บทที่ 5

การนำโปรแกรมไปประยุกต์ใช้งาน

ในบทนี้จะเป็นการนำโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นไปประยุกต์ใช้งาน โดยส่วนแรกจะเป็นการวิเคราะห์ความไวของตัวแปรทุกตัวที่ป้อนเข้าสู่โปรแกรม เพื่อดูว่าตัวแปรแต่ละตัวมีผลอย่างไรต่อค่าความเร็วในการตัด อัตราการป้อนที่เหมาะสมที่สุดทั้ง 2 กรณีของ เป้าหมายเชิงเศรษฐศาสตร์ คือ ต้องการให้ต้นทุนต่อชิ้นต่ำสุด (minimum cost per piece) หรือ ต้องการให้เวลาต่อชิ้นต่ำสุด (minimum time per piece) และในส่วนที่สองจะเป็นตัวอย่างการนำโปรแกรม OCT Version 1.0 ไปประยุกต์ใช้สำหรับช่วยตัดสินใจวางแผนการผลิตสำหรับการแทนที่เครื่องจักร

5.1 ผลการวิเคราะห์ความไวของตัวแปรต่างๆ

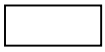
ในส่วนนี้จะเป็นการวิเคราะห์ความไวของตัวแปรทุกตัว ที่ป้อนเข้าสู่โปรแกรม โดยตอนแรกจะเป็นการศึกษาถึงพฤติกรรมของตัวแปรแต่ละตัวก่อนว่า มีลักษณะการแปรผันอย่างไร กับค่า minimum cost per piece (baht) optimum speed (m/min) และ optimum feed (mm/rev) ในกรณีที่เป้าหมายเชิงเศรษฐศาสตร์ คือ ต้องการให้ต้นทุนต่อชิ้นต่ำสุด (minimum cost per piece) และ minimum time per piece (min) optimum speed (m/min) และ optimum feed (mm/rev) ในกรณีที่เป้าหมายเชิงเศรษฐศาสตร์ คือต้องการให้เวลาต่อชิ้นต่ำสุด (minimum time per piece) โดยการทดลองจะเพิ่ม และ ลดค่าของแต่ละตัวแปรครั้งละ 10 เปอร์เซ็นต์ จากค่าปกติที่กำหนดไว้โดยค่าตัวแปรอื่นๆคงที่ ผลการวิเคราะห์ดังตารางที่ 5.1 ต่อจากนั้นจะเป็นจัดลำดับอิทธิพลของแต่ละตัวแปรที่มีผลต่อค่าต่างๆ จากมากไปน้อย โดยจะนำมาจัดลำดับเฉพาะตัวแปรที่มีการแปรผันตรงและแปรผกผันเท่านั้น ดังตาราง 5.2 - 5.7

สืบเนื่องจากการวิเคราะห์ความไว หากเรานำค่าความเร็วที่เหมาะสมที่สุดทั้ง 2 กรณีของเป้าหมายเชิงเศรษฐศาสตร์มาเขียนกราฟกับตัวแปรความลึกในการตัด เราจะได้กราฟที่มีประโยชน์สำหรับใช้เลือกความเร็วตัดที่เหมาะสมที่สุดในระดับความลึกต่างๆ กัน โดยกราฟดังกล่าวตั้งอยู่บนพื้นฐานของเป้าหมายเชิงเศรษฐศาสตร์คือ ต้องการให้ต้นทุนต่อชิ้นต่ำสุด (minimum cost per piece) หรือต้องการให้เวลาต่อชิ้นต่ำสุด (minimum time per piece) ดังภาพประกอบ 5.1

ตาราง 5.1 ผลการวิเคราะห์ความไว ของตัวแปรต่างๆ

รายการ	minimum cost per piece (baht)	optimum speed (m/min)	optimum feed (mm/rev)	minimum time per piece (min)	optimum speed (m/min)	optimum feed (mm/rev)
1. length of work piece (mm)	↑			↑		
2. diameter of work piece (mm)	↑			↑		
3. depth of cut (mm)	↑	↓		↑	↓	
4. constant K	↓	↑		↓	↑	
5. power number of cutting speed in tool life equation	↑	↓	~	↑	↓	~
6. power number of feed in tool life equation	↑	~	↓	↑	~	↓
7. power number of depth in tool life equation	↑	↓		↑	↓	
8. machine burden cost per min (a_0)	↑					
9. direct loading cost per min (a_l)	↑					
10. direct unloading cost per min (a_u)	↑					
11. direct setting cost per min (a_s)	↑					
12. direct cutting cost per min (a_m)	↑	↑				
13. machine depreciate cost per min (a_d)	↑	↑				
14. edge per tool (number)						
15. number of pass per piece (Np)	↑			↑		
16. tool grinder burden cost per min (b_0)	↑					
17. grinder cost per min (b_g)	↑	↓				
18. tool depreciate cost per min (b_d)	↑	↓				
19. loading time per piece (T_l)	↑			↑		
20. unloading time per piece (T_u)	↑			↑		
21. tool setting time (T_s)	↑			↑		
22. tool changing time per edge (T_d)	↑			↑	↓	
23. tool grinding time per piece (T_g)	↑	↓				

ความหมายของสัญลักษณ์

1. เป้าหมายเชิงเศรษฐศาสตร์ คือ ต้องการให้ต้นทุนต่อชิ้นต่ำสุด (minimum cost per piece)
2.  เป้าหมายเชิงเศรษฐศาสตร์ คือ ต้องการให้เวลาต่อชิ้นต่ำสุดสุด (minimum time per piece)
3. แปรผันตรง ↑
4. แปรผกผัน ↓
5. คงที่
6. ลดและเพิ่ม ~

ตาราง 5.2 การจัดลำดับอิทธิพลของแต่ละตัวแปรที่มีผลต่อค่า minimum cost per piece (baht)

ลำดับที่	ตัวแปร
1	power number of cutting speed in tool life equation
2	diameter of work piece (mm)
3	length of work piece (mm)
4	number of pass per piece (Np)
5	direct cutting cost per min (a_m)
6	power number of feed in tool life equation
7	constant K
8	tool grinding time per piece (T_g)
9	depth of cut (mm)
10	grinder cost per min (b_g)
11	machine depreciate cost per min (a_d)
12	loading time per piece (T_l)
13	direct loading cost per min (a_l)
14	power number of depth in tool life equation
15	unloading time per piece (T_u)
16	direct unloading cost per min (a_u)
17	machine burden cost per min (a_0)
18	tool depreciate cost per min (b_d)
19	tool setting time (T_s)

ตาราง 5.2 การจัดลำดับอิทธิพลของแต่ละตัวแปรที่มีผลต่อค่า minimum cost per piece (baht) (ต่อ)

ลำดับที่	ตัวแปร
20	direct setting cost per min (a_s)
21	tool grinder burden cost per min (b_0)
22	tool changing time per edge (T_d)

ตาราง 5.3 การจัดลำดับอิทธิพลของแต่ละตัวแปรที่มีผลต่อค่า optimun speed (m/min) กรณีให้ต้นทุนต่อชิ้นต่ำสุด

ลำดับที่	ตัวแปร
1	power number of cutting speed in tool life equation
2	tool grinding time per piece (T_g)
3	depth of cut (mm)
4	grinder cost per min (b_g)
5	constant K
6	direct cutting cost per min (a_m)
7	power number of depth in tool life equation
8	machine depreciate cost per min (a_d)
9	tool depreciate cost per min (b_d)

ตาราง 5.4 การจัดลำดับอิทธิพลของแต่ละตัวแปรที่มีผลต่อค่า optimum feed (mm/rev) กรณีให้ต้นทุนต่อชิ้นต่ำสุด

ลำดับที่	ตัวแปร
1	power number of feed in tool life equation

ตาราง 5.5 การจัดลำดับอิทธิพลของแต่ละตัวแปรที่มีผลต่อค่า minimum time per piece (min)

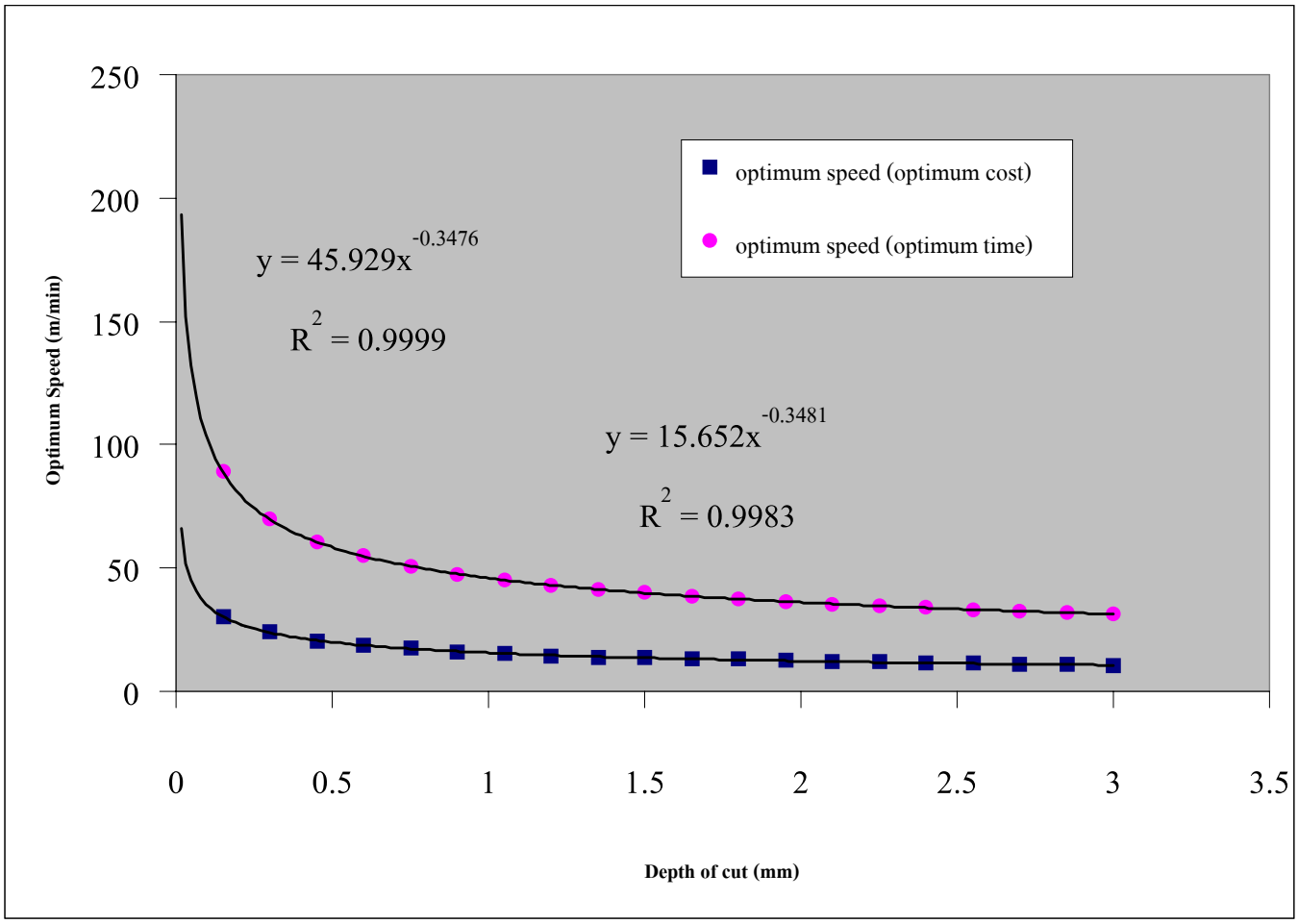
ลำดับที่	ตัวแปร
1	number of pass per piece (Np)
2	diameter of work piece (mm)
3	power number of cutting speed in tool life equation
4	length of work piece (mm)
5	loading time per piece (T_l)
6	unloading time per piece (T_u)
7	tool changing time per edge (T_d)
8	power number of feed in tool life equation
9	constant K
10	depth of cut (mm)
11	power number of depth in tool life equation
12	tool setting time (T_s)

ตาราง 5.6 การจัดลำดับอิทธิพลของแต่ละตัวแปรที่มีผลต่อค่า optimum speed (m/min) กรณี ให้เวลาต่อชิ้นต่ำสุด

ลำดับที่	ตัวแปร
1	depth of cut (mm)
2	tool changing time per edge (T_d)
3	constant K
4	power number of depth in tool life equation
5	power number of cutting speed in tool life equation

ตาราง 5.7 การจัดลำดับอิทธิพลของแต่ละตัวแปรที่มีผลต่อค่า feed optimum cost (mm/rev) กรณี ให้เวลาต่อชิ้นต่ำสุด

ลำดับที่	ตัวแปร
1	power number of feed in tool life equation



ภาพประกอบ 5.1 แผนภูมิความสัมพันธ์ระหว่างความลึกในการตัดกับความเร็วตัดที่เหมาะสม

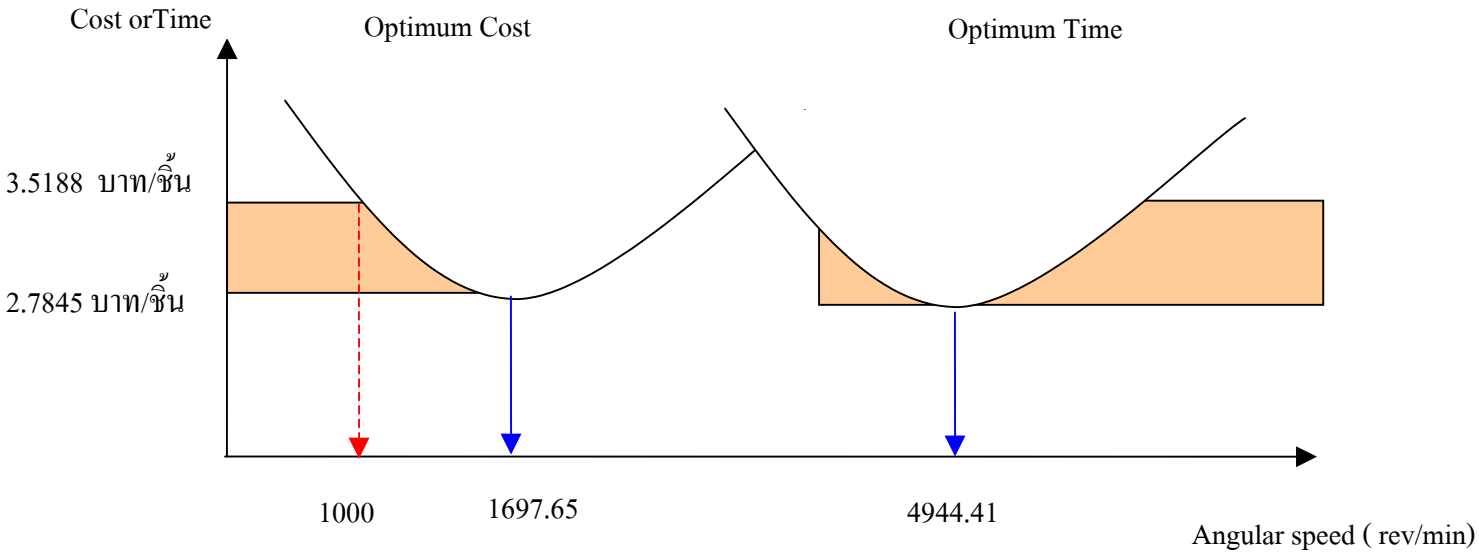
5.2 การนำโปรแกรม OCT Version 1.0 ไปช่วยตัดสินใจวางแผนการผลิต

ในส่วนนี้จะเป็นตัวอย่างการนำโปรแกรม OCT Version 1.0 ไปช่วยในการตัดสินใจวางแผนการผลิตสำหรับการแทนที่เครื่องจักร ดังแสดงโจทย์ตัวอย่างในบทที่ 4 แต่หากเปลี่ยนขนาดของชิ้นงานจากเดิมที่มีขนาดเส้นผ่านเส้นผ่านศูนย์กลาง D= 100 mm เป็นเส้นผ่านศูนย์กลาง D= 15 mm และอัตราการป้อนของเครื่องกลึงอยู่ในช่วง 0.15-0.18 mm/rev แทนโดยตัวแปรอื่นยังคงเดิม ซึ่งผลการคำนวณจากโปรแกรม พบว่า

กรณีเป้าหมายคือ ต้องการให้ต้นทุนต่อชิ้นต่ำสุด (minimum cost per piece)
ความเร็วตัดที่เหมาะสมที่สุด คือ V_{Cost} = 80 m/min ที่ความเร็วรอบ 1697.65 rev/min
โดยที่ค่าใช้จ่ายรวม มีค่าเท่ากับ 2.7845 บาท/ชิ้น

กรณีเป้าหมายคือ ต้องการให้เวลาต่อชิ้นต่ำสุด (minimum time per piece)
ความเร็วตัดที่เหมาะสมที่สุด คือ V_{Time} = 233 m/min ที่ความเร็วรอบ 4944.41 rev/min
โดยที่เวลารวม มีค่าเท่ากับ 1.1379 นาที/ชิ้น

ซึ่งหากปัจจุบันเครื่องกลึงที่ใช้อยู่ สามารถกลึงที่ความเร็วรอบสูงสุดอยู่ที่ 1,000 rev/min หรือหากกลึงปอกชิ้นงานขนาดดังกล่าวก็จะสามารถทำการผลิตได้ที่ความเร็วตัดสูงสุด 47.1 m/min โดยหากดูผลการคำนวณจากโปรแกรม OCT Version 1.0 จะพบว่าที่ความเร็วตัดดังกล่าวค่าใช้จ่ายรวม มีค่าเท่ากับ 3.5188 บาท/ชิ้น ดังภาพประกอบ 5.2 ซึ่งผลต่างของการตัดที่จุดที่ทำให้ต้นทุนต่อชิ้นต่ำสุดกับตัดที่สภาวะปัจจุบัน จะทำให้เกิดผลต่างของใช้จ่ายในการผลิต 0.7343 บาท/ชิ้น ซึ่งค่าใช้จ่ายในส่วนนี้ก่อให้เกิดปัญหาที่น่าสนใจคือ ควรที่จะซื้อเครื่องกลึงใหม่ที่มีความเร็วรอบสูงกว่าเดิมหรือไม่ เพื่อสามารถไปทำการผลิตที่จุด V_{Cost} หรือ V_{Time} ได้ โดยการเปรียบเทียบนี้ตั้งอยู่บนสมมุติฐานที่เครื่องจักรที่ซื้อมาใหม่มีค่าเสื่อมราคาเท่ากับเครื่องเก่าที่ใช้อยู่ หากว่าเครื่องจักรที่จะซื้อมาใหม่ราคา 1.5 ล้านบาท แสดงว่าจุดคุ้มทุนในการเปลี่ยนเครื่องจักรก็จะอยู่ที่เมื่อทำการผลิตได้มากกว่า 2,042,762 ชิ้น กรณีที่ต้องการเปรียบเทียบเวลาที่ใช้ในการผลิตต่อชิ้นก็สามารถเปรียบเทียบได้ในทำนองเดียวกัน



ภาพประกอบ 5.2 การนำโปรแกรม OCT Version 1.0 ช่วยในการตัดสินใจวางแผนการผลิต

5.3 บทสรุปและข้อเสนอแนะ

ผลการทำงานของโปรแกรม OCT Version 1.0 สามารถทำงานได้สอดคล้องตามวัตถุประสงค์ที่วางไว้ นั้นคือสามารถใช้โปรแกรมนี้ช่วยในการเลือกสภาวะการกลึงปอกโลหะให้ใช้เวลาหรือต้นทุนต่อชิ้นต่ำสุด สำหรับวัสดุชิ้นงาน 75 ชนิด ใบมีด 6 ชนิด คือใบมีด high speed ใบมีด coated carbide ใบมีด uncoated carbide ใบมีด cermet ใบมีด ceramics และใบมีด cubic boron nitride (CBN) โดยมีสภาพการหล่อเย็น 2 ระดับคือ การกลึงแห้งในอากาศ และการกลึงโดยใช้น้ำผสมน้ำมัน ใช้ครอบคลุมได้ทั้งเครื่องกลึง CNC และเครื่องกลึงธรรมดา ทั้งนี้ภายใต้ข้อกำหนดต่างๆ เช่น กำลังของเครื่องกลึง แรงบิดสูงสุด แรงตัดสูงสุดที่เครื่องกลึงยอมรับได้ และคมมีดไม่หมดอายุขณะที่กำลังตัดชิ้นงาน เป็นต้น

อย่างไรก็ตามการพัฒนาซอฟต์แวร์สำหรับการกลึกปอกเพื่อประหยัดเวลาหรือค่าใช้จ่ายก็ยังมีข้อจำกัดดังต่อไปนี้

1. เนื่องจากโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นนี้อาศัยข้อมูลจากสมการอายุคมมีดที่ได้มีผู้ทดลองไว้ก่อนแล้วมาเป็นฐานข้อมูลเบื้องต้นสำหรับคำนวณหาคำตอบ ซึ่งส่วนมากการทดลองเพื่อหาสมการดังกล่าวต้องใช้เวลาและค่าใช้จ่ายสูงมาก ทำให้ไม่สามารถทดลอง ได้ทุกค่าช่วงความเร็ว อัตราการป้อน ความลึกในการตัด วัสดุชิ้นงาน และวัสดุใบมีด อีกทั้งสภาวะการทดลองก็แตกต่างกัน เช่น สภาพเครื่องจักร ส่วนผสมทางโลหะวิทยาของวัสดุชิ้นงาน เกรดของใบมีด มุมมีด เป็นต้น ดังนั้นหากต้องการผลการคำนวณที่ แม่นยำควรจะทำการทดลองหาสมการอายุคมมีดเฉพาะช่วงที่ต้องการสำหรับนำมาใช้งานด้วยตนเอง
2. โปรแกรม OCT Version 1.0 ที่พัฒนาขึ้นนี้ได้ออกแบบให้รองรับฐานข้อมูลใหม่ๆได้เพิ่มเติม ดังนั้นจึงควรทำการทดลอง หาสมการอายุคมมีดอื่นๆ เพิ่มเติม เช่น diamond insert tools และครอบคลุมชิ้นงานอื่นๆ เช่น เหล็กกล้าชนิดอื่นๆ โลหะนอกกลุ่มเหล็ก (nonferrous metals) เช่น โลหะเจือของทองแดง อลูมิเนียม และนิกเกิล วัสดุแข็งและเปราะ เช่น หินอ่อน แก้ว หินแกรนิต รวมถึงวัสดุประเภท composite material