บทที่ 2
หลักการและทฤษฎี

โดยปกติแล้วการวัดความก้าวหน้าขององค์กรอาจวัดได้จากผลกำไรที่เกิดขึ้น หรืออาจวัดจากประสิทธิภาพโดยการเปรียบเทียบปัจจัยนำออกที่ได้กับปัจจัยนำเข้าที่ใช้ของการเดินรถประจำทางของจังหวัดพิษณุโลก(รถบัสสีเทา ปอ.12) ด้วยเหตุนี้คณะผู้จัดทำโครงงานจึงได้นำเอา "การวิเคราะห์กรอบข้อมูล" (Data Envelopment Analysis; DEA) เข้ามาเป็นเครื่องมือวัดประสิทธิภาพของการเดินรถประจำทางของจังหวัดพิษณุโลก (รถบัสสีเทา ปอ.12) ของจังหวัดพิษณุโลก ซึ่งการใช้ DEA ในการวัดประสิทธิภาพประจำทางสาย ปอ.12 (รถเมล์สีเทา รถเมล์บ้านเรา) มีหลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องดังต่อไปนี้

2.1 ประวัติ

บริษัท พิษณุโลกบริการ จำกัด ได้ถือกำเนิดขึ้น เมื่อวันที่ 16 เมษายน พ.ศ. 2506 โดยคณะบุคคลคณะหนึ่งได้ ชื่อ คณะ 10 อาสา ซึ่งเห็นพ้องต้องกันว่า เมืองพิษณุโลก ควรจะมีการเดินรถยนต์รับส่งผู้โดยสาร ซึ่งนายอรุณ ภักดิ์ประไพ ซึ่งดำรงตำแหน่งนายกเทศมนตรีก็รวมอยู่ในคณะนี้ด้วยผู้หนึ่ง ได้จดทะเบียนตั้งเป็นบริษัทพิษณุโลกบริการ จำกัด ก่อนที่จะมีขนส่งจังหวัดพิษณุโลก บริษัทได้จัดซื้อรถ ซึ่งทำจากประเทศอิตาลี จากบริษัทกรรณสูต จำกัด ต่อมาบริษัทกรรณสูต ฟ้องยึดทรัพย์สิน นายอรุณ ภักดิ์ประไพ ซึ่งผู้ค้ำประกันตามสัญญา นายอรุณ ต้องจำยอมหาเงินผ่อนส่งให้บริษัทกรรณสูตอยู่เป็นเวลานานมากจนครบถ้วน บริษัทพิษณุโลกบริการจึงตกเป็นของนายอรุณและครอบครัว ดำเนินการต่อมา พอดีกับที่นายอรุณสุดสิ้นสมัยการเป็นนายกเทศมนตรีตามวาระจึงออกมาดำเนินการเป็นช่างซ่อมรถเมล์เอง ต่อตัวถังเอง และได้จัดซื้อรถโตโยต้าเล็กผ่อนส่งต่อมาจากนายทองอยู่ ว่องเรืองอรุณ ขนส่งจังหวัดซึ่งย้ายมาเป็นขนส่งจังหวัดพิษณุโลก ได้แนะนำหลายสิ่งหลายประการ ทั้งให้การควบคุมแลการเดินรถ จนเจริญก้าวหน้ายิ่งขึ้น หลังสุด เมื่อ พ.ศ. 2534 ท่านได้แนะนำให้ทดลองเดินรถปรับอากาศประจำทาง ซึ่งไม่เคยมีเดินในเขตเทศบาลใดทั่วประเทศยกเว้น ขสมก. ในกรุงเทพมหานคร บริษัทฯ เห็นชอบด้วยที่จะแยกผู้โดยสารที่มีรายได้ปานกลางให้สามารถขึ้นรถเมล์ปรับอากาศ ซึ่งจะมีความสะดวกสบายและไม่มีการให้ต้องยืน เพื่อที่ผู้โดยสารจะได้ไม่ต้องขับรถส่วนตัวไปจอดตามบริเวณ เป็นการกีดขวางทางจราจร เพราะปัจจุบันในเขตเทศบาลเริ่มมีรถติดแล้ว ทั้งผู้โดยสารยังไม่ต้องเสียค่าจอดรถ และประหยัดน้ำมันและคนขับรถด้วย บริษัทพิษณุโลกบริการจำกัด จึงได้จัดเดินรถปรับอากาศประจำทาง ได้ผลดีตลอดมา จนถึงทุกวันนี้

2.2 ประสิทธิภาพ (Efficiency)

ประสิทธิภาพ (Efficiency) หมายถึง การเปรียบเทียบทรัพยากรที่ใช้ไปกับผลที่ได้จากการดำเนินงานว่าดีขึ้นอย่างไร แค่ไหน ในขณะที่กำลังดำเนินการตามเป้าหมาย หรือการกระทำใด ๆ ที่ให้ผลอย่างประหยัด กล่าวคือ เป็นการนำทรัพยากรที่มีอยู่ไปใช้ให้ได้ผลอย่างคุ้มค่า

การวัดประสิทธิภาพหรือผลิตภาพ วัดจากอัตราส่วนของผลผลิตต่อสิ่งที่นำเข้า (output & input)โดยสมมติฐานว่าปัจจัยอื่นคงที่หรือเท่ากัน ค่าอัตราส่วนนี้มีมากก็แสดงว่ามีการใช้วัตถุดิบหรือสิ่งนำเข้า(input) อย่างมีประสิทธิภาพ (สมลักษณ์ สันติโรจนกุล 2542).

$$\text{Efficiency} = \text{Output} / \text{Input} \qquad (2.1)$$

โดยความหมาย Output จะอยู่ในรูปของพลังงานหรืองานที่ได้ ส่วน Input จะอยู่ในรูปของพลังงานหรืองานที่ป้อนเข้าไปด้วยเช่นกัน การออกแบบทางวิศวกรรมที่ดีจึงเป็นการออกแบบที่ Input ต้องใกล้เคียงกับ Output ให้มากที่สุด คือ ให้ Loss หรือความสูญเสียในระบบน้อยที่สุด ค่าที่ใช้วัดประสิทธิภาพจะมีค่าต่ำกว่า 100% เสมอ

2.3 การวิเคราะห์กรอบข้อมูล (Data Envelopment Analysis; DEA)

การวิเคราะห์แบบ Data Envelopment Analysis (DEA) เป็นวิธีการวัดประสิทธิภาพระหว่างองค์กรในด้านต่าง ๆ เป็นการวิเคราะห์ทางสถิติที่ไม่ใช้พารามิเตอร์ (Non-Parametric Statistics) ซึ่งไม่จำเป็นต้องทราบลักษณะของประชากร ไม่ต้องกำหนดบริเวณวิกฤตและข้อตกลงเกี่ยวกับความคลาดเคลื่อน/สุ่ม (Random Error) การวัดประสิทธิภาพสามารถเปลี่ยนแปลงได้ตามระยะเวลาและไม่ต้องกำหนดการแจกแจง (Distribution) ระหว่างผลผลิตและปัจจัยการนำเข้าและใช้หลักการทางเศรษฐศาสตร์อธิบายผลลัพธ์ที่ได้จากตัวแบบ (ประสพชัย พสุนนท์, 2548).

เนื่องจาก DEA สามารถทำการวัดประสิทธิภาพขององค์กร โดยพิจารณาปัจจัยนำเข้า (Inputs) และผลผลิต (Outputs) ที่เป็นตัวแปรเชิงคุณภาพ (Quanlitative variable) และเชิงปริมาณ (Quantitative variables) ได้หลายปัจจัยในคราวเดียวกัน โดยใช้เทคนิคโปรแกรมเชิงเส้นคณิตศาสตร์ (Mathematical Programming) ซึ่งทำให้สามารถวิเคราะห์ความมีประสิทธิภาพหรือการด้อยประสิทธิภาพในการใช้ทรัพยากรที่มีอยู่และผลผลิตที่ได้ ในโครงงานวิจัยนี้ได้เลือกใช้โปรแกรม LINDO ในการวัดประสิทธิภาพ นอกจากนี้ยังสามารถหาสาเหตุของการด้อยประสิทธิภาพ (Inefficiency) ซึ่งสามารถใช้เป็นข้อมูลในการปรับปรุงประสิทธิภาพขององค์กร

2.3.1 ขั้นตอนในการวัดประสิทธิภาพเชิงสัมพัทธ์ด้วยวิธี DEA

2.3.1.1 คำจำกัดความ (Definition) และคัดเลือกหน่วยงาน (Decision Making Unit ; DMUs) ที่จะศึกษา

DEA เป็นเทคนิคสำหรับประเมินประสิทธิภาพเชิงสัมพัทธ์ของกลุ่มหน่วยงานที่ถูกเลือกมาเปรียบเทียบกันนั่นหมายความว่าสมมติฐานขั้นต้นประการแรก คือ กลุ่มของหน่วยงานที่คัดเลือกขึ้นมานั้นต้องมีลักษณะที่ประกอบด้วยองค์ประกอบต่างๆที่คล้ายกัน (Homogeneous set of units) นั่นหมายความว่า

ก. ต้องเป็นหน่วยงานที่แสดงถึงการทำงานที่เหมือนกัน มีวัตถุประสงค์คล้ายคลึงกัน

ข. ต้องเป็นหน่วยที่ตั้งอยู่ภายใต้เงื่อนไขทางการตลาดที่เหมือนกัน (Market condition)

ค. ปัจจัยนำเข้าและผลผลิต ในทุกหน่วยงานต้องมีลักษณะเดียวกัน จะแตกต่างกันเฉพาะด้านขนาดหรือปริมาณเท่านั้น

ขั้นตอนต่อไปก็เป็นการหาขนาดของกลุ่มหน่วยงาน หรือจำนวนหน่วยงานภายในกลุ่มที่จะนำมาเปรียบเทียบกัน จากพื้นฐานทางสถิติ จำนวนหน่วยงานในกลุ่มควรมีปริมาณมากๆเพราะการที่จำนวนประชากรที่นำมาทำการศึกษามาก จะทำให้ข้อมูลมีความน่าเชื่อถือมากขึ้น และขณะเดียวกันยิ่งจำนวนหน่วยงานในกลุ่มมีมากเท่าไร ก็จะทำให้ปัจจัยนำเข้าและและผลผลิตมีมาก ซึ่งก็จะช่วยให้เกิดความเด่นชัดในการจำแนกชนิดของปัจจัยได้ง่ายขึ้น และข้อมูลของปัจจัยที่จะนำเข้าไปใช้ในการวิเคราะห์ก็มากพอสำหรับความถูกต้อง ซึ่งการกำหนดขนาดกลุ่มจะอ้างอิงในการกำหนดขนาดของกลุ่มหน่วยงาน Rule of thumb ซึ่งกล่าวไว้ว่า จำนวนหน่วยงานในกลุ่มต้องมีอย่างน้อย 2 เท่าของจำนวนปัจจัยนำเข้า และผลผลิต

2.3.1.2 การเลือกปัจจัย (Selection of Factors)

การพิจารณาเลือกปัจจัยที่จะนำมาใช้ใน DEA ควรเริ่มต้นจากมุมมองที่กว้างที่สุดเท่าที่จะพอเป็นไปได้ แล้วพิจารณาคัดเลือกปัจจัยที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการดำเนินงานของหน่วยงาน ไม่ว่าจะเป็นปัจจัยด้านคุณภาพหรือเชิงปริมาณ ในขั้นตอนนี้จะได้ปัจจัยต่างๆ เป็นจำนวนมาก จากนั้นก็จะทำการคัดเลือกปัจจัยในขั้นตอนต่างๆ ไป เพื่อให้เหลือจำนวนปัจจัยที่เหมาะสม และเกี่ยวข้องกับประสิทธิภาพของหน่วยงานจริงๆ

2.3.2 ขั้นตอนการคัดเลือกปัจจัย

2.3.2.1 ขั้นตอนที่ 1 : ในขั้นตอนนี้จะทำการลดจำนวนปัจจัยที่คัดเลือกมา โดยจะทำการตรวจสอบปัจจัยโดยผู้เชี่ยวชาญในการปฏิบัติงานของหน่วยงาน โดยหลักสำคัญในการพิจารณาปัจจัย มีดังนี้

ก. ปัจจัยเกี่ยวข้องหรือสนับสนุนต่อวัตถุประสงค์ของการวัดประสิทธิภาพแค่ไหน

ข. ปัจจัยนำมาซึ่งข้อมูลที่เชื่อถือได้หรือไม่

ค. ปัจจัยมีองค์ประกอบที่เป็นอุปสรรคต่อการวัดประสิทธิภาพหรือไม่

ง. ข้อมูลของแต่ละปัจจัยมีประโยชน์ต่อการวัดประสิทธิภาพและน่าเชื่อถือเพียงใด

2.3.2.2 ขั้นตอนที่ 2 : ในขั้นตอนนี้เริ่มต้นด้วยการกำหนดหน่วยให้กับแต่ละปัจจัยที่สามารถวัดค่าออกมาได้ เช่น บางปัจจัยอาจวัดค่าออกมาในรูปของดอลล่าร์ บางปัจจัยวัดออกมาในหน่วยของจำนวนคน เป็นต้น

วิธีการ DEA เป็นวิธีการวัดประสิทธิภาพเชิงสัมพัทธ์ โดยการประมาณค่าฟังก์ชันการผลิตซึ่งแทนด้วย ผลผลิตที่ผลิตออกมาได้มากที่สุด จากทรัพยากรนำเข้าที่มีอยู่

$$Max_{\mu,\nu} \quad h_k = \frac{\sum_{r=1}^{s} \mu_r y_{r0}}{\sum_{i=1}^{m} v_i x_{i0}} \tag{2.2}$$

Subject to

$$1 \geq \frac{\sum_{r=1}^{s} \mu_r y_{rj}}{\sum_{i=1}^{m} v_i x_{ij}}, \; j = 1,..., n \tag{2.3}$$

$$\mu_r, v_i \geq 0 \qquad \forall r, i$$

โดยที่ x_{ij} = ปริมาณ input ที่ i ของ DMU ที่ j

y_{ij} = ปริมาณ output ที่ r ของ DMU ที่ j

S_i , δ_r = slacks ของ input i และ output r ตามลำดับ

μ_r , v_i = สัมประสิทธิ์ที่แท้จริงสำหรับ output r และ input i ตามลำดับ

h_k = ประสิทธิภาพเชิงสัมพัทธ์ของ DMU_k

n = จำนวนของหน่วยผลิต

s = จำนวนของผลผลิต

2.4 LINDO (Linear, INteractive, and Discrete Optimizer)

2.4.1 "LINDO"

เป็นโปรแกรมที่อำนวยความสะดวก และมีสมรรถภาพสูง ซึ่งช่วยสำหรับการแก้ปัญหาโปรแกรมเชิงเส้น จำนวนเต็ม และสมการเลขยกกำลัง ปัญหานี้เกิดขึ้นในทางธุรกิจอุตสาหกรรม การวิจัย และองค์กรรัฐบาล ส่วนที่เกี่ยวข้องโดยเฉพาะ ส่วนที่ผ่านการทดสอบจาก LINDO แล้ว จะเป็นประโยชน์อย่างยิ่ง เช่น การกระจายผลผลิต ส่วนผสมที่กลมกลืน การผลิต และรายละเอียดส่วนบุคคล การจัดการประดิษฐ์ เป็นต้น

ปรัชญาของ LINDO มีอยู่ว่าถ้าผู้ใช้ต้องการทำบางสิ่งบางอย่าง โดยง่ายๆ นั้น ก็ไม่ควรจะเริ่มจัดการในขนาดใหญ่ หรือใช้ทุนมากจนเกินไป แต่ให้เรียนรู้ลักษณะเฉพาะที่จำเป็นของ LINDO

ตัวอย่างเช่น

$$\textit{Maximize} \quad 2x + 3y \tag{2.4}$$

$$\textit{Subject to} \quad 4x + 3y < 10 \tag{2.5}$$

$$3x + 5y < 12 \tag{2.6}$$

LINDO จะถูกนำมาใช้จัดการในอุตสาหกรรมเชิงเส้น จำนวนเต็ม และเลขยกกำลังในเครื่องจักรขนาดใหญ่ มันจะถูกนำมาใช้จัดการปัญหาซึ่งมากถึง 50,000 หน่วยควบคุม และสามารถผันแปรได้ถึง 200,000 หน่วยควบคุม

มีพื้นฐานสำหรับการใช้โปรแกรม LINDO สำหรับโจทย์ขนาดเล็กไปจนถึงขนาดกลาง โปรแกรม LINDO เข้าใจง่าย ใช้สัมพันธ์กันจากคีย์บอร์ด โดยการใส่ตัวอย่าง (แบบโครงสร้าง) ค่อนข้างง่าย และยังสามารถใช้ LINDO กับการสร้างไฟล์ในที่ไหนก็ได้อีกด้วย ซึ่งประกอบด้วย การร่างคำสั่ง และใส่ข้อมูล จากนั้นก็สร้างไฟล์ สำหรับบันทึกจุดประสงค์สุดท้ายโปรแกรมย่อยที่สร้างขึ้น ก็จะเชื่อมตรงกับ LINDO จากการรวมโปรแกรมประกอบด้วยรหัสของคุณ และการเก็บรวบรวมโปรแกรมที่ดีที่สุดใน LINDO

2.4.2 การโปรแกรมเชิงเส้น (Linear Programming)

การโปรแกรมเชิงเส้น (Linear Programming) เป็นเทคนิคเชิงปริมาณที่มีลักษณะเป็นตัวแบบทางคณิตศาสตร์ ที่สร้างขึ้นแทนปัญหาที่เกิดขึ้น เพื่อหาแนวทางในการแก้ปัญหาที่ดีที่สุดตามเป้าหมายที่ตั้งไว้ และสอดคล้องกับเงื่อนไขที่มีอยู่ในปัญหานั้นโดยที่ความสัมพันธ์ของตัวแปรต่างๆ ในเป้าหมายและในเงื่อนไขของปัญหาจะอยู่ในรูปเส้นตรง

การโปรแกรมเชิงเส้นส่วนใหญ่จะนำไปใช้เกี่ยวกับปัญหาด้านการจัดสรรทรัพยากรที่มีอยู่อย่างจำกัด เช่น เครื่องจักร วัตถุดิบ แรงงาน คน เป็นต้น โดยมีจุดมุ่งหมายที่จะจัดสรรทรัพยากรเหล่านี้ให้เกิดประโยชน์สูงสุด อาจเป็นกำไรสูงสุดหรือค่าใช้จ่ายต่ำสุด

ตัวแบบการโปรแกรมเชิงเส้น สามารถนำไปประยุกต์กับปัญหาได้หลายลักษณะ เช่น ปัญหาการวางแผนการผลิต การจัดสรรงบประมาณ การขนส่งสินค้า การจัดคนเข้าทำงาน เป็นต้น

2.4.3 **โครงสร้างของการโปรแกรมเชิงเส้น**

2.4.3.1 ตัวแปรที่ต้องตัดสินใจ (Decision variables) เป็นสิ่งที่ต้องการหาผลลัพธ์ โดยปกติจะกำหนดเป็นตัวอักษรตัวใหญ่ เช่น กำหนดให้

ให้ X1 แทนปริมาณการผลิตสินค้าชนิดที่ 1

X2 แทนปริมาณการผลิตสินค้าชนิดที่ 2

X3 แทนปริมาณการผลิตสินค้าชนิดที่ 3

2.4.3.2 ฟังก์ชันเป้าหมาย (Objective function) เป็นเป้าหมายที่เราต้องการ ซึ่งมีเพียง วัตถุประสงค์เดียวต่อ 1 ปัญหา ฟังก์ชันเป้าหมายอาจอยู่ในรูปของการหาค่าสูงสุด (maximize) เช่น กำไรสูงสุด ยอดขายสูงสุด หรืออาจอยู่ในรูปของการหาค่าต่ำสุด (minimize) เช่น ต้นทุนต่ำสุด เวลาน้อยที่สุด เป็นต้น

รูปแบบของฟังก์ชันเป้าหมาย

1. maximize $Z = C1X1 + C2X2 + \ldots + CnXn$ (2.7)

หรือ 2. minimize $Z = C1X1 + C2X2 + \ldots + CnXn$ (2.8)

โดยให้ Z = ผลรวมของฟังก์ชันเป้าหมาย

Cj = สัมประสิทธิ์ของตัวแปรตัวที่ j ปกติจะหมายถึงกำไรต่อหน่วย (กรณี maximize) หรือ ต้นทุนต่อหน่วย (กรณี minimize)

2.4.3.3 ข้อจำกัดของปัญหา (constraints) เป็นสมการหรืออสมการที่แสดงถึงขีดจำกัดของทรัพยากร ความต้องการ หรือเงื่อนไขต่าง ๆ ของปัญหา

รูปแบบของข้อจำกัด

$a_{11}X1 + a_{12}x2 + \ldots a_{1n}Xn$ ($\geq$ **หรือ** $\leq$ **หรือ** =) b1 (2.9)

$a_{21}X1 + a_{22}x2 + \ldots a_{2n}Xn$ ($\geq$ **หรือ** $\leq$ **หรือ** =) b2 (2.10)

: : : : :

$a_{m1}X1 + a_{m2}x2 + \ldots a_{mn}Xn$ ($\geq$ **หรือ** $\leq$ **หรือ** =) bm (2.11)

โดยที่ a_{ij} = สัมประสิทธิ์ของตัวแปรตัวที่ j ในข้อจำกัดข้อที่ i

bi = ค่าทางขวามือ (right hand side) ของข้อจำกัดที่ i

ค่า a_{ij} เป็นอัตราการใช้ทรัพยากร ขณะที่ bi เป็นค่าคงที่แสดงถึงจำนวนทรัพยากรที่มีอยู่ ส่วนเครื่องหมายของเงื่อนไขสามารถแสดงในรูปของ $\geq$ หรือ $\leq$ หรือ = โดยเลือกใช้ให้เหมาะสมกับเงื่อนไขของข้อจำกัดนั้น ๆ

2.4.3.4 ข้อจำกัดของตัวแปร (restriction) เป็นสมการหรืออสมการที่แสดงถึงเงื่อนไขของตัวแปร โดยปกติจะอยู่ในรูป $Xj \geq 0$ ทุกค่าของ j ; ซึ่งหมายความว่าค่าตัวแปรทุกตัวต้องไม่ติดลบ

ตัวแบบของการโปรแกรมเชิงเส้น

maximize (minimize) $Z = C1X1 + C2X2 + \ldots + CnXn$ (2.12)

subject to

$a_{11}X1 + a_{12}x2 + \ldots a_{1n}Xn$ ($\geq$ หรือ $\leq$ หรือ =) b1 (2.13)

$a_{21}X1 + a_{22}x2 + \ldots a_{2n}Xn$ ($\geq$ หรือ $\leq$ หรือ =) b2 (2.14)

: : : : :

$a_{m1}X1 + a_{m2}x2 + \ldots a_{mn}Xn$ ($\geq$ หรือ $\leq$ หรือ =) bm (2.15)

$X1 , X2 , \ldots , Xn \geq 0$

2.4.4 **การแก้ปัญหาโดยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ LINDO**

2.4.4.1 เข้าโปรแกรม LINDO

2.4.4.2 เขียนแบบจำลองเชิงเส้นลงในแผ่นงาน LINDO

โดยที่ ก. ระบุเป้าหมาย (max หรือ min)

ข. ข้อจำกัดของตัวแปรขึ้นด้วย constraints และต้องแยกเขียนทีละตัวแปร

ค. 1X จะหมายถึง1 คูณกับตัวแปร X ส่วน X1 จะหมายถึงตัวแปรที่มีชื่อว่า X1

ง. จบด้วยคำว่า end

```
maximize  18X1 + 10X2 + 12X3
subject to
          4X1 + 3X2 + 2X3 <= 400
          7X1 + 9X2 + 2X3 <= 800
          8X1 + 7X2 + 12X3 <= 1000
                    X1 >= 0
                    X2 >= 0
                    X3 >= 0
end
```

รูปที่ 2.1 แสดงการใช้งานโปรแกรม LINDO

2.4.4.3 การหาผลลัพธ์ให้คลิกที่ **X**

2.4.5 ผลลัพธ์จากโปรแกรม LINDO

OBJECTIVE FUNCTION VALUE

1) 1875.000

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
X1	87.500000	0.000000
X2	0.000000	3.875000
X3	25.000000	0.000000

ROW	SLACK OR SURPLUS	DUAL PRICES
2)	0.000000	3.750000
3)	137.500000	0.000000
4)	0.000000	0.375000
5)	87.500000	0.000000
6)	0.000000	0.000000
7)	25.000000	0.000000

RANGES IN WHICH THE BASIS IS UNCHANGED:

OBJ COEFFICIENT RANGES

VARIABLE	CURRENT COEF	ALLOWABLE INCREASE	ALLOWABLE DECREASE
X1	18.000000	6.000000	5.636364
X2	10.000000	3.875000	INFINITY
X3	12.000000	15.000000	3.000000

RIGHT HAND SIDE RANGES

ROW	CURRENT RHS	ALLOWABLE INCREASE	ALLOWABLE DECREASE
2	400.000000	64.705879	233.333328
3	800.000000	INFINITY	137.500000
4	1000.000000	1400.000000	200.000000
5	0.000000	87.500000	INFINITY
6	0.000000	0.000000	INFINITY
7	0.000000	25.000000	INFINITY

2.4.6 **การอ่านค่าผลลัพธ์ที่ได้จาก** LINDO

2.4.6.1 การอ่านค่าคำตอบหลัก

บริษัทควรผลิตสินค้าชนิดที่ 1 จำนวน 87.5 หน่วย (X1 = 87.5) และควรผลิตสินค้าชนิดที่ 3 จำนวน 25 หน่วย (X3 = 25) และไม่มีควรผลิตสินค้าชนิดที่ 2 (X2 = 0) ซึ่งจะทำให้บริษัทได้กำไรรวมสูงสุด 1,875 บาท (objective)

2.4.6.2 การอ่านค่าส่วนขยาฟ้าพย

ก. **การอ่านค่า** slack/surplus การผลิตตามแผนนี้ต้องใช้วัตถุดิบ A และ C จนหมด (slack/surplus = 0) แต่จะเหลือวัตถุดิบ B จำนวน 137.5 ชิ้น

ข. **การอ่านค่า** dual prices **ถ้าบริษัทสามารถหาวัตถุดิบ A มาเพิ่มได้อีก 1 ชิ้น จะทำให้กำไรรวมเพิ่มขึ้น** 3.75 บาท **และถ้าบริษัทสามารถหาวัตถุดิบ C มาเพิ่มได้อีก 1 ชิ้น จะทำให้กำไรรวมเพิ่มขึ้น** 0.375 บาท

ค. **การอ่านค่า** reduced cost **ถ้าบริษัทผลิตสินค้าชนิดที่ 2 จำนวน 1 หน่วย จะทำให้กำไรรวมลดลง** 3.875 บาท

2.4.7 การวิเคราะห์ความไว (sensitivity analysis)

การวิเคราะห์ความไว หมายถึง การวิเคราะห์เมื่อเกิดการเปลี่ยนแปลงของค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ในการผลิต ว่าจะส่งผลต่อคำตอบของผลลัพธ์อย่างไร เช่น เมื่อวัตถุดิบ A ลดลงจาก 400 ชิ้น เหลือ 300 ชิ้น จะส่งผลต่อแผนการผลิตอย่างไร หรือ ถ้ากำไรต่อหน่วยของสินค้าชนิดที่ 1 ลดลง 3 บาท จะส่งผลต่อแผนการผลิตอย่างไร เป็นต้น โดยการวิเคราะห์ความไวจะได้จากการวิเคราะห์ในส่วนต่าง ๆ ดังนี้

2.4.7.1 objective coefficient ranges จะเป็นส่วนที่แสดงช่วงหรือพิสัย (range) ของสัมประสิทธิ์ของตัวแปรต่าง ๆ ในฟังก์ชันเป้าหมาย เพื่อช่วยในการวิเคราะห์ว่าถ้าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรเหล่านั้นในฟังก์ชันเป้าหมายเปลี่ยนแปลงในช่วงดังกล่าวแล้ว แผนการผลิตสินค้าแต่ละชนิดจะคงเดิม

จาก LINDO สินค้าชนิดที่ 1 กำไรต่อหน่วยคือ 18 บาท สามารถเพิ่มขึ้นได้ 6 บาท และสามารถลดลงได้ 5.636364 บาท ดังนั้น ช่วงกำไรของสินค้าชนิดที่ 1 สามารถเปลี่ยนแปลงในช่วง 12.3636 – 24.00 บาท ในทำนองเดียวกันจะได้ว่า

สินค้าชนิดที่ 2 กำไรสามารถเปลี่ยนแปลงในช่วง - ∞ - 13.875 บาท

สินค้าชนิดที่ 3 กำไรสามารถเปลี่ยนแปลงในช่วง 9.00 - 27.00 บาท

เช่น ถ้ามีการเปลี่ยนแปลงผลกำไรของสินค้าชนิดที่ 3 จากเดิม ได้กำไรหน่วยละ 12 บาท เป็นได้กำไรหน่วยละ 10 บาท (การเปลี่ยนแปลงอยู่ในช่วง 9.00 - 27.00) คำตอบที่ได้จะคงเดิม นั่นคือ สัดส่วนการผลิตจะเป็น X1 = 87.5 และ X2 = 25 คงเดิม แต่จะทำให้ผลกำไรรวม (objective) เปลี่ยนเป็น 1,825 บาท เนื่องจากกำไรต่อหน่วยของสินค้าชนิดที่ 3 ลดลงหน่วยละ 2 บาท ทำให้กำไรรวมลดลง 1875 – 25(2) = 1825 บาท

ถ้าพิจารณาช่วงกำไรของสินค้าชนิดที่ 2 (-∞ - 13.875) นั่นหมายความว่า ถ้ากำไรต่อหน่วยของสินค้าชนิดที่ 2 อยู่ในช่วง - ∞ - 13.875 แผนการผลิตจะคงเดิม (X2 = 0) ดังนั้นการผลิตสินค้าชนิดที่ 2 จะเกิดขึ้นก็ต่อเมื่อกำไรต่อหน่วยมากกว่า 13.875 บาท

2.4.7.2 Right Hand Side ranges จะเป็นส่วนที่แสดงถึงช่วงของการเปลี่ยนแปลงวัตถุดิบ

ถ้าการเปลี่ยนแปลง RHS อยู่ในช่วงที่ระบุ จะทำให้ผลลัพธ์มีการเปลี่ยนแปลงไม่มาก เราสามารถคำนวณหาค่าได้ โดยไม่ต้อง run โปรแกรมใหม่ เช่น จาก LINDO ช่วงการเปลี่ยนแปลงวัตถุดิบ C คือ 800 – 2400 ชิ้น ถ้าปรากฏว่าวัตถุดิบ C เกิดการชำรุด 100 ชิ้น ทำให้เหลือ

วัตถุดิบ C เพียง 900 ชิ้น (อยู่ในช่วงการเปลี่ยนแปลง) เราสามารถคำนวณหากำไรรวมได้ โดย กำไรรวม = จำนวนหน่วยที่เปลี่ยนแปลง x ค่า dual prices = -100x0.375 = -37.5 บาท นั่นคือ กำไรรวมจะเท่ากับ 1875 – 37.5 บาท

แต่ถ้าการเปลี่ยนแปลง RHS อยู่นอกช่วงที่ระบุ จะต้องทำการ run โปรแกรมเพื่อหาคำตอบของการผลิตใหม่

ดังนั้นสามารถสรุปได้ว่า

ก. ในการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงสัมประสิทธิ์ของฟังก์ชันเป้าหมาย ให้ตรวจสอบว่าการเปลี่ยนแปลงนั้นอยู่ในช่วงหรือไม่ (allowable increase/decrease)

ก.1 ถ้าไม่อยู่ในช่วงดังกล่าว ให้ทำการ run โปรแกรมเพื่อหาคำตอบใหม่ทั้งหมด

ก.2 ถ้าอยู่ในช่วงดังกล่าว สรุปได้ว่า คำตอบของตัวแปรจะคงเดิม และค่าของฟังก์ชันเป้าหมายจะเปลี่ยนแปลงไปตามการแทนค่าสัมประสิทธิ์นั้นในฟังก์ชันเป้าหมาย

ข. ในการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงค่าขวามือ (RHS) ให้ตรวจสอบว่าการเปลี่ยนแปลงนั้นอยู่ในช่วงหรือไม่

ข.1 ถ้าไม่อยู่ในช่วงดังกล่าว ให้ทำการ run โปรแกรมเพื่อหาคำตอบใหม่ทั้งหมด

ข.2 ถ้าอยู่ในช่วงดังกล่าว สรุปได้ว่า

ผลกำไรที่เปลี่ยนไป = RHS ที่เปลี่ยนไป x dual prices

- กรณีที่ dual prices เป็น + ถ้าเพิ่มค่า RHS จะเป็นผลดีต่อค่าฟังก์ชันเป้าหมาย และถ้าลดค่า RHS จะไม่เป็นผลดีต่อค่าฟังก์ชันเป้าหมาย
- กรณีที่ dual prices เป็น - ถ้าเพิ่มค่า RHS จะไม่เป็นผลดีต่อค่าฟังก์ชันเป้าหมาย และถ้าลดค่า RHS จะเป็นผลดีต่อค่าฟังก์ชันเป้าหมาย

ปัญหาการขนส่ง เป็นปัญหาที่มีลักษณะพิเศษประเภทหนึ่ง ในจำพวกปัญหาการโปรแกรมเชิงเส้น จัดเป็นปัญหาที่ถูกนำไปประยุกต์ใช้ในทางปฏิบัติจริง อย่างแพร่หลายในปัจจุบัน นี้ วิธีการของปัญหาการขนส่งสามารถนำไปใช้ประโยชน์ ในการแก้ปัญหาการโปรปกรมเชิงเส้น มีข้อจำกัด คือผลรวมของทรัพยากรที่จะนำใช้ทุกชนิด จะต้องเท่ากับผลรวมของปริมาณความต้องการทุกประเภทข้อจำกัดมักจะอยู่ในรูปของสมการ และ ส.ป.ส. a0 ในสมการข้อจำกัด จะมีค่าเป็น 0 หรือ 1 (ศรี วรกุลสวัสดิ์ 2538)