จากการเปลี่ยนแปลงตามรูปที่ 6 นี้ จะเห็นได้ว่าคำตอบที่ดีที่สุดจะเปลี่ยนไปจากเดิม นั่นคือ จะได้คำตอบใหม่เป็น $X_1 = 400$, $X_2 = 50$, และ $X_3 = 0$ โดย Maximize Z = 22,000

การเปลี่ยนแปลงในกรณีที่ 2 ตามรูปที่ 6 นี้ ไม่สามารถหาค่า X_1, X_2, X_3 และ Maximize Z ได้จากรูปที่ 4 โดยตรง

กรณีที่ 3 อธิบายตามรูปที่ 7 และรูปที่ 8

```
Program: Linear Programming

Problem Title : f7.sensitivity

***** Input Data *****

Max.  Z =  40x1 + 120x2 + 60x3

Subject to

C1    0.5x1 + 4x2 + 3x3 <= 960
C2    0.75x1 + 2x2 + 1x3 <= 404
C3    0.25x1 + 1x2 + 0.75x3 <= 160
C4    1x3 <= 10

***** Program Output *****

Final Optimal Solution At Simplex Tableau : 2

Z =  22560.000

----------------------------------------
Variable          Value       Reduced Cost
----------------------------------------
   x 1          336.000           0.000
   x 2           76.000           0.000
   x 3            0.000          10.000
----------------------------------------
Constraint  Slack/Surplus    Shadow Price
----------------------------------------
   C 1          488.000           0.000
   C 2            0.000          40.000
   C 3            0.000          40.000
   C 4           10.000           0.000
----------------------------------------

Objective Coefficient Ranges
------------------------------------------------------------------------------
Variables     Lower Limit   Current Values   Upper Limit   Allowable Increase   Allowable Decrease
------------------------------------------------------------------------------
   x 1         30.000         40.000          45.000          5.000              10.000
   x 2        112.000        120.000         160.000         40.000               8.000
   x 3       No limit         60.000          70.000         10.000            No limit

Right Hand Side Ranges
------------------------------------------------------------------------------
Constraints   Lower Limit   Current Values   Upper Limit   Allowable Increase   Allowable Decrease
------------------------------------------------------------------------------
   C 1        472.000        960.000       No limit       No limit            488.000
   C 2        320.000        404.000        480.000        76.000              84.000
   C 3        134.667        160.000        202.000        42.000              25.333
   C 4          0.000         10.000       No limit       No limit             10.000

***** End of Output *****
```

รูปที่ 7 การวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลง เมื่อค่าคงที่ทางขวามือของเงื่อนไขบังคับข้อที่ 2 เปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นและยังอยู่ในช่วงที่กำหนด

จากการเปลี่ยนแปลงตามรูปที่ 7 นี้ จะเห็นได้ว่าคำตอบที่ดีที่สุดจะเปลี่ยนไปเป็น $X_1 = 336$, $X_2 = 76$, และ $X_3 = 0$ และค่า Maximize Z จะเปลี่ยนไปโดยเพิ่มขึ้นจาก 160 (4 x 40) ทำให้ Maximize Z เพิ่มขึ้นจากเดิมเป็น 22,400 + 160 = 22,560 บาท

จะเห็นได้ว่าการเปลี่ยนแปลงในกรณีที่ 3 ตามรูปที่ 7 นี้ ไม่สามารถหาค่า X_1, X_2, และ X_3 ได้โดยตรงจากรูปที่ 4 แต่ค่า Maximize Z สามารถหาได้โดยตรงจากรูปที่ 4

```
Program: Linear Programming

Problem Title : f8.sensitivity

***** Input Data *****

Max.  Z =  40x1 + 120x2 + 60x3

Subject to

C1    0.5x1 + 4x2 + 3x3 <= 960
C2    0.75x1 + 2x2 + 1x3 <= 400
C3    0.25x1 + 1x2 + 0.75x3 <= 150
C4    1x3 <= 10

***** Program Output *****

Final Optimal Solution At Simplex Tableau : 2

Z =  22000.000

----------------------------------------
Variable         Value      Reduced Cost
----------------------------------------
   x 1         400.000          0.000
   x 2          50.000          0.000
   x 3           0.000         10.000
----------------------------------------
Constraint  Slack/Surplus   Shadow Price
----------------------------------------
   C 1         560.000          0.000
   C 2           0.000         40.000
   C 3           0.000         40.000
   C 4          10.000          0.000
----------------------------------------

Objective Coefficient Ranges
-------------------------------------------------------------------------------
              Lower      Current       Upper   Allowable   Allowable
Variables     Limit       Values       Limit    Increase    Decrease
-------------------------------------------------------------------------------
   x 1       30.000      40.000      45.000       5.000      10.000
   x 2      112.000     120.000     160.000      40.000       8.000
   x 3     No limit      60.000      70.000      10.000    No limit

Right Hand Side Ranges
-------------------------------------------------------------------------------
              Lower      Current       Upper   Allowable   Allowable
Constraints   Limit       Values       Limit    Increase    Decrease
-------------------------------------------------------------------------------
   C 1      400.000     960.000    No limit    No limit     560.000
   C 2      300.000     400.000     450.000      50.000     100.000
   C 3      133.333     150.000     200.000      50.000      16.667
   C 4        0.000      10.000    No limit    No limit      10.000

***** End of Output *****
```

รูปที่ 8 การวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงเมื่อค่าคงที่ทางขวามือของเงื่อนไขบังคับข้อที่ 3 เปลี่ยนแปลงลดลง และยังอยู่ในช่วงที่กำหนด

จากการเปลี่ยนแปลงตามรูปที่ 8 นี้ จะเห็นได้ว่าคำตอบที่ดีที่สุดจะเปลี่ยนไปเป็นกล่าวคือ $X_1 = 400$, $X_2 = 50$, $X_3 = 0$ และค่า Maximize Z จะเปลี่ยนไป โดยลดลงจากเดิม 400 (10 x 40) ทำให้ค่า Maximize Z ลดลงจากเดิมเป็น 22,400 - 400 = 22,000 บาท

จะเห็นได้ว่าการเปลี่ยนแปลงในกรณีที่ 3 ตามรูปที่ 8 นี้ ไม่สามารถหาค่า X_1, X_2, และ X_3 ได้โดยตรงจากรูปที่ 4 แต่ค่า Maximize Z สามารถหาได้โดยตรงจากรูปที่ 4

กรณีที่ 4 อธิบายตามรูปที่ 9 และรูปที่ 10

```
Program: Linear Programming

Problem Title : f9.sensitivity

***** Input Data *****

Max.  Z =  40x1 + 120x2 + 60x3

Subject to

C1    0.5x1 + 4x2 + 3x3 <= 960
C2    0.75x1 + 2x2 + 1x3 <= 490
C3    0.25x1 + 1x2 + 0.75x3 <= 160
C4    1x3 <= 10

***** Program Output *****

Final Optimal Solution At Simplex Tableau : 2

Z =  25600.000

----------------------------------------
Variable          Value       Reduced Cost
----------------------------------------
   x 1          640.000           0.000
   x 2            0.000          40.000
   x 3            0.000          60.000
----------------------------------------
Constraint  Slack/Surplus    Shadow Price
----------------------------------------
   C 1          640.000           0.000
   C 2           10.000           0.000
   C 3            0.000         160.000
   C 4           10.000           0.000
------------------------------ --------

Objective Coefficient Ranges
-------------------------------------------------------------------------
              Lower      Current       Upper   Allowable   Allowable
Variables     Limit       Values       Limit    Increase    Decrease
-------------------------------------------------------------------------
   x 1        30.000      40.000    No limit    No limit      10.000
   x 2     No limit      120.000     160.000      40.000    No limit
   x 3     No limit       60.000     120.000      60.000    No limit

Right Hand Side Ranges
-------------------------------------------------------------------------
              Lower      Current       Upper   Allowable   Allowable
Constraints   Limit       Values       Limit    Increase    Decrease
-------------------------------------------------------------------------
   C 1       320.000     960.000    No limit    No limit     640.000
   C 2       480.000     490.000    No limit    No limit      10.000
   C 3         0.000     160.000     163.333       3.333     160.000
   C 4         0.000      10.000    No limit    No limit      10.000

***** End of Output *****
```

รูปที่ 9 การวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงเมื่อค่าคงที่ทางขวามือของเงื่อนไขบังคับข้อที่ 2 เปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้น และไม่อยู่ในช่วงที่กำหนด

จากการเปลี่ยนแปลงตามรูปที่ 9 นี้ จะเห็นได้ว่าคำตอบที่ดีที่สุดจะเปลี่ยนไปจากเดิม กล่าวคือจะได้ $X_1 = 640$, $X_2 = 0$, และ $X_3 = 0$ โดย Maximize $Z = 25{,}600$

จะเห็นได้ว่าการเปลี่ยนแปลงในกรณีที่ 4 ตามรูปที่ 9 นี้ ไม่สามารถหาค่า X_1, X_2, X_3, และ Maximize Z ได้โดยตรงจากรูปที่ 4 จะต้องทำการคำนวณใหม่เพิ่มเติม ดังในรูปที่ 9

```
Program: Linear Programming

Problem Title : f10.sensitivity

***** Input Data *****

Max.  Z =  40x1 + 120x2 + 60x3

Subject to

C1    0.5x1 + 4x2 + 3x3 <= 960
C2    0.75x1 + 2x2 + 1x3 <= 400
C3    0.25x1 + 1x2 + 0.75x3 <= 120
C4    1x3 <= 10

***** Program Output *****

Final Optimal Solution At Simplex Tableau : 2

Z =  19200.000

-----------------------------------------
Variable          Value       Reduced Cost
-----------------------------------------
   x 1          480.000           0.000
   x 2            0.000          40.000
   x 3            0.000          60.000
-----------------------------------------
Constraint  Slack/Surplus   Shadow Price
-----------------------------------------
   C 1          720.000           0.000
   C 2           40.000           0.000
   C 3            0.000         160.000
   C 4           10.000           0.000
-----------------------------------------

Objective Coefficient Ranges
-------------------------------------------------------------------------------
Variables     Lower Limit   Current Values   Upper Limit   Allowable Increase   Allowable Decrease
-------------------------------------------------------------------------------
   x 1         30.000         40.000        No limit        No limit            10.000
   x 2       No limit        120.000        160.000          40.000            No limit
   x 3       No limit         60.000        120.000          60.000            No limit

Right Hand Side Ranges
-------------------------------------------------------------------------------
Constraints   Lower Limit   Current Values   Upper Limit   Allowable Increase   Allowable Decrease
-------------------------------------------------------------------------------
   C 1        240.000        960.000        No limit        No limit           720.000
   C 2        360.000        400.000        No limit        No limit            40.000
   C 3          0.000        120.000        133.333          13.333            120.000
   C 4          0.000         10.000        No limit        No limit            10.000

***** End of Output *****
```

รูปที่ 10 การวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงเมื่อค่าคงที่ทางขวามือของเงื่อนไขบังคับข้อที่ 3 เปลี่ยนแปลงลดลง และไม่อยู่ในช่วงที่กำหนด

จากการเปลี่ยนแปลงตามรูปที่ 10 นี้ จะเห็นได้ว่าคำตอบที่ดีที่สุดจะเปลี่ยนไปจากเดิม กล่าวคือจะได้ $X_1 = 480$, $X_2 = 0$, และ $X_3 = 0$ โดย Maximize Z = 19,200

จะเห็นได้ว่าการเปลี่ยนแปลงในกรณีที่ 4 ตามรูปที่ 10 นี้ ไม่สามารถหาค่า X_1, X_2, X_3, และ Maximize Z ได้โดยตรงจากรูปที่ 4 จะต้องทำการคำนวณใหม่เพิ่มเติม ดังในรูปที่ 10

ประโยชน์ของการวิเคราะห์ความไวเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงค่าคงที่ทางขวามือของเงื่อนไขบังคับ คือ ช่วยให้ผู้บริหารตัดสินใจในการซื้อหรือจัดทรัพยากรมาเพิ่ม ตัวอย่างเช่น ถ้าพิจารณาทรัพยากรแรงงานเพื่อประกอบ ซึ่งมีช่วงระหว่าง 320 ถึง 480 ชั่วโมง-คน ที่ทำให้มูลค่าทรัพยากร (Dual Price) นี้มีค่า 40 บาท/ชั่วโมง-คน ดังนั้น ถ้าต้องการแรงงานเพื่อประกอบเพิ่ม จะต้องเสียค่าใช้จ่ายไม่เกินกว่า 40 บาท/ชั่วโมง-คน เฉพาะจำนวนที่ไม่เกิน 480 ชั่วโมง-คน เท่านั้น ถ้าเกินจากนั้นมูลค่าทรัพยากรอาจจะเปลี่ยนแปลงไป ดังตัวอย่างในรูปที่ 9 ซึ่งจำนวนทรัพยากรของแรงงานเพื่อประกอบเพิ่มขึ้นเป็น 490 ชั่วโมง-คน ทำให้มูลค่าทรัพยากร (Dual Price) หรือ Shadow Price เป็นศูนย์ ทั้งนี้เพราะแรงงานเพื่อประกอบเหลือ 10 ชั่วโมง-คน นั่นแสดงว่าผู้บริหารควรเพิ่มแรงงานเพื่อประกอบไม่เกินกว่า 480 ชั่วโมง-คน เพราะส่วนที่เกินจากนั้นจะไม่สามารถก่อให้เกิดประโยชน์อีกแล้ว

สำหรับกรณีของปัญหาการหาค่าต่ำสุด การวิเคราะห์ความไวต่อการเปลี่ยนแปลงของค่าคงที่ทางขวามือของเงื่อนไขบังคับ ทำได้ในลักษณะเดียวกัน

แบบฝึกหัด

ข้อ 1. กำหนดให้ตัวแบบกำหนดการเชิงเส้นตามตัวอย่างที่ 9 ในบทที่ 3 เป็นปัญหาเดิม จากปัญหาเดิมดังกล่าว ให้ทำตามคำสั่งข้อย่อยต่อไปนี้

1.1) สร้างปัญหาควบคู่

1.2) หาคำตอบของปัญหาควบคู่โดยวิธีซิมเพล็กซ์

1.3) หาคำตอบของปัญหาควบคู่โดยพิจารณาจากตารางซิมเพล็กซ์สุดท้ายของปัญหาเดิม

ข้อ 2. ใช้คำสั่งลักษณะเดียวกันกับข้อ 1 แต่กำหนดให้ตัวแบบกำหนดการเชิงเส้นตามตัวอย่างที่ 10 ในบทที่ 3 เป็นปัญหาเดิม

ข้อ 3. ใช้คำสั่งลักษณะเดียวกันกับข้อ 1 แต่กำหนดให้ตัวแบบกำหนดการเชิงเส้นตามตัวอย่างที่ 11 ในบทที่ 3 เป็นปัญหาเดิม

ข้อ 4 ใช้คำสั่งลักษณะเดียวกันกับข้อ 1 แต่กำหนดให้ตัวแบบกำหนดการเชิงเส้นตามตัวอย่างที่ 12 ในบทที่ 3 เป็นปัญหาเดิม

ข้อ 5. ใช้คำสั่งลักษณะเดียวกันกับข้อ 1 แต่กำหนดให้ตัวแบบกำหนดการเชิงเส้นตามตัวอย่างที่ 13 ในบทที่ 3 เป็นปัญหาเดิม

ข้อ 6. ใช้คำสั่งลักษณะเดียวกันกับข้อ 1 แต่กำหนดให้ตัวแบบกำหนดการเชิงเส้นตามตัวอย่างที่ 14 ในบทที่ 3 เป็นปัญหาเดิม

ข้อ 7. ใช้คำสั่งลักษณะเดียวกันกับข้อ 1 แต่กำหนดให้ตัวแบบกำหนดการเชิงเส้นตามตัวอย่างที่ 15 ในบทที่ 3 เป็นปัญหาเดิม

ข้อ 8. ใช้คำสั่งลักษณะเดียวกันกับข้อ 1 แต่กำหนดให้ตัวแบบกำหนดการเชิงเส้นตามตัวอย่างที่ 16 ในบทที่ 3 เป็นปัญหาเดิม

ข้อ 9. ใช้คำสั่งลักษณะเดียวกันกับข้อ 1 แต่กำหนดให้ตัวแบบกำหนดการเชิงเส้นตามตัวอย่างที่ 17 ในบทที่ 3 เป็นปัญหาเดิม

ข้อ 10. กิจการหนึ่งผลิตสินค้า 3 ชนิด คือ A, B, และ C สินค้า 3 ชนิด ผลิตโดยใช้เครื่องจักรร่วมกัน บริษัทมีเครื่องจักรอยู่ 4 เครื่อง คือ ก, ข, ค, และ ง ในการผลิตสินค้า A ต้องผ่านเครื่องจักร 3 เครื่อง คือ ก, ข, และ ง สินค้า B มีกระบวนการผลิตแบบใดแบบหนึ่งใน 2 แบบ คือ แบบที่ 1 จะผ่านเครื่องจักร ก และ ค หรือ แบบที่ 2 จะผ่านเครื่องจักร ข และ ง สำหรับกระบวนการผลิตสินค้า C จะมีกระบวนการผลิตแบบใดแบบหนึ่งใน 2 แบบเช่นเดียวกันคือ แบบที่ 1 จะผ่านเครื่องจักร ก และ ค หรือแบบที่ 2จะผ่านเครื่องจักร ข, ค, และ ง เวลาที่ใช้ในการผลิตที่ผ่านเครื่องจักรแต่ละเครื่อง แสดงในตารางข้างล่างพร้อมด้วยต้นทุนแปรได้ต่อนาที

สินค้า	กระบวนการที่ผลิต	เวลา (นาที) ต่อ 1 หน่วยที่ผลิต			
		ก	ข	ค	ง
A	1	10	-	6	3
B	1	8	-	10	-
	2	-	6	-	9
C	1	8	-	16	-
	2	-	10	3	8
ต้นทุนแปรได้ (บาท/นาที)		40	50	24	30

จะต้องตัดสินใจว่าควรจะผลิตสินค้าแต่ละชนิดอย่างละกี่หน่วยโดยจะทำให้ต้นทุนแปรได้รวมต่ำที่สุด

เครื่องจักรแต่ละเครื่อง มีเวลาเดินเครื่องวันละ 16 ชั่วโมง ความต้องการในสินค้าต่อวันของสินค้า A เท่ากับ 72 หน่วย สินค้า B เท่ากับ 90 หน่วย และสินค้า C เท่ากับ 20 หน่วย

เพื่อตัดสินใจปัญหาดังกล่าว กิจการได้ให้นักวิเคราะห์เชิงปริมาณช่วยทำการสร้างตัวแบบกำหนดการเชิงเส้นปัญหาดังกล่าว ได้ดังนี้

ให้ X_1 = จำนวนการผลิตสินค้า A (หน่วย)

X_2 = จำนวนการผลิตสินค้า B โดยผ่านกระบวนการผลิตแบบที่ 1 (หน่วย)

X_3 = จำนวนการผลิตสินค้า B โดยผ่านกระบวนการผลิตแบบที่ 2 (หน่วย)

X_4 = จำนวนการผลิตสินค้า C โดยผ่านกระบวนการผลิตแบบที่ 1 (หน่วย)

X_5 = จำนวนการผลิตสินค้า C โดยผ่านกระบวนการผลิตแบบที่ 2 (หน่วย)

Z = จำนวนต้นทุนแปรได้รวมในการผลิต (บาท)

Minimize $Z = 634X_1 + 560X_2 + 570X_3 + 704X_4 + 812X_5$

Subject to :

$$10X_1 + 8X_2 + 8X_4 \leq 960$$

$$6X_3 + 10X_5 \leq 960$$

$$6X_1 + 10X_2 + 16X_4 + 3X_5 \leq 960$$

$$3X_1 + 9X_3 + 8X_5 \leq 960$$

$$X_1 = 72$$

$$X_2 + X_3 = 90$$

$$X_4 + X_5 = 20$$

$$X_1, X_2, X_3, X_4, X_5 \geq 0$$

นำตัวแบบกำหนดการเชิงเส้นข้างต้นไปหาคำตอบด้วยคอมพิวเตอร์ โดยใช้โปรแกรม AB:QM ได้รายงานผลลัพธ์ดังนี้

Program: Linear Programming

Problem Title : ex.10

***** Input Data *****

Min. Z = 634x1 + 560x2 + 570x3 + 704x4 + 812x5

Subject to

C1 10x1 + 8x2 + 8x4 <= 960
C2 6x3 + 10x5 <= 960
C3 6x1 + 10x2 + 16x4 + 3x5 <= 960
C4 3x1 + 9x3 + 8x5 <= 960
C5 1x1 = 72
C6 1x2 + 1x3 = 90
C7 1x4 + 1x5 = 20

***** Program Output *****

Final Optimal Solution At Simplex Tableau : 5

Z = 110928.000

Variable	Value	Reduced Cost
x 1	72.000	0.000
x 2	10.000	0.000
x 3	80.000	0.000
x 4	20.000	0.000
x 5	0.000	98.000

Constraint	Slack/Surplus	Shadow Price
C 1	0.000	1.250
C 2	480.000	0.000
C 3	108.000	0.000
C 4	24.000	0.000

Objective Coefficient Ranges

Variables	Lower Limit	Current Values	Upper Limit	Allowable Increase	Allowable Decrease
x 1	No limit	634.000	No limit	No limit	No limit
x 2	462.000	560.000	570.000	10.000	98.000
x 3	560.000	570.000	668.000	98.000	10.000
x 4	No limit	704.000	802.000	98.000	No limit
x 5	714.000	812.000	No limit	No limit	98.000

Right Hand Side Ranges

Constraints	Lower Limit	Current Values	Upper Limit	Allowable Increase	Allowable Decrease
C 1	938.667	960.000	1046.400	86.400	21.333
C 2	480.000	960.000	No limit	No limit	480.000
C 3	852.000	960.000	No limit	No limit	108.000
C 4	936.000	960.000	No limit	No limit	24.000
C 5	55.385	72.000	73.684	1.684	16.615
C 6	10.000	90.000	92.667	2.667	80.000
C 7	0.000	20.000	22.667	2.667	20.000

***** End of Output *****

จากรายงานผลลัพธ์โปรแกรม AB:QM ข้างต้น ให้ตอบคำถามต่อไปนี้

10.1) ให้อธิบายการคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรในฟังก์ชันวัตถุประสงค์

10.2) กิจการทำการผลิตสินค้าแต่ละชนิดจำนวนเท่าไหร่ และสำหรับสินค้า B และ C ผลิตโดยใช้กระบวนการผลิตแต่ละแบบในจำนวนเท่าใด

10.3) มีเครื่องจักรใดบ้างที่ใช้กำลังการผลิตไม่เต็มกำลังการผลิต และมีกำลังการผลิตเหลือเท่าไหร่

10.4) ถ้าความต้องการของสินค้า A ลดลงเหลือเพียง 60 หน่วย จะมีผลกระทบต่อต้นทุนแปรได้รวมเท่าไหร่

10.5) ถ้าความต้องการของสินค้า C เพิ่มจาก 20 เป็น 24 หน่วย จะมีผลกระทบต่อต้นทุนอย่างไร

10.6) ถ้ากิจการได้รับการร้องขอให้ทำการผลิตสินค้า D จำนวน 10 หน่วยต่อวัน ถ้าแต่ละหน่วยของสินค้า D ใช้เครื่องจักร ก, ข, และ ค ทำการผลิต โดยใช้เวลาขนเครื่องจักร ก 2 นาที เครื่องจักร ข 12 นาที และเครื่องจักร ค 6 นาที ถ้ากำไรของสินค้า D เท่ากับ 25 บาท กิจการควรทำการผลิตสินค้า D หรือไม่ เพราะเหตุใด

ข้อ 11. โรงพิมพ์แห่งหนึ่งมีชั่วโมงการทำงานในแผนกพิมพ์ และแผนกทำปก 9,000 ชั่วโมง และ 8,000 ชั่วโมง ตามลำดับ มีหนังสือที่พิมพ์จำหน่ายอยู่ 4 ชนิด เวลาที่ใช้พิมพ์หนังสือแต่ละชนิดในแต่ละแผนก และกำไรต่อเล่มของหนังสือแต่ละชนิด แสดงในตารางต่อไปนี้

หนังสือชนิด	1	2	3	4
แผนกพิมพ์ (ชั่วโมง/เล่ม)	0.1	0.3	0.8	0.4
แผนกเข้าปก (ชั่วโมง/เล่ม)	0.2	0.1	0.1	0.3
กำไร/เล่ม	20	20	80	60

โรงงานแห่งนี้จะต้องตัดสินใจว่าควรจะผลิตหนังสือแต่ละชนิดกี่เล่ม จึงจะทำให้ได้รับกำไรสูงสุด ดังนั้นจึงให้นักวิเคราะห์เชิงปริมาณทำการสร้างตัวแบบกำหนดการเชิงเส้นของปัญหาดังกล่าว ซึ่งสร้างได้ดังนี้

ให้ X_1 = จำนวนการผลิตหนังสือชนิดที่ 1 (เล่ม)

X_2 = จำนวนการผลิตหนังสือชนิดที่ 2 (เล่ม)

X_3 = จำนวนการผลิตหนังสือชนิดที่ 3 (เล่ม)

X_4 = จำนวนการผลิตหนังสือชนิดที่ 4 (เล่ม)

Z = จำนวนกำไรทั้งหมดที่ได้จากการพิมพ์หนังสือ (บาท)

Maximize $Z = 20X_1 + 20X_2 + 80X_3 + 60X_4$

Subject to :

$$0.1X_1 + 0.3X_2 + 0.8X_3 + 0.4X_4 \leq 9{,}000$$

$$0.2X_1 + 0.1X_2 + 0.1X_3 + 0.3X_4 \leq 8{,}000$$

$$X_1, X_2, X_3, X_4 \geq 0$$

นำตัวแบบกำหนดการเชิงเส้นข้างต้นไปหาคำตอบด้วยคอมพิวเตอร์ โดยใช้โปรแกรม AB:QM ได้รายงานผลลัพธ์ดังนี้

Program: Linear Programming

Problem Title : ex.11

***** Input Data *****

Max. Z = 20x1 + 20x2 + 80x3 + 60x4

Subject to

C1 0.1x1 0.3x2 + 0.8x3 + 0.4x4 <= 9000
C2 0.2x1 + 0.1x2 + 0.1x3 + 0.3x4 <= 8000

***** Program Output *****

Final Optimal Solution At Simplex Tableau : 3

Z =1400000.000

Variable	Value	Reduced Cost
x 1	10000.000	0.000
x 2	0.000	20.000
x 3	0.000	20.000
x 4	20000.000	0.000

Constraint	Slack/Surplus	Shadow Price
C 1	0.000	120.000
C 2	0.000	40.000

Objective Coefficient Ranges

Variables	Lower Limit	Current Values	Upper Limit	Allowable Increase	Allowable Decrease
x 1	15.000	20.000	25.000	5.000	5.000
x 2	No limit	20.000	40.000	20.000	No limit
x 3	No limit	80.000	100.000	20.000	No limit
x 4	53.333	60.000	80.000	20.000	6.667

Right Hand Side Ranges

Constraints	Lower Limit	Current Values	Upper Limit	Allowable Increase	Allowable Decrease
C 1	4000.000	9000.000	10666.667	1666.667	5000.000
C 2	6750.000	8000.000	18000.000	10000.000	1250.000

***** End of Output *****

จากรายงานผลลัพธ์โปรแกรม AB:QM ข้างต้น ให้ตอบคำถามต่อไปนี้

11.1) ฝ่ายการตลาดได้โต้แย้งว่าคำตอบจากกำหนดการเชิงเส้นนำไปใช้ไม่ได้และผู้จัดการฝ่ายการตลาดคิดว่าหนังสือชนิดที่ 4 น่าจะขายได้อย่างมากที่สุด 10,000 ในราคาที่ตั้งไว้เช่นนั้น ถ้าต้องการขายได้ 20,000 เล่ม ราคาหนังสือควรลดลง 40 บาท วิเคราะห์ให้เหตุผลเสนอแนะทางเลือก (อย่าพยายามแก้ปัญหากำหนดการเชิงเส้นใหม่โดยใช้การเพิ่มเงื่อนไขบังคับ)

11.2) ผู้จัดการฝ่ายการตลาดผิดหวังมากเมื่อทางเลือกของคำตอบที่ดีที่สุดตามรายงานผลลัพธ์คอมพิวเตอร์ที่คำนวณได้ ไม่ได้เสนอแนะให้พิมพ์หนังสือชนิดที่ 2 จำหน่าย เขาต้องการทราบว่า ถ้าต้องการพิมพ์หนังสือชนิดที่ 2 จำนวน 4,000 เล่ม จะมีผลกระทบต่อกิจการอย่างไร

11.3) ทางเลือกทางหนึ่งเพื่อให้หนังสือชนิดที่ 2 ได้ทำการพิมพ์จำหน่าย ผู้จัดการฝ่ายการผลิตแนะนำให้ไปเย็บเข้าเล่มที่โรงพิมพ์อื่น ซึ่งโรงพิมพ์อื่นนั้นจะคิดราคาเล่มละ 10 บาท ควรจะดำเนินการตามทางเลือกนี้หรือไม่ และควรพิมพ์กี่เล่ม

11.4) นอกจากทางเลือกในข้อ 11.3 มีผู้เสนอให้เปลี่ยนแปลงราคาขายของหนังสือชนิดที่ 2 อยากทราบว่าราคาขายของหนังสือชนิดที่ 2 ควรเป็นอย่างไร จึงสมควรผลิตออกจำหน่าย (สมมติต้นทุนของการผลิตหนังสือชนิดที่ 2 เท่ากับ 120 บาท ต่อ 1 เล่ม)

ข้อ 12 . โรงงานผลิตสินค้า ผลิตสินค้าอยู่ 3 ชนิด คือ แบบมาตรฐาน แบบพิเศษ และแบบซุปเปอร์ การผลิตสินค้าแต่ละชนิดต้องผ่าน 3 แผนก และเวลาที่ใช้ผลิตสินค้าแต่ละชนิดต่อหน่วยในแต่ละแผนก พร้อมทั้งเวลาที่มีอยู่ทั้งหมดของแต่ละแผนก เป็นดังนี้

เวลาที่ใช้ผลิต/หน่วย (ชั่วโมง)

แผนก	มาตรฐาน	พิเศษ	ซุปเปอร์	เวลาที่มีอยู่ทั้งหมดของแต่ละแผนก
ออกแบบ	3	3	7	2,000
ทำชิ้นส่วน	4	15	12	3,000
ประกอบ	4	10	15	4,000
กำไร/หน่วย (บาท)	10	30	35	

ความต้องการขั้นต่ำของสินค้ามาตรฐานเท่ากับ 100 หน่วย สินค้าพิเศษเท่ากับ 60 หน่วยโรงงานแห่งนี้จะต้องตัดสินใจว่าควรจะผลิตสินค้าแต่ละชนิดกี่หน่วย จึงจะทำให้ได้รับกำไรสูงสุดดังนั้นจึงให้นักวิเคราะห์เชิงปริมาณทำการสร้างตัวแบบกำหนดการเชิงเส้นของปัญหาดังกล่าว ซึ่งสร้างได้ดังนี้

ดังนั้นจึงให้นักวิเคราะห์เชิงปริมาณทำการสร้างตัวแบบกำหนดการเชิงเส้นของปัญหาดังกล่าว ซึ่งสร้างได้ดังนี้

ให้ X_1 = จำนวนการผลิตสินค้าแบบมาตรฐาน (หน่วย)

X_2 = จำนวนการผลิตสินค้าแบบพิเศษ (หน่วย)

X_3 = จำนวนการผลิตสินค้าแบบซุปเปอร์ (หน่วย)

Z = จำนวนกำไรทั้งหมดที่ได้จากการผลิตสินค้าทั้ง 3 ชนิด (บาท)

$$\text{Maximize } Z = 10X_1 + 30X_2 + 35X_3$$

Subject to :

$$3X_1 + 3X_2 + 7X_3 \leq 2{,}000$$

$$4X_1 + 15X_2 + 12X_3 \leq 3{,}000$$

$$4X_1 + 10X_2 + 15X_3 \leq 2{,}400$$

$$X_2 \geq 60$$

$$X_1, X_2, X_3 \geq 0$$

นำตัวแบบกำหนดการเชิงเส้นข้างต้นไปหาคำตอบด้วยคอมพิวเตอร์โดยใช้โปรแกรม AB:QM ได้รายงานผลลัพธ์ดังนี้

```
Program: Linear Programming

Problem Title : ex.12

***** Input Data *****

Max.  Z =  10x1 + 30x2 + 35x3

Subject to

C1    3x1 + 3x2 + 7x3 <= 2000
C2    4x1 + 15x2 + 12x3 <= 3000
C3    4x1 + 10x2 + 15x3 <= 2400
C4    1x2 <= 60

***** Program Output *****

Final Optimal Solution At Simplex Tableau : 3

Z =   6300.000
```

Variable	Value	Reduced Cost
x 1	450.000	0.000
x 2	60.000	0.000
x 3	0.000	2.500

Constraint	Slack/Surplus	Shadow Price
C 1	470.000	0.000
C 2	300.000	0.000
C 3	0.000	2.500
C 4	0.000	5.000

Objective Coefficient Ranges

Variables	Lower Limit	Current Values	Upper Limit	Allowable Increase	Allowable Decrease
x 1	9.333	10.000	12.000	2.000	0.667
x 2	25.000	30.000	No limit	No limit	5.000
x 3	No limit	35.000	37.500	2.500	No limit

Right Hand Side Ranges

Constraints	Lower Limit	Current Values	Upper Limit	Allowable Increase	Allowable Decrease
C 1	1530.000	2000.000	No limit	No limit	470.000
C 2	2700.000	3000.000	No limit	No limit	300.000
C 3	600.000	2400.000	2700.000	300.000	1800.000
C 4	0.000	60.000	120.000	60.000	60.000

```
***** End of Output *****
```

จากรายงานผลลัพธ์โปรแกรม AB:QM ข้างต้น ให้ตอบคำถามต่อไปนี้

12.1) โรงงานแห่งนี้ผลิตสินค้าแต่ละชนิดจำนวนเท่าไหร่และได้รับกำไรสูงสุดเท่ากับเท่าไหร่

12.2) แผนกใดบ้างที่มีกำลังการผลิตเหลือ (Excess Capacity) และเหลือเท่ากับเท่าไหร่

12.3) ถ้าความต้องการของสินค้า มาตรฐานลดลง 20 หน่วย จะมีผลกระทบอย่างไรบ้าง

12.4) ถ้ากำไรต่อหน่วยของสินค้าแบบซุปเปอร์เพิ่มเป็น 40 บาท จะมีผลกระทบต่อคำตอบที่ดีที่สุด (Optimal Solution) หรือไม่ และค่าคำตอบที่ดีที่สุด (Optimal Value) เปลี่ยนไปหรือไม่ ถ้าเปลี่ยน เปลี่ยนเป็นเท่าไหร่

12.5) ถ้าสมมติจ้างพนักงานทำงานล่วงเวลาในแผนกทำชิ้นส่วนจำนวน 100 ชั่วโมง โดยจ้างชั่วโมงละ 5 บาท สมควรจ้างหรือไม่ ถ้าจ้างจะมีผลกระทบอย่างไร อธิบายเหตุผล

ข้อ 13. ร้านไทยการผลิต ผลิตอุปกรณ์สนาม 3 ชนิด คือ เก้าอี้เหล็กดัด ม้านั่ง และชิงช้า กระบวนการผลิตอุปกรณ์สนามทั้ง 3 ชนิด ผ่าน 2 ขั้นตอน คือ แผนกเหล็กดัด และแผนกเชื่อม เวลาที่ใช้ในการผลิตอุปกรณ์สนามแต่ละชนิดหนึ่งตัวในแต่ละแผนก และกำลังการผลิตปัจจุบันในเดือนนี้ของแต่ละแผนก แสดงได้ดังตารางต่อไปนี้

แผนก	เวลาที่ใช้ผลิตต่อ 1 ตัว (ช.ม.)			กำลังการผลิตปัจจุบันของเดือนนี้ (ช.ม.)
	เก้าอี้เหล็กดัด	ม้านั่ง	ชิงช้า	
แผนกเหล็กดัด	1.2	1.7	1.2	2,000
แผนกเชื่อม	0.8	0	2.3	2,400

ร้านไทยการผลิตส่งอุปกรณ์สนามขายให้บริษัทเฟอร์นิเจอร์ ขายส่งอีกที กำไรต่อหน่วยที่คาดว่าจะได้รับจากการขายเก้าอี้เหล็กดัดเป็น 60 บาท ม้านั่งเป็น 60 บาท และชิงช้าเป็น 100 บาท

ร้านไทยการผลิตสามารถขายอุปกรณ์สนามให้บริษัทเฟอร์นิเจอร์ได้อย่างไม่จำกัด เพราะว่าความต้องการอุปกรณ์สนามของบริษัทเฟอร์นิเจอร์มีมาก แต่ในเดือนนี้ ร้านไทยการผลิตมีวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตจำกัด คือ มีเพียง 4,000 ปอนด์ วัตถุดิบที่มีนี้จะใช้ในการผลิตอุปกรณ์สนามทั้ง 3 ชนิด โดยในการผลิตเก้าอี้เหล็กดัด 1 ตัว ใช้วัตถุดิบ 3 ปอนด์ ผลิตม้านั่ง 1 ตัว ใช้วัตถุดิบ 3 ปอนด์ และผลิตชิงช้า 1 ตัว ใช้วัตถุดิบ 4.5 ปอนด์

ร้านไทยการผลิตจะต้องตัดสินใจว่าในเดือนนี้ควรจะผลิตอุปกรณ์สนามแต่ละชนิดกี่หน่วย จึงจะทำให้ได้รับกำไรสูงสุด ดังนั้นจึงให้นักวิเคราะห์เชิงปริมาณทำการสร้างตัวแบบกำหนดการเชิงเส้นของปัญหาดังกล่าว ซึ่งสร้างได้ดังนี้

ให้ X_1 = จำนวนการผลิตเก้าอี้เหล็กดัด (ตัว)

X_2 = จำนวนการผลิตม้านั่ง (ตัว)

X_3 = จำนวนการผลิตชิงช้า (ตัว)

Z = จำนวนกำไรทั้งหมดที่ได้จากการผลิตอุปกรณ์สนามทั้ง 3 ชนิด (บาท)

$$\text{Maximize } Z = 60X_1 + 60X_2 + 100X_3$$

Subject to :

$$1.2X_1 + 1.7X_2 + 1.2X_3 \leq 2{,}000$$

$$0.8X_1 + 0X_2 + 2.3X_3 \leq 2{,}400$$

$$3X_1 + 3X_2 + 4.5X_3 \leq 4{,}000$$

$$X_1, X_2, X_3 \geq 0$$

นำตัวแบบกำหนดการเชิงเส้นข้างต้นไปหาคำตอบด้วยคอมพิวเตอร์โดยใช้โปรแกรม AB:QM ได้รายงานผลลัพธ์ดังนี้

Program: Linear Programming

Problem Title : ex.13

***** Input Data *****

Max. Z = 60x1 + 60x2 + 100x3

Subject to

C1 1.2x1 + 1.7x2 + 1.2x3 <= 2000
C2 0.8x1 + 2.3x3 <= 2400
C3 3x1 + 3x2 + 4.5x3 <= 4000

***** Program Output *****

Final Optimal Solution At Simplex Tableau : 1

Z = 88888.889

Variable	Value	Reduced Cost
x 1	0.000	6.667
x 2	0.000	6.667
x 3	888.889	0.000

Constraint	Slack/Surplus	Shadow Price
C 1	933.333	0.000
C 2	355.556	0.000
C 3	0.000	22.222

Objective Coefficient Ranges

Variables	Lower Limit	Current Values	Upper Limit	Allowable Increase	Allowable Decrease
x 1	No limit	60.000	66.667	6.667	No limit
x 2	No limit	60.000	66.667	6.667	No limit
x 3	90.000	100.000	No limit	No limit	10.000

Right Hand Side Ranges

Constraints	Lower Limit	Current Values	Upper Limit	Allowable Increase	Allowable Decrease
C 1	1066.667	2000.000	No limit	No limit	933.333
C 2	2044.444	2400.000	No limit	No limit	355.556
C 3	0.000	4000.000	4695.652	695.652	4000.000

***** End of Output *****

จากรายงานผลลัพธ์โปรแกรม AB:QM ข้างต้น ให้ตอบคำถามต่อไปนี้

13.1) ในเดือนนี้ ร้านไทยการผลิตควรจะผลิตอุปกรณ์สนามแต่ละชนิดกี่ตัว และจะได้รับกำไรเป็นเท่าไหร่

13.2) ร้านไทยการผลิตจะได้รับกำไรเพิ่มเท่าไหร่ ถ้ามีชั่วโมงการทำงานของแผนกเหล็กดัดเพิ่มขึ้น1 ชั่วโมง

13.3) ร้านไทยการผลิตจะได้รับกำไรเพิ่มเท่าไหร่ ถ้าชั่วโมงการทำงานของแผนกเชื่อมเพิ่มขึ้น 1 ชั่วโมง

13.4) ร้านไทยการผลิตจะได้รับกำไรเพิ่มขึ้นเท่าไหร่ ถ้าสามารถจัดหาวัตถุดิบมาได้เพิ่มขึ้นอีก 1 หน่วย

13.5) ถ้ามีพ่อค้ามาเสนอขายวัตถุดิบให้ร้านไทยการผลิต โดยขายวัตถุดิบ ปอนด์ละ 1.20 บาท ร้านไทยการผลิตควรซื้อมาทำการผลิตหรือไม่ ถ้าสมมุติร้านไทยการผลิตจะซื้อวัตถุดิบมา 100 ปอนด์ จะกระทบต่อผลกำไรของร้านอย่างไร

13.6) ถ้าร้านศรีสยามต้องการผลิตม้านั่งด้วย โดยผลิตจำนวน 100 ตัว เพื่อให้สายผลิตภัณฑ์ (product line) มีหลายรายการ ต้องการทราบว่าจะมีผลกระทบต่อร้านไทยการผลิตอย่างไร

13.7) ลูกจ้างในร้านไทยการผลิตได้ออกแบบม้านั่งชายทะเลแบบใหม่ สินค้าตัวใหม่นี้ 1 ตัว ใช้เวลา 1.1 ชั่วโมง ในแผนกเหล็กดัด ใช้เวลา 2.0 ชั่วโมงในแผนกเชื่อม และใช้วัตถุดิบ 2 ปอนด์ ร้านไทยการผลิตสามารถคาดผลกำไรจากสินค้าตัวใหม่นี้เท่ากับ 60 บาท ร้ายไทยการผลิตควรผลิตสินค้าชนิดใหม่นี้หรือไม่ ถ้าผลิตจะมีผลกระทบอย่างไรต่อผลกำไรของร้าน

13.8) ฝ่ายการตลาดได้เสนอว่าควรผลิตราวตากผ้ามาขาย ราวตากผ้า 1 อัน ใช้เวลาในแผนกเหล็กดัด 1.8 ชั่วโมง ใช้เวลาในแผนกเชื่อม 0.5 ชั่วโมง และใช้วัตถุดิบ 1.3 ปอนด์ สินค้าตัวนี้ควรจะมีกำไรต่อหน่วยเท่าไหร่ จึงจะทำให้น่าสนใจในการตัดสินใจผลิตขาย

13.9) ถ้ากำไรของเก้าอี้เหล็กดัดลดลงเหลือ 50 บาทต่อ 1 ตัว สัดส่วนการผลิตของสินค้าแต่ละชนิดยังคงเดิมหรือไม่ กำไรรวมที่ได้มีมูลค่าเท่าไหร่