

กระบวนการสนับสนุนการตัดสินใจในการนำชิ้นส่วนยานยนต์ ไปใช้ใหม่หลังหมดอายุการใช้งาน: กรณีศึกษาอุตสาหกรรมยางรถยนต์ Decision Support Methodology for Recycling End of Life Parts of Vehicles: A Case Study of Automobile Tyre In

อรรถกร เก่งพล^{1*} และ ชิตารัตน์ สลักคำ²

บทคัดย่อ

งานวิจัยฉบับนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบกระบวนการสนับสนุนการตัดสินใจที่สามารถประเมินหลักเกณฑ์และการตัดสินใจเลือกแนวทางการนำยางรถยนต์มาใช้ใหม่หลังหมดอายุการใช้งาน โดยใช้เทคนิคการแปลงหน้าที่ทางคุณภาพผลิตภัณฑ์ทางด้านสิ่งแวดล้อม (Quality Function Deployment for Environment: QFDE) เพื่อหาปัจจัยหลักที่มีผลต่อการตัดสินใจ และวิธีกระบวนการวิเคราะห์เชิงลำดับชั้น (Analytic Hierarchy Process: AHP) เพื่อหาระดับความสำคัญของแต่ละปัจจัยและประเมินการตัดสินใจด้วยการวิเคราะห์วิธีทฤษฎีคุณลักษณะอรรถประโยชน์หลายทาง (Multi - Attribute Utility Theory: MAUT) และวิศวกรรมคุณค่า (Value Engineering: VE) กรณีศึกษาในงานวิจัยนี้เป็นบริษัทขนาดกลางและผู้มีอำนาจตัดสินใจในโครงการนี้เป็นพนักงานบริษัทที่มีความเชี่ยวชาญและมีส่วนที่เกี่ยวข้องที่จะพิจารณาโดยตรง จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลที่แสดงในงานวิจัยนี้แสดงให้เห็นว่า ผลิตภัณฑ์ยางธรรมชาติผสม

ยางรีไซเคิล 35% เป็นแนวทางในการออกแบบการตัดสินใจที่ดีที่สุดด้วยค่าระดับความสำคัญเท่ากับ 0.6271 ค่าฟังก์ชันอรรถประโยชน์เท่ากับ 1 และค่าดัชนีวิศวกรรมคุณค่าเท่ากับ 34.72

คำสำคัญ: เทคนิคการแปลงหน้าที่ทางคุณภาพผลิตภัณฑ์ทางด้านสิ่งแวดล้อม กระบวนการวิเคราะห์เชิงลำดับชั้น ทฤษฎีคุณลักษณะอรรถประโยชน์หลายทาง วิศวกรรมคุณค่า

Abstract

The objectives of this research are to design a decision support methodology that is able to evaluate criteria and guide on recycle end of life tyre of vehicles. The research applies Quality Function Deployment for Environment (QFDE), Analytic Hierarchy Process (AHP), Multi - Attribute Utility Theory (MAUT) and Value Engineering

¹ รองศาสตราจารย์ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

² นักศึกษา ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

* ผู้นิพนธ์ประสานงาน โทรศัพท์ 0-2913-2500 ต่อ 8529 E-mail: athakron@kmutnb.ac.th

(VE), in order to evaluate decision on recycle end of life type of vehicles which are tested with a small and Medium Enterprise (SMEs) company in according to high experience expert in its field. The results have shown that the rubber mixed with 35% reclaimed rubber is the most optimum with the weighting of 0.6271, MAUT is equal to 1 and VE is equal to 34.72.

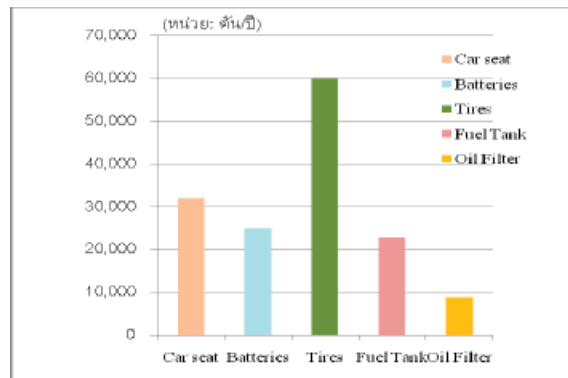
Keywords: Quality Function Deployment for Environment, Analytic Hierarchy Process, Multi - Attribute Utility Theory, Value Engineering

1. บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

ประเทศไทยเป็นผู้ผลิตยางธรรมชาติอันดับหนึ่งของโลกหรือประมาณร้อยละ 34.5 ของผลผลิตโลก โดยในปี 2550 มีการผลิตประมาณ 4.48 ล้านตัน ยางธรรมชาติส่วนใหญ่มีการส่งออกร้อยละ 90 และส่วนที่เหลือเป็นการจำหน่ายในประเทศ [1]

โดยทั่วไปอายุการใช้งานของยางรถยนต์จะขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่าง แม้ว่าโดยปกติจะมีการแนะนำให้เปลี่ยนยางรถยนต์ทุกๆ 2 ถึง 3 ปี หรือเมื่อขับขึ้นครบ 50,000 กิโลเมตร [2] แต่อายุการใช้งานจะขึ้นอยู่กับประเภทของยาง การดูแลรักษา และที่สำคัญที่สุดคือ พฤติกรรมการขับขี่ และจากดัชนีผลผลิตอุตสาหกรรมของธนาคารแห่งประเทศไทยและจากรายงานของสำนักเศรษฐกิจอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม [3] พบว่า ในปี 2550 ที่ผ่านมา ประเทศไทยมีโรงงานผลิตยางนอกรถยนต์ทั้งหมด 5 แห่ง รวมผลผลิตปีละประมาณ 9.5 ล้านเส้น คิดเป็นมูลค่าประมาณ 10,000 ล้านบาท โดยจำหน่ายในประเทศประมาณ 88% นอกจากนี้ ยังมีการผลิตยางทั้งรถบรรทุก รถโดยสาร จักรยานยนต์ และจักรยาน ซึ่งต่างมีปริมาณการผลิตในระดับเดียวกันกับปริมาณการผลิตยางของแต่ละประเภท รวมไปถึง



รูปที่ 1 แสดงปริมาณการทิ้งซากชิ้นส่วนรถยนต์ [2]

ยางหล่อตอก อีกเป็นจำนวนมาก

สิ่งที่เป็นผลตามมาจากการบริโภคยางในปริมาณมหาศาลของประเทศคือ การจัดการยางเก่าที่ใช้แล้ว ซึ่งคาดการณ์ว่า มีอัตราเฉลี่ยที่ปีละกว่า 85,000 ตัน โดยในประเทศไทยได้มีการนำยางเก่ากลับไปใช้ประโยชน์เพียงปีละประมาณ 25,000 ตัน เท่านั้น หมายถึงปริมาณที่เหลืออีก 60,000 ตัน [2] แสดงดังรูปที่ 1 จะถูกนำไปทิ้งในที่ต่างๆ อันนำไปสู่ปัญหาทางด้านสิ่งแวดล้อม เช่น การเผาทำลายยางต่างๆ โดยปราศจากความรู้ และความเข้าใจถึงมลพิษที่จะเกิดขึ้น และปัญหาด้านสุขภาพ เช่น ยางเก่าที่เปื่อยขึ้นจะกลายเป็นแหล่งเพาะพันธุ์ยุงหรือเป็นที่อาศัยของสัตว์มีพิษ

จากปัญหาดังกล่าวทำให้ในปัจจุบันได้มีการกำหนดมาตรฐานที่ว่าด้วยเรื่อง มาตรฐานการจัดระเบียบซากยานยนต์ที่หมดอายุ (End of Life Vehicles: ELV) ซึ่งประกาศใช้ในประเทศแถบยุโรปอย่างเป็นทางการเมื่อวันที่ 18 กันยายน 2543 และมีผลบังคับใช้ไปแล้วตั้งแต่วันที่ 1 กรกฎาคม 2546 รวมถึงประเทศญี่ปุ่นได้ดำเนินการแล้ว ซึ่งระเบียบนี้ครอบคลุมรถใหม่และรถที่หมดอายุแล้ว โดยกำหนดให้ใช้วัสดุที่เป็นพิษต่อสิ่งแวดล้อมให้น้อยที่สุด รวมถึงกำหนดให้มีการบำบัดซากยานยนต์อย่างถูกวิธี

และนำชิ้นส่วนยานยนต์กลับมาใช้ประโยชน์โดย การใช้ซ้ำ (Reuse) การรีไซเคิล (Recycling) และการทิ้งทรัพยากรกลับคืน (Recovery) ให้ได้ตามสัดส่วนที่กำหนด [4]

สำหรับแนวโน้มมาตรฐาน ELV ในประเทศไทย แม้ไม่ได้มีการบังคับใช้ และมีการดำเนินการซากรถเก่าที่มีอยู่ในปัจจุบันโดยร้านค้าซากรถหรือร้านค้าคัดแยก แต่เนื่องจากปริมาณการใช้รถยนต์ที่เพิ่มขึ้น การจัดการซากรถจะต้องกลายเป็นปัญหาของประเทศ ไทยในไม่ช้า อีกทั้งผู้ประกอบการค้าซากรถไม่ได้คำนึง ถึงการจัดการมลพิษ หรือสารอันตรายต่างๆ ที่ต้อง มีมาพร้อมกับกิจกรรมการคัดแยก หรือแยกชิ้นส่วน ผู้วิจัยจึงได้เห็นถึงความจำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องพิจารณา ถึงการตัดสินใจเลือกแนวทางในการนำซากรถยนต์ ที่หมดอายุการใช้งานนำกลับมาใช้ใหม่ โดยพิจารณา ถึงความต้องการของลูกค้าด้านสิ่งแวดล้อมให้ครอบคลุม ตลอดทั้งวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์ การคำนึงถึง มาตรการ ELV มาประยุกต์ใช้

1.2 ขอบเขตการวิจัย

1.2.1 ศึกษามาตรฐานการจัดระเบียบซากยานยนต์ ที่หมดอายุการใช้งาน (End-of-Life Vehicles: ELV) ของสหภาพยุโรป ประเทศญี่ปุ่น จากเอกสาร และแหล่ง ข้อมูลต่างๆ

1.2.2 ศึกษากระบวนการสนับสนุนการตัดสินใจ การรีไซเคิลชิ้นส่วนยานยนต์

1.2.3 ศึกษาปัญหาและผลกระทบทางด้านสิ่งแวดล้อมในอุตสาหกรรมยานยนต์

1.3 วัตถุประสงค์การวิจัย

เพื่อสร้างกระบวนการการตัดสินใจในการรีไซเคิล ของชิ้นส่วนยานยนต์ที่หมดอายุในประเทศไทยบน พื้นฐานระบบ ELV

2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 เทคนิคการแปลงหน้าที่ทางคุณภาพผลิตภัณฑ์ทางด้านสิ่งแวดล้อม (Quality Function Deployment for Environment: QFDE)

การแปลงหน้าที่ทางคุณภาพผลิตภัณฑ์ทางด้าน สิ่งแวดล้อม (QFDE) เป็นเทคนิควิธีหนึ่งที่จะช่วยให้นักออกแบบผลิตภัณฑ์เพื่อสิ่งแวดล้อม (Eco Design) โดยนำความต้องการด้านสิ่งแวดล้อมมาแปลงความสัมพันธ์เป็นข้อมูลเชิงเทคนิควิศวกรรมในระดับแนวคิด (Conceptual Design Phase) เพื่อช่วยค้นหาความต้องการของลูกค้า มีปัจจัยหลักในการสร้างความพึงพอใจในผลิตภัณฑ์ทางด้านสิ่งแวดล้อม และทีมออกแบบสามารถเชื่อมโยงเข้าสู่เทคนิควิธี คุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ในการออกแบบเชิงวิศวกรรมได้ [5]

2.2 กระบวนการวิเคราะห์เชิงลำดับชั้น (Analytic Hierarchy Process: AHP)

กระบวนการตัดสินใจที่มีเหตุผลในปัญหาที่มีหลายปัจจัย โดยใช้วิธีจับคู่เปรียบเทียบทีละคู่ เพื่อเรียงลำดับความสำคัญและน้ำหนักให้กับทางเลือกที่เป็นคำตอบของปัญหาในการวิเคราะห์จะทำเชิงลำดับชั้น ใช้วิธีให้น้ำหนักในแต่ละส่วนย่อยของแต่ละลำดับชั้นเปรียบเทียบกัน โดยใช้หลักเกณฑ์ขั้นสูงกว่าเป็น การตัดสินใจ การคำนวณจะแปลงน้ำหนักที่ให้เข้าสู่ทางเลือกแต่ละคู่ในรูปเมทริกซ์ (Pairwise Comparison Matrix) แล้วทำการคำนวณตามขั้นตอน ในขั้นสุดท้ายจะได้เวกเตอร์ผลรวมของน้ำหนักทั้งหมดในโมเดลที่ส่งผลต่อเป้าหมายสูงสุด เทคนิค AHP ช่วยผู้ทำหน้าที่ตัดสินใจอธิบายระดับความสำคัญหรือค่าน้ำหนัก ที่มาจากการกำหนดทิศทางอย่างไม่มีหลักเกณฑ์ได้ [6]

2.3 ทฤษฎีคุณลักษณะอรรถประโยชน์หลายทาง (Multi - Attribute Utility Theory: MAUT)

ทฤษฎีคุณลักษณะอรรถประโยชน์หลายทาง (Multi-Attribute Utility Theory: MAUT) เป็นวิธีการตัดสินใจ ทางเลือกที่มีอยู่อย่างจำกัดและแน่นอนโดยการกำหนด

อรรถประโยชน์ (Utility) หรือความชอบให้กับคุณลักษณะ (Attribute) หรือเกณฑ์ (Criteria) ในแต่ละทางเลือก ทางเลือกที่ให้ค่าอรรถประโยชน์โดยรวมสูงสุด (Maximum Overall Utility) จะเป็นทางเลือกที่ดีที่สุด [7]

2.4 วิศวกรรมคุณค่า (Value Engineering: VE)

เทคนิคของวิศวกรรมคุณค่า (VE) เกิดขึ้นในช่วง ค.ศ. 1940 โดย ลอเรนซ์ ไมล์ วิศวกร บริษัท เจนเนอรัล อิเล็กทรอนิกส์ จำกัด เป็นเทคนิคที่ให้ความสำคัญกับการวิเคราะห์ถึงประโยชน์การใช้งานของผลิตภัณฑ์หรือบริการ เพื่อให้ได้มาซึ่งประโยชน์ในหน้าที่การงานที่จำเป็นด้วยต้นทุนที่ต่ำที่สุด แต่ยังสามารถสนองความพึงพอใจของลูกค้า หรือผู้ใช้งาน วิศวกรรมคุณค่าจึงเป็นเทคนิคที่ช่วยให้ผลิตภัณฑ์หรือบริการมีคุณค่า ขณะที่ต้นทุนการผลิตต่ำลง [8]

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง (Literature Review)

Prin et al. [9] ได้ทำการศึกษาระบวนการในการเลือกผลิตภัณฑ์ที่ระดับแนวคิด โดยศึกษาเรื่องพิมพ์ประยุกต์ใช้เทคนิคการแปลงหน้าที่ทางคุณภาพเพื่อสิ่งแวดล้อม (Quality Function Deployment for Environment: QFDE) เพื่อวิเคราะห์หาปัจจัยที่มีผลต่อการออกแบบผลิตภัณฑ์ดังนี้ ความสวยงาม ความสะดวก ประสิทธิภาพ ต้นทุน และผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม จากนั้นนำปัจจัยเหล่านี้ไปวิเคราะห์หาทางเลือกที่เหมาะสม โดยประยุกต์ใช้ AHP ได้ผลดังนี้ แนวคิดที่ 1 ค่าลำดับความสำคัญเท่ากับ 0.23 แนวคิดที่ 2: 0.32 แนวคิดที่ 3: 0.25 และแนวคิดที่ 4: 0.20 ดังนั้นแนวคิดที่ 2 เหมาะสมที่สุด เนื่องจากมีค่าลำดับความสำคัญสูงสุด

Rivera and Ertel [10] ได้ทำการศึกษาลักษณะที่หลากหลายของการจัดทำห่วงโซ่อุปทานระบบปิดเพื่อหาแหล่งเก็บรวบรวมซากรถยนต์ที่หมดอายุแล้ว (ELV) ในประเทศเม็กซิโก ปัญหาถูกจัดการผ่านลอจิสติกส์แบบย้อนกลับและรูปแบบปัญหาการขาดคุณสมบัติในการหาที่ตั้งกระบวนการแก้ปัญหาที่อาศัยโปรแกรม Simulation ได้นำเสนอและอธิบายระบบการจัดการ

ELV ในปัจจุบันและแนวโน้มที่จะเกิดขึ้นในอนาคตที่เม็กซิโก ผลลัพธ์หลักคือโครงสร้างของเครือข่ายแหล่งเก็บรวบรวมสามแหล่ง ซึ่งสอดคล้องกันที่โครงการที่สามารถเกิดขึ้นได้ 100%, 90% และ 75% ตามลำดับของขอบเขตแหล่งเก็บรวบรวม

Qian and Shoufeng [11] ได้ทำการศึกษการประเมินผลทางเลือกการก่อสร้างอาคารเพื่อสิ่งแวดล้อม (Green Construction Alternatives: GCA) โดยการประยุกต์ใช้วิธีวิศวกรรมคุณค่า (Value Engineering: VE) เพื่อวิเคราะห์ทางเลือกที่ดีที่สุดในการก่อสร้างอาคารเพื่อสิ่งแวดล้อม เนื่องจากมีค่า VE เท่ากับ 2.910 รองลงมาคือทางเลือกที่ 2 และ 3 ตามลำดับ โดยทางเลือกที่ 1 ใช้งบประมาณ 0.16 (ล้านบาท) ค่าใช้จ่ายประจำปี 10 ล้าน

ศตวรรษ [12] ประยุกต์ใช้ทฤษฎีอรรถประโยชน์ (Multi - Attribute Utility Theory: MAUT) พหุลักษณะในการจัดลำดับความสำคัญของรูปแบบโครงการอาหารกลางวันในโรงเรียนประถมศึกษา เปรียบเทียบอรรถประโยชน์ของการจัดโครงการอาหารกลางวันตามรูปแบบต่างๆ ในโรงเรียนประถมศึกษา รูปแบบของโครงการอาหารกลางวันที่น่าสนใจเรียงลำดับความสำคัญมี 5 รูปแบบ ประชากรคือ โรงเรียนประถมศึกษาสังกัดสำนักงานการศึกษาประถมศึกษาอำเภอเนินสง่า จังหวัดชัยภูมิ จำนวน 17 โรงเรียน รูปแบบโครงการอาหารกลางวันที่มีอรรถประโยชน์รวมสูงสุดคือแบบโรงเรียนจัดบริการเอง รองลงมาคือ แบบโรงเรียนจัดจ้างผู้ประกอบการอาหารโดยการกำกับของโรงเรียนแบบครัวกลาง แบบให้พ่อค้าแม่ค้าเข้ามาขาย และแบบให้นักเรียนนำอาหารมาที่บ้าน ตามลำดับ ผู้มีส่วนร่วมในกระบวนการ มีความคิดเห็นต่อเทคนิค

เอ็มเอยูที่ในด้านวิธีการปฏิบัติ ด้านผลการตัดสินใจของการเลือกรูปแบบโครงการอาหารกลางวัน และด้านความพึงพอใจ อยู่ในระดับมาก

3. วิธีการดำเนินการวิจัย

การวิจัยนี้ได้แบ่งขั้นตอนและวิธีการ ดังนี้

3.1 วิเคราะห์ความต้องการของลูกค้าในการหาปัจจัยหลักเพื่อเป็นแนวทางการออกแบบผลิตภัณฑ์ยางรถยนต์

จากการศึกษาสภาพปัญหาของยางรถยนต์ที่หมดอายุการใช้งานในปัจจุบันและแนวทางในการนำกลับมาใช้ใหม่โดยการวิเคราะห์ความต้องการของลูกค้าเพื่อหาปัจจัยหลักในการพิจารณาการออกแบบผลิตภัณฑ์ยางรถยนต์ โดยประยุกต์ใช้เทคนิคการกระจายหน้าที่เชิงคุณภาพทางด้านสิ่งแวดล้อมด้วยวิธีการระดมความคิดผู้เกี่ยวข้องของบริษัทกรณีศึกษาเกี่ยวกับแนวทางการออกแบบยางรถยนต์จำนวน 15 ท่าน เพื่อแปลงเสียงความต้องการลูกค้าไปยังคุณลักษณะทางวิศวกรรมทางด้านผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและพิจารณาเลือกปัจจัยหลักเสียงความต้องการจากลูกค้าของผลิตภัณฑ์ยางรถยนต์ตามหลักการพาเรโต 70:30

3.2 วิเคราะห์การตัดสินใจแนวทางการออกแบบโดยใช้กระบวนการวิเคราะห์เชิงลำดับชั้น

จากขั้นตอนที่ 3.2 นำปัจจัยหลักเสียงความต้องการจากลูกค้าของผลิตภัณฑ์ยางรถยนต์มาจัดลำดับความสำคัญเพื่อใช้เป็นตัวชี้วัดเชิงปริมาณที่เรียกว่า ค่าลำดับความสำคัญ (Priority Value) โดยทางเลือกที่ทำการศึกษา 3 ทางเลือกดังนี้

1. ผลิตภัณฑ์ยางรถยนต์ไม่ผสมยางรีไซเคิล
2. ผลิตภัณฑ์ยางรถยนต์ผสมยางรีไซเคิล 10%
3. ผลิตภัณฑ์ยางรถยนต์ผสมยางรีไซเคิล 35%

3.3 วิเคราะห์ด้านคุณค่าและอรรถประโยชน์

จากขั้นตอนที่ 3.3 นำค่าลำดับความสำคัญ มาวิเคราะห์ค่าฟังก์ชันอรรถประโยชน์ (Utility Function) แต่ละแนวทางเลือกการออกแบบผลิตภัณฑ์ยางรถยนต์ เพื่อพิจารณาค่าฟังก์ชันอรรถประโยชน์สูงสุด

3.4 วิเคราะห์ด้านความคุ้มค่าด้านเศรษฐศาสตร์

โดยพิจารณาต้นทุนที่ใช้ในการผลิตตลอดช่วงชีวิตของแนวทางการออกแบบผลิตภัณฑ์ยางรถยนต์ทั้ง 3 ทางเลือก ดังนี้ ต้นทุนวัสดุ ต้นทุนการผลิต ต้นทุนการสนับสนุนการผลิต ต้นทุนการขนส่ง ต้นทุนการจัดตั้ง โดยวิธีวิศวกรรมคุณค่าและทำการคัดเลือกแนวทางเลือกการออกแบบผลิตภัณฑ์ยางรถยนต์ที่เหมาะสมตรงตามความต้องการมากที่สุด

4. ผลการวิจัย

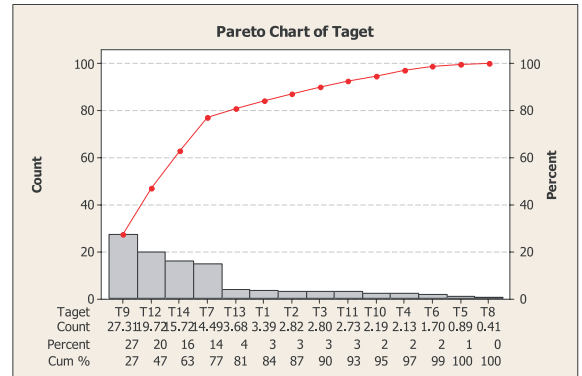
จากขั้นตอนวิธีการดำเนินการวิจัยที่ได้กล่าวไว้ แสดงรายละเอียดดังนี้

4.1 ผลการวิเคราะห์ความต้องการของลูกค้าในการหาปัจจัยหลักเพื่อแนวทางการออกแบบผลิตภัณฑ์ยางรถยนต์

ภายหลังจากได้ความต้องการของลูกค้า ข้อมูลค่าเฉลี่ยระดับคะแนนความสำคัญของปัจจัยด้านคุณลักษณะผลิตภัณฑ์ที่มีผลต่อความพึงพอใจในการตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์ และค่าเฉลี่ยระดับคะแนนความพึงพอใจในผลิตภัณฑ์ของกรณีศึกษาและคู่แข่งแล้ว นำผลสรุปข้อมูลความต้องการของลูกค้าที่ได้ทั้งหมดมาแปลงเป็นข้อกำหนดทางเทคนิค (Technical Requirement) เพื่อออกแบบข้อกำหนดต่างๆ ในกรณีศึกษาได้พิจารณาปัจจัยใด ที่สามารถตอบสนองความต้องการลูกค้าได้ ซึ่งข้อกำหนดทางเทคนิคข้อหนึ่งอาจสามารถตอบสนองต่อความต้องการของลูกค้าได้หลายข้อ ซึ่งจะอยู่ด้านบนของรูปที่ 2 และความต้องการของลูกค้าจะอยู่ทางซ้ายมือของรูปที่ 2 เช่นกัน ค่าเฉลี่ยคะแนนความสำคัญของการตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์ของลูกค้าจะถูกกำหนดลงในช่อง IMP (Important) และค่าเฉลี่ยระดับคะแนนความพึงพอใจในผลิตภัณฑ์ของกรณีศึกษา และคู่แข่งจะถูกกำหนดลงในช่อง Rating ซึ่งอยู่ด้านขวาของรูปที่ 2 แสดงเทคนิคการกระจายหน้าที่เชิงคุณภาพทางด้านสิ่งแวดล้อมดังรูปที่ 2



ภายหลังจากการสร้างบ้านคุณภาพเพื่อสิ่งแวดล้อม แล้วดังรูปที่ 2 จากนั้นนำค่าน้ำหนักความสำคัญโดยเปรียบเทียบ (% Relative Technique Requirement Importance) ที่ได้นี้มาพิจารณาเลือกปัจจัยหลักเสี่ยงความต้องการจากลูกค้าของผลิตภัณฑ์ยางรถยนต์ตามหลักการพาเรโต 70:30 ลำดับความสำคัญที่ได้คือพลังงานที่ใช้ในการผลิต (%) ต้นทุนที่ใช้ในการผลิต (บาท/เส้น) ปริมาณการใช้วัสดุรีไซเคิล (%) แสดงดังรูปที่ 3



4.2 ผลการวิจัยจากกระบวนการวิเคราะห์การเชิงลำดับชั้น

การวิเคราะห์เชิงลำดับชั้นดังรูปที่ 4 โดยวิธีระดมสมอง จากผู้ที่เกี่ยวข้องของบริษัทกรณีศึกษาแสดงดังตารางที่ 1 ดังนี้

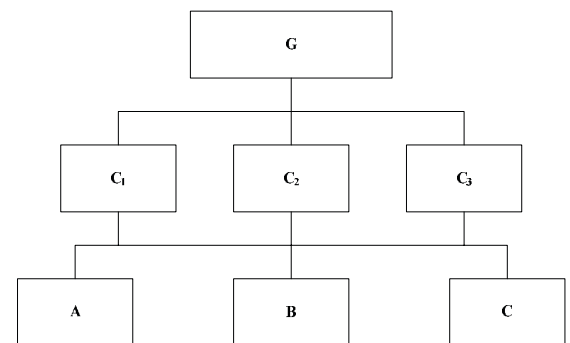
ตารางที่ 1 แสดงการคำนวณหาลำดับความสำคัญทั้งหมด

ทางเลือก	คะแนนลำดับความสำคัญรวม			คะแนนความสำคัญรวม	เปอร์เซ็นต์
	C ₁	C ₂	C ₃		
	(0.71)	(0.22)	(0.07)		
A	0.09	0.07	0.06	0.0864	8.64
B	0.29	0.28	0.24	0.2865	28.65
C	0.62	0.64	0.70	0.6271	62.71

หมายเหตุ

- G คือ เป้าหมายการตัดสินใจเลือกการออกแบบยางรถยนต์ที่เหมาะสม
- C₁ คือ ปัจจัยด้านต้นทุนในการผลิต
- C₂ คือ ปัจจัยด้านปริมาณการใช้วัสดุรีไซเคิล
- C₃ คือ ปัจจัยด้านพลังงานที่ใช้ในการผลิต
- A คือ ทางเลือกที่ 1 ผลิตภัณฑ์ยางรถยนต์ไม่ผสมยางรีไซเคิล
- B คือ ทางเลือกที่ 2 ผลิตภัณฑ์ยางรถยนต์ผสมยางรีไซเคิล 10%
- C คือ ทางเลือกที่ 3 ผลิตภัณฑ์ยางรถยนต์ผสมยางรีไซเคิล 35%

รูปที่ 3 แสดงกราฟพาเรโตในการหาปัจจัยที่มีความสำคัญต่อการออกแบบยางรถยนต์



รูปที่ 4 แสดงตัวแบบโครงสร้างเชิงลำดับชั้น (AHP Model)

จากตารางที่ 1 จากค่าลำดับความสำคัญรวมแสดงให้เห็นว่าแนวทางการออกแบบผลิตภัณฑ์ยางรถยนต์ผสมยางรีไซเคิล 35% มีระดับความสำคัญมากที่สุด เนื่องจากมีค่าลำดับความสำคัญรวมสูงสุดเท่ากับ 0.6271 คิดเป็น 62.71%

4.3 ผลวิเคราะห์ด้านคุณค่าและอรรถประโยชน์

การตัดสินใจเลือกการออกแบบยางรถยนต์ มีทางเลือกคือทางออกแบบเลือก 3 แบบ คือ A, B และ C มีคุณลักษณะ (Attribute) ในการพิจารณาประกอบการตัดสินใจเลือกอยู่ 3 ประการ รายละเอียดแสดงดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 แสดงรายละเอียดทางเลือกการออกแบบ ยางรถยนต์

คุณลักษณะ	ทางเลือกการออกแบบ ยางรถยนต์		
	A	B	C
1. ต้นทุนการผลิต (บาท/เส้น)	3,000	2,000	1,500**
2. ปริมาณการใช้วัสดุรีไซเคิล (%)	0	10	35**
3. ปริมาณการใช้พลังงาน (%)	100	95	75**

สัญลักษณ์ ** หมายถึง ค่าที่ดีที่สุดของแต่ละคุณลักษณะ

— หมายถึง ค่าที่ด้อยที่สุดของแต่ละคุณลักษณะ

จากนั้นทำการคำนวณค่าฟังก์ชันอรรถประโยชน์ แสดงผลการคำนวณดังตารางที่ 3 นี้

ตารางที่ 3 แสดงผลการวิเคราะห์ด้านคุณค่าและ อรรถประโยชน์

ทางเลือก	ฟังก์ชันอรรถประโยชน์
A	0.30
B	0.77
C	1.00

จากตารางที่ 3 จากผลการวิเคราะห์ค่าฟังก์ชัน อรรถประโยชน์ แสดงให้เห็นว่าผลิตภัณฑ์ยางรถยนต์ ผสมยางรีไซเคิล 35% เป็นทางเลือกที่ดีที่สุด เนื่องจาก มีค่าฟังก์ชันอรรถประโยชน์สูงสุดเท่ากับ 1.00

4.4 วิเคราะห์ด้านความคุ้มค่าด้านเศรษฐศาสตร์

โดยพิจารณาต้นทุนที่ใช้ในการผลิตตลอดช่วงชีวิต ของแนวทางการออกแบบผลิตภัณฑ์ยางรถยนต์ และ ค่ามูลค่าประเมินวิศวกรรมคุณค่า (Value Engineering: VE) แสดงผลดังตารางที่ 4

จากตารางที่ 4 แสดงให้เห็นผลการวิเคราะห์ค่า ดัชนีคุณค่าของผลิตภัณฑ์ยางรถยนต์ผสมยางรีไซเคิล เท่ากับ 35% มีค่าสูงที่สุด เท่ากับ 34.72 แสดงว่ามีความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์มากที่สุด

ตารางที่ 4 แสดงผลการวิเคราะห์ด้านความคุ้มค่าทาง เศรษฐศาสตร์

รายการ ต้นทุน	A		B		C	
	ต้นทุน (พันบาท)	VE	ต้นทุน (พันบาท)	VE	ต้นทุน (พันบาท)	VE
วัสดุ	0.90	0.33	0.34	0.90	0.45	2.22
การผลิต	2.14	0.14	0.57	1.36	0.27	3.70
การสนับสนุน การผลิต	0.23	1.30	0.11	6.95	0.21	4.84
การขนส่ง	0.30	1.00	0.12	6.20	0.08	8.30
การจัดตั้ง	0.21	0.88	0.06	7.38	0.05	15.66
ดัชนี วิศวกรรม คุณค่า	3.65		22.79		34.72	

หมายเหตุ ผลิตภัณฑ์เป็นยางอุตสาหกรรมการเกษตร (Industrial Agricultural Tire) มีอายุการใช้งานโดยเฉลี่ย 3 ปี ขนาดวงยาง 17.5L-24”

5. สรุปผลการวิจัย

การสร้างกระบวนการสนับสนุนการตัดสินใจในการ นำยางรถยนต์ไปใช้ใหม่หลังหมดอายุการใช้งาน โดยผู้ตัดสินใจเลือกผลิตภัณฑ์ยางรถยนต์ผสมยาง รีไซเคิล 35% เพื่อให้เหมาะสมตรงตามความต้องการของ ลูกค้า โดยการพิจารณาด้านผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม คุณค่าและอรรถประโยชน์ และความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ เป็นสำคัญ แสดงผลสรุปการเลือกแนวทางการออกแบบ ดังตารางที่ 5 ดังนี้

ตารางที่ 5 แสดงผลสรุปการเลือกแนวทางการออกแบบ ผลิตภัณฑ์ยางรถยนต์

ทางเลือก	ผลการวิเคราะห์		
	ค่าลำดับ ความสำคัญ	ผลรวมค่าฟังก์ชัน อรรถประโยชน์	ดัชนีวิศวกรรม คุณค่า
A	0.0864	0.30	3.65
B	0.2865	0.77	22.79
C	0.6271	1.00	34.72

6. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจาก คณะกรรมการส่งเสริมงานวิจัย คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

เอกสารอ้างอิง

- [1] ธนาคารแห่งประเทศไทย, (วันที่ 3 มกราคม 2551). รายงานดัชนีผลผลิตอุตสาหกรรมอุตสาหกรรมประจำปี 2550, [ออนไลน์] สืบค้นจาก <http://www2.bot.or.th/statistics/BOTWEBSTAT.aspx?reportID=104&language=TH>
- [2] วงกต วงศ์อภัย, “มูลค่าเพิ่มของยางรถยนต์เก่า,” มติชน. (23 กรกฎาคม 2550): 30.
- [3] สำนักงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรม, กระทรวงอุตสาหกรรม, (วันที่ 1 กุมภาพันธ์ 2551). รายงานสถานการณ์เศรษฐกิจอุตสาหกรรมประจำปี 2550. [ออนไลน์] สืบค้นจาก http://www.oie.go.th/brief_economics_th.asp.
- [4] นุจรินทร์ รามัญกุล, คู่มือระเบียบ ELV. ปทุมธานี : ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ, 2548.
- [5] Y. Akao, *Quality Function Deployment: Integrating Customer Requirements into Product Design*, Cambridge : Productivity Press, 1990.
- [6] วิฑูรย์ ตันศิริมงคล, *AHP กระบวนการตัดสินใจที่ได้รับความนิยมมากที่สุดในโลก*, กรุงเทพฯ : กราฟฟิค แอนด์ ปริ้นติ้ง, 2542.
- [7] G. E. Joseph, *Introduction To Operations Research*, Canada : Wiley, 1988.
- [8] อัมพิกา ไกรฤทธิ, *วิศวกรรมคุณค่า*. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2540.
- [9] B. Prin, et al., “Integrated QFDE, DfE and AHP to Selecting Products at Conceptual Design Phase,” *Journal of KMITNB*, vol. 17, no. 1, pp.18–28. 2007.
- [10] R. Rivera and J. Ertel, “Reverse Logistics Network Design for the Collection of End-of-Life Vehicles in Mexico,” *Journal of Operational Research*, 2008.
- [11] S. Qian and C. Shoufeng, “Evaluation of Green Construction Alternatives Based on Value Engineering,” *Journal of Construction Engineering and Management*, 2008.
- [12] ศตวรรษ พลมณี, “การประยุกต์ทฤษฎีอรรถประโยชน์หลักเกณฑ์ในการจัดลำดับความสำคัญของรูปแบบโครงการอาหารกลางวันในโรงเรียน,” *วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย*, 2541.