

การประยุกต์เครือข่ายผลการดำเนินงานเพื่อการตั้งเป้า

Applying the Performance Network for Target Setting: Implications on a Management Process

อุไรรัตน์ รีมใหม่ และ ก้องกิติ พุสวัตต์

Urairat Rimmai and Kongkiti Phusavat

ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขต บางเขน กรุงเทพฯ

บทคัดย่อ

การวัดผลการดำเนินงาน เป็นองค์ประกอบในกระบวนการจัดการที่จะช่วยให้องค์กรสามารถทำการวิเคราะห์ วางแผน และปรับปรุงการดำเนินงานให้ทันต่อสถานการณ์ที่มีการแข่งขันกันสูง ในงานวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาจากโรงงานอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์แห่งหนึ่งในประเทศไทย ซึ่งใช้ชื่อย่อว่า ST ในระดับกระบวนการผลิต ซึ่งบริษัท ST มีอุปสรรคสำคัญในกระบวนการจัดการคือขาดการเชื่อมโยงระหว่างการผลิตผลการดำเนินงานเพื่อนำไปสู่การตั้งเป้าหมายในการดำเนินงาน ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงประยุกต์ใช้แนวความคิดจากการสร้างเครือข่ายผลการดำเนินงาน (Performance Network) เข้ามาเป็นตัวช่วยในการเชื่อมโยง โดยมีวัตถุประสงค์คือหาความสัมพันธ์เพื่อนำไปใช้ในการตั้งเป้า (Target Setting) ซึ่งในเครือข่ายผลการดำเนินงานประกอบไปด้วยดัชนีเป้าหมายและดัชนีในระดับปฏิบัติการต่างๆ วิธีการศึกษามีดังนี้ เก็บและรวบรวมข้อมูลจริงย้อนกลับไป 12 เดือน จากนั้นทำการสร้างเครือข่ายผลการดำเนินงานในเชิงปริมาณรูปแบบอัตราส่วน และมีการวิเคราะห์การถดถอย (Regression Analysis) ทดสอบค่าทางสถิติ จากการศึกษาพบว่าดัชนีเป้าหมายและดัชนีในระดับปฏิบัติการมีอิทธิพลต่อกัน เช่น เมื่อต้องการตั้งเป้าดัชนีเป้าหมายด้านผลิตภาพในรูปแบบอัตราส่วนของมูลค่าการผลิตต่อค่าใช้จ่ายวัสดุโดยตรงเพิ่มขึ้น 8% จะได้ดัชนีในระดับปฏิบัติการที่ 1 เช่น มูลค่าการผลิตต่อค่าใช้จ่ายอื่นๆ ในการผลิตอยู่ในช่วงระหว่าง 0.8705 ถึง 1.0639 และดัชนีในระดับปฏิบัติการที่ 2 เช่น ค่าไฟฟ้าที่จ่ายไปโดยไม่เกิดผลผลิตต่อค่าใช้จ่ายในการทำงานซ้ำ อยู่ในช่วงระหว่าง 1.3517 ถึง 1.6520 เป็นต้น ประโยชน์ที่ได้จากงานวิจัยคือ การสร้างเครือข่ายผลการดำเนินงาน สามารถให้สารสนเทศที่เป็นประโยชน์เพื่อนำไปใช้ในการตั้งเป้าผลิตภาพขององค์กร และสามารถเพิ่มความเข้มแข็งในกระบวนการจัดการได้ โดยมีข้อจำกัดคือ ฐานข้อมูลต้องอยู่ในรูปแบบเชิงปริมาณ มีความถูกต้อง สามารถตรวจสอบได้ และมีรอบเวลาชัดเจนในการเก็บและประมวลผลข้อมูล ส่วนงานวิจัยในอนาคตสามารถนำไปประยุกต์ใช้เพื่อจัดทำแผนที่ (Roadmap) การปรับปรุงผลิตภาพต่อไปได้

คำหลัก กระบวนการจัดการ, เครือข่ายผลการดำเนินงาน, การวัดผลการดำเนินงาน, การตั้งเป้า

Abstract

Performance measurement represents a key component in a management process that helps enable in-dept and timely analysis, planning, and improvement. Nowadays, a strong management is necessary for an organization under intense competition. The study is based on the need expressed by top and operational managers at one electronic company, to be referred to as the ST, to improve productivity measurement and analysis at the production level. This need stems from a lack of an explicit linkage between information from performance measurement and target setting at the operational level. As a result, the performance network concept is selected to help address this concern. Several networks, consisting of ratios, have been developed and tested. Altogether, there are five networks developed. The data collection has taken place over the period of 12 months. The regression analysis is the key method to help analyze the results. The findings indicate the following. There are significant interrelationships among ratios from different levels in one performance network. Specifically for target setting, one of the findings illustrates that for a productivity ratio (Production Value-to-Direct Material Cost) is to be increased by 8%, the following targets also have to take place. For examples, one of the ratios at the network's level 1; i.e., the Production Value-to-Other Production Cost ratio, should be in the ranges from 0.8705 to 1.0639. Moreover, one of the ratios at level 2; i.e., the Scrap Electrical Cost-to-Rework Cost ratio, should be between 1.3517 and 1.6520. According to follow-up discussions with senior managers at the ST, the performance network concept could potentially improve the linkage between productivity measurement and analysis as well as a plant's management process. Nevertheless, some of the key shortcomings include the reliance on quantitative data and a database that needs to generate accurate and time data on the continuous basis. The future extension of this study includes the development of roadmap for productivity improvement.

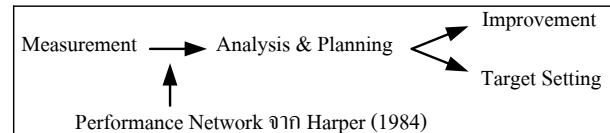
1. บทนำ

ในปัจจุบันนี้ องค์กรต่างๆ อยู่ในสถานการณ์ที่มีการแข่งขันกันสูง มีทรัพยากรอย่างจำกัด และมีการเปลี่ยนแปลงสภาวะการณ์ต่างๆ อย่างรวดเร็ว ทำให้องค์กรต้องมีการพัฒนาตนเองอยู่เสมอ (สำนักงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรม, 2548) ซึ่งการวัดผลการดำเนินงานเป็นสิ่งที่ช่วยให้องค์กรสามารถพัฒนาตนเองได้ โดยการนำผลที่ได้จากการวัดไปทำการวิเคราะห์ วางแผน และตั้งเป้าหมายการดำเนินงานให้ทันต่อสภาวะการณ์ในปัจจุบัน ดังที่ Halachmi (2002) ได้กล่าวถึงเหตุผลสำหรับการวัดผลการดำเนินงานว่า การวัดเป็นสิ่งที่ทำให้เกิดความเข้าใจ เมื่อเข้าใจก็สามารถควบคุมได้ และเมื่อควบคุมได้ก็สามารถปรับปรุงได้ จากกล่าวข้างต้นชี้ให้เห็นว่า การวัดผลการดำเนินงานเป็นสิ่งสำคัญของการบริหารจัดการองค์กรที่จะสามารถนำไปสู่การจัดการทางด้านผลิตภาพ หรือผลผลิตทาง เพื่อใช้ประกอบในการวิเคราะห์การตัดสินใจการดำเนินงานอย่างถูกต้อง และเหมาะสม ซึ่งจะส่งผลให้องค์กรสามารถนำไปวางแผนการดำเนินงานให้ตรงตามวัตถุประสงค์และเป้าหมายที่ตั้งไว้

Sink และ Tuttle (1989), Kurstedt (1992), Sink และ Smith (1999), Helo (2004), Hoehn (2004) และ Tapinos *et al.* (2005) ได้ให้ความสำคัญกับการวัดผลการดำเนินงาน เพราะมีผลต่อการตัดสินใจที่จะก่อให้เกิดการปรับปรุงการทำงานขององค์กร ให้ประสบความสำเร็จได้ อย่างไรก็ตาม ถ้าองค์กรมีการวัดผลการดำเนินงานที่ดี แต่ไม่ได้นำไปใช้ก็จะไม่เกิดประโยชน์แต่อย่างใด Stansfield และ Longenecker (2006) และ Toni *et al.* (2007) กล่าวว่า การกระตุ้นพนักงานและผลการดำเนินงานเป็น การปรับปรุงการทำงาน ซึ่งนำไปสู่ผลการดำเนินงานและความสามารถในการทำอะไรให้กับองค์กรเพิ่มขึ้น นอกจากนี้ Anonymous (2003) และ Anonymous (2004) กล่าวว่าคุณค่าของการตั้งเป้าหมายว่าเป็นการท้าทายองค์กรเพื่อให้มีการปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง ซึ่งการตั้งเป้าหมายไม่ใช่เป็นเพียงการทำให้ องค์กรรู้ว่าต้องทำอะไร หรือควรจะพยายามทำอะไร แต่เป็นการแสดงให้เห็นถึงการวางแผนการดำเนินงาน ที่จะทำให้สำเร็จตามเป้าหมายที่ตั้งไว้ได้ พร้อมกับความพยายามในการเชื่อมโยงการวัดผลและการตั้งเป้าหมายเป็นกิจกรรมหลักของกระบวนการจัดการ

จากการศึกษาเพิ่มเติม พบว่าในปัจจุบันนี้องค์กรต่างๆ ได้เริ่มให้ความสำคัญกับกระบวนการจัดการมากขึ้นเนื่องจาก ISO 9001: 2000 ในข้อกำหนดที่ 8 ว่าด้วยเรื่องของ การวัด วิเคราะห์ วางแผน และปรับปรุง ซึ่งกิจกรรมหลักของกระบวนการจัดการโดยการนำการวัดผลการดำเนินงานไปเชื่อมโยงกับการวิเคราะห์ ดังรูปที่ 1 โดยการตั้งเป้าหมายเป็นสิ่งสำคัญอย่างหนึ่งของการวิเคราะห์ ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงได้ทำการวัดผลการดำเนินงานขององค์กร จากการประยุกต์ใช้เครือข่ายผลการดำเนินงานของ Harper (1984) โดยทำการศึกษาการตั้งเป้าหมายจากดัชนีเป้าหมาย แล้วทำการกระจายความสัมพันธ์ไปยังดัชนีในระดับปฏิบัติการอื่นๆ ของเครือข่ายผลการดำเนินงาน โดยเป็นการนำเสนอแนวทางในการตั้งเป้าหมายจากการวัดผลดำเนินงาน การนำเครือข่ายผลการดำเนินงานมา

ประยุกต์ใช้ เพื่อจัดเตรียมสารสนเทศในการวางแผน และใช้สิ่งนี้เป็นเครื่องมือหนึ่งสำหรับผู้บริหารในการบริหารจัดการองค์กร ให้สามารถพัฒนาและปรับปรุงองค์กรได้อย่างต่อเนื่อง



รูปที่ 1 การนำเครือข่ายผลการดำเนินงานเข้ามาช่วยในการเชื่อมโยงที่มา: ปรับปรุงจาก Kurstedt (1992)

จากการสัมภาษณ์ผู้บริหารในเบื้องต้น อุปสรรคที่สำคัญของบริษัท ST โดยเฉพาะอย่างยิ่งกระบวนการจัดการในส่วนของการผลิตคือ ยังขาดกลไกการเชื่อมโยงระหว่าง การวัดผลการดำเนินงานเพื่อนำไปสู่การวิเคราะห์ วางแผน และการตั้งเป้าหมายในการดำเนินงาน ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงได้มุ่งเน้นในเรื่องของการตั้งเป้าหมาย เพื่อที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการเชื่อมโยงระหว่างการวัดผลการดำเนินงาน และการตั้งเป้าหมายในการดำเนินงานสำหรับฝ่ายการผลิต

2. วัตถุประสงค์

งานวิจัยนี้ มีวัตถุประสงค์คือ การประยุกต์ใช้หลักการของ Harper (1984) หาความสัมพันธ์ของเครือข่ายผลการดำเนินงานเพื่อนำไปใช้ในการตั้งเป้าหมายของบริษัท ST ในระดับกระบวนการผลิต โดยมุ่งเน้นการสร้างเครือข่ายผลการดำเนินงาน ที่เกณฑ์การวัดด้านผลิตภาพเนื่องจากองค์กรนี้ประกอบธุรกิจอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งในปัจจุบันมีผู้ต้องการสินค้าทางด้านอิเล็กทรอนิกส์เพิ่มสูงขึ้น ดังนั้นอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์จึงมีการเติบโตอย่างต่อเนื่อง และมีการแข่งขันกันสูง ทำให้องค์กรต้องมีการเพิ่มความเข้มแข็งในกระบวนการจัดการเพื่อที่จะได้รับสารสนเทศที่เป็นประโยชน์ สามารถนำไปสู่การวิเคราะห์วางแผน และการตั้งเป้าหมายในการดำเนินงานให้กับองค์กรได้

3. วิธีการ

วิธีการดำเนินงานของงานวิจัยสามารถสรุปเป็น 6 ขั้นตอนดังต่อไปนี้

ขั้นตอนที่ 1 เก็บรวบรวมข้อมูล และแบ่งข้อมูลออกเป็น 2 กลุ่มคือปัจจัยนำเข้า และปัจจัยออก ดังตารางที่ 1 และรูปที่ 2 ตามลำดับ

ขั้นตอนที่ 2 สร้างเครือข่ายผลการดำเนินงานตามหลักการของ Harper ทั้งหมด 5 เครือข่าย ซึ่งในแต่ละเครือข่ายจะประกอบไปด้วยดัชนีเป้าหมาย คือดัชนีที่นำเอาสารสนเทศมาตั้งเป้าหมายที่ต้องการ และดัชนีในระดับปฏิบัติการ คือดัชนีที่จะต้องมีการสารสนเทศมาสนับสนุนในการทำ

ให้บรรลุถึงวัตถุประสงค์ของดัชนีเป้าหมาย ในที่นี้ขอยกตัวอย่างการสร้างเครื่องช่วยผลการดำเนินงานที่มุ่งเน้นการวัดด้านผลิตภาพ (Productivity) ในดัชนีของมูลค่าการผลิตต่อค่าใช้จ่ายวัสดุโดยตรง (Production Value/Direct Material Cost) ของเครื่องช่วยผลการดำเนินงานที่ 1 ดังรูปที่ 3 เนื่องจากผลการทดสอบทางสถิติของเครื่องช่วยผลการดำเนินงานที่ 1 ให้ค่าสัมประสิทธิ์ตัวกำหนดปรับแล้วสูงกว่าเครื่องช่วยอื่นๆ

ขั้นตอนที่ 3 วิเคราะห์โดยใช้วิธีการถดถอย เพื่อเลือกเครื่องช่วยผลการดำเนินงานที่ดีที่สุด 1 เครื่องช่วย โดยนำดัชนีในแต่ละเครื่องช่วยผลการดำเนินงานไปทำการวิเคราะห์การถดถอย โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป Minitab 14 ซึ่งเป็นการหาความสัมพันธ์ของเครื่องช่วยผลการดำเนินงาน จะแสดงลักษณะความสัมพันธ์ในรูปแบบสมการเชิงเส้น บนระดับความเชื่อมั่น (Level of Confidence) เท่ากับ (1-0.05)100% หมายถึง โอกาสที่พารามิเตอร์อยู่ในช่วงของค่าที่ประมาณได้เท่ากับ 95% และโอกาสที่ค่าประมาณจะผิดพลาดเท่ากับ 5% พร้อมทั้งวิเคราะห์การถดถอยในแต่ละ

ระดับ

ขั้นตอนที่ 4 วิเคราะห์เพื่อการตั้งเป้า โดยการนำค่าแบบผกผัน เป็นวิธีการที่ใช้ในการทำนาค่า x จากการกำหนดค่า y ของสมการการถดถอย ค่าของ x ที่ได้ เป็นค่าที่ได้จากค่า y ใหม่ที่ต้องการ ดังรูปที่ 4 พร้อมทั้งตรวจสอบความสัมพันธ์โดยการวิเคราะห์การถดถอยเมื่อทำการเปลี่ยนตัวแปรตามและตัวแปรอิสระ เพื่อวิเคราะห์ความไวของค่าดัชนีที่ได้จากการนำค่าแบบผกผัน และใช้วิธีการประมาณค่าในช่วงเสมือนพหุนามเชิงเส้นประมาณค่าฟังก์ชันในแต่ละช่วงข้อมูลโดยเป็นฟังก์ชันเชิงเส้นที่เชื่อมจุด 2 จุดที่อยู่ติดกัน เพื่อใช้ในการหาค่าที่ต้องการที่เกิดจากการตั้งเป้าดัชนีเป้าหมาย

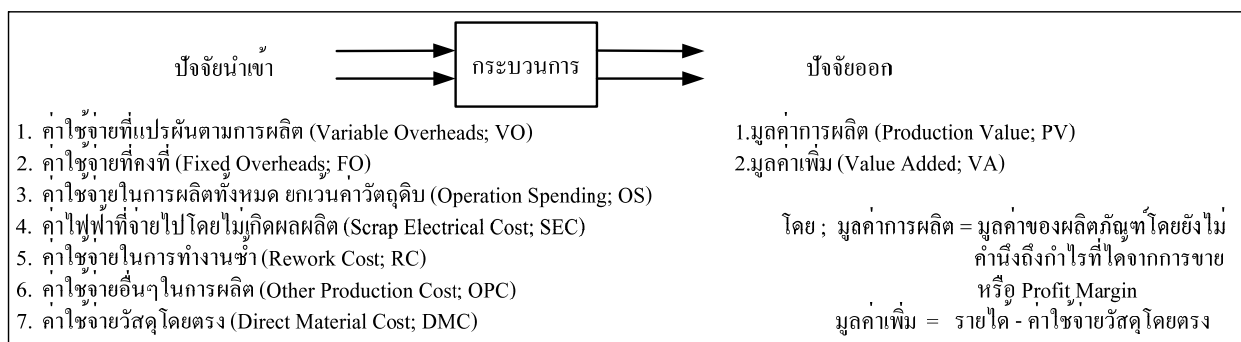
ขั้นตอนที่ 5 ประมวลผล จากผลการทดสอบค่าทางสถิติ และการสัมภาษณ์

ขั้นตอนที่ 6 สรุปผล

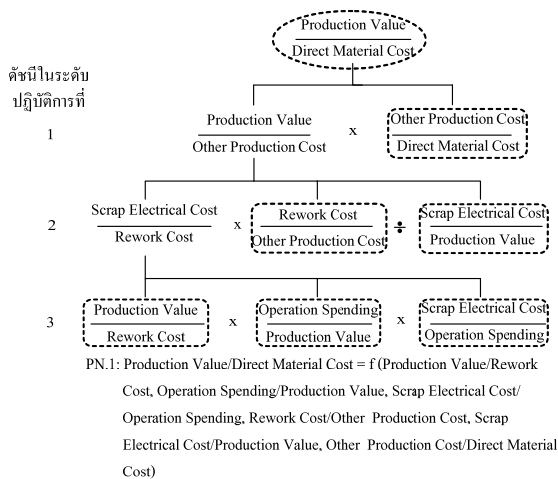
ตารางที่ 1 ข้อมูลปัจจัยนำเข้า และปัจจัยออก

หน่วย : ดอลลาร์ (\$)

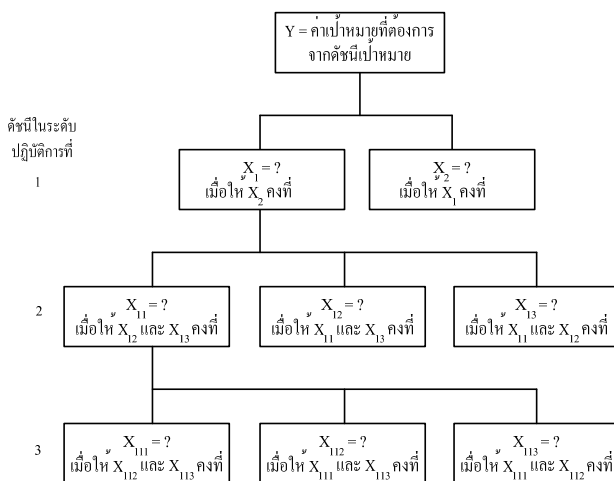
เดือน	ปัจจัยนำเข้า							ปัจจัยออก	
	VO	FO	OS	SEC	RC	OPC	DMC	PV	VA
ม.ค.	555.20	556.40	1,203.20	550.60	254.80	764.60	6,767.20	530.20	1,233.60
ก.พ.	608.20	552.80	1,272.60	509.20	304.20	769.60	6,950.80	545.80	1,297.80
มี.ค.	709.60	720.20	1,530.80	554.40	391.60	843.40	8,493.20	709.80	1,576.00
เม.ย.	614.00	588.80	1,286.80	444.80	321.80	827.80	7,251.20	590.40	1,300.40
พ.ค.	556.20	579.40	1,228.20	401.80	313.80	721.20	7,217.40	622.00	1,239.60
มิ.ย.	770.00	804.40	1,689.20	715.40	384.20	1,031.00	11,478.00	1,010.00	1,805.20
ก.ค.	531.60	620.60	1,232.20	464.20	244.00	744.00	7,665.00	706.40	1,252.20
ส.ค.	584.40	594.60	1,260.80	506.80	349.80	761.60	8,504.80	822.20	1,261.60
ก.ย.	780.80	731.00	1,629.20	474.00	477.60	952.60	10,724.60	1,064.60	1,696.40
ต.ค.	637.40	612.40	1,333.20	369.80	450.40	948.00	10,379.20	1,044.40	1,307.00
พ.ย.	624.00	614.60	1,331.80	416.80	527.60	1,114.00	10,676.80	970.80	1,359.00
ธ.ค.	927.40	818.80	1,893.40	517.40	648.60	1,456.80	12,205.60	1,040.40	1,927.80



รูปที่ 2 ปัจจัยนำเข้า และปัจจัยออก



รูปที่ 3 เครื่องมือผลการดำเนินงานที่ 1



รูปที่ 4 แนวคิดการทำวิจัย

4. การวิเคราะห์ผล

งานวิจัยนี้ สามารถแสดงผลการทดลองจากการสร้างเครือข่ายผลการดำเนินงาน 5 เครือข่าย โดยกำหนดให้ดัชนีตัวแปรตามคือ (PV/DMC) จากการวิเคราะห์การถดถอยเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระและตัวแปรตามโดยพิจารณาจากค่าวิกฤต (P-value) ซึ่งตัวแปรอิสระที่มีความสัมพันธ์กับตัวแปรตามจะมีค่าวิกฤตหรือ P-value ที่น้อยกว่า 0.05 (Montgomery *et al.*, 2001) ผลที่ได้จากการพิจารณาเลือกรูปแบบการถดถอยที่เหมาะสม ของแต่ละเครือข่ายผลการดำเนินงานพบว่าเครือข่ายผลการดำเนินงานที่ 1 เป็นเครือข่ายที่ดีที่สุดเนื่องจากให้ค่าสัมประสิทธิ์ตัวกำหนดปรับแล้ว (R^2) ซึ่งเป็นค่าวัดความเหมาะสมของรูปแบบที่แสดงเป็นเปอร์เซ็นต์ที่ตัวแปรอิสระ มีส่วนในการอธิบายความผันแปรของตัวแปรตามสูงกว่าเครือข่ายอื่นๆ (ภาคผนวก ก)

การวิเคราะห์การถดถอย ในแต่ละระดับของเครือข่ายผลการดำเนินงานที่ 1 (ภาคผนวก ข) เพื่อหาความสัมพันธ์ของดัชนีในแต่ละระดับของผลการดำเนินงาน พบว่าดัชนีในแต่ละระดับของผลการดำเนินงานมีความสัมพันธ์กันในระดับนั้นๆ เนื่องจากค่าวิกฤตมีค่าน้อยกว่า 0.05 ซึ่งผลสรุปความสัมพันธ์ของดัชนีเครือข่ายผลการดำเนินงานในแต่ละระดับสามารถแสดงสมการความสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน อย่างมีนัยสำคัญ โดยสมการการถดถอยในระดับปฏิบัติการที่ 3 เป็นสมการการถดถอยไม่เชิงเส้นตรง (Nonlinear Regression) แต่เป็นรูปแบบสมการกำลัง ส่วนสมการการถดถอยในระดับปฏิบัติการที่ 1 และ 2 เป็นสมการถดถอยเชิงเส้นตรง (Linear Regression)

การทำนายค่าแบบผกผัน (ภาคผนวก ค) การตั้งเป้าของเครือข่ายผลการดำเนินงานที่ 1 เริ่มจากการกำหนดค่าตั้งเป้าด้านผลิตภาพของดัชนี (PV/DMC) เนื่องจากดัชนี (PV/DMC) เป็นดัชนีเป้าหมายที่นำมาสร้างเครือข่ายผลการดำเนินงาน แล้วจึงกระจายความสัมพันธ์ลงไปสู่ดัชนีในระดับปฏิบัติการอื่นๆ ต่อไป พร้อมทั้งคำนวณช่วงค่าความผิดพลาดที่ $\pm 10\%$ ของค่าดัชนีที่ได้จากการทำนายค่าแบบผกผัน และจากสมการถดถอยที่ใช้วิเคราะห์ความไว เพื่อเป็นการหาช่วงความผิดพลาดที่จะเกิดขึ้นกับองค์กร โดยขอยกตัวอย่างการตั้งเป้าของดัชนี (PV/DMC)_{New Target} เมื่อกำหนดให้ดัชนีในระดับปฏิบัติการที่ 1 (OPC/DMC) คงที่ ที่ค่าเฉลี่ย 0.1014 ดัชนีในระดับปฏิบัติการที่ 2 (RC/OPC) คงที่ ที่ค่าเฉลี่ย 0.4227 และ (SEC/PV) คงที่ ที่ค่าเฉลี่ย 0.6550 และดัชนีในระดับปฏิบัติการที่ 3 (PV/RC)³ คงที่ ที่ค่าเฉลี่ย 10.3353 และ (OS/PV)³ คงที่ ที่ค่าเฉลี่ย 6.6925 ผลที่ได้แสดงดังตารางที่ 2 พร้อมทั้งทำการวิเคราะห์ความไวของค่าดัชนีในระดับปฏิบัติการที่เกิดจากการตั้งเป้าด้านผลิตภาพของดัชนี (PV/DMC)_{New Target} จากสมการการถดถอยที่ทำการตรวจสอบความสัมพันธ์ที่มีอิทธิพลต่อกัน ผลที่ได้แสดงดังตารางที่ 3

จากตารางที่ 2 และ 3 เป็นผลลัพธ์ที่เกิดจากการตั้งเป้าของดัชนี (PV/DMC)_{New Target} กับดัชนีในระดับปฏิบัติการที่ 1, 2 และ 3 พบว่าค่าของดัชนีจากการทำนายค่าแบบผกผัน โดยใช้ชื่อว่า New Target กับค่าของดัชนีจากสมการถดถอยที่ใช้วิเคราะห์ความไว โดยใช้ชื่อว่า Sensitivity Analysis มีค่าแตกต่างกันเพียงเล็กน้อยซึ่งสามารถนำค่าประมาณไปพล็อตกราฟได้ดังรูปที่ 5 จากการพบว่าดัชนี (SEC/RC) มีความเปลี่ยนแปลงมากที่สุดเมื่อมีการตั้งเป้าเพิ่มขึ้น

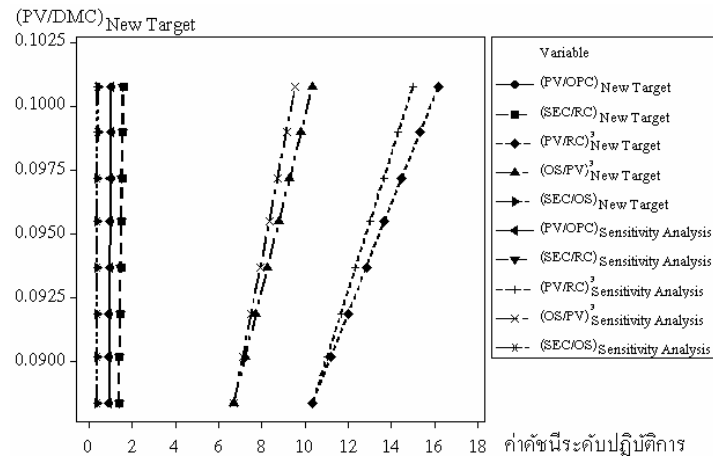
จากโครงสร้างเครือข่ายผลดำเนินงานที่ 1 สามารถเขียนความสัมพันธ์ที่ได้จากผลลัพธ์ค่าการตั้งเป้าของดัชนี (PV/DMC)_{New Target} ที่ตั้งเป้าไว้ที่ 0.0884 ดังรูปที่ 6

ตารางที่ 2 ผลลัพธ์ของค่าดัชนี (PV/OPC)_{New Target}, (SEC/RC)_{New Target} และ (SEC/OS)_{New Target} ที่เกิดจากการตั้งเป้าของดัชนี (PV/DMC)_{New Target}

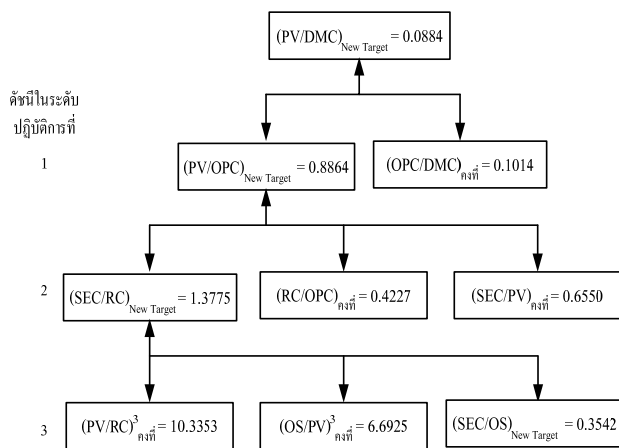
เป้า ตั้งระดับ เปอร์เซ็นต์	ค่าเป้าหมายของดัชนี (PV/DMC) _{New Target}	เครือข่ายผลการดำเนินงานที่ 1 ในระดับที่ 1 PV/DMC = - 0.05782 + 0.087871(PV/OPC) + 0.67389(OPC/DMC)			เครือข่ายผลการดำเนินงานที่ 1 ในระดับที่ 2 PV/OPC = - 0.4076 + 0.64972(SEC/RC) + 2.7813(RC/OPC) - 1.1857(SEC/PV)			เครือข่ายผลการดำเนินงานที่ 1 ในระดับที่ 3 SEC/RC = - 0.9221 + 0.037376(PV/RC) ³ + 0.059571(OS/PV) ³ + 4.2766(SEC/OS)		
		(PV/OPC) _{New Target} เมื่อให้ (OPC/DMC) คงที่ = 0.1014			(SEC/RC) _{New Target} เมื่อให้ (RC/OPC) คงที่ = 0.4227 และ (SEC/PV) คงที่ = 0.6550			(SEC/OS) _{New Target} เมื่อให้ (PV/RC) ³ คงที่ = 10.3353 และ (OS/PV) ³ คงที่ = 6.6925		
		ช่วงค่าความผิดพลาดที่ ±10% ของดัชนี (PV/OPC) _{New Target}			ช่วงค่าความผิดพลาดที่ ±10% ของดัชนี (SEC/RC) _{New Target}			ช่วงค่าความผิดพลาดที่ ±10% ของดัชนี (SEC/OS) _{New Target}		
		ค่าประมาณ	ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด	ค่าประมาณ	ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด	ค่าประมาณ	ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด
ค่าเริ่มต้น	0.0884	0.8864	0.7978	0.9750	1.3775	1.2397	1.5152	0.3542	0.3188	0.3896
เพิ่ม 4%	0.0919	0.9262	0.8336	1.0188	1.4387	1.2949	1.5826	0.3685	0.3317	0.4054
เพิ่ม 8%	0.0955	0.9672	0.8705	1.0639	1.5018	1.3517	1.6520	0.3832	0.3449	0.4215
เพิ่ม 12%	0.0990	1.0070	0.9063	1.1077	1.5631	1.4068	1.7194	0.3976	0.3578	0.4374

ตารางที่ 3 ผลลัพธ์ของค่าดัชนี (PV/OPC)_{Sensitivity Analysis}, (SEC/RC)_{Sensitivity Analysis} และ (SEC/OS)_{Sensitivity Analysis} ที่เกิดจากการตั้งเป้าของดัชนี (PV/DMC)_{New Target}

เป้า ตั้งระดับ เปอร์เซ็นต์	ค่าเป้าหมายของดัชนี (PV/DMC) _{New Target}	เครือข่ายผลการดำเนินงานที่ 1 ในระดับที่ 1 PV/OPC = 0.718 + 10.9649(PV/DMC) - 7.8987(OPC/DMC)			เครือข่ายผลการดำเนินงานที่ 1 ในระดับที่ 2 SEC/RC = 0.7775 + 1.4104(PV/OPC) - 4.2700(RC/OPC) + 1.7631(SEC/PV)			เครือข่ายผลการดำเนินงานที่ 1 ในระดับที่ 3 SEC/OS = 0.21504 + 0.21507(SEC/RC) - 0.007543(PV/RC) ³ - 0.011829(OS/PV) ³		
		(PV/OPC) _{Sensitivity Analysis} เมื่อให้ (OPC/DMC) คงที่ = 0.1014			(SEC/RC) _{Sensitivity Analysis} เมื่อให้ (RC/OPC) คงที่ = 0.4227 และ (SEC/PV) คงที่ = 0.6550			(SEC/OS) _{Sensitivity Analysis} เมื่อให้ (PV/RC) ³ คงที่ = 10.3353 และ (OS/PV) ³ คงที่ = 6.6925		
		ช่วงค่าความผิดพลาดที่ ±10% ของดัชนี (PV/OPC) _{Sensitivity Analysis}			ช่วงค่าความผิดพลาดที่ ±10% ของดัชนี (SEC/RC) _{Sensitivity Analysis}			ช่วงค่าความผิดพลาดที่ ±10% ของดัชนี (SEC/OS) _{Sensitivity Analysis}		
		ค่าประมาณ	ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด	ค่าประมาณ	ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด	ค่าประมาณ	ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด
ค่าเริ่มต้น	0.0884	0.8864	0.7978	0.9750	1.3775	1.2397	1.5152	0.3542	0.3188	0.3896
เพิ่ม 4%	0.0919	0.9247	0.8323	1.0172	1.4317	1.2885	1.5749	0.3658	0.3292	0.4024
เพิ่ม 8%	0.0955	0.9642	0.8678	1.0606	1.4873	1.3386	1.6360	0.3778	0.3400	0.4156
เพิ่ม 12%	0.0990	1.0026	0.9023	1.1029	1.5415	1.3874	1.6957	0.3894	0.3505	0.4284



รูปที่ 5 กราฟของดัชนีการคำนวณค่าแบบผกผัน และค่าของดัชนีจากสมการถดถอยที่ใช้วิเคราะห์ความไว



รูปที่ 6 ผลลัพธ์ของโครงสร้างเครือข่ายผลดำเนินงานที่ 1 เมื่อตั้งเป้าดัชนี (PV/DMC)_{New Target} เท่ากับ 0.0884

ถ้าองค์กรต้องการตั้งเป้าที่ค่าอื่น สามารถประยุกต์ใช้วิธีการประมาณค่าในช่วงเสมือนพหุนามเชิงเส้น (ภาคผนวก ง) ประมาณค่าฟังก์ชันในแต่ละช่วงข้อมูล เพื่อใช้ในการหาค่าที่ต้องการที่เกิดจากการตั้งเป้าได้ โดยขอยกตัวอย่างสมการเครือข่ายผลการดำเนินงานในระดับปฏิบัติการที่ 1 เมื่อต้องการตั้งเป้าดัชนี (PV/DMC)_{New Target} เท่ากับ 0.0897 โดยกำหนดให้ดัชนี (OPC/DMC) ลงที่ ที่ค่า 0.1014 ค่าดัชนี (PV/OPC)_{New Target} สามารถหาได้จากสมการ

$$(PV/OPC)_{New Target} = \frac{(PV/DMC)_{New Target} - 0.01057}{0.087805} \quad (1)$$

แทนค่า ดัชนี (PV/DMC)_{New Target} เท่ากับ 0.0897 ในสมการที่ (1)

$$(PV/OPC)_{New Target} = \frac{0.0897 - 0.01057}{0.087805} = 0.9012$$

ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าเมื่อต้องการตั้งเป้าดัชนี (PV/DMC)_{New Target}

เท่ากับ 0.0897 โดยกำหนดให้ดัชนี (OPC/DMC) ลงที่ ที่ค่าเฉลี่ย 0.1014 ค่าดัชนี (PV/OPC)_{New Target} ต้องมีค่าเท่ากับ 0.9012 เพราะฉะนั้นจึงต้องมีการวางแผนการทำงาน ที่ส่งผลต่อมูลค่าการผลิตและค่าใช้จ่ายอื่นๆในการผลิต เพื่อควบคุมให้ค่าของดัชนี (PV/OPC)_{New Target} เท่ากับ 0.8413 ที่ส่งผลไปยังดัชนี (PV/DMC)_{New Target} ที่ตั้งเป้าไว้ที่ 0.0897 ได้ตามที่ต้องการ

5. การวิจารณ์

จากการประยุกต์ใช้เครือข่ายผลการดำเนินงาน เพื่อการตั้งเป้า ซึ่งสมการที่ได้จากเครือข่ายผลการดำเนินงาน สามารถนำไปช่วยในเรื่องของการกระจายเป้าหมายในดัชนีระดับปฏิบัติการต่างๆ และยังช่วยในเรื่องของการตรวจสอบดัชนีเป้าหมาย เมื่อกำหนดค่าดัชนีในระดับปฏิบัติการได้ ดังนั้นกล่าวได้ว่า ดัชนีเป้าหมายและดัชนีในระดับปฏิบัติการมีอิทธิพลต่อกัน สามารถตรวจสอบได้ทั้งแบบไปข้างหน้าและย้อนกลับได้ อย่างไรก็ตาม การนำเครือข่ายผลการดำเนินงานที่สร้างมานี้ นั้น ควรจะต้องมีการปรับปรุงเปลี่ยนแปลงเครือข่ายผลการดำเนินงานเป็นระยะๆ เนื่องจากองค์กรอาจมีนโยบายหรือวัตถุประสงค์เปลี่ยนแปลงไปจากเดิม และดัชนีชี้วัดผลการดำเนินงานอาจมีเพิ่มขึ้นหรือลดลงได้

จากการสัมภาษณ์เพื่อนำเสนอผลงานวิจัยต่อผู้บริหารระดับสูง และในระดับการผลิต พบว่า ประโยชน์ที่ได้จากการประยุกต์ใช้เครือข่ายผลการดำเนินงานเพื่อการตั้งเป้าคือ เป็นวิธีการที่มีหลักการและกฎเกณฑ์ ซึ่งสามารถตรวจสอบผลได้ มีผลลัพธ์ที่เป็นรูปธรรมสามารถนำมาใช้ควบคุมการพัฒนาฐานข้อมูล ซึ่งองค์กรได้มีการลงทุนอย่างสูงในอดีตที่ผ่านมาทั้งระบบฐานข้อมูล และระบบเอกสารเพื่อรวบรวมข้อมูลต่างๆ และเป็นการช่วยอธิบายและการสื่อสารถึงเหตุและผลที่เกิดจากการตั้งเป้าได้ นอกจากนี้ ผลที่ได้จากการตั้งเป้าสามารถนำไปใช้เป็นแนวทางในการบริหารจัดการและประเมินผลในแต่ละแผนภายในองค์กร เพื่อที่องค์กร

สามารถนำไปวางแผนการดำเนินงานในส่วนต่างๆ ในระดับปฏิบัติการได้ ส่งผลให้องค์กรมีความเข้มแข็งในการแข่งขันเพิ่มขึ้น ส่วนข้อจำกัดคือ ข้อมูลไม่พร้อมคือ ไม่มีข้อมูลที่ทันสมัยและถูกต้องจะทำให้การตั้งเป้าด้วยวิธีนี้เกิดขึ้นไม่ได้ นอกจากนี้ ดัชนีเป้าหมายสามารถเปลี่ยนแปลงได้ตลอดเวลา และองค์กรยังไม่แน่ใจในความสามารถเรื่องการบริหารในเชิงปริมาณของทีมผู้บริหารทั้งหมด เนื่องจากวัฒนธรรมขององค์กรไม่นิยมการพิจารณาตัวเลข

6. การทำวิจัยในอนาคต

การทำวิจัยในอนาคต สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการหาความสัมพันธ์ตามเกณฑ์การวัดของ Harper เปรียบเทียบความสัมพันธ์ตามเกณฑ์การวัดของ Sink (Sink and Tuttle, 1989) หรือเปรียบเทียบกับ Balanced Scorecard (Kaplan and Norton, 1996) นอกจากนี้แล้ว ควรทำการศึกษาเพิ่มเติม ในเรื่องของปัจจัยที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของค่าสัมประสิทธิ์ที่สะท้อนถึงความสำคัญดัชนีภายในองค์กร กับแนวโน้มของดัชนีภายนอกองค์กร และศึกษาข้อมูลในอดีตในเรื่องของค่าสัมประสิทธิ์ที่มีอิทธิพลต่อผลการดำเนินงาน กับการศึกษาของดัชนีที่ผู้บริหารว่าเป็นไปในทิศทางเดียวกันหรือไม่ เพิ่มเติมอีกด้วย

7. บทสรุป

งานวิจัยนี้ ได้ให้สารสนเทศที่เป็นประโยชน์และสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการวางแผนการตั้งเป้าคือ เมื่อองค์กรตั้งเป้าให้กับดัชนีเป้าหมายที่องค์กรต้องการ จะส่งผลให้สามารถทราบค่าดัชนีในระดับปฏิบัติการต่างๆ ได้ ดังนั้นเมื่อองค์กรทราบค่าดัชนีในระดับปฏิบัติการที่ส่งผลให้ได้ค่าดัชนีเป้าหมายตามที่ตั้งเป้าไว้ ทำให้องค์กรสามารถบริหารจัดการวางแผนในการทำงาน ที่จะส่งผลต่อดัชนีในระดับปฏิบัติการ จากนั้นสามารถนำข้อมูลการวางแผนการทำงานที่ได้ไปสื่อสารกับพนักงานให้สามารถปฏิบัติงานตามที่ต้องการต้องการ เพื่อควบคุมให้ได้ค่าดัชนีเป้าหมายตามที่องค์กรตั้งเป้าไว้ เช่น เมื่อต้องการตั้งเป้า ดัชนีเป้าหมายด้านผลผลิตในรูปแบบอัตราส่วนของมูลค่าการผลิตต่อค่าใช้จ่ายวัสดุโดยตรงเพิ่มขึ้น 8% จะได้ดัชนีในระดับปฏิบัติการที่ 1 เช่น มูลค่าการผลิตต่อค่าใช้จ่ายอื่นๆ ในการผลิตอยู่ในช่วงระหว่าง 0.8705 ถึง 1.0639 และดัชนีในระดับปฏิบัติการที่ 2 เช่น ค่าไฟฟ้าที่จ่ายไปโดยไม่เกิดผลผลิตต่อค่าใช้จ่ายในการทำงานซ้ำอยู่ในช่วงระหว่าง 1.3517 ถึง 1.6520 เป็นต้น ซึ่งการตั้งเป้าหมายนี้เป็นสิ่งที่สามารถนำไปใช้สนับสนุนการทำงานในองค์กร ให้มีความเข้มแข็งพร้อมที่จะแข่งขันกับองค์กรอื่นๆ ได้ นอกจากนี้ การที่องค์กรได้มีการวัดและการบริหารจัดการโดยอาศัยข้อมูลเชิงปริมาณ สร้างเครือข่ายผลการดำเนินงานหาความสัมพันธ์เพื่อการตั้งเป้า ทำให้เห็นได้ว่าองค์กรมีความพร้อมที่มุ่งสู่การวางแผนและพัฒนากระบวนการขององค์กร ให้เกิดความก้าวหน้าได้อย่างต่อเนื่อง

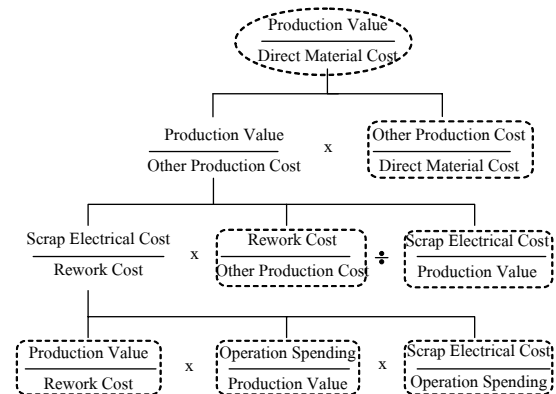
อย่างไรก็ตาม การตั้งเป้าหมายมีความซับซ้อน ดังนั้นควรทำการศึกษารอบรอบเพื่อให้เกิดความเข้าใจอย่างแท้จริง

เอกสารอ้างอิง

- [1] กนกวรรณ กิ่งผุง และ ก้องกิติ พุสวัสด์, “การศึกษาและพัฒนาความสัมพันธ์ของคุณภาพชีวิตในการทำงาน ผลผลิตภาพ และความสามารถในการทำกำไร” วิศวกรรมสาร ฉบับวิจัยและพัฒนา ฉบับที่ 4 ปีที่ 16 พ.ศ. 2548 หน้า 54-63
- [2] กลยา วานิชย์บัญชา, “การวิเคราะห์สถิติ: สถิติเพื่อการตัดสินใจ” พิมพ์ครั้งที่ 5 พ.ศ. 2544, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ
- [3] ทรงศิริ แด่สมบัติ, “การวิเคราะห์การถดถอย” พิมพ์ครั้งที่ 3 พ.ศ. 2548, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ
- [4] สำนักงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม, “ภาวะเศรษฐกิจอุตสาหกรรมภาครวม” รายงานภาวะอุตสาหกรรมไตรมาสที่ 4 ปี 2548. แหล่งที่มา: http://www.oie.co.th/industrystatus1/r_OctDec48/r_OctDec48.html Nov 17, 2006.
- [5] A. Halachmi, “Performance measurement and government productivity”, Work Study, Vol. 51, No. 2, 2002, pp. 63-73.
- [6] Anonymous, “Setting Targets for Measures used in Performance Management System”, 2GC Active Management, 2003, Available Source: www.2gc.co.uk/pdf/2GC-MB0603, May 5, 2007.
- [7] Anonymous, “Information Sheet – Target”, Target Setting Guide, 2004, Available Source: <http://worcestershire.whub.org.uk/home/cs-chief-exec-target-setting-guide>, May 5, 2007.
- [8] D. Sink, “Productivity Management: Planning, Measurement and Evaluation, Control and Improvement”, 1985, John Wiley & Sons, Inc., Canada.
- [9] D. Sink and G. Smith, “Reclaiming Process Measurement”, Process Measurement, 1999, Available Source: <http://solutions.iienet.org>, Dec. 4, 2006.
- [10] D. Sink and T. Tuttle, “Planning and Measurement in Your Organization of the Future”, 1989, Industrial Engineering and Management Press Institution of Industrial Engineer, United States of America.
- [11] D.C. Montgomery, E.A. Peck and G.G. Vining, “Introduction to Linear Regression Analysis”, 2001, John Wiley & Sons, New York.
- [12] E. Tapinos, R.G. Dyson and M. Meadows, “The impact of performance measurement in strategic planning”, International Journal of Productivity and Performance Management, Vol. 54, No. 5/6, 2005, pp. 370-384.

- [13] F.D.A. Toni, A. Fornasier, M. Montagner, and F. Nonino, "A performance measurement system for facility management: The case study of a medical service authority", International Journal of Productivity and Performance Management, Vol. 56, No. 5/6, 2007, pp. 417-435.
- [14] H. Kurstedt, "Management Systems Theory, Applications, and Design", 1992, Course Lectures for ISE 4015, Department of Industrial and Systems Engineering at Virginia Tech.
- [15] J. Harper, "Measuring Business Performance: A Manager's Guide", 1984, Gower Publ. Co. Ltd., Brookfield, Vermont.
- [16] L. Elden and L. Wittmeyer, "Numerical Analysis an Introduction", 1939, Harcourt Brace Jovanovich, United States America
- [17] P. Helo, "Managing agility and productivity in the electronics industry", Industrial Management & Data System, Vol. 104, No. 7, 2004, pp. 567-577.
- [18] P. Saengchote and K. Phusavat, "Applying the performance network concept for productivity measurement: case application at one electronic manufacturing plant in Thailand¹", Engineering and Technology, Vol. 3, No. 1, 2006, pp. 67-85.
- [19] R.J. Freund and W.J. Wilson, "Regression Analysis: Statistical Modeling of a Response Variable", 1998, n.p., United States America.
- [20] R.S. Kaplan and D.P. Norton, "The Balanced Scorecard", 1996, President and Fellows of Harvard College, United States of America.
- [21] T.C. Stansfield and C.O. Longenecker, "The Effects of Goal Setting and Feedback on Manufacturing Productivity : a Field Experiment", International Journal of Productivity and Performance Management, Vol. 55, No. 3/4, 2006, pp. 346-358.
- [22] Wikipedia, "Linear Spline interpolation", Spline interpolation. 2007, Available Source: <http://Spline interpolation>, May 2, 2007.
- [23] W.K. Hoehn, "Managing organizational performance: Linking the balanced scorecard to a process improvement technique", 2004, Technical Report, Raytheon Systems Co., Tucson, Arizona, USA.

ภาคผนวก ก เครือข่ายผลการดำเนินงาน

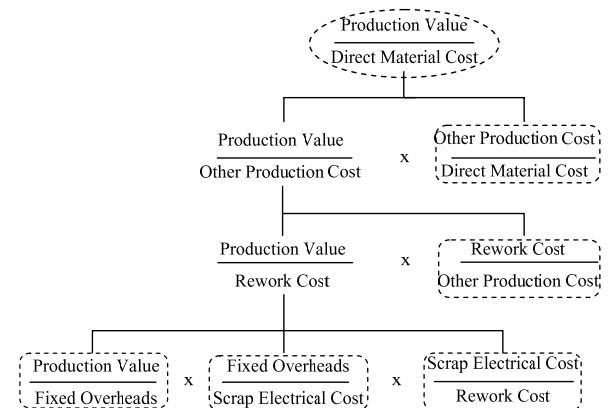


PN.1: Production Value/Direct Material Cost = f (Production Value/Rework Cost, Operation Spending/Production Value, Scrap Electrical Cost/Operation Spending, Rework Cost/Other Production Cost, Scrap Electrical Cost/Production Value, Other Production Cost/Direct Material Cost)

$$PV/DMC = 0.140 - 0.0149(OS/PV) - 0.239(OPC/DMC) \quad (2)$$

$$R_a^2 = 87.8\%$$

รูปผนวกที่ ก1 เครือข่ายผลการดำเนินงานและสมการถดถอยของเครือข่ายที่ 1

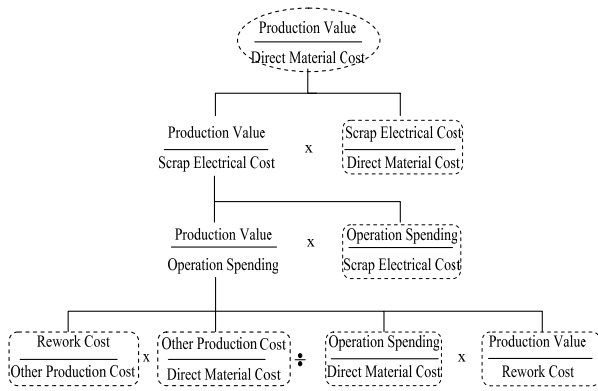


PN.2: Production Value/Direct Material Cost = f (Production Value/Fixed Overheads, Fixed Overheads/Scrap Electrical Cost, Scrap Electrical Cost/Rework Cost, Rework Cost/Other Production Cost, Other Production Cost/Direct Material Cost)

$$PV/DMC = 0.0987 + 0.0187(PV/FO) - 0.329(OPC/DMC) \quad (3)$$

$$R_a^2 = 86.6\%$$

รูปผนวกที่ ก2 เครือข่ายผลการดำเนินงานและสมการถดถอยของเครือข่ายที่ 2

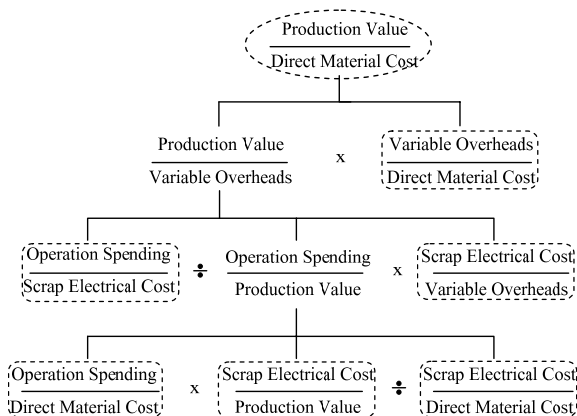


PN.3: Production Value/Direct Material Cost = f(Rework Cost/Other Production Cost, Other Production Cost/Direct Material Cost, Operation Spending/Direct Material Cost, Production Value/Rework Cost, Operation Spending/Scrap Electrical Cost, Scrap Electrical Cost/Direct Material Cost)

$$PV/DMC = 0.151 - 0.452(OPC/DMC) - 0.300(SEC/DMC) \quad (4)$$

$$R_a^2 = 86.2\%$$

รูปผนวกที่ ก3 เครื่องช่วยผลการดำเนินงานและสมการถดถอยของ
เครือข่ายที่ 3

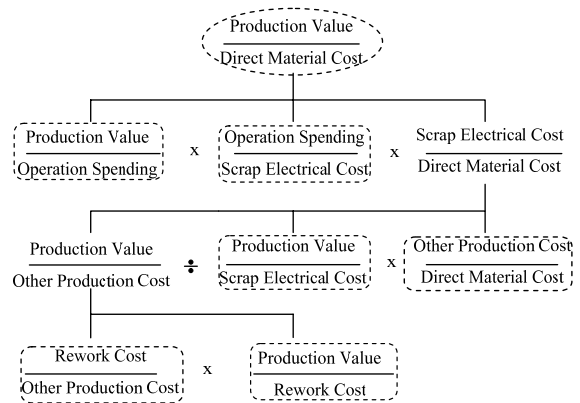


PN.4: Production Value/Direct Material Cost = f(Operation Spending/Direct Material Cost, Scrap Electrical Cost/Production Value, Scrap Electrical Cost/Direct Material Cost, Operation Spending/Scrap Electrical Cost, Scrap Electrical Cost/Variable Overheads, Variable Overheads/Direct Material Cost)

$$PV/DMC = 0.0951 - 0.0487(SEC/PV) + 0.0331(SEC/VO) \quad (5)$$

$$R_a^2 = 77.7\%$$

รูปผนวกที่ ก4 เครื่องช่วยผลการดำเนินงานและสมการถดถอยของ
เครือข่ายที่ 4



PN.5: Production Value/Direct Material Cost = f(Rework Cost/Other Production Cost, Production Value/Rework Cost, Production Value/Scrap Electrical Cost, Other Production Cost/Direct Material Cost, Production Value/Operation Spending, Operation Spending/Scrap Electrical Cost)

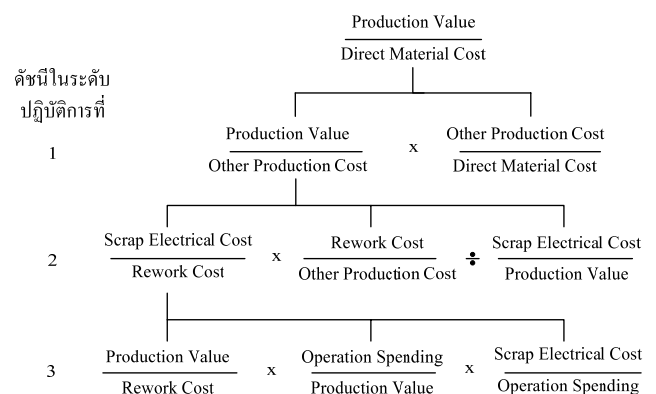
$$PV/DMC = 0.0906 + 0.0437(PV/OS) - 0.267(OPC/DMC) \quad (6)$$

$$R_a^2 = 86.5\%$$

รูปผนวกที่ ก5 เครื่องช่วยผลการดำเนินงานและสมการถดถอยของ
เครือข่ายที่ 5

ภาคผนวก ข การวิเคราะห์การถดถอยในแต่ละระดับ

การวิเคราะห์การถดถอยในแต่ละระดับ ของเครือข่ายผลการดำเนินงานที่ 1 โดยมีทั้งหมด 3 ระดับแสดงดังรูปผนวกที่ ข1



รูปผนวกที่ ข1 เครื่องช่วยผลการดำเนินงานที่ 1 ประกอบด้วย 3 ระดับ

ตารางผนวกที่ ข1 สรุปความสัมพันธ์ของเครือข่ายผลการดำเนินงานที่ 1 ในแต่ละระดับ

เครือข่ายผลการดำเนินงานระดับที่	ตัวแปรตาม	ตัวแปรอิสระ	ความสัมพันธ์ซึ่งกันและกันระหว่างตัวแปรอิสระกับตัวแปรตาม
1	PV/DMC PV/OPC OPC/DMC	PV/OPC, OPC/DMC PV/DMC, OPC/DMC PV/DMC, PV/OPC	มีความสัมพันธ์กัน
2	PV/OPC SEC/RC RC/OPC SEC/PV	SEC/RC, RC/OPC, SEC/PV PV/OPC, RC/OPC, SEC/PV PV/OPC, SEC/RC, SEC/PV PV/OPC, SEC/RC, RC/OPC	มีความสัมพันธ์กัน
3	SEC/RC (PV/RC) ³ (OS/PV) ³ SEC/OS	(PV/RC) ³ , (OS/PV) ³ , SEC/OS SEC/RC, (OS/PV) ³ , SEC/OS SEC/RC, (PV/RC) ³ , SEC/OS SEC/RC, (PV/RC) ³ , (OS/PV) ³	มีความสัมพันธ์กัน

ภาคผนวก ค การทำนายค่าแบบผกผัน (Inverses Predictor)

การทำนายค่าแบบผกผัน (Freund and Wilson, 1998) จากรูปแบบสมการการถดถอย

$$\hat{Y}_{y|x} = \hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1 X \quad (7)$$

แก้สมการหาค่า X

$$X = \frac{\hat{Y}_{y|x} - \hat{\beta}_0}{\hat{\beta}_1} \quad (8)$$

เมื่อมีค่า $\hat{Y}_{y|x}$ ที่ต้องการและต้องการจะประมาณค่า X จากค่า $\hat{Y}_{y|x(new)}$ ค่าที่ได้เรียกว่า $\hat{X}_{(new)}$ สามารถหาค่า $\hat{X}_{(new)}$ นี้จากสมการ

$$\hat{X}_{(new)} = \frac{\hat{Y}_{y|x(new)} - \hat{\beta}_0}{\hat{\beta}_1} \quad (9)$$

ช่วงความเชื่อมั่นที่ 95% ค่า $\hat{X}_{(new)}$ คือ

$$\hat{X}_{(new)} \pm t_{\frac{\alpha}{2}, n-k-1} S_{(\hat{X})new} \quad (10)$$

เมื่อ

$$S^2_{(\hat{X})new} = \frac{MSE}{\hat{\beta}_1^2} \left[1 + \frac{1}{n} + \frac{(\hat{X}_{(new)} - \bar{X})^2}{\sum (X_i - \bar{X})^2} \right] \quad (11)$$

ภาคผนวก ง การประมาณค่าในช่วงเสมือนพหุนามเชิงเส้นตรง (Linear Spline Interpolation)

การประมาณค่าในช่วงเสมือนพหุนามเชิงเส้นตรง (Wikipedia, 2007) เป็นรูปแบบที่ใช้พหุนามดีกรีต่ำประมาณค่าฟังก์ชันในแต่ละช่วงข้อมูลโดยเป็นฟังก์ชันเชิงเส้นที่เชื่อมจุด 2 จุด ที่อยู่ติดกัน กำหนดให้ $x_0 < x_1 < \dots < x_{n-1} < x_n$ เมื่อจุดเชื่อมมี $n+1$ ค่า Y_i จะหาได้จาก Spline function ของระดับ n

$$S(x) = \begin{cases} S_0(x) & x \in [x_0, x_1] \\ S_1(x) & x \in [x_1, x_2] \\ \vdots & \vdots \\ S_{n+1}(x) & x \in [x_{n-1}, x_n] \end{cases} \quad (12)$$

พีชคณิตของฟังก์ชันเชิงเส้นตรงในแต่ละ S_i คือ

$$S_i(x_i) = y_i + \frac{y_{i+1} - y_i}{x_{i+1} - x_i} (x - x_i) \quad (13)$$

Spline จะต้องมีความต่อเนื่องที่ข้อมูลแต่ละจุดนั้นคือ

$$S_i(x_i) = S_{i+1}(x_i) \quad ; i = 1, 2, \dots, n-1 \quad (14)$$