

วารสารวิศวกรรมศาสตร์

การคัดเลือกชุดโครงการโดยการประยุกต์ใช้ กระบวนการโครงข่ายเชิงวิเคราะห์

ไพโรจน์ วงศ์วิเศษกิจ^{a,*} และ มานพ เรียวเดชะ^b

ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330 ประเทศไทย

อีเมล: pairotew@gmail.com^{a,*}, manop.r@chula.ac.th^b

บทคัดย่อ แผนกวิศวกรรมอุตสาหการของโรงงานผลิตรายรถยนต์แห่งหนึ่งมีปัญหาการดำเนินโครงการงานพัฒนาประจำปี ซึ่งมีจำนวนมาก เนื่องจากข้อจำกัดต่าง ๆ ทำให้ต้องเลือกดำเนินการบางโครงการ เพื่อให้ได้ประโยชน์สูงสุด ขณะเดียวกันแต่ละโครงการอาจมีเป้าหมายที่มีความแตกต่างกัน และอาจมีมากกว่าหนึ่งเป้าหมาย ดังนั้น ปัญหาดังกล่าวจึงเป็นปัญหาการตัดสินใจแบบหลายเป้าหมาย (Multi-criterion Decision Making, MCDM) งานวิจัยนี้ได้ใช้กระบวนการโครงข่ายเชิงวิเคราะห์ (Analytic Network Process, ANP) ในการประเมินค่าน้ำหนักของแต่ละเป้าหมาย และค่าดัชนีความสัมฤทธิ์ผลของแต่ละโครงการ เพราะเป้าหมายต่าง ๆ ในโครงการมีความสัมพันธ์กัน และโครงการที่คัดเลือกมีความสัมพันธ์กันด้วย แล้วใช้ Zero-One Linear Programming (ZOLP) ที่มีเป้าหมายเพื่อให้ค่าผลรวมดัชนีความสัมฤทธิ์ผลของชุดโครงการสูงที่สุดภายใต้ข้อจำกัดต่าง ๆ เช่น ทรัพยากรบุคคล และเป้าหมายขั้นต่ำ จากการทดสอบวิธีการดังกล่าวกับข้อมูลการคัดเลือกชุดโครงการในปี 2554 เพื่อเทียบกับวิธีปัจจุบัน ซึ่งพยายามดำเนินทุกโครงการที่ได้รับการคัดเลือกด้วยวิธีให้คะแนนธรรมดา (Simple scoring method) แล้วตัดโครงการที่มีแนวโน้มจะทำไมสำเร็จเนื่องจากขาดแคลนทรัพยากรบุคคล พบว่าชุดโครงการที่ได้รับการคัดเลือกจากวิธีการที่นำเสนอประกอบด้วย 61 โครงการ ซึ่งเมื่อเทียบกับวิธีปัจจุบัน ที่ได้ดำเนินการจนสำเร็จ 54 โครงการจากจำนวนโครงการทั้งหมด 75 โครงการ มีค่าผลรวมดัชนีความสัมฤทธิ์ผลสูงกว่าที่ได้จากวิธีปัจจุบัน 12%

คำสืบค้น : ปัญหาการตัดสินใจแบบหลายเป้าหมาย, Zero-One Linear Programming, กระบวนการโครงข่ายเชิงวิเคราะห์

วารสารวิศวกรรมศาสตร์ (ISSN: 1906-3636) ปีที่ 4 ฉบับที่ 1

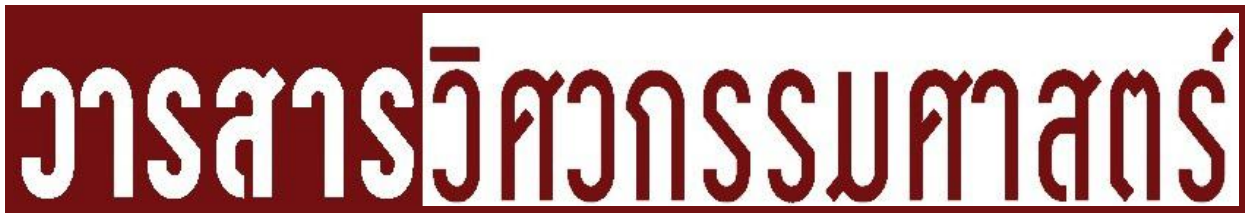
วันที่ส่ง 23 พฤษภาคม 2555

วันที่ตอบรับ 25 กรกฎาคม 2555

วันที่ตีพิมพ์ 20 พฤศจิกายน 2555

Online at <http://www.ej.eng.chula.ac.th/>

DOI:10.4186/ejth.2012.4.1.1



Project Selection Based on Analytic Network Process

Pairote Wongwiseskij^{a,*} and Manop Reodecha^b

Department of Industrial Engineering Chulalongkorn University, Bangkok 10330, Thailand

E-mail: pairotew@gmail.com^{a,*}, manop.r@chula.ac.th^b

Abstract. The Industrial Engineering Section of a tire manufacturer has a problem in implementing yearly development projects which are large in number each year. Due to limited resources, it has to choose to implement some of the projects it has planned in order to achieve the highest benefit. Projects may have different objectives and each may have more than one, which makes project selection a Multi-criterion Decision Making (MCDM) problem. This research uses Analytic Network Process (ANP) to evaluate the weight of each objective and the performance index of each project in reaching objectives because the objectives of projects are correlated and projects are also interdependent. Zero-One Linear Programming (ZOLP) is then applied with the objective to maximize the total performance index of the selected projects under various constraints such as limited manpower and minimum targets. This method was tested with the data of the project selection in year 2011 in order to compare it to the current method which tried to implement all projects which had been selected with the simple scoring method and terminated the projects that were not likely to complete because of insufficient manpower. It was found that the proposed method selected 61 projects. Comparing to the current method which completed 54 out of the 75 previously planned projects, it achieved 12% higher total performance index.

Keywords: Multi-criterion decision making, zero-one linear programming, analytic network process.

Engineering Journal (ISSN: 1906-3636) Volume 4 Issue X

Received 23 May 2012

Accepted 25 July 2012

Published 20 November 2012

Online at <http://www.ej.eng.chula.ac.th/>

DOI:10.4186/ejth.2012.4.1.1

1. คำนำ

1.1. ความสำคัญของปัญหา

แผนกวิศวกรรมอุตสาหการของโรงงานผลิตยางรถยนต์แห่งหนึ่งมีปัญหาการดำเนินงานโครงการพัฒนาประจำปี เพื่อบรรลุเป้าหมายที่แตกต่างกันในแต่ละปี โดยในระหว่างการดำเนินงานชุดโครงการนั้นจะมีการติดตามผลการดำเนินการเป็นประจำทุกเดือน ซึ่งในบางครั้งจะมีการตัดสินใจยกเลิกการดำเนินงานในโครงการที่มีแนวโน้มจะไม่สามารถบรรลุตามเป้าหมาย

กระบวนการคัดเลือกชุดโครงการในปัจจุบันใช้วิธีให้คะแนนธรรมดา (Simple scoring method) [1] เช่นในปี 2554 ได้มีการคัดเลือกโครงการขึ้นทั้งสิ้น 75 โครงการ ซึ่งแต่ละโครงการมีเป้าหมายในการพัฒนาสายการผลิตต่าง ๆ โดยที่บางโครงการมีเป้าหมายมากกว่าหนึ่งเป้าหมาย บางเป้าหมายมีความสัมพันธ์กัน และบางโครงการมีความสัมพันธ์กัน ดังนี้

เป้าหมายประเภทที่ 1 การเพิ่มประสิทธิภาพในกระบวนการผลิต ประกอบด้วย 3 เป้าหมายย่อย คือ

- การเพิ่มประสิทธิภาพกระบวนการผลิต ในสายการผลิต A
- การเพิ่มประสิทธิภาพกระบวนการผลิต ในสายการผลิต B
- การเพิ่มประสิทธิภาพกระบวนการผลิต ในสายการผลิต C

เป้าหมายประเภทที่ 2 การปรับปรุงสภาพแวดล้อมการทำงาน ประกอบด้วย 2 เป้าหมายย่อย คือ

- การปรับปรุงสภาพแวดล้อมในการทำงานในสายการผลิต A
- การปรับปรุงสภาพแวดล้อมในการทำงานในสายการผลิต C

เป้าหมายประเภทที่ 3 การศึกษาภาระงานของสถานงาน

เป้าหมายประเภทที่ 4 การประเมินการยศาสตร์ของสถานงาน

เป้าหมายประเภทที่ 5 การศึกษาเวลามาตรฐานในสถานงาน

วิธีดำเนินการในปี 2554 คือ ดำเนินการทั้ง 75 โครงการ และจากการติดตามผลดำเนินการประจำเดือน ซึ่งทำให้เห็นแนวโน้มผลการดำเนินงาน ทำให้มีการตัดสินใจยกเลิกการดำเนินงานโครงการจำนวน 21 โครงการ ทำให้มีโครงการที่ดำเนินการจนสำเร็จเพียง 54 โครงการ โดยสาเหตุหลักมาจากความไม่เพียงพอของทรัพยากรบุคคลในการดำเนินงาน

การยกเลิกโครงการที่ดำเนินการไปแล้วนั้น ถือว่าเป็นความสูญเสียเปล่า เนื่องจากมีการสูญเสียทรัพยากรสำหรับดำเนินการโครงการที่ยกเลิกแล้วบางส่วน ซึ่งทรัพยากรส่วนนี้อาจทำให้สามารถดำเนินการโครงการอื่นให้บรรลุเป้าหมายของแผนกได้นอกจากนี้ การยกเลิกการดำเนินงานโครงการด้วยสาเหตุจากความไม่เพียงพอของทรัพยากรเพียงอย่างเดียวอาจจะไม่เหมาะสม เนื่องจากไม่มีการพิจารณาถึงความสำคัญของโครงการ ในบางครั้งโครงการที่ยกเลิกนั้นมีความสำคัญต่อเป้าหมายของแผนกที่สูง ซึ่งการเพิ่มทรัพยากรให้กับโครงการเหล่านี้ โดยใช้ทรัพยากรจากโครงการที่มีความสำคัญต่อเป้าหมายของแผนกที่ต่ำกว่านั้นจะทำให้ผลลัพธ์ภาพรวมของการบรรลุเป้าหมายของแผนกได้ผลที่ดีกว่าโดยใช้ทรัพยากรบุคคลเท่าเดิม

ปัญหาของกระบวนการคัดเลือกชุดโครงการปัจจุบันนั้น ได้แก่ การไม่พิจารณาประเมินทรัพยากรบุคคลซึ่งมีจำกัดสำหรับการดำเนินงาน และเนื่องจากเป้าหมายการดำเนินงานของแผนกวิศวกรรมอุตสาหการนั้นมีความแตกต่างกัน โดยมีบางเป้าหมายมีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน ขณะที่บางโครงการมีความสัมพันธ์กันทำให้มีความยากลำบากในการเปรียบเทียบประโยชน์ที่จะได้รับในแต่ละโครงการ เพื่อใช้ในการคัดเลือกชุดโครงการที่เหมาะสม

งานวิจัยนี้ได้ใช้กระบวนการโครงข่ายเชิงวิเคราะห์ (Analytic Network Process, ANP) [2] ซึ่งเป็นวิธีสำหรับระบุค่าความสัมฤทธิ์ผลในปัญหาที่มีความแตกต่างกันของเป้าหมาย ซึ่งอาจมีความสัมพันธ์กันโดยกระบวนการโครงข่ายเชิง

วิเคราะห์หามีการนำไปประยุกต์ใช้ในการตัดสินใจปัญหาต่าง ๆ เช่น การเลือกซื้อรถยนต์นั่งขนาดกลาง [3] การเลือกซื้อแท่นพิมพ์ออฟเซต [4] ซึ่งเป็นการกำหนดค่าความสำคัญของทางเลือกสำหรับการตัดสินใจ นอกจากนี้ยังสามารถประยุกต์ใช้กับการจัดสรรทรัพยากร ร่วมกับแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ [5, 6] ซึ่งเป็นปัญหาที่มีหลายเป้าหมาย

1.2. วัตถุประสงค์งานวิจัย

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาวิธีคัดเลือกชุดโครงการงานพัฒนาประจำปีของแผนกวิศวกรรมอุตสาหกรรมในโรงงานผลิตยารรถยนต์ที่เป็นกรณีศึกษา โดยมีเป้าหมายในการบรรลุค่าดัชนีสัมฤทธิ์ผลสูงสุด ภายใต้ข้อจำกัดชั่วโมงทำงานของบุคลากรภายในแผนก และเป้าหมายขั้นต่ำในการดำเนินงานชุดโครงการ

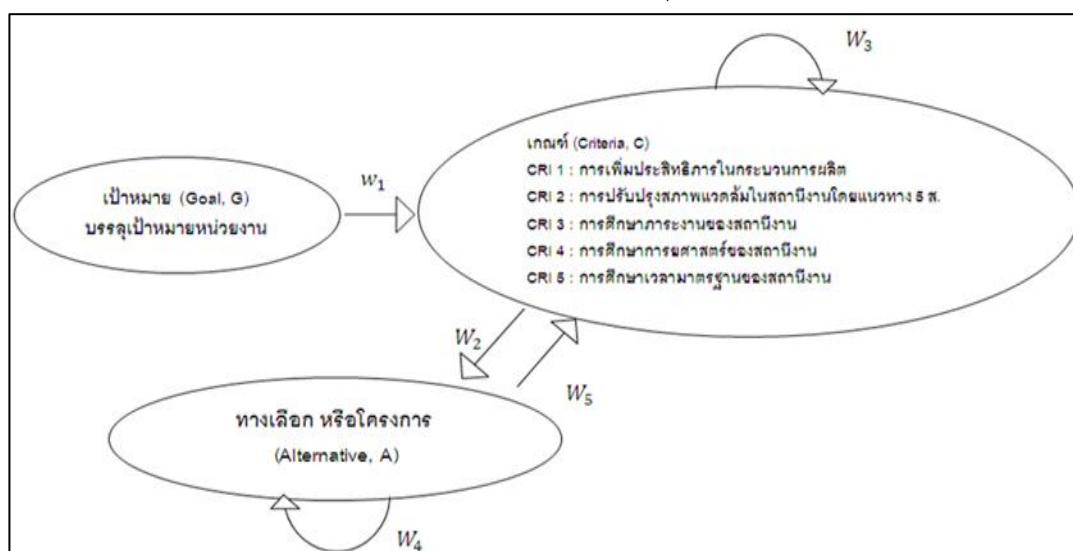
1.3. วิธีดำเนินการ

กระบวนการแก้ปัญหาการคัดเลือกชุดโครงการงานพัฒนาประจำปีในงานวิจัยนี้มี 2 ขั้นตอนหลัก คือ การหาค่าดัชนีความสัมฤทธิ์ผลของโครงการ และการหาชุดโครงการที่มีค่าดัชนีความสัมฤทธิ์ผลที่เหมาะสมที่สุด ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1.3.1. การหาค่าดัชนีความสัมฤทธิ์ผลของโครงการ

ได้ใช้กระบวนการโครงข่ายเชิงวิเคราะห์ (Analytic Network Process, ANP) ซึ่งได้จากการหาค่าน้ำหนักของความสัมพันธ์ W_1 , W_2 , W_3 และ W_4 ซึ่งมีความสัมพันธ์ระหว่างเป้าหมาย เกณฑ์และทางเลือกสำหรับการประเมินดังแสดงในรูปที่ 1 โดยที่

- W_1 คือ ค่าน้ำหนักจากความสัมพันธ์ของเกณฑ์ ภายใต้การบรรลุเป้าหมายการตัดสินใจ
- W_2 คือ ค่าน้ำหนักจากความสัมพันธ์ของโครงการ ภายใต้การบรรลุเป้าหมายในแต่ละเกณฑ์
- W_3 คือ ค่าน้ำหนักจากความสัมพันธ์ของเกณฑ์ ภายใต้การบรรลุเป้าหมายในแต่ละเกณฑ์
- W_4 คือ ค่าน้ำหนักจากความสัมพันธ์ของโครงการ ภายใต้การบรรลุเป้าหมายในแต่ละโครงการ
- W_5 คือ ค่าน้ำหนักจากความสัมพันธ์ของเกณฑ์ ภายใต้การบรรลุเป้าหมายในแต่ละโครงการ



รูปที่ 1 ความสัมพันธ์ระหว่างเป้าหมาย เกณฑ์ และทางเลือกของปัญหา

จากนั้นนำค่าน้ำหนักต่าง ๆ มาใช้หาค่าดัชนีความสัมฤทธิ์ผลของแต่ละโครงการ W_{ANP} ดังนี้

$$W_{ANP} = W_P \times W_C \quad (1)$$

$$W_C = W_3 \times W_1 \quad (2)$$

$$W_P = W_4 \times W_2 \quad (3)$$

โดยที่

- W_C คือ ค่าความสำคัญระหว่างเกณฑ์ (Interdependent Priorities of Criteria)
- W_P คือ ค่าความสำคัญระหว่างโครงการ (Interdependent Priorities of Project)

การหาค่าน้ำหนักของความสัมพันธ์ W_1, W_2, W_3 และ W_4 ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน คือ

ขั้นตอนที่ 1 การกำหนดโครงสร้างปัญหา เพื่ออธิบายถึงความสัมพันธ์ระหว่างเป้าหมายของปัญหาการตัดสินใจ และเกณฑ์ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง

ขั้นตอนที่ 2 การประเมินเปรียบเทียบคู่ (Paired Comparison) เพื่อหาค่าน้ำหนักสำหรับการกำหนดค่าดัชนีความสัมฤทธิ์ผลของแต่ละโครงการ การประเมินเปรียบเทียบคู่จะอยู่ในรูปของเมตริกซ์การเปรียบเทียบคู่ ซึ่งแสดงในตารางที่ 1 โดย a_{ij} หมายถึง คะแนนการเปรียบเทียบวัตถุประสงค์ i และ j

ตารางที่ 1 เมตริกซ์การเปรียบเทียบคู่

เกณฑ์ หรือโครงการที่ i

	1	2	...	i	
เกณฑ์ หรือโครงการที่ j	1	a_{11}	a_{21}	...	a_{i1}
	2	a_{12}	a_{22}	...	a_{i2}
	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots
	j	a_{1j}	a_{2j}	...	a_{ij}

ขั้นตอนที่ 3 การหาค่าความสำคัญของเกณฑ์หรือโครงการ W_1, W_2, W_3 หรือ W_4 : หลังจากดำเนินการประเมินเปรียบเทียบคู่ ซึ่งแสดงผลการประเมินในเมตริกซ์ A ขั้นตอนต่อไปคือการดำเนินการหาค่าความสำคัญของเกณฑ์หรือโครงการ จากเมตริกซ์ A_{norm} โดยสามารถคำนวณได้จากสมการ (4)

$$A_{norm} = \begin{bmatrix} \frac{a_{11}}{\sum_{j=1}^n a_{1j}} & \dots & \frac{a_{1i}}{\sum_{j=1}^n a_{1j}} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \frac{a_{1j}}{\sum_{j=1}^n a_{1j}} & \dots & \frac{a_{ij}}{\sum_{j=1}^n a_{ij}} \end{bmatrix} \quad (4)$$

ค่าน้ำหนักความสำคัญ W ของเกณฑ์หรือโครงการที่พิจารณาจะสามารถหาได้จากเฉลี่ยในแต่ละแถวของเมตริกซ์ A_{norm}

ขั้นตอนที่ 4 การหาค่าสัดส่วนความสอดคล้อง (Consistency Ratio): การหาค่าสัดส่วนความสอดคล้องมีเพื่อตรวจสอบว่าการประเมินเปรียบเทียบคู่มีความสอดคล้องซึ่งกันและกันหรือไม่ โดยพิจารณาจากการคำนวณค่า CR ด้วยสมการ (5)

$$CR = \frac{\text{ค่าดัชนีความสอดคล้อง}}{\text{ค่าดัชนีสุ่ม}} = \frac{CI}{RI} = \frac{\frac{(\lambda_{max})}{(n-1)}}{RI} \quad (5)$$

โดยที่ n คือ ขนาดของสแควร์เมตริกซ์; λ_{max} คือ Eigenvalue ที่มีค่ามากที่สุด

โดย λ_{max} สามารถหาได้จาก

$$\lambda_{max} = \frac{(A_w/W)}{n} \quad (6)$$

$$A_w = A \times W \quad (7)$$

โดยที่ W คือ ค่าน้ำหนักความสำคัญของเกณฑ์ หรือโครงการที่พิจารณา

ส่วนค่าดัชนีสุ่ม (Consistency Ratio, CR) สามารถพิจารณาค่าได้จากสมการที่ศึกษาโดย John De Schutter [7]

$$RI = 1.98 \frac{n-2}{n} = 1.98 \left[1 - \frac{n-1}{n(n-1)/2} \right] \quad (8)$$

เมื่อดำเนินการหาค่าสัดส่วนความสอดคล้องเรียบร้อยแล้ว สามารถพิจารณาความสอดคล้องของการประเมินเปรียบเทียบคู่ ด้วยเกณฑ์ดังนี้

- ค่าสัดส่วนความสอดคล้อง (Consistency Ratio, CR) มีค่าน้อยกว่า 0.1 หมายถึง การประเมินเปรียบเทียบคู่มีความสอดคล้องซึ่งกันและกัน สามารถนำค่าน้ำหนัก และผลการประเมินเปรียบเทียบคู่สำหรับการตัดสินใจในขั้นตอนต่อไปได้
- ค่าสัดส่วนความสอดคล้อง (Consistency Ratio, CR) มีค่ามากกว่า 0.1 หมายถึง การประเมินเปรียบเทียบคู่ไม่มีความสอดคล้องซึ่งกันและกัน ดังนั้นจึงไม่สามารถนำค่าน้ำหนัก และผลการประเมินเปรียบเทียบคู่สำหรับการตัดสินใจในขั้นตอนต่อไปได้

เมื่อดำเนินการหาความสำคัญ และดำเนินการประเมินความสอดคล้องเรียบร้อยแล้ว ขั้นตอนต่อไปคือการนำค่าความสำคัญมาพิจารณาเพื่อหาค่าดัชนีความสัมฤทธิ์ผลของโครงการ (W_{ANP}) จากสมการ (2), (3) และ (1) ต่อไป

1.3.2. การหาชุดโครงการที่มีค่าดัชนีความสัมฤทธิ์ผลที่เหมาะสมที่สุดด้วย Zero-One Linear Programming

ปัญหาการคัดเลือกโครงการมีลักษณะของพหุพหุคูณในแบบจำลองเป็นค่าคงที่ และทราบค่าได้แน่นอน โดยพหุพหุคูณดังกล่าวประกอบด้วย

- สัมประสิทธิ์ของฟังก์ชันวัตถุประสงค์ ซึ่งอ้างอิงตามค่าดัชนีความสัมฤทธิ์ผลของโครงการ ซึ่งได้จากระบบการโครงข่ายเชิงวิเคราะห์
- สัมประสิทธิ์ของข้อจำกัดทางด้านทรัพยากรทั้งส่วนของปริมาณการใช้ และปริมาณข้อจำกัดของทรัพยากร

นอกจากนี้ ลักษณะของการตัดสินใจในตัวแบบจำลองมีเพียง 2 กรณีเท่านั้น คือ เลือกที่จะดำเนินการ หรือเลือกที่จะไม่ดำเนินการ (Yes/No Decision) เท่านั้น

จากลักษณะของปัญหาและลักษณะของการตัดสินใจข้างต้น แบบจำลอง Zero-One Linear Programming จึงเหมาะที่จะใช้ในการแก้ปัญหา โดยมีรายละเอียดของแบบจำลอง ดังนี้

การกำหนดพารามิเตอร์

i	=	$\{1, \dots, m\}$ หมายถึง เซตของโครงการ
j	=	$\{1, \dots, n\}$ หมายถึง เซตทรัพยากรที่ใช้สำหรับดำเนินโครงการ
k	=	$\{1, \dots, o\}$ หมายถึง เซตของเป้าหมายย่อย
m	=	จำนวนโครงการที่พิจารณาทั้งหมด
n	=	จำนวนบุคลากรสำหรับดำเนินการทั้งหมด
o	=	จำนวนเป้าหมายย่อยทั้งหมด
I_i	=	ค่าดัชนีความสัมฤทธิ์ผลของโครงการ i
E_{ik}	=	ค่าผลลัพธ์คาดหวัง (Expected gain) ของเป้าหมายย่อย (Sub-objective) k จากการดำเนินโครงการ i
R_{ij}	=	ค่าปริมาณการใช้ทรัพยากร (Resource) j สำหรับการดำเนินโครงการ i
S_k	=	ค่าเป้าหมายย่อย k ขั้นต่ำที่ต้องการบรรลุ
L_j	=	ค่าขีดจำกัดความสามารถในการดำเนินโครงการของทรัพยากร j

ตัวแปรตัดสินใจ (Decision variable)

$$x_i \in \{0,1\}$$

โดยที่ 0 หมายถึง การเลือกไม่ดำเนินการโครงการ; 1 หมายถึง การเลือกดำเนินการโครงการ

ฟังก์ชันวัตถุประสงค์ (Objective Function) ฟังก์ชันที่ต้องการให้ค่าผลรวมดัชนีความสัมฤทธิ์ผลของโครงการที่ได้รับการคัดเลือกสูงสุด ซึ่งเป็นฟังก์ชันเชิงเส้น ดังนี้

$$\text{Max } \sum_{i=1}^m (I_i \times x_i) \quad (9)$$

ข้อจำกัด (Constraint) ซึ่งเป็นฟังก์ชันเชิงเส้น ดังนี้

(1) เป้าหมายขั้นต่ำในการดำเนินงานชุดโครงการ

$$\sum_{i=1}^m (E_{ik} \times x_i) \geq S_k; k = 1, 2, 3, \dots, o \quad (10)$$

(2) ข้อจำกัดด้านทรัพยากร

$$\sum_{i=1}^m (R_{ij} \times x_i) \leq L_j; j = 1, 2, 3, \dots, n \quad (11)$$

2. ผลและการวิเคราะห์

การนำวิธีที่พัฒนานี้ไปใช้กับการคัดเลือกชุดโครงการประจำปีของแผนวิศวกรรมอุตสาหกรรมในปี 2554 ที่ผ่านมานี้ มีผลการดำเนินการ ดังนี้

2.1. การหาค่าตรรกษีความสัมฤทธิ์ผลของโครงการ

ขั้นตอนที่ 1 การกำหนดโครงสร้างของปัญหา: กระบวนการโครงข่ายเชิงวิเคราะห์ การกำหนดโครงสร้างของปัญหา มีวัตถุประสงค์เพื่ออธิบายถึงความสัมพันธ์ระหว่างเป้าหมายของปัญหาการตัดสินใจ และเกณฑ์ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง

โครงสร้างของปัญหาการคัดเลือกชุดโครงการเพื่อดำเนินงานของแผนกวิศวกรรมอุตสาหกรรมมีรายละเอียดในแต่ละองค์ประกอบ ดังนี้

- (1) เป้าหมาย (Goal) วัตถุประสงค์การตัดสินใจ คือ เพื่อบรรลุเป้าหมายของแผนกวิศวกรรมอุตสาหกรรมที่มีความสอดคล้องกับแผนการดำเนินงานของโรงงาน
- (2) เกณฑ์ (Criteria) ปัจจัยที่ส่งผลต่อวัตถุประสงค์การตัดสินใจ โดยผู้จัดการแผนกได้กำหนดเป็นเป้าหมายการดำเนินงานของแผนกวิศวกรรมอุตสาหกรรมเป็นเกณฑ์ในโครงสร้างของปัญหา ซึ่งประกอบด้วย 5 เป้าหมายหลัก คือ
 - การเพิ่มประสิทธิภาพในกระบวนการผลิต
 - การปรับปรุงสภาพแวดล้อมในการทำงานโดยใช้แนวทาง 5 ส.
 - การศึกษาภาระงานของสถานงาน
 - การประเมินการยศาสตร์ของสถานงาน
 - การศึกษาเวลามาตรฐานในกระบวนการผลิต
- (3) ทางเลือก (Alternative) ประกอบด้วยโครงการที่เกี่ยวข้องกับเป้าหมาย ในปี 2554 (ด้วยข้อจำกัดด้านข้อมูลของโครงการที่โดนตัดออกในปีนั้น จึงนำโครงการที่ได้รับการคัดเลือก 75 โครงการมาพิจารณา)

ขั้นตอนที่ 2 การประเมินเปรียบเทียบคู่ (Paired Comparison): การเปรียบเทียบคู่เพื่อหาความสำคัญในแต่ละความสัมพันธ์ใช้วิธีประเมินโดยกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งมีหน้าที่รับผิดชอบโดยตรงกับผลการตัดสินใจ ซึ่งในกรณีนี้ คือ คณะผู้จัดการแผนกวิศวกรรมอุตสาหกรรม โดยใช้การเปรียบเทียบในลักษณะของจำนวนเท่าระหว่างปัจจัยที่พิจารณา เทียบกับปัจจัยอ้างอิง ซึ่งระดับคะแนนประเมินเปรียบเทียบคู่ นั้น จะอ้างอิงตามระดับคะแนนของ Saaty [7] ซึ่งมีค่าระหว่าง 1 ถึง 9

ตารางที่ 2 การเปรียบเทียบคู่ระหว่างเกณฑ์ เทียบกับเป้าหมายการตัดสินใจ

		เกณฑ์ที่ 1	เกณฑ์ที่ 2	เกณฑ์ที่ 3	เกณฑ์ที่ 4	เกณฑ์ที่ 5
A	เกณฑ์ที่ 1	1	2	9	4	6
	เกณฑ์ที่ 2	1/2	1	7	2	3
	เกณฑ์ที่ 3	1/9	1/7	1	1/4	1/2
	เกณฑ์ที่ 4	1/4	1/2	4	1	2
	เกณฑ์ที่ 5	1/6	1/3	2	1/2	1

ตารางที่ 2 แสดงตัวอย่างการประเมินเปรียบเทียบคู่ระหว่างเกณฑ์ที่ใช้เป็นเป้าหมายการตัดสินใจ สำหรับการหาค่าน้ำหนัก W_1 ซึ่ง ดำเนินการโดยเปรียบเทียบผลกระทบ หรือความสำคัญของเกณฑ์ที่มีต่อเป้าหมายการดำเนินงานของแผนก ซึ่งสามารถอธิบายผลการประเมินดังนี้ ค่าคะแนนเปรียบเทียบความสำคัญคู่ระหว่างเกณฑ์ที่ 1 เทียบกับเกณฑ์ที่ 2 ซึ่งมีค่าเท่ากับ 2 หมายถึง เกณฑ์ที่ 1 มีความสำคัญต่อเป้าหมายของแผนกวิศวกรรมอุตสาหกรรมมากกว่าเกณฑ์ที่ 2 อยู่ 2 เท่า ในทางกลับกันถ้าค่าคะแนนเปรียบเทียบความสำคัญมีค่าเป็นสัดส่วน เช่น ค่าคะแนนเปรียบเทียบระหว่างเกณฑ์ที่ 3 เทียบ

กับเกณฑ์ที่ 4 ซึ่งมีค่าเท่ากับ 1/4 หมายถึง เกณฑ์ที่ 3 มีความสำคัญต่อเป้าหมายแผนกวิศวกรรมอุตสาหกรรมน้อยกว่าเกณฑ์ที่ 4 อยู่ 4 เท่า เป็นต้น

สำหรับการดำเนินการประเมินเปรียบเทียบคู่ในความสัมพันธ์อื่น ๆ ผู้ดำเนินการตัดสินใจจำเป็นต้องพิจารณาข้อมูลของปัจจัยต่าง ๆ เพื่อกำหนดวิธีการสำหรับการประเมินว่าจะดำเนินการประเมินด้วยวิธีการเชิงคุณภาพ หรือดำเนินการประเมินด้วยวิธีการเชิงปริมาณ

จากนั้น ดำเนินการเปรียบเทียบในความสัมพันธ์อื่น ๆ ตามความสัมพันธ์ในรูปที่ 1 เพื่อพิจารณาเป็นค่าน้ำหนักของความสัมพันธ์ W_1, W_2, W_3 และ W_4

ขั้นตอนที่ 3 การหาค่าความสำคัญ (W_i): จากตัวอย่างการประเมินเปรียบเทียบคู่ในขั้นตอนที่ 2 สามารถดำเนินการหาค่าน้ำหนักของเกณฑ์ ภายใต้การบรรจุเป้าหมายการตัดสินใจ W_1 ดังนี้

จากการประเมินเปรียบเทียบคู่ สามารถแสดงผลการประเมินในรูปของเมตริกซ์ A ดังนี้

$$A = \begin{pmatrix} 1 & 6 & 4 & 9 & 2 \\ 1/6 & 1 & 1/2 & 2 & 1/3 \\ 1/4 & 2 & 1 & 4 & 1/2 \\ 1/9 & 1/2 & 1/4 & 1 & 1/7 \\ 1/2 & 3 & 2 & 7 & 1 \end{pmatrix}$$

ด้วยสมการ (4) จะทำให้ได้เมตริกซ์ A_{norm} ดังนี้

$$A_{norm} = \begin{pmatrix} 0.49 & 0.48 & 0.52 & 0.39 & 0.50 \\ 0.08 & 0.08 & 0.06 & 0.09 & 0.08 \\ 0.12 & 0.16 & 0.13 & 0.17 & 0.13 \\ 0.05 & 0.04 & 0.03 & 0.04 & 0.04 \\ 0.25 & 0.24 & 0.26 & 0.30 & 0.25 \end{pmatrix}$$

จากนั้น เมื่อดำเนินการหาค่าเฉลี่ยในแต่ละแถวของเมตริกซ์ A_{norm} จะทำให้ได้ค่าความสำคัญของแต่ละเกณฑ์ใน W_1 ดังแสดงในตารางที่ 3 โดยตัวอย่างการหาค่าความสำคัญของเกณฑ์ที่ 1 เท่ากับ $\frac{(0.49 + 0.48 + 0.52 + 0.39 + 0.50)}{5} = 0.477$

ตารางที่ 3 ค่าน้ำหนักของเกณฑ์ ซึ่งได้จากการเปรียบเทียบคู่

เกณฑ์	รายละเอียด	น้ำหนัก
1	การเพิ่มประสิทธิภาพในกระบวนการผลิต	0.477
2	การปรับปรุงสภาพแวดล้อมในการทำงานโดยแนวทาง 5 ส.	0.079
3	การศึกษาภาระงานของสถานงาน	0.142
4	การประเมินการยศาสตร์ของสถานงาน	0.041
5	การศึกษามาตรฐานในกระบวนการผลิต	0.260

หรือ

$$W_1 = \begin{pmatrix} 0.477 \\ 0.079 \\ 0.142 \\ 0.041 \\ 0.260 \end{pmatrix}$$

ด้วยการคำนวณในทำนองเดียวกันทำให้ได้ W_2 , W_3 และ W_4 และเนื่องจากมี 5 เกณฑ์ที่ส่งผลต่อวัตถุประสงค์การตัดสินใจ และมี 75 โครงการทางเลือก W_1 , W_2 , W_3 และ W_4 จึงเป็น matrix ที่มีขนาด 5x1, 75x5, 5x5, และ 75x75 ตามลำดับ

$$W_2 = \begin{pmatrix} 0.01 & 0.00 & 0.00 & \dots & 0.00 \\ 0.02 & 0.00 & 0.00 & \dots & 0.00 \\ 0.07 & 0.00 & 0.00 & \dots & 0.00 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ 0.00 & 0.00 & 0.00 & \dots & 0.44 \end{pmatrix}$$

$$W_3 = \begin{pmatrix} 0.38 & 0.00 & 0.05 & 0.11 & 0.00 \\ 0.06 & 0.60 & 0.23 & 0.31 & 0.09 \\ 0.14 & 0.20 & 0.41 & 0.00 & 0.00 \\ 0.06 & 0.20 & 0.08 & 0.58 & 0.17 \\ 0.35 & 0.00 & 0.23 & 0.00 & 0.74 \end{pmatrix}$$

$$W_4 = \begin{pmatrix} 1.00 & 0.00 & 0.00 & \dots & 0.00 \\ 0.00 & 0.88 & 0.00 & \dots & 0.00 \\ 0.00 & 0.00 & 0.75 & \dots & 0.00 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ 0.00 & 0.00 & 0.00 & \dots & 1.00 \end{pmatrix}$$

ขั้นตอนที่ 4 การพิจารณาค่าสัดส่วนความสอดคล้อง (Consistency Ratio, CR) จากการเปรียบเทียบคู่: เพื่อความมั่นใจในการนำค่าน้ำหนักที่ได้ข้างต้นไปใช้หาค่าน้ำหนักของโครงการในขั้นตอนต่อไป จึงต้องดำเนินการวิเคราะห์ค่าสัดส่วนความสอดคล้อง เช่นกรณีค่าน้ำหนักของเกณฑ์ W_1 ดังนี้

จากสมการที่ (7)

$$A_{W_1} = \begin{pmatrix} 1.0 & 6.0 & 4.0 & 9.0 & 2.0 \\ 0.2 & 1.0 & 0.5 & 2.0 & 0.3 \\ 0.3 & 2.0 & 1.0 & 4.0 & 0.5 \\ 0.1 & 0.5 & 0.3 & 1.0 & 0.1 \\ 0.5 & 3.0 & 2.0 & 7.0 & 1.0 \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} 0.477 \\ 0.079 \\ 0.142 \\ 0.041 \\ 0.260 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 2.41 \\ 0.40 \\ 0.72 \\ 0.21 \\ 1.31 \end{pmatrix}$$

จากสมการ (6) Eigenvalue ที่มีค่ามากที่สุด มีค่า ดังนี้

$$\lambda_{max} = \frac{2.41}{0.477} + \frac{0.40}{0.079} + \frac{0.72}{0.142} + \frac{0.21}{0.041} + \frac{1.31}{0.260} = 5.03$$

และจากสมการ (8) ค่าดัชนีสุ่ม (Random Index) มีค่า ดังนี้

$$RI_1 = 1.98 \frac{n-2}{n} = 1.98 \left[1 - \frac{n-1}{n(n-1)/2} \right] = 1.98 \times \left[1 - \frac{5-1}{5 \times (5-1)/2} \right] = 1.12$$

จากค่าขนาดของสแควร์เมตริกซ์ ที่ $n = 5$ ค่าดัชนีสุ่ม (Random Ratio) เท่ากับ 1.12 ดังนั้น เมื่อแทนค่าในสมการ (5)

ค่าสัดส่วนความสอดคล้อง (Consistency Ratio)

$$CR = \frac{\text{ค่าดัชนีความสอดคล้อง}}{\text{ค่าดัชนีสุ่ม}} = \frac{CI}{RI} = \frac{\frac{(\lambda_{max})}{(n-1)}}{\frac{(5.03)}{(5-1)}} = \frac{1.12}{1.12} = 0.01$$

ค่าสัดส่วนความสอดคล้องการประเมินเปรียบเทียบคู่ที่ใช้หาค่าน้ำหนักของ W_1 น้อยกว่า 0.1 ทำให้สามารถสรุปได้ว่ามีความสอดคล้องซึ่งกันและกัน สามารถนำข้อมูลไปดำเนินการพิจารณาในขั้นตอนถัดไปได้ และจึงใช้ W_1 ได้

ด้วยการคำนวณในทำนองเดียวกันทำให้ได้ค่าสัดส่วนความสอดคล้องการประเมินเปรียบเทียบคู่ที่ใช้หาค่าน้ำหนักของ W_2 , W_3 และ W_4 ระหว่าง 0.01 และ 0.06 ทำให้ W_2 , W_3 และ W_4 ที่ได้จึงใช้ได้

การหาค่าความสำคัญของแต่ละโครงการ: จากค่าน้ำหนัก W_1 , W_2 , W_3 และ W_4 ที่ได้จากการประเมินเปรียบเทียบคู่ต่าง ๆ สามารถพิจารณาค่าดัชนีความสัมฤทธิ์ผลของแต่ละโครงการโดยใช้สมการ (2), (3) และ (1) ดังที่แสดงในตารางที่ 4 ดังนี้

ตารางที่ 4 ค่าดัชนีความสัมฤทธิ์ผล จากกระบวนการโครงข่ายเชิงวิเคราะห I_i

โครงการ	ดรรชนี	โครงการ	ดรรชนี	โครงการ	ดรรชนี	โครงการ	ดรรชนี	โครงการ	ดรรชนี
PRO01	0.002	PRO16	0.003	PRO31	0.015	PRO46	0.004	PRO61	0.005
PRO02	0.003	PRO17	0.003	PRO32	0.004	PRO47	0.017	PRO62	0.009
PRO03	0.010	PRO18	0.002	PRO33	0.006	PRO48	0.010	PRO63	0.013
PRO04	0.007	PRO19	0.022	PRO34	0.009	PRO49	0.004	PRO64	0.015
PRO05	0.009	PRO20	0.001	PRO35	0.011	PRO50	0.013	PRO65	0.008
PRO06	0.003	PRO21	0.009	PRO36	0.004	PRO51	0.010	PRO66	0.021
PRO07	0.007	PRO22	0.005	PRO37	0.004	PRO52	0.004	PRO67	0.018
PRO08	0.003	PRO23	0.004	PRO38	0.006	PRO53	0.004	PRO68	0.007
PRO09	0.006	PRO24	0.011	PRO39	0.009	PRO54	0.010	PRO69	0.021
PRO10	0.005	PRO25	0.001	PRO40	0.004	PRO55	0.004	PRO70	0.017
PRO11	0.003	PRO26	0.009	PRO41	0.005	PRO56	0.009	PRO71	0.026
PRO12	0.006	PRO27	0.018	PRO42	0.004	PRO57	0.005	PRO72	0.026
PRO13	0.011	PRO28	0.019	PRO43	0.004	PRO58	0.003	PRO73	0.090
PRO14	0.005	PRO29	0.019	PRO44	0.004	PRO59	0.003	PRO74	0.092
PRO15	0.002	PRO30	0.019	PRO45	0.011	PRO60	0.005	PRO75	0.200

2.2. การพิจารณาหาชุดโครงการที่มีน้ำหนักความสำคัญเหมาะสมที่สุด

ด้วยมีจำนวนโครงการที่เป็นทางเลือก 75 โครงการ โดยมีข้อจำกัดสำหรับการดำเนินโครงการคือ ข้อจำกัดทางด้านทรัพยากรบุคคล และการบรรลุเป้าหมายย่อยขั้นต่ำ มีทรัพยากรบุคคลสำหรับการดำเนินงานโครงการจำนวน 13 คน และมีเป้าหมายย่อยที่มีนโยบายขั้นต่ำ 8 เป้าหมาย แบบจำลอง Zero-One Linear Programming สำหรับการคัดเลือกชุดโครงการสำหรับปี 2554 คือดังนี้

ฟังก์ชันวัตถุประสงค์ (Objective function) : ค่าตรวจนับความสัมฤทธิ์ผลสูงสุด

$$\text{Max} \sum_{i=1}^{75} (I_i \times x_i)$$

ตัวแปรตัดสินใจ (Decision variable): $x_i \in \{0,1\}$

ข้อจำกัด (Constraint):

(1) เป้าหมายขั้นต่ำในการดำเนินงานชุดโครงการ

$$\sum_{i=1}^{75} (E_{ik} \times x_i) \geq S_k \quad ; k = 1, 2, 3, \dots, 8$$

(2) ข้อจำกัดด้านทรัพยากร

$$\sum_{i=1}^{75} (R_{ij} \times x_i) \leq L_j \quad ; j = 1, 2, 3, \dots, 13$$

3. ผลลัพธ์จากแบบจำลอง

จากการหาคำตอบจากแบบจำลอง Zero-One Linear Programming (ZOLP) โดยการใช้ Solver ของ Microsoft Excel 2010 ได้ผลเป็นโครงการที่ได้รับการคัดเลือกทั้งสิ้น 61 โครงการ โดยมีผลลัพธ์จากการดำเนินโครงการเปรียบเทียบกับวิธีปัจจุบัน ดังแสดงในตารางที่ 5

ตารางที่ 5 การเปรียบเทียบผลระหว่างชุดโครงการจากแบบจำลอง และชุดโครงการด้วยวิธีปัจจุบัน

เป้าหมาย			ผลลัพธ์			
			แบบจำลอง	%เทียบกับเป้าหมาย	วิธีปัจจุบัน	%เทียบกับเป้าหมาย
เป้าหมายที่ 1	สายการผลิต A	0.24 ชิ้น/นาที่	0.14 ชิ้น/นาที่	57%	0.14 ชิ้น/นาที่	57%
	สายการผลิต B	0.07 ชิ้น/นาที่	0.03 ชิ้น/นาที่	49%	0.07 ชิ้น/นาที่	100%
	สายการผลิต C	0.56 ชิ้น/นาที่	0.56 ชิ้น/นาที่	100%	0.54 ชิ้น/นาที่	96%
เป้าหมายที่ 2	สายการผลิต A	9 สถานี	5 สถานีงาน	56%	3 สถานีงาน	33%
	สายการผลิต B	6 สถานี	6 สถานีงาน	83%	3 สถานีงาน	50%
เป้าหมายที่ 3	จำนวนสถานีงาน	20 สถานี	19 สถานีงาน	95%	8 สถานีงาน	40%
เป้าหมายที่ 4	จำนวนสถานีงาน	9 สถานี	9 สถานีงาน	100%	9 สถานีงาน	100%
เป้าหมายที่ 5	จำนวนสถานีงาน	5 สถานี	5 สถานีงาน	100%	5 สถานีงาน	100%
ค่าตรวจนับความสัมฤทธิ์ผลของชุดโครงการที่ได้รับคัดเลือก			0.93		0.81	

ตารางข้างต้นแสดงการเปรียบเทียบประสิทธิผลของวิธีการคัดเลือกชุดโครงการระหว่างการใช้แบบจำลองกับวิธีปัจจุบัน โดยสรุปได้จากค่าผลรวมตรงกันคือความสัมฤทธิ์ผลของชุดโครงการจากแบบจำลอง 93% ซึ่งสูงกว่าชุดโครงการจากวิธีปัจจุบัน 12% และค่าศักยภาพการบรรลุเป้าหมายซึ่งแสดงด้วยค่าตรงกันคือความสัมฤทธิ์ผลของโครงการของชุดโครงการจากแบบจำลองที่มีค่าสูงกว่าค่าศักยภาพการบรรลุเป้าหมายของชุดโครงการจากวิธีปัจจุบัน ซึ่งเป็นผลมาจากการคัดเลือกชุดโครงการที่มีความสอดคล้องกับเป้าหมายโดยรวมมากขึ้น โดยโครงการที่เกี่ยวข้องกับเป้าหมายที่ 1 สายการผลิต B มีค่าตรงกันคือความสัมฤทธิ์ผลที่ต่ำกว่าค่าตรงกันคือความสัมฤทธิ์ผลในโครงการที่มีความสัมพันธ์กับเป้าหมายอื่น ๆ ส่งผลทำให้โครงการที่เกี่ยวข้องกับโครงการดังกล่าว ไม่ได้รับการคัดเลือก แต่จะมีการคัดเลือกกับโครงการที่มีค่าตรงกันคือความสัมฤทธิ์ผลที่สูงกว่า ทำให้ศักยภาพการบรรลุเป้าหมายที่ 1 ในสายการผลิตลดลงจากความค่าศักยภาพการบรรลุเป้าหมายที่ 0.07 ขึ้นตอนาที่ด้วยวิธีปัจจุบัน เหลือเป็นค่าศักยภาพการบรรลุเป้าหมายที่ 0.03 ขึ้นตอนาที่ด้วยวิธีแบบจำลอง แต่จะมีการเพิ่มขึ้นในศักยภาพการบรรลุเป้าหมายในเป้าหมายอื่น ๆ แทน เนื่องจากโครงการที่เกี่ยวข้องได้รับการคัดเลือกมากขึ้นอันเนื่องมาจากค่าตรงกันคือความสัมฤทธิ์ผลที่สูงกว่า

จากวิธีการคัดเลือกโครงการ ด้วยวิธีการที่นำเสนอในงานวิจัยนี้ นอกจากทำให้การบรรลุเป้าหมายการดำเนินงานโดยภาพรวมที่สูงขึ้นแล้ว การบริหารทรัพยากรที่มีประสิทธิภาพ ก็ที่ส่งผลทำให้ค่าตรงกันคือความสัมฤทธิ์ผลสูงขึ้นเช่นกัน โดยสามารถแสดงจากการเปรียบเทียบประสิทธิภาพการใช้ทรัพยากรบุคคลในตารางที่ 6 โดยพบว่าภาพรวมภาระงานของบุคลากรสำหรับดำเนินงานชุดโครงการจากแบบจำลองสูงกว่าภาพรวมของภาระงานสำหรับดำเนินงานชุดโครงการจากวิธีปัจจุบัน เมื่อพิจารณาภาระงานรายบุคคล พบว่าการดำเนินงานชุดโครงการจากแบบจำลองนั้นสามารถดำเนินการโดยปราศจากการทำงานล่วงเวลา และภาระงานในแต่ละบุคคลมีความใกล้เคียงกัน ซึ่งแตกต่างจากภาระงานของบุคลากรสำหรับการดำเนินงานโครงการจากวิธีปัจจุบัน ที่ต้องการการทำงานล่วงเวลาในบางบุคคล (ภาระงานเกิน 100%) ในขณะที่ภาระงานในบางบุคคลยังคงอยู่ในระดับที่ต่ำกว่ามาก

ตารางที่ 6 ภาระงานของบุคลากรในการดำเนินโครงการ

พนักงาน คนที่	ผลลัพธ์จาก แบบจำลอง		วิธีปัจจุบัน		พนักงาน คนที่	ผลลัพธ์จาก แบบจำลอง		วิธีปัจจุบัน	
	ชั่วโมง ทำงานที่ ต้องการ	ภาระ งาน	ชั่วโมง ทำงานที่ ต้องการ	ภาระ งาน		ชั่วโมง ทำงานที่ ต้องการ	ภาระ งาน	ชั่วโมง ทำงานที่ ต้องการ	ภาระ งาน
1	210	94%	125	56%	8	150	20%	150	20%
2	330	94%	445	<u>126%</u>	9	680	99%	400	58%
3	470	89%	390	74%	10	130	88%	160	<u>108%</u>
4	190	85%	10	4%	11	350	74%	270	57%
5	0	n/a	0	n/a	12	540	82%	490	74%
6	190	85%	135	60%	13	160	15%	80	8%
7	530	90%	450	76%	รวม	3,930	63%	3,150	50%

4. สรุปผลงานวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นการประยุกต์ใช้กระบวนการโครงข่ายเชิงวิเคราะห์ (Analytic Network Process) ร่วมกับ Zero-One Linear Programming ในการแก้ปัญหาการคัดเลือกโครงการที่เกณฑ์ และโครงการมีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน

วิธีการคัดเลือกชุดโครงการที่ใช้อยู่ใช้วิธีการให้คะแนน (Scoring method) ซึ่งดำเนินการโดยใช้ประสบการณ์ของผู้จัดการ หรือผู้อำนวยการในการตัดสินใจเป็นหลักมีความยากลำบากในการพิจารณาถึงความสัมพันธ์ระหว่างโครงการ ความสัมพันธ์กับเป้าหมาย และทรัพยากรที่ต้องการในการดำเนินการในเวลาเดียวกัน จากข้อจำกัดดังกล่าว ทำให้การชุดโครงการที่ได้รับการคัดเลือกไม่สอดคล้องกับเป้าหมาย รวมถึงทำให้นุคลากรสำหรับการดำเนินงานไม่เพียงพอ สิ่งเหล่านี้ล้วนเป็นสาเหตุที่ทำให้ไม่สามารถบรรลุเป้าหมายที่กำหนดไว้ ดังนั้นจึงได้ประยุกต์ใช้กระบวนการโครงข่ายเชิงวิเคราะห์ (Analytic Network Process, ANP) ในการปรับให้ปัญหาที่มีเป้าหมายเพียงตัวเดียว ซึ่งงานวิจัยนี้เรียกว่าค่าธรรมณีความสัมฤทธิ์ผลของโครงการ โดยการพิจารณาความสัมพันธ์ซึ่งกันและกันระหว่างเป้าหมาย เกณฑ์ และทางเลือกหรือโครงการอย่างมีระบบ เพื่อนำค่าธรรมณีความสัมฤทธิ์ผลดังกล่าวมาประยุกต์ใช้กับ Zero-One Linear Programming สำหรับการคัดเลือกชุดโครงการที่เหมาะสมในขั้นตอนต่อไป

จากการทดสอบการใช้กระบวนการโครงข่ายเชิงวิเคราะห์ (Analytic Network Process, ANP) ร่วมกับ Zero-One Linear Programming ในการแก้ปัญหาการคัดเลือกชุดโครงการพัฒนาประจำปี 2554 ของแผนกวิศวกรรมอุตสาหกรรม ที่มีเป้าหมายในการดำเนินงานแตกต่างกัน 5 เป้าหมาย ซึ่งแต่ละเป้าหมายมีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน โดยมีข้อจำกัดด้านบุคลากรในการดำเนินงานโครงการ และเป้าหมายบางเป้าหมายมีค่าขั้นต่ำที่กำหนดจากนโยบาย ผลลัพธ์ที่ได้แสดงให้เห็นถึงชุดโครงการที่ได้รับการคัดเลือกโดยแบบจำลองนั้นสามารถบรรลุค่าธรรมณีความสัมฤทธิ์ผลได้สูงกว่าชุดโครงการที่ได้รับการคัดเลือกด้วยวิธีการปัจจุบันประมาณ 12% โดยปราศจากปัญหาความไม่เพียงพอของบุคลากรในการดำเนินงาน

โดยสรุป แบบจำลองในงานวิจัยนี้สามารถช่วยให้ผู้จัดการแผนกหรือผู้ดำเนินการตัดสินใจคัดเลือกชุดโครงการเพื่อตอบสนองต่อเป้าหมายได้อย่างเหมาะสม โดยพิจารณาข้อจำกัดทางด้านบุคคลในการดำเนินการ ทำให้สามารถลดความเสี่ยงที่โครงการจะไม่สามารถบรรลุเป้าหมายด้วยสาเหตุจากความเหมาะสมของโครงการต่อเป้าหมาย และความไม่เพียงพอของบุคลากรในการดำเนินงาน

บรรณานุกรม

- [1] S. J. Mantel, Jr., J. R. Meredith, S. M. Shafer, and M. M. Sutton. *Project Management in Practice*, 4th ed. John Wiley & Sons, Inc, pp. 17-21.
- [2] T. L. Saaty and L. G. Vargas. *Decision Making with the Analytic Network Process: Economic, Political, Social and Technological Applications with Benefits, Opportunities, Costs and Risks*. Springer, 2006.
- [3] ดวงทอง เวศนารัตน์ และ ชูเวช ชาญสง่างาม, “การวิเคราะห์โครงสร้างการตัดสินใจในการเลือกซื้อรถยนต์นั่งขนาดกลาง,” ใน *การประชุมวิชาการด้านการวิจัยดำเนินการ ประจำปี พ.ศ.2547*, หน้า 35-43.
- [4] ก่อโชค ภูนิคม และ สุทินันท์ ภูนิคม, “การพัฒนาระบบช่วยในการตัดสินใจเลือกซื้อแท่นพิมพ์ออฟเซตโดยกระบวนการโครงข่ายเชิงวิเคราะห์,” ใน *การประชุมวิชาการด้านการวิจัยดำเนินงาน ประจำปี พ.ศ. 2549*, หน้า 211-218.

- [5] Y.-H. Chang, W.-M. Wey, and H.-Y. Tseng, "Using ANP priorities with goal programming for revitalizations strategies in historic transport: A case study of the Alishan Forest Railway," *Expert Systems with Application*, vol. 36, pp. 8682-8690, 2009.
- [6] W.-M. Wey and K.-Y. Wu, "Using ANP priorities with goal programming in resource allocation in transportation," *Mathematical and Computer Modeling*, vol. 46, pp.985-1000, 2007.
- [7] T. L. Saaty. *Fundamentals of Decision Making and Priority: Theory with the Analytic Hierarchy Process*, 2nd ed. United States of America: RWS Publications, 2006.

