



KKU Engineering Journal

<http://www.en.kku.ac.th/enjournal/th/>

กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์สำหรับการคัดเลือกผังแบบเซลล์และการจำลองสถานการณ์สำหรับโรงงานบริการผลิตผลิตภัณฑ์อิเล็กทรอนิกส์

Analytic hierarchy process for cell layout selection and simulation for electronic manufacturing service plant

บุษบา พุกษาพันธุ์รัตน์

Busaba Phruksaphanrat*

หน่วยวิจัยเฉพาะทาง ISO-RU, ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ปทุมธานี 12120

Industrial Engineering Department, Thammasat University, Rangsit Campus Klongluang, Patumtani, Thailand, 12120

Received March 2012

Accepted August 2012

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้นำเสนอการคัดเลือกผังโรงงานแบบเซลล์ของโรงงานที่ให้บริการผลิตอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ (Electronics manufacturing services, EMS) ด้วยกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ (Analytic hierarchy process, AHP) และทำการประเมินผลโดยการจำลองสถานการณ์โรงงานที่ให้บริการผลิตอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์คือโรงงานที่ให้บริการออกแบบ ทำการทดสอบ ผลิตกระจายสินค้ารวมถึงการรับบริการคืนและซ่อมชิ้นงานอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และรับประกอบชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์สำหรับบริษัทเจ้าของตราสินค้าโรงงานลักษณะดังกล่าวจะต้องมีความสามารถในการปรับตัวอยู่เสมอกับการเปลี่ยนแปลงที่รวดเร็วของลูกค้าผังโรงงานตามกระบวนการผลิตจึงไม่เหมาะสม เพราะขาดความยืดหยุ่นในการปรับเปลี่ยนกระบวนการสำหรับผลิตภัณฑ์ใหม่ ดังนั้นผังโรงงานแบบเซลล์จึงถูกพิจารณาปรับเปลี่ยน แต่ด้วยรูปแบบผังโรงงานที่หลากหลายและเกณฑ์การพิจารณาที่มีข้อมูลทั้งเชิงคุณภาพและปริมาณ กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์จึงถูกนำมาช่วยในการคัดเลือกผังโรงงานแบบเซลล์ที่เหมาะสมที่สุดตามเกณฑ์หลักคือการขนถ่ายวัสดุ, คุณลักษณะของการวางผังโรงงาน, เงินลงทุนเริ่มต้น และความยืดหยุ่น ผลการประเมินพบว่าผังโรงงานแบบกลุ่มเทคโนโลยีศูนย์กลางเป็นผังโรงงานที่เหมาะสมที่สุด หลังจากนั้นจึงใช้การจำลองสถานการณ์ด้วยคอมพิวเตอร์ (Computer simulation) เพื่อช่วยในการประเมินประสิทธิภาพของผังโรงงานใหม่ที่คัดเลือกมา พบว่าผังโรงงานแบบใหม่จะมีอัตราผลผลิตที่สูงขึ้นร้อยละ 32 มีเวลาเฉลี่ยของชิ้นงานที่อยู่ในระบบลดลงร้อยละ 28 และมีอัตราการใช้ประโยชน์เฉลี่ยของทุกสถานีงานดีขึ้นร้อยละ 13

คำสำคัญ : กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ การคัดเลือกผังโรงงานผังโรงงานแบบเซลล์ การจำลองสถานการณ์

Abstract

This research presents the selection of a cellular layout for an Electronics Manufacturing Service (EMS) by Analysis Hierarchy Process (AHP). Moreover, the selected layout is evaluated by computer simulation. EMS is termed used for companies that design, test, manufacture, distribute and provide returned and repaired services for electronic components and assemblies for original equipment manufacturers (OEMs). It has to be able to adjust itself

according to rapidly change of customers. Process layout is unsuitable because it is not flexible in altering processes for new products. The refore, cellular layout is considered for changing. However, the rearemany designs. Criteria are also contained both qualitative and quantitative information. So, AHP is used to select the best lay out. Main criteria for evaluation are material handling, layout characteristics, investment cost and flexibility. There sult of evaluation found that group technology and cell centeris the mostsuitable layout. Then, computer simulation was done for evaluation the layout design. From the result of simulation, the cellular layout design can increase through put rate 32%, can decrease average time in the system 28% and can increase average utilization of a work station 13%.

Keywords : Analytic hierarchy process (AHP), Layout selection, Cellular layout, Simulation

1. บทนำ

ในสภาวะการดำเนินธุรกิจในปัจจุบันที่มีการแข่งขันสูง การส่งมอบสินค้าที่รวดเร็ว คุณภาพสูง และราคาที่คุ้มค่าให้แก่ลูกค้าเป็นหนทางที่จะทำให้องค์กรอยู่รอดได้ในอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ โดยทั่วไปบริษัทเจ้าของตราสินค้า (Original equipment manufacturing, OEM) จะใช้การหาโรงงานอุตสาหกรรมที่ให้บริการผลิตอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ (Electronics manufacturing services, EMS) มาช่วยในการผลิตชิ้นส่วน หรือผลิตภัณฑ์บางส่วนของตน EMS คือโรงงานที่ให้บริการออกแบบ ทำการทดสอบ ผลิตกระจายสินค้า รวมไปถึงการรับบริการคืนและซ่อมชิ้นงานอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ และรับประกอบชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์สำหรับบริษัทเจ้าของตราสินค้า [1] ซึ่งมีความหลากหลายของผลิตภัณฑ์ ในปริมาณที่แตกต่างกัน โรงงานลักษณะนี้จะต้องมีความสามารถในการปรับตัวอยู่เสมอ เพื่อรองรับการเปลี่ยนแปลงของลูกค้าที่เกิดขึ้นได้ตลอดเวลา การมีผังโรงงานที่เหมาะสมจะช่วยให้การไหลของกระบวนการรวดเร็วมากยิ่งขึ้น

โรงงานตัวอย่างเป็นโรงงานอุตสาหกรรมที่ให้บริการผลิตอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ปัจจุบันประสบปัญหาเนื่องจากผังโรงงานในปัจจุบันไม่รองรับกับการเปลี่ยนแปลงกระบวนการของผลิตภัณฑ์ใหม่ของลูกค้า ทำให้ช่วงเวลานำของการผลิตยาว การไหลของกระบวนการไม่ต่อเนื่อง เพราะมีการวางผังโรงงานเพิ่มเติมไปเรื่อยๆ และไม่สามารถเจาะจงพื้นที่ในการวางผังโรงงานเพิ่มเติมได้ โดยสาเหตุหนึ่งของปัญหาเหล่านี้ก็คือ ผังโรงงานในปัจจุบันเป็นผังโรงงานตามกระบวนการผลิต (Process layout) ซึ่งไม่เหมาะสมสำหรับการผลิตสินค้าปริมาณมาก เนื่องจากมีการเคลื่อนย้ายระหว่างกระบวนการสูง การจัดวางผังโรงงานที่เหมาะสม เป็นสิ่งหนึ่ง

ที่มีความสำคัญเป็นอย่างมาก ซึ่งจะสามารถช่วยลดความสูญเสียของกระบวนการผลิตและการเคลื่อนย้ายภายในโรงงานและจะทำให้สามารถตอบสนองความต้องการของลูกค้าได้อย่างรวดเร็วผังโรงงานการผลิตตามผลิตภัณฑ์ (Product layout) ถึงแม้ว่าจะเหมาะสมกับการผลิตที่ปริมาณสูงแต่ไม่เหมาะกับการปรับเปลี่ยนที่บ่อยตามลักษณะของ EMS

ดังนั้นทางโรงงานจึงพิจารณาที่จะปรับเปลี่ยนผังโรงงานให้มีความสามารถในการผลิตได้อย่างรวดเร็วและมีความยืดหยุ่นสูง ซึ่งการจัดผังโรงงานแบบเซลล์จะเหมาะสมกับสภาพดังกล่าว[2] แต่อย่างไรก็ตามการออกแบบผังโรงงานแบบเซลล์มีด้วยกันหลายลักษณะและการตัดสินใจเลือกผังโรงงานก็ทำได้ยากเนื่องจากมีรูปแบบและปัจจัยที่จะต้องพิจารณาด้วยกันหลายปัจจัย ปัจจัยที่มักพิจารณาในการเลือกผังโรงงานโดยทั่วไป ประกอบไปด้วย ความยืดหยุ่น ความสามารถในการเข้าถึง การซ่อมบำรุง ระยะทางการไหล ความสัมพันธ์ของส่วนต่างๆ รูปร่างและต้นทุนการขนถ่าย เป็นต้น [3-6] วิธีที่ช่วยในการตัดสินใจวิธีหนึ่งที่ได้รับนิยมนามคือ กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ (Analytic hierarchy process, AHP) ซึ่งมีการนำไปใช้งานหลากหลายทั้งด้านการจัดการและการผลิต [7] เนื่องจากเป็นวิธีที่สามารถใช้ได้กับข้อมูลที่เป็นทั้งเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพ [3-6] แม้ว่าจะงานวิจัยที่มีอยู่จะมีการพิจารณาเลือกผังโรงงานทั่วไปโดยใช้กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ แต่ไม่มีการประเมินผลของผังโรงงานที่เลือกว่าผลลัพธ์ที่ได้จะเป็นอย่างไร และเป็นการประเมินผังโรงงานทั่วไปมิใช่ผังโรงงานแบบเซลล์สำหรับโรงงานแบบ EMS ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงนำเสนองานวิจัยออกเป็น 2 ส่วนคือใช้หลักการกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์มาเลือกผังโรงงานแบบเซลล์ที่เหมาะสมสำหรับโรงงาน

แบบ EMS และทำการจำลองสถานการณ์ด้วยคอมพิวเตอร์ (Computer simulation) [8] เพื่อประเมินผลของประสิทธิภาพการจัดผังโรงงานรูปแบบใหม่เปรียบเทียบกับรูปแบบเดิม

2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 การวางผังโรงงานแบบเซลล์

การวางผังโรงงานแบบเซลล์ (Cellular layout) เป็นการประยุกต์ใช้ปรัชญาของกลุ่มเทคโนโลยี (Group technology, GT) แนวคิดที่มุ่งจะจัดกลุ่มชิ้นส่วนที่มีความคล้ายคลึงกันเข้าไว้เป็นกลุ่มเดียวกัน เพื่อนำความคล้ายคลึงกันนั้นไปเป็นประโยชน์ในกระบวนการผลิตและการออกแบบ[9]ชนิดของผังโรงงานแบบกลุ่มเทคโนโลยี [2] สามารถแบ่งได้เป็น

(1) ผังกลุ่มเทคโนโลยีแบบสายการผลิต (GT Flow line layout) มีลักษณะคล้ายกับการวางผังโรงงานตามชนิดผลิตภัณฑ์ แต่เป็นสายการผลิตของแต่ละกลุ่มผลิตภัณฑ์ (Part family) โดยใช้แนวคิดของกลุ่มเทคโนโลยีที่ใช้เครื่องจักรร่วมกันของแต่ละกลุ่มผลิตภัณฑ์ เหมาะสมกับกลุ่มผลิตภัณฑ์ที่มีปริมาณการผลิตมาก

(2) ผังกลุ่มเทคโนโลยีและผังแบบเซลล์ (GT and cell layout) มาจากแนวคิดของกลุ่มเทคโนโลยีที่ใช้เครื่องจักรร่วมกันและใช้การวางผังโรงงานที่เป็นแบบเซลล์จริง โดยมีการไหลของกลุ่มผลิตภัณฑ์ในกลุ่มเครื่องจักรเซลล์เดียวหลายทิศทาง โดยทั่วไปใช้กับโรงงานที่เป็นระบบการผลิตแบบยืดหยุ่น (Flexibility manufacturing system, FMS) ระดับความเป็นอัตโนมัติสูง

(3) ผังแบบกลุ่มเทคโนโลยีศูนย์กลาง (GT center layout) มีลักษณะคล้ายการวางผังโรงงานตามกระบวนการผลิต ใช้แนวคิดของกลุ่มเทคโนโลยีที่ใช้เครื่องจักรร่วมกัน โดยที่ไม่มีการวางผังโรงงานเป็นแบบเซลล์จริง ซึ่งเรียกว่าเซลล์เสมือน (Virtual cell หรือ Logical cell) แต่จะมีระยะทางการขนถ่ายวัสดุมากกว่าการวางผังโรงงานเทคโนโลยีกลุ่มแบบเซลล์จริง เหมาะสมกับกลุ่มเซลล์ที่มีปริมาณการผลิตน้อยถึงปานกลาง

2.2 กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์

กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ (Analytic hierarchy process, AHP) เป็นกระบวนการที่พัฒนาขึ้นมาโดย Thomas saaty [10] ใช้ในการวัดค่าระดับการตัดสินใจ

โดยจะมีการจัดลำดับทางเลือกเมื่อเราต้องพิจารณาทางเลือกหลายทางเลือกหรือนำน้ำหนักความสำคัญของปัจจัย ซึ่งให้ผลในการตัดสินใจที่ถูกต้องและมีประสิทธิภาพเมื่อต้องตัดสินใจในเรื่องที่ซับซ้อนวิธีนี้มีจุดเด่นคือ เป็นวิธีการเปรียบเทียบเชิงคู่ (Pairwise comparison) จึงให้ผลการสำรวจน่าเชื่อถือง่ายต่อการใช้และการทำความเข้าใจ เพราะมีโครงสร้างที่เป็นแผนภูมิลำดับชั้นเลียนแบบกระบวนการคิดของมนุษย์สามารถจัดการตัดสินใจแบบมีอคติหรือลำเอียงออกไปได้และสามารถใช้ได้ทั้งกับการตัดสินใจแบบคนเดียวและแบบที่เป็นกลุ่มกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ ประกอบด้วย 3 ขั้นตอนหลักคือ

- (1) กำหนดเป้าหมายในการตัดสินใจ ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการตัดสินใจต่าง ๆ พร้อมทางเลือกในการตัดสินใจ
- (2) เปรียบเทียบความสำคัญของเกณฑ์ต่อเป้าหมายของแต่ละปัจจัย โดยเปรียบเทียบทีละคู่ค่าน้ำหนักกำหนดเป็น อัตราเปรียบเทียบทั้งปัจจัยหลัก และปัจจัยย่อย โดยค่ามาตรฐานเปรียบเทียบน้ำหนักที่ใช้คือ 1-9 รายละเอียดแสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ค่ามาตรฐานเปรียบเทียบน้ำหนัก [10]

ค่าน้ำหนัก	คำอธิบาย
1	มีความสำคัญเท่ากัน
3	มีความสำคัญมาก หรือน้อยกว่าปานกลาง
5	มีความสำคัญมาก
7	มีความสำคัญอย่างยิ่ง
9	มีความสำคัญอย่างยิ่งยวด
2, 4, 6, 8	มีความสำคัญมาก หรือน้อยกว่าเล็กน้อย

(3) เปรียบเทียบทางเลือกที่กำหนดขึ้นทีละคู่ โดยพิจารณา ทางเลือกภายใต้เกณฑ์แต่ละเกณฑ์ จนครบทุกเกณฑ์ที่ใช้ในการตัดสินใจ การเปรียบเทียบในทุกๆ ครั้ง จะเปรียบเทียบกันโดยใช้ตารางเมตริกซ์ ถ้าเมตริกซ์มีความสอดคล้อง ค่าของลำดับความสำคัญจะสามารถคำนวณได้จาก

$$\lambda_{\max} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left\{ \frac{\sum_{j=1}^n a_{ij} \times w_j}{w_i} \right\} \quad (1)$$

โดยที่ λ_j คือแกนหลักของ eigenvector หรือ คือน้ำหนักของเกณฑ์ที่พิจารณา, n คือขนาดของเมทริกซ์ a_{ij} คือ องค์ประกอบของการเปรียบเทียบเป็นคู่ w_i และ w_j คือค่า eigenvector ขององค์ประกอบที่ i และ j ตามลำดับ [10] อัตราส่วนความสอดคล้อง (Consistency ratio, CR) คืออัตราส่วนระหว่างดัชนีความสอดคล้องของข้อมูล (Consistency Index, CI) และดัชนีความสอดคล้องของข้อมูลโดยการสุ่มตัวอย่าง (Random consistency Index, RI) ค่าดัชนีความสอดคล้องของข้อมูลหาได้จากสูตร

$$\text{ดัชนีความสอดคล้อง (CI)} = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1} \quad (2)$$

$$\text{และ } CR = CI/RI \quad (3)$$

ค่าความสอดคล้องของข้อมูลโดยการสุ่มตัวอย่าง RI ดูได้จากตารางที่ 2 ค่า CR ที่ได้จะต้องมีค่าไม่เกิน 0.5 และ 0.8 สำหรับ $n = 3$ และ 4 ตามลำดับ และต้องไม่เกิน 0.10 สำหรับ n ที่มากกว่า 5 จึงจะถือว่าข้อมูลมีความสอดคล้องและสามารถนำไปใช้ในการสรุปผลได้

ตารางที่ 2 Random Index

Number of criteria	Random index
1	0
2	0
3	0.58
4	0.9
5	1.12
6	1.24
7	1.32
8	1.41
9	1.45
10	1.49

2.3 การจำลองสถานการณ์ (Simulation)

การจำลองสถานการณ์ (Simulation) คือวิธีการเลียนแบบพฤติกรรมของระบบจริง [8] เพื่อให้เรียนรู้พฤติกรรมของระบบงานจริงภายใต้ข้อกำหนดต่างๆ ที่วางไว้ เพื่อประเมินผลการดำเนินงานของระบบ แล้ววิเคราะห์ผลลัพธ์ที่ได้จากการทดลองก่อนนำไปใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์จริงต่อไป การจำลองในปัจจุบันใดๆ มักจะนำคอมพิวเตอร์เข้ามาใช้ เนื่องจากสามารถรองรับปัญหาที่มีความยุ่งยากซับซ้อนและ

สามารถคำนวณหาข้อมูลต่างๆ ที่ต้องการสำหรับการวิเคราะห์หาวิธีการแก้ปัญหา และประเมินประสิทธิภาพของระบบได้โดยในงานวิจัยนี้จะใช้การจำลองเพื่อหาประสิทธิภาพของระบบที่จะเกิดขึ้น

3. การดำเนินการวิจัย

ในการดำเนินการวิจัยเริ่มจากการวิเคราะห์ปัญหาของผังโรงงานปัจจุบันวิเคราะห์ความสัมพันธ์และออกแบบผังโรงงานใหม่ตามหลักการ (Systematic layout planning, SLP) [9] คัดเลือกผังโรงงานโดยใช้หลักการ AHP และทำการประเมินประสิทธิภาพของผังโรงงานใหม่โดยใช้การจำลองสถานการณ์ด้วยคอมพิวเตอร์ เพื่อช่วยในการสรุปผลประสิทธิภาพของการใช้ผังโรงงานแบบใหม่

3.1 วิเคราะห์ปัญหา

โรงงานตัวอย่างเป็นโรงงานอุตสาหกรรมที่ให้บริการผลิตอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งมีความหลากหลายของผลิตภัณฑ์รูปแบบของผลิตภัณฑ์ใหม่มีการเปลี่ยนแปลงไปเพียงเล็กน้อยจากรูปแบบเดิม มีผังโรงงานเป็นแบบตามกระบวนการผลิต (Process layout) กลุ่มผลิตภัณฑ์ที่เลือกมาทำการศึกษาเป็นกลุ่มผลิตภัณฑ์ที่มียอดจำหน่ายสูงสุดสามารถที่จะแยกออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ต้องผ่านขั้นตอนการทดสอบ Hipot test (กลุ่มที่ 1) มีผลิตภัณฑ์จำนวน 3 รายการ กับกลุ่มที่ไม่ต้องผ่านขั้นตอนการทดสอบ Hipot test (กลุ่มที่ 2) มีผลิตภัณฑ์จำนวน 5 รายการซึ่งมีกระบวนการขึ้นๆ เหมือนกันทั้งสองกลุ่มกระบวนการมีทั้งหมด 21 ขั้นตอนสำหรับกลุ่มที่ 1 โดยทั่วไปแล้วหากผลิตภัณฑ์มีน้อยชนิดและมีปริมาณการผลิตมาก ควรจะใช้การวางผังโรงงานแบบตามชนิดผลิตภัณฑ์ (Product layout) แต่ด้วยลักษณะของโรงงานที่เป็นโรงงานบริการรับผลิต (EMS) จึงมีการเปลี่ยนแปลงผลิตภัณฑ์บ่อยครั้ง ผังโรงงานแบบตามชนิดผลิตภัณฑ์จึงไม่เหมาะสม ดังนั้นการจัดผังโรงงานแบบเซลล์จึงถูกนำมาพิจารณาออกแบบ

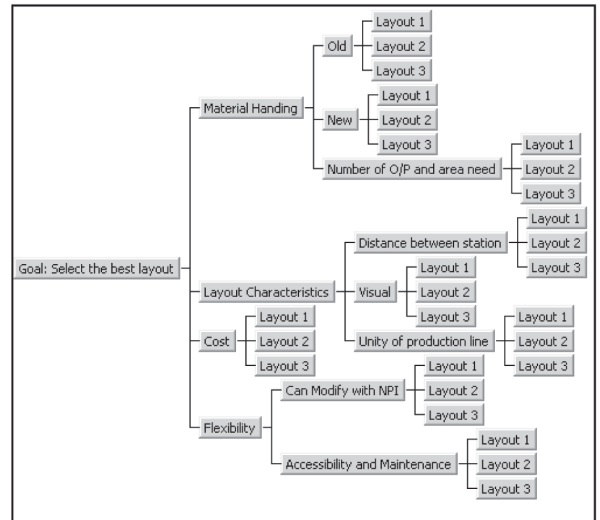
3.2 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์และการออกแบบผังโรงงาน

หลังจากที่ทราบข้อมูลเบื้องต้น กระบวนการผลิต และลักษณะการวางผังโรงงานในปัจจุบัน พบว่ามีลักษณะการไหลย้อนกลับไปมา และใช้ระยะทางในการเคลื่อนย้ายวัสดุมากทั้งยังมีการรอคอยในระหว่างสถานีงานสูงโดยระยะทาง

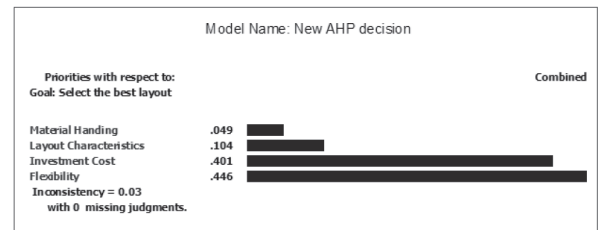
การเคลื่อนที่ของวัสดุกลุ่มที่ 1 และ 2 เป็น 885 และ 870 เมตรตามลำดับ มีขั้นตอนในการขนย้ายวัสดุคิดเป็นร้อยละ 28 และร้อยละ 27 ของเวลาการทำงานทั้งหมด ตามลำดับ และมีขั้นตอนในการรอกคอยของวัสดุเป็นร้อยละ 24 และร้อยละ 23 ของเวลาการทำงานทั้งหมดตามลำดับ เมื่อวิเคราะห์หาความสัมพันธ์และพื้นที่ของแต่ละสถานีงานตามหลักการ Systematic Layout Planning [8] แล้วจึงได้ออกแบบผังโรงงานใหม่แบบเซลล์ โดยใช้การวางผังกลุ่มเทคโนโลยีแบบสายการผลิต, ผังกลุ่มเทคโนโลยีแบบเซลล์ และผังกลุ่มเทคโนโลยีแบบศูนย์กลางจำนวน 8, 6 และ 8 รูปแบบ ตามลำดับเนื่องจากการปรับปรุงผังโรงงานในครั้งนี้เป็นการปรับปรุงจากผังโรงงานที่มีอยู่เดิม ทำให้มีข้อจำกัดในเชิงปฏิบัติที่สำคัญคือ ข้อจำกัดเรื่องตัวอาคาร และพื้นที่ที่มีอยู่จำกัด, แนวทางเดินท่อต่าง ๆ แนวสายไฟ ระบบไฟที่ติดตั้งอยู่ รวมทั้งการรับแรงของพื้นอาคาร, ข้อจำกัดเรื่องความต้องการที่แตกต่างกัน เช่น การใช้ตะกั่วที่เป็นแบบ Clean กับแบบ No Clean ทำให้กระบวนการของทั้งสองกลุ่มนี้ไม่สามารถปะปนกันได้ ถึงแม้ว่าจะเหมือนกันก็ตามจากข้อจำกัดต่างๆ เหล่านี้จึงทำให้การปรับปรุงผังโรงงานครั้งนี้มีเพียง 3 รูปแบบที่มีความเป็นไปได้ในทางปฏิบัติ คือการวางผังกลุ่มเทคโนโลยีแบบสายการผลิต (GT flow line layout) แบบที่ 1 การวางผังกลุ่มเทคโนโลยีแบบศูนย์กลาง (GT center layout) แบบที่ 2 และ 3

3.3. การเลือกผังโรงงาน

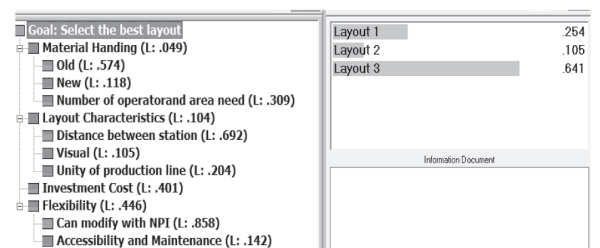
ในงานวิจัยนี้ได้นำหลักการ AHP เข้ามาช่วยในการตัดสินใจ โดยเป้าหมายคือเพื่อเลือกผังโรงงานที่เหมาะสมที่สุดสำหรับโรงงาน EMS จากการพิจารณาเกณฑ์ทั่วไปของการจัดผังโรงงาน [3-6] และการจัดผังโรงงานแบบเซลล์พบว่าเกณฑ์ที่เหมาะสมสำหรับโรงงานกรณีศึกษาประกอบไปด้วย เกณฑ์หลัก 4 เกณฑ์ และเกณฑ์รอง 8 เกณฑ์ และทางเลือกประกอบไปด้วย 3 รูปแบบที่ผ่านการพิจารณาข้อจำกัดต่างๆ แล้วโครงสร้างการตัดสินใจแสดงได้ ดังรูปที่ 1 การประเมินประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญในการวางผังโรงงาน 4 ท่าน ประกอบไปด้วยผู้จัดการโรงงาน วิศวกรอาวุโส 2 ท่าน และวิศวกรอุตสาหกรรมที่ทำหน้าที่ปรับปรุงผังโรงงาน โดยเริ่มจากการประเมินเกณฑ์หลักภายใต้เป้าหมาย ประเมินทางเลือกภายใต้เกณฑ์แต่ละเกณฑ์ โดยทุกการเปรียบเทียบจะทำให้เกิดเมตริกซ์และสามารถคำนวณหาค่าน้ำหนัก



รูปที่ 1 โครงสร้างการตัดสินใจเลือกผังโรงงาน



รูปที่ 2 ระดับน้ำหนักของเกณฑ์หลัก



รูปที่ 3 ระดับน้ำหนักและผลการประเมินการตัดสินใจ

ความสำคัญได้จากสมการ (1) ซึ่งจะต้องตรวจสอบความสอดคล้องของข้อมูลตามสมการ (2)-(3) ผลการวิเคราะห์ลำดับความสำคัญของเกณฑ์หลักแสดงได้ดังรูปที่ 2 ซึ่งจะเห็นว่าผู้มีประสบการณ์ในการวางผังโรงงานให้ความสำคัญกับเรื่องของความยืดหยุ่นของผังโรงงาน (Flexibility) เป็นอันดับแรก (ร้อยละ 44.6) การลงทุน (Investment cost) เป็นอันดับสอง (ร้อยละ 40.1) คุณลักษณะของผังโรงงาน (Layout characteristics) เป็นอันดับสาม (ร้อยละ 10.4) และระบบการขนถ่ายวัสดุ (Material handling) เป็นอันดับสุดท้าย

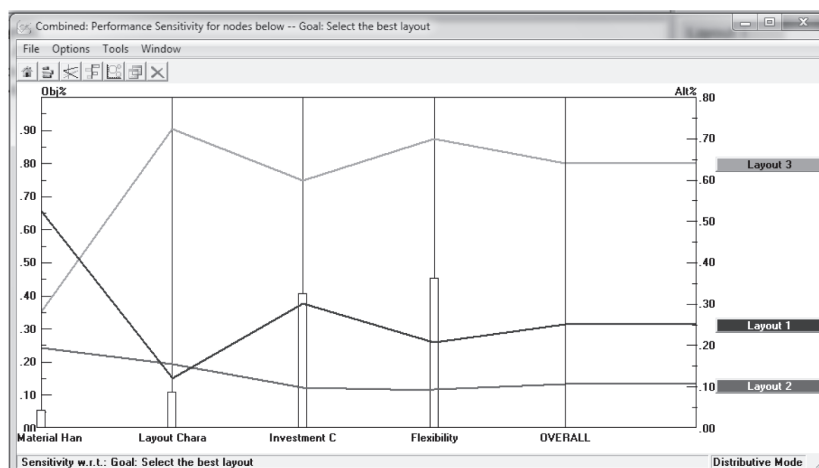
(ร้อยละ 4.9) และจากสัดส่วนอัตราความสอดคล้อง (Consistency ratio) รวมมีค่าเท่ากับ $0.03 (\leq 0.1)$ ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ผังโรงงานที่ 3 เป็นผังโรงงานที่มีลำดับความสำคัญเป็นอันดับที่ 1 (ร้อยละ 64.1) ส่วนผังที่ 1 มีลำดับความสำคัญรองลงมา (ร้อยละ 25.4) และผังที่ 2 มีความสำคัญในลำดับสุดท้าย (ร้อยละ 10.5) ดังแสดงใน รูปที่ 3

การวิเคราะห์ความไว Performance sensitivity analysis แสดงผลการวิเคราะห์โดยรวมของผังโรงงานทั้ง 3 รูปแบบภายใต้เกณฑ์การตัดสินใจ 4 เกณฑ์หลัก แสดงดังรูปที่ 4 ภายใต้เกณฑ์ระบบการขนถ่ายวัสดุ ไม่มีความไวในการเปลี่ยนการตัดสินใจ เนื่องจากต้องมีการเปลี่ยนแปลงความสำคัญเพิ่มขึ้นมากกว่าร้อยละ 55, จึงจะมีผลทำให้การตัดสินใจเปลี่ยนแปลงจากทางเลือกที่ 3 มาเป็นทางเลือกที่ 1 โดยวิเคราะห์จาก Gradient sensitivity analysis ดังรูปที่ 5 ภายใต้เกณฑ์รูปแบบของผังโรงงาน, เกณฑ์ความยืดหยุ่นของผังโรงงานและเกณฑ์ค่าใช้จ่ายในการลงทุนไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงการตัดสินใจโดยพิจารณาในลักษณะเดียวกัน

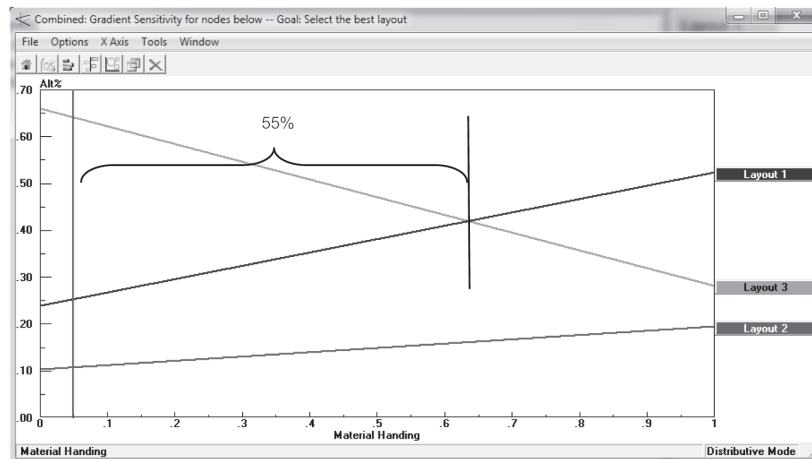
4. การวิเคราะห์และประเมินผังโรงงานด้วยแบบจำลอง

จากข้อมูลเวลาในการผลิตแต่ละกระบวนการของผังโรงงานสำหรับสินค้าที่ทำการศึกษาได้มีการศึกษาหาเวลามาตรฐาน โดยข้อมูลจะถูกนำมาวิเคราะห์การทดสอบความเป็นอิสระของข้อมูล (Test of Independence) จาก Scatter diagram

และ Run test โดยดูจากการกระจายตัวของข้อมูลว่ามีการกระจายตัวอย่างอิสระไม่มีทิศทางไปในทางใดทางหนึ่ง หากมีลักษณะดังกล่าวจะถือว่าใช้ได้ (“ผ่าน”) ทดสอบความเป็นอันหนึ่งอันเดียวกันของข้อมูล (Test of homogeneity) โดยดูจากข้อมูล Histogram ของข้อมูลว่าข้อมูลเป็นกลุ่มก้อนเดียวกันไม่มีลักษณะแยกจากกันของข้อมูลหากมีลักษณะดังกล่าวจะถือว่าใช้ได้ (“ผ่าน”) และหาการกระจายที่เหมาะสมโดยวิเคราะห์ Goodness of fit ด้วยวิธี Kolmogorov-smirnov ได้ผลดังแสดงในตารางที่ 3 เพื่อใช้ในการจำลองระบบหลังจากนั้นทำการทดสอบความถูกต้องของโปรแกรมและระบบโดยทำการทดสอบสมมติฐานเปรียบเทียบปริมาณการผลิตของระบบจริงและระบบที่จำลอง ได้ผลลัพธ์ไม่แตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 แบบจำลองผังโรงงานเดิมแสดงได้ดัง รูปที่ 6 ผังโรงงานใหม่แสดงได้ดัง รูปที่ 7 วัดอุปประสงค์การจำลองเพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพผลของการวางผังโรงงานแบบใหม่ด้วยการวางผังโรงงานแบบเซลล์ กับการวางผังโรงงานในปัจจุบัน ในด้านอัตราการออกของงาน (Throughput rate) อัตราการใช้ประโยชน์ของทรัพยากร (Facilities utilization) เวลาเฉลี่ยที่ชิ้นงานอยู่ในระบบ (Average time in system) และวัฏระยะทางการเคลื่อนย้ายของทั้งสองกลุ่มผลิตภัณฑ์โดยทำการจำลอง 102 วัน ทำซ้ำ 30 รอบ (ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05) ผลการทดลองและการวัดผลแสดงได้ดังตารางที่ 4



รูปที่ 4 การวิเคราะห์ความไว Performance sensitivity analysis



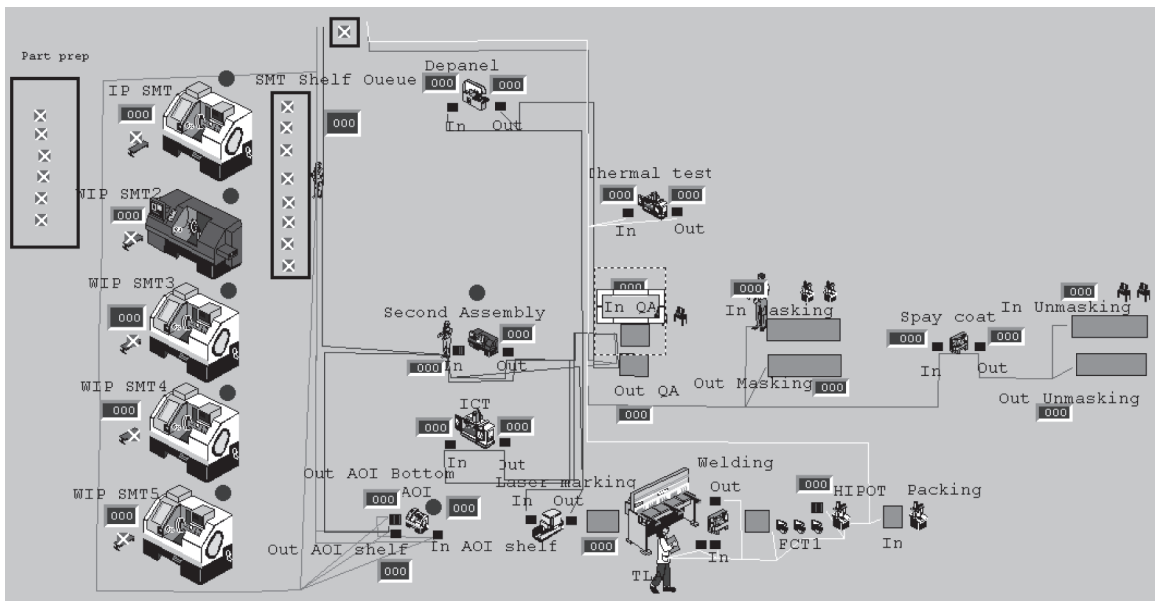
รูปที่ 5 การวิเคราะห์ความไว Gradient sensitivity analysis

ตารางที่ 3 ตารางแสดงเวลามาตรฐานและการทดสอบข้อมูลเวลาเพื่อการจำลองสถานการณ์

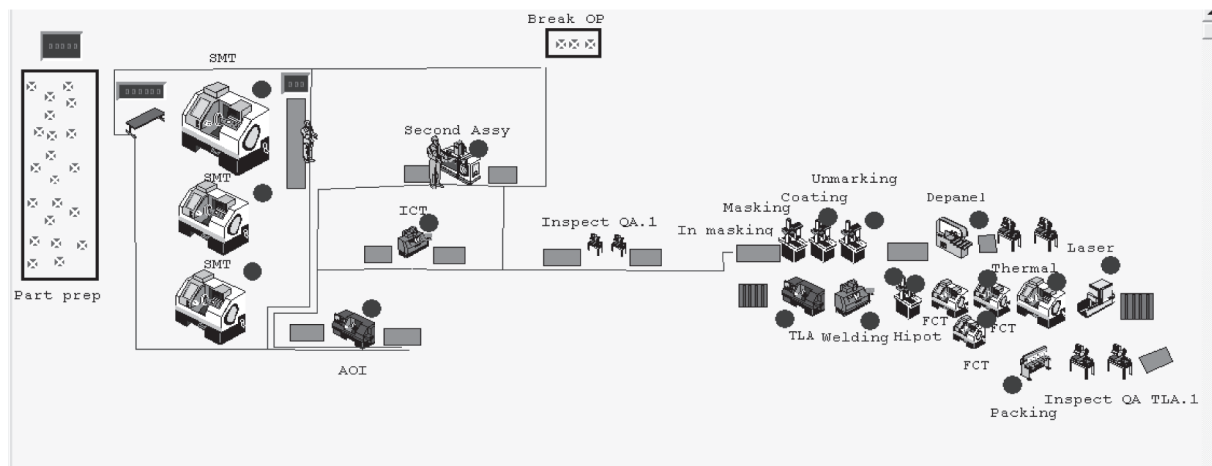
สถานีย่อย	ขั้นตอนการทำงานย่อย	Std T	Test of Independence	Test of Homogeneity	Goodness Test	P-value	Parameter
สถานีย่อย 1	แสดคัมปี PCB&Prep Part	0.190	ผ่าน	ผ่าน	Inverse Gaussian	0.992	(0., 52.5, 0.188)
สถานีย่อย 2	SMT	2.257	ผ่าน	ผ่าน	Weibull	0.938	(2., 26.9, 0.262)
สถานีย่อย 3	AOI (Bottom Side)	0.384	ผ่าน	ผ่าน	LogLogistic	0.921	(0., 78.4, 0.383)
สถานีย่อย 4	SMT	2.314	ผ่าน	ผ่าน	Weibull	0.896	(2., 33., 0.321)
สถานีย่อย 5	AOI (Top Side)	0.339	ผ่าน	ผ่าน	Weibull	0.988	(0.32, 2.22, 2.33e-002)
สถานีย่อย 6	2nd Assembly	0.843	ผ่าน	ผ่าน	Johnson SB	0.952	(0.827, 3.08e-002, -0.275, 0.664)
สถานีย่อย 7	ICT	0.407	ผ่าน	ผ่าน	Normal	0.834	(0.446, 9.04e-003)
สถานีย่อย 8	QA Inspection	0.437	ผ่าน	ผ่าน	Gamma	0.938	(0.172, 144, 1.99e-003)
สถานีย่อย 9	Masking	0.910	ผ่าน	ผ่าน	Inverse Weibull	0.924	(0., 113, 1.)
สถานีย่อย 10	Coating # 1&2	2.811	ผ่าน	ผ่าน	Inverse Weibull	0.938	(2., 99.6, 1.13)
สถานีย่อย 11	Unmarking	0.459	ผ่าน	ผ่าน	Weibull	0.938	(0.516, 6.32, 5.82e-002)
สถานีย่อย 12	ตรวจสอบโดยหน่วยงาน QA	0.456	ผ่าน	ผ่าน	Pearson 5	0.973	(0., 1.71e+003, 852)
สถานีย่อย 13	Depanel	0.399	ผ่าน	ผ่าน	Inverse Weibull	0.936	(0., 27.6, 2.56)
สถานีย่อย 14	Laser	0.401	ผ่าน	ผ่าน	Lognormal	0.959	(0., -0.91, 0.139)
สถานีย่อย 15	ประกอบงาน	0.982	ผ่าน	ผ่าน	Weibull	0.936	(0., 110, 0.99)
สถานีย่อย 16	Welding	0.425	ผ่าน	ผ่าน	Gamma	0.927	(0., 2.86e+003, 1.49e-004)
สถานีย่อย 17	FCT	6.905	ผ่าน	ผ่าน	Lognormal	0.887	(5., -1.45, 4.84e-002)
สถานีย่อย 18	Hipot test	0.343	ผ่าน	ผ่าน	Weibull	0.970	(0., 27.2, 0.352)
สถานีย่อย 19	Thermal Test	5.502	ผ่าน	ผ่าน	Inverse Weibull	0.972	(5., 54.6, 2.02)
สถานีย่อย 20	ตรวจสอบโดยหน่วยงาน QA	0.456	ผ่าน	ผ่าน	Pearson 5	0.945	(0., 1.71e+003, 852)
สถานีย่อย 21	Packing	0.984	ผ่าน	ผ่าน	Pearson 5	0.891	(0., 1.36e+004, 1.34e+004)
เวลามาตรฐาน		28.205					

ตารางที่ 4 ประสิทธิภาพของผังเดิมและผังใหม่

ตัววัดประสิทธิภาพ	เดิม	ใหม่
อัตราการออกของงาน (ชิ้นต่อวัน)	175	231
อัตราการใช้ประโยชน์	35%	48%
เวลาเฉลี่ยที่ชิ้นงานอยู่ในระบบ (นาที)	103,536	74,383
ระยะทางการเคลื่อนย้ายของกลุ่ม	870,885	625,637
ผลิตภัณฑ์ที่ 1, ผลิตภัณฑ์ที่ 2 (เมตร)		



รูปที่ 6 แบบจำลองผังเดิมของโรงงานตัวอย่าง



รูปที่ 7 แบบจำลองผังโรงงานแบบเซลล์ของโรงงานตัวอย่าง

จากผลการเปรียบเทียบแสดงให้เห็นว่าผังโรงงานแบบใหม่มีความเหมาะสมที่จะนำไปใช้งานคือมีอัตราการออกของงานและอัตราการใช้ประโยชน์สูงขึ้น และเวลาเฉลี่ยที่ชิ้นงานอยู่ในระบบต่ำลงทั้งนี้เนื่องจากมีระยะทางในการเคลื่อนย้ายที่น้อยลง มีการไหลที่ต่อเนื่อง ผังโรงงานมีการจัดเรียงอย่างเป็นระบบ ดังแสดงในรูปที่ 6 และ 7 จึงทำให้สามารถทำการผลิตสินค้าได้มากยิ่งขึ้นถึงร้อยละ 32 จากการให้ทรัพยากรเท่าเดิม เวลาเฉลี่ยของชิ้นงานที่อยู่ในระบบลดลงร้อยละ 28 โดยให้ประโยชน์ทรัพยากรได้มากขึ้นอีกร้อยละ 13

5. สรุป

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อคัดเลือกผังโรงงานแบบเซลล์สำหรับโรงงานEMS โดยใช้กระบวนการลำดับขั้นเชิงวิเคราะห์และจำลองสถานการณ์เปรียบเทียบการวางผังโรงงานแบบเก่าซึ่งเป็น ผังโรงงานตามกระบวนการผลิตและผังโรงงานแบบใหม่ที่เป็นการวางผังโรงงานแบบเซลล์การวิจัยนี้จึงแบ่งออกเป็น 2 ขั้นตอนหลักคือ ขั้นตอนที่ 1 คัดเลือกผังโรงงานที่เหมาะสมด้วยกระบวนการลำดับขั้นเชิงวิเคราะห์ (AHP) ขั้นตอนที่ 2 ประเมินผลประสิทธิภาพของผังโรงงานแบบใหม่ด้วยการจำลองสถานการณ์ ในการคัดเลือกผังโรงงานที่เหมาะสมจะคัดเลือกจากรูปแบบผังโรงงานแบบใหม่ที่ใช้การวางผังโรงงานแบบกลุ่มเทคโนโลยีโดยใช้กระบวนการลำดับขั้นเชิงวิเคราะห์ (AHP) กำหนดวัตถุประสงค์ของการประเมินคือเลือกผังโรงงานที่เหมาะสมที่สุด และมีเกณฑ์หลักในการพิจารณาประกอบไปด้วย ระบบการขนย้ายขนถ่ายวัสดุ รูปแบบของผังโรงงาน เงินลงทุนที่ใช้ และความยืดหยุ่นของผังโรงงานผังโรงงานแบบที่ 3 ซึ่งเป็นการวางผังกลุ่มเทคโนโลยีแบบศูนย์กลาง มีลำดับความสำคัญเป็นอันดับที่ 1 (64.1%) จึงเป็นผังโรงงานที่ถูกเลือกโดยมีการวิเคราะห์ความไวของเกณฑ์ต่างๆ ในการพิจารณาแล้วพบว่าไม่มีความไวต่อการเปลี่ยนแปลงการตัดสินใจจากนั้นจึงประเมินผลของผังโรงงานโดยใช้การจำลองสถานการณ์เปรียบเทียบการวางผังโรงงานแบบเก่ากับการวางผังโรงงานแบบใหม่ที่เป็นการวางผังโรงงานแบบเซลล์ เพื่อพิจารณาความเหมาะสมของการวางผังโรงงานในด้านอัตราการออกของงาน เวลาเฉลี่ยที่ชิ้นงานอยู่ในระบบ และอัตราการใช้ประโยชน์ของแต่ละสถานงาน จากการจำลองสายการผลิตในปัจจุบันก่อนการปรับปรุงและหลังปรับปรุง ผลการเปรียบเทียบพบว่าผังโรงงานแบบใหม่มีอัตราการออกของงานมากกว่าผังโรงงานแบบเดิม

ร้อยละ 32 เวลาเฉลี่ยที่ชิ้นงานอยู่ในระบบของผังโรงงานแบบใหม่ลดลงร้อยละ 28 ส่วนอัตราการใช้ประโยชน์ของแต่ละสถานงานนั้นมีค่ามากขึ้นร้อยละ 13

6. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนจากโครงการพัฒนา มหาวิทยาลัยวิจัยแห่งชาติของสำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา และขอขอบคุณนางสาวนิติยา งามภักตร์ ผู้ให้ข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้

7. เอกสารอ้างอิง

- [1] Wikipedia.org [cited 2011 December, 9]. Available from: URL:http://en.wikipedia.org/wiki/Electronics_manufacturing_services.
- [2] Singh N, Rajamani D. Cellular manufacturing systems: Design, Planning and control. Chapman & Hall: New York; 1996.
- [3] Yang T, Kuo C. A hierarchical AHP/DEA methodology for the facilities layout design problem, European Journal of Operational Research, 2003; 147: 128 -136.
- [4] Ertay T, Ruan D, Tuzkaya UR. Integrating data envelopment analysis and analytic hierarchy for the facility layout design in manufacturing systems, Information Sciences, 2006; 176: 237-262.
- [5] Aguilar-Lasserre AA, Bautista MA, Ponsich A. Gonzalez Huerta MA. An AHP-based decision-making tool for the solution of multiproduct batch plant design problem under imprecise demand. Computer & Operations Research, 2009; 36: 711-736.
- [6] Ishizaka A, Labib A. Selection of new production facilities with the Group Analytic Hierarchy Process Ordering method, Expert Systems with Applications 2011; 38: 7317-7325.
- [7] Ho W. Integrated Analytic hierarchy process and its applications – A literature review 2008; 186: 211-228.

- [8] Harrell C, Ghosh BK, Bowden RO. Simulation using PROMODEL. 2nd ed. McGraw-Hill: Singapore;2003.
- [9] Tompkins JA, White JA, BrozerYA, Tanchoco JMA. Facility Planning 4thed, John Wiley and Sons: USA, 2010.
- [10] Saaty TL. Fundamentals of Decision Making and Priority Theory. RWS Publications: Pittsburgh, 1994.