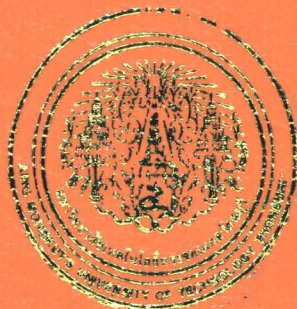




249514



วิธีการหาค่าที่เหมาะสมและระบบสนับสนุนการตัดสินใจ
สำหรับปัญหาการตัดไฟรั่วฟ้า

นายจิรุตชัย สุขดนตรี

โครงการวิจัยยุทธศาสตร์รวมนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมระบบการผลิต

คณะวิศวกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

พ.ศ. 2554



249514

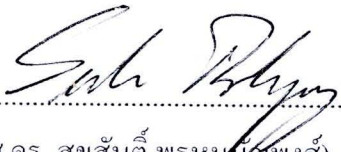
วิธีการหาค่าที่เหมาะสมและระบบสนับสนุนการตัดสินใจสำหรับปัญหาการตัดโฟมพีวีซี

นายจันทชัย สุขสุนทร ค.อ.บ. (วิศวกรรมไฟฟ้า)

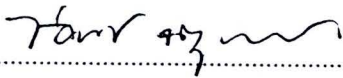
โครงการงานวิจัยนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม
คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
พ.ศ. 2554



คณะกรรมการสอบโครงการงานวิจัยอุตสาหกรรม


..... ประธานกรรมการสอบโครงการงานวิจัยอุตสาหกรรม
(ผศ.ดร. สุขสันต์ พรหมพงษ์)


..... กรรมการ และอาจารย์ที่ปรึกษาโครงการงานวิจัยอุตสาหกรรม
(ผศ.ดร. เจริญชัย โคมพิตรารักษ์)


..... กรรมการ และอาจารย์ที่ปรึกษาโครงการงานวิจัยอุตสาหกรรมร่วม
(ดร. ช่อแก้ว จตุรานนท์)


..... กรรมการ
(ผศ.ดร. เตือนใจ สมบูรณ์วิวัฒน์)

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

หัวข้อโครงการวิจัยอุตสาหกรรม	วิธีการหาค่าที่เหมาะสมและระบบสนับสนุนการตัดสินใจ สำหรับปัญหาการตัดโฟมพีวีซี
หน่วยกิต	6
ผู้เขียน	นายจันทชัย สุขสุนทร
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผศ.ดร. เจริญชัย โขมพัตราภรณ์ ดร. ช่อแก้ว จตุรานนท์
หลักสูตร	วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	วิศวกรรมระบบการผลิต
ภาควิชา	วิศวกรรมอุตสาหกรรม
คณะ	วิศวกรรมศาสตร์
พ.ศ.	2554

บทคัดย่อ

249514

วัตถุประสงค์หลักในการทำโครงการวิจัยอุตสาหกรรมนี้ คือการลดปริมาณวัตถุดิบโฟมพีวีซีด้วยการใช้ระบบสนับสนุนการตัดสินใจ (Decision Support Systems: DSS) เพื่อให้ได้รูปแบบการตัดโฟมพีวีซีที่ดีกว่ารูปแบบเดิม ในกระบวนการตัดชิ้นงาน จะตัดโฟมพีวีซีเป็นแผ่นตามความต้องการของลูกค้า ซึ่งขนาดและปริมาณแผ่นที่ลูกค้าแต่ละคนต้องการอาจจะแตกต่างกันออกไป จึงใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ในการคำนวณและใช้เทคนิคที่เรียกว่าเทคนิคการสร้างสมรรถ์ โดยผ่านทางตัวโปรแกรม Microsoft Excel และ Microsoft Excel Solver ในการแก้ไขปัญห โดยโปรแกรมนี้ไม่เพียงแต่จะทำให้ทราบจำนวน Block ที่ต้องการใช้ทั้งหมดเท่านั้น แต่ยังช่วยทำให้ได้รูปแบบในการตัดโฟมและจำนวน Block ที่ใช้ในแต่ละรูปแบบด้วย จากการวิจัยพบว่า เมื่อประยุกต์ใช้ DSS กับลูกค้าหลักๆ ของบริษัท 4 แห่งแล้ว สามารถลดปริมาณการใช้โฟมพีวีซีได้ประมาณร้อยละ 8.52 ประหยัดได้ถึง 5,628,000 บาทภายในระยะเวลา 6 เดือน ซึ่งในอนาคตบริษัทจะพัฒนาการใช้ DSS กับความหนาในระดับอื่นและลูกค้ารายอื่นต่อไป

คำสำคัญ : วิธีการหาค่าที่เหมาะสม / ระบบสนับสนุนการตัดสินใจ / ปัญหาการตัดโฟมพีวีซี /

เทคนิคการสร้างสมรรถ์ / การลดต้นทุนที่ต่ำที่สุด

Industrial Research Project Title	Optimization and Decision Support System for PVC Foam Cutting Problem
Industrial Research Project Credits	6
Candidate	Mr. Jintachai Sooksoonthorn
Industrial Research Project Advisors	Asst. Prof. Dr. Charoenchai Khompatraporn Dr. Chorkaew Jaturanonda
Program	Master of Engineering
Field of Study	Manufacturing Systems Engineering
Department	Production Engineering
Faculty	Engineering
B.E.	2554

Abstract

249514

The primary objective of this industrial research project was to reduce PVC foam raw materials by developing a Decision Support Systems (DSS) that yielded a better PVC foam cutting plan. In the cutting process, PVC blocks were to be sliced into thinner sheets according to customers' requirements. The thickness and the amount of the sheets might vary from one customer to another. Mathematic models were formulated for this problem and solved by a technique called column generation. The technique was programmed in Microsoft Excel and Microsoft Excel Solver. The program gave not only the total number of PVC foam blocks required but also cutting patterns and the number of PVC foam blocks needed for each pattern. The results showed that the DSS reduced the total number of PVC foam blocks by approximately 8.52 percent, corresponding to a saving of 5,628,000 baht after applying the DSS to the top four customers of the company for 6 months. The company planned to apply this DSS to a larger number of thicknesses and customers.

Keywords: Optimization / Decision Support System / PVC Foam Cutting Problem /
Column Generation / Cost Minimization

กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยฉบับนี้จะไม่สำเร็จเลย หากปราศจากบุคคลดังต่อไปนี้ ผศ.ดร. เจริญชัย โขมพัตราภรณ์ ที่ปรึกษาโครงการวิจัย ดร. ช่อแก้ว จตุรนนท์ ที่ปรึกษาโครงการวิจัยร่วม ที่คอยให้ความรู้ คำแนะนำในเรื่องต่างๆ ท่าน ผศ.ดร. สุขสันต์ พรหมบุญพงศ์ และ ผศ.ดร. เตือนใจ สมบูรณ์วิวัฒน์ คณะกรรมการสอบโครงการวิจัยอุตสาหกรรม ที่ได้สละเวลาในการพิจารณาการสอบโครงการวิจัยอุตสาหกรรมในครั้งนี้ ขอขอบคุณท่านกรรมการผู้จัดการ เพื่อนพนักงานบริษัทไดเอ็บ (ประเทศไทย) จำกัด ที่คอยให้ความช่วยเหลือในเรื่องเครื่องมือ สถานที่ทดลอง รวมถึงข้อมูลในการวิจัยในครั้งนี้ และขอขอบคุณ รศ.ดร. พิรุทธิ์ ชาญเศรษฐิกุล และ รศ.ดร. เสรี เสวตเสรี อาจารย์จากภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ที่คอยช่วยให้คำแนะนำในการอ้างอิงข้อมูลและการทำโปรแกรม

ขอขอบคุณกำลังใจจากครอบครัว คณาจารย์ เจ้าหน้าที่ ภาควิชาฯ เพื่อนนักศึกษาทุกคน และท้ายที่สุดขอขอบคุณผู้บริหารสาขาวิศวกรรมระบบการผลิต ศูนย์ชลบุรีที่ได้เล็งเห็นความสำคัญในการเปิดโอกาสทางการศึกษาให้กับภาคอุตสาหกรรมในต่างจังหวัด

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ค
กิตติกรรมประกาศ	ง
สารบัญ	จ
รายการตาราง	ช
รายการรูปประกอบ	ฅ
รายการคำศัพท์	ฉ
รายการสัญลักษณ์	ฎ

บทที่

1. บทนำ	1
1.1 หัวข้อที่ทำการวิจัย	2
1.2 รายละเอียดของบริษัทที่ร่วมทำวิจัย	2
1.3 วัตถุประสงค์	2
1.4 ขอบเขตงานวิจัย	2
1.5 ระยะเวลาการดำเนินงาน	3
1.6 ขั้นตอนการดำเนินงาน	3
1.7 ประโยชน์และผลที่คาดว่าจะได้รับ	4
2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	5
2.1 การวิจัยดำเนินงาน	5
2.2 แบบจำลองและการวิเคราะห์การตัดสินใจ	7
2.3 การหาคำตอบที่เหมาะสมที่สุด	10
2.4 ทฤษฎีโปรแกรมเชิงเส้น	11
2.5 อุตสาหกรรมการตัดโฟมพีวีซี	16
2.6 ตัวอย่างปัญหาการตัดและการบรรจุ	21
2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	27

3. ข้อมูลทั่วไปและสภาพปัญหาปัจจุบันของบริษัท	31
3.1 ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับบริษัท	31
3.2 การดำเนินงานของบริษัท	33
3.3 ผลผลิตภัณฑ์บริษัท	34
3.4 สภาพปัญหาปัจจุบันของบริษัท	39
3.5 การวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา	45
4. แบบจำลองทางคณิตศาสตร์สำหรับปัญหาการตัดโฟมพีวีซี	49
4.1 ปัญหาการออกแบบการตัดโฟม	49
4.2 แบบจำลองทางคณิตศาสตร์สำหรับปัญหาการตัดโฟม	50
4.3 แบบจำลองทางคณิตศาสตร์สำหรับรูปแบบการตัด โฟมพีวีซีโดยใช้ เทคนิคการสร้างสมภ	54
4.4 การทดสอบปัญหาโดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์	56
5. โปรแกรมช่วยในการวางแผนการออกแบบการตัดโฟมพีวีซี	61
5.1 การสร้างหน้าโปรแกรม	61
5.2 การสร้าง Macros	69
6. สรุปผลงานวิจัยและข้อเสนอแนะ	74
6.1 สรุปและผลการทดลอง	74
6.2 การอภิปรายงานวิจัย	78
6.3 ข้อจำกัดของงานวิจัย	79
6.4 ข้อเสนอแนะของงานวิจัย	79
เอกสารอ้างอิง	80
ภาคผนวก	82
ก. โปรแกรมคอมพิวเตอร์	82
ประวัติผู้วิจัย	89

รายการตาราง

ตาราง	หน้า
2.1 คุณสมบัติของแบบจำลอง	7
2.2 ความแตกต่างของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์	8
2.3 ประเภทของปัญหาการตัดและการบรรจุ	24
2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	27
3.1 สรุปประเภทสินค้าของบริษัทภาพรวม	38
3.2 การสั่งซื้อ Blocks และเศษที่เหลือจากการตัด	44
3.3 สรุปปัญหาในการตัดโฟมพีวีซี	48
4.1 รูปแบบการโฟมที่สร้างขึ้น	51
4.2 รายละเอียดสินค้าที่ถูกคำต้องการ	57
4.3 รายละเอียดรูปแบบการตัดที่มีอยู่เดิม	57
4.4 รายละเอียดรูปแบบการตัดใหม่ที่เพิ่มขึ้นมา	59
4.5 ผลลัพธ์การทดสอบสมการทางคณิตศาสตร์ตัวอย่างเดือน ก.ค.2553	60
6.1 ยอดคำสั่งซื้อประเภท H60 เดือน ก.ค.2553	75
6.2 ยอดคำสั่งซื้อประเภท H60 เดือน ส.ค.2553	75
6.3 ยอดคำสั่งซื้อประเภท H60 เดือน ก.ย.2553	75
6.4 ยอดคำสั่งซื้อประเภท H60 เดือน ต.ค.2553	76
6.5 ยอดคำสั่งซื้อประเภท H60 เดือน พ.ย.2553	76
6.6 ยอดคำสั่งซื้อประเภท H60 เดือน ธ.ค.2553	76
6.7 การเพิ่มจำนวนที่ต้องการตัด Sheets เพิ่มขึ้น เดือน ก.ค.2553	78

รายการรูปประกอบ

รูป	หน้า
2.1 ลำดับขั้นตอนของหลักวิจัยดำเนินงาน	6
2.2 ลำดับการแก้ไขปัญหาคด้วยวิธีแบบจำลอง	9
2.3 ตัวอย่างแบบจำลองการคำนวณของ Excel Spreadsheet	15
2.4 แสดงคุณสมบัติของโฟมพีวีซี	17
2.5 หลักการแกนกลางของวัสดุ (Core Material)	17
2.6 โครงสร้างของงานคอมโพสิต	18
2.7 รูปตัวอย่างผลิตภัณฑ์ที่ใช้โฟมพีวีซีเป็นแกนกลาง	18
2.8 รูปเครื่องจักรที่ใช้ขึ้นรูปโฟมพีวีซีมาตรฐาน (Blocks)	19
2.9 สารเคมีที่ใช้ขึ้นรูปโฟมพีวีซีมาตรฐาน (Blocks)	19
2.10การอบขึ้นรูปโฟมพีวีซีมาตรฐาน (Blocks)	20
2.11 ตัวโฟมพีวีซีมาตรฐาน (Blocks) ที่ผ่านการอบ	20
2.12 ตัวโฟมพีวีซีมาตรฐาน (Blocks) ที่ผ่านการขัดผิวและตัดขอบแล้ว	20
2.13 ขั้นตอนการผลิตตัวโฟมพีวีซีมาตรฐาน (Blocks)	21
2.14 ความสัมพันธ์ทางเรขาคณิตของปัญหาการตัดและการบรรจุ	22
2.15 ตัวอย่างการบรรจุวัสดุรูปสี่เหลี่ยมมุมฉากขนาดต่างๆ	23
2.16 ลักษณะของการตัดวัสดุชนิดเดียว	25
3.1 โครงสร้างการบริหารองค์กรของบริษัทไคเอ็บ (ประเทศไทย) จำกัด	32
3.2 โครงสร้างการบริหารองค์กรของฝ่ายผลิต	33
3.3 โรงงานในเครือไคเอ็บ	34
3.4 รูปบริษัทในปัจจุบัน	34
3.5 โฟมพีวีซีตระกูล H	35
3.6 โฟมพีวีซีตระกูล F	35
3.7 โฟมพีวีซีตระกูล HP	36
3.8 โฟมพีวีซีตระกูล P	36
3.9 โฟมพีวีซีตระกูล HCP	37
3.10 ไม้เนื้ออ่อนตระกูล Probalsa	37
3.11 สินค้าและตราของบริษัท	38
3.12 ขั้นตอนการรับคำสั่งซื้อและรวบรวมคำสั่งซื้อจากลูกค้า	39
3.13 ขั้นตอนการวางแผนการผลิต	40

3.14 ขั้นตอนการผลิต	40
3.15 ขั้นตอนรายงานการผลิต	41
3.16 รูปแบบการดำเนินการตัดโฟมจากแผ่น Blocks เป็นแผ่น Sheets	42
3.17 ตัวอย่างการตัดแผ่นโฟมให้กับลูกค้า	42
3.18 ลักษณะการตัดโฟมพีวีซีจาก Blocks เป็นแผ่น Sheets	43
3.19 ปริมาณการใช้จำนวนแผ่น Blocks และเศษที่เหลือจากการตัดของปี 2553	44
3.20 หลักการวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา	45
3.21 ตัวเครื่อง Slitter ที่ใช้ตัดโฟม	46
3.22 ตัวโฟม Blocks ที่ใช้ตัด	47
3.23 ตัวโฟม Sheets ที่ได้จากการตัด	47
3.24 พนักงานขณะทำการตัดโฟม	48
4.1 ลักษณะการตัดโฟมจาก Blocks เป็นแผ่น Sheets	50
4.2 รูปแบบการตัดโฟมที่สร้างขึ้น	51
4.3 วิธีการสร้างรูปแบบการตัดโฟมที่เหมาะสม	56
4.4 มิติขนาด (Dimension) ของวัตถุดิบ (Blocks)	57
5.1 แผ่นงานการทำงานหลัก	61
5.2 แผ่นงานการหารูปแบบใหม่	62
5.3 รายละเอียดช่องเซลล์เพื่อรับข้อมูลของแผ่นงานหลัก	63
5.4 รายละเอียดช่องเซลล์เพื่อรับข้อมูลของแผ่นงานหารูปแบบใหม่	63
5.5 การติดตั้งโปรแกรม Solver	64
5.6 การเรียกโปรแกรม Solver ใช้งาน	64
5.7 หน้าต่างแสดงเมนู Solver	65
5.8 หน้าต่างการใช้งาน Solver	65
5.9 การนำค่า Sensitivity ไปหารูปแบบการตัดใหม่	66
5.10 ข้อมูลที่คัดลอกมาจากค่า Shadow Price	66
5.11 ข้อมูลที่ Solver คำนวณรูปแบบการตัดใหม่	67
5.12 ข้อมูลที่คัดลอกรูปแบบการตัดใหม่มายังหน้าหลัก	67
5.13 การหารูปแบบการตัดใหม่จนกว่าผลรวมเท่ากับ $W \approx Z$	68
5.14 ผลการหารูปแบบการตัดที่ได้แล้ว	68
5.15 การติดตั้งตัว Developer	69
5.16 หน้าต่างเมนู Developer	69
5.17 หน้าต่างการทำงานปุ่ม Button	70

5.18 ปุ่ม Button ที่สร้างขึ้น	71
5.19 การแก้ไขชื่อปุ่ม Button	71
5.20 ปุ่ม Button ที่ถูกแก้ไขแล้ว	71
5.21 การบันทึก Macro	72
5.22 หน้าต่าง Sources Code	72
5.23 ลำดับขั้นตอนการออกแบบ Macros สำหรับการทำงาน	73
6.1 การเปรียบเทียบการใช้ Blocks ในการผลิตช่วง ก.ค.-ธ.ค. 2553	77
6.2 การเปรียบเทียบจำนวนเงินที่ใช้ในการผลิตช่วงเดือน ก.ค.-ธ.ค. 2553	77

รายการคำศัพท์

Divinycell	=	ตราสินค้าของบริษัทไดเอ็บบ อินเตอร์เนชั่นแนล จำกัด กระจกโฟม
ProBalsa	=	ตราสินค้าของบริษัทไดเอ็บบ อินเตอร์เนชั่นแนล จำกัด กระจกไม้
MBO	=	Master Block Original ต้นแบบโฟมมาตรฐานก่อนการอบให้ขยายตัว
Blocks	=	โฟมพีวีซีได้จากการนำ MBO ไปอบและขัดดับขอบแล้ว มีขนาดมาตรฐานได้แก่ 12200 x 24400 x 760 มิลลิเมตร
Sheets	=	โฟมพีวีซีที่ได้จากการตัดจาก Blocks มีขนาดตามที่ลูกค้าต้องการ
LINDO	=	โปรแกรม Linear Interactive Discrete Optimizer
Win QM	=	โปรแกรม QM for Windows
Solver	=	ฟังก์ชันเสริมช่วยในการคำนวณของ MS Excel
Divinycell- H	=	The High Performance Core Grade
Divinycell- F	=	The Low FST, High Temperature Core Grade
Divinycell- HP	=	The High Performance, Prepare, Compatible Core Grade
Divinycell- P	=	The Low FST, Thermoplastic Core Grade
Divinycell- HCP	=	The High Density Core for Subsea Application Grade
Cutting Stock Problem	=	ปัญหาการตัดสต็อก
Sensitivity Analysis	=	การวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงของค่าคงที่ ตัวแปร ฟังก์ชัน
Dual Price	=	ราคาเงาจากปัญหาคู่ควบ
Linear Programming	=	การโปรแกรมเชิงเส้นตรง
Decision	=	สิ่งที่ต้องการหาผลลัพธ์ จากปัญหาต่างๆที่ดีที่สุด
Constraint	=	สิ่งที่มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจ หรือข้อจำกัดต่างๆ
Objective	=	ความต้องการ หรือคาดหวังจากการแก้ไขปัญหา
Simplex	=	วิธีการทางพีชคณิตเมทริกซ์ (Matrix Algebra)
Graphical	=	วิธีการแก้ปัญหโปรแกรมเชิงเส้นด้วยวิธีกราฟ

รายการสัญลักษณ์

C	=	ต้นทุนของ Blocks มีหน่วยเป็นบาทต่อ
L	=	เป็นความหนาของวัตถุดิบ
i	=	เป็นความหนาชิ้นงาน (Thickness) ที่ต้องการ
j	=	เป็นลำดับรูปแบบการตัด (Pattern)
n	=	จำนวนการตัดที่เป็นไปได้ทั้งหมด
m	=	จำนวนความหนาของแผ่น Sheets ที่ได้
a_i	=	เป็นสัมประสิทธิ์รูปแบบการตัดที่จะนำเข้าไปเพิ่มใหม่
d_i	=	เป็นปริมาณชิ้นงานที่ต้องการ (Demand) ของความหนาที่ i
l_i	=	เป็นความหนาที่ i
x_j	=	เป็นจำนวนชิ้นงานมาตรฐานที่นำมาตัดแบ่งโดยใช้รูปแบบการตัดที่ j
π_i	=	เป็นค่า Dual Prices จากสมการข้อจำกัด
a_{ij}	=	เป็นจำนวนชิ้นงานของความหนาที่ i ได้จากการตัดแบ่งจากชิ้นงานมาตรฐาน หนึ่งหน่วยโดยใช้รูปแบบการตัดที่ j
a_{n+1}	=	จำนวนแผ่น Sheets ที่ได้จากการตัดตามขนาด Size ของลูกค้า