

การลดของเสียในกระบวนการผลิตแบตเตอรี่รถยนต์

จักรี อุดมดี*

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศุภรัชชัย วรรัตน์**

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อลดของเสียที่พบในกระบวนการผลิตแบตเตอรี่รถยนต์ ของบริษัทที่ใช้เป็นกรณีศึกษา โดยใช้เครื่องมือสองชนิด เครื่องมือแรก คือเครื่องมือควบคุมคุณภาพ 7 ประการ (7 QC Tools) เพื่อพิจารณาถึงสาเหตุที่ส่งผลกระทบต่อคุณภาพในกระบวนการผลิต เครื่องมือที่สอง คือ กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ ซึ่งเป็นเครื่องมือที่ช่วยวิเคราะห์การตัดสินใจแบบพหุเกณฑ์ (Multiple Criteria Decision Making หรือ MCDM)

ผลจากการศึกษาวิจัยพบว่า ปัญหาลักษณะของเสียที่พบมากที่สุด คือ เปลือกฝาแบตเตอรี่ไม่เท่ากัน 35.5 % สาเหตุรองลงมาคือ เชื่อมไม่ติด 24.4 % ซึ่งพบมากที่สุดในแผนกประกอบ ทางผู้วิจัยจึงได้ทำการวิเคราะห์เพื่อหาสาเหตุของของเสียดังกล่าว โดยใช้แผนผังก้างปลาพบว่าสาเหตุสำคัญเกิดจากวัตถุดิบไม่มีคุณภาพจากผู้ผลิต ทางผู้วิจัยได้ร่วมมือกับทางสถานประกอบการจัดทำกิจกรรมกลุ่ม QCC เพื่อกำหนดมาตรการ และแนวทางการแก้ไข โดยส่วนหนึ่งได้ใช้การพิจารณาปัจจัยที่สำคัญในการคัดเลือกผู้ผลิตวัตถุดิบ พบว่าปัจจัยคุณภาพมีความสำคัญเป็นอันดับแรกโดยมีค่าน้ำหนักความสำคัญ 0.580 หรือ 58.0 % ปัจจัยการบริการหลังการขายเป็นอันดับสองมีค่าน้ำหนักความสำคัญ 0.248 หรือ 24.8 % ปัจจัยราคาเป็นอันดับสามมีค่าน้ำหนักความสำคัญ 0.126 หรือ 12.6 % ปัจจัยการส่งมอบเป็นอันดับสุดท้ายมีค่าน้ำหนักความสำคัญ 0.046 หรือ 4.6 % โดยบริษัท A เหมาะสมที่สุด มีค่าน้ำหนัก 0.481 หรือ 48.1% อันดับที่ 2 คือ บริษัท C มีน้ำหนัก 0.344 หรือ 34.4 % อันดับที่สุดท้ายคือ บริษัท B มีน้ำหนัก 0.174 หรือ 17.4% หลังปรับปรุงมูลค่าของเสียเฉลี่ยของเดือนมกราคม-พฤษภาคม พ.ศ. 2557 ลดลงอยู่ที่ 0.63% ซึ่งต่ำกว่าเป้าหมายของโรงงานที่กำหนดไว้ที่ 0.80 % เทียบกับน้ำหนักตะกั่วที่เสียจากการประกอบแบตเตอรี่ลดลงจากปี 2556 อยู่ 413.03 กิโลกรัมต่อเดือน คิดเป็นต้นทุนที่สามารถลดได้ 30,563.95 บาทต่อเดือน หรือ 366,767.46 บาทต่อปี

* นักศึกษาหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาการจัดการโซ่อุปทานแบบบูรณาการ มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต

** ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

บทนำ

ในปัจจุบันสถานะเศรษฐกิจ การค้า เทคโนโลยีสารสนเทศและพฤติกรรมผู้บริโภค ส่งผลทำให้เกิดการแข่งขันในภาคธุรกิจต่างๆอย่างรุนแรงมากขึ้น ภาคอุตสาหกรรมจึงต้องมีการพัฒนาขีดความสามารถให้ได้เปรียบด้านการแข่งขันและเพื่อเตรียมความพร้อมสำหรับการเข้าร่วมเป็นเขตการค้าเสรีแห่งอาเซียน(AFTA)โดยได้มีการนำเอาเทคโนโลยีสารสนเทศด้านการจัดการโลจิสติกส์มาใช้เป็นเครื่องมือสำคัญในการปรับปรุงประสิทธิภาพการดำเนินงานให้บรรลุเป้าหมายทางธุรกิจกันอย่างกว้างขวางเช่นการใช้ระบบการวางแผนทรัพยากรทางธุรกิจขององค์กร (Enterprise Resource Planning: ERP) ซึ่งเป็นระบบสารสนเทศที่สามารถบูรณาการงานหลัก(Core Business Process) ขององค์กรทั้งหมดเข้าด้วยกันได้แก่การวางแผน(Planning) การผลิตสินค้า (Production) การจัดการคลังสินค้า(Warehouse Management) การจัดซื้อ(Purchasing) การขายและการกระจายสินค้า(Sales and Distribution) การเงิน(Financials) และการจัดการด้านทรัพยากรบุคคล(Human Resources) เป็นต้น ดังนั้นการใช้ระบบการวางแผนทรัพยากรทางธุรกิจขององค์กร (Enterprise Resource Planning: ERP) จึงสามารถใช้เป็นเครื่องมือในการบริหารจัดการกิจกรรมด้านโลจิสติกส์ขององค์กรได้อย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

การจัดซื้อ (Purchasing) ในอุตสาหกรรมการผลิตแบตเตอรี่รถยนต์ถือว่าเป็นกระบวนการหนึ่งที่มีความสำคัญต่อภาคอุตสาหกรรมนี้โดยตรง ซึ่งปัจจุบันปัญหาส่วนใหญ่ของกระบวนการนี้จะพบปัญหาหลายด้านที่ส่งผลต่อการผลิตในไลน์ประกอบเช่นของส่งมอบไม่ทันเวลา คุณภาพไม่ได้ ของมาไม่ครบ ราคาสูงเกินไป หรือมีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม โดยส่วนประกอบของแบตเตอรี่ได้แก่แผ่นธาตุ(ตะกั่ว) พลาสติก(เปลือกและฝา) แผ่นกั้น(กระดาษและใยแก้ว) สติกเกอร์ จุก น้ำกรด กล่องใส่แบตเตอรี่ เป็นต้น

ในส่วนการคัดเลือกผู้ผลิตเปลือกและฝาแบตเตอรี่รถยนต์ก็เป็นหัวใจสำคัญที่ส่งผลต่อการทำให้เกิดของเสีย ถึงแม้มูลค่าของพลาสติก(เปลือกและฝา) จะไม่สูงเทียบเท่ากับราคาของตะกั่วก็ตาม แต่ถ้าวิเคราะห์เข้าไปในกระบวนการผลิตแบตเตอรี่นั้น พบว่าหากมีการตัดสินใจเลือกใช้เปลือกและฝาแบตเตอรี่กับผู้ผลิตที่ไม่เหมาะสม ก็จะทำให้เกิดของเสียขึ้นในขั้นตอนการผลิตตลอดจนถึงกระบวนการรีไซเคิลและคืนสินค้า(เคลม) จากลูกค้าซึ่งเป็นปัญหาที่ร้ายแรงที่ธุรกิจแบตเตอรี่ไม่อยากจะเกิดขึ้น ทำให้ต้นทุนในการผลิตสูงขึ้น

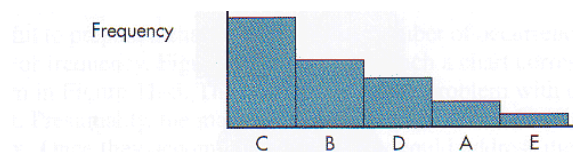
วัตถุประสงค์

เพื่อลดจำนวนของเสียที่พบในกระบวนการผลิตแบตเตอรี่รถยนต์ของโรงงานที่เป็นกรณีศึกษาได้

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการดำเนินงานทางผู้วิจัยได้เลือกใช้เครื่องมือควบคุมคุณภาพ (7QC Tool) เพื่อต้องการวิเคราะห์หาสาเหตุการเสียที่แท้จริงและแก้ไขปัญหาโดยใช้

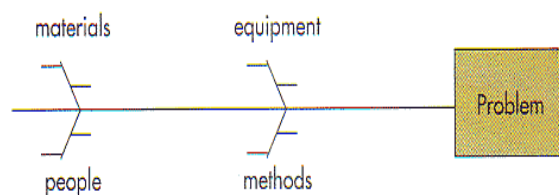
แผนภูมิพาเรโต (Pareto Chart) เป็นแผนภูมิที่ใช้สำหรับแสดงปัญหาต่างๆ ที่เกิดขึ้น โดยเรียงลำดับปัญหาเหล่านั้นตามความถี่ที่พบจากมากไปหาน้อย และแสดงขนาดความถี่มากน้อยด้วยกราฟแท่งควบคู่ไปกับการแสดงค่าสะสมของความถี่ด้วยกราฟเส้น โดยกฎ 80/20



ภาพที่ 1 แผนภูมิพาเรโต (Pareto Chart)

ที่มา: William, J. Stevenson, Operations Management, 2002: 479.

ผังแสดงเหตุและผล (Cause and Effect Diagram) หรือผังก้างปลา (Fish Diagram) ผังอิชิกาวา เป็นแผนภูมิที่ใช้ต่อจากแผนภูมิพาเรโต ซึ่งเมื่อเลือกแก้ปัญหาใดจากแผนภูมิพาเรโตแล้วนำปัญหานั้นมาแจกแจงสาเหตุของปัญหาเป็น 4 ประการ คือ คน (Man) เครื่องจักร (Machine) วิธีการ (Method) วัสดุดิบ (Material) การใช้งานพื้นฐาน เพื่อหาสาเหตุของปัญหาสำคัญ ๆ และความเข้าใจร่วมกันในที่ทำงาน สำหรับสาเหตุของปัญหาและความสัมพันธ์ในที่ทำงาน

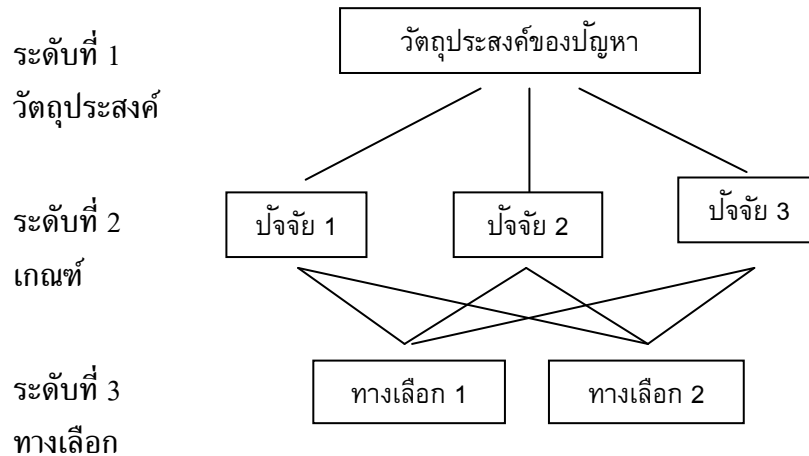


ภาพที่ 2 ผังแสดงเหตุและผล (Cause and Effect Diagram)

ที่มา: William, J. Stevenson, Operations Management, 2002: 479.

กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ (The Analytic Hierarchy Process) เป็นกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ที่ได้รับการพัฒนาขึ้นโดย Thomas L. Saaty (1977) เป็นเทคนิคที่ใช้จัดการรวบรวมข้อมูลอย่างเป็นระบบ และวิเคราะห์หาแนวทางเลือกที่เหมาะสมในปัญหาการตัดสินใจที่

ซับซ้อน โดยการสร้างรูปแบบปัญหาให้เป็นโครงสร้างลำดับชั้นและนำข้อมูลที่ได้จากความคิดเห็นของผู้ตัดสินใจ มาวิเคราะห์หาบทสรุปของแนวทางเลือกที่เหมาะสม ตามภาพที่ 3



ภาพที่ 3 แบบของลำดับชั้นแบบทั่วไป

วิธีวิจัย

จากการศึกษาข้อมูลพบว่าของเสียที่พบบนนั้นเกิดขึ้นมากที่สุดในขั้นตอนกระบวนการประกอบ (Assembly) โดยมีจำนวนดังนี้

ตารางที่ 1 แสดงข้อมูลน้ำหนักของเสียที่พบในแต่ละหน่วยงาน

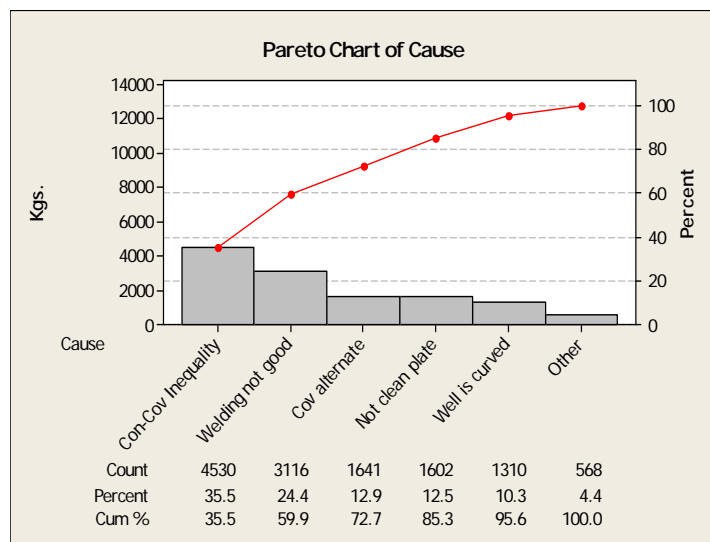
หน่วยงาน	จำนวนของเสีย (kg)	เปอร์เซ็นต์ (%)
ประกอบ (Assembly)	12,767.00	76.67%
ตัดแผ่น (Cutting)	2,478.52	14.88%
ชาร์จแผ่น (Formation)	314.00	1.89%
เคลือบแผ่น (Pasting)	1,092.00	6.56%
รวม	16,651.52	100%

จะเห็นว่าในส่วนของหน่วยงาน Assembly มีจำนวนของเสียที่พบในกระบวนการผลิตมากที่สุด 12,767 kg คิดเป็น 76.67 % ของปริมาณของเสียที่พบทั้งหมด

ตารางที่ 2 แสดงข้อมูลลักษณะของเสีย

หน่วยงาน	สาเหตุ	จำนวนของเสีย (kg)	น้ำหนักเฉลี่ย (kg)
Assembly	เปลือกฝาไม่เท่ากัน	4,530.00	377.50
	ผนังเปลือกแอน	1,310.00	109.17
	รูขั้วฝาไม่ตรง	481.00	40.08
	เชื่อมไม่ติด	3,116.00	259.67
	ทำงานผิดจังหวะ	74.00	74.00
	ฮีตเตอร์ขาด	13.00	13.00
	ใส่ฝากับเปลือกผิดรุ่น	1,641.00	136.75
	ไม่เช็คฮีตเพลทตามเวลา	1,602.00	133.50

จากตารางที่ 2 แสดงข้อมูลลักษณะของเสียที่พบในกระบวนการประกอบแบตเตอรี่ ซึ่งงานวิจัยจะเน้นไปในส่วนของหน่วยงานประกอบสามารถแสดงจำนวน และเปอร์เซ็นต์ของอาการที่พบในแต่ละประเภทดังที่แสดงใน Pareto Chart ภาพที่ 4



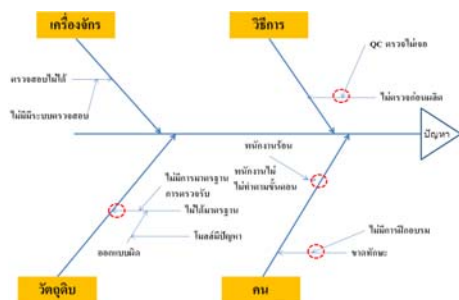
ภาพที่ 4 แผนภูมิพาราเรโตอาการของเสียที่พบในกระบวนการประกอบแบตเตอรี่

จากภาพที่ 4 แผนภูมิพาราเรโตอาการของเสียที่พบในกระบวนการประกอบแบตเตอรี่ พบว่าอาการของเสียประเภทเปลือกฝาไม่เท่ากัน คิดเป็นร้อยละ 35.5 เชื่อมไม่ติด คิดเป็นร้อยละ 24.4 และอาการเสียจากการใส่ฝากับเปลือกผิดรุ่นคิดเป็นร้อยละ 12.9

การวิเคราะห์แผนภาพสาเหตุและผล แนวทางการแก้ไข

การระดมสมองในการแก้ปัญหาอาการเปลือกฝานไม่เท่ากัน

จากข้อมูลลักษณะอาการเปลือกฝานไม่เท่ากันผู้วิจัยจึงได้เชิญผู้มีประสบการณ์จากฝ่ายต่าง ๆ เพื่อร่วมวิเคราะห์หาสาเหตุ โดยพิจารณา จากสาเหตุหลักประกอบด้วย การพิจารณาพนักงาน พิจารณาเครื่องจักรพิจารณาวัตถุดิบและพิจารณาวิธีการ ซึ่งรูปแบบในการวิเคราะห์การสาเหตุ แสดงได้ดังภาพที่ 5



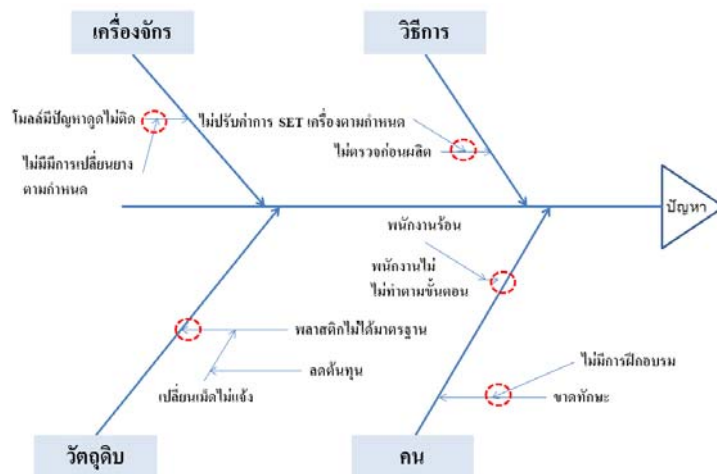
ภาพที่ 5 สาเหตุและผลของปัญหาเปลือกฝานไม่เท่ากัน

ตารางที่ 3 แสดงหัวข้อปัญหาและแนวทางการแก้ไขปัญหาจากเปลือกฝานไม่เท่ากัน

ปัญหาหลัก	ปัจจัยที่ทำให้เกิดปัญหา	ปัญหาที่เกิด	มาตรการ/แนวทางการแก้ไขปัญหา	ผู้รับผิดชอบ
เปลือกฝานไม่เท่ากัน	คน (MAN)	1. ขาดทักษะความชำนาญเครื่อง 2. ไม่ทำตามขั้นตอนที่กำหนด	1. อบรมเตรียมพร้อมในการทำงาน/จัดอบรมให้แก่พนักงาน 2. มีมาตรการตรวจสอบการทำงานและวิธีการทำงานอย่างถูกต้อง	หัวหน้าแผนกซ่อมบำรุง หัวหน้าแผนกซ่อมบำรุง
	เครื่องจักร (MACHINE)	1. ขาดการบำรุงรักษา	1. วางมาตรการตรวจสอบและบำรุงรักษา	หัวหน้าแผนกซ่อมบำรุง
	วิธีการ (METHODS)	1. พนักงานไลน์ประกอบไม่ได้ตรวจสอบก่อนผลิต	1. ให้ QC ทำสัญลักษณ์ว่าตรวจแล้ว ให้พนักงานผลิตมองเห็น และสามารถตรวจสอบได้	หัวหน้าแผนกQC และหัวหน้าแผนกผลิต
	วัตถุดิบ (MATERIAL)	1. ขอบไม่ได้คุณภาพ ผิด Spec ตามที่กำหนด	2. เปลี่ยน Supplier ใหม่	หัวหน้าแผนกจัดซื้อ

การระดมสมองในการแก้ปัญหาอาการเชื่อมไม่ติด

จากข้อมูลลักษณะอาการเชื่อมไม่ติดผู้วิจัยจึงได้เชิญผู้มีประสบการณ์จากฝ่ายต่างๆ เพื่อร่วมวิเคราะห์หาสาเหตุ โดยพิจารณา จากสาเหตุหลักประกอบด้วยการพิจารณาพนักงาน พิจารณาเครื่องจักรพิจารณาที่วัตถุดิบและพิจารณาวิธีการ ซึ่งรูปแบบในการวิเคราะห์การสาเหตุแสดงได้ดังภาพที่ 6



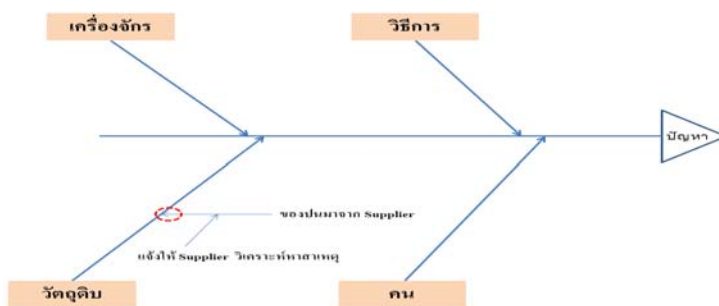
ภาพที่ 6 แสดงสาเหตุและผลของการปัญหาเชื่อมไม่ติด

ตารางที่ 4 แสดงหัวข้อปัญหาปัญหาและแนวทางการแก้ไขปัญหาจากการเชื่อมไม่ติด

ปัญหาหลัก	ปัจจัยที่ทำให้เกิดปัญหา	ปัญหาที่เกิดขึ้น	มาตรการ/แนวทางการแก้ไขปัญหา	ผู้รับผิดชอบ
เชื่อมไม่ติด	คน (MAN)	1. ขาดทักษะความชำนาญเครื่อง 2. ไม่ทำตามขั้นตอนที่กำหนด	1. จัดอบรมให้แก่พนักงาน 2. มีมาตรการตรวจสอบการทำงานและวิธีการทำงานอย่างถูกต้อง	หัวหน้าแผนกผลิต หัวหน้าแผนกผลิตกับซ่อมบำรุง
	เครื่องจักร (MACHINE)	1. ยางดูดมีปัญหา	1. เปลี่ยนยางตามกำหนด	พนักงาน
	วิธีการ (METHODS)	1. ไม่ปรับค่าการ SET เครื่องตามกำหนด	1. กำหนดแผนเปลี่ยนและให้ลงข้อมูลทุกครั้ง	หัวหน้าแผนกผลิต
	วัตถุดิบ (MATERIAL)	1. พลาสติกไม่ได้มาตรฐาน	1. เปลี่ยน Supplier ใหม่	หัวหน้าแผนกจัดซื้อ

-การระดมสมองในการแก้ปัญหาอาการเสียจากการใส่ฝากับเปลือกผิตรุ่น

จากข้อมูลลักษณะอาการอาการเสียจากการใส่ฝากับเปลือกผิตรุ่นผู้วิจัยจึงได้เชิญผู้มีประสบการณ์จากฝ่ายต่างๆ เพื่อร่วมวิเคราะห์หาสาเหตุ โดยพิจารณา จากสาเหตุหลัก ประกอบด้วย การพิจารณาพนักงาน พิจารณาเครื่องจักรพิจารณาที่วัตถุดิบและพิจารณาวิธีการ ซึ่งรูปแบบในการวิเคราะห์หาสาเหตุแสดงได้ดังภาพที่ 7



ภาพที่ 7 แสดงสาเหตุและผลของการเสียจากการใส่ฝากับเปลือกผิตรุ่น

ตารางที่ 5 แสดงหัวข้อปัญหาและแนวทางการแก้ไขปัญหาเสียจากการใส่ฝากับเปลือกผิตรุ่น

ปัญหาหลัก	ปัจจัยที่ทำให้เกิดปัญหา	ปัญหาที่เกิด	มาตรการ/แนวทางการแก้ไขปัญหา	ผู้รับผิดชอบ
เสียจากการตัดแผ่น	คน (MAN)	-	-	-
	เครื่องจักร (MACHINE)	-	-	-
	วิธีการ (METHODS)	-	-	-
	วัตถุดิบ (MATERIAL)	1.Supplier ใส่ของผิตรุ่น	1.ให้คัดเลือกก่อนส่งเข้าไลน์ประกอบ 2.ส่งของคืนให้ Supplier	หัวหน้าแผนก QC

- วิเคราะห์กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ และผลวิเคราะห์

การวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้เทคนิคกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ (Analytic Hierarchy Process : AHP) สามารถหาค่าน้ำหนักของปัจจัย 4 ข้อ ได้แก่ราคา, คุณภาพ, การส่งมอบและบริการหลังการขาย

ในการเปรียบเทียบ ความสำคัญของปัจจัยต่างๆ ภายใต้วัตถุประสงค์ พบว่า ผู้ตัดสินใจให้ความสำคัญกับปัจจัยค่าคุณภาพเป็นอันดับแรก ปัจจัยบริการหลังการขายเป็นอันดับสอง และให้ความสำคัญกับปัจจัยราคาเป็นอันดับสาม ส่วนปัจจัยการส่งมอบเป็นอันดับสุดท้ายอัตราส่วนความไม่สอดคล้องเท่ากับ 0.08

อันดับที่ 1	คุณภาพ	มีน้ำหนัก 0.580 หรือ 58.0%
อันดับที่ 2	บริการหลังการขาย	มีน้ำหนัก 0.248 หรือ 24.8%
อันดับที่ 3	ราคา	มีน้ำหนัก 0.126 หรือ 12.6%
อันดับที่ 4	การส่งมอบ	มีน้ำหนัก 0.046 หรือ 4.6%

สรุปผลการวิจัย

จากกรณีศึกษาฯ พบว่ามีของเสียโดยเฉลี่ยของเดือนมกราคม-พฤษภาคม พ.ศ. 2557 ลดลงอยู่ที่ 0.63% ซึ่งต่ำกว่าเป้าหมายของโรงงานที่กำหนดไว้ที่ 0.80 % เทียบกับน้ำหนักตะกั่วที่เสียจากการประกอบแบตเตอรี่ลดลงจากปี 2556 อยู่ 413.03 กิโลกรัมต่อเดือน คิดเป็นเงินที่สามารถได้ 30,563.95 บาทต่อเดือน หรือสามารถลดได้ 366,767.46 บาทต่อปี

ผู้วิจัยทำการรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องพบว่าผู้ตัดสินใจให้ความสำคัญกับปัจจัยของคุณภาพเป็นอันดับแรกมีค่าน้ำหนักความสำคัญ คุณภาพมีน้ำหนัก 0.580 หรือ 58.0% ปัจจัยการบริการหลังการขายเป็นอันดับสองมีค่าน้ำหนักความสำคัญ 0.248 หรือ 24.8% ปัจจัยราคาเป็นอันดับสามมีค่าน้ำหนักความสำคัญ 0.126 หรือ 12.6 % ปัจจัยการส่งมอบเป็นอันดับสุดท้ายมีค่าน้ำหนักความสำคัญ 0.046 หรือ 4.6 %

เมื่อพิจารณาน้ำหนักความสำคัญที่ผู้ตัดสินใจให้แก่ทางเลือกแล้ว พบว่าบริษัท A เหมาะสมที่สุด มีค่าน้ำหนัก 0.481 หรือ 48.1% อันดับที่ 2 คือ บริษัท C มีน้ำหนัก 0.344 หรือ 34.4% อันดับที่สุดท้ายคือ บริษัท B มีน้ำหนัก 0.174 หรือ 17.4%

ปัญหาที่พบในการวิจัย

ในการวิจัยพบปัญหาดังนี้ ไม่สามารถเอาตัวเลขการวัดค่าต่างๆในการควบคุมคุณภาพของเปลือกกับฝามาเป็นข้อมูลอ้างอิงในการพิจารณาให้คะแนน เพราะผู้ผลิตเปลือกฝาบางรายยังไม่มี การควบคุมคุณภาพด้วย QC 7 Tool

ข้อเสนอแนะ

การตัดสินใจของผู้ตัดสินใจแต่ละท่านจะแตกต่างกันไปตามประสบการณ์และหน่วยงานที่ได้รับผิดชอบ จึงอาจทำให้ผู้ตัดสินใจไม่รู้ไม่ครบทุกด้าน ดังนั้นควรมีการให้ความรู้และทำกิจกรรมร่วมกันในเรื่องนี้ จะทำให้ข้อมูลที่ได้แม่นยำ สมบูรณ์และง่ายต่อการตัดสินใจยิ่งขึ้นมากยิ่งขึ้น

บรรณานุกรม

ภาษาไทย

วิทยานิพนธ์

กิตติศักดิ์ พลอยพานิชเจริญ, ระบบการควบคุมคุณภาพที่หน่วยงาน พิมพ์ครั้งที่ 2, บริษัท เทคนิคอล แอปโพรชเคาน์เซลลิ่งแอนด์เทรนนิ่ง จำกัด; 2542: 254.

วชิรพงษ์ สาลีสิงห์. ปฏิบัติกระบวนการทำงานด้วยเทคนิค SIX SIGMA ฉบับ Champion และ Black Belt. พิมพ์ครั้งที่ 1. บริษัท ศิริวัฒนา อินเทอร์เน็ต จำกัด; 2548.

สุพัฒน์ เอื้องพลสวัสดิ์. (2551,มกราคม). “เพิ่มประสิทธิภาพแบบที่ผลด้วยความแยบยลของ TPM” การบริหารงานผลิต, ปีที่ 34, ฉบับที่ 196. หน้า 22-27.

ภาษาอังกฤษ

วิทยานิพนธ์

William, J. Stevenson, **Operations Management**, 2002: 479.

Mark, M. Davis, Nicholas, J. Aquilano, and Richard, B.Chase, **Fundamentals of Operations Management**, 2003: 250-251.

Mark, M. Davis, Nicholas, J. Aquilano, and Richard, B.Chase, **Fundamentals of Operations Management**, 2003: 253-254.

Mark, M. Davis, Nicholas, J. Aquilano, and Richard, B. Chase, **Fundamentals of Operations Management**, 2003: 264.