บทที่ 4
ผลการศึกษา

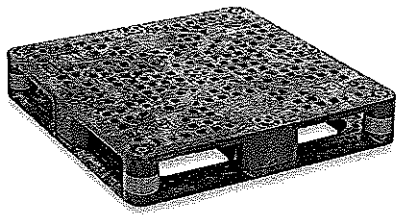
การสอนการแก้ปัญหาโปรแกรมเชิงเส้นตรงด้วยวิธีการกราฟ

ผู้วิจัยได้เขียนเอกสารสำหรับการสอนการแก้ปัญหาโปรแกรมเชิงเส้นตรงด้วยวิธีการกราฟขึ้นมาเอง ทั้งนี้เนื่องจากวิธีการกราฟเป็นวิธีที่ทำให้นักศึกษาสามารถทำความเข้าใจเรื่องโปรแกรมเชิงเส้นตรงได้ดีขึ้น วิธีการกราฟใช้ในการแก้ปัญหาโปรแกรมเชิงเส้นตรงที่มีจำนวนตัวแปรตัดสินใจ 2 ตัวและมีสมการข้อจำกัดไม่มากนัก การหาผลเฉลยโดยวิธีกราฟนี้อาศัยหลักการทางเรขาคณิตในการหาขอบเขตของผลเฉลยที่เป็นไปได้ (Feasible region) และใช้จุดยอด (Corner point) ของขอบเขตดังกล่าวในการหาผลเฉลยที่เหมาะสมสุดของปัญหา แม้ว่าวิธีกราฟจะใช้ได้กับปัญหาขนาดเล็กซึ่งในปัญหาที่เกิดขึ้นจริงมักจะมีขนาดใหญ่ แต่อย่างไรก็ตามการแก้ปัญหาด้วยวิธีกราฟก็สามารถสร้างความเข้าใจเกี่ยวกับปัญหาโปรแกรมเชิงเส้นได้เป็นอย่างดี การหาผลเฉลยด้วยวิธีกราฟมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1) สร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของปัญหาโปรแกรมเชิงเส้นตรง
2) กำหนดตัวแปรจัดสินใจเป็นแกนตั้งและแกนนอนของกราฟ โดยขอบเขตผลเฉลยที่เป็นไปได้เบื้องต้นอยู่บน จตุภาค (Quadrant) ที่ 1 ตามข้อกำหนดของตัวแปรตัดสินใจต้องมีค่ามากกว่าหรือเท่ากับศูนย์ (Non-negativity constraint)
3) สร้างกราฟเส้นตรงจากสมการข้อจำกัด โดยเปลี่ยนเครื่องหมาย $\leq$ เป็น = เพื่อได้ขอบเขตของผลเฉลยที่เป็นไปได้
4) หาผลเฉลยที่เหมาะสมสุดโดยการทดสอบจุดยอดของขอบเขตผลเฉลยที่เป็นไปได้ หรือใช้การลากเส้นฟังก์ชั่นวัตถุประสงค์ (Isoprofit)

ตัวอย่างที่ 1 แสดงการหาผลเฉลยของปัญหาโปรแกรมเชิงเส้นตรงด้วยวิธีการกราฟ

ตัวอย่างที่ 1 โรงงานผลิตผลิตภัณฑ์พาเลท (Pallet) ชนิดพลาสติกซึ่งมีวัตถุดิบหลักคือเม็ดพลาสติกและเครื่องจักรที่ใช้คือเครื่องฉีดพลาสติก พาเลทที่ผลิตมีสองชนิดคือรุ่น A และ B กำไรของพาเลททั้งสองรุ่นเท่ากับ 110 และ 80 บาท/แผ่น ตามลำดับ รุ่น A ใช้เม็ดพลาสติก 30 กิโลกรัม/แผ่น และเวลาการ



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ทำงานของเครื่องฉีด 5 นาที/แผ่น รุ่น B ใช้เม็ดพลาสติก 20 กิโลกรัม/แผ่น และเวลาการทำงานของเครื่องฉีด 10 นาที/แผ่น ข้อจำกัดของการผลิตคือมีเม็ดพลาสติกอยู่ 300 กิโลกรัม และเวลาที่เครื่องฉีดพลาสติกทำงานได้เท่ากับ 110 นาที จงหาใช้วิธีกราฟเพื่อหาว่าโรงงานควรผลิตพาเลทพลาสติกอย่างไรเพื่อให้ได้กำไรสูงสุด

วิธีทำ

1) สร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของปัญหาดังนี้

กำหนดให้ x_1 คือ จำนวนการผลิตพาเลทรุ่น A (แผ่น)

x_2 คือ จำนวนการผลิตพาเลทรุ่น B (แผ่น)

ฟังก์ชั่นวัตถุประสงค์หากำไรสูงสุด

$$Z=110x_1+80x_2$$

ภายใต้ข้อจำกัด

$30x_1+20x_2 \leq 300$ (ข้อจำกัดด้านวัตถุดิบ: กิโลกรัม) (1)

$5x_1+10x_2 \leq 110$ (ข้อจำกัดด้านเวลาทำงานของเครื่องจักร: นาที) (2)

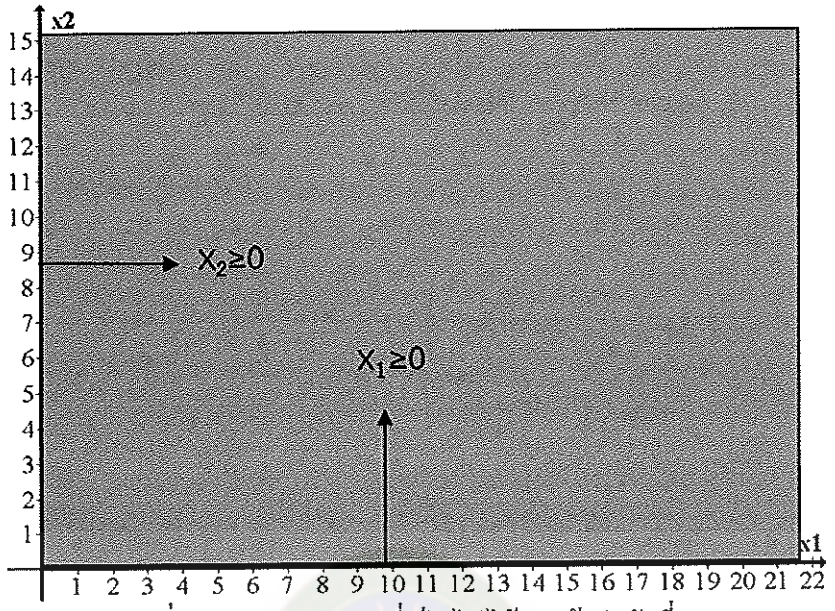
$x_1, x_2 \geq 0$ (Non-negativity constraint) (3)

2) กำหนดให้แกนนอนเป็นตัวแปร x_1 และแกนตั้งเป็นตัวแปร x_2 แล้วสร้างเส้นตรงของข้อจำกัดเพื่อหาขอบเขตผลเฉลยที่เป็นไปได้ในขั้นตอนต่อไป

3) สร้างกราฟเส้นตรงจากสมการข้อจำกัดเพื่อหาขอบเขตผลเฉลยที่เป็นไปได้

สมการข้อจำกัดที่ (3) พิจารณาข้อจำกัดเบื้องต้นของโปรแกรมเชิงเส้นตรงคือตัวแปรตัดสินใจมีค่ามากกว่าหรือเท่ากับศูนย์ ซึ่งหมายความว่าขอบเขตผลเฉลยที่เป็นไปได้เบื้องต้นอยู่ในจตุภาคที่ 1 แสดงดังรูปที่ 1

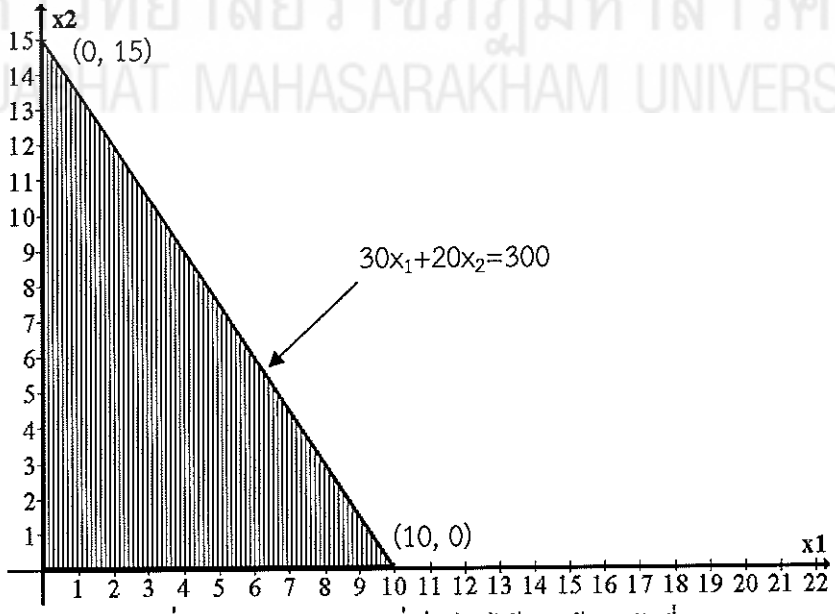
มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY



รูปที่ 1 ขอบเขตผลเฉลยที่เป็นไปได้ของข้อจำกัดที่ (3)

<u>สมการข้อจำกัดที่ (1) :</u> เป็นข้อจำกัดด้านวัตถุดิบ เมื่อเปลี่ยนเครื่องหมาย ($\leq$) เป็นเครื่องหมาย (=) จาก $30x_1+20x_2 \leq 300$ เป็น $30x_1+20x_2=300$ แล้วสร้างเส้นตรงของข้อจำกัด โดยผลเฉลยที่เป็นไปได้ของข้อจำกัดนี้จะเป็นขอบเขตด้านล่างของเส้นตรง แสดงดังรูปที่ 2 จุดตัดของเส้นตรงบนแกนตั้งและแกนนอนคือ (0, 15) และ (10, 0) ตามลำดับ

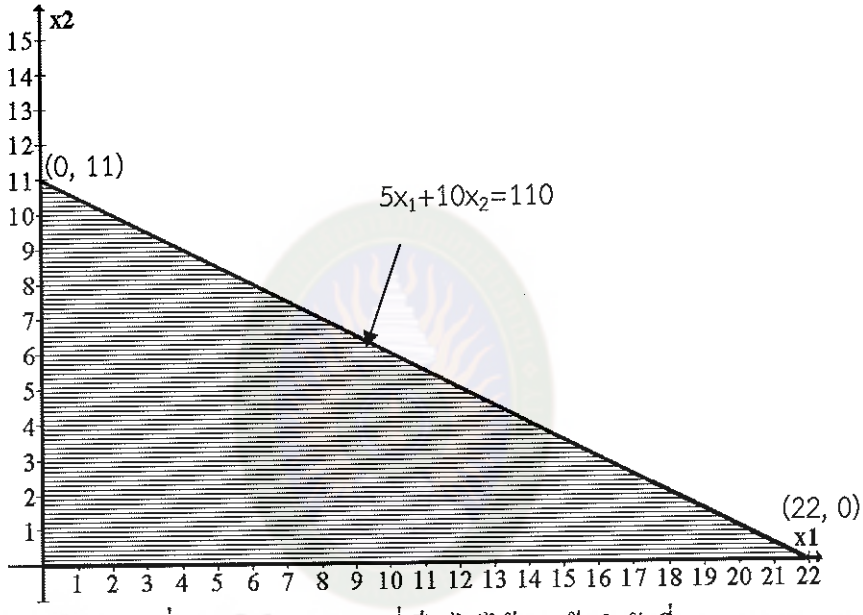
มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY



รูปที่ 2 ขอบเขตผลเฉลยที่เป็นไปได้ของข้อจำกัดที่ (1)

สำนักวิทยบริการฯ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม วิทยานิพนธ์ งานวิจัย

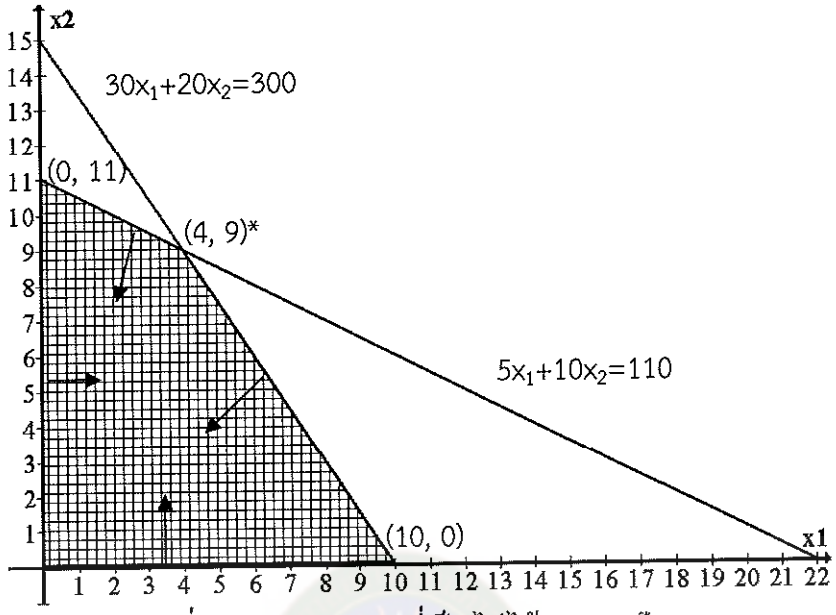
สมการข้อจำกัดที่ (2) : เป็นข้อจำกัดด้านเวลาการทำงานของเครื่องจักร เมื่อเปลี่ยนเครื่องหมาย ($\leq$) เป็นเครื่องหมาย (=) $5x_1+10x_2 \leq 110$ เป็น $5x_1+10x_2=110$ แล้วสร้างเส้นตรงของข้อจำกัด โดยผลเฉลยที่เป็นไปได้ของข้อจำกัดนี้จะเป็นขอบเขตด้านล่างของเส้นตรงแสดงดังรูปที่ 3 จุดตัดของเส้นตรงบนแกนตั้งและแกนนอนคือ (0, 11) และ (22, 0) ตามลำดับ



รูปที่ 3 ขอบเขตผลเฉลยที่เป็นไปได้ของข้อจำกัดที่ (2)

เมื่อนำเส้นตรงที่เกิดจากข้อจำกัดทั้งหมดมาพล็อตรวมกัน พื้นที่ที่ซ้อนกันจะเป็นขอบเขตผลเฉลยที่เป็นไปได้ของปัญหาแสดงดังรูปที่ 4 โดยจุดยอดของขอบเขตผลเฉลยที่เป็นไปได้ คือจุดพิกัด (0, 11), (4, 9) และ (10, 0) จะเป็นจุดที่ให้คำตอบเหมาะสมสุด

213179



รูปที่ 4 ขอบเขตผลเฉลยที่เป็นไปได้ของของปัญหา

4) ทดสอบจุดยอดของขอบเขตผลเฉลยที่เป็นไปได้ของปัญหาทั้ง 3 จุดเพื่อหาผลเฉลยที่เหมาะสมสุด

<u>จุดยอด (0, 11)</u> คือจุดที่ทำการผลิตโดยผลิตเฉพาะพาเลทรุ่น B จำนวน 11 แผ่น เมื่อแทนค่าตัวแปรอิสระในฟังก์ชั่นวัตถุประสงค์ได้ผลเฉลยคิดเป็นกำไร 110(0)+80(11)=**880** บาท

<u>จุดยอด (4, 9)</u> คือจุดที่ทำการผลิตโดยผลิตพาเลทรุ่น A จำนวน 4 แผ่น และรุ่น B จำนวน 9 แผ่น เมื่อแทนค่าตัวแปรอิสระในฟังก์ชั่นวัตถุประสงค์ได้ผลเฉลยคิดเป็นกำไร 110(4)+80(9)=**1,160** บาท

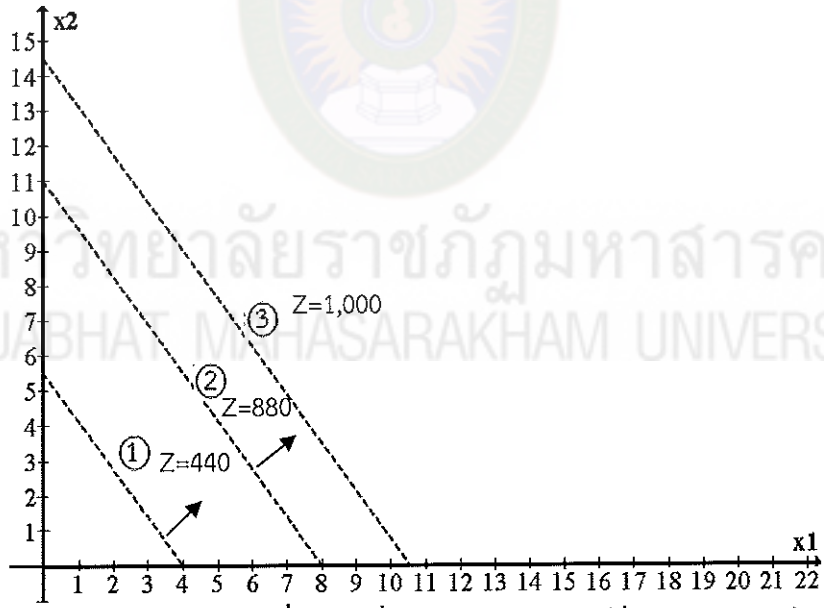
<u>จุดยอด (10, 0)</u> คือจุดที่ทำการผลิตโดยผลิตเฉพาะพาเลทรุ่น A จำนวน 10 แผ่น เมื่อแทนค่าตัวแปรอิสระในฟังก์ชั่นวัตถุประสงค์ได้ผลเฉลยคิดเป็นกำไร 110(10)+80(0)=**1,100** บาท

จากการวิธีจุดยอดสามารถสรุปค่าฟังก์ชั่นวัตถุประสงค์ที่เกิดจากจุดยอดต่างๆได้ดังนี้

พิกัดจุดยอด (x_1, x_2)	ผลกำไร (บาท)
(0, 0)	0
(0, 11)	880

(4, 9)*	**1,160**
(10, 0)	1,100

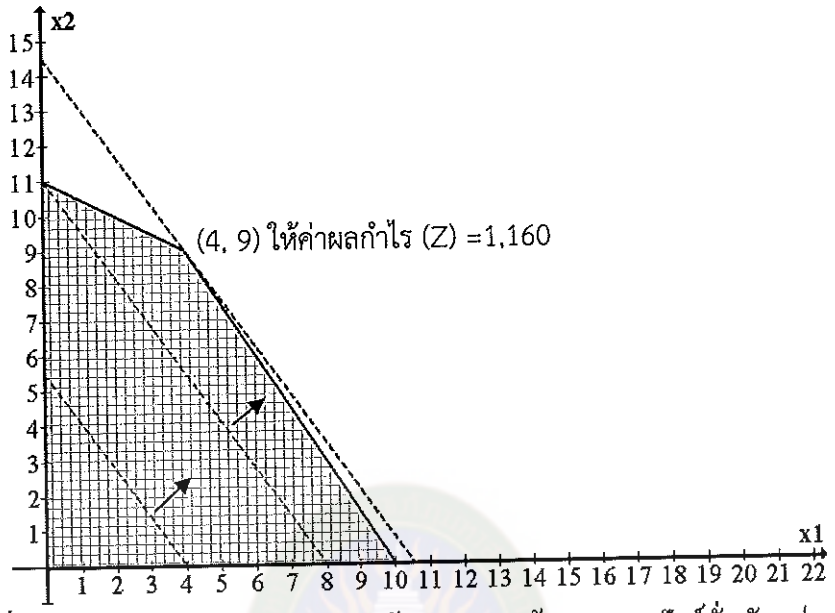
ซึ่งจะเห็นว่าผลเฉลยที่เหมาะสมสุดของปัญหานี้เกิดจากพิกัดจุดยอด (4, 9) นอกจากใช้วิธีการทดสอบจุดยอดของขอบเขตผลเฉลยที่เป็นไปได้แล้ว ยังสามารถใช้วิธีการลากเส้นฟังก์ชั่นวัตถุประสงค์ในการหาผลเฉลยที่เหมาะสมสุดได้ โดยสร้างเส้นตรงของฟังก์ชั่นวัตถุประสงค์ โดยลองกำหนดค่าผลเฉลยที่สอดคล้องกับสมการฟังก์ชั่นวัตถุประสงค์ ในตัวอย่างนี้ลองกำหนดค่าผลเฉลยเป็น 440 บาท ซึ่งจะหาเส้นตรงของฟังก์ชั่นวัตถุประสงค์จากสมการ $110x_1+80x_2=440$ จุดตัดบนแกนนอนและแกนตั้งคือ (4, 5.5) แล้วสร้างเป็นเส้นตรง ① ทุกจุดพิกัดบนเส้นตรงนี้จะให้ค่าผลเฉลยเท่ากับ 440 และหากกำหนดค่าผลเฉลยเป็น 880 และ 1,000 จะได้เส้นตรงของฟังก์ชั่นวัตถุประสงค์② และ③ ตามลำดับ ซึ่งในกรณีของปัญหาการหาค่าสูงสุดเมื่อเลื่อนเส้นตรงของฟังก์ชั่นวัตถุประสงค์ให้ห่างออกจากจุดกำเนิด (0, 0) ไปเรื่อยๆจะให้ค่าผลเฉลยที่ดีขึ้น การเลื่อนเส้นเส้นตรงของฟังก์ชั่นวัตถุประสงค์แสดงดังรูปที่ 5



รูปที่ 5 การเลื่อนเส้นตรงของฟังก์ชั่นวัตถุประสงค์

เมื่อเลื่อนเส้นตรงของฟังก์ชั่นวัตถุประสงค์ผ่านขอบเขตผลเฉลยทีเป็นไปได้ให้ขนานกับเส้นเริ่มต้นไปเรื่อยๆ จุดสุดท้ายบนขอบเขตผลเฉลยทีเป็นไปได้ที่เส้นตรงของฟังก์ชั่นวัตถุประสงค์ลากผ่านจะเป็นจุดที่ให้ผลเฉลยที่เหมาะสมสุด ในตัวอย่างนี้พบว่าจุดสุดท้ายที่เส้นตรงของฟังก์ชั่นวัตถุประสงค์ลากผ่านคือจุดยอด (4, 9) ซึ่งให้ค่าผลเฉลยเท่ากับ 1,160 บาท

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY



รูปที่ 6 การหาค่าผลเฉลยเหมาะสมสุดด้วยการลากเส้นตรงของฟังก์ชั่นวัตถุประสงค์

ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าโรงงานควรทำการผลิตพาเลทรุ่น A จำนวน 4 แผ่น และผลิตรุ่น B จำนวน 9 แผ่น ซึ่งจะให้ผลกำไรสูงสุดเท่ากับ 1,160 บาท

รูปแบบของผลเฉลยที่เกิดขึ้นในตัวอย่างคือกรณีที่มีผลเฉลยที่เหมาะสมสุดเพียงคำตอบเดียว อย่างไรก็ดียังมีรูปแบบของผลเฉลยที่เกิดขึ้นนอกเหนือจากกรณีนี้ โดยในแต่ละกรณีจะแสดงด้วยกราฟดังต่อไปนี้

1) <u>กรณีที่ผลเฉลยเหมาะสมสุดมีหลายค่า</u> พิจารณาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของปัญหาข้างล่างนี้

ฟังก์ชั่นวัตถุประสงค์

หาค่าสูงสุด $(Z)=5x_1+5x_2$

ภายใต้ข้อจำกัด

$5x_1+2x_2 \leq 36$ (1)

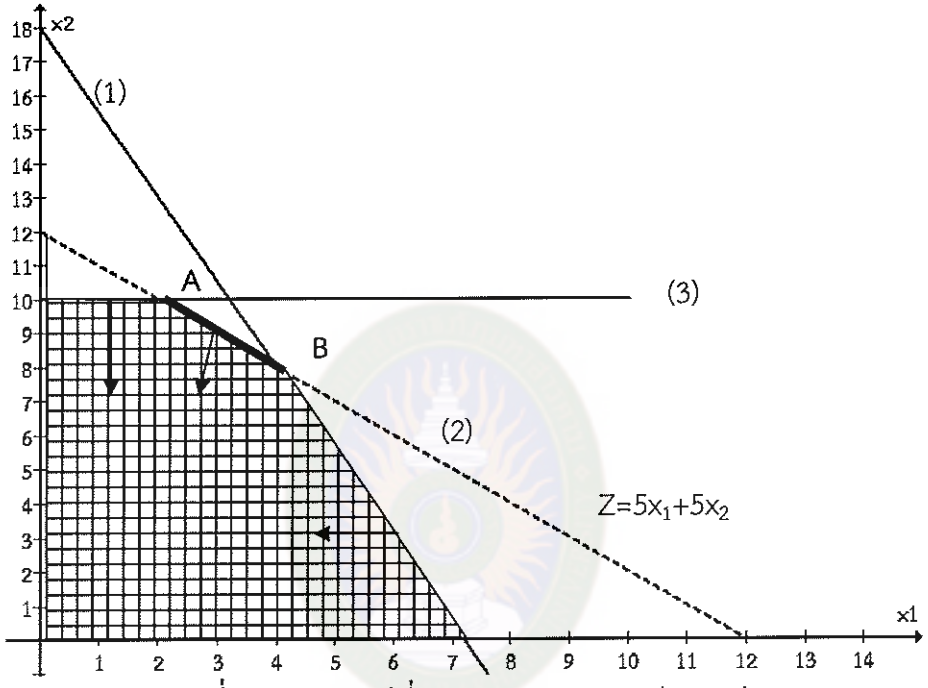
$x_1+ x_2 \leq 12$ (2)

$x_2 \leq 10$ (3)

$x_1, x_2 \geq 0$

จากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์พบว่าเส้นตรงของฟังก์ชั่นวัตถุประสงค์ลากผ่านส่วนของเส้นตรง AB ในรูปที่ 7 ซึ่งหมายความว่าจุดทุกจุดบนเส้นตรงดังกล่าวเป็น

คำตอบที่เหมาะสมสุดของปัญหานี้ ในกรณีนี้ผลเฉลยเหมาะสมสุดจึงมีหลายค่า หากพิจารณาที่จุด A ซึ่งมีพิกัด (2, 10) และจุด B ซึ่งมีพิกัด (4, 8) จะได้ค่าผลเฉลยที่เหมาะสมสุดเท่ากันคือ 60 จะสังเกตเห็นได้ว่ากรณีเช่นนี้จะมีเส้นตรงของข้อจำกัดขนานกับเส้นตรงของฟังก์ชั่นวัตถุประสงค์อยู่



รูปที่ 7 ตัวอย่างกรณีที่ผลเฉลยเหมาะสมสุดมีหลายค่า

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

2) <u>กรณีที่มีผลเฉลยเหมาะสมสุดมีค่าไม่จำกัด</u> พิจารณาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของปัญหาข้างล่างนี้

ฟังก์ชั่นวัตถุประสงค์

หาค่าสูงสุด $(Z)=3x_1+2x_2$

ภายใต้ข้อจำกัด

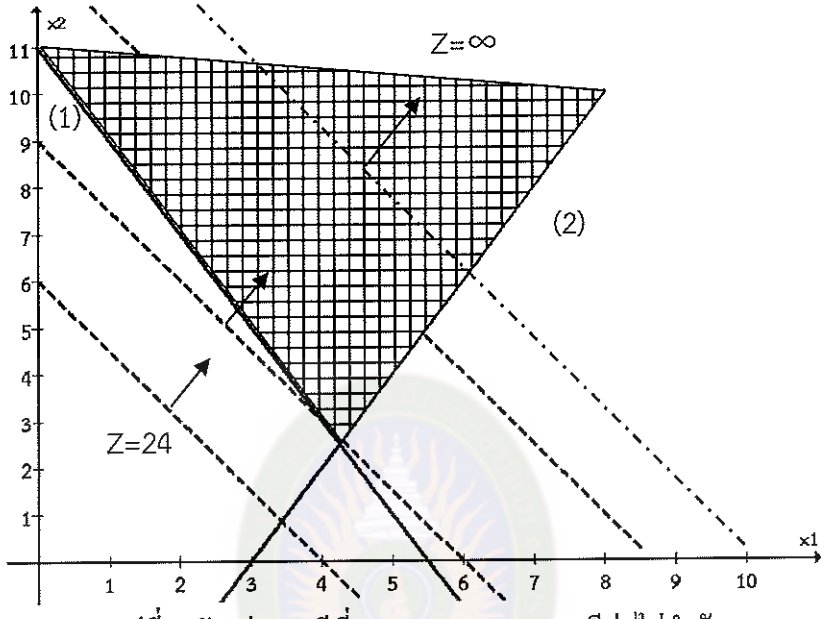
$4x_1+2x_2 \geq 22$ (1)

$2x_1 - x_2 \leq 6$ (2)

$x_1, x_2 \geq 0$

จากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เมื่อสร้างขอบเขตผลเฉลยที่เป็นไปได้พบว่าขอบเขตดังกล่าวเป็นพื้นที่ที่มีขอบเขตไม่จำกัด เส้นตรงของฟังก์ชั่นวัตถุประสงค์ที่ลากผ่านสามารถลากผ่านขอบเขตนั้นไปได้เรื่อยๆ ดังแสดงในรูปที่ 2.8 ซึ่งหมายความว่าผล

เฉลยจะมีค่าสูงขึ้นไปเรื่อยๆ เมื่อค่าของตัวแปรตัดสินใจเพิ่มขึ้น ในกรณีนี้ผลเฉลยเหมาะสมสุดจึงไม่สามารถหาค่าได้หรือมีค่าเป็นอนันต์ (∞)



รูปที่ 8 ตัวอย่างกรณีที่ผลเฉลยเหมาะสมสุดมีค่าไม่จำกัด

3) <u>กรณีที่ไม่มีผลเฉลยเหมาะสมสุด</u> พิจารณาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของปัญหาข้างล่างนี้

ฟังก์ชั่นวัตถุประสงค์

หาค่าสูงสุด $(Z)=15x_1+3x_2$

ภายใต้ข้อจำกัด

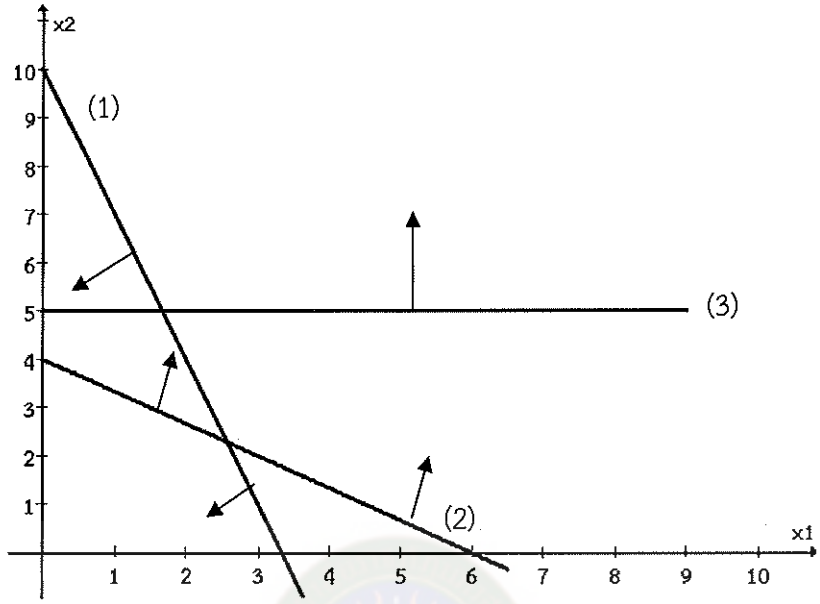
$2x_1+6x_2 \leq 20$ (1)

$3x_1+2x_2 \leq 12$ (2)

$x_2 \geq 5$ (3)

$x_1, x_2 \geq 0$

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY



รูปที่ 9 ตัวอย่างกรณีที่ไม่มีผลเฉลยเหมาะสมสุด

จากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เมื่อสร้างขอบเขตผลเฉลยที่เป็นไปได้พบว่าไม่มีขอบเขตของผลเฉลยที่เป็นไปได้ เนื่องจากไม่มีผลเฉลยใดที่สอดคล้องกับข้อจำกัดทุกข้อ จึงสรุปว่ากรณีนี้ไม่มีผลเฉลยที่เหมาะสมสุด แสดงดังรูปที่ 9

รูปแบบของผลเฉลยที่กล่าวมาในกรณีที่ 2 และ 3 อาจเกิดจากขั้นตอนในการเก็บข้อมูลที่ผิดพลาด ทำให้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ไม่สามารถหาผลเฉลยที่เหมาะสมสุดได้ ซึ่งควรกลับไปพิจารณาในขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูลดังกล่าวให้แน่ชัดอีกครั้ง

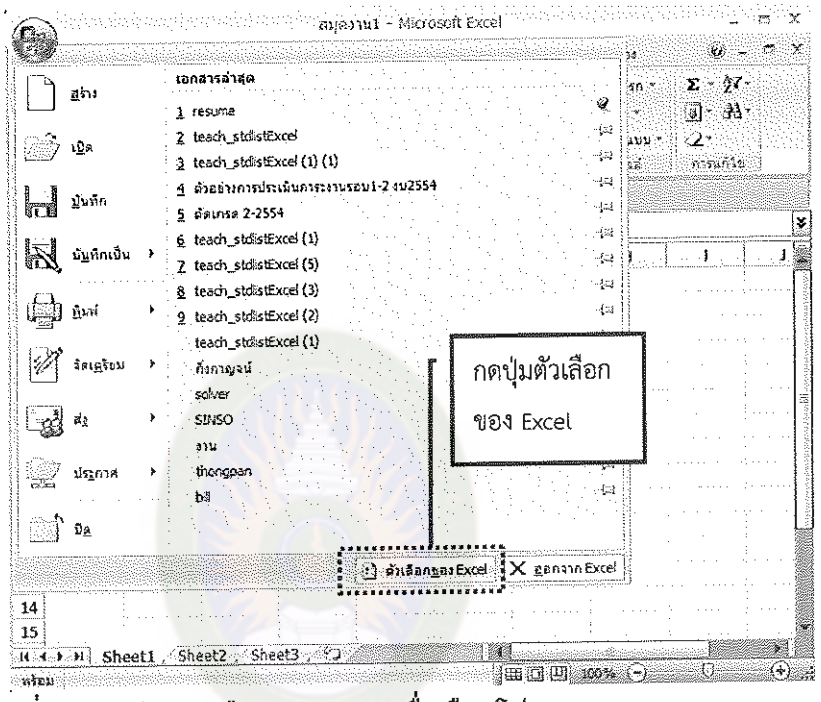
มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

การแก้ปัญหาโปรแกรมเชิงเส้นตรงด้วยโปรแกรมไมโครซอฟท์เอกเซล (Microsoft Excel)

โปรแกรมสำเร็จรูปที่ใช้แก้ปัญหาโปรแกรมเชิงเส้นตรงในปัจจุบันมีหลากหลาย สำหรับ Microsoft Excelเป็นโปรแกรมที่สามารถใช้แก้ปัญหาโปรแกรมเชิงเส้นได้ ซึ่งส่วนมากจะถูกติดตั้งอยู่ในเครื่องคอมพิวเตอร์อยู่แล้วจึงทำให้สะดวกต่อการนำมาใช้งาน สำหรับเวอร์ชันที่ติดตั้งไว้ในโปรแกรมทั่วไปจะสามารถแก้ปัญหาที่มีตัวแปรไม่เกิน 200 ตัวแปรและข้อจำกัดไม่เกิน 100 ข้อจำกัด ซึ่งก็เพียงพอสำหรับแก้ปัญหาที่เจอโดยทั่วไป ข้อดีของการใช้Microsoft Excel คือใช้งานง่ายและสามารถจัดทำรายงานการวิเคราะห์ผลได้หลากหลายกว่าโปรแกรมอื่นๆ สำหรับผู้ที่เคยใช้งานและมีพื้นฐาน Microsoft Excel อยู่แล้วก็จะสามารถทำความเข้าใจขั้นตอนการแก้ปัญหาได้ง่าย ส่วนผู้ที่ยังไม่เคยใช้งานมาก่อนก็จะต้องศึกษาพื้นฐานการใช้งานให้ดีพอสมควร โดยเฉพาะพื้นฐานการใช้สูตรคำนวณของโปรแกรม โดยก่อนจะใช้ Microsoft

ในการแก้ปัญหาจะต้องเรียกใช้โปรแกรม Add-in ของ Microsoft Excel ชื่อ Solver ก่อน ขั้นตอนการเรียกใช้ Solver เป็นดังนี้

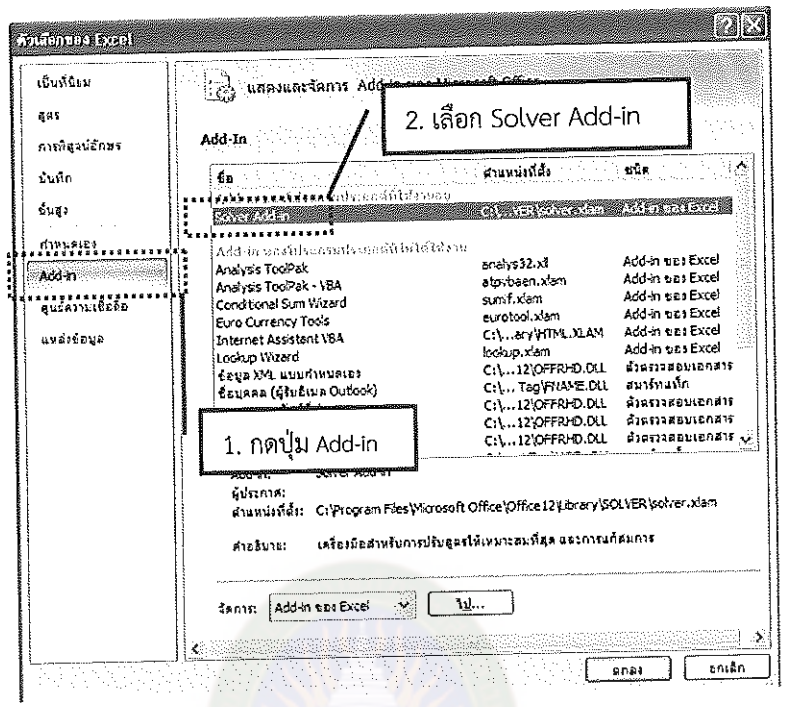
1) เปิดใช้งาน Microsoft Excel เลือกแถบเครื่องมือ (Tool bar) แล้วเข้าไปในตัวเลือกของ Excel เพื่อเลือกโปรแกรม Add-in ดังรูปที่ 10



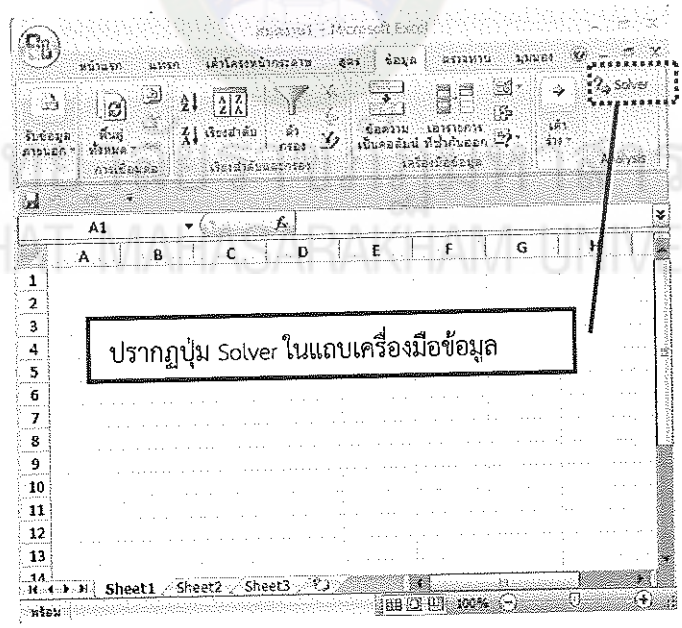
รูปที่ 10 การเรียกตัวเลือกของ Excel เพื่อเลือกโปรแกรม Add-in

2) เลือกแถบ Add-in แล้วเลือก Solver Add-in ดังรูปที่ 11 เมื่อเลือกเรียบร้อยแล้วจะปรากฏปุ่ม Solver ขึ้นในแถบเครื่องมือข้อมูล ดังรูปที่ 12 และเมื่อกดปุ่ม Solver จะมีวินโดว์ Solver parameters ขึ้นดังรูปที่ 13

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

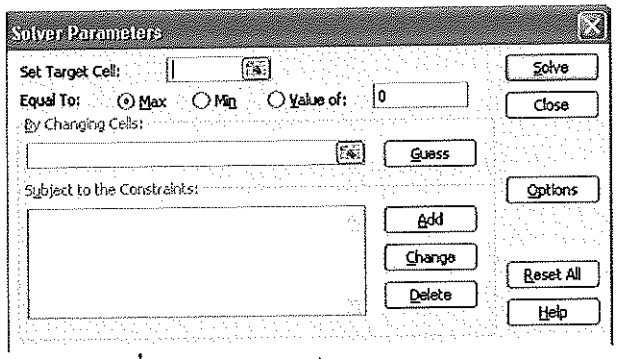


รูปที่ 11 การเรียกใช้ Solver จากโปรแกรม Add-in ของ Microsoft Excel



รูปที่ 12 ปุ่ม Solver ปรากฏในแถบเครื่องมือข้อมูล

มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY



รูปที่ 13 หน้าวินโดว์ Solver parameters

การเริ่มต้นแก้ปัญหาโปรแกรมเชิงเส้นตรงด้วย Excel Solver จะต้องกำหนดให้เซล (Cell) แทนองค์ประกอบของโปรแกรมเชิงเส้นตรงไว้ในเวิร์กชีต (Worksheet) คือ

1) ผลเฉลยของปัญหา แทนด้วย ช่องเป้าหมาย (Target cell)
2) ค่าของตัวแปรตัดสินใจ แทนด้วย ช่องที่เปลี่ยนแปลงได้ (Changing cells)
3) ข้อจำกัด แทนด้วย เซลข้อจำกัด (Constraints cells)

ในส่วนนี้จะนำตัวอย่างที่ 2.2 มาหาผลเฉลยโดยใช้ Excel Solver คือ

ฟังก์ชั่นวัตถุประสงค์หากำไรสูงสุด

$$Z=110x_1+80x_2$$

ภายใต้ข้อจำกัด

$$30x_1+20x_2 \leq 300$$

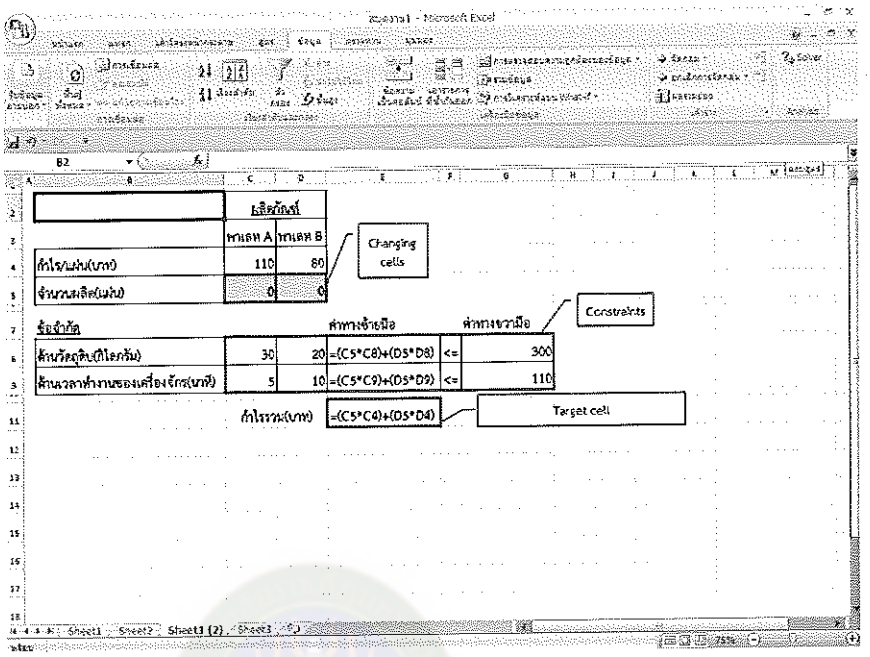
$$5x_1+10x_2 \leq 110$$

$$x_1, x_2 \geq 0$$

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

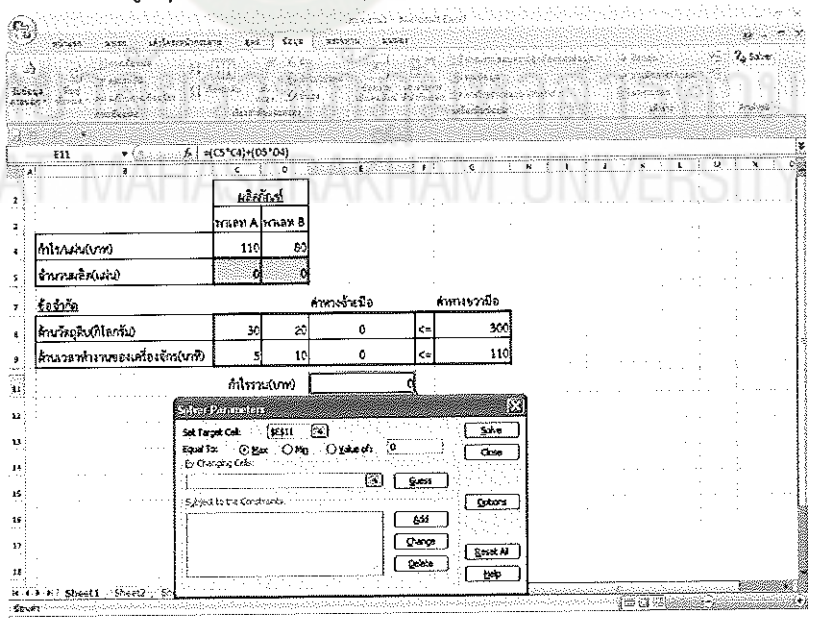
ขั้นตอนของการแก้ปัญหาโปรแกรมเชิงเส้นตรงด้วย Excel Solver มีขั้นตอนดังนี้

1) นำเข้าข้อมูลจากรูปแบบทางคณิตศาสตร์สู่เซลต่างๆ รวมทั้งกำหนดสูตรการคำนวณที่จำเป็น เช่น ในเซลที่ E11 เป็นค่าของฟังก์ชั่นวัตถุประสงค์จะมีค่าเท่ากับ (C5*C4)+(D5*D4) ดังรูปที่ 2.14



รูปที่ 14 การนำเข้าข้อมูลจากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ลงในเซล

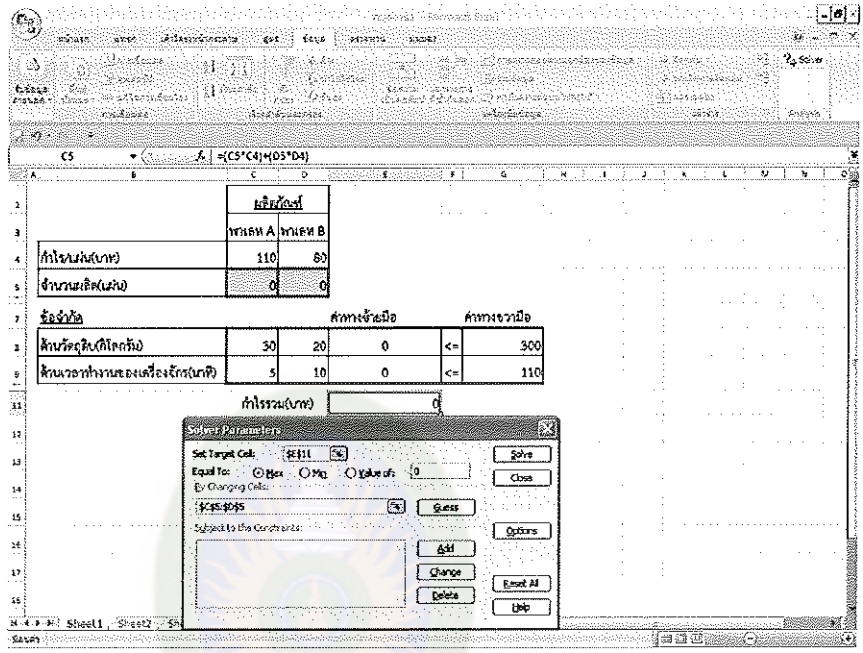
2) กำหนด target cell ในช่อง Set target cell โดยการเลื่อนเมาส์ (Mouse) ไปยังเซล E11 แล้วจะปรากฏ $E$11 ขึ้น จากนั้นเลือกวัตถุประสงค์ของปัญหาว่าเป็นการหาค่าสูงสุด (max) หรือต่ำสุด (min) ดังรูปที่ 15



รูปที่ 15 การกำหนด target cell และวัตถุประสงค์ของปัญหา

มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี
RAJABHAT MAHAPRAKHAM UNIVERSITY

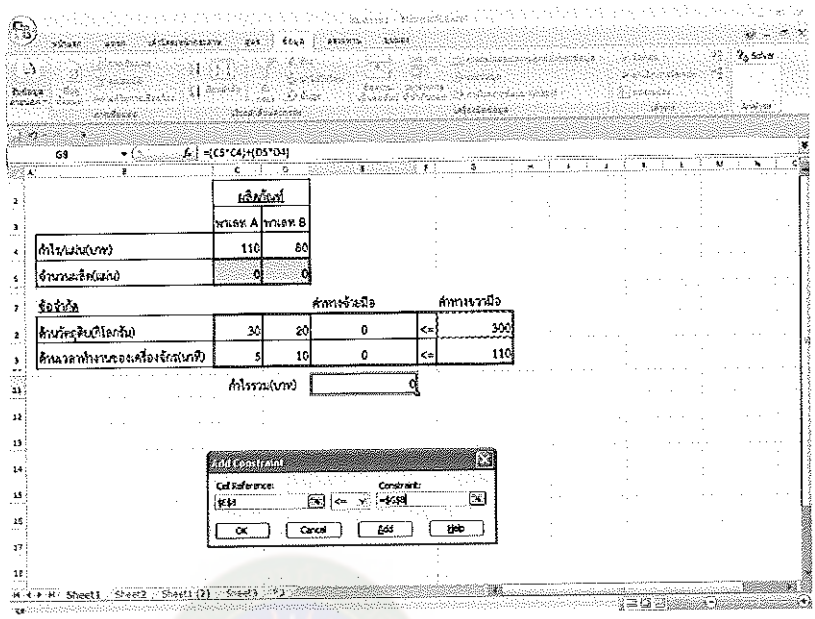
3) กำหนด changing cell คือค่าของตัวแปรตัดสินใจลงในช่อง By changing cell โดยลากเมาส์เลือกเซล C5 ถึง D5 จะปรากฏ $C$5:$D$5 ขึ้นดังรูปที่ 16



รูปที่ 16 การกำหนด changing cells

กำหนดข้อจำกัดต่างๆ ลงในช่อง Subject to the constraints โดยกดที่ปุ่ม Add แล้ววินโดว์ Add constraint จะปรากฏขึ้น โดยช่อง Cell Reference ให้ใส่ค่าทางซ้ายมือ ช่องเครื่องหมาย ให้ใส่เครื่องหมายตามข้อกำหนด ในตัวอย่างนี้คือเครื่องหมาย <= (น้อยกว่าหรือเท่ากับ) ช่อง Constraints ให้ใส่ค่าทางขวามือ เช่น เงื่อนไขด้านวัตถุดิบก็ให้ใส่เซล E8 ลงในช่อง Cell Reference และเลือกใส่เครื่องหมาย <= แล้วใส่เซล G8 ลงในช่อง Constraints จากนั้นกดปุ่ม Add ตัวอย่างการกำหนดข้อจำกัดด้านวัตถุดิบแสดงดังรูปที่ 17 จากนั้นก็ใส่ข้อจำกัดอื่นๆ ให้ครบถ้วน

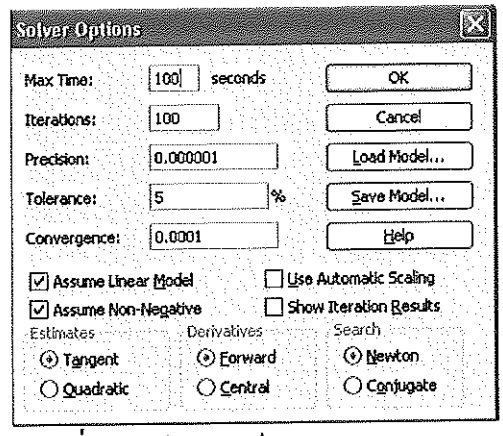
มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY



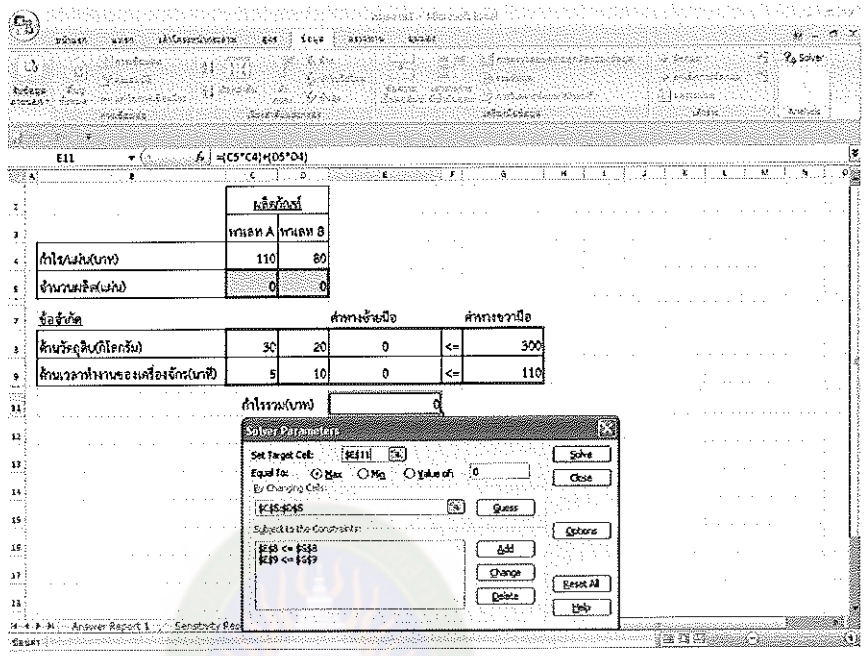
รูปที่ 17 ตัวอย่างการกำหนดข้อจำกัดด้านวัตถุดิบ

กำหนดตัวเลือกต่างๆ ของ Solver โดยกดปุ่ม Options แล้วจะปรากฏวินโดว์ Solver options ขึ้นมา โดยค่าเริ่มต้นที่กำหนดไว้มีรายละเอียดแสดงใน รูปที่ 18 โดยทั่วไปแล้วก็จะใช้ค่าเริ่มต้นที่กำหนดให้ นอกจากนั้นต้องเลือก ☑ ในช่อง Assume Linear Model และ Assume Non-Negative แล้วจึงกดปุ่ม OK แล้วจะกลับมายังวินโดว์ Solver parameters อีกครั้ง ดังรูปที่ 19 จากนั้นจึงกดปุ่ม Solve เพื่อให้ Solver หาผลเฉลย

มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

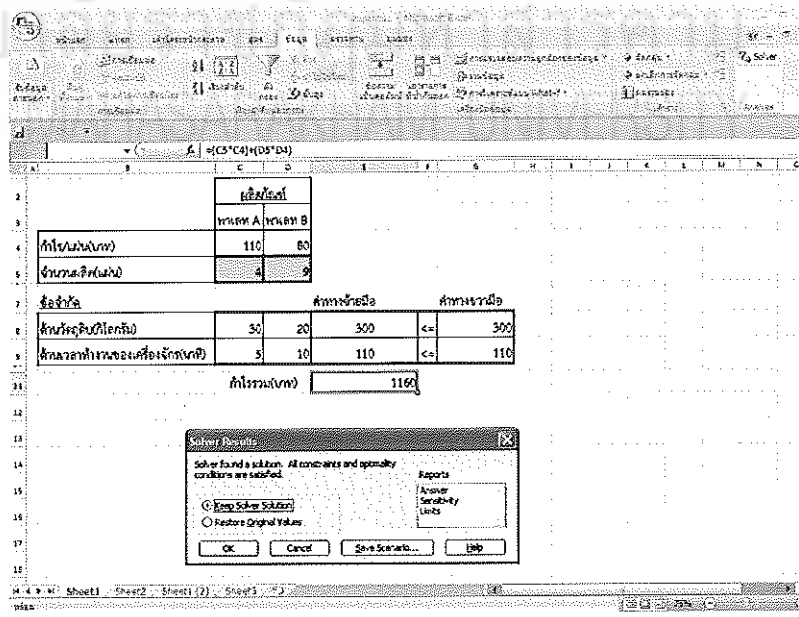


รูปที่ 18 หน้าวินโดว์ของ Solver options



รูปที่ 19 หน้าจอวินโดว์ที่พร้อมทำการหาผลเฉลย

เมื่อทำการหาผลเฉลยแล้ว Excel solver จะคำนวณค่าของตัวแปรตัดสินใจลงในช่อง Changing cell และคำนวณค่าผลเฉลยที่เหมาะสมสุดลงใน Target cell และจะแสดงวินโดว์แสดงผลการคำนวณดังรูปที่ 20

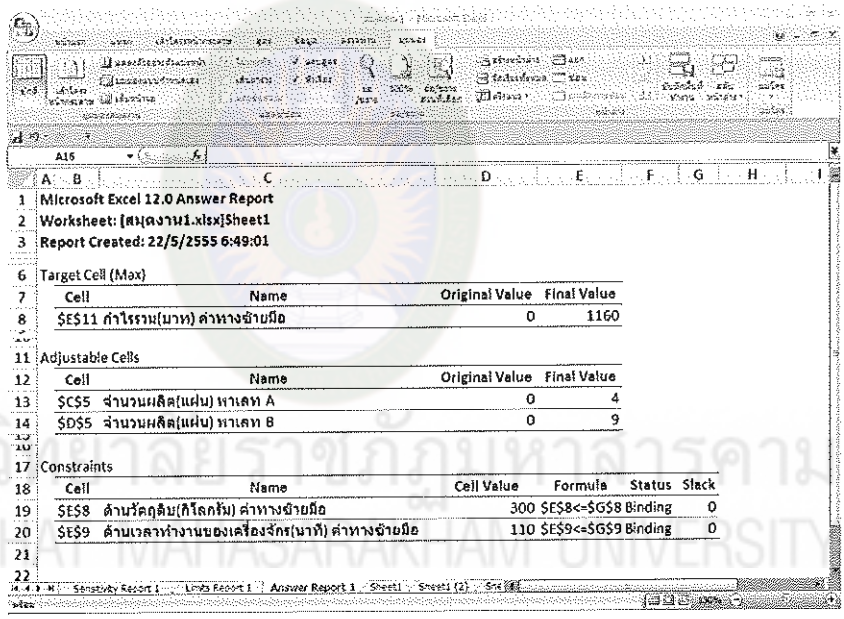


รูปที่ 20 ผลเฉลยจาก Solver

จากผลการคำนวณโดย Excel solver พบว่าคำตอบที่เหมาะสมสุดคือ ผลิตพาเลท A เท่ากับ 4 แผ่น และผลิตพาเลท B เท่ากับ 9 แผ่น และให้ค่าผลเฉลยที่เหมาะสมสุดเท่ากับ 1,160 บาท ซึ่งตรงกับการคำนวณโดยใช้วิธีการกราฟ

เพื่อให้ผู้ใช้เลือกรูปแบบของรายงานที่ต้องการ คือ รายงานคำตอบ (Answer report) รายงานการวิเคราะห์ความไว (Sensitivity report) และรายงานข้อจำกัด (Limits report) รายงานผลการคำนวณทั้ง 3 รายงานจาก Solver มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1) รายงานคำตอบ แบ่งออกเป็น 3 ส่วนแสดงดังรูปที่ 21



Microsoft Excel 12.0 Answer Report
Worksheet: [สมุดงาน1.xlsx]Sheet1
Report Created: 22/5/2555 6:49:01

Target Cell (Max)

Cell	Name	Original Value	Final Value
$E$11	กำไรรวม(บาท) ค่าทางซ้ายมือ	0	1160

Adjustable Cells

Cell	Name	Original Value	Final Value
$C$5	จำนวนผลิต(แผ่น) พาเลท A	0	4
$D$5	จำนวนผลิต(แผ่น) พาเลท B	0	9

Constraints

Cell	Name	Cell Value	Formula	Status	Slack
$E$8	ด้านวัตถุดิบ(กิโลกรัม) ค่าทางซ้ายมือ	300	$E$8<=$G$8	Binding	0
$E$9	ด้านเวลาทำงานของเครื่องจักร(นาที) ค่าทางซ้ายมือ	110	$E$9<=$G$9	Binding	0

รูปที่ 21 รายละเอียดของรายงานคำตอบ

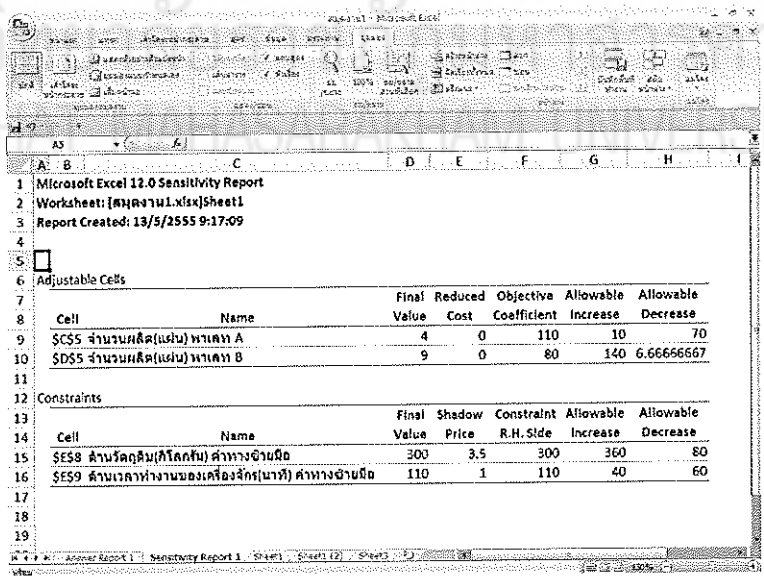
ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

- ส่วน Target Cell
  - สดมภ์ Final Value บอกค่าของผลเฉลยที่เหมาะสมสุดไว้ ซึ่งในตัวอย่างนี้มีผลกำไรสูงสุดเท่ากับ 1,160 บาท
  - สดมภ์ Original Value บอกค่าเดิมในกรณีที่มีการหาผลเฉลยครั้งก่อนหน้านี้

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

- ส่วน Adjustable Cells
  - สดมภ์ Original Value บอกค่าเดิมในกรณีที่มีการหาผลเฉลยครั้งก่อนหน้านี้
  - สดมภ์ Final Value บอกค่าของตัวแปรตัดสินใจที่ทำให้ผลเฉลยเหมาะสมสุด ซึ่งในตัวอย่างนี้ได้ปริมาณการผลิตพาเลท A เท่ากับ 4 แผ่น และผลิตพาเลท B เท่ากับ 9 แผ่น
- ส่วน Constraints
  - สดมภ์ Cell Value บอกค่าของ ข้อจำกัดนั้นๆ (ค่าทางด้านซ้าย)
  - สดมภ์ Formula บอกสูตรคำนวณของการใช้ทรัพยากร
  - สดมภ์ Status บอกสถานะว่าข้อจำกัดใดที่มีผลต่อผลเฉลยที่เหมาะสมสุด (Binding) หรือข้อจำกัดใดที่ไม่มีผลต่อผลเฉลยที่เหมาะสมสุด (Not Binding) จากตัวอย่างนี้พบว่าทั้งวัตถุดิบและเวลาการทำงานของเครื่องจักรมีผลต่อผลเฉลย
  - สดมภ์ Slack บอกค่าของตัวแปรส่วนขาด ในกรณีนี้ค่าตัวแปรส่วนขาดของทั้งสองทรัพยากรเป็นศูนย์

2) รายงานการวิเคราะห์ความไว แบ่งออกเป็น 2 แสดงดังรูปที่ 22



Microsoft Excel 12.0 Sensitivity Report
Worksheet: [สมุดงาน1.xlsx]Sheet1
Report Created: 13/5/2555 9:17:09

Adjustable Cells

Cell	Name	Final Value	Reduced Cost	Objective Coefficient	Allowable Increase	Allowable Decrease
$C$5	จำนวนผลิต(แผ่น) พาเลท A	4	0	110	10	70
$D$5	จำนวนผลิต(แผ่น) พาเลท B	9	0	80	140	6.66666667

Constraints

Cell	Name	Final Value	Shadow Price	Constraint R.H. Side	Allowable Increase	Allowable Decrease
$E$8	ด้านวัตถุดิบ(กิโลกรัม) ค่าทางซ้ายนิด	300	3.5	300	360	80
$E$9	ด้านเวลาทำงานของเครื่องจักร(นาที) ค่าทางซ้ายนิด	110	1	110	40	60

รูปที่ 22 รายละเอียดของรายงานการวิเคราะห์ความไว

ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

➢ ส่วน Adjustable cells

- สดมภ์ Final value บอกค่าของตัวแปรตัดสินใจในสดมภ์
- สดมภ์ Reduce cost บอกการเปลี่ยนแปลงของค่าฟังก์ชั่นวัตถุประสงค์หากตัวแปรตัดสินใจมีค่าเพิ่มขึ้นจาก 0 แล้วจะทำให้ค่าฟังก์ชั่นวัตถุประสงค์แย่ลง (ค่าฟังก์ชั่นวัตถุประสงค์เพิ่มขึ้นในปัญหาหาค่าต่ำสุดหรือค่าฟังก์ชั่นวัตถุประสงค์ต่ำลงในปัญหาหาค่าสูงสุด) ตามค่าของ Reduce cost ต่อหน่วย
- สดมภ์ Objective coefficient บอกค่าสัมประสิทธิ์ของฟังชั่นวัตถุประสงค์ของตัวแปรตัดสินใจ
- สดมภ์ Allowable increase บอกค่าของสัมประสิทธิ์ของตัวแปรตัดสินใจในฟังชั่นวัตถุประสงค์ที่สามารถเพิ่มขึ้นได้ โดยการเพิ่มขึ้นนี้จะไม่ทำให้ค่าฟังชั่นวัตถุประสงค์เปลี่ยนแปลง จากตัวอย่างหากกำไรของการผลิตพาเลท A เพิ่มขึ้นเกิน 10 บาท จะมีผลทำให้ค่าฟังชั่นวัตถุประสงค์เปลี่ยนแปลง
- สดมภ์Allowable decrease บอกค่าของสัมประสิทธิ์ของตัวแปรตัดสินใจในฟังชั่นวัตถุประสงค์ที่สามารถลดลงได้ โดยการลดลงนี้จะไม่ทำให้ค่าฟังชั่นวัตถุประสงค์เปลี่ยนแปลง จากตัวอย่างหากกำไรของการผลิตพาเลท A ลดลงเกิน 60 บาท จะมีผลทำให้ค่าฟังชั่นวัตถุประสงค์เปลี่ยนแปลง

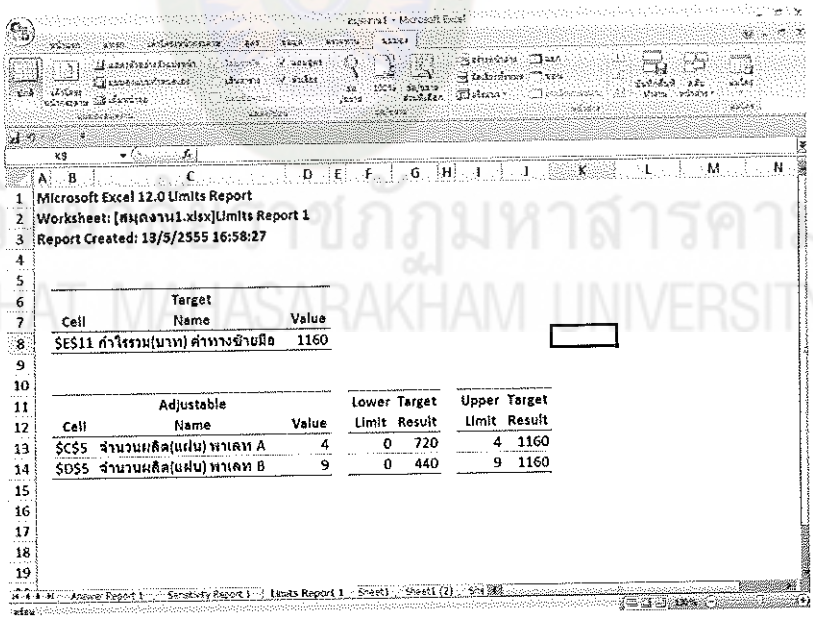
มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

➢ ส่วน Constraints

- คอลัมน์ Final value บอกปริมาณการใช้ทรัพยากร (ค่าด้านซ้ายมือ) ที่ได้ค่าผลเฉลยที่เหมาะสมสุด
- คอลัมน์ Shadow price บอกการเปลี่ยนแปลงของค่าฟังก์ชั่นวัตถุประสงค์เท่ากับค่า Shadow price เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงค่าทางขวามือ 1 หน่วย
- คอลัมน์ Constraint R.H. side บอกค่าทางขวามือของข้อจำกัดแต่ละข้อ

- คอลัมน์ Allowable increase บอกค่าของค่าทางขวามือที่สามารถเพิ่มขึ้นได้ โดยการเพิ่มขึ้นนี้จะยังสามารถใช้ค่า Shadow price ในการอธิบายการเปลี่ยนแปลงของค่าฟังชั่นวัตถุประสงค์ได้ จากตัวอย่างหากเพิ่มค่าทางขวามือของข้อจำกัดด้านวัตถุดิบเกิน 400 หน่วย จะไม่สามารถใช้ค่า Shadow price ในการอธิบายการเปลี่ยนแปลงของค่าฟังชั่นวัตถุประสงค์ได้
- คอลัมน์ Allowable decrease บอกค่าของค่าทางขวามือที่สามารถลดลงได้ โดยการลดลงนี้จะยังสามารถใช้ค่า Shadow price ในการอธิบายการเปลี่ยนแปลงของค่าฟังชั่นวัตถุประสงค์ได้ จากตัวอย่างหากลดค่าทางขวามือของข้อจำกัดด้านวัตถุดิบเกิน 300 หน่วย จะไม่สามารถใช้ค่า Shadow price ในการอธิบายการเปลี่ยนแปลงของค่าฟังชั่นวัตถุประสงค์ได้

3) รายงานข้อจำกัด แบ่งออกเป็น 2 ส่วน ดังรูปที่ 23



Microsoft Excel 12.0 Limits Report
Worksheet: [สมุดงาน1.xlsx]Limits Report 1
Report Created: 13/5/2555 16:58:27

Cell	Name	Target Value
$E$11	กำไรรวม(บาท) ค่าทางซ้ายมือ	1160

Cell	Name	Adjustable Value	Lower Limit	Lower Target Result	Upper Limit	Upper Target Result
$C$5	จำนวนผลิต(แผ่น) พาเลท A	4	0	720	4	1160
$D$5	จำนวนผลิต(แผ่น) พาเลท B	9	0	440	9	1160

รูปที่ 23 รายละเอียดของรายงานข้อจำกัด

ซึ่งมีรายละเอียดที่สำคัญคือ

- ค่า Lower Limit บอกค่าที่ต่ำที่สุดของตัวแปรตัดสินใจที่เป็นไปได้ จากตัวอย่างกำหนดตัวแปรตัดสินใจทั้ง 2 ตัวแปรมีค่าตั้งแต่ 0 เป็นต้น

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ไป และค่า Target Result จะบอกค่าฟังก์ชั่นวัตถุประสงค์หากตัวแปรตัดสินใจนี้มีค่าเท่ากับ Lower limit โดยตัวแปรตัดสินใจอื่นยังเป็นค่าเหมาะสมสุด จากตัวอย่างหากผลิตพาเลท A เท่ากับ 0 ก็จะทำให้ค่าฟังก์ชั่นวัตถุประสงค์เท่ากับ 720 บาท

- ค่า Upper Limit บอกค่าที่ตัวแปรตัดสินใจที่ทำให้ได้ผลเฉลยที่เหมาะสมสุด และค่า Target Result จะบอกค่าฟังก์ชั่นวัตถุประสงค์หากตัวแปรตัดสินใจมีค่าเท่ากับค่าเหมาะสมสุด จากตัวอย่างค่าเหมาะสมสุดเท่ากับ 1,160 บาท

เมื่อทำการสอนวิธีการแก้ปัญหาทั้งสองวิธีแล้วก็กำหนดโจทย์ให้กับนักศึกษา เพื่อทำการทดสอบการหาผลเฉลยโดยการใช้ Microsoft Excel ซึ่งการทดสอบของนักศึกษาทั้ง 11 คน แสดงในภาคผนวก แบบทดสอบคะแนนเต็ม 50 คะแนน โดยผลคะแนนของนักศึกษาแสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลคะแนนของนักศึกษา

นักศึกษาลำดับที่	คะแนน	ร้อยละจากคะแนนเต็ม	หมายเหตุ
1	50	100	
2	50	100	
3	50	100	
4	50	100	
5	50	100	
6	45	90	พิมพ์ผลรายงานไม่ครบ
7	45	90	พิมพ์ผลรายงานไม่ครบ
8	45	90	พิมพ์ผลรายงานไม่ครบ
9	50	100	
10	50	100	
11	50	100	
ค่าเฉลี่ยคะแนนสอบ	48.63		
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	2.33		

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

จากผลคะแนนของนักศึกษาทั้ง 11 คน พบว่านักศึกษาทั้งหมดสามารถนำ Microsoft Excel ในการแก้ปัญหาเชิงเส้นตรงได้เป็นอย่างดีโดยได้คะแนนเกินร้อยละ 80 ทุกคน และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 2.33 ซึ่งก็พอจะสรุปได้ว่านักศึกษาทั้งหมดมีความรู้ที่ใกล้เคียงกัน

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY