 ในขณะที่การขนส่งทางถนนด้วยรถบรรทุกมีสัดส่วนเพิ่มขึ้นมาก

สัดส่วนการขนส่งประเภทต่างๆ ของสหรัฐฯ

ปี	รถไฟ	รถบรรทุก	ทางน้ำ	ทางท่อ	ทางอากาศ
1944	68.6	5.4	13.8	12.2	-
1950	56.2	16.3	15.4	12.1	-
1960	44.1	21.7	16.8	17.4	0.1
1972	38.9	22.1	16.1	22.7	0.2
1978	36.0	23.8	16.0	24.0	0.2
1983	35.9	23.6	15.3	24.9	0.2
1992	37.0	27.3	15.8	19.3	0.4

ที่มา: James O. Wheeler and others, *Economic Geography*, p.108

เมื่อพิจารณาจากน้ำหนักบรรทุกของการขนส่งแต่ละประเภท การขนส่งทางรถไฟจะมีสัดส่วนสูงที่สุด รองลงมาคือการขนส่งด้วยรถบรรทุก ขนส่งท่อ และทางน้ำตามลำดับ โดยประเภทของการขนส่งที่มีน้ำหนักบรรทุกต่ำสุดก็คือการขนส่งทางอากาศ ทั้งนี้เนื่องจากการขนส่งทางอากาศมีอัตราค่าขนส่งสูงจึงถูกใช้เพื่อการขนส่งสินค้าที่น้ำหนักเบา และมีมูลค่าสูงเท่านั้น

อย่างไรก็ตาม ถ้าวิเคราะห์จากสัดส่วนของรายได้จากการขนส่งแต่ละประเภทจะพบว่า การขนส่งทางถนนจะมีส่วนแบ่งจากรายได้รวมสูงสุด ตามมาด้วยการขนส่งทางอากาศทางรถไฟ ทางน้ำ และทางท่อ

การเปลี่ยนรูปแบบของการขนส่งมาเป็นการขนส่งทางถนนด้วยรถบรรทุกมากขึ้นในสหรัฐฯ ทำให้เกิดการปรับเปลี่ยนแปลงที่ตั้งของกิจกรรมทางเศรษฐกิจใหม่ เนื่องจากการที่ต้นทุนค่าขนส่งเพิ่มสูงขึ้น (อัตราค่าขนส่งทางถนนแพงกว่าทางรถไฟ) โดยกิจกรรมการผลิตต่างๆ มีแนวโน้มจะตั้งอยู่ใกล้ตลาดหรือบริเวณที่มีประชากรหนาแน่นมากยิ่งขึ้น

อัตราค่าขนส่ง

อัตราค่าขนส่งสินค้าโดยทั่วไปนอกจากจะถูกกำหนดด้วยตัวแปรทางภูมิศาสตร์คือระยะทางแล้วยังขึ้นอยู่กับปัจจัยอื่นๆ ด้วย ทำให้การกำหนดอัตราค่าขนส่งเป็นกระบวนการที่ซับซ้อน โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อนำเอาเรื่องของการแข่งขันมาพิจารณาด้วย

อัตราค่าขนส่งอาจแบ่งได้เป็น 2 แบบคือ

1) อัตราที่คิดตามชนิดของสินค้า (commodity rate) ซึ่งจะคิดอัตราแตกต่างกันตามชนิดของสินค้า

2) อัตราที่คิดตามกลุ่มของสินค้า (class rate) ซึ่งสินค้าที่จัดอยู่ในกลุ่มเดียวกันจะคิดในอัตราเดียวกันหมด ทำให้การคิดอัตราค่าขนส่งสะดวกขึ้น

เนื่องจากการคิดอัตราตามกลุ่มอาจมีปัญหาว่าวิธีการเคลื่อนย้ายสินค้าแตกต่างกันทำให้ต้นทุนค่าขนส่งต่างกันด้วย อัตราที่คิดจึงเป็นอัตราเฉลี่ยและทำให้โดยทั่วไปแล้วในการขนส่งสินค้าอย่างเดียวกันอัตราที่คิดแบบ commodity rate จึงมักจะต่ำกว่าอัตราที่คิดแบบ class rate

หลักการกำหนดอัตราค่าขนส่งไม่ว่าจะเป็นแบบ commodity rate หรือแบบ class rate มี 2 หลักการคือ

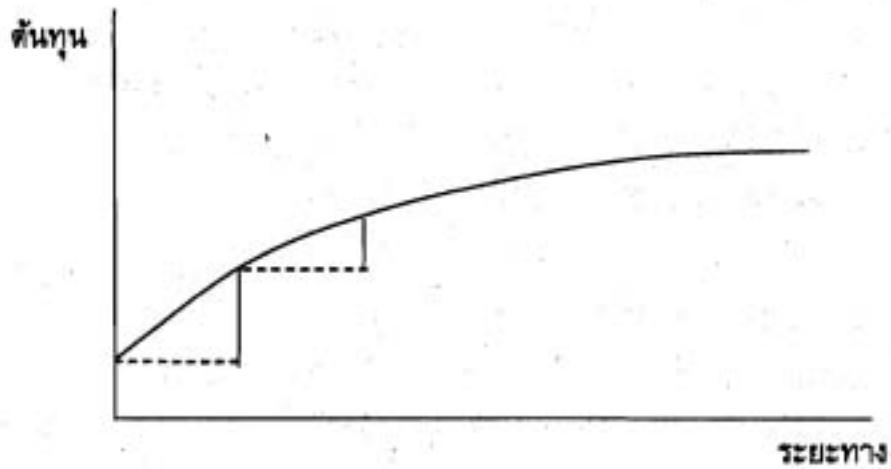
1) กำหนดตามต้นทุนการให้บริการ (cost-of service rate making) โดยการกำหนดอัตราค่าขนส่งว่าจะเป็นเท่าใดนั้นจะพิจารณาจากต้นทุนในการขนส่งเป็นสำคัญ เช่น จะต้องใช้ห้องเย็นหรือไม่ สินค้าแตกหักง่ายหรือต้องใช้วิธีการพิเศษในการเคลื่อนย้ายหรือไม่ การขนส่งเป็นปริมาณมากและสม่ำเสมอหรือไม่ สินค้าเป็นประเภทกินเนื้อที่มากหรือไม่ และการขนส่งเป็นระยะทางใกล้หรือไกล เป็นต้น

2) กำหนดตามคุณค่าของบริการ (value-of service rate making) ซึ่งกำหนดตามระดับความยืดหยุ่นของอุปสงค์ต่อบริการการขนส่งนั้น โดยจะคิดอัตราสูงสำหรับลูกค้าที่อุปสงค์ต่อบริการขนส่งมีความยืดหยุ่นน้อย (inelastic) ซึ่งได้แก่ลูกค้าที่จำเป็นต้องขนส่งสินค้าหรือผู้ที่ไม่สนใจมากนักว่าอัตราค่าขนส่งจะเป็นเท่าใด เพราะการที่อุปสงค์ยืดหยุ่นน้อยหมายความว่า การเพิ่มอัตราค่าบริการขึ้นจะทำให้ปริมาณการใช้บริการลดลงเพียงเล็กน้อยเท่านั้น ดังนั้นการจะเลือกกำหนดอัตราค่าบริการด้วยหลักการนี้จึงแสดงว่าผู้ใช้บริการต้องสามารถรับภาระค่าขนส่งที่สูงขึ้นได้ โดยทั่วไปการคิดอัตราค่าบริการประเภทนี้จึงมักใช้กับสินค้าที่มีราคาสูงมากๆ

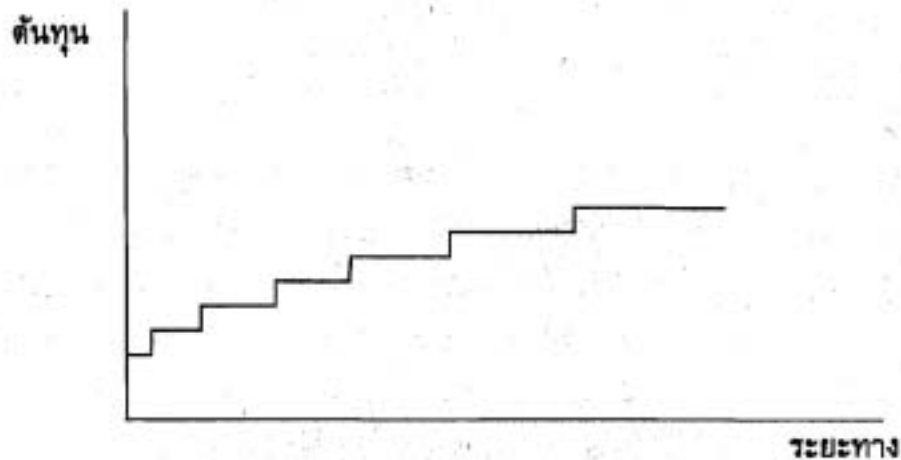
ความสัมพันธ์ระหว่างสภาพทางภูมิศาสตร์กับอัตราค่าขนส่ง

ระยะทางเป็นปัจจัยพื้นฐานในการกำหนดต้นทุนการบริการขนส่ง โดยที่ต้นทุนจะเพิ่มขึ้นตามระยะทาง ดังนั้นการกำหนดอัตราค่าขนส่งตามต้นทุนการให้บริการจึงแบ่งได้เป็นประเภทย่อยดังนี้

1) Tapering principle หรือหลักการเพิ่มค่าบริการในอัตราลดลง ตามหลักการนี้ อัตราค่าบริการขนส่งจะไม่แปรผันตามระยะทางโดยตรงแต่จะเพิ่มในอัตราที่ลดลง ตัวอย่างเช่น ระยะทางการขนส่ง 100 ไมล์จะคิดค่าบริการในอัตรา 1 ดอลลาร์ต่อหน่วย แต่ถ้าระยะทางการขนส่ง 200 ไมล์จะคิดค่าบริการในอัตราต่ำกว่า 2 ดอลลาร์ เช่น 1.8 ดอลลาร์ต่อหน่วย เป็นต้น การคิดอัตราค่าบริการด้วยหลักการนี้มีเหตุผลว่าต้นทุนที่แท้จริง (ต่อหน่วยระยะทาง) ของการขนส่งมีแนวโน้มจะลดลงเมื่อระยะทางไกลขึ้นเนื่องจากต้นทุนประเภท terminal cost จะกระจายเฉลี่ยออกไป



2) Stepwise หรือ Grouping principle เป็นการคิดอัตราเพิ่มเป็นขั้นๆ ตามเขต (Zone) โดยไม่เพิ่มต่อเนื่องตามระยะทางกล่าวคือ ถ้าอยู่ในเขตเดียวกันจะคิดอัตราเดียวกัน ตลอดไม่ว่าจะขนส่งถึงจุดใดภายในเขตนั้น แต่ถ้าเลยเขตนั้นออกไปก็จะคิดอีกอัตราหนึ่ง สำหรับเขตใหม่ที่สูงขึ้น การคิดอัตราค่าขนส่งโดยกำหนดเป็นเขตนี้ทำให้ไม่ต้องยุ่งยากในการคำนวณอัตราค่าขนส่งที่ทุกๆ จุดบนเส้นทางซึ่งจะเป็นภาระมาก

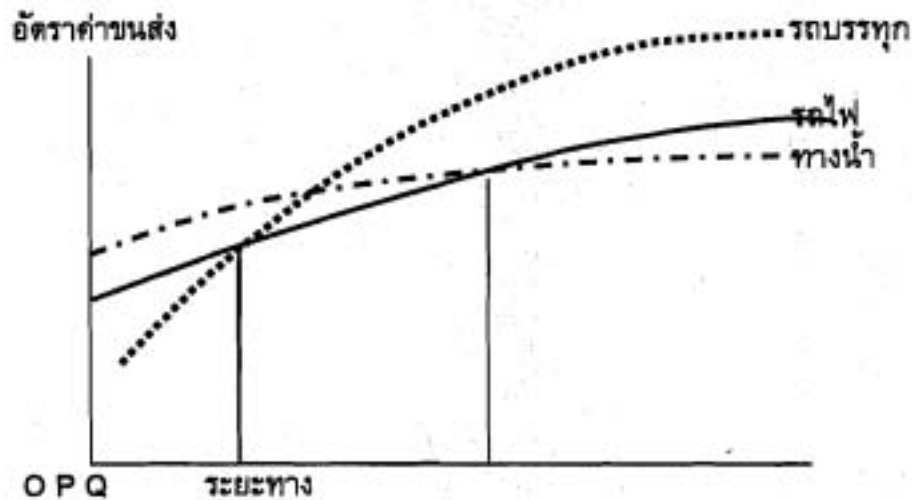


นอกจากอัตราค่าขนส่งจะขึ้นกับระยะทางแล้ว ยังขึ้นกับปัจจัยอื่นด้วยเช่น ขึ้นกับทิศทางของสถานที่ที่จะขนส่งสินค้าไปถึง ขึ้นกับปริมาณสินค้าที่จะขนส่งในแต่ละเที่ยว สภาพเส้นทาง การขนส่ง การแข่งขันจากคู่แข่ง และปัญหาว่าจะมีสินค้าบรรทุกในเที่ยวกลับหรือไม่ เป็นต้น

ปัจจัยกำหนดความแตกต่างของอัตราค่าขนส่งตามประเภทของการขนส่ง

การขนส่งทางถนน ทางรถไฟ ทางน้ำ ทางท่อ หรือทางเครื่องบินมีอัตราค่าขนส่งแตกต่างกันมาก เนื่องจากปัจจัยสำคัญ 2 ประการซึ่งได้แก่ต้นทุน terminal cost และ line haul หรือ over the road cost

1) terminal cost เป็นค่าใช้จ่ายในการขนสินค้าขึ้น-ลงพาหนะที่ใช้ในการขนส่ง และต้นทุนเกี่ยวกับงานเอกสารที่เกี่ยวข้อง แม้ว่าต้นทุนนี้ส่วนหนึ่งจะขึ้นกับชนิดของสินค้าที่ขนส่ง แต่ก็ขึ้นกับประเภทของการขนส่งด้วยและโดยทั่วไปเมื่อเปรียบเทียบระหว่างการขนส่งทางน้ำ ทางถนน และทางรถไฟอาจสรุปได้ว่า terminal cost ของการขนส่งทางน้ำจะสูงสุด เนื่องจากต้นทุนในการสร้างและบำรุงรักษาท่าเรือตลอดจนอุปกรณ์ในการขนสินค้าขึ้นและลงจากเรือมีค่อนข้างสูง terminal cost ของการขนส่งทางถนนจะต่ำสุดเนื่องจากใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ต้นทุนต่ำกว่าการขนส่งประเภทอื่น ส่วนการขนส่งทางรถไฟนั้น terminal cost จะต่ำกว่าการขนส่งทางน้ำแต่สูงกว่าการขนส่งทางถนน



ตามรูป การขนส่งจากจุด O ถึงจุด P การขนส่งทางถนนด้วยรถบรรทุกจะต้นทุนต่ำสุด ในขณะที่การขนส่งทางน้ำต้นทุนสูงสุด รองลงมาเป็นการขนส่งทางรถไฟ

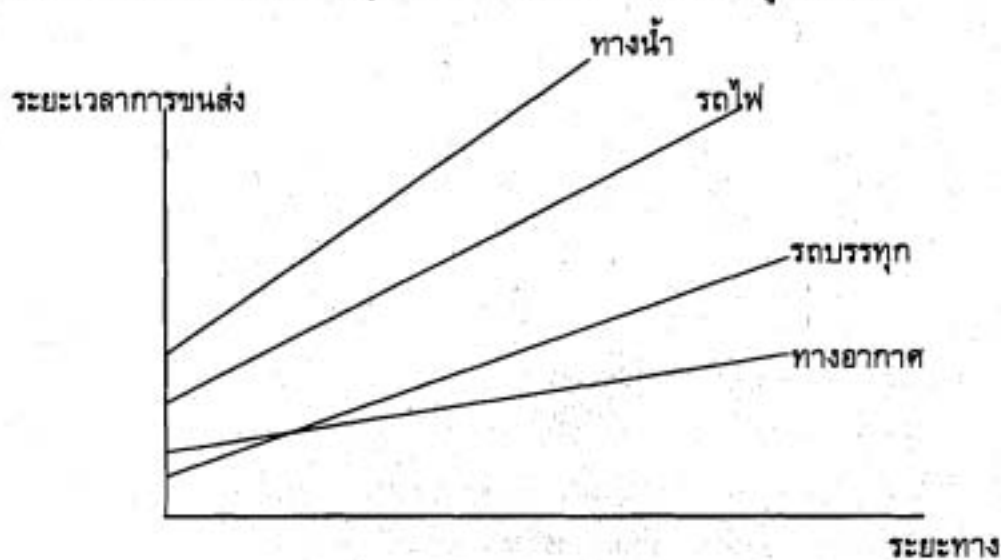
2) line haul cost เป็นค่าใช้จ่ายในการขนย้ายสินค้าหลังจากนำสินค้าบรรทุกพาหนะที่ใช้ขนส่งแล้ว ต้นทุนประเภทนี้จะแปรผันตามระยะทาง แต่เนื่องจากการคิดอัตราค่าขนส่งจะเป็นแบบคิดอัตราลดน้อยถอยลงเมื่อระยะทางไกลขึ้น ต้นทุนประเภท line haul cost

ของการขนส่งทางน้ำจึงต่ำสุด ในขณะที่ต้นทุนประเภทนี้ของการขนส่งทางถนนจะสูงสุด ส่วนการขนส่งทางรถไฟจะมีต้นทุนอยู่กลางๆ ระหว่างการขนส่ง 2 ประเภทข้างต้น

ตามรูป การขนส่งจากจุด P ถึงจุด Q การขนส่งทางรถไฟจะต้นทุนต่ำสุด ในขณะที่การขนส่งทางถนนด้วยรถบรรทุกต้นทุนสูงสุด และถ้าการขนส่งไกลกว่าจุด Q การขนส่งทางน้ำจะต้นทุนต่ำที่สุด

สรุปได้ว่า เมื่อเปรียบเทียบระหว่างการขนส่งด้วยวิธีต่างกัน 3 แบบ การขนส่งทางถนน (ด้วยรถบรรทุก) จะต้นทุนต่ำที่สุดในช่วงการขนส่งจากจุด O ถึงจุด P ซึ่งประมาณได้ว่าเป็นระยะทางราว 300 ไมล์ (เนื่องจาก terminal cost ต่ำ) แต่ถ้าขนส่งระยะทางไกลกว่านั้นจนถึงจุด Q (ราว 2,000 ไมล์) การขนส่งทางรถไฟจะต้นทุนต่ำกว่า และถ้าระยะทางการขนส่งไกลเกินกว่าจุด Q การขนส่งทางน้ำจะต้นทุนต่ำสุดและการขนส่งทางถนนจะต้นทุนสูงสุด โดยต้นทุนการขนส่งทางรถไฟจะอยู่ระหว่างกลาง ด้วยเหตุนี้จึงจะเห็นได้ว่าการขนส่งสินค้าระหว่างประเทศนิยมใช้การขนส่งทางน้ำเป็นหลัก

อย่างไรก็ตาม การจะตัดสินใจเลือกใช้วิธีการขนส่งประเภทใดนั้นนอกจากจะขึ้นกับต้นทุนค่าขนส่งแล้ว ยังขึ้นกับ "บริการ" ที่ได้รับอีกด้วย ซึ่งบริการดังกล่าวนี้ได้แก่ ความรวดเร็วในการขนส่ง ตารางเวลาการขนส่งที่สะดวกในการใช้บริการ ระบบป้องกันความเสียหายจากการขนส่ง และความแน่นอนของบริการ เป็นต้น ถ้ากำหนดให้คุณภาพของบริการแทนด้วยระยะเวลาในการขนส่ง (ยิ่งเวลาน้อยยิ่งมีประสิทธิภาพสูง) คุณภาพของบริการการขนส่งประเภทต่างๆ โดยเปรียบเทียบอาจแสดงได้ดังรูปต่อไปนี้



ถ้าให้เวลาในการขนส่งเป็นตัวกำหนดคุณภาพของบริการ จะพบว่า การขนส่งทางอากาศมีคุณภาพสูงสุด (ใช้เวลาน้อยที่สุด) ตามด้วยการขนส่งทางถนนด้วยรถบรรทุก (ถ้าระยะทางไม่ไกลนักจะใช้เวลาน้อยกว่าการขนส่งทางอากาศ) รถไฟ และการขนส่งทางน้ำจะมีคุณภาพของบริการต่ำที่สุด (ใช้เวลามากที่สุด) อย่างไรก็ตาม เนื่องจากการขนส่งทางอากาศมีต้นทุนสูงมากจึงทำให้มีการใช้บริการน้อยกว่าการขนส่งด้วยวิธีอื่น

สรุปได้ว่าเมื่อพิจารณาจากทั้งด้านของต้นทุนการขนส่งและคุณภาพของบริการ ประกอบกัน วิธีการขนส่งที่เหมาะสมที่สุดคือการขนส่งทางถนนด้วยรถบรรทุก โดยที่การขนส่งทางอากาศจะใช้เฉพาะกรณีเร่งด่วนมากๆ หรือใช้ขนส่งสินค้าที่มีราคาสูงและความรวดเร็วในการขนส่งเป็นเรื่องที่มีลำดับความสำคัญสูงสุด ส่วนการขนส่งทางรถไฟและทางน้ำนั้นจะได้เปรียบถ้าเป็นการขนส่งระยะทางไกลและสินค้ามีน้ำหนักมากหรือมีขนาดใหญ่ (มีมูลค่าต่ำเมื่อเทียบกับน้ำหนัก) และความเร็วในการขนส่งไม่ใช่เรื่องสำคัญนัก โดยการขนส่งทางรถไฟนั้นจะมีข้อได้เปรียบการขนส่งทางน้ำตรงที่มีโครงข่ายเชื่อมโยงกว้างขวางมากกว่า ทำให้สามารถให้บริการได้ครอบคลุมกว่าและรวดเร็วกว่าการขนส่งทางน้ำ

การขนส่งด้วยยานพาหนะหลายประเภท (multimodal freight transport)

ในการขนส่งสินค้าจากจุดเริ่มต้นไปยังจุดหมายปลายทางนั้นไม่จำเป็นต้องขนส่งด้วยยานพาหนะประเภทใดประเภทหนึ่งเท่านั้น เพราะผู้ให้บริการขนส่งสามารถใช้รูปแบบการขนส่งมากกว่า 2 ประเภทในการเคลื่อนย้ายสินค้าโดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อเพิ่มความรวดเร็วและประสิทธิภาพในการขนส่งรวมทั้งเพื่อลดต้นทุนลงด้วย ในอดีตนั้นการขนส่งโดยใช้ยานพาหนะหลายประเภทมักจะมีปัญหาที่ต้องเสียต้นทุนและเวลาในการเปลี่ยนถ่ายสินค้าจากยานพาหนะประเภทหนึ่งไปยังยานพาหนะอีกประเภทหนึ่ง แต่ในปัจจุบันปัญหานี้หมดไปจากการใช้ระบบคอนเทนเนอร์ (containerization) ซึ่งทวีความสำคัญขึ้นอย่างรวดเร็ว นับแต่กลางทศวรรษหลังปี 1960 เป็นต้นมา โดยการบรรจุสินค้าลงในคอนเทนเนอร์ทำให้การเปลี่ยนถ่ายสินค้านี้ระหว่างยานพาหนะต่างประเภทกันไม่ว่าจะเป็นเรือ รถบรรทุกหรือเครื่องบินสามารถทำได้สะดวกรวดเร็วขึ้นมาก และทำให้การขนส่งสินค้านิตหนึ่งด้วยวิธีต่างๆ ผสมกันสามารถทำได้โดยใช้บริการของบริษัทผู้ให้บริการขนส่งเพียงบริษัทเดียวและกำหนดอัตราค่าขนส่งเพียงอัตราเดียวซึ่งทำให้สะดวกในการใช้บริการมากขึ้น

ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราค่าขนส่งกับการกำหนดราคาสินค้า

ในการจัดส่งสินค้าไปให้ผู้ซื้อตามคำสั่งซื้อนั้น ผู้ขายมีระบบการกำหนดราคาสินค้า 3 แบบคือ

ก) คิดราคาเดียวกันหมดไม่ว่าจะขนส่งสินค้าไปยังที่ใด (uniform delivered price) หรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่าเป็นการใช้ราคา c.i.f. (cost, insurance and freight) คือเป็นราคาที่ผู้ขายคิดรวมค่าประกันภัยและค่าขนส่งไว้ในราคาสินค้าแล้ว ส่วนการที่คิดราคาเดียวกันหมดไม่ว่าจะจัดส่งไปที่ใดนั้นเพราะราคาที่คิดนั้นเป็นราคาเฉลี่ย ซึ่งทำให้ผู้ซื้อที่จะได้เปรียบก็คือผู้ที่อยู่ไกลจากจุดผลิตหรือส่งสินค้าเพราะการคิดราคาเฉลี่ยจะทำให้จ่ายได้ถูกลงกว่าที่ควรจะเป็น (ค่าขนส่งไม่ได้คิดตามระยะทางจริง) ส่วนผู้ซื้อที่อยู่ใกล้จุดผลิตหรือส่งสินค้าจะเสียเปรียบเพราะต้องจ่ายค่าขนส่งในอัตราเฉลี่ยทำให้ราคาสินค้าสูงกว่าที่ควรจะเป็น

ข) คิดราคาที่หน้าโรงงานหรือเรียกว่าเป็นการใช้ราคา f.o.b. (free on board) โดยผู้ซื้อจะต้องจ่ายค่าขนส่งและประกันภัยเอง ดังนั้นผู้ซื้อที่อยู่ไกลจากจุดผลิตหรือส่งสินค้าก็ต้องจ่ายแพงขึ้นตามระยะทาง ส่วนผู้ซื้อที่อยู่ใกล้จุดผลิตหรือส่งสินค้าก็จะจ่ายค่าซื้อสินค้า (รวมค่าขนส่ง) ถูกกว่า

ค) คิดราคาโดยรวมค่าขนส่งจากจุดฐาน (basing-point) ไปยังจุดหมายเป็นหลัก แม้ว่าการขนส่งจริงจะเริ่มจากจุดผลิตอื่นที่ไม่ใช่จุดฐานก็ตาม ระบบนี้เคยใช้กับบางอุตสาหกรรมในสหรัฐฯ เช่นอุตสาหกรรมเหล็กและเหล็กกล้า เพื่อบีบให้การผลิตกระจุกตัวอยู่ ณ เขตที่กำหนดให้เป็นจุดฐานเพราะการผลิตที่จุดผลิตอื่นจะต้องบวกค่าขนส่งเท่ากับขนส่งจากจุดฐานแม้จะระยะทางไกลกว่ามากก็ตาม โดยในกรณีของอุตสาหกรรมเหล็กนั้นใช้เมืองพิตสเบิร์ก (Pittsburgh) เป็นจุดฐานและเรียกการคิดราคาตามระบบนี้ว่า Pittsburgh Plus แต่ปัจจุบันไม่มีการคิดราคาตามระบบนี้แล้ว

ต้นทุนในการจัดจำหน่าย (distribution cost) กับการกำหนดราคาสินค้า

แม้ว่าผู้สั่งซื้อสินค้าจะพยายามลดต้นทุนค่าขนส่งลงได้มากแต่ก็ไม่จำเป็นว่าจะทำให้ต้นทุนในการจัดจำหน่ายสินค้าถูกลงจนสามารถกำหนดราคาที่แข่งขันได้ดีเสมอไป ทั้งนี้เนื่องจากการดำเนินการเพื่อลดต้นทุนค่าขนส่งอาจไปเพิ่มต้นทุนอื่นในการจัดจำหน่ายสินค้าขึ้นอีกก็ได้ เช่นการขนส่งสินค้ามาคราวละมากๆ ซึ่งทำให้ต้นทุนเฉลี่ยต่อหน่วยสินค้าต่ำลงจะไปทำให้เสียต้นทุนการเก็บรักษาสินค้าและต้นทุนสินค้าคงคลัง (inventory) เพิ่มขึ้น และ

ในทางกลับกันการยอมเสียต้นทุนค่าขนส่งที่แพงขึ้นแต่สามารถขนส่งได้อย่างรวดเร็วตามความต้องการของลูกค้าก็อาจจะช่วยลดต้นทุนการเก็บรักษาสินค้าคงคลังลงได้มาก ดังนั้นหน่วยธุรกิจโดยทั่วไปจึงไม่ได้พยายามจะลดแต่ต้นทุนค่าขนส่งสินค้าเท่านั้น แต่จะมุ่งลดต้นทุนรวมของการจัดจำหน่ายให้ต่ำที่สุดเป็นสำคัญ

การใช้หลัก operation research จัดการขนส่งให้ต้นทุนต่ำสุด

ปัญหาการขนส่ง (Transportation Problem) เป็นเรื่องหนึ่งในการศึกษาวิชา Operation Research โดยที่เนื้อหาหลักเป็นการวิเคราะห์ปัญหาการจัดสรรทรัพยากรจากแหล่งทรัพยากรต่างๆ ไปยังจุดหมายที่กำหนดอันได้แก่สถานที่ทำการผลิตหรือโรงงานได้อย่างมีประสิทธิภาพที่สุด หรือในอีกด้านหนึ่งก็จะเป็นการกระจายสินค้าจากโรงงานต่างๆ ไปยังตลาดด้วยต้นทุนต่ำสุด

วิธีการนี้สามารถใช้ได้ดีกับกรณีที่ทั้งแหล่งทรัพยากร (หรือแหล่งผลิตสินค้า) และโรงงาน (หรือตลาด) มีหลายแห่ง โดยที่จำนวนแหล่งทรัพยากร (หรือแหล่งผลิต) ไม่จำเป็นต้องเท่ากับจำนวนโรงงาน (หรือตลาด) และทรัพยากร (หรือสินค้า) จากแต่ละแหล่งจะขนส่งไปยังจุดหมายใดเป็นจำนวนเท่าใดก็ได้ ในขณะที่จุดหมายแต่ละแห่งจะรับทรัพยากร (หรือสินค้า) จากแหล่งใดก็ได้ จำนวนเท่าใดก็ได้ ทั้งนี้โดยมีข้อแม้ว่าจำนวนทรัพยากรหรือสินค้าที่ขนส่งนั้น รวมแล้วจะต้องไม่เกินกำลังผลิตของแหล่งทรัพยากรหรือโรงงาน และจะต้องไม่เกินความต้องการของจุดหมายแต่ละแห่งด้วย

แนวคิดในการแก้ปัญหาการขนส่งนี้ เริ่มเผยแพร่โดย F.L.Hitchcock ในปี 1941 และถูกนำไปขยายความจนได้รับความนิยมอย่างแพร่หลายโดย T.C. Koopman และ George B. Dantzig ความแพร่หลายนี้ทำให้ปัจจุบันมีผู้คิดค้นแนวทางการแก้ปัญหาการขนส่งไว้หลากหลายวิธี แต่เพื่อไม่ให้เกิดความสับสนการศึกษาในที่นี่จะเลือกวิเคราะห์ด้วยวิธีลัด (short cut) ซึ่งเป็นวิธีที่นิยมกันมากที่สุดวิธีหนึ่ง

แนวคิดทั่วไป

ถ้ากำหนดให้

C_{ij} = ต้นทุนต่อหน่วยของการขนส่งจากแหล่ง i ไปยังจุดหมาย j เช่น $C_{25} = 10$ หมายถึงต้นทุนการขนส่งจากแหล่งที่ 2 ไปยังจุดหมายที่ 5 = 10 หน่วยเงินตรา

X_{ij} = จำนวนสินค้าที่ขนส่งจากแหล่ง i ไปยังจุดหมาย j เช่น $X_{31} = 15$ หมายถึง จำนวนสินค้าที่ขนส่งจากแหล่งที่ 3 ไปยังตลาดที่ 1 มี = 15 หน่วย

a_i = กำลังการผลิตของแหล่งที่ i

b_j = ความต้องการของจุดหมายที่ j

จุดมุ่งหมายก็คือจะจัดสรรทรัพยากรหรือผลผลิตจากแหล่งผลิตไปยังจุดหมายต่างๆ อย่างไม่ให้เสียต้นทุนรวมในการขนส่งต่ำที่สุด หรือก็คือต้องการ minimize สมการต้นทุนรวม (Z) ต่อไปนี้

$$Z = C_{11}X_{11} + C_{12}X_{12} + \dots + C_{1j}X_{1j} \\ + C_{21}X_{21} + C_{22}X_{22} + \dots + C_{2j}X_{2j} + \dots \\ + C_{i1}X_{i1} + C_{i2}X_{i2} + \dots + C_{ij}X_{ij}$$

โดยมีเงื่อนไขว่า

$$X_{11} + X_{12} + X_{13} + \dots + X_{1j} \leq a_1$$

$$X_{21} + X_{22} + X_{23} + \dots + X_{2j} \leq a_2$$

$$\vdots$$

$$X_{i1} + X_{i2} + X_{i3} + \dots + X_{ij} \leq a_i$$

ซึ่งแสดงว่าจำนวนที่ขนส่งไปขายตลาดต่างๆ ต้องไม่เกินกำลังผลิตของแต่ละโรงงาน

และ

$$X_{11} + X_{21} + X_{31} + \dots + X_{i1} \leq b_1$$

$$X_{12} + X_{22} + X_{32} + \dots + X_{i2} \leq b_2$$

$$\vdots$$

$$X_{1j} + X_{2j} + X_{3j} + \dots + X_{ij} \leq b_j$$

ซึ่งแสดงว่าจำนวนที่ขนส่งจากโรงงานต่างๆ มายังตลาด จะไม่เกินกว่าความต้องการของแต่ละตลาด

โดยทั่วไปลักษณะของปัญหาการขนส่ง จะถูกนำมาเขียนแสดงเป็นตารางการขนส่ง ซึ่งตารางจะแสดงถึงแหล่งทรัพยากร (หรือแหล่งผลิตสินค้า) จำนวนทรัพยากร (หรือสินค้า) และความต้องการทรัพยากร (หรือความต้องการสินค้า) ของแต่ละจุดหมาย ตลอดจนแสดงถึงต้นทุนการขนส่งทรัพยากร (หรือสินค้า) แต่ละหน่วยจากแต่ละแหล่งผลิตไปยังจุดหมายต่างๆ เหล่านั้นด้วย โดยที่ปกติแล้วจำนวนแหล่งทรัพยากร (หรือแหล่งผลิต) ไม่จำเป็นต้องเท่ากับจำนวนจุดหมายหรือตลาด

การหาต้นทุนการขนส่งที่ต่ำที่สุด

เป้าหมายคือการหาต้นทุนการขนส่งที่ต่ำที่สุด โดยวิธีการก็คือจัดสรรการขนส่งให้แก่ช่องทางที่ต้นทุนต่ำสุดก่อน แล้วจึงเลื่อนลำดับไปยังช่องทางการขนส่งที่ต้นทุนสูงกว่าขึ้นไปเป็นลำดับ

ตารางการขนส่ง

ตลาด โรงงาน	I	II	III	IV	ผลผลิต
A	5	8	12	6	60
B	5	9	10	4	80
C	3	6	13	7	60
ความต้องการ	40	40	50	70	200

ตารางการขนส่งข้างต้น มีความหมายดังนี้คือ

โรงงาน A มีผลผลิตทั้งหมด = 60 หน่วย การขนส่งไปตลาด I เสียต้นทุนต่อหน่วย = 5
 การขนส่งไปตลาด II เสียต้นทุนต่อหน่วย = 8 การขนส่งไปตลาด III เสียต้นทุนต่อหน่วย = 12
 การขนส่งไปตลาด IV เสียต้นทุนต่อหน่วย = 6

โรงงาน B มีผลผลิตทั้งหมด = 80 หน่วย การขนส่งไปตลาด I เสียต้นทุนต่อหน่วย = 5
 การขนส่งไปตลาด II เสียต้นทุนต่อหน่วย = 9 การขนส่งไปตลาด III เสียต้นทุนต่อหน่วย =
 10 การขนส่งไปตลาด IV เสียต้นทุนต่อหน่วย = 4

โรงงาน C มีผลผลิตทั้งหมด = 60 หน่วย การขนส่งไปตลาด I เสียต้นทุนต่อหน่วย = 3
 การขนส่งไปตลาด II เสียต้นทุนต่อหน่วย = 6 การขนส่งไปตลาด III เสียต้นทุนต่อหน่วย =
 13 การขนส่งไปตลาด IV เสียต้นทุนต่อหน่วย = 7

ตลาด I ต้องการผลผลิตทั้งหมด = 40 หน่วย

ตลาด II ต้องการผลผลิตทั้งหมด = 40 หน่วย

ตลาด III ต้องการผลผลิตทั้งหมด = 50 หน่วย

ตลาด IV ต้องการผลผลิตทั้งหมด = 70 หน่วย

รวมความต้องการ (อุปสงค์) ทั้งหมด = 200 หน่วย ซึ่งเท่ากับปริมาณผลิต (อุปทาน)

พอดี

การเลือกครั้งที่ 1

ตลาด โรงงาน	I	II	III	IV	ผลผลิต
A	5	8	12	6	60
B	5	9	10	4	80
C	3 40	6	13	7	60
ความ ต้องการ	40	40	50	70	200

การเลือกครั้งที่ 2

ตลาด โรงงาน	I	II	III	IV	ผลผลิต
A	5	8	12	6	60
B	5	9	10	4	80
C	3	6	13	7	60
ความ ต้องการ	40	40	50	70	200

เลือกช่องทางการขนส่งที่ต้นทุนต่ำที่สุดถัดไปจาก C-I ซึ่งพบว่าได้แก่ช่องทางการขนส่ง B-IV (โรงงาน B ขนส่งไปตลาด IV) ซึ่งเสียต้นทุน = 4 ดังนั้นจึงควรจัดสรรให้ช่องทางนี้มีการขนส่งต่อไป และเนื่องจากโรงงาน B ผลิตได้ = 80 หน่วยในขณะที่ตลาด IV รับสินค้าได้มากที่สุด = 70 หน่วย ดังนั้นจึงขนส่งสินค้าจากโรงงาน B ไปตลาด IV = 70 และโรงงาน B ยังมีสินค้าเหลืออยู่ $80 - 70 = 10$ หน่วย

การเลือกครั้งที่ 3

ตลาด โรงงาน	I	II	III	IV	ผลผลิต
A	5	8	12	6	60
B	5	9	10	4	80
C	3	6	13	7	60
ความ ต้องการ	40	40	50	70	200

เลือกช่องทางการขนส่งที่ต้นทุนต่ำที่สุดถัดไปจาก B-IV ซึ่งพบว่าได้แก่ช่องทางการขนส่ง A-I (โรงงาน A ขนส่งไปตลาด I) และ B-I (โรงงาน B ขนส่งไปตลาด I) ซึ่งเสียต้นทุน = 5 ดังนั้นจึงควรจัดสรรให้ 2 ช่องทางนี้มีการขนส่งต่อไป แต่เนื่องจากตลาด I มีความต้องการสินค้า = 40 และได้รับสินค้าครบถ้วนแล้วจากโรงงาน C จึงไม่มีการขนส่งเกิดขึ้น ทางเลือกจึงเลื่อนไปที่ช่องทางขนส่งต้นทุนต่ำลำดับถัดไปซึ่งได้แก่ A-IV และ C-II (เสียต้นทุน = 6) เพื่อจัดสรรให้มีการขนส่งต่อไป

- กรณี A-IV (โรงงาน A ขนส่งไปตลาด IV) เนื่องจากตลาด IV ต้องการสินค้า = 70 และได้รับสินค้าครบถ้วนแล้วจากโรงงาน B ดังนั้นจึงไม่มีการขนส่งในกรณีนี้

- กรณี C-II (โรงงาน C ขนส่งไปตลาด II) เนื่องจากตลาด II มีความต้องการ = 40 และยังไม่ได้รับการตอบสนอง ในขณะที่โรงงาน C นั้นผลิตขนส่งให้ตลาด I ไปแล้ว = 40 และมีเหลือสินค้าอยู่เพียง 20 หน่วยที่จะขนส่งให้ตลาด II

การเลือกครั้งที่ 4

ตลาด โรงงาน	I	II	III	IV	ผลผลิต
A	5	8 20	12	6	60
B	5	9	10	4 70	80
C	3 40	6 20	13	7	60
ความต้องการ	40	40	50	70	200

เลือกช่องทางการขนส่งที่ต้นทุนต่ำที่สุดถัดไปจาก C-II ซึ่งพบว่าได้แก่ช่องทางการขนส่ง C-IV (โรงงาน C ขนส่งไปตลาด IV) ซึ่งเสียต้นทุน = 7 ดังนั้นจึงควรจัดสรรให้ช่องทางนี้มีการขนส่งต่อไป แต่เนื่องจากตลาด IV มีความต้องการสินค้า = 70 และได้รับสินค้าครบถ้วนแล้วจากโรงงาน B ในขณะที่โรงงาน C ซึ่งผลิตได้ 60 หน่วยก็ผลิตส่งให้แก่ตลาด I และ

II ไปรวมทั้งสิ้น 60 หน่วยแล้ว จึงไม่มีการขนส่งเกิดขึ้น ทางเลือกจึงเลื่อนไปที่ช่องทางขนส่ง ต้นทุนต่ำลำดับถัดไปซึ่งได้แก่ A-II (โรงงาน A ขนส่งไปตลาด II) ซึ่งเสียต้นทุน = 8 เพื่อ จัดสรรให้มีการขนส่งต่อไป

เนื่องจากตลาด II มีความต้องการ = 40 และได้รับสินค้ามาแล้ว 20 จากโรงงาน C จึงต้องการอีกเพียง 20 ในขณะที่โรงงาน A มีสินค้า = 60 จึงสามารถส่งให้ตลาด II=20 ได้ครบถ้วน โดยโรงงาน A จะมีสินค้าเหลืออยู่ = $60-20 = 40$ หน่วย

การเลือกครั้งที่ 5

ตลาด โรงงาน	I	II	III	IV	ผลผลิต
A	5	8 20	12	6	60
B	5	9	10 10	4 70	80
C	3 40	6 20	13	7	60
ความ ต้องการ	40	40	50	70	200

เลือกช่องทางการขนส่งที่ต้นทุนต่ำที่สุดถัดไปจาก A-II ซึ่งพบว่าได้แก่ช่องทางการขนส่ง B-II (โรงงาน B ขนส่งไปตลาด II) ซึ่งเสียต้นทุน = 9 ดังนั้นจึงควรจัดสรรให้ช่องทางนี้ มีการขนส่งต่อไป แต่เนื่องจากตลาด II มีความต้องการสินค้า = 40 และได้รับสินค้าครบถ้วนแล้วจากโรงงาน A และ C จึงไม่มีการขนส่งเกิดขึ้น ทางเลือกจึงเลื่อนไปที่ช่องทางขนส่ง ต้นทุนต่ำลำดับถัดไปซึ่งได้แก่ B-III (โรงงาน Bขนส่งไปตลาด III) ซึ่งเสียต้นทุน = 10 เพื่อ จัดสรรให้มีการขนส่งต่อไป

เนื่องจากตลาด III มีความต้องการ = 50 ในขณะที่โรงงาน B มีสินค้า = 80 แต่ผลิตส่งให้ตลาด IV ไปแล้ว 70 หน่วยจึงสามารถส่งให้ตลาด III ได้เพียง 10 หน่วยเท่านั้น และตลาด III ยังมีความต้องการที่ยังไม่ได้รับการสนองตอบอยู่อีก = 40 หน่วย

การเลือกครั้งที่ 6

ตลาด โรงงาน	I	II	III	IV	ผลผลิต
A	5	8 20	12 40	6	60
B	5	9	10 10	4 70	80
C	3 40	6 20	13	7	60
ความ ต้องการ	40	40	50	70	200

เลือกช่องทางการขนส่งที่ต้นทุนต่ำที่สุดตัดไปจาก B-III ซึ่งพบว่าได้แก่ช่องทางการขนส่ง A-III (โรงงาน A ขนส่งไปตลาด III) ซึ่งเสียต้นทุน = 12 ดังนั้นจึงควรจัดสรรให้ช่องทางการนี้มีการขนส่งต่อไป แต่เนื่องจากตลาด III มีความต้องการสินค้า = 50 และได้รับสินค้าจากโรงงาน B ไปแล้ว = 10 จึงเหลือความต้องการ = 40 ในขณะที่โรงงาน A ซึ่งมีกำลังการผลิต = 60 และผลิตส่งให้ตลาด II ไปแล้ว 20 จึงเหลือสินค้าขนส่งมาสนองความต้องการที่ตลาด III ได้ครบถ้วนพอดี = 40 หน่วย

การเลือกครั้งที่ 7

ตลาด โรงงาน	I	II	III	IV	ผลผลิต
A	5	8 20	12 40	6	60
B	5	9	10 10	4 70	80
C	3 40	6 20	13	7	60
ความ ต้องการ	40	40	50	70	200

เลือกช่องทางการขนส่งที่ต้นทุนต่ำที่สุดตัดไปจาก A-III ซึ่งพบว่าได้แก่ช่องทางการขนส่ง C-III (โรงงาน C ขนส่งไปตลาด III) ซึ่งเสียต้นทุน = 13 ดังนั้นจึงควรจัดสรรให้ช่องทางการนี้มีการขนส่งต่อไป แต่เนื่องจากตลาด III มีความต้องการสินค้า = 50 และได้รับสินค้าครบถ้วนแล้วจากโรงงาน A (=40 หน่วย) และ B (=10 หน่วย) ในขณะที่โรงงาน C ซึ่งมีกำลังการผลิต = 60 ก็ส่งสินค้าให้ตลาด I (= 40 หน่วย) และตลาด II (= 20 หน่วย) ไปจนหมดแล้ว ดังนั้นจึงไม่มีการขนส่งเกิดขึ้น

สรุปผล

เมื่อตัดสินใจเลือกครบทุกทางเลือกที่เป็นไปได้แล้ว ทุกโรงงานสามารถขนส่งสินค้าไปขายได้หมด และทุกตลาดก็ได้รับสินค้าสนองความต้องการครบถ้วนพอดีดังนี้

โรงงาน A ผลิต = 60 หน่วย ส่งขายตลาด II = 20 หน่วย และตลาด III = 40 หน่วย

โรงงาน B ผลิต = 80 หน่วย ส่งขายตลาด III = 10 หน่วย และตลาด IV = 70 หน่วย

โรงงาน C ผลิต = 60 หน่วย ส่งขายตลาด I = 40 หน่วย และตลาด II = 20 หน่วย

ตลาด I ต้องการสินค้า = 40 หน่วย ได้รับสินค้าจากโรงงาน C = 40 หน่วย

ตลาด II ต้องการสินค้า = 40 หน่วย ได้รับสินค้าจากโรงงาน A = 20 หน่วย และจากโรงงาน C = 20 หน่วย

ตลาด III ต้องการสินค้า = 50 หน่วย ได้รับสินค้าจากโรงงาน A = 40 หน่วย และจากโรงงาน B = 10 หน่วย

ตลาด IV ต้องการสินค้า = 70 หน่วย ได้รับสินค้าจากโรงงาน B = 70 หน่วย

ต้นทุนการขนส่งรวมในกรณีนี้จึง = (ต้นทุนขนส่งจากโรงงาน A ไปยังตลาด II และ III) + (ต้นทุนขนส่งจากโรงงาน B ไปยังตลาด III และ IV) + (ต้นทุนขนส่งจากโรงงาน C ไปยังตลาด I และ II) = $[(8 \times 20) + (12 \times 40)] + [(10 \times 10) + (4 \times 70)] + [(3 \times 40) + (6 \times 20)] = 1,260$ หน่วยเงินตรา

ที่พิจารณามาแล้วนี้ เป็นกรณีที่ปริมาณผลิต (อุปทาน) เท่ากับความต้องการ (อุปสงค์) พอดี ซึ่งในความเป็นจริงไม่จำเป็นต้องเป็นเช่นนั้น ด้วยเหตุนี้จึงควรพิจารณากรณีที่อุปสงค์กับอุปทานไม่เท่ากันด้วย ซึ่งแยกได้เป็น 2 กรณีคือ

- กรณีที่อุปทานมากกว่าอุปสงค์ หรือผลผลิตรวมจากทุกโรงงานมีมากเกินไปกว่าความต้องการรวมของตลาด

- กรณีที่อุปสงค์มากกว่าอุปทาน หรือความต้องการรวมของทุกตลาดมีมากเกินไปกว่าผลผลิตรวมจากทุกโรงงาน

กรณีผลผลิตรวมมากกว่าความต้องการ

ในการวิเคราะห์กรณีที่ผลผลิตรวมมากกว่าความต้องการนี้ เนื่องจากผลรวมด้านแถวตั้ง (column) ซึ่งแสดงความต้องการ = $40 + 40 + 50 + 60 = 190$ น้อยกว่าผลรวมด้านแถวนอน (row) ซึ่งแสดงการผลิตที่มีค่า = $60 + 80 + 60 = 200$ ดังนั้นเพื่อให้ผลรวมเท่ากันจึงจะต้องเพิ่ม Dummy column ขึ้นเป็นตัวแทนความต้องการเทียมต่อผลผลิตส่วนเกินนี้ (ไม่มีความต้องการจริง)

ตารางการขนส่ง

ตลาด โรงงาน	I	II	III	IV	Dummy	ผลผลิต
A	5	8	12	6	0	60
B	5	9	10	4	0	80
C	3	6	13	7	0	60
ความ ต้องการ	40	40	50	70	10	200

ตารางการขนส่งข้างต้น มีความหมายดังนี้คือ

โรงงาน A มีผลผลิตทั้งหมด = 60 หน่วย การขนส่งไปตลาด I เสียต้นทุนต่อหน่วย = 5 การขนส่งไปตลาด II เสียต้นทุนต่อหน่วย = 8 การขนส่งไปตลาด III เสียต้นทุนต่อหน่วย = 12 การขนส่งไปตลาด IV เสียต้นทุนต่อหน่วย = 6

โรงงาน B มีผลผลิตทั้งหมด = 80 หน่วย การขนส่งไปตลาด I เสียต้นทุนต่อหน่วย = 5 การขนส่งไปตลาด II เสียต้นทุนต่อหน่วย = 9 การขนส่งไปตลาด III เสียต้นทุนต่อหน่วย = 10 การขนส่งไปตลาด IV เสียต้นทุนต่อหน่วย = 4

โรงงาน C มีผลผลิตทั้งหมด = 60 หน่วย การขนส่งไปตลาด I เสียต้นทุนต่อหน่วย = 3 การขนส่งไปตลาด II เสียต้นทุนต่อหน่วย = 6 การขนส่งไปตลาด III เสียต้นทุนต่อหน่วย = 13 การขนส่งไปตลาด IV เสียต้นทุนต่อหน่วย = 7

ตลาด I ต้องการผลผลิตทั้งหมด = 40 หน่วย

ตลาด II ต้องการผลผลิตทั้งหมด = 40 หน่วย

ตลาด III ต้องการผลผลิตทั้งหมด = 50 หน่วย

ตลาด IV ต้องการผลผลิตทั้งหมด = 60 หน่วย

รวมความต้องการ (อุปสงค์) ทั้งหมด = 190 หน่วย ในขณะที่ปริมาณผลิต (อุปทาน) = 200 ดังนั้น ปริมาณผลิตเกินความต้องการอยู่ = $200 - 190 = 10$ หน่วย จึงเพิ่มตลาดเทียม (dummy) ขึ้นโดยมีความต้องการ = 10 ทำให้ปริมาณผลิตเท่ากับความต้องการพอดี

การเลือกครั้งที่ 1

ตลาด โรงงาน	I	II	III	IV	Dummy	ผลผลิต
A	5	8	12	6	0	60
B	5	9	10	4	0	80
C	3 40	6	13	7	0	60
ความ ต้องการ	40	40	50	70	10	200

เมื่อพิจารณาจากตารางแล้ว ช่องทางการขนส่ง C-I (โรงงาน C ขนส่งไปตลาด I) เสียต้นทุนต่ำสุด (= 3) ดังนั้นจึงควรจัดสรรให้ช่องทางการนี้มีการขนส่งจำนวนมากที่สุด และเนื่องจากโรงงาน C ผลิตได้ = 60 หน่วยในขณะที่ตลาด I รับสินค้าได้มากที่สุด = 40 หน่วย ดังนั้นจึงขนส่งสินค้าจากโรงงาน C ไปตลาด I = 40 และโรงงาน C ยังมีสินค้าเหลืออยู่ $60 - 40 = 20$ หน่วย

การเลือกครั้งที่ 2

ตลาด โรงงาน	I	II	III	IV	Dummy	ผลผลิต
A	5	8	12	6	0	60
B	5	9	10	4	0	80
C	3	6	13	7	0	60
ความ ต้องการ	40	40	50	70	10	200

เลือกช่องทางการขนส่งที่ต้นทุนต่ำที่สุดถัดไปจาก C-I ซึ่งพบว่าได้แก่ช่องทางการขนส่ง B-IV (โรงงาน B ขนส่งไปตลาด IV) ซึ่งเสียต้นทุน = 4 ดังนั้นจึงควรจัดสรรให้ช่องทางนี้มีการขนส่งต่อไป และเนื่องจากโรงงาน B ผลิตได้ = 80 หน่วยในขณะที่ตลาด IV รับสินค้าได้มากที่สุด = 60 หน่วย ดังนั้นจึงขนส่งสินค้าจากโรงงาน B ไปตลาด IV = 60 และโรงงาน B ยังมีสินค้าเหลืออยู่ $80 - 60 = 20$ หน่วย ส่วนตลาด IV นั้นได้รับสินค้าสนองความต้องการครบถ้วน

การเลือกครั้งที่ 3

ตลาด โรงงาน	I	II	III	IV	Dummy	ผลผลิต
A	5	8	12	6	0	60
B	5	9	10	4	0	80
C	3	6	13	7	0	60
ความ ต้องการ	40	40	50	70	10	200

เลือกช่องทางการขนส่งที่ต้นทุนต่ำที่สุดถัดไปจาก B-IV ซึ่งพบว่าได้แก่ช่องทางการขนส่ง A-I (โรงงาน A ขนส่งไปตลาด I) และ B-I (โรงงาน B ขนส่งไปตลาด I) ซึ่งเสียต้นทุน = 5 ดังนั้นจึงควรจัดสรรให้ 2 ช่องทางนี้มีการขนส่งต่อไป แต่เนื่องจากตลาด I มีความต้องการสินค้า = 40 และได้รับสินค้าครบถ้วนแล้วจากโรงงาน C จึงไม่มีการขนส่งเกิดขึ้น ทางเลือกจึงเลื่อนไปที่ช่องทางขนส่งต้นทุนต่ำลำดับถัดไปซึ่งได้แก่ A-IV และ C-II (เสียต้นทุน = 6) เพื่อจัดสรรให้มีการขนส่งต่อไป

- กรณี A-IV (โรงงาน A ขนส่งไปตลาด IV) เนื่องจากตลาด IV ต้องการสินค้า = 60 และได้รับสินค้าครบถ้วนแล้วจากโรงงาน B ดังนั้นจึงไม่มีการขนส่งในกรณีนี้

- กรณี C-II (โรงงาน C ขนส่งไปตลาด II) เนื่องจากตลาด II มีความต้องการ = 40 และยังไม่ได้รับการตอบสนอง ในขณะที่โรงงาน C นั้นผลิตขนส่งให้ตลาด I ไปแล้ว = 40 และมีเหลือสินค้าอยู่เพียง 20 หน่วยที่จะขนส่งให้ตลาด II ตลาดนี้จึงยังต้องการสินค้าอีก = $40 - 20 = 20$ หน่วย

การเลือกครั้งที่ 4

ตลาด โรงงาน	I	II	III	IV	Dummy	ผลผลิต
A	5 20	8	12	6	0	60
B	5	9	10	4 60	0	80
C	3 40	6 20	13	7	0	60
ความต้องการ	40	40	50	70	10	200

เลือกช่องทางการขนส่งที่ต้นทุนต่ำที่สุดถัดไปจาก C-II ซึ่งพบว่าได้แก่ช่องทางการขนส่ง C-IV (โรงงาน C ขนส่งไปตลาด IV) ซึ่งเสียต้นทุน = 7 ดังนั้นจึงควรจัดสรรให้ช่องทางนี้มีการขนส่งต่อไป แต่เนื่องจากตลาด IV มีความต้องการสินค้า = 60 และได้รับสินค้าครบ

ถ้วนแล้วจากโรงงาน B ในขณะที่โรงงาน C ซึ่งผลิตได้ 60 หน่วยก็ผลิตส่งให้แก่ตลาด I และ II ไปรวมทั้งสิ้น 60 หน่วยแล้ว จึงไม่มีการขนส่งเกิดขึ้น ทางเลือกจึงเลื่อนไปที่ช่องทางขนส่ง ต้นทุนต่ำลำดับถัดไปซึ่งได้แก่ A-II (โรงงาน A ขนส่งไปตลาด II) ซึ่งเสียต้นทุน = 8 เพื่อจัดสรรให้มีการขนส่งต่อไป

เนื่องจากตลาด II มีความต้องการ = 40 และได้รับสินค้ามาแล้ว 20 จากโรงงาน C จึงต้องการอีกเพียง 20 ในขณะที่โรงงาน A มีสินค้า = 60 จึงสามารถส่งให้ตลาด II = 20 ได้ครบถ้วน โดยโรงงาน A จะมีสินค้าเหลืออยู่ = $60 - 20 = 40$ หน่วย

การเลือกครั้งที่ 5

ตลาด \ โรงงาน	I	II	III	IV	Dummy	ผลผลิต
A	5 20	8	12	6	0	60
B	5	9	10 20	4 80	0	80
C	3 40	6 20	13	7	0	60
ความต้องการ	40	40	50	70	10	200

เลือกช่องทางการขนส่งที่ต้นทุนต่ำที่สุดถัดไปจาก A-II ซึ่งพบว่าได้แก่ช่องทางการขนส่ง B-II (โรงงาน B ขนส่งไปตลาด II) ซึ่งเสียต้นทุน = 9 ดังนั้นจึงควรจัดสรรให้ช่องทางนี้ มีการขนส่งต่อไป แต่เนื่องจากตลาด II มีความต้องการสินค้า = 40 และได้รับสินค้าครบถ้วนแล้วจากโรงงาน A และ C จึงไม่มีการขนส่งเกิดขึ้น ทางเลือกจึงเลื่อนไปที่ช่องทางขนส่ง ต้นทุนต่ำลำดับถัดไปซึ่งได้แก่ B-III (โรงงาน Bขนส่งไปตลาด III) ซึ่งเสียต้นทุน = 10 เพื่อจัดสรรให้มีการขนส่งต่อไป

เนื่องจากตลาด III มีความต้องการ = 50 ในขณะที่โรงงาน B มีสินค้า = 80 แต่ผลิตส่งให้ตลาด IV ไปแล้ว 60 หน่วยจึงสามารถส่งให้ตลาด III ได้เพียง 20 หน่วยเท่านั้น และตลาด III ยังมีความต้องการที่ยังไม่ได้รับการสนองตอบอยู่อีก = $50 - 20 = 30$ หน่วย

การเลือกครั้งที่ 6

ตลาด โรงงาน	I	II	III	IV	Dummy	ผลผลิต
A	5 20	8	12 40	6	0	60
B	5	9	10 20	4 60	0	80
C	3 40	6 20	13	7	0	60
ความ ต้องการ	40	40	50	70	10	200

เลือกช่องทางการขนส่งที่ต้นทุนต่ำที่สุดตัดไปจาก B-III ซึ่งพบว่าได้แก่ช่องทางการขนส่ง A-III (โรงงาน A ขนส่งไปตลาด III) ซึ่งเสียต้นทุน = 12 ดังนั้นจึงควรจัดสรรให้ช่องทางนี้มีการขนส่งต่อไป แต่เนื่องจากตลาด III มีความต้องการสินค้า = 50 และได้รับสินค้าจากโรงงาน B ไปแล้ว = 20 จึงเหลือความต้องการ = 30 ในขณะที่โรงงาน A ซึ่งมีกำลังการผลิต = 60 และผลิตส่งให้ตลาด II ไปแล้ว 20 จึงมีสินค้าขนส่งมาสนองความต้องการที่ตลาด III ได้ครบ 30 หน่วย และยังมีสินค้าเหลืออีก = 10 หน่วย

การเลือกครั้งที่ 7

ตลาด โรงงาน	I	II	III	IV	Dummy	ผลผลิต
A	5 20	8	12 30	6	0 10	60
B	5	9	10 20	4 60	0	80
C	3 40	6 20	13	7	0	60
ความ ต้องการ	40	40	50	70	10	200

เลือกช่องทางการขนส่งที่ต้นทุนต่ำที่สุดถัดไปจาก A-III ซึ่งพบว่าได้แก่ช่องทางการขนส่ง C-III (โรงงาน C ขนส่งไปตลาด III) ซึ่งเสียต้นทุน = 13 ดังนั้นจึงควรจัดสรรให้ช่องทางนี้มีการขนส่งต่อไป แต่เนื่องจากตลาด III มีความต้องการสินค้า = 50 และได้รับสินค้าครบถ้วนแล้วจากโรงงาน A (= 30 หน่วย) และ B (= 20 หน่วย) ในขณะที่โรงงาน C ซึ่งมีกำลังการผลิต = 60 ก็ส่งสินค้าให้ตลาด I (= 40 หน่วย) และตลาด II (= 20 หน่วย) ไปจนหมดแล้ว ดังนั้นจึงไม่มีการขนส่งเกิดขึ้น

เนื่องจากโรงงาน A ยังมีผลผลิตเหลืออยู่ = $60 - 20 - 30 = 10$ หน่วย เพื่อให้เกิดสมดุลระหว่างความต้องการกับปริมาณผลิต จึงสมมุติความต้องการของตลาดเทียม (dummy) มารับปริมาณผลิตส่วนนี้ โดยถือว่าโรงงาน A ขนส่งให้แก่ตลาดเทียมนี้ = 10 หน่วย

สรุปผล

เมื่อตัดสินใจเลือกครบทุกทางเลือกที่เป็นไปได้แล้ว ทุกตลาดก็ได้รับสินค้าสนองความต้องการครบถ้วนพอดี แต่โรงงานบางแห่งจะมีผลผลิตเหลือดังนี้

โรงงาน A ผลิต = 60 หน่วย ส่งขายตลาด II = 20 หน่วย และตลาด III = 30 หน่วย จึงมีผลผลิตเหลือ = 10 หน่วย

โรงงาน B ผลิต = 80 หน่วย ส่งขายตลาด III = 20 หน่วย และตลาด IV = 60 หน่วย
โรงงาน C ผลิต = 60 หน่วย ส่งขายตลาด I = 40 หน่วย และตลาด II = 20 หน่วย

ตลาด I ต้องการสินค้า = 40 หน่วย ได้รับสินค้าจากโรงงาน C = 40 หน่วย

ตลาด II ต้องการสินค้า = 40 หน่วย ได้รับสินค้าจากโรงงาน A = 20 หน่วย และจากโรงงาน C = 20 หน่วย

ตลาด III ต้องการสินค้า = 50 หน่วย ได้รับสินค้าจากโรงงาน A = 30 หน่วย และจากโรงงาน B = 20 หน่วย

ตลาด IV ต้องการสินค้า = 60 หน่วย ได้รับสินค้าจากโรงงาน B = 60 หน่วย

ต้นทุนการขนส่งรวมในกรณีนี้จึง = (ต้นทุนขนส่งจากโรงงาน A ไปยังตลาด II และ III) + (ต้นทุนขนส่งจากโรงงาน B ไปยังตลาด III และ IV) + (ต้นทุนขนส่งจากโรงงาน C ไปยังตลาด I และ II) = $[(8 \times 20) + (12 \times 30)] + [(10 \times 20) + (4 \times 60)] + [(3 \times 40) + (6 \times 20)] = 1,200$ หน่วยเงินตรา

กรณีความต้องการรวมมากกว่าผลผลิต

ในการวิเคราะห์กรณีที่ความต้องการมากกว่าผลผลิตรวมนี้ เนื่องจากผลรวมด้านแถวตั้ง (column) ซึ่งแสดงความต้องการ = $40 + 40 + 60 + 70 = 210$ มากกว่าผลรวมด้านแถวนอน (row) ซึ่งแสดงการผลิตที่มีค่า = $60 + 80 + 60 = 200$ ดังนั้นเพื่อให้ผลรวมเท่ากัน จึงจะต้องเพิ่ม Dummy row ขึ้นเป็นตัวแทนปริมาณผลผลิตส่วนที่ขาดไป (ซึ่งไม่มีผลผลิตจริง)

ตารางการขนส่ง

ตลาด โรงงาน	I	II	III	IV	ผลผลิต
A	5	8	10	6	60
B	5	9	10	4	80
C	3	6	13	7	60
Dummy	0	0	0	0	10
ความ ต้องการ	40	40	50	70	200

ตารางการขนส่งข้างต้น มีความหมายดังนี้คือ

โรงงาน A มีผลผลิตทั้งหมด = 60 หน่วย การขนส่งไปตลาด I เสียต้นทุนต่อหน่วย = 5 การขนส่งไปตลาด II เสียต้นทุนต่อหน่วย = 8 การขนส่งไปตลาด III เสียต้นทุนต่อหน่วย = 10 การขนส่งไปตลาด IV เสียต้นทุนต่อหน่วย = 6

โรงงาน B มีผลผลิตทั้งหมด = 80 หน่วย การขนส่งไปตลาด I เสียต้นทุนต่อหน่วย = 5 การขนส่งไปตลาด II เสียต้นทุนต่อหน่วย = 9 การขนส่งไปตลาด III เสียต้นทุนต่อหน่วย = 10 การขนส่งไปตลาด IV เสียต้นทุนต่อหน่วย = 4

โรงงาน C มีผลผลิตทั้งหมด = 60 หน่วย การขนส่งไปตลาด I เสียต้นทุนต่อหน่วย = 3 การขนส่งไปตลาด II เสียต้นทุนต่อหน่วย = 6 การขนส่งไปตลาด III เสียต้นทุนต่อหน่วย = 13 การขนส่งไปตลาด IV เสียต้นทุนต่อหน่วย = 7

ตลาด I ต้องการผลผลิตทั้งหมด = 40 หน่วย

ตลาด II ต้องการผลผลิตทั้งหมด = 40 หน่วย

ตลาด III ต้องการผลผลิตทั้งหมด = 60 หน่วย

ตลาด IV ต้องการผลผลิตทั้งหมด = 70 หน่วย

รวมความต้องการ (อุปสงค์) ทั้งหมด = 210 หน่วย ในขณะที่ปริมาณผลิต (อุปทาน) = 200 ดังนั้น ปริมาณผลิตน้อยกว่าความต้องการอยู่ = $210 - 200 = 10$ หน่วย จึงเพิ่มปริมาณผลิตเทียม (dummy) ขึ้น = 10 ทำให้ปริมาณผลิตเท่ากับความต้องการพอดี

การเลือกครั้งที่ 1

ตลาด โรงงาน	I	II	III	IV	ผลผลิต
A	5	8	10	6	60
B	5	9	10	4	80
C	3 40	6	13	7	60
Dummy	0	0	0	0	10
ความ ต้องการ	40	40	50	70	200

เมื่อพิจารณาจากตารางแล้ว ช่องทางการขนส่ง C-I (โรงงาน C ขนส่งไปตลาด I) เสียต้นทุนต่ำสุด (= 3) ดังนั้นจึงควรจัดสรรให้ช่องทางการขนส่งจำนวนมากที่สุด และเนื่องจากโรงงาน C ผลิตได้ = 60 หน่วยในขณะที่ตลาด I รับสินค้าได้มากที่สุด = 40 หน่วย ดังนั้นจึงขนส่งสินค้าจากโรงงาน C ไปตลาด I = 40 และโรงงาน C ยังมีสินค้าเหลืออยู่ $60 - 40 = 20$ หน่วย

การเลือกครั้งที่ 2

ตลาด โรงงาน	I	II	III	IV	ผลผลิต
A	5	8	10	6	60
B	5	9	10	4	80
C	3	6	13	7	60
Dummy	0	0	0	0	10
ความ ต้องการ	40	40	50	70	200

เลือกช่องทางการขนส่งที่ต้นทุนต่ำที่สุดถัดไปจาก C-I ซึ่งพบว่าได้แก่ช่องทางการขนส่ง B-IV (โรงงาน B ขนส่งไปตลาด IV) ซึ่งเสียต้นทุน = 4 ดังนั้นจึงควรจัดสรรให้ช่องทางนี้มีการขนส่งต่อไป และเนื่องจากโรงงาน B ผลิตได้ = 80 หน่วยในขณะที่ตลาด IV รับสินค้าได้มากที่สุด = 70 หน่วย ดังนั้นจึงขนส่งสินค้าจากโรงงาน B ไปตลาด IV = 70 และโรงงาน B ยังมีสินค้าเหลืออยู่ $80 - 70 = 10$ หน่วย

การเลือกครั้งที่ 3

ตลาด โรงงาน	I	II	III	IV	ผลผลิต
A	5	8	10	6	60
B	5	9	10	4	80
C	3	6	13	7	60
Dummy	0	0	0	0	10
ความ ต้องการ	40	40	50	70	200

เลือกช่องทางการขนส่งที่ต้นทุนต่ำที่สุดถัดไปจาก B-IV ซึ่งพบว่าได้แก่ช่องทางการขนส่ง A-I (โรงงาน A ขนส่งไปตลาด I) และ B-I (โรงงาน B ขนส่งไปตลาด I) ซึ่งเสียต้นทุน = 5 ดังนั้นจึงควรจัดสรรให้ 2 ช่องทางนี้มีการขนส่งต่อไป แต่เนื่องจากตลาด I มีความต้องการสินค้า = 40 และได้รับสินค้าครบถ้วนแล้วจากโรงงาน C จึงไม่มีการขนส่งเกิดขึ้น ทางเลือกจึงเลื่อนไปที่ช่องทางขนส่งต้นทุนต่ำลำดับถัดไปซึ่งได้แก่ A-IV และ C-II (เสียต้นทุน = 6) เพื่อจัดสรรให้มีการขนส่งต่อไป

- กรณี A-IV (โรงงาน A ขนส่งไปตลาด IV) เนื่องจากตลาด IV ต้องการสินค้า = 70 และได้รับสินค้าครบถ้วนแล้วจากโรงงาน B ดังนั้นจึงไม่มีการขนส่งในกรณีนี้

- กรณี C-II (โรงงาน C ขนส่งไปตลาด II) เนื่องจากตลาด II มีความต้องการ = 40 และยังไม่ได้รับการตอบสนอง ในขณะที่โรงงาน C นั้นผลิตขนส่งให้ตลาด I ไปแล้ว = 40 และมีเหลือสินค้าอยู่เพียง 20 หน่วยที่จะขนส่งให้ตลาด II

การเลือกครั้งที่ 4

ตลาด โรงงาน	I	II	III	IV	ผลผลิต
A	5	8 20	10	6	60
B	5	9	10	4 70	80
C	3 40	6 20	13	7	60
Dummy	0	0	0	0	10
ความ ต้องการ	40	40	50	70	200

เลือกช่องทางการขนส่งที่ต้นทุนต่ำที่สุดตัดไปจาก C-II ซึ่งพบว่าได้แก่ช่องทางการขนส่ง C-IV (โรงงาน C ขนส่งไปตลาด IV) ซึ่งเสียต้นทุน = 7 ดังนั้นจึงควรจัดสรรให้ช่องทางนี้มีการขนส่งต่อไป แต่เนื่องจากตลาด IV มีความต้องการสินค้า = 70 และได้รับสินค้าครบถ้วนแล้วจากโรงงาน B ในขณะที่โรงงาน C ซึ่งผลิตได้ 60 หน่วยก็ผลิตส่งให้แก่ตลาด I และ II ไปรวมทั้งสิ้น 60 หน่วยแล้ว จึงไม่มีการขนส่งเกิดขึ้น ทางเลือกจึงเลื่อนไปที่ช่องทางการขนส่งต้นทุนต่ำลำดับถัดไปซึ่งได้แก่ A-II (โรงงาน A ขนส่งไปตลาด II) ซึ่งเสียต้นทุน = 8 เพื่อจัดสรรให้มีการขนส่งต่อไป

เนื่องจากตลาด II มีความต้องการ = 40 และได้รับสินค้ามาแล้ว 20 จากโรงงาน C จึงต้องการอีกเพียง 20 ในขณะที่โรงงาน A มีสินค้า = 60 จึงสามารถส่งให้ตลาด II = 20 ได้ครบถ้วน โดยโรงงาน A จะมีสินค้าเหลืออยู่ = $60 - 20 = 40$ หน่วย

การเลือกครั้งที่ 5

ตลาด โรงงาน	I	II	III	IV	ผลผลิต
A	5	8 (20)	10 (40)	6	60
B	5	9	10 (10)	4 (70)	80
C	3 (40)	6 (20)	13	7	60
Dummy	0	0	0	0	10
ความ ต้องการ	40	40	50	70	200

เลือกช่องทางการขนส่งที่ต้นทุนต่ำที่สุดตัดไปจาก A-II ซึ่งพบว่าได้แก่ช่องทางการขนส่ง B-II (โรงงาน B ขนส่งไปตลาด II) ซึ่งเสียต้นทุน = 9 ดังนั้นจึงควรจัดสรรให้ช่องทางนี้มีการขนส่งต่อไป แต่เนื่องจากตลาด II มีความต้องการสินค้า = 40 และได้รับสินค้าครบถ้วนแล้วจากโรงงาน A และ C จึงไม่มีการขนส่งเกิดขึ้น ทางเลือกจึงเลื่อนไปที่ช่องทางการขนส่งต้นทุนต่ำลำดับถัดไปซึ่งได้แก่ ได้แก่ A-III และ B-III (เสียต้นทุน = 10) เพื่อจัดสรรให้มีการขนส่งต่อไป

- กรณี A-III (โรงงาน A ขนส่งไปตลาด III) เนื่องจากโรงงาน A ผลิตได้ = 60 แต่ส่งให้ตลาด II ไปก่อนแล้ว 20 จึงมีเหลือสินค้าเพียง 40 หน่วยที่จะขนส่งให้ตลาด III

- กรณี B-III (โรงงาน B ขนส่งไปตลาด III) เนื่องจากโรงงาน B ผลิตได้ = 80 แต่ส่งให้ตลาด IV ไปก่อนแล้ว = 70 จึงมีเหลือสินค้าอยู่เพียง 10 หน่วยที่จะขนส่งให้ตลาด III

เนื่องจากตลาด III มีความต้องการ = 60 หน่วย และโรงงาน A สนองความต้องการได้ = 40 ในขณะที่โรงงาน B สนองความต้องการได้ = 10 รวม 2 โรงงานจึงขนส่งมาตลาดนี้ได้ = 50 หน่วย ตลาดนี้จึงยังมีสินค้าน้อยกว่าความต้องการอยู่ = $60 - 50 = 10$ หน่วย

การเลือกครั้งที่ 6

ตลาด โรงงาน	I	II	III	IV	ผลผลิต
A	5	8 20	10 40	6	60
B	5	9	10 10	4 70	80
C	3 40	6 20	13	7	60
Dummy	0	0	0	0	10
ความ ต้องการ	40	40	50	70	200

เลือกช่องทางการขนส่งที่ต้นทุนต่ำที่สุดถัดไปจาก A-III และ B-III ซึ่งพบว่าได้แก่ ช่องทางการขนส่ง C-III (โรงงาน C ขนส่งไปตลาด III) ซึ่งเสียต้นทุน = 13 ดังนั้นจึงควรจัดสรรให้ช่องทางนี้มีการขนส่งต่อไป แต่เนื่องจากตลาด III มีความต้องการสินค้า = 60 และได้รับสินค้าไปแล้วจากโรงงาน A = 40 และ โรงงาน B = 10 จึงเหลือความต้องการ = 10 ในขณะที่โรงงาน C ซึ่งมีกำลังการผลิต = 60 ได้ผลิตส่งให้ตลาด I = 40 และตลาด II = 20 รวมเป็น 60 หน่วยจึงไม่มีสินค้าเหลือที่จะขนส่งมาสนองความต้องการที่ตลาด III ได้อีก ตลาดนี้จึงขาดสินค้าอยู่ = 10 หน่วย

การเลือกครั้งที่ 7

ตลาด \ โรงงาน	I	II	III	IV	ผลผลิต
A	5	8 20	10 40	6	60
B	5	9	10 10	4 70	80
C	3 40	6 20	13	7	60
Dummy	0	0	0 10	0	10
ความต้องการ	40	40	50	70	200

เนื่องจากตลาด III ยังมีความต้องการสินค้าที่ไม่ได้รับการสนองตอบอยู่ = 10 หน่วย เพื่อให้เกิดสมดุลระหว่างความต้องการกับปริมาณผลิต จึงสมมุติปริมาณผลิตเทียม (dummy) ขึ้นสำหรับความต้องการส่วนนี้ โดยถือว่าโรงงานเทียมผลิตส่งให้แก่ตลาด III = 10 หน่วย

สรุปผล

เมื่อตัดสินใจเลือกครบทุกทางเลือกที่เป็นไปได้แล้ว ทุกโรงงานก็จะส่งสินค้าได้หมดพอดี แต่ตลาดบางแห่งจะมีผลผลิตไม่พอต่อความต้องการ ดังนี้

โรงงาน A ผลิต = 60 หน่วย ส่งขายตลาด II = 20 หน่วย และตลาด III = 40 หน่วย

โรงงาน B ผลิต = 80 หน่วย ส่งขายตลาด III = 10 หน่วย และตลาด IV = 70 หน่วย

โรงงาน C ผลิต = 60 หน่วย ส่งขายตลาด I = 40 หน่วย และตลาด II = 20 หน่วย

ตลาด I ต้องการสินค้า = 40 หน่วย ได้รับสินค้าจากโรงงาน C = 40 หน่วย

ตลาด II ต้องการสินค้า = 40 หน่วย ได้รับสินค้าจากโรงงาน A = 20 หน่วย และจากโรงงาน C = 20 หน่วย

ตลาด III ต้องการสินค้า = 60 หน่วย ได้รับสินค้าจากโรงงาน A = 40 หน่วย และจากโรงงาน B = 10 หน่วย สินค้าขาดไป 10 หน่วย

ตลาด IV ต้องการสินค้า = 70 หน่วย ได้รับสินค้าจากโรงงาน B = 70 หน่วย

ต้นทุนการขนส่งรวมในกรณีนี้จึง = (ต้นทุนขนส่งจากโรงงาน A ไปยังตลาด II และ III) + (ต้นทุนขนส่งจากโรงงาน B ไปยังตลาด III และ IV) + (ต้นทุนขนส่งจากโรงงาน C ไปยังตลาด I และ II) = $[(8 \times 20) + (10 \times 40)] + [(10 \times 10) + (4 \times 70)] + [(3 \times 40) + (6 \times 20)]$
= 1,180 หน่วยเงินตรา

แบบฝึกหัดบทที่ 5

1. การคิดอัตราค่าขนส่งตามชนิดของสินค้า (commodity rate) แตกต่างจากการคิดตามกลุ่มสินค้า (class rate) อย่างไร และในการขนส่งสินค้าชนิดเดียวกัน การคิดค่าขนส่งแบบใดจะมีอัตราต่ำกว่า เพราะเหตุใด

2. จงอธิบายความแตกต่างของการคิดอัตราค่าขนส่งตามหลักการต่อไปนี้

(ก) กำหนดตามต้นทุนการให้บริการ

(ข) กำหนดตามคุณค่าของบริการ

3. การคิดอัตราค่าขนส่งตามต้นทุนการให้บริการแบ่งได้เป็น 2 ประเภทคือ

(ก) คิดตามหลัก Tapering Principle

(ข) คิดตามหลัก Grouping Principle

จงอธิบายวิธีการคิดอัตราค่าขนส่งตามหลักการทั้ง 2 พร้อมทั้งชี้ว่าวิธีการใดยุ่งยากน้อยกว่า

4. ปัจจัยสำคัญที่กำหนดความแตกต่างของอัตราค่าขนส่งคือต้นทุน 2 ประเภทได้แก่ terminal cost และ line haul cost จงอธิบายว่าต้นทุนทั้ง 2 นี้ทำให้อัตราค่าขนส่งทางน้ำทางถนน และทางรถไฟสูงต่ำแตกต่างกันอย่างไร

5. ถ้าการตัดสินใจเลือกใช้วิธีการขนส่งขึ้นกับคุณภาพของบริการซึ่งวัดจากความสะดวกรวดเร็ว และความแน่นอน ให้เปรียบเทียบว่าการขนส่งทางใดที่ควรตัดสินใจเลือกใช้มากที่สุดเมื่อ ระยะทางห่างไกลมากๆ เพราะเหตุใด

6. การกำหนดราคาสินค้าโดยใช้ราคา c.i.f. เป็นอย่างไร แตกต่างจากราคา f.o.b. และราคาที่รวมค่าขนส่งจากจุดฐานอย่างไร จงอธิบาย

7. เพราะเหตุใดการพยายามลดต้นทุนค่าขนส่งเพียงอย่างเดียว จึงไม่อาจเพิ่มความสามารถในการแข่งขันด้านราคาได้ดีเสมอไป จงอธิบาย

8. จากตารางการขนส่งต่อไปนี้

ตลาด โรงงาน	I	II	III	IV	ผลผลิต
A	5	8	12	6	60
B	5	9	10	4	80
C	3	6	13	7	60
ความ ต้องการ	40	40	50	70	200

(ก) จงอธิบายความหมายของค่าต่าง ๆ ในตาราง

(ข) หากคำตอบว่าจะต้องจัดการขนส่งอย่างไรจึงจะเสียต้นทุนต่ำสุด

9. ตารางขนส่งต่อไปนี้แสดงว่าความต้องการรวมมากกว่า น้อยกว่าหรือเท่ากับผลผลิต จงอธิบายให้ชัดเจน

ตลาด โรงงาน	I	II	III	IV	ผลผลิต
A	5	8	10	6	60
B	5	9	10	4	80
C	3	6	13	7	60
Dummy	0	0	0	0	10
ความ ต้องการ	40	40	60	70	210