วิศวกรรมสาร มข. ปีที่ 38 ฉบับที่ 2 (117-127) เมษายน - มิถุนายน 2554 บทความวิจัย
KKU Engineering Journal Vol.38 No.2 (117-127) April – June 2011

การประยุกต์ใช้วิธีฟัซซี่สำหรับปัญหาการมอบหมายงานหลายวัตถุประสงค์ของเครื่องจักรในโรงงานผลิตชิ้นส่วนอิเลคทรอนิกส์

กัลยา เหมกรณ์[1] และ วุฒิชัย วงษ์ทัศนีย์กร[*2]

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มุ่งปรับปรุงการวางแผนการผลิตของเครื่องจักรในโรงงานอุตสาหกรรมผลิตชิ้นส่วนอิเลคทรอนิกส์ โดยมอบหมายงานให้กับเครื่องจักรเพื่อลดต้นทุนการผลิตให้ต่ำที่สุดในแต่ละเดือน ปัญหาการมอบหมายงานนี้ประกอบไปด้วยสามวัตถุประสงค์ คือ 1) ปริมาณผลิตภัณฑ์ที่ว่าจ้างผู้ผลิตภายนอกน้อยที่สุด 2) จำนวนการปรับเปลี่ยนเครื่องจักรเดิมของเดือนก่อนหน้าน้อยที่สุด 3) จำนวนเครื่องจักรที่ใช้ในการผลิตน้อยที่สุด ซึ่งให้ความสำคัญกับวัตถุประสงค์ที่ 1) และ 2 และ 3) ตามลำดับ ภายใต้เงื่อนไขข้อจำกัดของจำนวนผลิตภัณฑ์ที่ต้องการผลิตเพื่อตอบสนองความต้องการของลูกค้า ความสามารถในการผลิตของเครื่องจักร จำนวนเครื่องจักรที่มี และแผนการใช้งานเครื่องจักรของเดือนก่อนหน้า ดังนั้นปัญหาของโรงงานนี้จัดได้เป็นปัญหาการมอบหมายงานหลายวัตถุประสงค์ที่มีการจัดลำดับความสำคัญ (Multi-objective machine assignment problem with preemptive priorities) งานวิจัยนี้นำเสนอวิธีการแก้ปัญหาดังกล่าว ซึ่งขึ้นอยู่กับความพึงพอใจของผู้ตัดสินใจด้วย ผลที่ได้จากการศึกษาของโรงงานกรณีศึกษาเป็นเวลาสามเดือน พบว่าสามารถลดการสั่งซื้อผลิตภัณฑ์จากภายนอก ลดการปรับเปลี่ยนเครื่องจักร และสามารถมอบหมายงานให้เครื่องจักรได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น และสามารถลดต้นทุนการผลิตให้กับบริษัทได้ 26.61 ล้านบาทในระยะเวลา 3 เดือน ซึ่งช่วยให้บริษัทสามารถแข่งขันกับบริษัทคู่แข่งได้มากขึ้น

คำสำคัญ: ปัญหาการมอบหมายงาน หลายวัตถุประสงค์ กำหนดการโปรแกรมเชิงเส้น เทคนิคฟัซซี่

---

[1] นักศึกษาปริญญาโท ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต จังหวัดปทุมธานี 12120
อีเมล์: kanlaya_hem@windowslive.com

[*2] ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต จังหวัดปทุมธานี 12120
อีเมล์: wuthichai@engr.tu.ac.th

* Corresponding Author

Applying Fuzzy Technique for Multi-objective Machine Assignment Problem in Electronic Part Factory

Kanlaya Hemakorn[1)] and Wuthichai Wongthatsanekorn[*2)]

Abstract

This research aims to improve production planning operation of electronic part factory. The objective is to assign the jobs to the machines to minimize the total cost for each month. In this machine assignment problem, there are three considered objectives; 1) minimizing the number of production quantity from outsource, 2) minimizing number of machine changeover from previous month and 3) minimizing the number of machines. The first objective is more important than the second objective and the second objective gets higher priority than the third objective. The constraints for this assigning problem are demand requirement, machine capability, number of available machines and the machine usage of the previous month. Hence, this factory problem can be categorized as Multi-objective machine assignment problem with preemptive priorities. This paper presents the solution approach which depends on satisfaction of decision maker. The results from the studied factory for three months show that this approach can reduce outsourcing cost and machine changeover cost. It can also improve planning efficiency. Overall, it can save the factory 26.61 million baht over three months. This saving could significantly help company compete with the competitors in today business world.

Keywords: Assignment problem, Multi-objective, Linear Programming, Fuzzy Technique

[1)] Graduated Student, Department of Industrial Engineering, Thammasat University, Pathumthani, 12120, E-mail: kanlaya_hem@windowslive.com

[*2)] Assistant Professor, Department of Industrial Engineering, Thammasat University, Pathumthani, 12120, E-mail: wuthichai@engr.tu.ac.th

* Corresponding Author

1. บทนำ

การวางแผนการผลิตผลิตชิ้นส่วนอิเลคทรอนิกส์ในโรงงานอุตสาหกรรมเพื่อให้ได้จำนวนผลิตภัณฑ์เพียงพอต่อความต้องการของลูกค้า จำเป็นต้องมอบหมายงานให้เครื่องจักรที่มีความจำกัดทั้งความสามารถในการผลิตที่แตกต่างกันตามชนิดของผลิตภัณฑ์ ชนิดของเครื่องจักร และจำนวนเครื่องจักรที่มี ถ้า กำลังการผลิตไม่เพียงพอจำเป็นต้องสั่งซื้อผลิตภัณฑ์จากผู้ผลิตภายนอกโรงงาน (Outsource) นอกจากนี้ ความต้องการของลูกค้าในแต่ละเดือนมีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา ทำให้ต้องปรับเปลี่ยนเครื่องจักรตามความต้องการในการผลิตด้วย ดังนั้น วัตถุประสงค์ของการวางแผนการผลิตเพื่อให้มีต้นทุนที่ต่ำและการทำงานของเครื่องจักรมีประสิทธิภาพมากที่สุด ประกอบไปด้วย 1) ปริมาณผลิตภัณฑ์ที่ว่าจ้างผู้ผลิตภายนอกน้อยที่สุด 2) จำนวนการปรับเปลี่ยนเครื่องจักรเดิมของเดือนก่อนหน้าน้อยที่สุด 3) จำนวนเครื่องจักรที่ใช้ในการผลิตน้อยที่สุด ซึ่งให้ความสำคัญกับวัตถุประสงค์ที่ 1) 2) และ 3) ตามลำดับ ปัญหานี้เรียกว่า ปัญหาการมอบหมายงานให้เครื่องจักรหลายวัตถุประสงค์ ที่มีการจัดลำดับความสำคัญ (Multi-objective machine assignment problem with preemptive priorities) ซึ่งมีลักษณะปัญหาเหมือนกับที่ Hu และคณะ (2007) ได้นิยามไว้

ปัจจุบัน โรงงานผลิตชิ้นส่วนอิเลคทรอนิกส์ที่ศึกษาใช้วิธีการวางแผนการผลิตด้วยมือ (Manual) โดยกำหนดจำนวนเครื่องจักรแต่ละชนิดในแผนการผลิต โดยวางแผนเดือนละครั้ง โดย เริ่ม มอบหมายงาน จากผลิตภัณฑ์พาร์ทนัมเบอร์ (part number: PN) แรกไปทีละ PN โดยไม่สนใจจำนวนเครื่องจักรที่มีอยู่แต่ต้องได้จำนวนผลิตภัณฑ์ที่เพียงพอต่อความต้องการในการผลิต ซึ่งมีจำนวน PN ของผลิตภัณฑ์และเครื่องจักรเป็นจำนวนมาก เมื่อกำหนดจำนวนเครื่องจักรทั้งหมดแล้วจึงพิจารณาจำนวนเครื่องจักรที่ถูกใช้ไปทั้งหมดว่ามีเครื่องจักรชนิดใดที่ถูกใช้เกินจากจำนวนที่มีอยู่ แล้วเลือกปรับจำนวนให้น้อยลงโดยการเปลี่ยนไปใช้เครื่องจักรชนิดอื่นที่สามารถผลิตผลิตภัณฑ์นั้นได้ และสั่งซื้อจากผู้ผลิตภายนอก เนื่องจากเป็นการวางแผนด้วยมือ จึง ต้องทำ ซ้ำหลายครั้ง จนได้คำตอบที่ไม่เกิน จำนวนเครื่องจักรที่มีอยู่ จากนั้นทำเช่นเดิมในการวางแผนเดือนถัดไปโดยอ้างอิงจากจำนวนเครื่องจักรที่ถูกใช้ในเดือนก่อนหน้าเพื่อให้การปรับเปลี่ยนเครื่องจักรมีน้อยที่สุด ซึ่งวิธีนี้อาจไม่ใช่การมอบหมายงานให้กับเครื่องจักรที่มีประสิทธิภาพ และมีต้นทุนที่ต่ำตามที่ต้องการ นอกจากนี้ยังใช้เวลานานในการหาคำตอบในแต่ละเดือน

ด้วยเหตุผลข้างต้นการวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ที่จะเสนอวิธีการแก้ปัญหา การมอบหมายงานให้เครื่องจักรหลายวัตถุประสงค์แทนวิธี Manual เพื่อหาคำตอบที่ทำให้การมอบหมายงานมีประสิทธิภาพมากขึ้น และลดเวลาในการหาคำตอบ โดยคำตอบที่ได้ทำให้ค่าใช้จ่ายลดลง และความพึงพอใจของวัตถุประสงค์เรียงตามลำดับความสำคัญที่กำหนดไว้

2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

วิธีการ ปัญหาการมอบหมายงานให้เครื่องจักรหลายวัตถุประสงค์ ที่มีการจัดลำดับความสำคัญ (Multi-objective machine assignment problem with preemptive priorities) ด้วยโปรแกรมฟัซซี่ (Fuzzy program) ถูกแบ่งเป็น 2 วิธีหลัก ๆ คือ

1) วิธีฟัซซี่โกล์โปรแกรม (Fuzzy Goal Programming: FGP) Chen and Tsai (2001) ประยุกต์ใช้วิธี FGP ในการแก้ปัญหาสำหรับกรณี “$\leq$” และ “$\geq$” โดยทำการรวมสมการของหลายวัตถุประสงค์และหาคำตอบโดยการหาค่าสูงสุดของค่าความพึงพอใจรวมและเรียงตามลำดับความสำคัญของวัตถุประสงค์ Tsai และคณะ (2008) หาคำตอบของ ปัญหาการจัดสรรช่องทางการส่งมอบเหล็ก ซึ่งมีหลายวัตถุประสงค์ โดยจัดปัญหาให้เป็นปัญหาฟัซซี่มิกซ์อินทีเจอร์มัลติเปิลโกล์โปรแกรมมิ่ง (Fuzzy mixed integer multiple goal programming problem) ผลจากการหาคำตอบที่มีประสิทธิภาพ สามารถนำวิธีดังกล่าวไปประยุกต์ ใช้กับปัญหาการจัดสรรในโรงงานอื่นได้ด้วย นอกไปจากนี้ Onesime และคณะ (2004) ได้ประยุต์ใช้ FGP ในการแก้ปัญหาการคัดเลือกผู้จัดหาสินค้าอีกด้วย

2) วิธีอินเตอร์แอคทีฟฟัซซี่แซททิสแฟคชิ่ง (An interactive fuzzy satisfying method) Sakawa และคณะ (2004) วิเคราะห์ข้อดีและข้อเสียของปัญหาหลายวัตถุประสงค์ เพื่อหาคำตอบในทิศทางที่ต้องการมากที่สุด โดยใช้วิธีการกำหนดน้ำหนัก (Weighted minimax formulation) โดยใช้ Normal vector identification เพื่อระบุทิศทางและขนาดที่ต้องการในการตัดสินใจเลือกคำตอบให้ชัดเจนขึ้น Yang and Li (2002) ใช้วิธีการหาค่าที่ดีที่สุดของความพึงพอใจแบบสองขั้นตอน (A two-step interactive satisfactory optimization method) โดยการแบ่งปัญหาหลักเป็นปัญหาย่อยสองปัญหา แล้วหาคำตอบทีละขั้นตอนตามลำดับ และได้ถูกประยุกต์ใช้กับกรณีศึกษา ซึ่งได้ผลมีประสิทธิภาพดีขึ้น Hu and Li (2006) ใช้เทคนิคอินเตอร์แอ็คทีฟได้ถูกปรับปรุงให้ดีขึ้น (Enhance interactive satisfying optimization: EISO) โดยสามารถแก้ปัญหาได้ทั้งสามกรณีของฟัซซี่ คือ "$\leq$", "$\geq$" และ "=" ซึ่งผลการลองแสดงว่าวิธีดังกล่าวมีประสิทธิภาพ ยืดหยุ่น และมีการคำนวณน้อย

งานวิจัยนี้นำวิธี EISO ของ Hu and Li (2006) มาประยุกต์ใช้ โดยมีขั้นตอนในการดำเนินการวิจัยดังนี้ ขั้นแรกต้องหากลุ่มสมาชิกคำตอบ คือ ค่าต่ำสุดและค่าสูงสุดของแต่ละวัตถุประสงค์ที่เป็นไปได้ ขั้นที่สองหาคำตอบที่เหมาะสม โดยจัดลำดับความสำคัญของปัญหาจากมากไปหาน้อย เริ่มจาก 1) ปริมาณผลิตภัณฑ์ที่ว่าจ้างผู้ผลิตภายนอกน้อยที่สุด 2) จำนวนการปรับเปลี่ยนเครื่องจักรเดิมของเดือนก่อนหน้าน้อยที่สุด และ 3) จำนวนเครื่องจักรที่ใช้ในการผลิตน้อยที่สุด ซึ่งต้องพิจารณาจากคำตอบที่ได้จากกำหนดค่า λ (Lambda) หลายค่าเพื่อเลือกคำตอบที่เหมาะสมของทั้ง 3 วัตถุประสงค์ โดยได้ทดสอบการแก้ปัญหากับบริษัทกรณีศึกษาเป็นเวลาสามเดือน ในปี พ.ศ. 2552

2. ปัญหาการมอบหมายงานของเครื่องจักร

ปัญหาการมอบหมายงานให้กับเครื่องจักรในการผลิตชิ้นส่วนอิเลคทรอนิกส์นี้เป็นปัญหาในการวางแผนการผลิตในโรงงานอุตสาหกรรม ต้องทำให้เกิดค่าใช้จ่ายโดยรวมและการปรับเปลี่ยนเครื่องจักรที่ต่ำที่สุด และต้องผลิตชิ้นงานได้ตามจำนวนที่ลูกค้าต้องการโดยการจัดสรรเครื่องจักรที่มีหลายรุ่นให้ผลิตผลิตภัณฑ์ที่มีหลาย PN ซึ่งมีความสามารถในการผลิตได้แตกต่างกัน เป็นการยุ่งยากของการมอบหมายงานให้กับเครื่องจักรจำนวนมากกว่า 500 เครื่อง 20 รุ่น การวางแผนการผลิตในปัจจุบันใช้โปรแกรมไมโครซอฟท์เอ็ก ซ์เซล (Microsoft excel) โดยกำหนดจำนวนเครื่องจักรให้ผลิตผลิตภัณฑ์แต่ละ PN ซึ่งมีมากกว่า 80 PN รวมถึงการกำหนดจำนวนการสั่งซื้อผลิตภัณฑ์บาง PN จากภายนอกเพื่อให้ได้จำนวนงานตามความต้องการในการผลิตซึ่งมีความยุ่งยากและอาจไม่ได้คำตอบที่ดีที่สุด ดังนั้น การแก้ปัญหาต้องนำการหาค่าที่ดีที่สุดโดยใช้โปรแกรมแกมส์ (GAMS) เพื่อหาคำตอบได้ง่ายขึ้น ซึ่งแสดงเป็นสมการได้ดังนี้

<u>วัตถุประสงค์</u> $\min z =$

$$\sum_{j=1}^{P} e_j outsource_j + \sum_{i}^{N}\sum_{j}^{P} A*over_{ij} + \sum_{i}^{N}\sum_{j}^{P} Bx_{ij} \qquad (1)$$

<u>เงื่อนไข</u>

$$\sum_{j}^{P} x_{ij} \leq a_i \qquad \forall i \qquad (2)$$

$$\sum_{i}^{N} c_{ij}x_{ij} + outsource_j d_j \geq b_j \qquad \forall j \qquad (3)$$

$$xprev_{ij} - x_{ij} + over_{ij} - under_{ij} = 0 \quad \forall i, j \qquad (4)$$

อธิบายสัญลักษณ์ได้ดังนี้

<u>ดัชนี (Index):</u>

i คือ ประเภทของเครื่องจักรที่มีทั้งหมด $i = \{1,...,N\}$

j คือ ประเภทของผลิตภัณฑ์ที่มีทั้งหมด $j = \{1,...,P\}$

<u>พารามิเตอร์ (Parameters):</u>

a_i แทน ปริมาณของเครื่องจักรประเภทประเภท i ทั้งหมด

b_j แทน ปริมาณของผลิตภัณฑ์ PN j ที่ต้องการผลิต

c_{ij} แทน ปริมาณผลิตภัณฑ์ที่เครื่องจักรประเภท i สามารถผลิต ผลิตภัณฑ์ PN j

d_j แทน ปริมาณของผลิตภัณฑ์ที่เครื่องจักรของผู้ผลิตภายนอก (Outsource) สามารถผลิตภัณฑ์PN j

e_j แทน ค่าใช้จ่ายของผลิตภัณฑ์ PN j ของ Outsource ต่อเดือน (ล้านบาท)

$xprev_{ij}$ แทน จำนวนเครื่องจักรประเภท i ที่ถูกมอบหมายงาน ให้ผลิต ผลิตภัณฑ์ PN j ในเดือนก่อนหน้า

A คือ ค่าใช้จ่ายของการเปลี่ยนแปลง (Set up) เครื่องจักร 1 เครื่องโดยคิดจากเวลาที่ใช้ (หน่วย ล้านบาท)

B คือ ค่าใช้จ่ายของการใช้เครื่องจักร 1 เครื่อง โดยคิดจากเวลาที่ใช้ (หน่วย ล้านบาท)

ตัวแปรบวก (Positive Variables):

x_{ij} คือ จำนวนเครื่องจักรประเภท i ที่ถูกมอบหมายงานให้ผลิต ผลิตภัณฑ์ PN j

$outsource_j$ คือ จำนวนเครื่องจักรของผู้ผลิตภายนอก ที่ถูกมอบหมายงานให้ผลิต ผลิตภัณฑ์ PN j

$over_{ij}$ คือ จำนวนเครื่องจักรประเภท i ที่ถูกปรับเพิ่มขึ้นเพื่อผลิต ผลิตภัณฑ์ PN j ในเดือนถัดไป

$under_{ij}$ คือ จำนวนเครื่องจักรประเภท i ที่ถูกปรับลดลงเพื่อผลิต ผลิตภัณฑ์ PN j ในเดือนถัดไป

สมการ (1) แทนวัตถุประสงค์ของการมอบหมายงานซึ่งคือค่าที่ต่ำที่สุดของผลรวมของค่าใช้จ่ายในการมอบหมายงานให้กับเครื่องจักร สมการ (2) กำหนดจำนวนเครื่องจักรของโรงงานที่ถูกมอบหมายงานต้องไม่เกินจำนวนเครื่องจักรทั้งหมดที่มีอยู่ สมการ (3) กำหนดผลรวมของจำนวนผลิตภัณฑ์ที่ถูกผลิตต้องไม่น้อยกว่าจำนวนผลิตภัณฑ์ที่ต้องการการผลิต สมการ (4) คำนวณหาจำนวนเครื่องจักรที่ถูกปรับเปลี่ยน PN จากเดือนก่อนหน้า

อย่างไรก็ตามการหาคำตอบที่ดีที่สุดคือค่าใช้จ่ายรวมของการมอบหมายงานให้กับเครื่องจักรนั้นไม่สามารถกำหนดลำดับความสำคัญของวัตถุประสงค์ได้ เนื่องจากในการปฏิบัติงานจริงนอกจากเรื่องค่าใช้จ่ายที่สามารถประเมินเป็นจำนวนเงินได้แล้วยังต้องพิจารณาการบริหารจัดการที่ไม่สามารถประเมินเป็นตัวเงินได้ทั้งหมดในการปรับเปลี่ยนเครื่องจักรเป็น PN อื่น และการใช้เครื่องจักรให้ได้ประสิทธิภาพมากที่สุดด้วย ดังนั้นการนำเสนอวิธีการหาคำตอบที่ดีที่สุดโดยการจัดลำดับความสำคัญของคำตอบทำให้หาคำตอบที่มีประสิทธิภาพมากขึ้นและเหมาะสมกับการนำไปปฏิบัติงานจริงด้วยวิธี EISO

3. การประเมินผลคำตอบตามลำดับความสำคัญของการมอบหมายงานให้เครื่องจักร

การมอบหมายงานให้เครื่องจักรในการผลิตผลิตภัณฑ์นั้นต้องมีค่าใช้จ่ายในการสั่งซื้อผลิตภัณฑ์จากภายนอกให้น้อยที่สุดก่อนเป็นอันดับแรก เนื่องจากต้องให้เครื่องจักรภายในโรงงานได้ทำการผลิตอย่างเต็มประสิทธิภาพได้มากที่สุดก่อนเพื่อให้มีต้นทุนที่ต่ำที่สุด อันดับที่สองคือ การปรับเปลี่ยนเครื่องจักรเพื่อให้ผลิต PN อื่นตามปริมาณงานที่ลูกค้าต้องการต้องน้อยที่สุด เนื่องจากการปรับเปลี่ยนเครื่องจักรนั้นนอกจากการประเมินเป็นค่าใช้จ่ายตามเวลาที่สูญเสียแล้วยังมีค่าใช้จ่ายในการเปลี่ยนอุปกรณ์เครื่องมือบางชิ้นในเครื่องจักร ซึ่งแตกต่างกันตามรุ่นของเครื่องจักร และ PN ของผลิตภัณฑ์ที่ทำการผลิตใหม่ การปรับเปลี่ยนเครื่องมือวัด การจัดการพนักงาน และการตรวจสอบชิ้นงานก่อนการผลิตซึ่งต้องจัดทำบันทึกด้วย การจัดการดังกล่าวไม่สามารถประเมินเป็นค่าใช้จ่ายได้ทั้งหมด ต้องประเมินด้วยจำนวนเครื่องจักรที่ต้องทำการปรับเปลี่ยนให้น้อยที่สุด และสุดท้ายคือจำนวนเครื่องจักรที่ถูกมอบหมายงานต้องน้อยที่สุด เนื่องจากการมอบหมายงานให้เครื่องจักรผลิตต้องได้ประสิทธิภาพมากที่สุด คือต้องมีความสามารถในการผลิตเหมาะสมกับผลิตภัณฑ์แต่ละ PN เพื่อให้ได้ปริมาณงานที่มากที่สุดตามความต้องการในการผลิตด้วยเช่นกัน

4. การแก้ปัญหาหลายวัตถุประสงค์ด้วยวิธี EISO

จากสมการ (1) เป็นการรวมสามวัตถุประสงค์โดยยังไม่มีการจัดลำดับความสำคัญ การหาคำตอบด้วยวิธี EISO สามารถอธิบายได้ดังนี้

4.1. สมการวัตถุประสงค์

วัตถุประสงค์ที่ 1 คือ ค่าใช้จ่ายที่น้อยที่สุดในการสั่งซื้อผลิตภัณฑ์จากผู้ผลิตภายนอก (Outsource)

$$\min z = \sum_{j=1}^{P} e_j outsource_j \qquad (5)$$

โดยต้องการ ค่าใช้จ่ายในการสั่งซื้อผลิตภัณฑ์จากผู้ผลิตภายนอกน้อยที่สุด เกิดขึ้นในกรณีที่ เครื่องจักรภายในโรงงานมีกำลังการผลิตไม่เพียงพอ ต้องสั่งซื้อเพื่อให้มีปริมาณผลิตภัณฑ์เพียงพอต่อความต้องการของลูกค้า

วัตถุประสงค์ที่ 2 คือ ค่าใช้จ่ายที่น้อยที่สุดในการปรับเปลี่ยนเครื่องจักรเพื่อเปลี่ยนการผลิตเป็น PN ใหม่ (Changeover)

$$\min z = \sum_{i}^{N}\sum_{j}^{P} Aover_{ij} \quad (6)$$

โดย ค่าใช้จ่ายในการปรับเปลี่ยนเครื่องจักร สามารถคำนวณ ได้ จากเวลาที่ใช้โดยเฉลี่ยแล้วนำมาคิดเป็นค่าใช้จ่ายต่อหน่วยเวลาต่อเครื่องซึ่งมีค่าเท่ากับ 1,478 บาท (*A*) โดยที่ยังไม่รวมเรื่องการบริหารจัดการทั้งเรื่องพนักงาน เครื่องมือของเครื่องจักร เครื่องมือวัดผลิตภัณฑ์ และการตรวจสอบซึ่งไม่สามารถประเมินเป็นค่าใช้จ่ายที่แน่นอนได้ ต้องพิจารณาจากจำนวนเครื่องจักรที่มีการปรับเปลี่ยนน้อยที่สุดมาประกอบการตัดสินใจด้วย

วัตถุประสงค์ที่ 3 คือ ค่าใช้จ่ายที่น้อยที่สุดในการมอบหมายงานให้เครื่องจักรผลิตผลิตภัณฑ์ (M/C Usage)

$$\min z = \sum_{i}^{N}\sum_{j}^{P} Bx_{ij} \quad (7)$$

โดย ค่าใช้จ่ายในการมอบหมายงานให้เครื่องจักรผลิตผลิตภัณฑ์สามารถ คำนวณได้จากค่าใช้จ่ายของเวลาที่ใช้ต่อเครื่องจักรเท่ากับ 124,150 บาทต่อเครื่องต่อเดือน (*B*) ซึ่งต้องการ มอบหมายงานให้เครื่องจักรต้องให้ มีประสิทธิภาพสูงที่สุด นั่นคือต้องใช้เครื่องจักรที่มีอยู่ให้ได้มากที่สุดและได้ปริมาณงานมากที่สุด

สามวัตถุประสงค์มีความขัดแย้งกันเองดังนี้ โดยปกติถ้ามีการสั่งซื้อผลิตภัณฑ์จากภายนอกปริมาณน้อย เครื่องจักรต้องทำการผลิตมากและต้องมีการปรับเปลี่ยนเครื่องจักรมากเช่นกัน แต่ถ้าต้องการเปลี่ยนเครื่องจักรจำนวนน้อยเครื่อง ต้องมีการสั่งซื้อจากภายนอกมากขึ้น และต้องมีการใช้เครื่องจักรน้อยลงด้วย จึงจำเป็นต้องมีการจัดลำดับความสำคัญของวัตถุประสงค์เพื่อให้ได้คำตอบที่เหมาะสมที่สุด

4.2. **ขั้นตอนของวิธี** Enhance interactive satisfying optimization (EISO)

โปรแกรมเชิงเส้นสามารถแก้ปัญหาการหาค่าที่ดีที่สุดได้โดยมีวัตถุประสงค์เดียว แต่ในการหาคำตอบจากหลายวัตถุประสงค์ที่ต้องตัดสินใจเลือกคำตอบที่ดีที่สุด (Multiple Objective Decision Making : MODM) มีวิธีการหาคำตอบคือโปรแกรมเชิงเส้นฟัซซี่ (Fuzzy linear programming) และโปรแกรมโกล์ (Goal programming) ซึ่งให้คำ ตอบที่แม่นยำกับวัตถุประสงค์ และเงื่อนไขที่ถูกกำหนดให้ แต่ในทางปฏิบัติมีปัจจัยอื่นที่ต้องนำมาพิจารณาในการเลือกคำตอบที่เหมาะสมที่สุด ดังเช่น กรณีศึกษาการมอบหมายงานให้เครื่องจักรนี้ ยังต้องนำจำนวนเครื่องจักรที่ต้องถูกปรับเปลี่ยน PN มาพิจารณาด้วยนอกเหนือจากค่าใช้จ่ายโดยรวม จึงนำวิธี EISO มาหาคำตอบที่เหมาะสมกับการนำไปปฏิบัติและสามารถตัดสินใจได้ง่ายโดยดูจากค่าความพึงพอใจ (Satisfying degree ; λ) ประกอบการตัดสินใจ

ในกรณี "$\tilde{\leq}$" ค่าคำตอบน้อยกว่าหรือเท่ากับค่ามากที่สุดที่สามารถเป็นได้ นำมาเปลี่ยนเป็นค่าเฉลี่ยของ Goal programming (GP) ได้ดังนี้ (Hu and Li, 2006)

$$f_i(x) - p_i = f_i^*,\ i = 1,...,k \quad (8)$$

p_i คือค่าเบี่ยงเบนทางบวก จากสมการ (8) นำมาเปลี่ยนใหม่ในรูปของ membership function $\mu_{f_i}(x)$ ได้ดังนี้

$$\mu_{f_i}(x) = 1 - p_i / (f_i^{\max} - f_i^*) \quad (9)$$

ในกรณี "$\tilde{\geq}$" ค่าคำตอบมากกว่าหรือเท่ากับค่าน้อยที่สุดที่สามารถเป็นได้ นำมาเปลี่ยนเป็นค่าเฉลี่ยของ Goal programming (GP) ได้ดังนี้

$$f_i(x) + n_i = f_i^*,\ i = 1,...,k. \quad (10)$$

n_i คือค่าเบี่ยงเบนทางบวก จากสมการ (10) นำมาเปลี่ยนใหม่ในรูปของ membership function $\mu_{f_i}(x)$ ได้ดังนี้

$$\mu_{f_i}(x) = 1 + n_i / (f_i^* - f_i^{\min}) \quad (11)$$

เรียงลำดับความสำคัญของปัญหาการหาค่าที่ดีที่สุดหลายวัตถุประสงค์ด้วย fuzzy ทั้งกรณี "$\tilde{\leq}$" และ "$\tilde{\geq}$" และ Preemptive priorities ได้ดังนี้

หาค่า x ที่ทำให้ $f_i(x) \tilde{\leq} f_i^*\ \ i = 1,...,k_1$

$$f_j(x) \tilde{\geq} f_j^*\ \ j = k_1 + 1,...,k \quad (12)$$

Subject to

$$f_j(x) \prec f_j(x),\ \ x \in G$$

โดยใช้ ตัวแปร γ แทน ตัวแปรที่บอกความสำคัญ ซึ่งถูกกำหนดค่าให้อยู่ระหว่าง -1 กับ 1 $(-1 \leq \gamma \leq 1)$ และมี λ เป็นพารามิเตอร์ที่ถูกกำหนดขึ้นเพื่อนำมาหาค่าความพึงพอใจ (Satisfying Degree) ส่วนสมการที่นำไปหาคำตอบได้ง่ายขึ้น ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 1 คำตอบโดยการวางแผนด้วยมือ (Manual) ประจำเดือนสิงหาคม 2552

Lambda λ	Total satisfying degree	Obj	Satisfying Degree	Cost (ล้านบาท)	Total cost (ล้านบาท)	Machine Changeover (เครื่อง)	Gamma γ	จำนวน Assigned M/C (เครื่อง)
Manual	1.201	1	0.787	15.66	102.64	301	-	697.00
		2	0.417	0.44				
		3	-0.002	86.53				

$$\min\left(\sum_{i=1}^{k} p_i/(f_i^{\max}-f_i^{*})+\sum_{j=k_1+1}^{k} n_j/(f_j^{*}-f_j^{\min})\right)/k+\lambda.\gamma$$

$$\text{s.t.}\quad f_i(x)+n_i-p_i=f_i^{*},\ i=1,\ldots,k_1$$
$$f_j(x)+n_j-p_j=f_j^{*},\ j=k_1+1,\ldots,k$$
$$p_i/(f_i^{\max}-f_i^{*})-n_j/(f_j^{*}-f_j^{\min})\le\gamma \qquad (13)$$
$$n_j\le f_j^{*}-f_j^{\min},\qquad p_i\le f_i^{\max}-f_i^{*},$$
$$n_i,p_i,n_j,p_j\ge 0,\ -1\le\gamma\le 1\quad x\in G$$

การตัดสินใจเลือกคำตอบที่เหมาะสมนั้นดูจากค่าความพึงพอใจรวมที่มากที่สุดและเรียงตามลำดับค่าจากมากไปหาน้อยตามลำดับความสำคัญของวัตถุประสงค์

5. กรณีศึกษา

การมอบหมายงานให้เครื่องจักรในกรณีศึกษานี้เป็นการวางแผนการผลิตชิ้นส่วนอิเลคทรอนิกส์ในโรงงานอุตสาหกรรม ประจำเดือนสิงหาคม -ตุลาคม 2552 โดยในเดือนสิงหาคม มีเครื่องจักร 23 โมเดล ($N=23$) จำนวนด 697 เครื่อง ต้องผลิตผลิตภัณฑ์ 85 PN ($P=85$) โดยที่เครื่องจักรแต่ละเครื่องมีความสามารถในการผลิต ไม่เท่ากันของแต่ละผลิตภัณฑ์ ทุกเดือนต้องผลิตงานให้ได้ไม่น้อยกว่าจำนวนงานที่ต้องการในแต่ละเดือนของทุกผลิตภัณฑ์ และจากความต้องการผลิตภัณฑ์ในแต่ละเดือนที่ได้รับนั้นมีมากกว่าความสามารถในการผลิตของเครื่องจักรที่มีอยู่ จึงต้องมีการสั่งซื้อบางผลิตภัณฑ์จากผู้ผลิตภายนอกโรงงาน ซึ่งเป็นปัจจัยที่ต้องนำมาคิดเรื่องค่าใช้จ่ายในการวางแผนการผลิตด้วย

ขั้นตอนการมอบหมายงานให้เครื่องจักรในปัจจุบันใช้Microsoft Excel ซึ่งมีสูตรคำนวณให้แล้วว่าถ้าใส่จำนวนเครื่องจักรให้ผลิต PN ใดกี่เครื่องแล้วได้จำนวนงานเท่าไร และมีจำนวนมากหรือน้อยกว่าความต้องการการผลิตเท่าไร หลังจากที่ใส่จำนวนผลิตภัณฑ์ที่ต้องการครบทั้งหมดแล้ว ขั้นตอนแรกคือ ใส่จำนวนเครื่องจักรที่ต้องใช้ให้ได้จำนวนงานไม่น้อยกว่าความต้องการคือไม่ติดลบ และต้องพิจารณาเครื่องจักรที่ใช้ในเดือนก่อนหน้าด้วยว่าต้องไม่ปรับเปลี่ยนมาก เพราะการปรับเปลี่ยนเครื่องจักร (Set up machine) เป็นผลิตภัณฑ์อื่น ต้องเตรียมการจัดการบุคคล เครื่องมือของเครื่องจักร (Tooling) และเครื่องมือวัดชิ้นงาน (Gauge) วัตถุดิบ (Material) และการจัดการในการแยกงานและตรวจสอบก่อนทำการผลิต ใส่จำนวนเครื่องจักรจนครบทุกผลิตภัณฑ์ ขั้นตอนที่สองคือ ดูจำนวนรวมของเครื่องจักรว่ามีโมเดล ใดไม่พอและโมเดลใดเหลือ ให้นำไปปรับใหม่โดยทำเหมือนขั้นตอนแรก แต่ต้องพิจารณา PN ที่สามารถสั่งซื้อจากภายนอกโรงงานได้ว่าใช้เครื่องจักรชนิดใดบ้าง แล้วให้นำเครื่องจักรโมเดลอื่นที่สามารถใช้แทนได้ให้หมดก่อน จนกระทั่งได้จำนวนเครื่องจักรที่ไม่พอเหลืออยู่เท่านั้น ขั้นตอนสุดท้ายคือ ใส่จำนวนเครื่องจักรที่ไม่พอให้พอดีกับจำนวนเครื่องจักรที่มีอยู่ แล้วใส่จำนวนงานที่ต้องการสั่งซื้อให้ได้ตามจำนวนงานที่ต้องการ

จากการใช้โปรแกรมเอ็กซ์เซล ได้ผลคือ มีการสั่งซื้อจากภายนอก คิดเป็นค่าใช้จ่าย 15.66 ล้านบาท มีการปรับเปลี่ยน เครื่องจักรทั้งหมด 301 เครื่อง คิดเป็นค่าใช้จ่าย (ไม่คิดค่าการจัดการ) 0.44 ล้านบาท ใช้เครื่องจักรทั้งหมด 697 เครื่อง คิดเป็นค่าใช้จ่าย 86.53 ล้านบาท ค่าใช้จ่ายรวมทั้งหมด 102.64 ล้านบาท ดังแสดงคำตอบในตารางที่ 1

การนำวิธี EISO มาแก้ปัญหาการมอบหมายงานของเครื่องจักรด้วยโปรแกรม GAMS มีขั้นตอนดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 คือ กำหนดสมการวัตถุประสงค์ของปัญหา หรือ ผลรวมของค่าใช้จ่ายทั้งหมดคือ การสั่งซื้อผลิตภัณฑ์จากผู้ผลิตภายนอก การปรับเปลี่ยนเครื่องจักรเป็น PN อื่น และการใช้เครื่องจักรในการผลิต ดังแสดงใน 4.1

ขั้นตอนที่ 2 คือ หาค่าต่ำที่สุดของแต่ละวัตถุประสงค์คือ นำค่า Big M (M) ซึ่งเป็นค่าคงที่ที่มีค่ามากๆไปคูณกับแต่ละวัตถุประสงค์ทีละข้อเพื่อให้ได้ค่าต่ำที่สุด

$$\min M\sum_{j=1}^{P} e_j outsource_j + \sum_{i}^{N}\sum_{j}^{P} Aover_{ij} + \sum_{i}^{N}\sum_{j}^{P} Bx_{ij} \quad (14)$$

$$\min \sum_{j=1}^{P} e_j outsource_j + M\sum_{i}^{N}\sum_{j}^{P} Aover_{ij} + \sum_{i}^{N}\sum_{j}^{P} Bx_{ij} \quad (15)$$

$$\min \sum_{j=1}^{P} e_j outsource_j + \sum_{i}^{N}\sum_{j}^{P} Aover_{ij} + M\sum_{i}^{N}\sum_{j}^{P} Bx_{ij} \quad (16)$$

ขั้นตอนที่ 3 คือ หาค่าสูงสุดของแต่ละวัตถุประสงค์โดยนำ M คูณกับวัตถุประสงค์ที่ไม่ต้องการหาค่าสูงสุดทีละค่า เพื่อให้ตัวแปรที่ถูกคูณด้วย M แสดงค่าต่ำและตัวแปรที่ไม่ได้ถูกคูณด้วย M แสดงค่าสูงสุดจนได้ค่าสูงสุด

$$\min \sum_{j=1}^{P} e_j outsource_j + M\sum_{i}^{N}\sum_{j}^{P} Aover_{ij} + M\sum_{i}^{N}\sum_{j}^{P} Bx_{ij} \quad (17)$$

$$\min M\sum_{j=1}^{P} e_j outsource_j + \sum_{i}^{N}\sum_{j}^{P} Aover_{ij} + M\sum_{i}^{N}\sum_{j}^{P} Bx_{ij} \quad (18)$$

$$\min M\sum_{j=1}^{P} e_j outsource_j + M\sum_{i}^{N}\sum_{j}^{P} Aover_{ij} + \sum_{i}^{N}\sum_{j}^{P} Bx_{ij} \quad (19)$$

ผลจากตารางที่ 2 พบว่าสำหรับวัตถุประสงค์ที่หนึ่ง มีค่าต่ำสุด 0.85 ล้านบาท ค่าสูงสุด 70.25 ล้านบาท และผลต่าง 69.41 ล้านบาท สำหรับวัตถุประสงค์ที่ 2 มีค่าต่ำสุด 0.21 ล้านบาท ค่าสูงสุด 0.61 ล้านบาท และผลต่าง 0.40 ล้านบาท และสำหรับวัตถุประสงค์ที่ 3 มีค่าต่ำสุด 49.70 ล้านบาท ค่าสูงสุด 86.45 ล้านบาท และผลต่าง 36.74 ล้านบาท

ตารางที่ 2 ค่าต่ำสุด ค่าสูงสุด และผลต่างของแต่ละวัตถุประสงค์

วัตถุประสงค์	ค่าต่ำสุด (ล้านบาท)	ค่าสูงสุด (ล้านบาท)	ผลต่าง (ล้านบาท)
(1) Outsource	0.85	70.25	69.41
(2) Changeover	0.21	0.61	0.40
(3) M/C usage	49.70	86.45	36.74

ตารางที่ 3 คำตอบโดย Preemptive Priorities ด้วยค่าต่างๆ

ลำดับ	Lambda λ	Total satisfying degree	Obj	Satisfying Degree	Cost (ล้านบาท)	Total cost (ล้านบาท)	Changeover (เครื่อง)	Gamma γ	Assigned M/C (เครื่อง)
4	0.125	1.940 (*ไม่ผ่าน*)	1 2 3	0.662 0.885 0.393	24.32 0.26 72.00	96.59	175.60	0.22	579.98
6	0.1563	1.914 (*ไม่ผ่าน*)	1 2 3	0.696 0.854 0.364	21.96 0.27 73.06	95.29	184.07	0.16	588.45
5	0.1875	1.818 (ผ่าน)	1 2 3	0.790 0.764 0.264	15.41 0.31 76.75	92.47	208.18	-0.03	618.21
3	0.25	1.611 (ผ่าน)	1 2 3	0.881 0.567 0.163	9.12 0.39 80.45	89.96	260.96	-0.31	648.03
2	0.5	1.494 (ผ่าน)	1 2 3	0.945 0.498 0.051	4.70 0.41 84.56	89.67	279.41	-0.447	681.15
1	1	1.435 (ผ่าน)	1 2 3	0.956 0.478 0.001	3.93 0.42 86.41	90.76	284.796	-0.478	696.01

ขั้นตอนที่ 4 คือ นำค่าสูงสุด ค่าต่ำสุดและผลต่างของแต่ละวัตถุประสงค์มาหาค่าความพึงพอใจ (Satisfying degrees) โดยการกำหนดค่าคงที่ λ ที่ค่าต่างๆ โดยการแก้สมการที่ 20 ด้วยโปรแกรม GAMS

$$\min(p_1/69.41 + p_2/0.40 + p_1/36.74)/3 + \lambda.\gamma$$

$$\text{s.t} \quad \sum_{j=1}^{85} e_j outsource_j - p_1 = 0.85$$

$$\sum_{i=1}^{23}\sum_{j=1}^{85} Aover_{ij} - p_2 = 0.21$$

$$\sum_{i=1}^{23}\sum_{j=1}^{85} Bx_{ij} - p_3 = 49.70 \qquad (20)$$

$$p_1/69.41 + p_2/0.40$$

$$p_2/0.40 + p_3/36.74$$

$$p_1 \le 69.41,\ p_2 \le 0.40,\ p_3 \le 36.74$$

$$p_1, p_2, p_3 \ge 0, -1 \le \gamma \le 1$$

หลักการในการหาคำตอบที่ดีที่สุดโดยการเปลี่ยนค่า λ นั้นใช้หลักการ Binary Search โดยไม่ใช้ค่าใช้จ่ายรวมเป็นเกณฑ์ในการพิจารณา แต่ใช้ค่าความพึงพอใจรวมแทน (Total Satisfying Degree) และพิจารณาเฉพาะคำตอบที่ทำให้ ค่าความพึงพอใจของวัตถุประสงค์ที่ 1 มากกว่าวัตถุประสงค์ที่ 2 และค่าความพึงพอใจของวัตถุประสงค์ที่ 2 มากกว่าวัตถุประสงค์ที่ 3 เท่านั้น ซึ่งผลการหาคำตอบทั้งหมดได้ถูกสรุปไว้ในตารางที่ 3 โดยเริ่มจากค่า λ ที่ 1 และ 0.5 ก่อน ได้ค่าความพึงพอใจรวมเท่ากับ 1.435 และ 1.494 ตามลำดับ และเมื่อพิจารณาความพึงพอใจของทั้งสามวัตถุประสงค์ ไม่ผิดเงื่อนไขที่ได้กำหนดไว้ ต่อไปพิจารณาค่ากลางระหว่าง 0 และ 0.5 หรือ 0.25 เพราะค่าความพึงพอใจรวมมีแนวโน้มที่สูงขึ้นเมื่อค่า λ ลดลง และได้ค่าความพึงพอใจรวมเท่ากับ 1.611 จึงทำการลดค่า λ อีกครึ่งหนึ่งเป็น 0.1250 และได้ค่าความพึงพอใจรวมเท่ากับ 1.940 แต่ไม่สามารถใช้คำตอบดังกล่าวได้ เพราะ ค่าความพึงพอใจของวัตถุประสงค์ที่ 2 สูงกว่าวัตถุประสงค์ที่ 1 ซึ่งผิดเงื่อนไข ต่อไปพิจารณาค่ากลางระหว่าง 0.125 และ 0.25 หรือ 0.1875 แทน และได้ค่าความพึงพอใจรวมเท่ากับ 1.878 ซึ่งเป็นคำตอบที่ผ่านเงื่อนไขที่ตั้งไว้ ต่อไปพิจารณาค่ากลางระหว่าง 0.1875 และ 0.1250 หรือ 0.1563 แทนและได้ค่าความพึงพอใจรวมเท่ากับ 1.914 แต่ไม่ผ่านเงื่อนไขที่กำหนดไว้ จึงหยุดการหาคำตอบด้วยค่า λ ที่ 0.1875 และได้ ค่าความพึงพอใจที่สูงที่สุดเท่ากับ 1.818 โดยมีค่าใช้จ่ายโดยรวมคือ 92.47 ล้านบาท ถึงแม้คำตอบจาก ค่า λ ที่เลือกจะไม่ทำให้ค่าใช้จ่ายโดยรวมน้อยที่สุด แต่ เป็นคำตอบ ที่มีการเรียงลำดับตามความสำคัญชัดเจน และจำนวนเครื่องจักรที่ต้องทำการปรับเปลี่ยนมีจำนวนน้อย ลงจากวิธี Manual จาก 301 เครื่อง เป็น 260.96 เครื่อง ซึ่งเป็นผลดีต่อทางบริษัทเป็นอย่างมากเพราะในการปรับเปลี่ยนเครื่องจักรนั้นมีค่าใช้จ่ายแฝงอื่นๆ ที่ไม่สามารถประเมินเป็นค่าใช้จ่ายได้อย่างชัดเจน

คำตอบจาก ทั้งวิธี EISO และ Manual สำหรับเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2552 ได้ถูกเปรียบเทียบดังแสดงในตารางที่ 4 โดยวิธี EISO สามารถให้ค่าความพึงพอใจโดยรวมได้สูงกว่าวิธี Manual 0.617 หรือคิดเป็นร้อยละ 51.37 และเมื่อพิจารณาค่าความพึงพอใจแยกแต่ละวัตถุประสงค์ วิธี EISO ให้ค่าสูงกว่าวิธี Manual ทั้งหมด และยังให้ค่าใช้จ่ายได้ต่ำกว่าใน วิธี Manual ในทุกวัตถุประสงค์ซึ่งรวมแล้วสามารถลดค่าใช้จ่าย ในเดือนสิงหาคมได้ 10.17 ล้านบาท หรือคิดเป็นร้อยละ 9.91

ตารางที่ 4 เปรียบเทียบค่าความพึงพอใจและค่าใช้จ่ายประจำเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2552

วัตถุประสงค์	ค่าความพึงพอใจ				ค่าใช้จ่าย (ล้านบาท)			
	EISO	Manual	ผลต่าง	เปอร์เซ็นต์	EISO	Manual	ผลต่าง	เปอร์เซ็นต์
Outsource	0.790	0.787	0.003	0.38	15.41	15.66	(0.25)	1.60
Change over machine	0.764	0.417	0.347	83.21	0.31	0.44	(0.14)	31.82
Machine running	0.264	(0.002)	0.266	13300.00	76.75	86.53	(9.78)	11.30
Total	1.818	1.201	**0.617**	**51.37**	92.47	102.64	**(10.17)**	**9.91**

ตารางที่ 5 เปรียบเทียบค่าความพึงพอใจและค่าใช้จ่ายประจำเดือนกันยายน พ.ศ. 2552

วัตถุประสงค์	ค่าความพึงพอใจ				ค่าใช้จ่าย (ล้านบาท)			
	EISO	Manual	ผลต่าง	เปอร์เซ็นต์	EISO	Manual	ผลต่าง	เปอร์เซ็นต์
Outsource	0.84	0.79	0.05	6.33	25.45	28.62	(3.16)	11.04
Change over machine	0.83	0.97	(0.13)	13.40	0.16	0.12	0.04	33.33
Machine running	0.19	0.00	0.19	-	80.45	86.53	(6.08)	7.03
Total	1.87	1.76	**0.11**	**6.25**	106.06	115.27	**(9.20)**	**7.98**

ตารางที่ 6 เปรียบเทียบค่าความพึงพอใจและค่าใช้จ่ายประจำเดือนตุลาคม พ.ศ. 2552

วัตถุประสงค์	ค่าความพึงพอใจ				ค่าใช้จ่าย (ล้านบาท)			
	EISO	Manual	ผลต่าง	เปอร์เซ็นต์	EISO	Manual	ผลต่าง	เปอร์เซ็นต์
Outsource	0.90	0.82	0.08	9.76	EISO	49.73	(4.36)	8.77
Change over machine	0.77	0.48	0.29	60.42	0.21	0.27	(0.06)	22.22
Machine running	0.11	0.00	0.11	-	83.71	86.53	(2.82	3.26
Total	1.78	1.30	**0.48**	**36.92**	129.29	136.53	**(7.24)**	**5.30**

ตารางที่ 5 และ 6 แสดงผลการเปรียบเทียบความพึงพอใจและค่าใช้จ่ายประจำเดือนกันยายน และ ตุลาคม 2552 โดยวิธี EISO สามารถเพิ่มความพึงพอใจได้ 0.11 และ 0.48 ในเดือนกันยายน และตุลาคม ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับวิธี Manual หรือคิดเป็น ร้อยละ 6.25 และ 36.92 ตามลำดับ นอกไปจากนี้ ยังสามารถลดค่าใช้จ่ายได้ 9.20 และ 7.24 ล้านบาท หรือคิดเป็น ร้อยละ 7.98 และ 5.30 ในเดือนกันยายน และตุลาคม ตามลำดับ นอกไปจากนี้ในเดือนกันยายน วิธี EISO สามารถให้คำตอบที่ค่าความพึงพอใจของทั้งสามวัตถุประสงค์ผ่านเงื่อนไขที่ตั้งไว้ ในขณะที่ วิธี Manual ค่าความพึงพอใจของวัตถุประสงค์ที่ 1 ต่ำกว่าวัตถุประสงค์ที่ 2

6. สรุป

การแก้ปัญหาการมอบหมายงานแบบหลายวัตถุประสงค์ในงานวิจัยนี้เป็นการหาค่าที่ต่ำสุดและให้ความสำคัญกับแต่ละวัตถุประสงค์ในลำดับที่แตกต่างกัน ซึ่งได้นำเสนอวิธีการ EISO โดยใช้โปรแกรม GAMS หาคำตอบแทนการใช้วิธี Manual ใส่ตัวเลขจำนวนเครื่องจักรในโปรแกรมเอ็กซ์เซล นั้นสามารถช่วยให้การแก้ปัญหาทำได้ง่าย และคำตอบที่ได้สามารถแสดงผลเรียงตามลำดับความสำคัญตามที่ได้กำหนดไว้จากสำคัญมากไปหาน้อย ดังนี้ คือ 1) การสั่งซื้อผลิตภัณฑ์จากภายนอก 2) การปรับเปลี่ยนเครื่องจักร และ 3) จำนวนเครื่องจักรที่ถูกมอบหมายงาน ซึ่งพิจารณาได้ง่ายและชัดเจนจากค่าความพึงพอใจ (Satisfying degrees) ที่เหมาะสมที่สุด โดยค่าความพึงพอใจเพิ่มขึ้นจาก 1.201 เป็น 1.818 จาก 1.76 เป็น 1.87 และ จาก 1.30 เป็น 1.78 ในเดือน สิงหาคม กันยายน และตุลาคม ตามลำดับ และที่สำคัญคือ สามารถลดค่าใช้จ่ายลงได้กว่า 10.17 (ร้อยละ 9.91) 9.20 (ร้อยละ 7.98) และ 7.24 (ร้อยละ 5.30) ล้านบาท ในเดือน สิงหาคม กันยายน และตุลาคม ปี พ .ศ. 2552 ตามลำดับ รวมเป็น 26.61 ล้านบาท คิดเป็นค่าเฉลี่ยที่ 8.87 ล้านบาท ต่อเดือน หรือคิดเป็นร้อยละ 7.73 ต่อเดือน **ซึ่งช่วยให้บริษัทสามารถแข่งขันกับบริษัทคู่แข่งได้มากขึ้น**

แม้ว่าวิธี EISO จะให้คำตอบที่ดีกว่าวิธี Manual และสามารถแก้ปัญหาหลายวัตถุประสงค์ที่มีการจัดลำดับความสำคัญได้อย่างมีประสิทธิภาพ การประยุต์ใช้วิธี EISO กับโรงงานกรณีศึกษา มีข้อจำกัดที่นักวางแผนต้องมีความเข้าใจขั้นตอนในการหาคำตอบเป็นอย่างดี ประกอบกับการดึงข้อมูลเข้าและออกจากโปรแกรม GAMS ยังมีความยุ่งยากและซับซ้อน หากต้องการนำวิธี EISO มาประยุกต์ใช้จริง จำเป็นต้องบูรณาการข้อมูลต่างๆ ใน Microsoft Excel และโปรแกรม GAMS เข้าด้วยกัน เพื่อให้ผู้ใช้ (User หรือ Planner) ใช้งานได้สะดวกขึ้น มิเช่นนั้นแล้ว ผู้ใช้จะยังต้องใช้เวลามากในการวางแผน เหมือนเช่นวิธีเดิม นอกไปจากนี้ ยังมีความจำเป็นต้องอบรมวิธี EISO

ให้กับทุกคนในแผนก เพื่อให้มีความเข้าใจที่ตรงกัน และสามารถทำงานแทนกันได้ตลอดเวลา

วิธีการแก้ปัญหา EISO นี้ยังสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับการมอบหมายงานในโรงงานประเภทอื่นได้อีกด้วย โดยเฉพาะในกรณีที่การตัดสินใจสำหรับแต่ละวัตถุประสงค์มีความครุมเครือ และพนักงานวางแผนต้องการที่จะหาคำตอบที่ทำให้ความพึงพอใจสูงสุด โดยที่แต่ละวัตถุประสงค์มีความสำคัญไม่เท่ากัน

7. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณหัวหน้างานและพนักงานของโรงงานกรณีศึกษาที่ให้ความอนุเคราะห์และความร่วมมือในการเก็บข้อมูล และ งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนจากโครงการมหาวิทยาลัยวิจัยแห่งชาติของสำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา

8. เอกสารอ้างอิง

Chen, L.H. and Tsai, F.C., (2001). Fuzzy goal programming with difference importance and priorities, European Journal of Operational Research, Vol. 133, 548-556.

Hu, C.F. and Li, S.Y. (2006). Enhance interactive satisfying optimization approach to multiple objective optimization with preemptive priorities, International Journal of Information Technology & Decision Making, Vol. 5, No.1, 47-63.

Hu, C.F., Teng, C.J., Li, S.Y. (2007). A fuzzy goal programming approach to multi-objective optimization problem with priorities, European Journal of Operational Research, Vol. 176, 1319–1333.

Onesime, O.C.T., Xu, X.F., Zhan, D.C., (2004). A decision support system for supplier selection process, International Journal of Information Technology & Decision Making Vol. 3, No.3, 453-470.

Sakawa, M., Yauchi, K., Hideki, K., (2004). An interactive fuzzy satisfying method for multiobjective linear programming with random variable coefficients through a probability maximization method, Fuzzy Sets Systems, Vol. 146, 205-220.

Tsai, K.M., You, S.Y., Lin, Y.H., Tsai, C.H. (2008). A fuzzy goal programming approach with priority for channel allocation problem in steel industry, Expert Systems with Applications, Vol. 34, 1870–1876.

Yang, J.B. and Li, D., (2002). Normal vector identification and interactive tradeoff analysis using minimax formulation in multiobjective optimization, IEEE Transactions Fuzzy Systems, Vol. 32, No. 3, 305-319.