

บทที่ 8

การวางแผนทำเลที่ตั้ง

ในบทนี้ประกอบด้วยหัวข้อต่อไปนี้

- ความหมายและวัตถุประสงค์ของทำเลที่ตั้ง
- ความสำคัญของทำเลที่ตั้ง
- ปัจจัยที่ต้องพิจารณาในการเลือกทำเลที่ตั้ง
- ขั้นตอนการตัดสินใจเลือกทำเลที่ตั้งโรงงาน
- การประเมินทางเลือกทำเลที่ตั้งด้วยวิธีการวิเคราะห์ต้นทุน - ปริมาณ
- การประเมินทางเลือกทำเลที่ตั้งด้วยวิธีจุดดุลศูนย์ถ่วง
- การประเมินทางเลือกทำเลที่ตั้งด้วยวิธีการให้น้ำหนักปัจจัย
- การประเมินทางเลือกทำเลที่ตั้งด้วยวิธีตัวแบบการขนส่ง
- ขั้นตอนในการใช้ตัวแบบการขนส่ง

การวางแผนทำเลที่ตั้ง

ไม่ว่าจะเป็นธุรกิจใหม่ที่จะเริ่มดำเนินงานหรือธุรกิจที่ดำเนินงานอยู่แล้วก็ตามก็จะต้องมีการตัดสินใจในการวางแผนทำเลที่ตั้ง การตัดสินใจเลือกทำเลที่ตั้งที่ดีเป็นปัจจัยสำคัญอย่างยิ่งต่อความสำเร็จในการดำเนินธุรกิจ ในบทนี้จะเน้นเกี่ยวกับการวางแผนทำเลที่ตั้งโรงงานแล้วจึงเป็นเรื่องสำคัญ อย่างไรก็ตามวิธีการต่าง ๆ ที่กล่าวถึงก็อาจจะนำไปใช้กับการเลือกทำเลที่ตั้งของกิจการประเภทให้บริการได้ด้วย

ความหมายและวัตถุประสงค์ของทำเลที่ตั้ง

ทำเลที่ตั้ง หมายถึง แหล่งที่จะทำให้ธุรกิจสามารถประกอบกิจกรรมได้สะดวกที่สุด โดยคำนึงถึงกำไร ค่าใช้จ่าย ความสัมพันธ์กับลูกค้า ความสัมพันธ์กับพนักงาน และสภาพแวดล้อมภายนอกอื่น ๆ ตลอดระยะเวลาที่ธุรกิจประสงค์จะประกอบกิจกรรมนั้น

วัตถุประสงค์ของทำเลที่ตั้งโดยทั่ว ๆ ไปคือ พยายามที่จะหาแหล่งที่เกิดต้นทุนรวมที่เกิดขึ้นจากการเลือกทำเลที่ตั้งนั้นต่ำสุดเท่าที่จะสามารถเป็นไปได้ ในการพิจารณาดำเนินงานบางรายการ เช่น ค่าขนส่งจากโรงงานมายังตลาด ทำเลที่ตั้งที่อยู่ต่างจังหวัดจะมีค่าขนส่งสูงกว่าทำเลที่ตั้งที่อยู่ในเมืองหลวง ขณะที่ค่าจ้างแรงงานในต่างจังหวัดต่ำกว่าค่าจ้างแรงงานในเมืองหลวง จึงจำเป็นที่จะต้องพิจารณาเลือกทำเลที่มีต้นทุน รวมทั้งด้านค่าขนส่งและค่าจ้างแรงงานต่ำสุด ต้นทุนรวมต่ำสุดไม่ได้หมายความว่าเฉพาะต้นทุนที่ต่ำในปัจจุบันนี้เท่านั้น แต่จะหมายรวมถึงต้นทุนที่ต่ำสุดในอนาคตด้วย ฉะนั้นในการพิจารณาเลือกทำเลจะต้องคาดการณ์ไปถึงประโยชน์ที่จะได้จากทำเลนั้นในอนาคตด้วย

ความสำคัญของทำเลที่ตั้ง

ทำเลที่ตั้งโรงงานจะมีบทบาทเกี่ยวข้องต่อการออกแบบระบบการผลิตและการดำเนินงานการผลิตให้มีประสิทธิภาพ ดังที่จะได้อธิบายต่อไปนี้

ก. การออกแบบระบบการผลิต

ในส่วนที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบระบบการผลิต ทำเลที่ตั้งมีบทบาทสำคัญดังนี้คือ

1) อิทธิพลต่อการกำหนดแผนผังโรงงาน เมื่อได้ตกลงใจที่จะเลือกทำเลใดทำเลหนึ่งเป็นที่ตั้งโรงงานเรียบร้อยแล้ว ขั้นตอนต่อไปก็จะมี การสร้างอาคาร ซึ่งในการสร้างอาคารจำเป็นต้องมีการออกแบบให้เหมาะสมกับลักษณะทำเลที่ตั้ง กล่าวคือมีการออกแบบให้เหมาะสมกับทิศทางลม ทิศทางแสง ขนาดของพื้นที่ นอกจากนี้ทำเลที่ตั้งยังมีอิทธิพลต่อการกำหนดแบบของระบบการผลิต รวมทั้งการจัดวางเครื่องจักรอุปกรณ์ต่าง ๆ สำหรับการผลิต ได้แก่

1.1) การเลือกทำเลที่ตั้งให้ใกล้กับแหล่งผู้จัดจำหน่ายและ/หรือผู้รับเหมาช่วงนั้นจะทำให้เราจะต้องมาวิเคราะห์ดูว่า ชิ้นส่วนบางชิ้นส่วนน่าจะซื้อ ทำเอง หรือจ้างผู้รับเหมาช่วยทำ การตัดสินใจจะออกมาอย่างไรก็จะมีผลต่อการออกแบบผังโรงงานอย่างแน่นอน เพราะขนาดเนื้อที่โรงงาน ชนิด และจำนวนเครื่องจักร จะต้องแตกต่างกันไปตามการตัดสินใจ

1.2) ทำเลที่เลือกถ้าใกล้แหล่งวัตถุดิบ โดยเฉพาะอย่างยิ่งวัตถุดิบที่สิ้นเปลืองค่าขนส่งสูงก็สามารถลดค่าขนส่งไปได้มาก ไม่ต้องสั่งซื้อมาเก็บมากอันเนื่องมาจากความกลัวว่าวัตถุดิบจะขาดมือ ก็ทำให้สามารถลดพื้นที่การเก็บลงได้มาก ๆ โกดังวัตถุดิบจึงไม่ต้องมีขนาดใหญ่

1.3) ทำเลที่เลือกถ้าใกล้แหล่งน้ำ จะช่วยลดค่าขนส่งได้มาก แต่จะต้องมีการพิจารณาให้มากในการขนส่งของ การออกแบบสถานที่ขึ้นลงของจะมีผลกระทบโดยตรงต่อผังโรงงาน

1.4) แหล่งเชื้อเพลิงและชนิดเชื้อเพลิงและพลังงานในทำเลที่ไม่เลือก จะทำให้การออกแบบผังโรงงานแตกต่างกันออกไป เพราะทำเลบางที่สามารถหาซื้อเชื้อเพลิงและพลังงานได้จากท้องถิ่น แต่บางที่หาซื้อจากท้องถิ่นมิได้ต้องสร้างขึ้นเอง ฉะนั้นจึงจำเป็นที่จะต้องมีการเก็บเชื้อเพลิงและที่ผลิตพลังงานไว้ในโรงงานด้วย

1.5) ทำเลที่เลือกใกล้หรือใกล้ตลาด หรือแหล่งวัตถุดิบนั้น จะต้องมีการพิจารณาถึงวิธีการขนส่งและการถ่ายลำเลียง โดยเฉพาะอย่างยิ่งการขึ้นลงของในโรงงานว่าจะใช้วิธีการขึ้นลงของอย่างไร ซึ่งจะมีผลต่อพื้นที่ที่ใช้และจะมีผลกระทบต่อผังโรงงานที่จะออกแบบโดยตรง

1.6) การออกแบบแผนผังเพื่อการขยายตัวในอนาคต ก็มีผลมาจากทำเลที่ตั้ง อีกเช่นเดียวกัน เช่น ถ้าเป็นในเมือง โรงงานมักจะเป็นอาคารหลายชั้น ส่วนในต่างจังหวัดหรือนอกเมืองที่ดินมีราคาถูกกว่าและขยายได้ง่ายกว่า ก็มักจะเป็นโรงงานชั้นเดียว การออกแบบ แผนผังและระบบการขนถ่ายลำเลียงก็มีความแตกต่างกันออกไป ทำเลที่ตั้งในเขตกรุงเทพมหานครซึ่งมีขนาดของพื้นที่จำกัดและมีราคาที่ดินสูง จะมีการออกแบบการสร้างอาคาร ระบบการผลิต และการจัดวางเครื่องจักรอุปกรณ์ต่าง ๆ ให้คุ้มกับต้นทุนที่สูงนั้นโดยอาจจะสร้างอาคารหลาย ๆ ชั้น หรือสร้างเป็นอาคารเต็มบริเวณพื้นที่ และเนื่องจากความจำกัดของพื้นที่ทำให้ไม่สะดวกที่จะใช้ระบบการผลิตแบบตามกระบวนการผลิต เพราะระบบการผลิตแบบนี้ต้องการพื้นที่มากในการจัดวางเครื่องจักรอุปกรณ์ต่าง ๆ ให้เป็นไปตามลำดับก่อนหลังของการผลิต ฉะนั้นควรใช้ระบบการผลิตแบบตามผลิตภัณฑ์ หรือระบบการผลิตอื่น ๆ แทน

2) อิทธิพลต่อการออกแบบขององค์กรและบุคลากรทางการผลิต การออกแบบขององค์กรและบุคลากรทางการผลิตจะมีความสอดคล้องกับแบบของระบบการผลิตซึ่งทำเลที่ตั้งจะมีอิทธิพลต่อแบบของระบบการผลิต ฉะนั้นจึงสามารถกล่าวได้ว่าทำเลที่ตั้งมีอิทธิพลต่อการออกแบบขององค์กรและบุคลากรทางการผลิต เช่น ธุรกิจผู้ประกอบการผลิตเสื้อผ้าสำเร็จรูปมักมีทำเลที่ตั้งในเขตกรุงเทพมหานครและสมุทรปราการเนื่องจากเป็นทำเลที่ใกล้ตลาด การขนส่งสะดวกและสามารถหาแรงงานได้ง่าย แต่มีข้อจำกัดต้นทุนสูง แม้จะมีระบบการผลิตแบบตามกระบวนการผลิตโดยแบ่งเป็นแผนกออกแบบ แผนกตัด แผนกเย็บ แผนกตรวจสอบคุณภาพและแผนกบรรจุ แผนกเหล่านี้อาจจะไม่ได้มีการจัดตั้งให้เป็นไปตามลำดับกระบวนการผลิต แต่จะอยู่ตามที่ต่าง ๆ เท่าที่สถานที่และทำเลที่ตั้งจะอำนวย

3) อิทธิพลต่อการจัดหาอุปกรณ์การผลิตและสิ่งอำนวยความสะดวก การตั้งโรงงานในทำเลที่ห่างไกลชุมชน หรือทำเลที่ไม่ใช่ย่านอุตสาหกรรม การซื้อชิ้นส่วนจากธุรกิจที่เป็นผู้จัดส่งต้องเสียต้นทุนสูงมีผลทำให้ต้องผลิตชิ้นส่วนขึ้นเอง ซึ่งในการนี้ต้องจัดซื้ออุปกรณ์การผลิตชิ้นส่วนมาทำการผลิต นอกจากนี้ทำเลที่ตั้งโรงงานจะมีส่วนในการกำหนดสิ่งอำนวยความสะดวกที่จะนำมาใช้ในโรงงานเพื่อให้เกิดการผลิตได้ผลดี เช่น โรงงานที่ต้องใช้พลังงานไฟฟ้ามากต้องลงทุนซื้อเครื่องกำเนิดไฟฟ้ามาทำการผลิตเอง หรือถ้าต้องการใช้น้ำมากก็ต้องเจาะน้ำบาดาลขึ้นไป ถ้าโรงงานตั้งอยู่ในทำเลที่ไม่ใช่ทิศทางลมก็ต้องจัดหาเครื่องระบายอากาศหรือเครื่องปรับอากาศมาใช้ โรงงานที่ตั้งอยู่ห่างไกลก็ต้องจัดหาพาหนะของตนเองเพราะการใช้

บริการขนส่งสาธารณะต้องเสียค่าใช้จ่ายสูง และต้องมีการจัดรถบริการรับส่งพนักงาน หรือจัดสร้างบ้านพักคนงาน เป็นต้น

4) อิทธิพลต่อระบบการจัดซื้อ ถ้าทำเลที่ตั้งอยู่ใกล้แหล่งวัตถุดิบก็สามารถจัดหาวัตถุดิบมาป้อนให้โรงงานได้อย่างสม่ำเสมอ การจัดซื้อวัตถุดิบก็ซื้อเพียงจำนวนที่ต้องการใช้ในแต่ละช่วงไม่ต้องซื้อมากเกินไป แต่ถ้าโรงงานอยู่ห่างไกลแหล่งวัตถุดิบ ก็ต้องมีการซื้อครวละจำนวนมากเพื่อป้องกันปัญหาความไม่แน่นอนของวัตถุดิบ

5) อิทธิพลต่อการควบคุมการผลิต ธุรกิจที่มีสำนักงานและโรงงานอยู่รวมกัน การติดต่อระหว่างฝ่ายต่าง ๆ มีการประสานงานกันดีการควบคุมก็เป็นไปด้วยดี ธุรกิจที่มีสำนักงานอยู่แห่งหนึ่งทำเลที่ตั้งอยู่อีกแห่งหนึ่งหรือธุรกิจที่มีทำเลที่ตั้งโรงงานหลายแห่ง การติดต่อสื่อสารอาจประสบกับปัญหาความล่าช้าและการเข้าใจผิดพลาด ทำให้การควบคุมการผลิตเป็นไปด้วยความยากลำบากซึ่งต้องใช้ความพยายามและมาตรการที่รัดกุมมากขึ้น

ข. การดำเนินการผลิต

การดำเนินงานการผลิตจะเกี่ยวข้องกับรายได้และต้นทุนซึ่งทั้ง 2 อย่างนี้เป็นผลมาจากการเลือกทำเลที่ตั้ง จึงจำเป็นที่จะต้องเข้าใจว่าองค์ประกอบทางด้านความสามารถในการแสวงหากำไรแต่ละอย่างนี้ว่าขึ้นอยู่กับทำเลที่ตั้งอย่างไร การเลือกทำเลที่ตั้งมีผลกระทบต่อรายได้และต้นทุน ดังนี้

1) ด้านรายได้ ในอุตสาหกรรมบางประเภท รายได้ขึ้นอยู่กับทำเลที่ตั้งที่อยู่ใกล้ลูกค้าและผู้ที่จะเป็นลูกค้า และระยะเวลาในการขนส่งเป็นเรื่องสำคัญที่จะต้องคำนึงถึง ตัวอย่างเช่นโรงงานผลิตอะไหล่รถยนต์มักจะตั้งอยู่ใกล้โรงงานประกอบรถยนต์ เพราะจะทำให้การซื้อขายคล่องตัวและสามารถจัดส่งส่วนประกอบไปให้ในเวลาที่รวดเร็ว สำหรับกรณีอุตสาหกรรมบริการ การเลือกทำเลที่ตั้งจะต่างออกไปขึ้นอยู่กับประเภทของบริการ กล่าวคือถ้าเป็นบริการที่ไม่เกี่ยวข้องกับลูกค้าโดยตรง เช่น บริการคลังสินค้า ธนาคารชาติ ตู้ชมรถยนต์ หรือโรงงานซ่อมเครื่องจักรก็ไม่จำเป็นต้องตั้งอยู่ใกล้ลูกค้า แต่ถ้าเป็นบริการที่ต้องติดต่อกับลูกค้าโดยตรง เช่น โรงภาพยนตร์ ภัตตาคาร ธนาคารพาณิชย์ ร้านซักแห้ง ก็ควรอยู่ใกล้ลูกค้าเพราะลูกค้าจะได้สะดวกในการติดต่ออันมีผลต่อรายได้

2) ด้านต้นทุน

ต้นทุนคงที่ : การตั้งโรงงานใหม่หรือการขยายโรงงานจะมีผลต่อต้นทุนคงที่คือ ค่าที่ดิน ค่าปรับปรุงที่ดิน ค่าถนนหนทาง ค่าก่อสร้าง ค่าเครื่องจักรอุปกรณ์ต่าง ๆ และค่าธรรมเนียมในการให้บริการสาธารณูปโภคของรัฐซึ่งทำเลที่ตั้งแต่ละแห่งจะมีต้นทุนประเภทนี้ไม่เท่ากัน

ต้นทุนแปรได้ : เมื่อมีโรงงานใหม่ ต้องมีการจัดกำลังคนและการดำเนินงาน ความเพียงพอของแรงงาน ค่าแรง ภาษี ความใกล้ไกลวัตถุดิบและตลาด ค่าขนส่ง เหล่านี้เป็น ต้นทุนแปรได้ที่ขึ้นอยู่กับทำเลที่ตั้งทั้งสิ้น

ทำเลที่ตั้งที่ให้รายได้ดีมักจะมีต้นทุนสูง เช่น การตั้งโรงงานในกรุงเทพมหานครซึ่งอยู่ใกล้ลูกค้าทำให้รายได้ดีแต่จะมีต้นทุนสูงเนื่องจากที่ดินมีราคาแพง และอัตราค่าจ้างแรงงานสูงเมื่อเทียบกับการตั้งโรงงานในต่างจังหวัดซึ่งห่างไกลลูกค้าทำให้รายได้้น้อยแต่จะประหยัดต้นทุนเนื่องจากที่ดินมีราคาถูกและอัตราค่าจ้างแรงงานต่ำกว่า ดังนั้นจึงต้องมีการพิจารณาเปรียบเทียบระหว่างรายได้กับต้นทุนที่เกิดขึ้น แล้วพิจารณาเลือกทำเลที่ตั้งที่เหมาะสมที่สุด

ปัจจัยที่ต้องพิจารณาในการเลือกทำเลที่ตั้ง

ในการเลือกทำเลที่ตั้ง จะต้องพิจารณาปัจจัยที่สำคัญ ๆ ซึ่งแบ่งได้เป็น 3 กลุ่มใหญ่ ๆ ได้แก่ (ชุมพร คุรุพัฒน์, 2545 : 53-57)

1. ปัจจัยด้านการตลาด

การกำหนดกลยุทธ์การตลาดมักจะนำเรื่องการเลือกทำเลที่ตั้งหน่วยงานเข้ามาพิจารณาการพยากรณ์ความต้องการของตลาดช่วยให้กำหนดได้ว่าจะจำหน่ายสินค้าหรือให้บริการ ณ ที่แห่งใด การเลือกทำเลที่ตั้งจะต้องคำนึงถึงระดับความต้องการตัวผลิตภัณฑ์ทั้งในปัจจุบันและอนาคต ตำแหน่งของคู่แข่งในตลาดจะมีผลกระทบต่อการตัดสินใจเลือกทำเลที่ตั้งเช่นกัน บางองค์การเห็นว่าจะกำหนดทำเลที่ตั้งใกล้กับคู่แข่ง ตัวอย่าง ร้านอาหาร เหตุผลในแง่อุปสงค์ (demand) ความสะดวกของสถานที่มีส่วนสำคัญไม่น้อยที่จะกระทบต่อจำนวนลูกค้าที่มาติดต่อซึ่งหมายถึงกระทบต่อยอดขายขององค์การนั่นเอง กลยุทธ์ทางด้านการตลาดและปัจจัยทางด้านการดำเนินงานจะต้องถูกใช้ควบคู่กันไปเมื่อมีการพิจารณาเลือกสถานที่ของหน่วยงาน

บริษัทบางราย อาจกำหนดตำแหน่งหน่วยงานใกล้กับผู้บริโภคเราจะเรียกว่า การเลือกทำเลที่ตั้งโดยมุ่งตลาด (market-oriented locations)

โดยองค์การจะใช้วิธีนี้เมื่อ

1. ลูกค้าต้องการสินค้าเร็ว การส่งมอบทันทีหรือระยะเวลาสั้น
2. สินค้าเสียหายหรือแตกหักง่าย
3. สินค้ามีขนาดใหญ่หรือมีน้ำหนักมาก
4. การบริโภคสินค้าในเขตเล็ก ๆ และค่าขนส่งจากเขตต่าง ๆ ไม่สูง

ร้านจำหน่ายสินค้า หรือผู้ค้าปลีกและธุรกิจบริการจะใช้การกำหนดตำแหน่งตามสภาวะการตลาด เนื่องจากว่าการติดต่อโดยตรงกับผู้บริโภคเป็นความจำเป็นอย่างยิ่ง ต้นทุนการขนส่งจะไม่ใช่อุปสรรคหลักในการเลือกตำแหน่งหน่วยงานของธุรกิจบริการ

2. ปัจจัยด้านต้นทุน

ต้นทุนที่มองเห็นในที่นี้จะหมายถึง ต้นทุนที่ต้องนำทรัพยากรในการผลิตสินค้าหรือบริการขององค์การซึ่งสามารถกำหนดได้ ต้นทุนดำเนินการหลายประเภทมีราคาสูง การตัดสินใจเลือกทำเลที่ตั้งต้องพิจารณาต้นทุนต่าง ๆ เหล่านี้

2.1 ค่าขนส่ง ทำเลที่ตั้งจะต้องสามารถจัดการการขนส่งได้หลายทาง และมีความยืดหยุ่น โดยที่ต้นทุนไม่แพง อัตราค่าขนส่งวัตถุดิบหรือสินค้าที่ขนส่ง ต้นทุนการขนส่งวัตถุดิบหรือสินค้าสำเร็จรูปจะเป็นตัวชี้บ่งให้เลือกทำเลที่ตั้ง ในระบบเชื่อมโยงของเครือข่ายธุรกิจองค์การจะรับวัตถุดิบจากแหล่งหนึ่งแล้วกระจายสินค้าที่ผลิตได้ไปยังผู้บริโภค องค์การบางแห่งจะให้ความสำคัญกับที่มาของแหล่งวัตถุดิบในการเลือกทำเลที่ตั้ง โดยจะกำหนดทำเลที่ตั้งหน่วยงานใกล้กับแหล่งวัตถุดิบ ซึ่งจะเรียกว่า การเลือกทำเลที่ตั้งโดยมุ่งแหล่งวัตถุดิบ (material – oriented location)

องค์การมักจะเลือกทำเลที่ตั้งโดยมุ่งแหล่งวัตถุดิบโดยเฉพาะ เมื่อมีบริษัทผู้ผลิตวัตถุดิบมีจำกัดและจะต้องกระจายสินค้าของตนไปทั่วทุกทิศ หรือวัตถุดิบมีน้ำหนักมาก ไม่เหมาะในการขนส่ง ยกตัวอย่างเช่นการขนส่งกระดาษทำได้ง่ายกว่าการขนส่งต้นไม้และน้ำ ดังนั้นโรงงานกระดาษจะอยู่ในสถานที่ใกล้น้ำและแหล่งวัตถุดิบ เหมือนแร่อยู่ในจุดที่เป็นแหล่งแร่

ในการบริโภคเลือก หากผู้บริโภคจะต้องเดินทางไปบริโภคที่ศูนย์บริการหรือโรงพยาบาลจำนวนผู้บริจาคตก็คงไม่มาก ดังนั้น จึงต้องมีรถของศูนย์บริการโลหิตตระเวนไปรับบริจาคตามหน่วยงานหรือกลุ่มชุมชนต่าง ๆ เพื่อไม่ให้ผู้บริโภคต้องเสียเวลากับการเดินทาง

สำหรับบางองค์การที่จะต้องจัดซื้อวัตถุดิบเป็นปริมาณสูง และเป็นระยะยาว จะเน้นการเลือกผู้จำหน่ายวัตถุดิบที่มีสถานที่ใกล้เคียงกับหน่วยงานตนเอง และองค์การเหล่านี้จะแสวงหาประโยชน์จากระบบผลิตทันเวลาพอดี ซึ่งองค์การเหล่านี้ต้องการผู้ส่งมอบวัตถุดิบอยู่ในสถานที่ที่สามารถส่งมอบวัตถุดิบภายใน 2 ชั่วโมง เป็นต้น หรืออาจจะกำหนดให้ผู้ส่งมอบต้องส่งมอบวัตถุดิบในปริมาณน้อยแต่จำนวนครั้งในการส่งถี่มากขึ้น ความต้องการดังกล่าวทำให้ผู้ส่งมอบวัตถุดิบจะต้องพิจารณาตำแหน่งหน่วยงานให้ใกล้กับลูกค้าของตนเอง

ปัจจุบันการค้าระหว่างประเทศมีความสำคัญเพิ่มมากขึ้น องค์การที่ทำการค้าระหว่างประเทศจะต้องประเมินปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการขนส่งเพิ่ม องค์การต้องเริ่มระบุสินค้าที่จะจัดส่ง ระบุประเทศที่กำเนิดสินค้า ส่งไปยังประเทศปลายทาง วิธีการส่งหลายรูปแบบ อาทิ ทางรถบรรทุก รถไฟ เครื่องบินหรือเรือ ถ้าเป็นการขนส่งทางอากาศ จุดที่ใกล้สนามบินน่าจะเป็นจุดหนึ่งที่ต้องพิจารณา ถ้าเป็นการขนส่งทางทะเล ต้องคำนึงถึงท่าเรือที่ใกล้ที่สุด ถ้าหน่วยงานอยู่ห่างไกลจากท่าเรือต้องคำนึงถึงต้นทุนการบรรจุคอนเทนเนอร์ และการส่งคืนคอนเทนเนอร์เปล่า การใช้บริการร่วมกับสินค้าอื่นจะเป็นทางออกที่ดีในกรณีที่มีสินค้าบรรจุไม่เต็มคอนเทนเนอร์

2.2 ค่าแรงงาน บริษัทที่ต้องใช้แรงงานมากจะกำหนดตำแหน่งหน่วยงาน โดยเน้นที่ต้นทุนของกระบวนการผลิตมากกว่าต้นทุนการขนส่ง บริษัทดังกล่าวจะกำหนดสถานที่ที่มีการจัดหาแรงงานง่ายและค่าแรงต่ำ ผลผลิตต่อชั่วโมงหรือความสามารถของแรงงานจะมีผลต่อการบริการและการผลิตสินค้า กฎหมายแรงงาน และอัตราค่าจ้างขั้นต่ำเป็นสิ่งที่ต้องนำมาพิจารณาในการเลือกสถานที่

2.3 ค่าที่ดินและสิ่งปลูกสร้าง ต้นทุนโดยตรงประเภทหนึ่ง คือ การจัดซื้อสถานที่และก่อสร้างอาคารทำงาน ราคาที่ดินต่อหน่วยแปรผันไปตามสถานที่ หรือเขต หรือมณฑล หรือจังหวัดต่าง ๆ บางแห่งสามารถจัดหาที่ดินในราคาถูก แต่ต้องใช้จ่ายค่าก่อสร้างและเตรียมสถานที่ราคาสูง ทำให้สถานที่ดังกล่าวไม่เหมาะสม

2.4 ค่าภาษี ท้องถิ่นบางแห่งใช้ภาษีเป็นเครื่องจูงใจนักลงทุน ฅ ท้องถิ่นนั้น มีการให้สิทธิพิเศษทางภาษี แก่ธุรกิจที่มาลงทุนใหม่ หรือการให้สิทธิพิเศษในเขตนิคมอุตสาหกรรม หรือเขตจังหวัดต่าง ๆ ที่รัฐพยายามส่งเสริม เป็นต้น บริษัทหรือองค์การจำเป็นต้องนำปัจจัยที่มาพิจารณาในการเลือกสถานที่ด้วย

อากรและภาษีศุลกากร เป็นต้นทุนที่ต้องนำเข้ามาพิจารณาทุกครั้ง มีเขตไหนบ้างที่เป็นเขตการค้าเสรีปลอดภาษี หรือมีมาตรการการส่งเสริมการลงทุนอย่างไรในแต่ละ

ประเทศ การเลือกทำเลที่ตั้งจะทำให้องค์การสามารถชะลอการจ่ายค่าอากรนำเข้าหรือยกเว้นภาษีบางประการได้

3. ปัจจัยอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง

ปัจจัยที่มองไม่เห็นคือ ปัจจัยที่ยากในการประเมินออกมาเป็นตัวเลขในรูปของตัวเงิน ประชาชนจำเป็นต้องมาทำงาน การเลือกสถานที่อาศัยและใกล้ชิดกับครอบครัวเป็นสิ่งที่สำคัญ สภาพสังคมและการเมืองในแต่ละท้องถิ่นก็อาจเป็นปัจจัยสำคัญต่อองค์การ

3.1 ความพร้อมของพนักงาน ทรัพยากรที่ต้องใช้ในการผลิต การขาดงานและการเปลี่ยนเข้าออกของพนักงานจะมีผลต่อต้นทุนของการว่าจ้างและการอบรมพนักงาน จุดที่จะต้องคำนึงต่อคือ ความสามารถของท้องถิ่น จะจัดหาบุคลากรเพียงพอเมื่อมีการขยายงาน หรือมีการเลื่อนตำแหน่ง หรือเกษียณอายุและหากองค์การเน้นความสนใจในการสร้างแรงงานที่มีความเชี่ยวชาญและยืดหยุ่น การหาทำเลที่ตั้งที่สามารถฝึกอบรมพนักงาน เช่น แหล่งที่ใกล้สถานฝึกอบรมหรือมหาวิทยาลัย หรือวิทยาลัยเทคนิคก็จะช่วยให้การดำเนินงานในด้านความพร้อมของทรัพยากรมนุษย์ทำได้ง่ายขึ้น

โรงงานผลิตจำนวนไม่น้อยใช้พลังงาน เช่น ไฟฟ้า หรือแก๊สธรรมชาติ ในการดำเนินงานการผลิต และใช้พลังงานไปในด้านการทำความร้อนหรือให้ความเย็นแก่พนักงานในสถานที่ทำงาน เชื้อเพลิงเป็นสิ่งที่หาได้ยากและมีราคาแพงในหลายพื้นที่และเป็นปัจจัยสำคัญหนึ่งในการกำหนดสถานที่ตั้งหน่วยงาน เพื่อเป็นประโยชน์ในการวางแผนในอนาคตจึงควรใส่ใจที่จะศึกษาเข้าใจบริษัทหรือองค์การที่ดูแลด้านพลังงานว่ามีกระบวนการผลิตอย่างต่อเนื่อง ถ้าเกิดเหตุหยุดชะงักจะเป็นผลเสียต่อผลิตภัณฑ์ในสายการผลิตทันที การเลือกตำแหน่งหน่วยงานที่มีความมั่นคงของแหล่งพลังงาน และคุณภาพของพลังงานที่ได้รับจำเป็นต้องมีการเอาใจใส่และดูแลอย่างดี

กระบวนการที่ต้องการน้ำจำนวนมาก ถูกจำกัดให้ต้องกำหนดตำแหน่งงานใกล้กับแหล่งน้ำที่มี ปัจจุบันความต้องการน้ำของชุมชนและการรักษาสภาพแวดล้อมมีความสำคัญมากขึ้น หากกระบวนการผลิตทำให้น้ำร้อนขึ้นและมีสารตกค้างปนเปื้อนไปในน้ำ การหาแหล่งน้ำใช้จะถูกจำกัดมากขึ้น หรือในบางพื้นที่จะถูกห้ามใช้น้ำเพื่อวัตถุประสงค์อื่นใด นอกจากอุปโภคบริโภค การจัดหาแหล่งน้ำและต้นทุนการบำบัดน้ำและการควบคุมมลพิษเป็นปัจจัยสำคัญอย่างยิ่งขององค์การที่จะต้องใช้น้ำ

3.2 ระเบียบข้อบังคับและกฎหมาย แต่ละท้องถิ่นหรือประเทศจะมีระเบียบข้อ บังคับและกฎหมายต่าง ๆ กัน อาทิ การควบคุมมลพิษ ธุรกิจหรือการค้าที่ถูกควบคุมสำหรับคน ท้องถิ่น ข้อกำหนดหรือข้อห้ามอาจจะเป็นอุปสรรคในการขยายงานในอนาคตหรือการเปลี่ยนแปลงที่บริษัทอาจจะมีขึ้น ดังนั้นจึงต้องมีการพิจารณาแผนระยะยาว โดยพิจารณาทั้งจุดยืนของ บริษัทและความต้องการของท้องถิ่นควบคู่กันไป

3.3 สิ่งแวดล้อม การได้รับความยินยอมให้สร้างและดำเนินงานโรงงาน บางครั้ง เป็นกระบวนการที่ยืดเยื้อและแพง รายงานการศึกษาด้านเทคนิคโดยละเอียด และการรับฟัง ความคิดเห็นสาธารณชนอาจเป็นสิ่งที่จำเป็นมาก สิ่งเหล่านี้จะต้องทำตั้งแต่ตอนต้นของ กระบวนการการกำจัดของเสียหรือกากจะก่อต้นทุนให้กับองค์กร และเป็นที่น่าสนใจของสาธารณะ อย่างมาก แรงต่อต้านจากสาธารณะต่อของเสียดังกล่าวจะทำให้สถานที่ที่ไม่เหมาะสม หรือแม้ กระทั่งทำให้ธุรกิจนั้นต้องเลิกกันไปเลยทีเดียว

3.4 ทัศนคติของชุมชน ความสัมพันธ์กับชุมชนเป็นส่วนหนึ่งของการตัดสินใจ ความเห็นของชุมชนในพื้นที่บางแห่งอาจจะต่อต้านธุรกิจบางประเภท แม้ว่าจะไม่กฎหมายหรือ กฎระเบียบข้อบังคับห้ามไว้ องค์กรดังกล่าวหากดำเนินขบวนการเลือกสถานที่นี้จะเสี่ยงในการดำเนิน งานในอนาคต ซึ่งอาจจะเกิดกฎหมายหรือระเบียบข้อห้ามขึ้นมาใหม่ เก็บภาษีเพิ่ม หรือแรง ต่อต้านจากสาธารณชน ปัญหาลูกกลามถ้าสาธารณะถูกกระตุ้นไม่พอใจจากฝุ่นควัน เสียง หรือ ผลกระทบอื่น ๆ ที่ไม่ได้คาดหวังก่อน ดังนั้นจำเป็นต้องพบผู้นำมวลชนและแสวงหาความเห็น จากมวลชนก่อนที่จะตัดสินใจลงไป

3.5 ศักยภาพในการขยายงาน สถานที่เลือกสำหรับงานผลิตหรือกิจกรรมอื่นใด จะต้องมีความยืดหยุ่นและมีช่องทางสำหรับการขยายงาน ขนาดและรูปแบบของที่ดินต้อง สามารถดัดแปลงพร้อมต่อการขยายงานโดยไม่ต้องสูญเสียประสิทธิภาพของการดำเนินงาน ถนนทางเข้าโรงงานและการขนส่งที่มีสามารถรับได้กับการเพิ่มปริมาณธุรกิจในอนาคต

3.6 คุณภาพชีวิต ปัจจุบันคนบางคนไม่รับการเลื่อนตำแหน่งภายในองค์กรหรือ ย้ายองค์กร เพราะไม่ต้องการย้ายสถานที่ทำงาน ค่าครองชีพไม่ว่าเป็นค่าใช้จ่ายเรื่องบ้าน อาหาร เสื้อผ้า พลังงานและอื่น ๆ มีความสำคัญต่อพนักงาน และหากว่าเป็นพื้นที่ที่มีการก่อ อาชญากรรมสูง ก็จะหาบุคลากรมาทำงานยาก

ที่ทำงานอาจเป็นปัจจัยสำคัญของพนักงาน คนจะสนใจสภาพแวดล้อมซึ่งเขา และครอบครัวต้องเผชิญ ส่วนมากต้องการโรงเรียนมาตรฐานดีสำหรับบุตรหลานและโอกาส

ในการศึกษาเล่าเรียน บรรยากาศและความเป็นอยู่ที่มีที่พักผ่อนหย่อนใจ ก็จะมีผลต่อเรื่องของการเลือกตำแหน่งที่ตั้งเช่นกัน

3.7 การค้าระหว่างประเทศ บริษัทที่มีการดำเนินธุรกิจระหว่างประเทศ จะต้องประเมินปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับประเทศในด้านต่าง ๆ เรื่องของโควตาการค้า ภาษาที่ใช้ วัฒนธรรม เสถียรภาพของรัฐบาล ระบบการคลังและการเงิน เป็นต้น

ขั้นตอนการตัดสินใจเลือกทำเลที่ตั้งโรงงาน

เมื่อผู้บริหารต้องเผชิญกับปัญหาการตัดสินใจเพื่อเลือกตำแหน่งที่ตั้งโรงงาน ขั้นตอนที่สำคัญในการตัดสินใจเลือกที่ตั้งโรงงานประกอบด้วย (พิชิต สุขเจริญพงษ์, 2539 : 88 - 90)

1. กำหนดเกณฑ์ที่จะใช้ในการประเมินผลเปรียบเทียบทางเลือกเพื่อเลือกทำเลที่ตั้ง โดยขึ้นอยู่กับวิจารณ์ของผู้บริหาร วัตถุประสงค์จากนโยบายและวัตถุประสงค์ของบริษัท ตัวอย่างเช่น วัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มกำไร วัตถุประสงค์เพื่อขยายตลาดสินค้า หรือวัตถุประสงค์เพื่อให้บริการแก่ชุมชน

2. กำหนดปัจจัยที่มีผลต่อการดำเนินการหรือการผลิต ในขั้นตอนนี้ผู้บริหารจะต้องรวบรวมข้อมูลที่สำคัญ และมีผลต่อการดำเนินการหรือการผลิต เช่น ชนิดและคุณลักษณะของวัตถุดิบที่ต้องใช้เพื่อการผลิต เช่น น้ำหนัก ขนาด วิธีการที่ใช้เพื่อการขนส่ง วิธีการเก็บรักษาวัตถุดิบ อายุของวัตถุดิบ เป็นต้น ในด้านที่เกี่ยวข้องกับตลาดสินค้า จะต้องพิจารณาถึงคุณลักษณะของตลาดสินค้า ประเภทของลูกค้า คุณลักษณะของสินค้าที่ผลิต ในด้านของแรงงาน จะต้องพิจารณาถึงลักษณะของแรงงานที่ต้องการว่า ต้องการแรงงานชำนาญงาน แรงงานกึ่งชำนาญงาน หรือแรงงานไม่ชำนาญงาน และพิจารณาจำนวนของแรงงานที่ต้องการด้วย นอกจากนี้ยังต้องพิจารณาถึงปัจจัยอื่น ๆ เช่น ที่ดิน การขนส่งพลังงานและสาธารณูปโภค ตลอดจนปัจจัยที่เกี่ยวกับสภาพแวดล้อมดังกล่าวมาแล้วข้างต้น

3. กำหนดทางเลือกของที่ตั้งโรงงาน จากการพิจารณาปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลต่อการดำเนินการและการผลิต ผู้บริหารก็สามารถกำหนดทางเลือกของทำเลที่ตั้งของโรงงาน โดยเลือกเอาบริเวณหรือทำเลที่มีปัจจัยสอดคล้องกับความต้องการของการดำเนินการ ในขั้นตอนนี้อาจทำได้เป็นขั้นตอนดังต่อไปนี้

3.1 การกำหนดบริเวณหรือทำเลโดยคร่าว ๆ ว่าควรอยู่ในบริเวณใด โดยอาจกำหนดเป็นบริเวณกว้าง ๆ ไว้ก่อน เช่น บริเวณทางภาคเหนือ ภาคใต้ตอนบน หรือภาคกลาง เป็นต้น

3.2 หลังจากนั้นจะต้องทำการรวบรวมข้อมูลทางด้านปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลต่อการตัดสินใจเลือกทำเลที่ตั้งโรงงาน เช่น ราคาที่ดิน ราคาวัตถุดิบ และปริมาณที่มีในบริเวณนั้น ๆ สภาพการขนส่งอันได้แก่ เส้นทางขนส่งและอัตราขนส่ง ปริมาณและขนาดของแรงงาน อัตราค่าจ้างแรงงาน พลังงาน และสาธารณูปโภค ตลอดจนสภาพแวดล้อมต่าง ๆ

3.3 เมื่อได้ข้อมูลมาแล้วก็สามารถทำการกำหนดแหล่งที่ตั้งในบริเวณที่เลือกไว้ การกำหนดแหล่งที่ตั้งอาจเลือกไว้สัก 2 - 3 แห่ง (Potential Site) เพื่อใช้ในการประเมินผลเปรียบเทียบ และเลือกเอาทางเลือกที่ดีที่สุดต่อไป

4. การประเมินผลและเปรียบเทียบทางเลือกที่กำหนดไว้เพื่อเลือกตำแหน่งที่ตั้งที่ดีที่สุด จากข้อมูลที่รวบรวมได้และตำแหน่งที่ตั้งที่ได้เลือกไว้ (Potential Site) เราก็จะนำมาประเมินผล และเปรียบเทียบเพื่อเลือกทางเลือกที่ดีที่สุด ซึ่งการประเมินผลเปรียบเทียบอาจทำได้ด้วยวิธีต่อไปนี้

- 1) วิธีการให้น้ำหนักปัจจัย (Factor Rating Method)
- 2) วิธีจุดศูนย์กลางถ่วง (Center of Gravity Method)
- 3) วิธีการวิเคราะห์ต้นทุน - ปริมาณ (Cost - Volume Analysis Method)
- 4) วิธีตัวแบบการขนส่ง (Transportation Model)

โดยแต่ละวิธีดังกล่าวจะอธิบายในหัวข้อถัดไปตามลำดับ

การประเมินทางเลือกทำเลที่ตั้งด้วยวิธีการวิเคราะห์ต้นทุน – ปริมาณ

การประเมินทางเลือกทำเลที่ตั้งด้วยวิธีการวิเคราะห์ต้นทุน – ปริมาณ (Cost – Volume Analysis Method) มี 3 ขั้นตอน ดังนี้

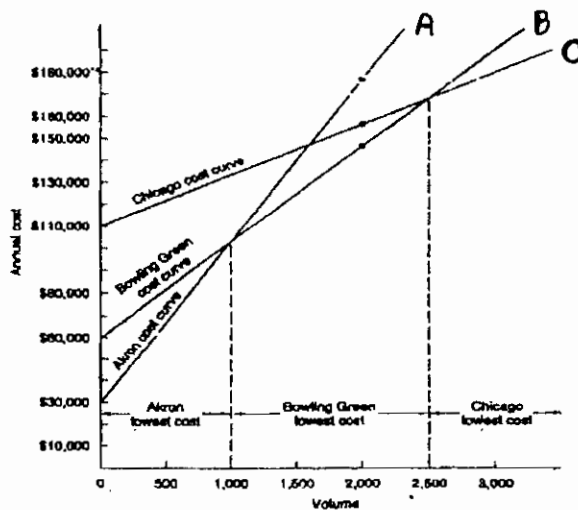
1. ระบุต้นทุนคงที่และต้นทุนผันแปรของแต่ละทำเล
2. พล็อตกราฟต้นทุนของแต่ละทำเล โดยต้นทุนแสดงอยู่ในแกนตั้ง สำหรับแกนอนแสดงปริมาณที่ผลิตรายปี
3. เลือกทำเลที่ตั้งที่มีต้นทุนรวมที่ต่ำที่สุดสำหรับปริมาณการผลิตที่กำหนด

ตัวอย่าง 1

ผู้ผลิตหัวฉีดรถยนต์ กำลังพิจารณาทำเลที่ตั้ง 3 ทำเล คือ ที่เมือง Akron, เมือง Bowling Green, และเมือง Chicago เพื่อที่จะสร้างโรงงานแห่งใหม่ จากการศึกษาต้นทุนระบุว่าต้นทุนคงที่ต่อปีของแต่ละทำเลเป็น \$30,000 , \$60,000 , และ \$110,000 ตามลำดับ และต้นทุนผันแปรเป็น \$75 ต่อหน่วย, \$45 ต่อหน่วย, และ \$25 ต่อหน่วยตามลำดับ ราคาขายคาดหวังของหัวฉีดที่ผลิตเป็น \$120 บริษัทต้องการที่จะค้นหาทำเลที่ประหยัดที่สุดโดยปริมาณผลิตที่คาดหวังคือ 2,000 หน่วยต่อปี

วิธีทำ

สำหรับแต่ละทำเล เราสามารถพล็อตกราฟต้นทุนคงที่ (ซึ่งเริ่มต้นที่ปริมาณการผลิตเป็นศูนย์หน่วย) และต้นทุนรวม (ต้นทุนคงที่ + ต้นทุนผันแปร) ณ ปริมาณการผลิตต่าง ๆ เส้นเหล่านี้สามารถพล็อตออกมาเป็นรูปร่างดังนี้



ที่เมือง Akron

$$\text{ต้นทุนรวม} = \$30,000 + \$75(2,000) = \$180,000$$

ที่เมือง Bowling Green

$$\text{ต้นทุนรวม} = \$60,000 + \$45(2,000) = \$150,000$$

ที่เมือง Chicago

$$\text{ต้นทุนรวม} = \$110,000 + \$25(2,000) = \$160,000$$

แสดงว่า ณ ปริมาณที่คาดหวัง 2,000 หน่วยต่อปี เมือง Bowling Green เป็นทำเลที่มีต้นทุนต่ำสุด โดยมีกำไรที่คาดหวังเป็นดังนี้

$$\text{รายรับรวม} - \text{ต้นทุนรวม} = \$120(2,000) - \$150,000 = \$90,000 \text{ ต่อปี}$$

ในกรณีที่ต้องการตัดสินใจในภาพรวมโดยไม่ได้ระบุปริมาณที่คาดหวังไว้ สามารถทำได้ โดยการหาจุดตัดของเส้นต้นทุนเสียก่อน แล้วจึงทำการตัดสินใจ จากตัวอย่างนี้แสดงการหาจุดตัดของเส้นต้นทุน แล้วทำการตัดสินใจ โดยทำเลที่มีต้นทุนที่ต่ำที่สุดได้ดังนี้

จุดตัดของเส้นต้นทุนของเมือง Akron และเมือง Bowling Green คำนวณหาได้ดังนี้

$$30,000 + 75(X) = 60,000 + 45(X)$$

$$30X = 30,000$$

$$X = 1,000$$

และจุดตัดของเส้นต้นทุนของเมือง Bowling Green และเมือง Chicago คำนวณหาได้ดังนี้

$$60,000 + 45(X) = 110,000 + 25(X)$$

$$20X = 50,000$$

$$X = 2,500$$

ดังนั้น สำหรับปริมาณการผลิตที่น้อยกว่า 1,000 หน่วย เมือง Akron จะเป็นทำเลที่เหมาะสมที่สุดและสำหรับปริมาณการผลิตที่มากกว่า 2,500 หน่วย เมือง Chicago จะเป็นทำเลที่เหมาะสมที่สุด และในกรณีที่ปริมาณการผลิตคาดหวังอยู่ในช่วงตั้งแต่ 1,000 หน่วยถึง 2,500 หน่วย ทำเลที่เหมาะสมคือ เมือง Bowling Green (อนึ่ง ในกรณีที่ปริมาณการผลิตคาดหวังเป็น 1,000 หน่วย ทำเลที่เหมาะสมอาจเป็นได้ทั้งเมือง Akron และเมือง Bowling Green และในกรณีที่ปริมาณการผลิตคาดหวังเป็น 2,500 หน่วย ทำเลที่เหมาะสมอาจเป็นได้ทั้งเมือง Chicago และเมือง Bowling Green ทั้งนี้ เนื่องจากที่ทำเลดังกล่าวนี้มีต้นทุนเท่ากัน)

การประเมินทางเลือกทำเลที่ตั้งด้วยวิธีจุดศูนย์กลางถ่วง

วิธีจุดศูนย์กลางถ่วง (Center of Gravity Method) กำหนดทำเลที่ตั้ง โดยใช้สูตรต่อไปนี้

$$C_x = \frac{\sum d_{ix} V_i}{\sum V_i}$$

$$C_y = \frac{\sum d_{iy} V_i}{\sum V_i}$$

โดย

C_x คือ ค่าของแกน x (x coordinate) ของจุดศูนย์กลางถ่วง

C_y คือ ค่าของแกน y (y coordinate) ของจุดศูนย์กลางถ่วง

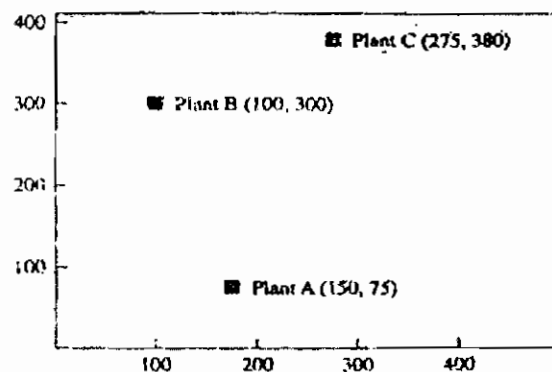
d_{ix} คือ ค่าของแกน x (x coordinate) ของทำเลที่ตั้งที่ i

d_{iy} คือ ค่าของแกน y (y coordinate) ของทำเลที่ตั้งที่ i

V_i คือ ปริมาณของสินค้าที่เคลื่อนย้ายไปยังหรือเคลื่อนย้ายจากทำเลที่ตั้งที่ i

ตัวอย่าง 2

บริษัท Cool Air ผลิตเครื่องปรับอากาศ มีโรงงาน 3 แห่ง คือ ที่ A,B,C โดยมีพิกัด ที่ตั้ง ดังแสดงในรูปข้างล่างนี้



โรงงานแต่ละแห่ง ต้องการ Compressor ในจำนวนดังต่อไปนี้

โรงงาน	จำนวน Compressor ที่ต้องการต่อปี
A	6,000
B	8,200
C	7,000

ต้องการทราบว่าถ้าบริษัทนี้ต้องการสร้างโรงงานผลิต Compressor อยากทราบว่าโรงงานที่จะสร้างนี้ควรตั้งอยู่ที่พิกัดใด

วิธีทำ

$$C_x = \frac{(6,000)(150) + (8,200)(100) + (7,000)(275)}{6,000 + 8,200 + 7,000}$$

$$= 172$$

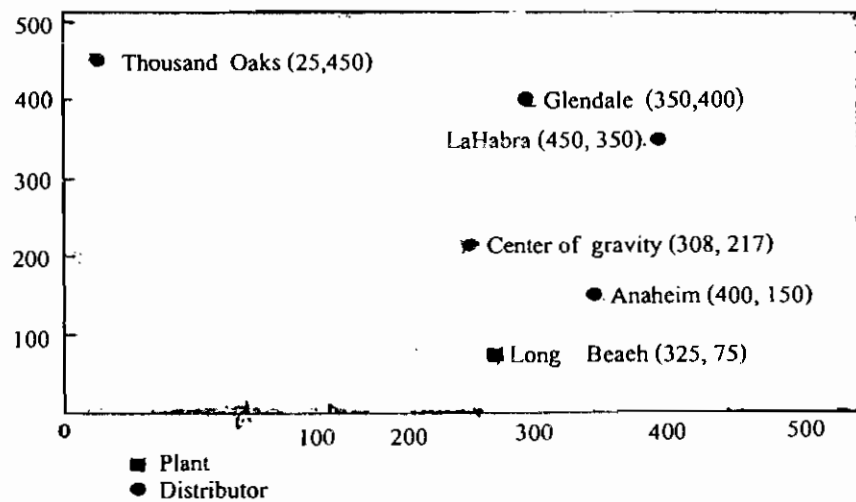
$$C_y = \frac{(6,000)(75) + (8,200)(300) + (7,000)(380)}{6,000 + 8,200 + 7,000}$$

$$= 263$$

สรุปได้ว่า โรงงานที่จะสร้างควรตั้งที่พิกัด (172, 263)

ตัวอย่าง 3

บริษัท HiOctane Refining Company ต้องการสร้างที่เก็บน้ำมัน ระหว่างโรงกลั่นที่ Long Beach และผู้จัดจำหน่ายหลัก ๆ โดยมีข้อมูลดังนี้



ทำเลที่ตั้ง	พิกัดที่ตั้ง	จำนวนแก๊สโซลีน/เดือน (แสนแกลลอน)
Long Beach	(325,75)	1,500
Anaheim	(400,150)	250
La Habra	(450,350)	450
Glendale	(350,400)	350
Thousand Oaks	(25,450)	450

ที่เก็บน้ำมันควรสร้างที่พิกัดเท่าใด

วิธีทำ

$$C_x = \frac{(325)(1,500) + (400)(250) + (450)(450) + (350)(350) + (25)(450)}{1,500 + 250 + 450 + 350 + 450}$$

$$= \frac{923,750}{3,000} = 307.9 \approx 308$$

$$C_y = \frac{(75)(1,500) + (150)(250) + (350)(450) + (400)(350) + (450)(450)}{1,500 + 250 + 450 + 350 + 450}$$

$$= \frac{650,000}{3,000} = 216.7 \approx 217$$

$$\text{พิกัดที่ตั้งของที่เก็บน้ำมัน} = (307.9, 216.7)$$

สมมติฐานของวิธีจุดศูนย์กลางถ่วง

1. อัตราค่าขนส่งเข้าและอัตราค่าขนส่งออกต่อหน่วยเท่ากัน
2. ไม่ว่าจะขนส่งมากหรือขนส่งน้อยอัตราค่าขนส่งต่อหน่วยจะเท่ากัน

การประเมินทางเลือกทำเลที่ตั้งด้วยวิธีการให้น้ำหนักปัจจัย

วิธีการให้น้ำหนักปัจจัย (factor rating) มีขั้นตอนดังนี้

- 1) กำหนดปัจจัยที่มีผลต่อการเลือกทำเลที่ตั้ง
- 2) กำหนดน้ำหนักความสำคัญของแต่ละปัจจัย โดยน้ำหนักทุกปัจจัยรวมกันจะมีค่าเป็น 1

3) ระบุคะแนนของแต่ละปัจจัยสำหรับแต่ละทางเลือก โดยคะแนนที่ให้อาจมีค่าอยู่ระหว่าง 1-10 หรือ 1-100 ตามแต่ความต้องการของผู้ตัดสินใจ

4) หาคะแนนที่ปรับน้ำหนักแล้วของแต่ละทางเลือก

5) เลือกทางเลือกที่มีคะแนนที่ปรับน้ำหนักแล้วสูงที่สุด

ตัวอย่าง 4

โรงงานผลิตสินค้าแห่งหนึ่งต้องการขยายการผลิต โดยตั้งโรงงานผลิตขึ้นอีกแห่งหนึ่ง จากการรวบรวมข้อมูลเบื้องต้น ผู้บริหารได้ทางเลือกสำหรับกำหนดที่ตั้งโรงงานใหม่ไว้ 3 แห่ง จากการพิจารณาปัจจัยที่มีผลต่อการดำเนินการ และคะแนนของแต่ละปัจจัยสำหรับทางเลือกทั้งสาม ผู้บริหารได้ให้น้ำหนักและคะแนนของแต่ละทางเลือกดังแสดงต่อไปนี้

ตาราง 1 แสดงการให้คะแนนและน้ำหนักปัจจัยกำหนดทำเลที่ตั้ง

ปัจจัย	น้ำหนัก ความสำคัญ	คะแนน		
		ทางเลือก 1	ทางเลือก 2	ทางเลือก 3
ความใกล้แหล่งวัตถุดิบ	0.10	100	60	70
ต้นทุนค่าแรงงาน	0.10	80	80	90
ต้นทุนค่าขนส่ง	0.40	70	90	100
ไฟฟ้า น้ำประปา	0.10	85	90	80
กฎหมายและภาษี	0.15	40	50	70
สภาพภูมิอากาศ	0.05	90	80	70
สภาพการรวมตัวทางธุรกิจ	0.10	80	85	70

จากข้อมูลข้างต้น จึงประเมินผลเปรียบเทียบทางเลือกเพื่อเลือกทำเลที่ตั้งโรงงานใหม่

วิธีทำ

การคำนวณหาคะแนนที่ปรับน้ำหนักแล้วของแต่ละทางเลือกแสดงอยู่ในตารางต่อไปนี้

ตาราง 2 แสดงการคำนวณหาคะแนนที่ปรับน้ำหนักของแต่ละทางเลือก

ปัจจัย	น้ำหนัก ความสำคัญ	คะแนน			คะแนนที่ปรับน้ำหนักแล้ว		
		ทางเลือก 1	ทางเลือก 2	ทางเลือก 3	ทางเลือก 1	ทางเลือก 2	ทางเลือก 3
ความใกล้แหล่งวัตถุดิบ	0.10	100	60	70	10	6	7
ต้นทุนค่าแรงงาน	0.10	80	80	90	8	8	9
ต้นทุนค่าขนส่ง	0.40	70	90	100	28	36	40
ไฟฟ้า น้ำประปา	0.10	85	90	80	8.5	9	8
กฎหมายและภาษี	0.15	40	50	70	6	7.50	10.50
สภาพภูมิอากาศ	0.05	90	80	70	4.5	4.00	3.50
สภาพการรวมตัวทางธุรกิจ	0.10	80	85	70	8.0	8.50	7.0
รวม					73	79	85

ดังนั้น ทางเลือกที่ดีที่สุดคือเลือกตั้งโรงงานที่ตำแหน่งที่ 3

การประเมินทางเลือกที่ตั้งด้วยวิธีตัวแบบการขนส่ง

ตัวแบบการขนส่ง (Transportation Model) ใช้ตัดสินใจในกรณีการเลือกทำเลที่ตั้งเมื่อมีโรงงานหรือคลังสินค้าหลายแห่ง แสดงการนำตัวแบบการขนส่งมาทำการประเมินทางเลือกสำหรับการตัดสินใจเลือกทำเลที่ตั้งด้วยตัวอย่างต่อไปนี้

ตัวอย่าง 5

สมมติปัจจุบันตลาดของบริษัท เลิศอุตสาหกรรม จำกัด มีความต้องการสินค้าเกินกว่ากำลังการผลิตของกิจการ ทางบริษัทจึงวางแผนเลือกที่ตั้งของโรงงานผลิตสินค้าเพิ่มขึ้นอีกแห่งหนึ่ง เพื่อที่จะทำการผลิตสินค้าให้เพียงพอกับความต้องการของตลาด การพยากรณ์ความต้องการสินค้า และกำลังการผลิตที่มีอยู่ในปัจจุบัน แสดงได้ดังตารางต่อไปนี้

พยากรณ์ความต้องการต่อเดือน		กำลังการผลิตในปัจจุบัน	
ผลิตภัณฑ์	ความต้องการ (หน่วย)	โรงงาน	กำลังการผลิต (หน่วย/เดือน)
ก	120	จ	200
ข	140	ฉ	120
ค	200		
ง	100		

ค่าขนส่งสินค้าจากโรงงานแต่ละแห่งไปยังคลังสินค้าต่าง ๆ แสดงได้ดังตารางต่อไปนี้

(บาท/ หน่วย)

จาก \ ไป	ไป			
	ก	ข	ค	ง
จ	8	2	6	10
ฉ	10	8	4	4

กิจการได้กำหนดทำเลที่น่าจะไปตั้งโรงงาน (Potential Site) ไว้ 2 แห่ง คือ ณ เมือง บ. และเมือง ท. และได้ทำการศึกษาข้อมูล พบว่า ค่าขนส่งสินค้าจากทำเลแต่ละแห่งดังกล่าวไปยังคลังสินค้าต่าง ๆ แสดงได้ดังตารางต่อไปนี้

(บาท/ หน่วย)

จาก \ ไป	ไป			
	ก	ข	ค	ง
บ	2	6	8	4
ท	8	6	4	2

ค่าแรงงานในการผลิตสินค้า ณ โรงงานแต่ละแห่งไม่เท่ากัน ดังนั้นทำให้ต้นทุนในการผลิตสินค้าต่อหน่วย ณ โรงงานแต่ละแห่งไม่เท่ากัน ซึ่งต้นทุนการผลิตสินค้าต่อหน่วยของโรงงานแต่ละแห่งแสดงได้ดังต่อไปนี้

โรงงาน	ต้นทุนการผลิตสินค้าต่อหน่วย (บาท)
จ	10
ฉ	20
บ	15
ท	5

บริษัทฯ จะต้องตัดสินใจว่า จะตั้งโรงงานเพิ่มอีก 1 แห่ง ที่เมืองใด ระหว่างเมือง บ. และเมือง ท. จึงจะทำให้กำลังการผลิตของกิจการเพียงพอกับความต้องการของตลาด โดยบริษัทฯ ได้นำตัวแบบการขนส่ง (Transportation Model) เข้าช่วยในการตัดสินใจ โดยวัตถุประสงค์ในการตัดสินใจคือต้องให้เกิดต้นทุนรวมที่ต่ำสุด ให้ท่านช่วยบริษัทแห่งนี้ทำการตัดสินใจ โดยการใช้อัตราต้นทุนการขนส่งและให้แสดงวิธีทำอย่างละเอียด

วิธีทำ

$$\begin{aligned} \text{โรงงานแห่งใหม่จะต้องผลิตสินค้า} &= \text{ความต้องการ} - \text{กำลังการผลิต} \\ &= 560 - 320 \end{aligned}$$

$$\therefore \text{โรงงานแห่งใหม่ต้องการกำลังการผลิต} = 240 \text{ หน่วย/เดือน}$$

ทางเลือกที่ 1 สร้างโรงงานที่เมือง บ.

แสดงว่าบริษัทนี้มีโรงงานทั้งหมด 3 แห่ง คือ ที่เมือง จ, ฉ, และ บ

1) กำหนดหาต้นทุนการผลิต

$$\text{ต้นทุนการผลิต ณ เมือง จ} = 200 \times 10 = 2,000 \text{ บาท}$$

$$\text{ต้นทุนการผลิต ณ เมือง ฉ} = 120 \times 20 = 2,400 \text{ บาท}$$

$$\text{ต้นทุนการผลิต ณ เมือง บ} = 240 \times 15 = 3,600 \text{ บาท}$$

$$\therefore \text{ต้นทุนการผลิตทั้งหมดของบริษัท} = \underline{8,000} \text{ บาท}$$

2) กำหนดหาค่าขนส่งออกรวมที่ต่ำสุด โดยใช้ Transportation Model

จาก \ ไป	ก	ข	ค	ง	รวมผลิต
จ	? 8	? 2	? 6	? 10	200
ฉ	? 10	? 8	? 4	? 4	120
บ	? 2	? 6	? 8	? 4	240
รวมต้องการ	120	140	200	100	560

หมายเหตุ ? คือ ปริมาณที่จะจัดสรรจากจุดต้นทางไปยังจุดปลายทาง ซึ่ง?

จะหาได้จากตัวแบบการขนส่งที่จะได้ศึกษาในหัวข้อต่อไป

$$\text{ค่าขนส่งออกรวมที่ต่ำสุด} = \text{xxx} \text{ (1,920 บาท)}$$

3) คำนวณหาค่าใช้จ่ายรวม

$$\begin{aligned} \text{ค่าใช้จ่ายรวม} &= 8,000 + xxx \text{ (1,920 บาท)} \\ &= xxx \text{ บาท (9,920 บาท)} \end{aligned}$$

ทางเลือกที่ 2 สร้างโรงงานที่เมือง ท.

แสดงว่าบริษัทนี้มีโรงงานทั้งหมด 3 แห่ง คือ ที่เมือง จ, ฉ, และ ท

1) คำนวณหาต้นทุนการผลิต

$$\text{ต้นทุนการผลิต ณ เมือง จ} = 200 \times 10 = 2,000 \text{ บาท}$$

$$\text{ต้นทุนการผลิต ณ เมือง ฉ} = 120 \times 20 = 2,400 \text{ บาท}$$

$$\text{ต้นทุนการผลิต ณ เมือง ท} = 240 \times 5 = 1,200 \text{ บาท}$$

$$\therefore \text{ต้นทุนการผลิตทั้งหมดของบริษัท} = \underline{5,600} \text{ บาท}$$

2) คำนวณหาค่าขนส่งออกรวมที่ต่ำสุด โดยใช้ Transportation Model

จาก \ ใ้	ก	ข	ค	ง	รวมผลิต
จ	? 8	? 2	? 6	? 10	200
ฉ	? 10	? 8	? 4	? 4	120
ท	? 8	? 6	? 4	? 2	240
รวมต้องการ	120	140	200	100	560

หมายเหตุ ? คือ ปริมาณที่จะจัดสรรจากจุดต้นทางไปยังจุดปลายทาง ซึ่ง ?

จะหาได้จากตัวแบบการขนส่งที่จะได้ศึกษาในหัวข้อต่อไป

$$\text{ค่าขนส่งออกรวมที่ต่ำสุด} = \bullet\bullet\bullet \text{ (2,240 บาท)}$$

3) คำนวณหาค่าใช้จ่ายรวม

$$\text{ค่าใช้จ่ายรวม} = 5,600 + \bullet\bullet\bullet \text{ (2,240 บาท)}$$

$$= \bullet\bullet\bullet\bullet \text{ บาท (7,840 บาท)}$$

ต่อไปทำการเปรียบเทียบว่าค่าใช้จ่ายรวมที่ต่ำสุดของทั้ง 2 ทางเลือกนั้น ทางเลือกใด เกิดค่าใช้จ่ายรวมที่ต่ำสุดน้อยกว่าก็จะเลือกทางเลือกนั้น

ตัวอย่าง 6

สมมติปัจจุบัน ตลาดของบริษัทคืออุตสาหกรรม จำกัด มีความต้องการสินค้าเกินกว่ากำลังการผลิตของกิจการ ทางบริษัทจึงวางแผนเลือกที่ตั้งของโรงงานผลิตสินค้าเพิ่มขึ้นอีกแห่งหนึ่ง เพื่อที่จะทำการผลิตสินค้าให้เพียงพอกับความต้องการของตลาด การพยากรณ์ความต้องการสินค้าและกำลังการผลิตที่มีอยู่ในปัจจุบัน แสดงได้ดังตารางต่อไปนี้

พยากรณ์ความต้องการต่อเดือน		กำลังการผลิตในปัจจุบัน	
คลังสินค้า	ความต้องการ (หน่วย)	โรงงาน	กำลังการผลิต (หน่วย/เดือน)
ก	25	จ	30
ข	50	ฉ	50
ค	35		
ง	30		

นอกจากค่าใช้จ่ายในการขนส่งจากโรงงานต่าง ๆ ไปยังคลังสินค้าแต่ละแห่งจะต่างกันแล้วต้นทุนสินค้าที่ผลิตที่โรงงานแต่ละแห่งยังต่างกันอีกด้วย และราคาขายที่ทางบริษัทคืออุตสาหกรรม จำกัด ขาย ณ คลังสินค้าทั้ง 4 แห่งก็ต่างกันด้วย ดังนั้น เป็นเหตุให้กำไรต่อหน่วยที่ได้จากการส่งสินค้าจากโรงงานต่าง ๆ ไปยังคลังสินค้าทั้ง 4 แห่ง แตกต่างกันไปดังนี้

		กำไรในการส่งสินค้า (บาท/ หน่วย)			
โรงงาน	คลังสินค้า	ก	ข	ค	ง
	จ		2	2	4	5
ฉ		5	3	1	4

กิจการได้กำหนดทำเลที่น่าจะไปตั้งโรงงาน (Potential Site) ไว้ 2 แห่ง คือ ฉ เมือง ท. และเมือง บ. และได้ทำการศึกษาข้อมูล พบว่า กำไรต่อหน่วยในการส่งสินค้าจากทำเลแต่ละแห่งดังกล่าวไปยังคลังสินค้าดังกล่าว แสดงได้ในตารางต่อไปนี้

กำไรในการส่งสินค้า (บาท/ หน่วย)

โรงงาน \ คลังสินค้า	ก	ข	ค	ง
	ท	2	4	3	1
บ	1	2	3	4

บริษัทฯ จะต้องตัดสินใจว่าจะตั้งโรงงานเพิ่มอีก 1 แห่ง ที่เมืองใดระหว่างเมือง ท. และเมือง บ. จึงจะทำให้กำลังการผลิตของกิจการเพียงพอกับความต้องการของตลาด โดยบริษัทฯ ได้นำตัวแบบการขนส่ง (Transportation Model) เข้าช่วยในการตัดสินใจ โดยวัตถุประสงค์ในการตัดสินใจคือ ต้องการให้เกิดกำไรที่สูงสุด ให้ท่านช่วยบริษัทแห่งนี้ทำการตัดสินใจโดยใช้ตัวแบบการขนส่ง และให้แสดงวิธีทำอย่างละเอียด

วิธีทำ

$$\begin{aligned} \text{โรงงานแห่งใหม่จะต้องผลิตสินค้า} &= \text{ความต้องการ} - \text{กำลังการผลิต} \\ &= 140 - 80 \end{aligned}$$

$$\therefore \text{โรงงานแห่งใหม่ต้องการกำลังการผลิต} = 60 \text{ หน่วย}$$

ทางเลือกที่ 1 สร้างโรงงานที่เมือง ท.

คำนวณหากำไรรวมสูงสุดจากการขนส่ง โดยใช้ตัวแบบการขนส่งได้ดังนี้

จาก \ ไป	ก	ข	ค	ง	รวมผลิต
	จ	? 2	? 2	? 4		? 5	30
ฉ	? 5	? 3	? 1	? 4	50
ท	? 2	? 4	? 3	? 1	60
รวมต้องการ	25	50	35	30	140

หมายเหตุ ? คือ ปริมาณที่จะจัดสรรจากจุดต้นทางไปยังจุดปลายทาง ซึ่ง ?

จะหาได้จากตัวแบบการขนส่งที่จะได้ศึกษาในหัวข้อต่อไป

กำไรสูงสุด = xxx บาท

ทางเลือกที่ 2 สร้างโรงงานที่เมือง บ.

คำนวณหากำไรรวมสูงสุดจากการขนส่ง โดยใช้ตัวแบบการขนส่งได้ดังนี้

จาก \ ไป	ก	ข	ค	ง	รวมผลิต
จ	? 2	? 2	? 4	? 5	30
ฉ	? 5	? 3	? 1	? 4	50
ท	? 2	? 4	? 3	? 1	60
รวมต้องการ	25	50	35	30	140

หมายเหตุ ? คือ ปริมาณที่จะจัดสรรจากจุดต้นทางไปยังจุดปลายทาง ซึ่ง ?

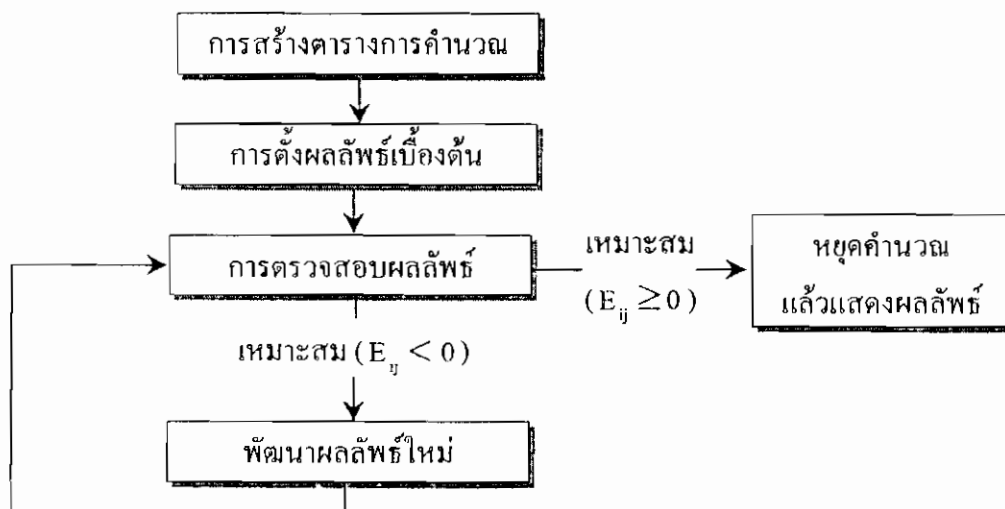
จะหาได้จากตัวแบบการขนส่งที่จะได้ศึกษาในหัวข้อต่อไป

กำไรรวมสูงสุด = ●●● บาท

ต่อไปทำการเปรียบเทียบกำไรรวมที่สูงสุดของทั้ง 2 ทางเลือก แล้วเลือกทำเลที่มีกำไรรวมสูงสุดที่มากที่สุด

ขั้นตอนในการใช้ตัวแบบการขนส่ง

วัตถุประสงค์ในการใช้ตัวแบบการขนส่ง คือ จัดสรรการขนส่งให้เกิดค่าขนส่งต่ำสุด การ
ใช้ตัวแบบการขนส่งมีขั้นตอนดังนี้



การใช้ตัวแบบการขนส่งแสดงได้ด้วยตัวอย่างต่อไปนี้

ตัวอย่าง 7

บริษัทผลิตภัณฑ์ไทย จำกัด เป็นบริษัทผู้ผลิตสินค้า มีโรงงานผลิตสินค้า 3 แห่ง ผลิตสินค้าได้ 100 หน่วย 60 หน่วย และ 120 หน่วย ตามลำดับ สินค้าที่ผลิตได้จะถูกส่งไปเก็บไว้ที่โกดังสินค้า 4 แห่ง ซึ่งมีความต้องการสินค้าแห่งละ 80 หน่วย 40 หน่วย 100 หน่วย และ 60 หน่วย ตามลำดับ ค่าใช้จ่ายในการขนส่งสินค้าจากโรงงานไปยังโกดังต่าง ๆ แสดงได้ในตารางต่อไปนี้

ค่าใช้จ่ายในการขนส่ง (บาท/หน่วย)

คลังสินค้า โรงงาน	คลังสินค้า			
	1	2	3	4
1	2	4	4	10
2	6	10	4	8
3	8	2	6	6

ให้ทำการจัดสรรการขนส่งจากโรงงานไปยังคลังสินค้าด้วยวิธีที่ดีที่สุด นั่นคือ การทำให้ค่าใช้จ่ายในการขนส่งรวมทั้งหมดต่ำสุด

การสร้างตารางคำนวณ

ตารางการคำนวณแสดงได้ดังนี้

จุดปลายทาง จุดต้นทาง	จุดปลายทาง				
	1	2	.....	n	a_i
1	x_{11} c_{11}	x_{12} c_{12}	.....	x_{1n} c_{1n}	a_1
2	x_{21} c_{12}	x_{22} c_{22}	.....	x_{2n} c_{2n}	a_2
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
m	x_{m1} c_{m1}	x_{m2} c_{m2}	.....	x_{mn} c_{mn}	a_m
b_j	b_1	b_2	.....	b_n	$\sum a_i = \sum b_j$

โดยกำหนดให้ a_i คือ จำนวนสินค้าที่มีอยู่ที่จุดต้นทางที่ i

b_j คือ จำนวนความต้องการสินค้าที่จุดปลายทางที่ j

c_{ij} คือ จำนวนสินค้าที่ส่งจากจุดต้นทาง i ไปยังจุดปลายทาง j

จากตัวอย่างสร้างตารางการคำนวณได้ดังนี้

โกดัง โรงงาน	1	2	3	4	จำนวนผลิต a_i
1	2	4	4	10	100
2	6	10	4	8	60
3	8	2	6	6	120
จำนวนต้องการ b_j	80	40	100	60	280

การตั้งผลลัพธ์เบื้องต้น

วัตถุประสงค์ในการตั้งผลลัพธ์เบื้องต้น คือ

เพื่อให้เกิด rim requirement ซึ่งการ rim requirement สามารถทำได้หลายวิธี แต่ในที่นี้จะอธิบาย 3 วิธี ดังนี้

1. Northwest Corner Method
2. North to South Row Method
3. Least Cost Method

1. การตั้งผลลัพธ์เบื้องต้นด้วยวิธี Northwest Corner Method

มีขั้นตอนดังนี้

- 1) เริ่มการคำนวณที่ช่องมุมบนด้านซ้ายมือ คือ ช่องที่ (1,1)
- 2) กำหนดค่า $x_{11} = \min(a_1, b_1)$
- 3) หักค่า x_{ij} ที่จัดสรรออกจากค่า a_i และ b_j
- 4) ถ้าค่า a เหลือ ให้เลื่อนไปจัดสรรช่องว่างด้านขวามือ
ถ้าค่า b เหลือ ให้เลื่อนไปจัดสรรช่องว่างข้างล่าง
- 5) กำหนดค่า $x_{ij} = \min(a_i, b_j)$
- 6) กลับไปข้อ 3

จากตัวอย่าง ตั้งผลลัพ์เบื้องต้นด้วยวิธี Northwest Corner Method ได้ดังนี้

โกดัง โรงงาน	1	2	3	4	จำนวนผลิต a_i	
1	80	20	4	4	100	
2	6	20	10	4	8	60
3	8	2	6	6	6	120
จำนวนต้องการ b_j	80	40	100	60	280	

$$\begin{aligned}
 \text{ค่าขนส่งรวม} &= (80 \times 2) + (20 \times 4) + (20 \times 10) + (40 \times 4) + (60 \times 6) + (60 \times 6) \\
 &= 160 + 80 + 200 + 160 + 360 + 360 \\
 &= 1,320 \text{ บาท}
 \end{aligned}$$

2. การตั้งผลลัพ์เบื้องต้นด้วยวิธี North to South Row Method

มีขั้นตอนดังนี้

- 1) เริ่มการคำนวณที่จุดต้นทางที่ 1 (แถวอนที่ 1) ก่อน เลือกช่องทางที่มีค่าใช้จ่ายต่ำสุด
- 2) กำหนดค่า $x_{ij} = \min(a_i, b_j)$
- 3) หักค่า x_{ij} ออกจากค่า a_i และ b_j
- 4) ถ้าค่า a ยังเหลือ เลือกช่องที่มีค่าใช้จ่ายต่ำสุดในแถวอนเดิม ถ้าค่า a ถูกจัดสรรหมดไปให้เลื่อนไปยังแถวอนถัดไป และเลือกช่องทางที่มีค่าใช้จ่ายต่ำสุด
- 5) กลับไป 2)

จากตัวอย่างตั้งผลผลิตเบื้องต้นด้วยวิธี North to South Row Method ได้ดังนี้

โกดัง โรงงาน	1	2	3	4	จำนวนผลิต a_i
1	80 2	20 4	4	10	100
2	6	10	60 4	8	60
3	8	20 2	40 6	60 6	120
จำนวนต้องการ b_j	80	40	100	60	280

$$\begin{aligned}
 \text{ค่าขนส่งรวม} &= (80 \times 2) + (20 \times 4) + (60 \times 4) + (20 \times 2) + (40 \times 6) + (60 \times 6) \\
 &= 160 + 80 + 240 + 40 + 240 + 360 \\
 &= 1,120 \text{ บาท}
 \end{aligned}$$

3. การตั้งผลผลิตเบื้องต้นด้วยวิธี Least Cost Method

มีขั้นตอนดังนี้

1) จากจำนวนช่องทางทั้งหมด เลือกช่องทางที่มีค่าใช้จ่ายต่ำสุด

2) กำหนดค่า $x_{ij} = \min(a_i, b_j)$

3) หักค่า x_{ij} ออกจากค่า a_i และ b_j

4) จากจำนวนช่องทางทั้งหมดที่ยังไม่ได้จัดสรรและมีข้อบังคับทางด้านปริมาณของจุดต้นทางและของจุดปลายทางที่ยังเหลืออยู่ ให้เลือกช่องทางที่มีค่าใช้จ่ายต่ำที่สุด

5) กลับไป 2)

จากตัวอย่างตั้งผลผลิตเบื้องต้นด้วยวิธี Least Cost Method ได้ดังนี้

โกดัง โรงงาน	1	2	3	4	จำนวนผลิต a_i
1	80 2	4	20 4	10	100
2	6	10	60 4	8	60
3	8	40 2	20 6	60 6	120
จำนวนต้องการ b_j	80	40	100	60	280

$$\begin{aligned}
\text{ค่าขนส่งรวม} &= (80 \times 2) + (20 \times 4) + (60 \times 4) + (40 \times 2) + (20 \times 6) + (60 \times 6) \\
&= 160 + 80 + 240 + 80 + 120 + 360 \\
&= 1,040 \text{ บาท}
\end{aligned}$$

การตรวจสอบและพัฒนาผลลัพธ์

ทำได้ 2 วิธี ดังนี้

1. Modified Distribution Method (MODI)
2. Stepping Stone Method

ในที่นี้จะอธิบายเฉพาะวิธี MODI

การตรวจสอบและพัฒนาผลลัพธ์ด้วยวิธี MODI

วิธี MODI มีขั้นตอนดังนี้

1) ตรวจสอบจำนวนตัวแปรมูลฐาน (basic variables) หรือจำนวนช่องที่มีตัวเลขให้เท่ากับ $m + n - 1$ ถ้าไม่เท่ากับ $m + n - 1$ แสดงว่าเกิดสภาพซ้อนสถานะ (Degeneracy) ขึ้น ให้ทำการเติมศูนย์ลงในช่องที่ไม่มีการจัดสรร ทั้งนี้เพื่อที่จะทำให้ตัวแปรมูลฐานมีจำนวนทั้งหมดเป็น $(m + n - 1)$ ตัว สำหรับการที่จะเติมศูนย์ลงในช่องว่างใดนั้น มีหลักว่าจะต้องเติมศูนย์ลงในช่องว่างที่จะทำให้การคำนวณสามารถดำเนินต่อไปจนได้ผลเฉลยที่เหมาะสมที่สุด

2) กำหนดให้ R_i เป็นตัวเลขประจำแถวอนที่ i

กำหนดให้ K_j เป็นตัวเลขประจำแถวตั้งที่ j

พิจารณาเฉพาะช่องที่มีตัวเลข แล้วคำนวณค่า R_i และ K_j จากสมการ

$$R_i + K_j = C_{ij} \quad \text{โดยกำหนดให้ } R_1 = 0$$

3) คำนวณค่าดัชนีพัฒนาการ (improvement index, E_{ij}) ของช่องว่างทุกช่องเพื่อตรวจสอบว่าถ้ามีการส่งสินค้าในช่องทางนั้นจะมีผลต่อค่าใช้จ่ายรวมในการขนส่งอย่างไร โดยใช้สมการ $E_{ij} = C_{ij} - R_i - K_j$

4) พิจารณาค่า E_{ij}

4.1 ถ้าค่า E_{ij} มากกว่าหรือเท่ากับศูนย์ ($E_{ij} \geq 0$) หมดทุกค่า แสดงว่าผลลัพธ์ที่มีอยู่เป็นผลเฉลยที่เหมาะสมที่สุดแล้ว ให้หยุดการคำนวณแล้วแสดงผลลัพธ์

4.2 ถ้ายังมีค่า E_{ij} บางค่าเป็นลบ ($E_{ij} < 0$) แสดงว่า ผลลัพธ์ที่มีอยู่นั้นสามารถพัฒนาให้ดีขึ้นได้ ให้เลือกช่องว่างที่มีค่า E_{ij} เป็นลบมากที่สุด เพื่อทำการจัดสรรสินค้าลงในช่องว่างนั้น

- 5) หาจำนวนหน่วยที่จะปรับปรุง โดยใช้วงจรปิด (closed loop)
- 6) ปรับปรุงตารางเพื่อพัฒนาผลลัพธ์ใหม่

จากตัวอย่างสมมติว่าตั้งผลลัพธ์เบื้องต้นด้วยวิธี Northwest Corner Method และนำวิธี MODI มาทำการตรวจสอบและพัฒนาผลลัพธ์ ได้ดังนี้

ตารางผลลัพธ์เบื้องต้นด้วยวิธี Northwest Corner Method ดังที่เคยแสดงในตัวอย่างเป็นดังนี้

โกดัง \ โรงงาน	1	2	3	4	จำนวนผลิต a_i
1	80 2	20 4	4	10	100
2	6	20 10	40 4	8	60
3	8	2	60 6	60 6	120
จำนวนต้องการ b_j	80	40	100	60	280

แสดงขั้นตอนของการนำวิธี MODI มาตรวจสอบและพัฒนาหาผลลัพธ์ ได้ดังนี้

ตาราง 1

โกดัง \ โรงงาน	1	2	3	4	จำนวนผลิต a_i	R_i
1	80 2	20 4	4	10	100	0
2	6	20 10	+ 40 4	8	60	6
3	8	+ 2	60 6	60 6	120	8
จำนวนต้องการ b_j	80	40	100	60	280	
K_j	2	4	-2	-2		

$$\begin{aligned}
 E_{13} &= 4 - 0 - (-2) = 6 \\
 E_{14} &= 10 - 0 - (-2) = 12 \\
 E_{21} &= 6 - 6 - 2 = -2 \\
 E_{24} &= 8 - 6 - (-2) = 4 \\
 E_{31} &= 8 - 8 - 2 = -2 \\
 E_{32} &= 2 - 8 - 4 = -10^*
 \end{aligned}$$

ปรับปรุงตาราง I ที่ช่อง (3,2) ด้วยจำนวน 20

ตาราง II

โกดัง โรงงาน	1	2	3	4	จำนวนผลิต a_i	R_i
1	80 2	20 4	4	10	100	0
2	6	10	60 4	8	60	-4
3	8	20 + 2	- 40 6	60 6	120	-2
จำนวนต้องการ b_j	80	40	100	60	280	
K_j	2	4	8	8		

$$\begin{aligned}
 E_{13} &= 4 - 0 - 8 = -4^* \\
 E_{14} &= 10 - 0 - 8 = 2 \\
 E_{21} &= 6 - (-4) - 2 = 8 \\
 E_{22} &= 10 - (-4) - 4 = 10 \\
 E_{24} &= 8 - (-4) - 8 = 4 \\
 E_{31} &= 8 - (-2) - 2 = 8
 \end{aligned}$$

ปรับปรุงตาราง II ที่ช่อง (1,3) ด้วยจำนวน 20

ตาราง III

โกดัง โรงงาน	1	2	3	4	จำนวนผลิต a_i	R_i		
1	80	2	4	20	4	10	100	0
2		6	10	60	4	8	60	0
3		8	40	2	20	6	60	6
จำนวนต้องการ b_j	80	40	100	60			280	
K_j	2	0	4	4				

$$E_{12} = 4 - 0 - 0 = 4$$

$$E_{14} = 10 - 0 - 4 = 6$$

$$E_{21} = 6 - 0 - 2 = 4$$

$$E_{22} = 10 - 0 - 0 = 10$$

$$E_{24} = 8 - 0 - 4 = 4$$

$$E_{31} = 8 - 2 - 2 = 4$$

$E_{ij} \geq 0$ ทุกตัวแล้ว แสดงว่าตาราง III ให้คำตอบที่ดีที่สุดแล้ว ดังนี้

โรงงานที่ 1 ส่งสินค้าไปโกดังที่ 1 จำนวน 80 หน่วย ค่าใช้จ่ายในการขนส่ง = 160 บาท

โรงงานที่ 1 ส่งสินค้าไปโกดังที่ 3 จำนวน 20 หน่วย ค่าใช้จ่ายในการขนส่ง = 80 บาท

โรงงานที่ 2 ส่งสินค้าไปโกดังที่ 3 จำนวน 60 หน่วย ค่าใช้จ่ายในการขนส่ง = 240 บาท

โรงงานที่ 3 ส่งสินค้าไปโกดังที่ 2 จำนวน 40 หน่วย ค่าใช้จ่ายในการขนส่ง = 80 บาท

โรงงานที่ 3 ส่งสินค้าไปโกดังที่ 3 จำนวน 20 หน่วย ค่าใช้จ่ายในการขนส่ง = 120 บาท

โรงงานที่ 3 ส่งสินค้าไปโกดังที่ 4 จำนวน 60 หน่วย ค่าใช้จ่ายในการขนส่ง = 360 บาท

∴ ค่าขนส่งรวมต่ำสุด 1,040 บาท

การแก้ปัญหาในกรณีผลเฉลยเหมาะที่สุดมีหลายผลลัพธ์

สังเกตได้จากค่า E_{ij} ถ้าในตารางผลเฉลยเหมาะที่สุดมีค่า E_{ij} ของช่องทางใดเท่ากับ 0 แสดงว่าผลเฉลยเหมาะที่สุดมีหลายผลลัพธ์ ถ้าต้องการทราบผลลัพธ์ชุดใหม่ทำได้โดยการปรับปรุงช่องทางที่มีค่า $E_{ij} = 0$ จะได้ผลลัพธ์ชุดใหม่ซึ่งมีการจัดสรรที่เปลี่ยนไป แต่มีค่าใช้จ่ายรวมในการขนส่งคงเดิม

ตัวอย่าง 8

บริษัทผู้ผลิตแห่งหนึ่งมีโรงงานผลิต 2 แห่งทำการผลิตและส่งสินค้าไปยังคลังสินค้า 3 แห่ง มีการคำนวณผลลัพธ์เบื้องต้นตามตาราง I ต่อไปนี้

วิธีทำ

ตาราง I

โกดัง โรงงาน	1	2	3	a_i	R_i
1	40 14	60 12	22	100	0
2	16	20 18	180 24	200	6
b_j	40	80	180	300	
K_j	14	12	18		

$$E_{13} = 22 - 0 - 18 = 4$$

$$E_{21} = 16 - 6 - 14 = -4^*$$

ผลลัพธ์ชุดนี้ยังมีค่า E_{ij} บางตัวเป็นลบอยู่ แสดงว่าสามารถพัฒนาผลลัพธ์ให้ดีขึ้นได้ เลือกปรับปรุงช่องว่างที่ (2,1) ด้วยจำนวน 20 หน่วย ได้ผลลัพธ์ชุดใหม่ ดังนี้

ตาราง II

โกดัง โรงงาน	1	2	3	a_i	R_i
1	20 | 14	80 | 12	22	100	0
2	20 | 16	18	180 | 24	200	2
b_j	40	80	180	300	
K_j	14	12	22		

$$E_{13} = 22 - 0 - 22 = 0$$

$$E_{22} = 18 - 2 - 12 = 4$$

ผลลัพธ์ข้างต้นให้ค่า E_{ij} ทุกตัวเป็น + และ 0 แสดงว่าผลลัพธ์ชุดนี้เป็นผลเฉลยที่เหมาะสมที่สุดแล้ว : แสดงการจัดสรรสินค้าได้ดังนี้

โรงงานที่ 1 ส่งสินค้าไปคลังสินค้าที่ 1 จำนวน 20 หน่วย

โรงงานที่ 1 ส่งสินค้าไปคลังสินค้าที่ 2 จำนวน 80 หน่วย

โรงงานที่ 2 ส่งสินค้าไปคลังสินค้าที่ 1 จำนวน 20 หน่วย

โรงงานที่ 2 ส่งสินค้าไปคลังสินค้าที่ 3 จำนวน 180 หน่วย

$$\text{รวมเป็นค่าใช้จ่ายทั้งสิ้น } 14(20) + 12(18) + 16(20) + 24(180) = 5,880 \text{ บาท}$$

สังเกตว่าผลลัพธ์ข้างต้นมีค่า $E_{13} = 0$ แสดงว่าถ้ามีการปรับปรุงผลลัพธ์ชุดที่ 2 โดยจัดสรรสินค้าลงในช่องว่างที่ (1,3) จะไม่ทำให้ค่าใช้จ่ายรวมเปลี่ยนแปลงไป นั่นคือ มีทางเลือกในการจัดสรร สินค้าได้อีกทางหนึ่ง ซึ่งมีค่าใช้จ่ายรวมที่ต่ำที่สุดเท่ากัน สามารถแสดงการจัดสรรอีกทางหนึ่งได้โดย ปรับปรุงช่องว่างที่ (1,3) จำนวน 20 หน่วย ได้ผลลัพธ์อีกชุดหนึ่งดังนี้

ตาราง III

โกดัง โรงงาน	1	2	3	a_i	R_i
1	14	80 | 12	20 | 22	100	0
2	40 | 16	18	160 | 24	200	2
b_j	40	80	180	300	
K_j	14	12	22		

$$E_{11} = 14 - 0 - 14 = 0$$

$$E_{22} = 18 - 2 - 12 = 4$$

การจัดสรรสินค้าอีกอย่างหนึ่งที่บริษัททำได้ คือ

โรงงานที่ 1 ส่งสินค้าไปคลังสินค้าที่ 2 จำนวน 80 หน่วย

โรงงานที่ 1 ส่งสินค้าไปคลังสินค้าที่ 3 จำนวน 20 หน่วย

โรงงานที่ 2 ส่งสินค้าไปคลังสินค้าที่ 1 จำนวน 40 หน่วย

โรงงานที่ 2 ส่งสินค้าไปคลังสินค้าที่ 3 จำนวน 160 หน่วย

รวมเป็นค่าใช้จ่ายทั้งสิ้น $12(80) + 22(20) + 16(40) + 24(160) = 5,880$ บาท

จะเห็นได้ว่าจากตาราง III ซึ่งเป็นผลลัพธ์รอบที่ 3 หรือเป็นผลเฉลยที่เหมาะสมที่สุดที่ 2 นั้นยังมีค่า E_{ij} เป็น 0 ซึ่งก็คือ $E_{11} = 0$ แสดงว่าถ้าเราทำการปรับปรุงช่องว่าง (1,1) ก็จะทำให้ได้วิธีการจัดสรรการขนส่งที่ทำให้เกิดค่าใช้จ่ายในการขนส่งต่ำที่สุดเช่นเดียวกัน ซึ่งในที่นี้จะทำให้การปรับปรุงช่องว่าง (1,1) ได้ดังนี้

ตาราง IV

โกดัง โรงงาน	1	2	3	a_i
1	20 14	80 12	22	100
2	20 16	18	180 24	200
b_j	40	80	180	300

ถ้าเราพิจารณาราง IV จะเห็นได้ว่ามีลักษณะเหมือนตาราง II นั่นคือแสดงว่าผลลัพธ์รอบที่ 4 นี้คือผลเฉลยที่เหมาะสมที่สุดที่ 1 นั่นเอง ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า ปัญหาการขนส่งในตัวอย่างนี้มีวิธีการจัดสรรการขนส่งที่ดีที่สุด หรือให้ผลเฉลยที่เหมาะสมที่สุดคือก่อให้เกิดค่าใช้จ่ายในการขนส่งต่ำที่สุด ซึ่งคือ 5,800 บาท มีอยู่ 2 วิธี การจัดสรรการขนส่งในตาราง II หรือ IV เป็นวิธีที่ 1 และวิธีที่ 2 ในการจัดสรรการขนส่ง แสดงในตาราง III

ปัญหาการขนส่งที่มีลักษณะเป็นปัญหาหาค่าสูงสุด

การคำนวณปัญหาลักษณะนี้จะใช้การคำนวณเหมือนกรณีปัญหาหาค่าต่ำสุด โดยต้องเปลี่ยนข้อมูลรายได้ หรือกำไรให้เป็นต้นทุนค่าเสียโอกาส (opportunity cost) เสียก่อน ซึ่งทำได้โดย

- 1) เลือกกำไรต่อหน่วยที่สูงที่สุดในแถวอนที่ 1
- 2) คำนวณค่าเสียโอกาสในแถวอนที่ 1 โดยเอากำไรสูงสุดที่เลือกไว้เป็นตัวตั้ง และนำกำไรที่ได้รับจริงไปหักออก
- 3) หาค่าเสียโอกาสของแถวอนอื่น ๆ ที่เหลือ
- 4) ทำการตั้งผลลัพธ์เบื้องต้น และทำการตรวจสอบและพัฒนาผลลัพธ์ตามหลักการที่ได้กล่าวมาแล้ว

ตัวอย่าง 9

บริษัท เลิศภัณฑ์ จำกัด ทำการผลิตสินค้าชนิดหนึ่ง โดยมีโรงงานผลิต 2 แห่ง ผลิตและส่งสินค้าให้ลูกค้าประจำ 4 ราย

จำนวนสินค้าที่มีอยู่ของแต่ละโรงงานเป็นดังนี้ (หน่วย/เดือน)

โรงงาน A 10,000 หน่วย

โรงงาน B 6,000 หน่วย

ความต้องการของลูกค้าแต่ละรายเป็นดังนี้ (หน่วย/เดือน)

ลูกค้ารายที่ 1 5,000 หน่วย

ลูกค้ารายที่ 2 4,000 หน่วย

ลูกค้ารายที่ 3 3,000 หน่วย

ลูกค้ารายที่ 4 4,000 หน่วย

การขนส่งสินค้าจากโรงงานแต่ละแห่งไปยังลูกค้าแต่ละรายนอกจากจะมีค่าใช้จ่ายในการขนส่งออกแตกต่างกันแล้ว ต้นทุนในการผลิตสินค้าสำหรับโรงงานแต่ละแห่งก็แตกต่างกันด้วย ประกอบกับราคาขายที่บริษัท เลิศภัณฑ์ จำกัด ขายแก่ลูกค้าทั้ง 4 ราย ก็ต่างกันด้วย เป็นเหตุให้กำไรที่ได้จากการส่งสินค้าให้แก่ลูกค้าทั้ง 4 รายแตกต่างกันออกไปดังนี้

กำไรในการส่งสินค้า (บาท/หน่วย)

	ไปลูกค้า				
จากโรงงาน		1	2	3	4
A		20	60	40	80
B		10	60	30	100

บริษัท เลิศภัณฑ์ จำกัด ควรทำการจัดสรรการขนส่งอย่างไร จึงทำให้เกิดกำไรสูงสุด
วิธีทำ

จะเห็นได้ว่าปัญหาการขนส่งในตัวอย่างนี้เป็นปัญหาหาค่าสูงสุด ดังนั้นก่อนที่จะสร้างตารางการคำนวณ เราจะต้องทำการเปลี่ยนกำไรให้เป็นค่าเสียโอกาสเสียก่อน ซึ่งข้อมูลที่แสดงกำไรในตารางกำไรในการส่งสินค้า สามารถเปลี่ยนเป็นต้นทุนค่าเสียโอกาสได้ดังในตารางข้างล่างนี้

ต้นทุนค่าเสียโอกาส (บาท/หน่วย)

	ไปลูกค้า				
จากโรงงาน		1	2	3	4
A		60	20	40	0
B		90	40	70	0

เมื่อทำการเปลี่ยนกำไรเป็นต้นทุนค่าเสียโอกาสได้แล้ว ขั้นตอนต่อไปทำการสร้างตารางการคำนวณ แล้วทำการตั้งผลลัพธ์เบื้องต้น ในที่นี้จะทำการตั้งผลลัพธ์เบื้องต้นด้วยวิธีมุมพายัพ ได้ดังตารางต่อไปนี้

ผลลัพธ์เบื้องต้นด้วยวิธีมุมพายัพ

	ไปลูกค้า					
จากโรงงาน		1	2	3	4	a_i
A		5,000 ⁶⁰	4,000 ²⁰	1,000 ⁴⁰	0 ⁰	10,000
B		90	40	2,000 ⁷⁰	4,000 ⁰	6,000
b_j		5,000	4,000	3,000	4,000	16,000

เมื่อได้ตั้งผลลัพธ์เบื้องต้นแล้ว ขั้นตอนต่อไปก็ทำการตรวจสอบและพัฒนาผลลัพธ์ซึ่งทำได้ตามขั้นตอนต่าง ๆ ที่ได้ศึกษามาแล้ว เพราะฉะนั้นในที่นี้ให้ท่านลองทำดู ถ้าท่านทำถูกต้องจะได้ผลเฉลยเหมาะที่สุดดังตารางข้างล่าง

ผลเฉลยเหมาะที่สุด

ไปลูกค้า จากโรงงาน	1	2	3	4	a_i	R_i
A	5,000 60	2,000 20	3,000 40	0	10,000	0
B	90	2,000 40	70	4,000 0	6,000	20
b_j	5,000	4,000	3,000	4,000	16,000	
K_j	60	20	40	-20		

$$E_{A4} = 0 - 0 - (-20) = +20$$

$$E_{B1} = 90 - 20 - 60 = +10$$

$$E_{B3} = 70 - 20 - 40 = +10$$

จะเห็นว่าเมื่อทำการตรวจสอบผลลัพธ์ในตารางข้างบน พบว่าค่า E_{ij} เป็นบวกหมดทุกค่า นั่นแสดงว่าตารางข้างบนเป็นผลเฉลยเหมาะที่สุดนั่นเอง

ตารางผลเฉลยเหมาะที่สุด สรุปได้ว่าการจัดสรรการขนส่งที่ดีที่สุดที่ทำให้เกิดกำไรสูงสุดเป็นดังนี้

ขนส่งจากโรงงาน A ไปยังลูกค้า 1 5,000 หน่วย กำไรจากการส่งสินค้าเป็น

$$5,000 \times 20 = 100,000 \text{ บาท}$$

ขนส่งจากโรงงาน A ไปยังลูกค้า 2 2,000 หน่วย กำไรจากการส่งสินค้าเป็น

$$2,000 \times 60 = 120,000 \text{ บาท}$$

ขนส่งจากโรงงาน A ไปยังลูกค้า 3 3,000 หน่วย กำไรจากการส่งสินค้าเป็น

$$3,000 \times 40 = 120,000 \text{ บาท}$$

ขนส่งจากโรงงาน B ไปยังลูกค้า 2 2,000 หน่วย กำไรจากการส่งสินค้าเป็น

$$2,000 \times 60 = 120,000 \text{ บาท}$$

ขนส่งจากโรงงาน B ไปยังลูกค้า 4 4,000 หน่วย กำไรจากการส่งสินค้าเป็น

$$4,000 \times 100 = 400,000 \text{ บาท}$$

$$\text{รวมกำไรจากการส่งสินค้า} = 860,000 \text{ บาท}$$

มีข้อสังเกตว่าในการคำนวณหากำไรจากการส่งสินค้าจากจุดต้นทางไปยังจุดปลายทาง นั้นให้เอาปริมาณการขนส่งคูณด้วยกำไรในการส่งสินค้าต่อหน่วย ไม่ใช่เอาปริมาณการขนส่งคูณด้วยต้นทุนค่าเสียโอกาสในตารางผลเฉลยเหมาะสมที่สุด ซึ่งใช้ต้นทุนค่าเสียโอกาสในการคำนวณ