



วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช

JOURNAL OF SCIENCE AND TECHNOLOGY
SUKHOTHAI THAMMATHIRAT OPEN UNIVERSITY

ปีที่ 1 ฉบับที่ 1 ประจำเดือนมกราคม - มิถุนายน 2564





วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช

Journal of Science and Technology Sukhothai Thammathirat Open University



วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช

ปีที่ 1 ฉบับที่ 1 มกราคม 2564 – มิถุนายน 2564

Journal of Science and Technology Sukhothai Thammathirat Open University

ที่ปรึกษากองบรรณาธิการ

ดร.สิทธิชัย รัชยศโยธิน

ประธานกรรมการประจำ

สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

บรรณาธิการ

ดร.ศรันย์ นาคณอม

มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช

ผู้ช่วยบรรณาธิการ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศรีสิทธิ์ เจียรบุตร

มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช

กองบรรณาธิการ

ศาสตราจารย์ ดร.ปิยะ โควินท์ทวีวัฒน์

มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม

รองศาสตราจารย์ ดร.สมชาย ปราการเจริญ

มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เปรมพร เขมวูฒม์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ณัฏฐพงศ์ จตุรัส

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

รองศาสตราจารย์ ดร.สุภาวดี อีธรรมมาร

มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.บุญชัย วลีธรรมพิสวัสดิ์

มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พิมพ์ภา ประเสริฐศิลป์

มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช

ดร.เดชศักดิ์สินป์ เพี้ยชัย

มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช

รายนามคณะกรรมการผู้ทรงคุณวุฒิ (Peer Review) ประจำฉบับ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศรีสิทธิ์ เจริญบุตร	มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธนกฤต โชติภาววิศ	มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เปรมพร เขมวูฒม์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จุมพล บำรุงวงศ์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.รุ่งทิวา เสาร์สิงห์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จันทรัตน์ กิ่งแสง	มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธนิดา สุนารักษ์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร
ดร.แววบุญ แยมแสงสังข์	มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช
ดร.ศรัณย์ นาคณอม	มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช
ดร.ประดิษฐ์ สงค์แสงยศ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ
ดร.ศักดิ์ชาย รักการ	มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต
ดร.อัศวิน เสนิชัย	มหาวิทยาลัยกรุงเทพสุวรรณภูมิ
ดร.เชษฐภณภูมิ ลีลาศรีศิริ	วิทยาลัยเซาธ์อีสท์บางกอก
ดร.ลดาวรรณ สว่างอารมณ์	นักวิชาการอิสระ

ฝ่ายบริหารจัดการประจำปี

สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช

9/9 หมู่ 9 ถ.แจ้งวัฒนะ ต.บางพูด อ.ปากเกร็ด จ.นนทบุรี 11120

โทรศัพท์ : 02-5048191 – 3 โทรสาร : 02-5034932

วัตถุประสงค์

1. เพื่อเผยแพร่ผลงานการวิจัยและผลงานวิชาการให้ทันสมัยและเป็นไปอย่างต่อเนื่อง
2. เพื่อเป็นสื่อกลางและแลกเปลี่ยนความคิดเห็นทางวิชาการให้เกิดความก้าวหน้าทางวิชาการ
3. เพื่อส่งเสริมและพัฒนาศักยภาพทางวิชาการของบุคลากรทั้งภายในและภายนอกมหาวิทยาลัย

กำหนดการออกวารสาร

ปีละ 2 ฉบับ (มกราคม – มิถุนายน, กรกฎาคม– ธันวาคม) ของทุกปี

ลักษณะของบทความ

1. ครอบคลุมในหัวเรื่องวิชาการและวิจัย
2. บทความที่นำเสนอต้องมีแนวทางสร้างสรรค์ ก่อให้เกิดประโยชน์ต่อการพัฒนาความเจริญก้าวหน้าของการศึกษา เศรษฐกิจ และสังคมโดยรวม
3. บทความที่นำเสนอต้องไม่เคยตีพิมพ์ในวารสารวิชาการอื่นใดมาก่อน
4. ผู้เขียนจะต้องรับผิดชอบในข้อเขียน ข้อคิดเห็นของผู้เขียนต่อข้อกฎหมายใดๆ ที่อาจเกิดขึ้นต่อบทความนั้น

บทบรรณาธิการ

วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ฉบับนี้เป็นปีที่ 1 ฉบับที่ 1 เดือนมกราคม – มิถุนายน 2564 ซึ่งเป็นฉบับแรกของสาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โดยมีวัตถุประสงค์สำคัญคือการเป็นพื้นที่ในการเผยแพร่ผลงานทางวิชาการ รวมถึงเป็นเวทีในการแลกเปลี่ยนแนวคิดให้กับคณาจารย์และนักวิชาการทั่วไป เพื่อส่งเสริมและพัฒนาศักยภาพทางวิชาการ ด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โดยฉบับนี้ได้มีการเผยแพร่ผลงานทางวิชาการจำนวนทั้งสิ้น 5 บทความ ซึ่งทุกบทความได้ผ่านการประเมินคุณภาพ อย่างเข้มข้นจากผู้ทรงคุณวุฒิตามศาสตร์สาขาที่เกี่ยวข้องจากหลากหลายสถาบัน ทำให้มั่นใจได้ว่าผลงานทางวิชาการที่ได้รับการตีพิมพ์เผยแพร่นี้มีคุณภาพสามารถนำไปศึกษาค้นคว้า อ้างอิง รวมถึงนำไปใช้ประโยชน์ในทางปฏิบัติได้ต่อไป

วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ขอขอบพระคุณผู้ทรงคุณวุฒิจากหลากหลายสถาบัน ที่ได้กรุณาสละเวลาอันมีค่าในการประเมินคุณภาพของบทความเพื่อตีพิมพ์เผยแพร่ ขอขอบคุณนักวิชาการที่ให้ความไว้วางใจส่งผลงานเข้ารับการเผยแพร่ หวังเป็นอย่างยิ่งว่า วารสารฉบับนี้จะเป็นเวทีทางวิชาการที่จะกระตุ้นความคิดและการแลกเปลี่ยนเรียนรู้อันจะนำมาซึ่งกระบวนการค้นคว้าทางความคิด รวมถึงให้องค์ความรู้ดังกล่าวทำหน้าที่ในการพัฒนาสังคมและประเทศชาติต่อไป

ดร.ศรันย์ นาคณอม

บรรณาธิการ



วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช

ปีที่ 1 ฉบับที่ 1 มกราคม 2564 – มิถุนายน 2564

Journal of Science and Technology Sukhothai Thammathirat Open University

Vol.1, No.1, January 2021 - June 2021

สารบัญ

	หน้า
1. การบำบัดด้วยน้ำไอโซน.....	1
ภัทรวิรินทร์ วรรัฐสุนทร, มงคล ศรีทองพิมพ์, พชนดา เอี่ยมกุล และจุมพล บำรุงวงศ์	
2. การปรับปรุงกระบวนการผลิตอุปกรณ์ตกแต่งรถยนต์.....	9
เดโชชัย สาทิมพ์	
3. การวิเคราะห์ประสิทธิภาพที่มีผลต่อการนำระบบมาตรฐานการบริหารบริการเทคโนโลยีสารสนเทศในรัฐวิสาหกิจ ประเภทกิจการสาธารณูปโภค.....	18
ศรัณย์ นาคณอม	
4. การลดของเสียในกระบวนการชุบโครเมียมด้วยวิธีการออกแบบการทดลองเชิงวิศวกรรม.....	36
ฉัตรชัย ฉายะระถิ, ศักดิ์ชาย รักการ และจิรวัฒน์ ปล้องใหม่	
5. การลดต้นทุนในธุรกิจผู้ให้บริการด้านโลจิสติกส์.....	39
นิรันดร์ คชวงศ์ และศักดิ์ชาย รักการ	

การบำบัดรักษาด้วยน้ำโอโซน

THAI OZONIZED WATER THERAPY

ภัทรวีรินทร์ วรรัฐสุนทร¹ มงคล ศรีทองพิมพ์² พชนดา เอี่ยมกุล³ และ จุมพล บำรุงวงศ์⁴

^{1, 4}ฟิสิกส์อุตสาหกรรมและอุปกรณ์การแพทย์ คณะวิทยาศาสตร์ประยุกต์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

Pattaraweerin Woraratsoontorn¹, Mongkol Sritongpim²,

Phachanada Aeamsakul³ and Joompon Bamrungwong⁴

^{1, 4}Department of Industrial Physics and Medical Instrumentation, Faculty of Applied Science,

King Mongkut's University of Technology North Bangkok, Bangkok, Thailand 10800

E-Mail pattaraweerin.w@sci.kmutnb.ac.th

รับเมื่อ 19 เมษายน 2564 ตอบรับเมื่อ 20 พฤษภาคม 2564

บทคัดย่อ

โอโซนมีสถานะเป็นก๊าซ ไม่มีสี มีกลิ่นฉุน และเป็นพิษ โครงสร้างโมเลกุลประกอบด้วยอะตอมของออกซิเจนสามอะตอม (O_3) ค้นพบเมื่อกลางศตวรรษที่ 19 โอโซนไม่เสถียรสลายตัวได้อย่างรวดเร็ว ครึ่งชีวิตของโอโซนอยู่ที่ 40 นาที ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส และมีครึ่งชีวิตประมาณ 140 นาที ที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส หลังจากนั้นจะกลายเป็นอะตอมอิสระของก๊าซออกซิเจน หรืออนุมูลอิสระซึ่งไวต่อการทำปฏิกิริยาและครึ่งชีวิตสั้น มีครึ่งชีวิตในน้ำสั้นกว่าในอากาศมาก โอโซนสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้หลายประการ เช่น การฆ่าเชื้อโรค กำจัดสารพิษ เพิ่มออกซิเจนในน้ำ ปัจจุบันได้มีการนำโอโซนความเข้มข้นสูงประมาณ 10,000 mg/L ที่ถูกผลิตขึ้นจากการช็อตอากาศด้วยศักย์ไฟฟ้าสูงมาใช้ในการบำบัดรักษาโรค และนำไปผ่านน้ำโดยการนำโอโซนผ่านน้ำ โดยให้ผู้เข้ารับการรักษาบำบัดจุ่มมือและเท้าลงในน้ำที่มีก๊าซโอโซนเป็นเวลา 40 นาที โดยจะพักเป็นเวลา 5 นาที ทุกๆ 20 นาที เมื่อเปลี่ยนผู้เข้ารับการรักษาจะเปลี่ยนน้ำสะอาดใหม่ทุกครั้ง ผู้วิจัยจึงมีวัตถุประสงค์ที่จะศึกษาผลของโอโซนที่มีต่อการบำบัดรักษาโรคด้วยการใช้แบบสอบถามผู้ที่เข้ารับการรักษาบำบัดด้วยโอโซนและนำมาวิเคราะห์ทางสถิติ ผลการวิเคราะห์พบว่า ผู้ที่ผ่านการแช่มือแช่เท้าในน้ำที่ผ่านก๊าซโอโซนมีผลในด้านการช่วยผ่อนคลายทางอารมณ์ และผ่อนคลายกล้ามเนื้อได้อย่างมีนัยสำคัญ

คำสำคัญ: โอโซน, น้ำโอโซน, โอโซนบำบัด, การผลิตโอโซน

ABSTRACT

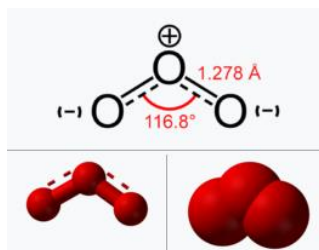
Ozone (O_3) is a colourless, acrid in odour and toxic gas molecule composed of three atoms of oxygen in a dynamically unstable structure due to the presence of mesomeric states. It was discovered in the mid-nineteenth century. The half-life of ozone is 40 min at 20°C and about 140 min at 0°C. The gas decompose rapidly back to oxygen and during this transition a free oxygen atom, or free radical form. The free oxygen radical is highly reactive and short lived, under normal conditions it will only survive for milliseconds. The half-life in water is a lot shorter than in air. Ozone is applied for disinfection, detoxification and water treatment. At present, the high concentration of ozone approximately 1% or 10,000 mg/L is produced from

a high voltage electric discharge, i.e., corona discharge for therapy. Ozone produced is spurted into the plain water. The patient will immerse their arms and legs in the ozone water 40 minutes totally. The ozone water is changed always for each patient. This research aims the study effect of ozonized water on therapy using the questionnaire and statistical analysis. The results found that the people was reduced stress and muscle relaxation after immersed both hand and foot into the ozonized water.

KEYWORDS: Ozone, Ozonized Water, Ozone Therapy, Ozonizer

1. บทนำ

โอโซนมีสูตรโมเลกุลคือ O_3 แต่ละโมเลกุลประกอบด้วยออกซิเจนสามอะตอม แสดงดังรูปที่ 1 โอโซนถูกค้นพบเมื่อกลางศตวรรษที่ 19 โอโซนเป็นก๊าซที่ไม่มีสี มีกลิ่นฉุน และมีโครงสร้างที่ไม่เสถียร มีการสลายตัวอย่างรวดเร็ว ครึ่งชีวิตของโอโซนอยู่ที่ 40 นาที ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส มีครึ่งชีวิตประมาณ 140 นาที ที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส เมื่อก่อตัวเป็นโอโซนหลังจากนั้นจะสลายตัวเป็นก๊าซออกซิเจน ครึ่งชีวิตของโอโซนที่อยู่ในน้ำจะสั้นกว่าโอโซนที่อยู่ในอากาศมาก



รูปที่ 1: โมเลกุลของโอโซน

การผลิตโอโซนสามารถทำได้หลายวิธี วิธีที่นำอากาศปกติมาชื้อดด้วยศักย์ไฟฟ้าแรงสูง ที่เรียกว่า โครนาดีสชาร์จ (Corona Discharge) เป็นวิธีการหนึ่งที่ทำให้โอโซนเข้มข้นสูงถึง 10,000 mg/L ถ้านำโอโซนผ่านลงในน้ำเปล่าการสลายตัวจะขึ้นอยู่กับสารเคมีในน้ำ ค่าความเป็นกรดและด่างของน้ำ และอุณหภูมิของน้ำ ที่จริงแล้วโอโซนเป็นอันตรายต่อมนุษย์ถ้าสัมผัส หรือสูดดมโดยตรง ในทางกลับกันโอโซนถูกนำมาใช้ประโยชน์ในงานหลากหลายสาขาไม่ว่าจะเป็นงานทางด้านวิทยาศาสตร์ งานทางอุตสาหกรรม เนื่องจากโอโซนมีคุณสมบัติที่เด่นชัดในด้านการกำจัดเชื้อโรค กำจัดสารพิษ การดับกลิ่นฟอสส์ และการเพิ่มออกซิเจนในน้ำ งานทางด้านการแพทย์เองก็มีการศึกษากันอย่างจริงจังเพื่อนำโอโซนมาใช้ประโยชน์ในการฆ่าเชื้อโรค และการบำบัดรักษามากกว่าหนึ่งร้อยปีแล้ว เอลวิส และ เอกต้า (Elvis AM and Ekta JS, 2011) อธิบายว่าน้ำโอโซนเมื่อทำให้เป็นฝอย (Spray) สามารถนำมาใช้รักษาแผลได้ บ็อกซิ (Bocci V, 1999) ได้ทำการศึกษาผลของโอโซนทางชีววิทยา และคลินิก เพื่อพิจารณาความเป็นไปได้ที่จะนำโอโซนมาใช้ในการบำบัดรักษาในอนาคต บ็อกซิ และคณะ (Bocci V et al., 2009) ได้อธิบายถึงอันตรายของโอโซนที่มีต่อระบบหายใจ แต่ได้อธิบายประโยชน์ของโอโซนด้วยว่า การได้รับโอโซนปริมาณเล็กน้อยจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของระบบการต้านอนุมูลอิสระได้ เมิร์ฟ เอิร์กเมน และคณะ (Merve E. A. et al., 2021) ได้ทำการศึกษาก่อนนำโอโซนมาใช้เป็นทางเลือกในงานทันตกรรมด้านการจัดการ การรักษาและการป้องกันฟันผุ นอกจากนั้น แวลักชี และคณะ (Valacchi G. et al., 2005) ยังศึกษาผลของโอโซนต่อผิวหนัง เช่น การรักษาแผลเบาหวาน แผลไฟไหม้ การผ่าตัดฝี เป็นต้น เจฟรี่ เทเลอร์ (Jeffrey T., 2021) ได้สรุปข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับการใช้น้ำโอโซนในการบำบัดรักษาไว้ ปัจจุบันประเทศไทยได้มีการนำน้ำโอโซนความเข้มข้นสูง ซึ่งผลิตจากเครื่องกำเนิดศักย์ไฟฟ้าสูง มาใช้เป็นทางเลือกในการบำบัดรักษาผู้ป่วยที่มีอาการต่างๆ เช่น ปวดเมื่อยตามร่างกาย มือ และเท้าชา นิ้วล็อค ปวดข้อเข่า แผลเบาหวาน และยังมี

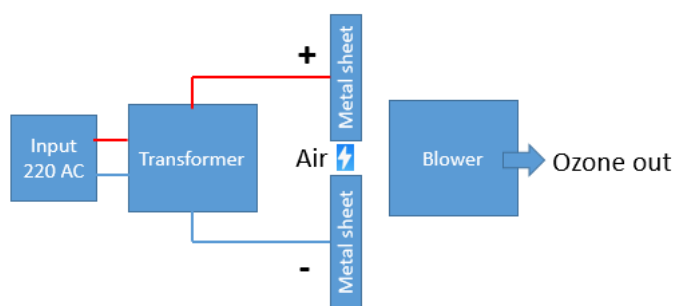
อาการอื่นๆ อีกมากมาย โดยวิธีการให้ผู้ป่วยแช่มือ และเท้าทั้งสองข้างลงในน้ำโอโซนที่ผลิตขึ้นมาด้วยวิธีการดังกล่าว แต่เนื่องจากในปัจจุบันการใช้โอโซนบำบัดยังไม่เป็นที่รู้จักกันอย่างแพร่หลายมากนัก และยังไม่เป็นที่ยอมรับในวงการแพทย์และสังคมไทย งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์ที่จะศึกษาผลของน้ำโอโซนบำบัดที่มีต่อการรักษาโรค เพื่อเป็นข้อมูลสนับสนุนการใช้ น้ำโอโซนบำบัดให้เป็นวิธีทางเลือกสำหรับการรักษาโรคต่างๆ หรือใช้ควบคู่กับการรักษาโรคด้วยวิธีการอื่นๆ

2. เครื่องมือและวิธีการ

โอโซนเป็นก๊าซชนิดหนึ่งที่ถูกนำมาใช้งานทางการแพทย์มากขึ้น นอกเหนือจากก๊าซอื่นๆ เช่น ก๊าซออกซิเจน ก๊าซไนตรัสออกไซด์ ประโยชน์ของโอโซนในทางการแพทย์ที่รู้จักกันดีคือ การนำโอโซน (O_3) มาใช้ในการฆ่าเชื้อ และการรักษาโรค กลไกการทำงานคือ การยับยั้งแบคทีเรีย ไวรัส เชื้อรา ยีสต์และโปรโตซัว การกระตุ้นการเผาผลาญออกซิเจน การกระตุ้นระบบภูมิคุ้มกัน การใช้โอโซนในรูปแบบของก๊าซสำหรับการบำบัดผู้ที่มีความผิดปกติของร่างกายยังคงมีข้อจำกัดหลายประการ ทั้งในด้านของความเป็นพิษ และการมีกลิ่นเหม็นฉุน นายมงคล ศรีทองพิมพ์ ผู้ที่มีความรู้ทางงานวิศวกรรม จึงได้ประดิษฐ์คิดค้นเครื่องกำเนิดโอโซนที่มีความเข้มข้นสูงและวิธีการบำบัดความเจ็บป่วยต่างๆ ด้วยโอโซนที่ผลิตขึ้นมา และนำไปผ่านน้ำ ทำให้ผู้ที่เข้ารับการบำบัดเกิดความปลอดภัยมากกว่าการใช้โอโซนในรูปแบบก๊าซโดยตรง โอโซนความเข้มข้นสูงดังกล่าวถูกผลิตขึ้นมาโดยอาศัยหลักการโคโรนาดิสชาร์จ ซึ่งจะเปลี่ยนโมเลกุลของออกซิเจน (O_2) ให้เป็นโอโซน (O_3) การสร้างโอโซนแสดงได้ดังสมการที่ (1)



แผนผังการทำงานของเครื่องกำเนิดโอโซนแสดงดังรูปที่ 2 โอโซนในสถานะก๊าซจะถูกเป่าด้วยเครื่องเป่าจากภายในตัวเครื่องกำเนิดโอโซนผ่านสายยาง และที่ปลายสายยางจะใส่หัวทรายเพื่อให้โอโซนสถานะก๊าซแตกตัวกับน้ำได้มากขึ้น น้ำที่มีโอโซนจะคงตัวอยู่ภายในระยะเวลาสั้น ๆ หลังจากนั้น โอโซนจะสลายตัวกลับกลายเป็นออกซิเจน ดังนั้นต้องใช้น้ำที่มีโอโซนก่อนที่โอโซนจะสลายตัว แต่การป้อนโอโซนอย่างต่อเนื่องทำให้ยืดเวลาการสลายตัวของโอโซนได้ ในทางทฤษฎีโอโซนที่ผ่านการเจือจางในน้ำด้วยหัวทรายจะเป็นไปตามสมการที่ (2)



รูปที่ 2: แผนผังส่วนประกอบและหลักการทำงานของเครื่องให้กำเนิดโอโซนด้วยศักย์ไฟฟ้าสูง

เมื่อโอโซนสลายตัวเป็นโมเลกุลออกซิเจน และอะตอมของออกซิเจนนี้สามารถใช้ในการขับเคลื่อนปฏิกิริยาออกซิเดชันต่างๆ กับสารอื่น ๆ และถ้าโอโซนถูกทำให้เป็นฟองผ่านน้ำนานพอ น้ำที่มีโอโซนนี้อาจมีโอโซนที่ยึดติดกับน้ำในระดับที่มีนัยสำคัญ ในการบำบัดรักษาด้วยโอโซน ผู้ที่เข้าใช้บริการจะกำหัวทรายหลวมๆ ด้วยมือข้างละ 1 ลูก และวางหัวทรายไว้ได้

ห้องแขนใกล้ข้อศอกอีกข้างละ 1 ลูก ส่วนขาทั้งสองข้างจะแช่ลงในถังน้ำที่มีหัวทรายทั้งหมดแปดลูก การแช่มือและเท้าทั้งสองข้างจะใช้เวลารวมทั้งสิ้น 40 นาที แบ่งเป็นสองรอบๆ ละ 20 นาที เมื่อหมดเวลาในแต่ละรอบจะให้หยุดพักดื่มน้ำเปล่าอย่างน้อยที่สุด 1 แก้ว เป็นเวลา 5 นาที เมื่อเปลี่ยนผู้เข้ารับการบำบัดจะเปลี่ยนน้ำสะอาดใหม่ทุกครั้งเพื่อป้องกันการติดเชื้อ รูปที่ 3 แสดงวิธีการบำบัดด้วยการแช่มือและเท้าในน้ำโอโซน หรือที่เรียกว่า โอโซน KM



รูปที่ 3: วิธีการทำโอโซน KM

จากแนวคิดเกี่ยวกับการดูดซึมทางผิวหนัง (Percutaneous Absorption) กลไกหรือวิธีการซึมผ่านชั้นผิวหนังต่างๆ ของยาที่ให้ผ่านทางผิวหนัง ยาส่วนใหญ่อาศัยเส้นทางผ่านผิวหนังหนึ่งเส้นทางหรือหลายเส้นทางร่วมกัน เส้นทางดังกล่าว ได้แก่ เส้นทางผ่านเซลล์โดยตรง เส้นทางผ่านระหว่างเซลล์ และรยางค์ผิวหนัง ผิวหนังเป็นระบบนำส่งยาที่สำคัญ ผิวหนังชั้น Subcutaneous เป็นชั้นที่อยู่ถัดลงมาจากชั้นหนังแท้ (Dermis) ภายในชั้นนี้มีเส้นเลือดสำหรับขนส่งอาหาร ออกซิเจน และขับของเสียออกจากผิวหนัง และมีเส้นประสาทจำนวนมาก (คัลเลีย เมฆจรสกุล, 2564) ทำให้ผู้วิจัยเชื่อว่าก๊าซออกซิเจนที่เกิดจากการสลายตัวของโอโซนสามารถถูกดูดซึมผ่านทางผิวหนังได้ และเข้าไปทำปฏิกิริยากับองค์ประกอบต่างๆ ของเซลล์ เช่น การนำออกซิเจนไปใช้ในกระบวนการสังเคราะห์พลังงานภายในไมโทคอนเดรีย ทำให้เซลล์มีพลังงานในการทำงานมากขึ้น ส่งผลให้เซลล์ทำหน้าที่ได้ดียิ่งขึ้น

การศึกษานี้ใช้แบบสอบถามซักถามข้อมูลผู้ที่เข้ารับบริการโอโซน KM จำนวน 712 ราย มีทั้งผู้ที่สุขภาพดี และไม่ดี โดยแบ่งออกเป็นสองด้านคือ การศึกษาปัจจัยทางด้านประชากรศาสตร์ ได้แก่ เพศ อายุ การศึกษา และอาชีพ และการศึกษาปัจจัยทางคลินิก ได้แก่ น้ำหนัก ส่วนสูง ความดันโลหิต ชีพจร โรคประจำตัว การผ่าตัด ประวัติการรักษา การใช้ยา การแพ้ยา การประสบอุบัติเหตุ การดื่มสุรา และสูบบุหรี่ ระยะยี่ดขณะกัมจากปลายนิ้วมือถึงพื้น และอาการที่พบ โดยนำข้อมูลที่ได้มาเปรียบเทียบความแตกต่างก่อนและหลังใช้บริการ จากนั้นนำมาวิเคราะห์ผลของการใช้โอโซนบำบัด KM ต่อสุขภาพของผู้ที่มาใช้บริการ

3. ผลการวิจัยและอภิปรายผลการวิจัย

ผู้ที่มาใช้บริการส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง มีอายุระหว่าง 51–60 ปี รองลงมาคือ ผู้ที่มีอายุระหว่าง 61–70 ปี มีวุฒิการศึกษาระดับต่ำกว่าปริญญาตรี ไม่ได้ประกอบอาชีพ มีโรคประจำตัว โดยโรคประจำตัวที่ผู้ทำแบบสอบถามระบุไว้มากที่สุดคือ ความดันโลหิตสูง เบาหวาน และมีอาการปวดเมื่อยตามร่างกายร่วมด้วย ได้รับการรักษาโดยแพทย์แผนปัจจุบัน ไม่เคยมาใช้บริการโอโซน KM พฤติกรรมการสูบบุหรี่และดื่มสุราส่วนใหญ่ไม่เคยสูบบุหรี่ และไม่เคยดื่มสุรา จำนวนครั้งที่มาใช้บริการซ้ำ ส่วนใหญ่

คือ จำนวน 1 ครั้ง ระยะการยืดตัวจากปลายนิ้วมือถึงพื้น ส่วนใหญ่สามารถยืดตัวปลายนิ้วมือแตะถึงพื้นได้ ความรู้สึกหลังการใช้บริการส่วนใหญ่รู้สึกดีขึ้น ระยะเวลาที่รู้สึกดีขึ้นคือ ดีขึ้นทันทีหลังจากใช้บริการ และไม่มีอาการข้างเคียงขณะและหลังใช้บริการ ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 จำนวนและค่าร้อยละข้อมูลทั่วไปของผู้ที่มาใช้บริการ

ตัวแปร	จำนวน (n=712)	ร้อยละ (n=712)
1. เพศ		
ชาย	182	25.56
หญิง	530	74.44
2. อายุ (ปี)		
ต่ำกว่า 20	5	0.70
21 – 30	15	2.11
31 – 40	24	3.37
41 – 50	90	12.64
51 – 60	232	32.58
61 – 70	209	29.35
มากกว่า 70	137	19.24
3. วุฒิการศึกษา		
ต่ำกว่าปริญญาตรี	494	69.38
ปริญญาตรี	184	25.84
ปริญญาโท	33	4.63
ปริญญาเอก	1	0.14
4. อาชีพ		
เกษตรกร	27	3.79
ข้าราชการ	48	6.74
ค้าขาย/ธุรกิจส่วนตัว	120	16.85
นักเรียน/นักศึกษา	9	1.26
พนักงานบริษัทเอกชน/รัฐวิสาหกิจ	68	9.55
รับจ้าง	120	16.85
ไม่ได้ประกอบอาชีพ	320	44.94
5. โรคประจำตัว		
มี	470	66.01
ไม่มี	242	33.99
6. ประวัติการรักษา		
แพทย์แผนปัจจุบัน	624	88.06
แพทย์แผนไทย	3	0.42
ฝังเข็ม	5	0.70
แพทย์แผนปัจจุบัน, แพทย์แผนไทย	29	4.07
แพทย์แผนปัจจุบัน, ฝังเข็ม	31	4.35
แพทย์แผนไทย, ฝังเข็ม	2	0.28
แพทย์แผนปัจจุบัน, แพทย์แผนไทย, ฝังเข็ม	15	2.11

ตารางที่ 1 จำนวนและค่าร้อยละข้อมูลทั่วไปของผู้ที่มาใช้บริการ (ต่อ)

ตัวแปร	จำนวน (n=712)	ร้อยละ (n=712)
7. ประวัติการใช้บริการ		
ไม่เคย	519	72.89
เคยมากกว่า 1 ครั้ง	157	22.05
เคยมากกว่า 5 ครั้ง	36	5.06
8. ประวัติการสูบบุหรี่		
ไม่เคย	656	92.13
เคย	43	6.04
นานๆ ครั้ง	9	1.26
เป็นประจำ	4	0.56
9. ประวัติการดื่มสุรา		
ไม่เคย	602	84.55
เคย	41	5.76
นานๆ ครั้ง	67	9.41
เป็นประจำ	1	0.14
10. จำนวนครั้งที่มาใช้บริการซ้ำ		
1 ครั้ง	416	64.74
2 ครั้ง	98	13.16
3 ครั้ง	48	6.74
4 ครั้ง	33	4.63
5 ครั้ง	16	2.25
5 ครั้งขึ้นไป	56	7.87
11. ระยะการยืดตัวจากปลายนิ้วมือถึงพื้น		
ยืดตัวไม่ได้	86	12.08
ยืดตัวปลายนิ้วมือแตะถึงพื้นได้	390	54.78
ยืดตัวได้ไม่ถึงพื้น	236	33.15
12. ความรู้สึกหลังการใช้บริการ		
ดีขึ้น	529	74.30
ไม่ดีขึ้น	183	25.70
13. ระยะเวลาที่รู้สึกดีขึ้น		
ดีขึ้นทันที	481	67.56
1-3 ชั่วโมง	28	3.93
4-6 ชั่วโมง	1	0.14
7-12 ชั่วโมง	5	0.70
12 ชั่วโมงขึ้นไป	20	2.81
ไม่ระบุ	177	24.86
14. อาการข้างเคียง		
มี	121	16.99
ไม่มี	591	83.01

ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ย และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของระยะยืดตัวจากปลายนิ้วมือถึงพื้นสำหรับผู้ที่ยืดตัวได้ไม่ถึงพื้น

	<i>N</i>	$\bar{x}$ (cm)	<i>S.D.</i>
ระยะจากปลายนิ้วมือถึงพื้น ก่อนใช้บริการ	236	14.36	8.77
ระยะจากปลายนิ้วมือถึงพื้น หลังใช้บริการ	236	9.71	8.40

ตารางที่ 3 ค่าสถิติที่ใช้ในการเปรียบเทียบความแตกต่างของระยะยืดตัวจากปลายนิ้วมือถึงพื้นสำหรับผู้ที่ยืดตัวได้ไม่ถึงพื้น

	<i>N</i>	$\bar{x}$ (cm)	<i>p</i> – value
ความแตกต่างของระยะยืดตัวได้ไม่ถึงพื้น ก่อนและหลังใช้บริการ	236	4.652	0.000*

*นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

จากตารางที่ 2 เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของระยะจากปลายนิ้วมือถึงพื้นสำหรับผู้ที่ยืดตัวได้ไม่ถึงพื้นก่อนและหลังการใช้บริการ พบว่ามีค่าเฉลี่ยลดลงหลังจากที่มาใช้บริการโอโซน KM ตารางที่ 3 แสดงให้เห็นว่าผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของระยะยืดตัวจากปลายนิ้วมือถึงพื้นสำหรับผู้ที่ยืดตัวได้ไม่ถึงพื้น ก่อนและหลังใช้บริการโอโซน KM ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 แสดงว่าการใช้บริการโอโซนบำบัด KM ช่วยลดระยะห่างระหว่างปลายนิ้วกับพื้นได้

4. สรุปผลการวิจัย

จากการผู้ที่เข้ามาใช้บริการโอโซน KM ได้ผ่านการแช่โอโซนในน้ำ แล้วตอบแบบสอบถามหลังจากทำโอโซน KM เพื่อเทียบกับคำตอบก่อนการทำโอโซน KM พบว่า เมื่อพิจารณาจากระยะปลายนิ้วมือถึงพื้นที่ลดลงหลังจากการทำโอโซน KM แสดงว่าผู้ที่เข้ารับบริการโอโซน KM สามารถยืดตัวได้มากขึ้น ประกอบกับมีความรู้สึกดีขึ้น 74.3 เปอร์เซ็นต์ หลังจากการใช้โอโซน KM ดังนั้น จึงสรุปได้ว่าการทำโอโซน KM มีผลทางด้านสามารถช่วยผ่อนคลายอารมณ์ และบรรเทาอาการหดเกร็งของกล้ามเนื้อได้จริง นอกจากนี้ยังมีผลที่ได้จากการสังเกตด้วยตาเปล่าประกอบกับการสัมภาษณ์คือ ผู้ที่มีอาชีพที่สัมผัสกับสารเคมีอยู่เป็นประจำและผู้ที่ทำนายบางประเภทจะทำให้เกิดฟองมากในน้ำโอโซนที่แช่ ซึ่งยังไม่ทราบกลไกการเกิดปฏิกิริยาที่แน่ชัดสำหรับการเกิดฟอง ได้มีการค้นคว้าวิจัยหลายงานได้นำโอโซนมาประยุกต์ใช้ในทางการแพทย์เพื่อประโยชน์ที่หลากหลาย เช่น การใช้โอโซนรักษาเฉพาะจุด (Prolozone) เพื่อกระตุ้นลดการอักเสบ และซ่อมแซมของเนื้อเยื่อ การใช้โอโซนอบแผลจะสามารถฆ่าเชื้อแบคทีเรีย หรือเชื้อราที่แผลได้ การโอโซนบริสุทธิ์ทางทวารหนัก เป็นต้น จากการศึกษาวิจัยอย่างต่อเนื่องพบว่าการใช้โอโซนบำบัดมีผลต่อการทำงานของระบบต่างๆ ในร่างกาย ทั้งระบบการไหลเวียนโลหิตช่วยให้ขนส่งออกซิเจนได้ดีขึ้น ระบบเสริมสร้างภูมิคุ้มกัน กระบวนการสร้างเนื้อเยื่อใหม่ การลดการอักเสบของกล้ามเนื้อ ระบบผิวหนัง โดยช่วยให้ระบบต่างๆ ทำงานได้ดีและมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น อย่างไรก็ตามงานวิจัยส่วนใหญ่มักจะเป็นการวิจัยที่ใช้โอโซนบำบัดในรูปแบบอื่นๆ เช่น การบำบัดด้วยโอโซนในการจัดการและป้องกันฟันผุ หรือการให้โอโซนเข้าไปในร่างกายโดยตรงผ่านทางเส้นเลือด ทั้งนี้ การศึกษาผลของโอโซน KM โดยวิธีการแช่มือและเท้า นั้นยังไม่เคยมีผู้ทำการศึกษามาก่อน และยังไม่มีการวิจัยและการศึกษาอย่างลึกซึ้งว่าโอโซน KM เข้าไปมีผลหรือมีปฏิกิริยาต่อการบำบัดฟื้นฟูเซลล์อย่างไร ผู้วิจัยจึงเห็นว่าควรมีการศึกษาอย่างจริงจังและต่อเนื่อง เพื่อให้เกิดประโยชน์ต่อการสนับสนุนการบำบัดด้วยโอโซน KM ให้เป็นที่ยอมรับทางการแพทย์ และใช้สำหรับเป็นทางเลือกในการดูแลสุขภาพต่อไป

5. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณวัดสวนแก้วที่ให้สถานที่ทำการศึกษา อาจารย์มงคล ศรีทองพิมพ์ ผู้สร้างเครื่องโอโซน KM คุณพจนดา เอี่ยมสกุล ที่คอยประสานงานด้านต่างๆ รวมถึงจิตอาสาในทีมโอโซน KM ทุกท่าน ที่คอยช่วยดูแล และภาควิชาฟิสิกส์

อุตสาหกรรมและอุปกรณ์การแพทย์ คณะวิทยาศาสตร์ประยุกต์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ที่ให้ความอนุเคราะห์งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

6. เอกสารอ้างอิง

- Elvis AM, Ekta JS. (2011). Ozone Therapy: A Clinical Review. J Nat Sci Biol Med. 2011;2(1):66–70. doi:10.4103/0976-9668.82319.
- Ozonation in Water Treatment. (2019). [Online]. Available from: <https://water-research.net/index.php/ozonation> [accessed 4 August 2019].
- Arch Med Res. (2008) Jan;39(1):17-26. Epub 2007 Sep 29.
- Bocci V. (1999). Br J Biomed Sci. 1999. ;56(4):270-9.
- Bocci V, et al. (2009). Med Res Rev. 2009 Jul;29(4):646-82. doi: 10.1002/med.20150.
- Merve E. A. and Işıl Şaroğlu Sönmez. (2021). Ozone therapy in the Management and Prevention of Caries. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23969041/> [accessed 1 June 2021].
- Valacchi G, Fortino V, Bocci V. (2005). The Dual Action of Ozone on the Skin. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16307642>. [accessed 1 June 2021].
- Jeffrey T. (2021.) Oxygen Healing Therapies [Online]. Ozonated Water. Available from: http://www.oxygenhealingtherapies.com/ozonated_water.html [accessed 1 June 2021].
- ศัลยา เมฆจรสกุล. (2564). การดูดซึมทางผิวหนัง (Percutaneous Absorption) [ออนไลน์]. สืบค้นจาก: https://ccpe.pharmacycouncil.org/index.php?option=article_detail&subpage=article_detail&id=390. [เข้าถึงเมื่อวันที่ 1 มิถุนายน 2564].

ประวัติผู้เขียนบทความ



รศ.ดร. ภัทรวีรินทร์ วรรัฐสุนทร อาจารย์ประจำภาควิชาฟิสิกส์อุตสาหกรรมและอุปกรณ์การแพทย์ คณะวิทยาศาสตร์ประยุกต์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ



อาจารย์มงคล ศรีทองพิมพ์ วิทยากรบรรยายหลักสูตรพลังจิตใต้สำนึก ผู้คิดค้นและสร้างสิ่งประดิษฐ์ไอโซน KM



คุณพนดา เอี่ยมสกุล พยาบาลประจำโรงพยาบาลเจ้าพระยาอภัยมราช จังหวัดสุพรรณบุรี และผู้ประสานงานไอโซน KM



ผศ.ดร. จุมพล บำรุงวงศ์ อาจารย์ประจำภาควิชาฟิสิกส์อุตสาหกรรมและอุปกรณ์การแพทย์ คณะวิทยาศาสตร์ประยุกต์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

การปรับปรุงกระบวนการผลิตอุปกรณ์ตกแต่งรถยนต์ IMPROVEMENT OF PRODUCTION PROCESS OF CAR ACCESSORIES

เดโชชัย สามีพิมพ์

สาขาวิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สถาบันเทคโนโลยีปทุมวัน
833 ถนนพระรามที่ 1 แขวงวังใหม่ เขตปทุมวัน จังหวัดกรุงเทพมหานคร

Dachochai Sapim

School of Industrial Technology, Faculty of Science and Technology, Pathumwan Institute of Technology
833 Rama 1 Road, Pathumwan, Bangkok 10330
E-Mail: dachochai.s@pit.ac.th

รับเมื่อ 28 เมษายน 2564 ตอบรับเมื่อ 21 พฤษภาคม 2564

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษากระบวนการผลิตอุปกรณ์ตกแต่งรถยนต์ 2) วิเคราะห์แนวทางในการปรับปรุงกระบวนการผลิตอุปกรณ์ตกแต่งรถยนต์ และ 3) วางแผนด้านแนวทางในการปรับปรุงกระบวนการผลิตอุปกรณ์ตกแต่งรถยนต์ โดยการศึกษากระบวนการผลิตศึกษาสภาพปัจจุบันของสายการผลิตอุปกรณ์ตกแต่งรถยนต์ และวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาพร้อมแนวทางการแก้ไขปัญหา โดยใช้เครื่องมือการสร้างแผนภูมิกระบวนการไหลในการศึกษา

ผลการวิจัยพบว่ากระบวนการไหลของกระบวนการผลิตอุปกรณ์ตกแต่งรถยนต์ที่เกิดขึ้น แสดงให้เห็นถึงความแตกต่างหลังการปรับปรุงกระบวนการผลิตอุปกรณ์ตกแต่งรถยนต์ และแนวทางการแก้ไข ปัญหาการทำงานที่ซ้ำซ้อนในขั้นตอนการผลิตซึ่งทำให้เกิดผล กระทบในการทำงาน ซึ่งทำให้กระบวนการผลิตมีประสิทธิภาพมากขึ้น ซึ่งทำให้กระบวนการที่ไม่จำเป็นลด การเคลื่อนย้ายที่ไม่ก่อให้เกิดมูลค่า ซึ่งลดต้นทุนในกระบวนการผลิต และการทำงานสามารถตอบสนอง ลูกค้าได้ทันตามกำหนด พบว่าสามารถลดระยะทางการทำงานในกระบวนการผลิตได้ 29.41 %

คำสำคัญ: การปรับปรุงกระบวนการ, การผลิต, อุปกรณ์ตกแต่งรถยนต์

ABSTRACT

The objectives of this study were 1) to study the production process of car accessories; 2) analyze the ways to improve the production process of car accessories; and 3) plan the ways to improve the production process of car accessories. Moreover, the research studied the current conditions of the production process of car accessories and analyzed the cause of problems as well as providing solutions. Flow process chart was used as the instrument in this study.

The result of flow process chart showed the different between the process before and after the experiment as well as offering solutions if repeating process in the production. This solution led to a more

effective process, which reduced logistic and production costs Also, the process satisfied customers' needs and was able to reduce the working duration by 29.41%.

KEYWORDS: Improvement Process, Production, Car Accessories

1. บทนำ

อุตสาหกรรมชิ้นส่วนยานยนต์จัดเป็นหนึ่งในอุตสาหกรรมที่มีบทบาทในการสนับสนุนอุตสาหกรรมยานยนต์ ซึ่งไทยเป็นฐานการผลิตขนาดใหญ่ที่สำคัญและมีความสำคัญต่อระบบเศรษฐกิจของประเทศ ทั้งในส่วนที่ ก่อให้เกิดการจ้างงานเป็นจำนวนมาก และก่อให้เกิดการ เชื่อมโยงกับอุตสาหกรรมเกี่ยวเนื่อง ต่างๆ พร้อมทั้งเป็นอุตสาหกรรมที่สามารถทำรายได้เข้าสู่ประเทศในแต่ละปีเป็นจำนวนมาก จึงเป็นไปได้ว่า ในการรักษาศักยภาพของอุตสาหกรรมยานยนต์ของไทยให้สามารถพัฒนาได้อย่างยั่งยืน สิ่งสำคัญที่ผู้ประกอบการพึงคำนึงถึง เพื่อนำไปสู่ความสำเร็จนั้นคือ ผลผลิตและภาพลักษณ์ที่ดีอันเกิดจากการผลิตและบริการให้เป็นไปตามความคาดหวังและความพึงพอใจของลูกค้า ในการผลิตอุปกรณ์ตกแต่งรถยนต์ ซึ่งเป็นชิ้นส่วนอีกประเภทหนึ่งที่ใช้เป็นส่วนประกอบกับตัวรถ ก็ไม่สามารถหลีกเลี่ยงการแข่งขันต่างๆ ได้ ซึ่งปัจจัยหลัก ๆ ที่ทำให้ผู้บริโภคตัดสินใจซื้อสินค้าคือ คุณภาพและราคา โรงงานจึงจำเป็นต้องวางนโยบายต่าง ๆ เพื่อปรับปรุงและควบคุมคุณภาพในกระบวนการผลิต ทั้งนี้ในกระบวนการผลิตอุปกรณ์ตกแต่งรถยนต์ ซึ่งเป็นหนึ่งในขั้นตอนการผลิตก็ยังคงเกิดปัญหาด้านคุณภาพและปัญหาต่างๆ (วีระวัฒน์ อินนุพัฒน์ และสุภาพร คูพินาย, 2561)

จากการที่ได้ศึกษาปัญหาสาเหตุพบว่าทางโรงงานมีการจัดการกระบวนการไหล การทำงานซ้ำซ้อน ส่งผลให้เกิดกิจกรรมการทำงานซ้ำซ้อนและการทำงานไม่เต็มประสิทธิภาพ จึงทำให้การไหลของชิ้นงานแต่ละแผนกไม่ค่อยดีเท่าที่ควร ผู้วิจัยจึงต้องการนำหลักการแผนภูมิกระบวนการไหล (Flow Process Chart) เป็นกระบวนการที่ช่วยให้เกิดประสิทธิภาพการทำงานมากขึ้น สามารถผลิตสินค้าอย่างต่อเนื่อง มาประยุกต์ใช้เพื่อเป็นการวิเคราะห์และเสนอแนวทางในการปรับปรุงกระบวนการผลิตอุปกรณ์ตกแต่งรถยนต์ เพื่อช่วยเพิ่มอัตราการผลิตและรองรับความต้องการสั่งซื้อจากลูกค้าได้มากยิ่งขึ้น

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

- 2.1 เพื่อศึกษากระบวนการผลิตอุปกรณ์ตกแต่งรถยนต์
- 2.2 เพื่อวิเคราะห์แนวทางในการปรับปรุงกระบวนการผลิตอุปกรณ์ตกแต่งรถยนต์
- 2.3 เพื่อวางแผนด้านแนวทางในการปรับปรุงกระบวนการผลิตอุปกรณ์ตกแต่งรถยนต์

3. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

3.1 การวิเคราะห์กระบวนการ

การวิเคราะห์ขั้นตอนการไหล (Flow) ของพนักงาน การวิเคราะห์ขั้นตอนการไหลของพนักงานอุปกรณ์ที่เคลื่อนที่ในกระบวนการพร้อมๆ กับกิจกรรมอื่น การบันทึกวิธีการ และขั้นตอนการทำงานอย่างกว้างๆ เพื่อให้เห็นภาพการทำงานทั้งหมด โดยแสดงในรูปแบบสัญลักษณ์มาตรฐาน 5 รูปแบบ ได้แก่ การปฏิบัติงาน (Operations) การตรวจสอบ (Inspections) การเคลื่อนย้าย (Transportation) การรอคอย (Delay) และการจัดเก็บ (Storage) ซึ่งถูกเรียงลำดับขั้นตอนการทำงาน ตั้งแต่กระบวนการแรก จนถึงกระบวนการสุดท้าย โดยระบุข้อมูลและเวลาอย่างถูกต้อง ซึ่งข้อมูลเหล่านั้นสามารถนำมาวิเคราะห์ปัญหา และแนวทางการปรับปรุงกระบวนการผลิตและการบริการ สอดคล้องกับงานวิจัยของ ใช้ทฤษฎีผังงาน (Flow Chart) และเทคนิคแผนภูมิการไหลของกระบวนการ (Flow Process Chart) แก้ไขปัญหาการไหลสินค้าในการรับและส่งออก โดย

สามารถเพิ่มกำลังการผลิตมากขึ้นจากเดิมคิดเป็น 25% (ธรรมศักดิ์ ค่วยเทศ ธีรพล เกื่อนแพ และ นิสาชล จันทรานภาสวัสต์ ,2564)

3.2 แผนภูมิกระบวนการไหล (Flow Process Chart)

แผนภาพกระบวนการที่ใช้สำหรับวิเคราะห์ขั้นตอนการไหลของวัตถุดิบ ชิ้นส่วน พนักงาน และอุปกรณ์ที่เคลื่อนไปในกระบวนการพร้อมกับกิจกรรมต่าง โดยใช้สัญลักษณ์มาตรฐาน 5 สัญลักษณ์ ซึ่งกำหนดไว้โดย ASME (American Society of Mechanical Engineers)

ตารางที่ 1 แผนภูมิกระบวนการไหล (Flow Process Chart)

สัญลักษณ์	ชื่อเรียก	คำจำกัดความโดยย่อ
	การปฏิบัติงาน	การเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางเคมีหรือฟิสิกส์ของวัสดุ การประกอบชิ้นส่วน/ถอดส่วนประกอบออก การเตรียมวัตถุเพื่องานขั้นตอนต่อไป การวางแผน การคำนวณ การใช้คำสั่งหรือการรับคำสั่ง
	การตรวจสอบ	ตรวจสอบคุณลักษณะของวัสดุตรวจสอบคุณภาพหรือปริมาณ
	การเคลื่อนย้าย	การเคลื่อนวัสดุจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่ง พนักงานกำลังเดิน
	การรอคอย	การเก็บวัสดุชั่วคราวระหว่างการปฏิบัติงาน การคอยเพื่อใช้งานขั้นตอนต่อไปเริ่มต้น
	การจัดเก็บ	การเก็บวัสดุไว้ในสถานที่ถาวรซึ่งต้องอาศัยคำสั่งในการเคลื่อนย้ายการเก็บ ชิ้นส่วนที่รอเป็นเวลานาน

แผนภาพการไหลจะมีการใช้แผนภาพจำลองสถานที่หรือผังบริเวณที่ ประกอบกิจกรรม พร้อมตำแหน่งของแผนงานหรือเครื่องจักรที่สำคัญลงในภาพและแสดงเส้นทางการเคลื่อนย้าย พร้อมสัญลักษณ์ลงบนแผนภาพ จะสามารถจำแนกกิจกรรมที่มีมูลค่าเพิ่มได้แก่การปฏิบัติไปจนถึง กิจกรรมที่ไม่ก่อให้เกิดมูลค่าและช่วยชี้ให้เห็นจุดที่เกิดการรอคอยและระยะทางการเคลื่อนย้ายเพื่อ นำไปวิเคราะห์หาเกิดความสูญเสียเปล่าขึ้นในกระบวนการผลิตหรือไม่

3.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ธรรมศักดิ์ ค่วยเทศ ธีรพล เกื่อนแพ และ นิสาชล จันทรานภาสวัสต์ (2564) ได้วิจัยเรื่องการลดความสูญเสียเปล่าในกระบวนการทำงานของอุตสาหกรรมบริการด้านโรงแรมโดยการวิเคราะห์แผนภูมิการไหล โดยมีวัตถุประสงค์ศึกษาและ การวิเคราะห์กระบวนการศึกษาขั้นตอนการไหลของวัตถุดิบ พนักงาน และอุปกรณ์ที่เกิดขึ้น ผลของการศึกษาก่อนปรับปรุงประสิทธิภาพมีจำนวนขั้นตอนการทำงาน 22 ขั้นตอน และ 27 ขั้นตอน ตามลำดับ ใช้เวลาทำงาน 24.11 นาที/ห้อง และ 32.53 นาที/ห้อง โดยใช้พนักงานทำงานจำนวน 5 คน หลังปรับปรุงการทำงานในห้องพักเตียงเดี่ยวและเตียงคู่ สามารถลดขั้นตอนการทำงานลงเหลือ 20 ขั้นตอน และ 25 ขั้นตอน ตามลำดับ ใช้เวลาทำงานลดลงเหลือ 23.14 นาที/ห้อง และ 31.56 นาที/ห้อง

พจน์ เดชเกิด และปณัฏพร เรืองเชิงชุม. (2562) ได้วิจัยเรื่องความสูญเสียเปล่าจากการไหลของข้อมูลสารสนเทศภายใต้ห่วงโซ่อุปทานในกระบวนการผลิตยางแผ่นรมควันและยาแผ่นรมควันอัดก้อน กรณีศึกษา สถาบันเกษตรกรในพื้นที่ภาคใต้ โดยมีวัตถุประสงค์ศึกษาการไหลของข้อมูลสารสนเทศภายใต้ห่วงโซ่อุปทานในกระบวนการผลิตยางแผ่นรมควันและอัดก้อนยาง

และ เพื่อวิเคราะห์ความสูญเสียจากการไหลของข้อมูลสารสนเทศภายใต้ห่วงโซ่อุปทานในกระบวนการผลิตยางแผ่นรมควัน และยางแผ่นรมควันอัดก้อน โดยผลการศึกษาพบว่า การไหลของข้อมูลสารสนเทศภายใต้ห่วงโซ่อุปทานพบว่าเริ่มจากกิจกรรมต้นน้ำ ผู้รวบรวมวัตถุดิบจะให้ข้อมูลวัตถุดิบกับพนักงานบันทึกข้อมูล จากนั้นข้อมูลวัตถุดิบจะไหลไปสู่แรงงานเพื่อใช้ผลิตในกิจกรรมกลางน้ำ สุดท้ายแรงงานจะส่งข้อมูลไปยังพนักงานขายและลูกค้าต่อไปในกิจกรรมปลายน้ำ

อักษราภรณ์ รัตนธำรง และพัฒน์ พัฒนรังสรรค์ (2559) ได้วิจัยเรื่อง ความคุ้มค่าในการปรับปรุงกระบวนการผลิตจากการทำบัญชีต้นทุนการไหลของวัสดุ กรณีศึกษาในบริษัทผู้ผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ โดยมีวัตถุประสงค์ศึกษาลักษณะของกระบวนการผลิตและการคำนวณต้นทุนในอุตสาหกรรมการผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ โดยทั่วไปกับการคำนวณโดยใช้บัญชีต้นทุนการไหลของวัสดุ จากนั้นได้วิเคราะห์ความคุ้มค่าในการลงทุนปรับปรุงลดความสูญเสียในการผลิตตามที่แยกได้จากการคำนวณบัญชีต้นทุนการไหลของวัสดุ และ ทำศึกษาการนำบัญชีต้นทุนการไหลของวัสดุมาประยุกต์ใช้ในองค์กรเพื่อลดความสูญเสียในกระบวนการผลิต โดยใช้ข้อมูลค่าใช้จ่ายในการผลิต ซึ่งทำให้การใช้บัญชีต้นทุนการไหลของวัสดุสามารถพบความสูญเสียในการผลิตได้ 10.99 บาทต่อหน่วยจากต้นทุนรวม 88.32 บาท

4. วิธีดำเนินการวิจัย

การดำเนินการวิจัยเพื่อปรับปรุงกระบวนการผลิตอุปกรณ์ตกแต่งรถยนต์ มีขั้นตอนและวิธีการดังต่อไปนี้

4.1 ศึกษาสภาพปัจจุบันของสายการผลิต

สภาพปัจจุบันของสายการผลิตกระบวนการผลิตอุปกรณ์ตกแต่งรถยนต์ จะศึกษาและเก็บข้อมูลการไหลของชิ้นงานในสายการผลิตแล้วเขียนแผนภาพ แสดงการไหลของชิ้นงานของแต่ละขั้นตอนโดยเริ่มจากวัตถุดิบเข้ามา แสดงถึงการปฏิบัติงาน โดยมีเวลาการทำงานแต่ละขั้นตอนจนถึงขั้นตอนการจัดส่งสินค้าออกจากโรงงานเพื่อที่จะนำไปใช้เป็นข้อมูลการประกอบการพิจารณาต่อไป

4.2 การเก็บรวบรวมข้อมูล

จากทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง สามารถนำมาประยุกต์ใช้เพื่อให้ สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของงานวิจัยคือ เพื่อการวิเคราะห์และเสนอแนวทางในการปรับปรุงกระบวนการผลิตอุปกรณ์ตกแต่งรถยนต์ โดยมีขั้นตอนหลักๆ 2 ขั้นตอน คือ

1) การเก็บข้อมูลสายการผลิตโดยใช้หลักการการศึกษาวิธีการทำงานเป็นการบันทึกเก็บข้อมูล อย่างมีขั้นตอนเพื่อให้ทราบปัญหาหลักที่จะนำไปวิเคราะห์หาสาเหตุ

2) การวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาของกระบวนการผลิตโดยใช้สร้างแผนภูมิกระบวนการไหล (Flow Process Chart) เพื่อทำความเข้าใจกระบวนการผลิต

4.3 การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการศึกษากระบวนการผลิต ได้ทำการศึกษาถึงลักษณะอาคารที่ตั้งของ โรงงานกระบวนการผลิตอุปกรณ์ตกแต่งรถยนต์ ได้ทำการผลิตว่ามีขั้นตอนในการผลิตอย่างไร และมีลักษณะการไหลของงานเป็นอย่างไร ซึ่งขั้นตอนต่างๆ ในการศึกษากระบวนการการผลิต มีดังนี้

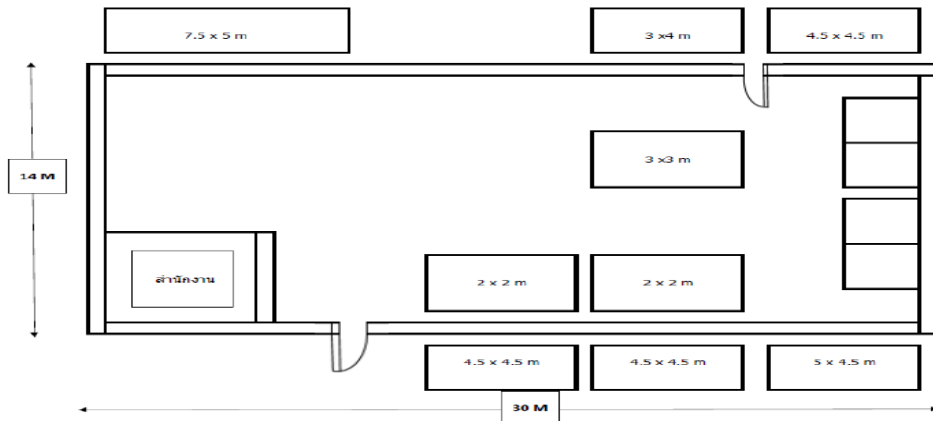
1) ลักษณะอาคารและพื้นที่การใช้งาน

ก่อนที่จะทำการวางแผนโรงงานนั้นผู้ศึกษางานวิจัยต้องทราบถึงลักษณะอาคารก่อนที่จะทำการ วางผังและพื้นที่ที่ใช้งาน มีอยู่จริงก่อน ซึ่งในการวางแผนดินนั้นเป็นอาคารต่อเติมที่ขยายออกมาด้านข้าง ของบริษัทดังนั้นอาคารโรงงานจึงค่อนข้างจำกัด เรื่องพื้นที่ดังนั้นการติดต่อและการประสานงานค่อนข้างมี ปัญหา คือระยะทางในการเดินทางค่อนข้างห่างพอสมควร

2) ผังโรงงานเดิมและการใช้พื้นที่

ผังโรงงานเดิม เป็นผังโรงงานที่ใช้บอกตำแหน่งลักษณะการวางของเครื่องจักร การวางผลิตภัณฑ์ และการไหลของงาน การจัดเก็บวัตถุดิบ และสินค้าสำเร็จรูปและแผนกต่างๆในโรงงานโดยผังโรงงานเดิมนี้ได้นำมา เป็นพื้นฐานเพื่อช่วยในการ

วิเคราะห์ ว่าส่วนใดของผังโรงงานเดิมที่มีปัญหาด้านการไหลของงาน ดังแสดง ในรูปที่1 จากการที่ได้ทำการศึกษาผังโรงงาน ปรากฏว่า โรงงานมีการวางตำแหน่งของแผนกไม่สัมพันธ์กัน โดยแผนกแต่ละแผนกมีระยะห่างกันมากทำให้การเคลื่อนย้าย และการไหลของผลิตภัณฑ์ไม่ดี กล่าวคือใช้เวลาในการขนส่งระหว่างกระบวนการเสียเวลาไปหลายนาที ทั้งนี้เนื่องจากผัง โรงงานเดิมไม่ได้มีการวางผังโรงงานตั้งแต่ต้น ทำให้การไหลไม่ต่อเนื่อง บางหน่วยมีลักษณะคอคอด ดังนั้นอุปสรรค ปัญหา จากการวางผังโรงงานเดิมผู้วิจัยเห็นว่าควรมีการปรับปรุงให้การไหลของชิ้นงานได้สะดวกขึ้นซึ่งเป็น ช่องทางเพิ่มประสิทธิภาพ และประสิทธิผลให้กับผู้ประกอบการได้ ซึ่งนำมาสู่ผลกำไรและสามารถแข่งขันในตลาดรวมทั้งคู่แข่งซึ่งนับวันมีการแข่งขันกัน อย่างรุนแรงมีแต่จะเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ



รูปที่ 1 แสดงแผนผังโรงงานเดิม

3) รวบรวมข้อมูลขั้นตอนกระบวนการผลิต

เพื่อช่วยประเมินการดำเนินงานกระบวนการผลิต ได้ใช้เครื่องมือในการรวบรวมข้อมูล ได้แก่ แบบบันทึกเวลาการปฏิบัติงาน แผนภูมิกระบวนการไหล (Flow Process Chart) การไหลของกระบวนการผลิตอุปกรณ์ตกแต่งรถยนต์ ที่มีความซับซ้อนโดยเริ่มจากการรับสินค้าส่ง ขึ้นรูปชิ้นงาน ตัดตกแต่งชิ้นและ ไปย้ายฝั่งไปทำการขัดเรียบ โปะสี พอเสร็จขั้นตอน ก็ส่งกลับมาฝั่งเดิม เพื่อทำการโปะแดง ขัดน้ำซึ่งเป็นขั้นตอนที่เสียเวลาอย่างมากทำให้การผลิตขาดประสิทธิภาพ จากนั้นส่งไปขั้นตอนทำสี และขั้นตอนการ บรรจุ จัดเก็บและส่งมอบให้ลูกค้า

ขั้นตอน	รายละเอียด	สัญลักษณ์					ระยะทาง	ประเภท
		○	➡	□	D	▽		
1	รับวัตถุดิบ	●	➡	□	D	▽		กิจกรรมที่ทำให้เกิดมูลค่า
2	ส่งชิ้นงานไปขึ้นรูป	○	➡	□	D	▽	5	กิจกรรมที่ทำให้เกิดมูลค่า
3	รอคอยชิ้นงาน	○	➡	□	D	▽		กิจกรรมที่ไม่ทำให้เกิดมูลค่า
4	ส่งชิ้นงานไปตัดแต่งประกอบ	○	➡	□	D	▽	15	กิจกรรมที่ทำให้เกิดมูลค่า
5	รอคอยชิ้นงาน	○	➡	□	D	▽		กิจกรรมที่ไม่ทำให้เกิดมูลค่า
6	ตรวจสอบชิ้นงาน	○	➡	■	D	▽		กิจกรรมที่ทำให้เกิดมูลค่า
7	เก็บชิ้นงาน	○	➡	□	D	▽		กิจกรรมที่ทำให้เกิดมูลค่า

รูปที่ 2 แผนภูมิการไหลของกระบวนการผลิต

ขั้นตอน	รายละเอียด	สัญลักษณ์					ระยะทาง	ประเภท
		○	➡	□	D	▽		
8	ส่งชิ้นงานไปขัดเรียบโป๊ะสี	○	➡	□	D	▽	20	กิจกรรมที่ทำให้เกิดมูลค่า
9	ขัดเรียบชิ้นงาน	●	➡	□	D	▽		กิจกรรมที่ทำให้เกิดมูลค่า
10	ทำการโป๊ะสี	●	➡	□	D	▽		กิจกรรมที่ทำให้เกิดมูลค่า
11	ขัดเรียบชิ้นงาน	●	➡	□	D	▽		กิจกรรมที่ทำให้เกิดมูลค่า
12	ส่งชิ้นงานไปขัดน้ำครั้งที่ 1	○	➡	□	D	▽	15	กิจกรรมที่ทำให้เกิดมูลค่า
13	ดำเนินการขัดน้ำ	●	➡	□	D	▽		กิจกรรมที่ทำให้เกิดมูลค่า
14	รอชิ้นงานแห้ง	○	➡	□	D	▽		กิจกรรมที่ทำให้เกิดมูลค่า
15	ส่งชิ้นงานไปพ่นสี	○	➡	□	D	▽	7	กิจกรรมที่ทำให้เกิดมูลค่า
16	รอสีชิ้นงานแห้ง	○	➡	□	D	▽		กิจกรรมที่ทำให้เกิดมูลค่า
17	ส่งชิ้นงานไปโป๊ะสีแดงเก็บรอย	○	➡	□	D	▽	8	กิจกรรมที่ทำให้เกิดมูลค่า
18	รอยคอยชิ้นงาน	○	➡	□	D	▽		กิจกรรมที่ไม่ทำให้เกิดมูลค่า
19	ส่งชิ้นงานไปขัดน้ำครั้งที่ 2	○	➡	□	D	▽	2	กิจกรรมที่ทำให้เกิดมูลค่า
20	รอยคอยชิ้นงาน	○	➡	□	D	▽		กิจกรรมที่ไม่ทำให้เกิดมูลค่า
21	ส่งชิ้นงานไปพ่นสีรองพื้น	○	➡	□	D	▽	7	กิจกรรมที่ทำให้เกิดมูลค่า
22	รอยคอยชิ้นงาน	○	➡	□	D	▽		กิจกรรมที่ไม่ทำให้เกิดมูลค่า
23	เช็ดรอยชิ้นงาน	○	➡	■	D	▽		กิจกรรมที่ทำให้เกิดมูลค่า
24	โป๊ะแดงชิ้นงาน	●	➡	□	D	▽		กิจกรรมที่ทำให้เกิดมูลค่า
25	รอยคอยชิ้นงาน	○	➡	□	D	▽		กิจกรรมที่ไม่ทำให้เกิดมูลค่า
26	ส่งชิ้นงานไปขัดน้ำครั้งที่ 3	○	➡	□	D	▽	9	กิจกรรมที่ไม่ทำให้เกิดมูลค่า : เนื่องจากไม่มี ความจำเป็นที่ต้องทำการขัดน้ำในครั้งที่ 3 ซึ่งจะก่อให้เกิดการทำงานซ้ำซ้อน
27	รอยคอยชิ้นงาน	○	➡	□	D	▽		กิจกรรมที่ไม่ทำให้เกิดมูลค่า
28	ส่งชิ้นงานไปพ่นสีจริง	○	➡	□	D	▽	8	กิจกรรมที่ทำให้เกิดมูลค่า
29	รอยคอยชิ้นงาน	○	➡	□	D	▽		กิจกรรมที่ไม่ทำให้เกิดมูลค่า
30	ส่งชิ้นงานไปขัดสี	○	➡	□	D	▽	8	กิจกรรมที่ทำให้เกิดมูลค่า
31	รอยคอยชิ้นงาน	○	➡	□	D	▽		กิจกรรมที่ไม่ทำให้เกิดมูลค่า
32	ส่งชิ้นงานไปบรรจุ	○	➡	□	D	▽	10	กิจกรรมที่ทำให้เกิดมูลค่า
33	บรรจุชิ้นงานลงกล่อง	●	➡	□	D	▽		กิจกรรมที่ทำให้เกิดมูลค่า
34	ส่งชิ้นงานให้ลูกค้า	○	➡	□	D	▽	5	กิจกรรมที่ทำให้เกิดมูลค่า
รวม							119	

รูปที่ 2 แผนภูมิการไหลของกระบวนการผลิต (ต่อ)

จากรูปที่ 2 แสดงให้เห็นว่าในกระบวนการผลิต มีขั้นตอน การทำงาน 6 การขนส่ง 14 การตรวจสอบ 1 การจัดเก็บ 1 มีระยะทางการเคลื่อนที่ของชิ้นงานข้ามแผนกเป็นระยะทางสูงถึง 119 เมตร ใช้เวลาในการทำงานทั้งหมด 119 นาที ในที่ซึ่งบางขั้นตอนไม่สามารถนำเวลามาคิดรวมได้เพราะว่า ปัจจัยอื่นๆ ที่ทำให้เวลาในการผลิตผิดพลาดได้

5. ผลการวิจัยและอภิปรายผลการวิจัย

หลังจากที่ได้ทำการศึกษากระบวนการผลิตอุปกรณ์ตกแต่งรถยนต์แล้ว แผนภูมิแสดงการทำงานของแต่ละขั้นตอนของการผลิตอุปกรณ์ตกแต่งรถยนต์ ซึ่งได้แสดงการทำงานของแต่ละขั้นตอนโดยเริ่มจากการรับสินค้าการเบิกวัตถุดิบแสดงการไหลของ

ชิ้นงานโดยแสดง ระยะทางจากกิจกรรมแรกถึงกิจกรรมสุดท้าย จนกระทั่งส่งสินค้าเข้าเก็บภายในคลังเพื่อเตรียมส่งมอบ ลูกค้าต่อไป ผู้วิจัยได้นำเสนอเพื่อเป็นแนวทางในการปรับปรุงจากการเก็บรวบรวมข้อมูล ทำให้ได้มาซึ่งรายละเอียดต่างๆ และวิธีการดำเนินการแนวทางการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้น

ขั้นตอน	รายละเอียด	สัญลักษณ์					ระยะทาง	ประเภท
1	รับวัตถุดิบ							กิจกรรมที่ทำให้เกิดมูลค่า
2	ส่งชิ้นงานไปขึ้นรูป						5	กิจกรรมที่ทำให้เกิดมูลค่า
3	รอคอยชิ้นงาน							กิจกรรมที่ไม่ทำให้เกิดมูลค่า
4	ส่งชิ้นงานไปตัดแต่งประกอบ						10	กิจกรรมที่ทำให้เกิดมูลค่า
5	รอคอยชิ้นงาน							กิจกรรมที่ไม่ทำให้เกิดมูลค่า
6	ตรวจสอบชิ้นงาน							กิจกรรมที่ทำให้เกิดมูลค่า
7	เก็บชิ้นงาน							กิจกรรมที่ทำให้เกิดมูลค่า
8	ส่งชิ้นงานไปขัดเรียบโป๊ะสี						10	กิจกรรมที่ทำให้เกิดมูลค่า
9	ขัดเรียบชิ้นงาน							กิจกรรมที่ทำให้เกิดมูลค่า
10	ทำการโป๊ะสี							กิจกรรมที่ทำให้เกิดมูลค่า
11	ขัดเรียบชิ้นงาน							กิจกรรมที่ทำให้เกิดมูลค่า
12	ส่งชิ้นงานไปขัดน้ำครั้งที่ 1						5	กิจกรรมที่ทำให้เกิดมูลค่า
13	ดำเนินการขัดน้ำ							กิจกรรมที่ทำให้เกิดมูลค่า
14	รอชิ้นงานแห้ง							กิจกรรมที่ไม่ทำให้เกิดมูลค่า
15	ส่งชิ้นงานไปพ่นสี						7	กิจกรรมที่ทำให้เกิดมูลค่า
16	รอสีชิ้นงานแห้ง							กิจกรรมที่ไม่ทำให้เกิดมูลค่า
17	ส่งชิ้นงานไปโป๊ะสีแดงเก็บรอย						8	กิจกรรมที่ทำให้เกิดมูลค่า
18	รอคอยชิ้นงาน							กิจกรรมที่ไม่ทำให้เกิดมูลค่า
19	ส่งชิ้นงานไปขัดน้ำครั้งที่ 2						2	กิจกรรมที่ทำให้เกิดมูลค่า
20	รอคอยชิ้นงาน							กิจกรรมที่ไม่ทำให้เกิดมูลค่า
21	ส่งชิ้นงานไปพ่นสีรองพื้น						7	กิจกรรมที่ทำให้เกิดมูลค่า
22	รอคอยชิ้นงาน							กิจกรรมที่ไม่ทำให้เกิดมูลค่า
23	เช็ครอยชิ้นงาน							กิจกรรมที่ทำให้เกิดมูลค่า
24	โป๊ะแดงชิ้นงาน							กิจกรรมที่ทำให้เกิดมูลค่า
25	รอคอยชิ้นงาน							กิจกรรมที่ไม่ทำให้เกิดมูลค่า
26	ส่งชิ้นงานไปพ่นสีจริง						8	กิจกรรมที่ทำให้เกิดมูลค่า
27	รอคอยชิ้นงาน							กิจกรรมที่ไม่ทำให้เกิดมูลค่า
28	ส่งชิ้นงานไปขัดสี						7	กิจกรรมที่ทำให้เกิดมูลค่า
29	รอคอยชิ้นงาน							กิจกรรมที่ไม่ทำให้เกิดมูลค่า
30	ส่งชิ้นงานไปบรรจุ						8	กิจกรรมที่ทำให้เกิดมูลค่า
31	บรรจุชิ้นงานลงกล่อง							กิจกรรมที่ทำให้เกิดมูลค่า
32	ส่งชิ้นงานให้ลูกค้า						7	กิจกรรมที่ทำให้เกิดมูลค่า
รวม							84	

รูปที่ 3 แผนภูมิการไหลของกระบวนการผลิต (หลังปรับปรุง)

การเปรียบเทียบแผนภูมิการไหลของกระบวนการผลิตอุปกรณ์ตกแต่งรถยนต์ พบกิจกรรมการขนส่งลดลงจากวิธีเดิม 13 ลดลงเป็น 12 ซึ่งเป็นกิจกรรมซ้ำครั้งที่ 3 ที่เป็นกิจกรรมการทำงานซ้ำซ้อนไม่มีความจำเป็นในกระบวนการผลิตนี้ส่งผลให้ความแตกต่างมีระยะทางลดลง จาก เดิมมีระยะทาง 119 เมตร ลดลงเป็น 84 เมตร ทำให้ระยะทางในการผลิตลดลง 35 เมตร ดังรูปที่ 4

รายละเอียด	สัญลักษณ์					ระยะทาง		ประเภท
	○	➡	□	▢	▽	ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง	
ส่งชิ้นงานไปขึ้นรูป	○	➡	□	▢	▽	5	5	กิจกรรมที่ทำให้เกิดมูลค่า
ส่งชิ้นงานไปตัดแต่งประกอบ	○	➡	□	▢	▽	15	10	กิจกรรมที่ทำให้เกิดมูลค่า
ส่งชิ้นงานไปขัดเรียบโปะสี	○	➡	□	▢	▽	20	10	กิจกรรมที่ทำให้เกิดมูลค่า
ส่งชิ้นงานไปขัดน้ำครั้งที่ 1	○	➡	□	▢	▽	15	5	กิจกรรมที่ทำให้เกิดมูลค่า
ส่งชิ้นงานไปพ่นสี	○	➡	□	▢	▽	7	7	กิจกรรมที่ทำให้เกิดมูลค่า
ส่งชิ้นงานไปโปะสีแต่งเก็บรอย	○	➡	□	▢	▽	8	8	กิจกรรมที่ทำให้เกิดมูลค่า
ส่งชิ้นงานไปขัดน้ำครั้งที่ 2	○	➡	□	▢	▽	2	2	กิจกรรมที่ทำให้เกิดมูลค่า
ส่งชิ้นงานไปพ่นสีรองพื้น	○	➡	□	▢	▽	7	7	กิจกรรมที่ทำให้เกิดมูลค่า
ส่งชิ้นงานไปขัดน้ำครั้งที่ 3	○	➡	□	▢	▽	9	0	กิจกรรมที่ไม่ทำให้เกิดมูลค่า : เนื่องจากไม่มีความจำเป็นที่ต้องทำการขัดน้ำในครั้งที่ 3 ซึ่งจะก่อให้เกิดการทำงานซ้ำซ้อน
ส่งชิ้นงานไปพ่นสีจริง	○	➡	□	▢	▽	8	8	กิจกรรมที่ทำให้เกิดมูลค่า
ส่งชิ้นงานไปขัดสี	○	➡	□	▢	▽	8	7	กิจกรรมที่ทำให้เกิดมูลค่า
ส่งชิ้นงานไปบรรจุ	○	➡	□	▢	▽	10	8	กิจกรรมที่ทำให้เกิดมูลค่า
ส่งชิ้นงานให้ลูกค้า	○	➡	□	▢	▽	5	7	กิจกรรมที่ทำให้เกิดมูลค่า
รวม						119	84	

รูปที่ 4 การเปรียบเทียบแผนภูมิการไหลของกระบวนการผลิต

ตารางที่ 2 การเปรียบเทียบผลการศึกษาวิธีการก่อนและหลังปรับปรุง

ผลการศึกษา	วิธีการก่อนปรับปรุง	วิธีการหลังปรับปรุง	คิดเป็นเปอร์เซ็นต์
ระยะทาง	119	84	29.64

จากตารางที่ 2 จะเห็นได้ว่าระยะทางการผลิตก่อนปรับปรุงเท่ากับ 119 เมตร และระยะทางการผลิตหลังปรับปรุงเท่ากับ 84 เมตร ซึ่งระยะทางการผลิตหลังการปรับปรุง ลดจากเดิม 29.64 % ทำให้สามารถลดระยะทางการเคลื่อนที่สั้นลงทำให้ประสิทธิภาพการผลิตเพิ่มขึ้นเวลาที่ใช้จากเดิมลดลง และยังสามารถลดเวลาการรอคอยชิ้นงานได้ด้วย

6. สรุปผลการวิจัย

ผู้วิจัยสรุปผลการปรับปรุงกระบวนการผลิตอุปกรณ์ตกแต่งรถยนต์ โดยได้เลือกการไหลของกระบวนการผลิตขึ้นมาศึกษา เพื่อลดปัญหาที่เกิดขึ้น และขั้นตอนในการ ผลิตแบบเดิมทำให้การผลิตไม่เกิดความต่อเนื่องและขาดประสิทธิภาพ ผู้วิจัยได้เสนอการไหลของกระบวนการผลิต พบว่าสามารถลดระยะทางการทำงานในกระบวนการผลิตได้ 29.41 % ตามตารางที่ 2 ซึ่งได้แสดงระยะทางทั้งก่อนและหลังปรับปรุง เพื่อช่วยลดต้นทุนโลจิสติกส์ในส่วนของการไหลของชิ้นงานใน กระบวนการผลิต ซึ่งมีความสอดคล้องกับงานวิจัยธรรมศักดิ์ ค่วยเทศ อีรพล เกื้อนแพ และ นิศาชล จันทรานภาสวัสดิ์ (2564) ซึ่งสามารถลดขั้นตอนการทำงานลง รวมถึงการปรับปรุงการไหลของกระบวนการผลิต ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ พจน์ เดชเกิด และปณิทร เรืองเชิงชุม (2562) ผลของการทำงานในกระบวนการผลิต มีความสอดคล้องกับงานวิจัยของ วีระวัฒน์ อินทุพัฒน์ และ สุภาพร คูพิมาย (2561)

7. ข้อเสนอแนะ

การปรับปรุงกระบวนการผลิตอุปกรณ์ตกแต่งรถยนต์ จะทำให้สามารถมองเห็นภาพรวมของกระบวนการทั้งหมดที่จะผลิต อุปกรณ์ตกแต่งรถยนต์ ให้กับลูกค้า เป็นเครื่องมือหนึ่งในการนำมาใช้พัฒนาประสิทธิภาพของกระบวนการผลิต โดยเริ่มต้นจาก โรงงานการผลิตขยายไปสู่ส่วนอื่น ๆ ในโรงงานที่ประสบความสำเร็จนั้นจำเป็นต้องอาศัยปัจจัยอื่นๆ ที่สำคัญร่วมด้วย เช่น การจัดการความเสี่ยง ความสามารถและเทคนิคในการแก้ไขปัญหา วินัยในการบริหารโครงการและเทคนิคที่เกี่ยวข้องสำหรับการจัดการธุรกิจ เป็นต้น

สำหรับการศึกษากระบวนการผลิตอุปกรณ์ตกแต่งรถยนต์นั้น จะพบว่า ในบางขั้นตอนเป็นงานที่ใช้ทักษะและความชำนาญของพนักงานโดยเฉพาะ เช่น ขึ้นรูปชิ้นงาน ตัดตกแต่งชิ้น โป๊ะสี การโปะแดง ขัดน้ำ การทำสี การบรรจุจัดเก็บและส่งมอบให้ลูกค้า จึงควรให้ความสำคัญกับการจัดทำมาตรฐานในการทำงาน เพื่อลดโอกาสในการเกิดความผิดพลาดที่เกิดจากการทำงาน หรือความเสี่ยงจากการเปลี่ยนแปลงพนักงานสำหรับการวิจัยเพิ่มเติมในอนาคต อาจารย์รวบรวมข้อมูลการทำงานจากพนักงานเพิ่มเติม ด้วยวิธีการสัมภาษณ์ เพื่อให้ทราบถึงปัญหาในการทำงานของพนักงานโดยละเอียด รวมถึงการประยุกต์ใช้แผนผังสายธารคุณค่า (Value Stream Mapping) เพื่อสามารถวิเคราะห์กระบวนการ และเข้าใจภาพรวมของกระบวนการ จากมุมมองของลูกค้ามากยิ่งขึ้น และขยายผลการศึกษาจากมิติการปรับปรุงประสิทธิภาพด้านเวลาเพียงด้านเดียวไปสู่มิติของประสิทธิภาพ ด้านต้นทุน เพื่อให้ผลการศึกษาสามารถนำไปใช้ให้เกิดสูงสุด

8. เอกสารอ้างอิง

- ธรรมศักดิ์ ค่วยเทศ อีรพล เกื้อนแพ และ นิศาชล จันทรานภาสวัสดิ์. (2564). การลดความสูญเสียเปล่าในกระบวนการทำงานของ อุตสาหกรรมบริการด้านโรงแรมโดยการวิเคราะห์แผนภูมิการไหล. วารสารวิชาการพระจอมเกล้าพระนครเหนือ. 31(1), 180-192.
- พจน์ เดชเกิด และปณิทร เรืองเชิงชุม. (2562). ความสูญเสียจากการไหลของข้อมูลสารสนเทศภายใต้ห่วงโซ่อุปทานใน กระบวนการผลิตยางแผ่นรมควันและยางแผ่นรมควันอัดก้อน กรณีศึกษา สถาบันเกษตรกรในพื้นที่ภาคใต้. วารสาร วิทยาลัยโลจิสติกส์และซัพพลายเชน. 5(2), 4-18.
- วีระวัฒน์ อินทุพัฒน์ และสุภาพร คูพิมาย. (2561). ปรับปรุงคุณภาพกระบวนการปลูกขนก้ามะหยี่ ในบริษัทผู้ผลิตชิ้นส่วนยาง ขอบกระจักรรถยนต์ ด้วยหลักการซิกซ์ซิกมา. วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซียฉบับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 12(1), 96-109.
- อัษฎางค์ รัตนอำรง และพัฒน์ พัฒนรังสรรค์. (2559). ความคุ้มค่าในการปรับปรุงกระบวนการผลิตจากการทำบัญชีต้นทุนการ ไหลของวัสดุ กรณีศึกษาในบริษัทผู้ผลิตชิ้นส่วนยานยนต์. วารสารมหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง. 5(2), 196-210.



เดโชชัย สามีพิมพ์ อาจารย์ประจำสาขาวิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สถาบันเทคโนโลยีปทุมวัน

งานวิจัยที่สนใจ การจัดการเทคโนโลยี การจัดการวิศวกรรม โลจิสติกส์ การวิเคราะห์ข้อมูล

**การวิเคราะห์ประสิทธิภาพที่มีผลต่อการนำระบบมาตรฐานการบริหาร
บริการเทคโนโลยีสารสนเทศในรัฐวิสาหกิจ ประเภทกิจการสาธารณูปโภค**
**EFFICIENCY ANALYSIS AFFECTS TOWARDS INFORMATION TECHNOLOGY
SERVICE MANAGEMENT SYSTEM STANDARDS IN STATE ENTERPRISE TYPE OF
PUBLIC UTILITIES**

ศรันย์ นาคถนอม

สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช
9/9 หมู่ 9 ตำบล บางพูด อำเภอ ปากเกร็ด จังหวัด นนทบุรี 11120

Sarun Nakthanom

School of Science and Technology, Sukhothai Thammathirat Open University

9/9 Moo 9 Bangpood, Pakkret, Nonthaburi 11120

E-Mail sarun.nak@stou.ac.th

รับเมื่อ 1 มีนาคม 2564 ตอบรับเมื่อ 14 พฤษภาคม 2564

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างแบบจำลองการวิเคราะห์ประสิทธิภาพที่มีผลต่อการนำระบบมาตรฐานการบริหารบริการเทคโนโลยีสารสนเทศในรัฐวิสาหกิจ ประเภทกิจการสาธารณูปโภค ระยะเวลาที่ดำเนินการวิจัย 6 เดือนในช่วงเดือนกรกฎาคม - ธันวาคม พ.ศ. 2563 ข้อมูลจำนวนทั้งสิ้น 400 รายการ ตัวชี้วัด 19 ตัว จากนั้นได้ทำการวิเคราะห์ประสิทธิภาพได้ทั้งหมด 6 ปัจจัย และได้ทำการหาโครงสร้างความสัมพันธ์ของปัจจัยด้วยการวิเคราะห์แบบจำลองสมการโครงสร้างจากแบบจำลองสมการ โดยพบว่าค่าที่ได้จากแบบจำลองสมการโครงสร้างที่ผ่านการวิเคราะห์มีความสอดคล้องกับข้อมูล (Goodness of Fit) โดยมีค่า $\chi^2 = 0.412$, ค่า GFI (Goodness of Fit Index) = 0.993, ค่า AGFI (Adjusted Goodness of Fit Index) = 0.980, ค่า RMSEA (Root Mean Square Error of Approximation) = 0.009 และ ค่า Hoelter's N = 528

คำสำคัญ: แบบจำลองสมการโครงสร้าง, การวิเคราะห์ปัจจัย, การบริหารบริการเทคโนโลยีสารสนเทศ

ABSTRACT

This research purposes was to present efficiency analysis affects towards information technology service management system standards in state enterprise type of public utilities. The sampling data sample is the questionnaire duration of the study 6 month in July - December 2020, total data 400 items and 19 indicators. Analyzing factor indicators in to 6 factors, these factors were used to find out their relationship with Structural equation Model. It was found that the value obtained from the model are consistent with the

data (Goodness of Fit), Chi_square (χ^2) = 0.412, GFI (Goodness of Fit Index) = 0.993, AGFI (Adjusted Goodness of Fit Index) = 0.980, RMSEA (Root Mean Square Error of Approximation) = 0.009 and Hoelter's N = 728.

KEYWORDS: Structural Equation Modeling, Factor analysis, Information Technology Service Management

1. บทนำ

จากวิสัยทัศน์เชิงนโยบายของประเทศไทย ที่ต้องการยกระดับประเทศไปสู่ประเทศที่พัฒนาแล้ว โดยพัฒนารูปแบบการขับเคลื่อนด้วยดิจิทัล ซึ่งกิจการสาธารณูปโภค ในสังกัดรัฐวิสาหกิจ ทำหน้าที่ลงทุนและบริหารจัดการทรัพย์สินอื่นของรัฐบาล ตามนโยบาย โดยหนึ่งภารกิจหลัก คือ การบริหารจัดการเชิงรุก โดยมุ่งเน้นเทคโนโลยี เพื่อสอดคล้องกับนโยบายเศรษฐกิจดิจิทัล โดยวางแผนยุทธศาสตร์ในการพัฒนาประเทศ ระบบเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร ของรัฐวิสาหกิจ เช่น การพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานเพื่อรองรับการขยายตัวขององค์กร การพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อขับเคลื่อนองค์กรได้อย่างมีประสิทธิภาพรวมถึง พัฒนาด้านความมั่นคงปลอดภัยและมาตรฐานการเชื่อมโยงกับหน่วยงานต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง (กระทรวงการคลัง, 2564)

การพัฒนาระบบสารสนเทศองค์กรช่วยให้ทุกส่วนงานสามารถทำงานประสานเป็นหนึ่งเดียวกัน เพื่อผลสำเร็จตามที่วางแผนไว้ อันจะนำไปสู่การเชื่อมโยงความสำเร็จด้านระบบสารสนเทศและด้านการบริหารจัดการองค์กร แต่ทั้งนี้กระบวนการในการบริหารจัดการด้านระบบสารสนเทศจะประสบความสำเร็จไม่ได้ หากขาดแนวทางที่ชัดเจนและเหมาะสม (ชนนิกันต์ รอดมรณ์ และ นลินภัทร์ พรวัฒน์ปริยกร, 2561)

ดังนั้นนักวิจัยจึงมีเสนอแบบจำลองการวิเคราะห์ประสิทธิภาพที่มีผลต่อการนำระบบมาตรฐานการบริหารบริการเทคโนโลยีสารสนเทศในรัฐวิสาหกิจ ประเภทกิจการสาธารณูปโภค เพื่อนำผลการวิจัยที่ได้มาพัฒนาปรับปรุงและนำมาวิเคราะห์มาตรฐานการบริหารบริการเทคโนโลยีสารสนเทศในรัฐวิสาหกิจ ประเภทกิจการสาธารณูปโภค และยังก่อให้เกิดประโยชน์ ต่อหน่วยงานภาครัฐและเอกชน ตลอดจนผู้ใช้บริการต่อไป

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

2.1 เพื่อศึกษาประสิทธิภาพที่มีผลต่อการนำระบบมาตรฐานการบริหารบริการเทคโนโลยีสารสนเทศในรัฐวิสาหกิจ ประเภทกิจการสาธารณูปโภค

2.2 เพื่อพัฒนาแบบจำลองการวิเคราะห์ประสิทธิภาพที่มีผลต่อการนำระบบมาตรฐานการบริหารบริการเทคโนโลยีสารสนเทศในรัฐวิสาหกิจ ประเภทกิจการสาธารณูปโภค

2.3 เพื่อประเมินค่าความแม่นยำในการพยากรณ์ของแบบจำลองที่พัฒนาขึ้น

3. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

3.1 การบริหารบริการเทคโนโลยีสารสนเทศ (Information Technology Service Management)

ศรันย์ นาคถนอม และ ณมน จีรังสุวรรณ (2556) ได้สรุปทฤษฎีเกี่ยวกับการบริหารบริการ ดังนี้ เทคโนโลยีมีบทบาทสำคัญต่อการบริหารจัดการกับการบริหารบริการ ในปัจจุบัน ความช่วยเหลือของเครื่องมือต่าง ๆ การบริหารจัดการสามารถทำได้โดยอัตโนมัติ เช่น งานเกี่ยวกับ Monitoring หรืองานเกี่ยวกับการให้บริการ Software ส่วนเครื่องมืออื่น ๆ ที่สนับสนุนประสิทธิภาพเกี่ยวกับกิจกรรมให้บริการ ตัวอย่าง เช่น Help Desk Tool หรือเครื่องมือที่เกี่ยวกับการบริหารงานบริการ ชุดของเทคโนโลยีที่ใช้บริหารจัดการเกี่ยวกับ งานบริการควรมีขีดความสามารถในการทำงานดังต่อไปนี้

- สนับสนุน การทำงานในทุกขั้นตอนตลอดช่วงอายุทำงานของงานบริการ
- สนับสนุนการออกแบบงานบริการ
- สนับสนุนการแก้ไขปัญหาทางงานบริการ

โดยพัฒนาการบริหารบริการเทคโนโลยีสารสนเทศนั้นจะต้องคำนึงถึงประเด็นสำคัญที่กล่าวมาแล้ว รูปแบบการบริหาร การกำหนดแผนให้สอดคล้องกับมาตรฐานด้านบริการ ได้แก่ มาตรฐาน ISO/IEC20000 หรือ แนวปฏิบัติที่ดี ของ ITIL V.3 Foundation

3.2 รัฐวิสาหกิจ ประเภทกิจการสาธารณูปโภค

รัฐวิสาหกิจ ประเภทกิจการสาธารณูปโภค สังกัดกระทรวงคมนาคม มีภารกิจ และขอบเขตความรับผิดชอบ ในการ จัดบริการ รถโดยสารประจำทางวิ่งรับ-ส่งผู้โดยสาร ในเขตกรุงเทพมหานคร และจังหวัดใกล้เคียง 5 จังหวัด คือ นนทบุรี ปทุมธานี สมุทรปราการ สมุทรสาคร และนครปฐม มีผู้ใช้บริการ ประมาณกว่า 3 ล้านคนต่อวัน นอกจากนี้ยังมีหน้าที่ ในด้าน ประกอบการอื่นๆ ที่เกี่ยวกับหรือต่อเนื่องกับ การประกอบการขนส่งบุคคล เนื่องจากกิจการเดินรถโดยสารประจำทาง จัดเป็น สาธารณูปโภค ชนิดหนึ่งของรัฐที่ให้บริการแก่ประชาชน ผู้มีรายได้น้อย และปานกลางเป็นหลัก การดำเนินการ จึงมุ่ง สนองตอบนโยบายของรัฐบาลในด้านการให้ความช่วยเหลือ แก่ผู้มีรายได้น้อย โดยไม่หวังผลกำไร การจัดเก็บอัตราค่าโดยสาร จึงอยู่ในอัตราต่ำกว่าต้นทุน (องค์การขนส่งมวลชนกรุงเทพ, 2564)

3.3 การวิเคราะห์ปัจจัย (Factor analysis)

R.J. Rummel. (2002) ได้สรุปทฤษฎีเกี่ยวกับเทคนิคที่ใช้ในการสกัดปัจจัย (Factor หรือ Component) จากกลุ่มของ ตัวชี้วัดที่มีความสัมพันธ์ต่อกัน ปัจจัยที่จะถูกใช้แทนกลุ่มของตัวชี้วัดที่มีความเป็นกลุ่มเดียวกัน เป็นเทคนิคที่ใช้ในการลดมิติ หรือจำนวนตัวแปรประจักษ์ (Manifest variable) การพิจารณาความเหมาะสมของการสกัดปัจจัยจะตรวจสอบจากค่าสถิติ Kaiser-Meyer-Olkin: KMO โดยค่า KMO ควรมีค่ามากกว่า 0.6 ปัจจัยที่สกัดได้มีความถูกต้องเพียงใดจะพิจารณาจากค่า ความสามารถในการอธิบายค่าความผันแปรร่วมของปัจจัยทั้งหมด (Total variance explained) กับความผกผันของทุกตัว แปรประจักษ์ที่ไม่มีการสกัดปัจจัย หากค่าที่ได้มีค่าเป็นร้อยละสูง (Cumulative explained variance) หมายถึงปัจจัย สามารถแทนตัวชี้วัดได้ดีเช่นกัน

3.4 แบบจำลองสมการเชิงโครงสร้าง (Structural equation modeling: SEM)

Garson David. (2007) ได้สรุปทฤษฎีเกี่ยวกับเทคนิคที่ใช้ในการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ของปัจจัยต่างๆที่ได้จากการ สำรวจ (Exploratory) โดยวิธีการสกัดปัจจัย ผู้วิจัยจะทำการสร้างแบบจำลองของความสัมพันธ์ของปัจจัยต่างๆที่ควรจะเป็น ตามหลักทฤษฎี หรือตามสมมติฐานของผู้วิจัย จากนั้นทำการตรวจสอบว่าแบบจำลองความสัมพันธ์ (Default Model) ดังกล่าวสามารถอธิบายค่าความผันแปรร่วม (Covariance) ได้ดีเพียงใด แบบจำลองที่ได้ต้องทำการตรวจสอบว่ามีความ เหมาะสมหรือไม่ค่าสถิติที่นิยมใช้ในการตรวจสอบได้แก่ ค่า Chi-square (χ^2) (ควรจะเป็น Non significance), Goodness of fit index : GFI (ควรจะเป็น > 0.9), Root Mean Square error of approximation : RMSEA (ควรจะเป็น <= 0.06) และค่า Hoelter's N (ไม่ควรน้อยกว่า 75) ค่า Hoelter's N จะใช้ในการระบุขนาดของตัวอย่าง (Case) เพียงพอต่อการวิเคราะห์ แบบจำลองสมการโครงสร้างหรือไม่

3.5 การประมาณความผิดพลาด

สมชาย ปราการเจริญ (2550) ได้เสนอการคำนวณแบบจำลองที่สร้างขึ้นต้องมีความแม่นยำเข้ากันได้ (Model best fit) กับข้อมูลที่ใช้ในการสร้างแบบจำลองนั้นสูงสุด แบบจำลองนี้จะถูกนำไปทดสอบกับกลุ่มข้อมูลอีกชุดหนึ่งที่ทราบค่าใช้จ่ายจริง (Actual Cost) ผลจากการพยากรณ์ข้อมูลชุดใหม่ (Predicted Cost) จะถูกนำมาคำนวณค่าความคลาดเคลื่อนสัมพัทธ์ (Magnitude of relative error – MRE) ดังสมการ (1)

$$MRE_i = \frac{Actual_{Cost_i} - Predicted_{Cost_i}}{Actual_{Cost_i}} \quad (1)$$

หากมีหลายโครงการจะนำค่าความคลาดเคลื่อนสัมพัทธ์ของแต่ละโครงการมารวมกันและหาค่าเฉลี่ยดังสมการ (2)

$$MMRE_i = \frac{1}{n} \left[\sum_{i=1}^n \frac{Actual_{Cost_i} - Predicted_{Cost_i}}{Actual_{Cost_i}} \right] \times 100 \quad (2)$$

หากต้องการทราบค่าความแม่นยำจะทำการลบค่าหนึ่งร้อยด้วยค่า MMRE ที่ได้

3.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

นพมณี ภาณุโรจน์รัตน์, ศุภฤกษ์ สุขสมาน, บดินทร์ รัตมิตเทศ และสวสดี วรรณรัตน์ (2561) ได้ทำการวิจัยเรื่องแบบจำลองสมการเชิงโครงสร้างสำหรับตัวชี้วัดคุณภาพการบริการ ตามทัศนะของนักท่องเที่ยวในพื้นที่เมืองพัทยา โดยศึกษาการวัดคุณภาพการบริการของโรงแรมในทัศนะของลูกค้าเพื่อทำการกำหนดจำนวนและน้ำหนักของตัวชี้วัดที่ได้เพื่อการจัดทำดัชนีคุณภาพการบริการ ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน (Exploratory Factor Analysis-EFA) พบว่า คุณภาพการบริการรวม มี 5 องค์ประกอบ ได้แก่ องค์ประกอบที่ 1 บริการพื้นฐานและบริการพิเศษ องค์ประกอบที่ 2 ถึง 5 ได้แก่ บริการเอกสิทธิ์ ความสะอาดและปลอดภัยสภาพทางกายภาพ และผลการดำเนินงานตามสัญญา

ศรันย์ นาคณอม และ เทพพิทักษ์ อิมอาเทศ (2560) ได้ทำการวิจัยเรื่องการพัฒนาแบบจำลองสมการเชิงโครงสร้างเพื่อการบริหารจัดการ เทคโนโลยีสารสนเทศในโรงเรียนคาทอลิกในเครืออัครสังฆมณฑลกรุงเทพฯ เขต 4 โดยศึกษาและวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อการบริหารจัดการเทคโนโลยีสารสนเทศในโรงเรียนคาทอลิก ผลวิจัยพบว่า ค่าความผิดพลาดเชิงสัมพัทธ์ของสมการเชิงโครงสร้างที่มีผลต่อการบริหารจัดการเทคโนโลยีสารสนเทศในโรงเรียนคาทอลิกมีค่าเท่ากับร้อยละ 3.98

พระจำรัส กุลพันธ์, วไลณิกา ฉลากบาง, วาโร เฟิงสวสดี และพรเทพ เสถียรนพแก้ว (2563) ได้ทำการวิจัยเรื่องรูปแบบสมการโครงสร้างเชิงเส้นประสิทธิผลการบริหารงานวิชาการของโรงเรียนพระปริยัติธรรมแผนกสามัญศึกษาในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ผลที่ได้คือรูปแบบที่พัฒนาขึ้นมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ โดยมีค่า Chi-square = 245.46, df = 340, p-value = 0.99, c^2/df = 0.72, RMSEA = 0.00, GFI = 0.98, AGFI = 0.97 โดยประสิทธิผลการบริหารงานวิชาการได้รับอิทธิพลทางตรงจากภาวะผู้นำการเปลี่ยนแปลงสูงสุด รองลงมา คือ การทำงานเป็นทีม และการบริหารแบบมีส่วนร่วม ได้รับอิทธิพลทางอ้อมจากการบริหารแบบมีส่วนร่วม และได้รับอิทธิพลรวมจากภาวะผู้นำการเปลี่ยนแปลงสูงสุด รองลงมา คือ การทำงานเป็นเป็นทีม ตัวแปรในรูปแบบสามารถอธิบายความแปรปรวนของตัวแปรประสิทธิผลการบริหารงานวิชาการได้ร้อยละ 49.00

4. วิธีดำเนินการวิจัย

การวิเคราะห์หาประสิทธิภาพที่มีผลต่อการนำระบบมาตรฐานการบริหารบริการเทคโนโลยีสารสนเทศในรัฐวิสาหกิจประเภทกิจการสาธารณูปโภค โดยมีข้อมูลกลุ่มตัวอย่างเป็นการเก็บรวบรวมข้อมูลพนักงานที่เกี่ยวข้องกับการจัดทำมาตรฐานการบริหารบริการเทคโนโลยีสารสนเทศ ในปี พ.ศ. 2563 มีขั้นตอนและวิธีการดังต่อไปนี้

4.1 ศึกษารวบรวมตัวชี้วัด (Manifest variable) ที่มีการถูกอ้างอิง

ในการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพที่มีผลต่อการนำระบบมาตรฐานการบริหารบริการเทคโนโลยีสารสนเทศในรัฐวิสาหกิจประเภทกิจการสาธารณูปโภค สามารถสรุปได้ดังนี้

ตารางที่ 1 ตารางตัวชี้วัดและความหมายของตัวชี้วัด ดังต่อไปนี้

ตัวชี้วัด	ความหมาย	ขนาด
1. ภาวะผู้นำแบบมุ่งงาน		
L1	ผู้บริหารโดยตรงของท่านชี้แจงให้ท่านทราบถึงนโยบายในการดำเนินงาน/ระเบียบวิธีการ/ความคาดหวังในการนำระบบ มาตรฐานบริหารบริการเทคโนโลยีสารสนเทศ มาใช้ในองค์กร	1-5
L2	ผู้บริหารโดยตรงของท่านมีการกระตุ้นพนักงานปฏิบัติตามกระบวนการของระบบมาตรฐานบริหารบริการเทคโนโลยีสารสนเทศอยู่เสมอ	1-5
2. ภาวะผู้นำแบบมุ่งสัมพันธ์		
L3	ผู้บริหารโดยตรงของท่านใช้ภาษาพูดในการสื่อสารการใช้งานระบบมาตรฐานบริหารบริการเทคโนโลยีสารสนเทศ เพื่อการเข้าใจได้ง่าย	1-5
L4	ผู้บริหารโดยตรงของท่านเปิดโอกาสและรับฟังความคิดเห็นของพนักงานทุกคนเกี่ยวกับการใช้งานระบบมาตรฐานบริหารบริการเทคโนโลยีสารสนเทศ	1-5
3. ทักษะด้านการสื่อสาร		
L5	ผู้บริหารโดยตรงของท่านสามารถสร้างความเข้าใจที่ตรงกันให้กับพนักงานทั้งหน่วยงาน/องค์กรในการนำระบบมาตรฐานบริหารบริการเทคโนโลยีสารสนเทศมาใช้งาน	1-5
4. ทักษะด้านมนุษยสัมพันธ์		
L6	ผู้บริหารโดยตรงของท่านสามารถต่อรองกับหน่วยงานต่างๆ ในองค์กร เพื่อให้หน่วยงานของท่านสามารถใช้งานระบบมาตรฐานบริหารบริการเทคโนโลยีสารสนเทศ ได้อย่างคล่องตัวและบรรลุผลได้อย่างราบรื่น	1-5
5. ทักษะด้านการเจรจาต่อรอง		
L7	ผู้บริหารโดยตรงของท่านมีความสัมพันธ์ที่แน่นแฟ้นกับ พนักงานในหน่วยงานและสามารถรับฟัง/แก้ไขปัญหาการใช้งานระบบมาตรฐานบริหารบริการเทคโนโลยีสารสนเทศได้	1-5
6. ด้านการบริการ		
S1	การให้บริการและกำหนดข้อตกลงด้านเทคโนโลยีสารสนเทศระหว่างผู้ให้บริการและผู้ใช้บริการอย่างชัดเจน	1-5
S2	การจัดสรรงบประมาณและจัดหาบัญชีค่าใช้จ่ายสำหรับการให้บริการด้านเทคโนโลยีสารสนเทศอย่างเป็นระบบและสามารถตรวจสอบความถูกต้องได้	1-5
S3	การบริหาร Capacity เพื่อให้บริการเพียงพอต่อความต้องการของลูกค้าและ/หรือผู้ใช้งาน ทั้งในปัจจุบันและในอนาคตอย่างละเอียดรอบคอบ	1-5
S4	การจัดการระบบในองค์กรให้สามารถทำงานได้อย่างต่อเนื่องแม้ว่าจะเกิดเหตุการณ์ไม่คาดคิดขึ้น	1-5
S5	ความพร้อมใช้งานด้านบริการด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ	1-5
7. ทักษะด้านการจัดการ		
S6	การรับเรื่องร้องขอการเปลี่ยนแปลง Request for Change (RFC) และการดำเนินการของกระบวนการอื่น ๆ สามารถทำได้รวดเร็ว	1-5
S7	การกำหนด ควบคุมบำรุงรักษาข้อมูล รวมถึงองค์ประกอบที่เกี่ยวข้องกับการปรับแต่งระบบมีความถูกต้องและเป็นปัจจุบันอยู่เสมอ	1-5

ตารางที่ 1 (ต่อ)

ตัวชี้วัด	ความหมาย	ขนาด
7. ทักษะด้านการจัดการ		
S8	การกำหนดระบบอย่างชัดเจน ของขั้นตอนการ ประเมิน อนุมัติ ลงมือปฏิบัติและทบทวนการเปลี่ยนแปลงต่อบริการด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ	1-5
S9	การกำหนดขั้นตอน การส่งมอบบริการ ด้านระบบซอฟต์แวร์และฮาร์ดแวร์ไปสู่การใช้งานจริงเป็นระบบชัดเจน โดยสามารถยกเลิกและย้อนกลับไปสู่ระบบเดิมได้ในกรณีที่ไม่สามารถทำได้สำเร็จ	1-5
S10	การจัดการและแก้ไขปัญหาเฉพาะหน้า ของข้อผิดพลาดของระบบต่างๆ สามารถทำได้รวดเร็ว เพื่อให้เกิดความต่อเนื่องของงาน	1-5
S11	การจัดการกับปัญหาที่เกิดขึ้น โดยรวบรวมข้อผิดพลาด วิเคราะห์ และยับยั้งไม่ให้เกิดปัญหา เพื่อป้องกันการเกิดซ้ำของข้อผิดพลาดเดียวกัน สามารถจัดการเป็นอย่างดี	1-5

(ระดับ Rating scale โดยที่ 1 = น้อยที่สุด, 2 = น้อย, 3 = ปานกลาง, 4 = มาก, 5 = มากที่สุด)

4.2 การวิเคราะห์ปัจจัย (Factor Analysis)

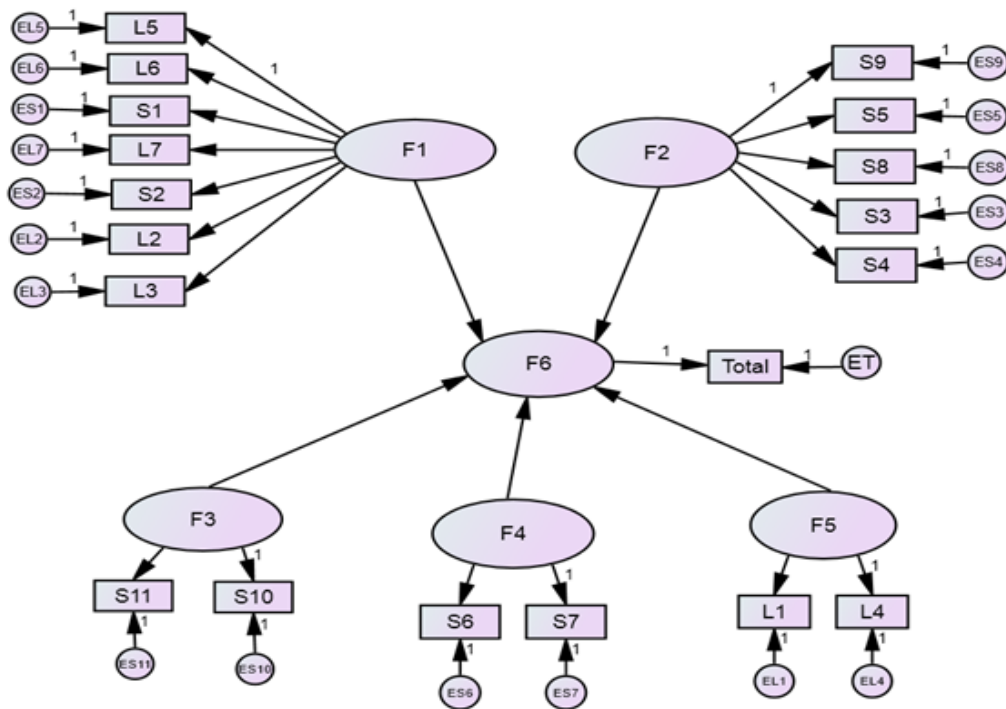
นำข้อมูลตัวชี้วัดทั้ง 19 ตัว มาทำการวิเคราะห์ปัจจัยโดยใช้การสกัดปัจจัยแบบ PCA (Principal Components Analysis) และใช้การหมุนแบบแกนตั้งฉาก (Varimax) ซึ่งผลของการสกัดปัจจัย พบว่าค่า KMO = 0.808 แสดงว่าการสกัดปัจจัยได้ผลดี หรือตัวแปรเกาะกลุ่มกันได้ดี โดยมีค่าความสามารถในการอธิบายค่าความผันแปรรวม เท่ากับ 51.557 ดังตารางที่ 2 ต่อไปนี้

ตารางที่ 2 ปัจจัยและตัวชี้วัดของปัจจัย

ชื่อปัจจัย	ตัวชี้วัด
F1	L5, L6, S1, L7, S2, L2, L3
F2	S9, S5, S8, S3, S4
F3	S11, S10
F4	S6, S7
F5	L1, L4
F6	Total

4.3 การสร้างแบบจำลองสมการเชิงโครงสร้าง

ปัจจัยที่ได้จากการวิเคราะห์ปัจจัยจะถูกนำมาสร้างแบบจำลองสมการโครงสร้างตั้งต้นดังรูปที่ 1 จากนั้นแบบจำลองสมการโครงสร้างต้นแบบได้ถูกนำไปวิเคราะห์ความมีนัยสำคัญความเกี่ยวข้องกันและความสามารถในการอธิบายค่าความสัมพันธ์และการกระจายร่วมกัน (Covariance) โดยวิธีการ Maximum likelihood ดังรูปที่ 1 แบบจำลองสมการตั้งต้น



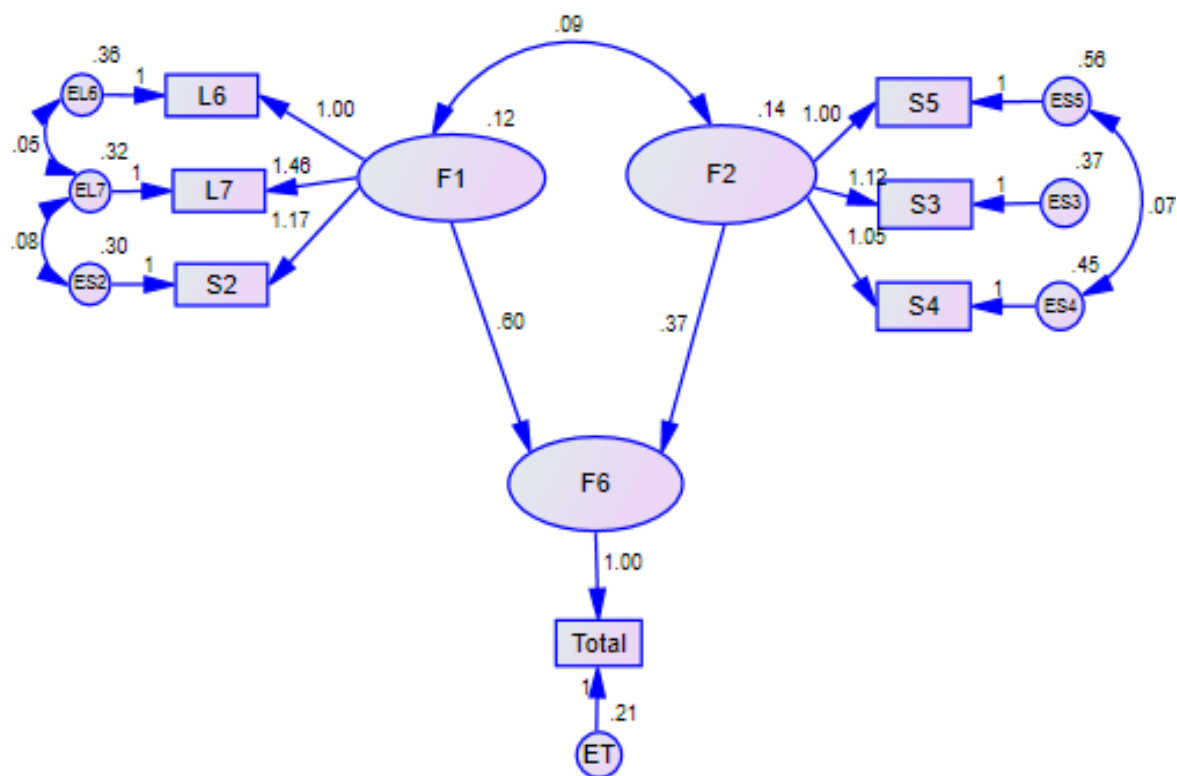
รูปที่ 1 แบบจำลองสมการโครงสร้างตั้งต้น

ห่าปัจจัยที่ได้จากการวิเคราะห์ปัจจัยจะถูกนำมาสร้างแบบจำลองสมการโครงสร้างที่เหมาะสมที่สุดโดยการตรวจสอบค่าสถิติในการแสดงความเข้ากันได้ของแบบจำลองต่อข้อมูลตัวอย่าง (Goodness of fit) ได้แก่ค่า χ^2 ค่า GFI ค่า RMSEA พร้อมค่าความพอเพียงของตัวอย่าง (Sample case) จากค่า Hoelter's N ได้ผลดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ค่าสถิติของแบบจำลองที่ผ่านการวิเคราะห์แบบจำลองสมการโครงสร้าง

ตัววัดทางสถิติ	ค่าที่ได้
Chi- square (χ^2)	0.412
GFI	0.993
AGFI	0.980
RMSEA	0.009
HOELTER 's N	528

ค่าสถิติผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำคือ ค่า Chi_square (χ^2) ค่า GFI ค่า RMSEA และค่า Hoelter's N จึงยอมรับได้ในความเข้ากันได้ของแบบจำลองกับข้อมูลตัวอย่างที่นำมาทำการวิเคราะห์ ผลการวิเคราะห์แบบจำลองสมการโครงสร้างดังแสดง ในภาพที่ 2 แบบจำลองสมการโครงสร้าง ที่ผ่านการวิเคราะห์



รูปที่ 2 แบบจำลองสมการโครงสร้าง ที่ผ่านการวิเคราะห์ความ เหมาะสมเข้าได้ดี (คะแนนมาตรฐาน)

แบบจำลองสมการโครงสร้าง ที่ผ่านการวิเคราะห์ที่ได้แสดงขนาดและทิศทางของอิทธิพลที่ปัจจัยต่างๆ มีผลต่อปัจจัยของประสิทธิภาพโดยรวม (FACTOR TOTAL) นั่นคือสมการมาตรฐาน (STANDARDIZED EQUATION) ดังนี้

$$\text{Total} = \text{ET} + 0.21 \quad (3)$$

$$\text{F1} = (1.00)\text{L6} + (1.47)\text{L7} + (1.17)\text{S2} \quad (4)$$

$$\text{F2} = (1.00)\text{S5} + (1.12)\text{S3} + (1.04)\text{S4} \quad (5)$$

โดยที่ค่า ET = 0.21

ตารางที่4 ผลการคำนวณ MMRE ของวิธีการแบบจำลองสมการโครงสร้างแบบหลายกลุ่ม

ค่าวัด	แบบจำลอง
MMRE	27.76%

5. ผลการวิจัยและอภิปรายผลการวิจัย

ผลการและอภิปรายผลการวิจัย วิจัยได้ผลดังนี้

5.1 ปัจจัย F1 ซึ่งมีตัวแปรประจักษ์ คือ L6 (ผู้บริหารโดยตรงของท่านสามารถต่อรองกับหน่วยงานต่างๆ ในองค์กร เพื่อให้หน่วยงานของท่านสามารถใช้งานระบบมาตรฐานบริหารบริการเทคโนโลยีสารสนเทศ ได้อย่างคล่องตัวและบรรลุผลได้อย่างราบรื่น) L7 (ผู้บริหารโดยตรงของท่านมีความสัมพันธ์ที่แน่นแฟ้นกับ พนักงานในหน่วยงานและสามารถรับฟัง/แก้ไข ปัญหาการใช้งานระบบมาตรฐานบริหารบริการเทคโนโลยีสารสนเทศได้) และ S2 (การจัดสรรงบประมาณและจัดทำบัญชี ค่าใช้จ่ายสำหรับการให้บริการด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ อย่างเป็นระบบและสามารถตรวจสอบความถูกต้องได้) มีอิทธิพล

โดยตรงต่อปัจจัยที่มีผลต่อการนำระบบมาตรฐานการบริหารบริการเทคโนโลยีสารสนเทศเข้ามาใช้ในรัฐวิสาหกิจ ประเภทกิจการ สาธารณูปโภค ได้ที่ระดับความสัมพันธ์ 0.09 ซึ่งมีความสอดคล้องกับงานวิจัยของรูปแบบสมการโครงสร้างเชิงเส้น ของ พระจำรัส กุลพันธ์, วลัยกา ฉลากบาง, วาโร เฟิงส์วส์ดี และพรเทพ เสถียรนพเก้า (2563) ที่กล่าวถึงประสิทธิผลการบริหารงาน วิชาการได้รับอิทธิพลทางตรงจากภาวะผู้นำ

5.2 ปัจจัย F1, F2 มีอิทธิพลต่อประสิทธิภาพที่มีผลต่อการนำระบบมาตรฐานการบริหารบริการเทคโนโลยีสารสนเทศใน รัฐวิสาหกิจ ประเภทกิจการสาธารณูปโภค ในน้ำหนักเท่ากับ 0.90 (0.12×0.14), 0.60 ($0.36 \times 0.32 \times 0.30$) และ 0.37 ($0.56 \times 0.37 \times 0.45$)

6. สรุปผลการวิจัย

จากการสร้างโมเดลจำลองสมการโครงสร้างสามารถสรุปได้ว่าปัจจัยจากการวิเคราะห์ประสิทธิภาพที่มีผลต่อการนำระบบ มาตรฐานการบริหารบริการเทคโนโลยีสารสนเทศในรัฐวิสาหกิจ ประเภทกิจการสาธารณูปโภค พบว่า ผู้บริหารโดยตรงของ ท่านสามารถต่อรองกับหน่วยงานต่างๆ ในองค์กรได้ และการสร้างความสัมพันธ์ที่แน่นแฟ้นกับ พนักงานในหน่วยงาน รับฟัง/ แก้ไขปัญหาเพื่อให้หน่วยงานของท่านสามารถใช้งานระบบมาตรฐานการบริหารบริการเทคโนโลยีสารสนเทศ ได้อย่างคล่องตัวและ บรรลุผลได้อย่างราบรื่นต่อไป

7. ข้อเสนอแนะ

7.1 การวิจัยครั้งนี้ไม่ได้ทำการศึกษาวิเคราะห์ในด้านประชากรศาสตร์ ซึ่งสามารถศึกษาเพิ่มเติมต่อไปจะเป็นประโยชน์ใน การทราบถึงเป้าหมายของประสิทธิภาพที่มีผลต่อการนำระบบมาตรฐานการบริหารบริการเทคโนโลยีสารสนเทศในรัฐวิสาหกิจ

7.2 การพิจารณา SEM แบบไม่เชิงเส้นตรงเนื่องจาก F1 มี Interaction กับ F2 ควรปรับปรุงต่อไปด้วยวิธี Partial least square

7.3 การคำนวณค่า MRE และ MMRE ของกลุ่มตัวอย่าง ควรใช้วิธี Ten Fold เพื่อให้ค่า MMRE น่าเชื่อถือยิ่งขึ้น

8. เอกสารอ้างอิง

กระทรวงการคลัง. (2564). ยุทธศาสตร์ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร ประจำปีงบประมาณ 2564. เข้าถึงได้จาก http://strategy.mof.go.th/opsplan/A_YUT.php?ID=2

ชนิกานต์ รอดมรณ์ และ นลินภัทร์ ปรวิวัฒน์ปริยกร. (2561). การบริหารจัดการสารสนเทศเพื่อยกระดับคุณภาพองค์กรของ รัฐวิสาหกิจไทย: การทบทวนวรรณกรรมอย่างเป็นระบบ. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัย อุบลราชธานี. 20(3), 134-146.

นพเมธี ภารุ่งโรจน์รัตน์, ศุภฤกษ์ สุขสมาน, บดินทร์ รัชมิเทศ และสวส์ดี วรรณรัตน์. (2561). แบบจำลองสมการเชิงโครงสร้าง สำหรับตัวชี้วัดคุณภาพการบริการ ตามทัศนะของนักท่องเที่ยวในพื้นที่เมืองพัทยา. วารสารบริหารธุรกิจ เทคโนโลยีมหานคร. 15(2), 158-178.

พระจำรัส กุลพันธ์, วลัยกา ฉลากบาง, วาโร เฟิงส์วส์ดี และพรเทพ เสถียรนพเก้า. (2563). รูปแบบสมการโครงสร้างเชิงเส้น ประสิทธิภาพการบริหารงานวิชาการของโรงเรียนพระปริยัติธรรมแผนกสามัญศึกษาในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ. วารสารครุศาสตร์ปริทรรศน์ คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาจุฬาลงกรณราชวิทยาลัย. 7(1), 98-109.

ศรัณย์ นาคถนอม และ ณมน จีรังสุวรรณ (2556). การวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อการบริหารบริการเทคโนโลยีสารสนเทศของ สถาบันอุดมศึกษา โดยวิธีการพัฒนาแบบจำลองสมการโครงสร้าง. วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยธนบุรี. 7(13), 19-25.

- ศรันย์ นาคณอม และ เทพพิทักษ์ อิ่มอาเทศ. (2560). การพัฒนาแบบจำลองสมการเชิงโครงสร้างเพื่อการบริหารจัดการเทคโนโลยีสารสนเทศในโรงเรียนคาทอลิกในเครือข่ายองค์กรสังคมพลกรุงเทพฯ เขต 4. วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยฟาร์อีสเทอร์น. 11(2), 269-281.
- สมชาย ปรการเจริญ. (2550). การวิเคราะห์ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการประมาณค่าใช้จ่ายในการพัฒนาซอฟต์แวร์ประยุกต์เชิงโครงข่ายโดยใช้วิธีแบบจำลองสมการโครงสร้าง. (วิทยานิพนธ์ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- องค์การขนส่งมวลชนกรุงเทพ. (2564). ประวัติ ขสมก. เข้าถึงได้จาก <http://www.bmta.co.th/th/about-us>
- Garson David. (2007). Structural equation modeling. North-Carolina State University: USA.
- R.J. Rummel. (2002). Factor analysis. Hawaii University: USA.



ดร.ศรันย์ นาคณอม อาจารย์ประจำสาขาสถาปัตยกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช

งานวิจัยที่สนใจ ระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ ความมั่นคงปลอดภัยของระบบสารสนเทศ การวิเคราะห์ข้อมูล การจัดการเทคโนโลยีสารสนเทศ การจัดการโลจิสติกส์ และการประมวลผลสัญญาณดิจิทัล

การลดของเสียในกระบวนการชุบโครเมียมด้วยวิธีการออกแบบการทดลองเชิงวิศวกรรม DESIGN OF EXPERIMENT TO REDUCE WASTE IN PLATING PROCESS.

ฉัตรชัย ฉายะรathi¹ และ ศักดิ์ชาย รักษการ², จีรวัดน์ ปล้องใหม่³

¹วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการงานวิศวกรรม

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต วิทยาเขตพัฒนาการ 1761 ถนนพัฒนาการ

แขวงสวนหลวง เขตสวนหลวง กรุงเทพฯ 10250

Chatchai Chayarithi¹ and Sakchai Rakkran², Jeerawat Plongmai³

¹Graduate School, Master of Engineering Program in Engineering Management

Kasem Bundit University, Pattanakarn Campus 1761 Pattanakarn Rd.,

Suanluang Bangkok 10250, Thailand

E-Mail chatchai.nppd@hotmail.com

รับเมื่อ 1 พฤษภาคม 2564 ตอบรับเมื่อ 31 พฤษภาคม 2564

บทคัดย่อ

การวิจัยฉบับนี้ได้ทำการศึกษาปัญหาการลดของเสียในกระบวนการชุบโครเมียมในการผลิตชิ้นส่วนรถยนต์ ซึ่งพบของเสียจากปัญหาเม็ดชุบที่มีสูงถึง 22.02%ต่อเดือน ซึ่งในการศึกษานี้ได้กำหนดสาเหตุที่เกิดเม็ดชุบที่เกิดในกระบวนการชุบโครเมียมบนผิวพลาสติก โดยใช้วิธีการออกแบบการทดลองเชิงวิศวกรรม ด้วยการทดสอบแบบ 2^k full factorial ที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95%โดยกำหนดปัจจัยในการทดสอบ ประกอบด้วย 5 ปัจจัย ประกอบไปด้วย กระแสไฟฟ้า อุณหภูมิของน้ำยาชุบ รอบการกรองเคมี ระดับความเข้มข้นของน้ำยาชุบ จีบชุบ กับจำนวนที่ใช้ทดสอบทั้งหมดรวม 48 ครั้ง จากผลการทดลองพบว่า 2 ปัจจัยส่งผลเชิงเดียวเท่านั้น คือ ปัจจัยรอบการกรองเคมี และปัจจัยประเภทของจิ๊ก หลังจากนั้นนำ 2 ปัจจัยดังกล่าวที่ส่งผลมาทำการปรับปรุงทางกายภาพ โดยกำหนดจำนวนรอบการกรองเคมีในการชุบที่ 6 รอบ และรอบการเปลี่ยนจิ๊กชุบที่ 300 รอบที่เหมาะสม ซึ่งผลของการแก้ไขปัญหานี้ ทำให้พบว่าสามารถลดจำนวนงานเสียจากปัญหาเม็ด 8.42%ต่อเดือน โดยผลการศึกษาสามารถบรรลุผลตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ คือ สามารถลดปัญหาเม็ดชุบให้น้อยกว่าเดิม 10% และประเมินความคุ้มค่าในการลงทุนโดย NPV เท่ากับ 1,410,541 บาท และ IRR เท่ากับ 33.82% โดยมีระยะเวลาคืนทุนอยู่ที่ 2.27 ปี ซึ่งพิจารณาแล้วคุ้มค่าแก่การลงทุน

คำสำคัญ: การออกแบบการทดลองเชิงวิศวกรรม, พลาสติกชุบโครเมียม, ลดของเสีย,

ABSTRACT

This research is to waste reduction in the chrome plating process for auto part industry, which is found approximately 22.02 % of waste per month. The problem analysis is determined with a highest cause of the roughness defect from chrome plating on plastic (POP). A Design of Experiment (DOE) method is applied of 2^k full factorial with 95% confidence. Five factors of process have been selected with each 2 levels by including: electric current, temperature of chemical, chemical filter, chemical concentration, plating jig. The

total number of tests is 48 times. The solution is found by only 2 factors are significant of chemical filter and plating jig with no interaction. And then the physical improvement is appropriately replaced by every 6 cycles of chemical filter in plating and every 300 rounds of all plating jig. Therefore, the result of the solving problem shows that the defect decreasing is only remained by approximately 8.42% per month, which has achieved the objective of this study. Moreover, the investment values are assessed by NPV of 1,410,541 Baht and IRR of 33.82%, with a payback period of 2.27 years, which is considered worthwhile and worth the investment.

KEYWORDS: Design of experiment (DOE), Plating on Plastic (POP), Defect decreasing.

1. บทนำ

อุตสาหกรรมยานยนต์เป็นสาขาอุตสาหกรรมที่มีส่วนสำคัญอย่างยิ่งต่อระบบเศรษฐกิจของประเทศไทย ทั้งในด้านมูลค่าเพิ่มในประเทศ การผลิต การส่งออก การลงทุน การจ้างงาน และมีความเชื่อมโยงกับอุตสาหกรรมต่อเนื่องจำนวนมากในปัจจุบัน ประเทศไทยได้รับการยอมรับในระดับสากลว่าเป็นฐานการผลิตระดับโลกของรถยนต์ที่มีความเฉพาะ (Global Niche Product) 3 ผลิตภัณฑ์หลัก ได้แก่ รถปิกอัพ 1 คัน รถจักรยานยนต์ขนาดเล็กคุณภาพสูง และรถยนต์ประหยัดพลังงานมาตรฐานสากล (Eco Car) (สำนักงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรม, 2555) ซึ่งในปัจจุบัน อุตสาหกรรมยานยนต์ ได้รับผลกระทบจาก COVID-19 ผลพวงจากวิกฤตโรคระบาด COVID-19 ส่งผลกระทบกระเทือนไปในวงกว้างมากกว่าที่จะจำกัดอยู่เฉพาะประเด็นเรื่องสุขภาพพลานามัยของประชาชนทั่วไปเท่านั้น หากแต่ยังมีผลต่อภาคเศรษฐกิจ อุตสาหกรรมอย่างกว้างขวาง และยังกระทบต่อเนื่องไปยังผู้ผลิตชิ้นส่วนรถยนต์ ผู้ผลิตอุปกรณ์ตกแต่งภายในรถยนต์ รวมถึงตัวแทนจำหน่าย ในแต่ละลำดับ ซึ่งผู้ประกอบการรถยนต์ในประเทศแต่ละราย ต่างต้องปรับตัวด้วยการลดพนักงานให้สอดคล้องกับการผลิตที่ลดลง แต่จะปรับลดมากน้อยเพียงใดก็ขึ้นอยู่กับสถานการณ์ COVID-19 (ผู้จัดการ 360, 2563) และขณะที่ค่ายรถยนต์ปิดโรงงานชั่วคราวในช่วงไตรมาส 2 และทยอยลดกำลังการผลิตเพื่อปรับสมดุลสต็อก คาดว่าปริมาณการผลิตรถยนต์ปี 2563 จะหดตัว 36.0-37.0% อยู่ที่ 1.27-1.29 ล้านคัน อย่างไรก็ตาม คาดว่าปริมาณการผลิตจะกระเตื้องขึ้นในปี 2564-2565 เติบโตเฉลี่ย 3.0-4.0% ต่อปี เป็น 1.32-1.33 ล้านคัน และ 1.36-1.38 ล้านคัน ตามลำดับ ตามเศรษฐกิจที่ทยอยฟื้นตัวจากการแพร่ระบาดของไวรัสคลัสลาย (วรรณ ธิพิศาลภพ, 2563)

จากข้อมูลของบริษัทซูโครเมี่ยมแห่งหนึ่งที่น่าสนใจมาทำการศึกษาโดยพบปัญหาของเสียจากการเก็บข้อมูลตั้งแต่เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2563 เดือนธันวาคม พ.ศ. 2563 ระยะเวลาการเก็บข้อมูล 6 เดือน พบว่า จากการผลิตทั้งหมด 5,135,077 ชิ้น หรือเฉลี่ย 733,582 ชิ้นต่อเดือน มีของเสียรวมอยู่ที่ 260,891 ชิ้น มีปริมาณของเสียประมาณ 5.06% จากยอดการผลิต หรือคิดเป็นมูลค่าสูญเสีย เฉลี่ยเดือนละ 1,200,000 บาทต่อเดือน หรือ 14,000,000 บาทต่อปี ซึ่งของเสียเกิดจากสาเหตุต่าง ๆ เช่น เม็ดชุบ ซึ่งมีผลกระทบต่อต้นทุนของบริษัท และประกอบกับสภาพเศรษฐกิจที่ซบเซา จึงเป็นปัญหาที่สำคัญและต้องมีการปรับปรุงอย่างต่อเนื่องเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพและสามารถลดต้นทุนสู่ผู้ประกอบการ (บริษัทแห่งหนึ่ง, 2563) ดังนั้นผู้ศึกษาจึงได้ศึกษาปัญหาของเสียประเภทเม็ดชุบในกระบวนการชุบโครเมี่ยมของอุตสาหกรรมผลิตชิ้นส่วนรถยนต์ ที่มีอยู่ประมาณ 20% คิดเป็นมูลค่าความสูญเสียอยู่ที่ 22,000,000 บาทต่อปี โดยประยุกต์ใช้หลักการและทฤษฎีด้านการจัดการคุณภาพ และการออกแบบการทดลองเชิงวิศวกรรมมาใช้ในการกำหนดปัจจัยต่าง ๆ ในการควบคุมระบบของสายการผลิตในการชุบโครเมี่ยม และคาดว่าจะสามารถลดของเสียในกระบวนการฉีพลาสมิกของอุตสาหกรรมผลิตชิ้นส่วนรถยนต์อย่างน้อย 10% และเพื่อการลดต้นทุนในการผลิต

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

- 2.1 เพื่อศึกษาการลดของเสียที่เกิดขึ้นจากกระบวนการชุบโครเมียมบนพลาสติกที่มีลักษณะเม็ดชุบให้น้อยลง
- 2.2 เพื่อลดของเสียให้ลดน้อยลงไม่น้อยกว่า 10% จากของเสียปัจจุบัน
- 2.3 เพื่อประยุกต์หลักการการจัดการงานวิศวกรรมให้มีประโยชน์กับงานปัจจุบันให้เกิดประโยชน์สูงสุด

3. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การออกแบบการทดลอง (Design of Experiments: DOE) เป็นเครื่องมือทางสถิติที่นำมาใช้ในการออกแบบและปรับปรุงกระบวนการผลิตสินค้าได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรตอบสนอง (Response Variable) เมื่อค่าปัจจัย (Factor) เปลี่ยนแปลงไปนั้นส่งผลทำให้ตัวแปรตอบสนองเปลี่ยนแปลงหรือไม่และอย่างไร เมื่อทราบความสัมพันธ์ดังกล่าวแล้วสามารถออกแบบค่าของปัจจัยให้ตรงกับค่าที่ทำให้ได้ค่าตัวแปรตอบสนองเป็นไปตามที่ต้องการ เทคนิคการทดลองแบบแฟคทอเรียล (DOUGLAS C. MONTGOMERY, 2017, 1) ในด้านการประยุกต์ใช้ในการลดของเสียโดยนำปัจจัยหลักที่มีอิทธิพลต่อจำนวนของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการการผลิต (วิทยา สุมะลี และ ระพี กาญจนะ, 2561, 156) หรือการนำพารามิเตอร์ด้านที่ไม่เหมาะสมมาเป็นปัจจัยในการออกแบบการทดลอง (วิไลดา เริงโรจน์สรากุล และ ประเสริฐ อัครประถมพงศ์, 2554, 93) ที่ได้จากการศึกษากระบวนการโดยการหาปัจจัยนำที่สำคัญในการผลิต (จิตรลดา เลิศกิตติกุล และ นันทชัย กานตานันทะ, 2557, 886) มาทำการจัดลำดับในการออกแบบการทดลอง (ปฐมพงษ์ หอมศรี และ จักรพรรณ คงชนะ, 2556, 73) และในการจัดลำดับการทดลองต้องมีการทดลองซ้ำเพื่อเพิ่มความแม่นยำของข้อมูล (ดุขฎี บุญธรรม, 2559, 20) และนำปัจจัยที่มีนัยสำคัญจากการทดลองไปทำการปรับปรุงในกระบวนการ (สุรศักดิ์ ชูบโรสง และ ระพี กาญจนะ, 2563, 17) พบว่าสามารถลดของเสียลงได้ (ปองพล อุดมชัยเดช และ อรรถกร เก่งพล, 2561, 227) และสามารถนำมาประยุกต์ใช้การออกแบบเทคนิคการทดลองในกระบวนการชุบนิกเกิล-โครเมียมด้วยไฟฟ้า ซึ่งได้พารามิเตอร์ในการชุบด้วยไฟฟ้าที่เหมาะสมสำหรับการผลิตแบบชิ้นนิกเกิลที่มีความหนา 6.3 ไมโครเมตร และสำหรับการผลิตแบบชิ้นโครเมียมบาง 2.4 ไมโครเมตรที่มีการยึดเกาะที่ดิบพื้นผิว WC-Co (AYOUB AHRARI, 2010, v) และยังใช้การออกแบบการทดลองของ Taguchi ในการปรับกระบวนการชุบโครเมียมด้วยไฟฟ้าเพื่อหาปัจจัยของความเข้มข้นของสารเคมีในการชุบ ซึ่งพบว่า ปัจจัยที่มีนัยสำคัญเกี่ยวกับประสิทธิภาพในการชุบด้วยไฟฟ้า (Throwing power) คือ เวลาและความหนาแน่นกระแสไฟฟ้า ในส่วนกรดโครมิกและความเข้มข้นของกรดส่งผลน้อยกว่า และค่าพารามิเตอร์ที่ดีที่สุด คือ ความหนาแน่นของกระแสไฟฟ้า 4 A / dm² และใช้เวลา 4 นาที (Aiyoub Parchehbaf Jadid, Mostafa Pourjafar, Alireza Banaei, 2014, 26-27) ซึ่งเป็นประโยชน์ในการนำมาใช้ในการศึกษาได้เป็นอย่างดี

4. วิธีดำเนินการวิจัย/ระเบียบวิธีวิจัย/Research Methodology

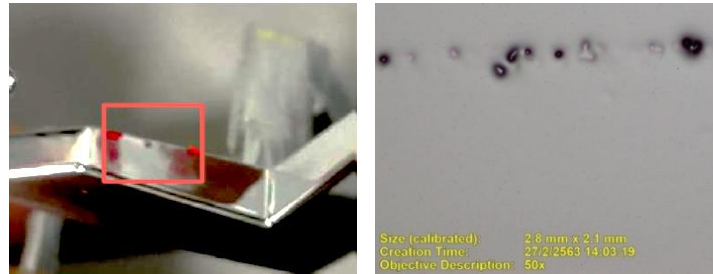
4.1 กระบวนการดำเนินการ

ในกระบวนการดำเนินการวิจัยนี้ได้เริ่มจากการทำการศึกษาปัญหา ค้นคว้าข้อมูล ศึกษาสภาพปัญหา วิเคราะห์ปัญหาหาสาเหตุในกระบวนการชุบโครเมียมบนพลาสติก กำหนดวิธีการในการแก้ปัญหาและวิเคราะห์ผล แล้วดำเนินการทำการลดของเสียปัญหาเม็ดชุบที่เกิดขึ้นในระหว่างกระบวนการชุบโครเมียมบนพลาสติกด้วยผลลัพธ์ทางทฤษฎีและทางกายภาพ โดยสามารถแสดงรายละเอียดได้ตามหัวข้อดังต่อไปนี้

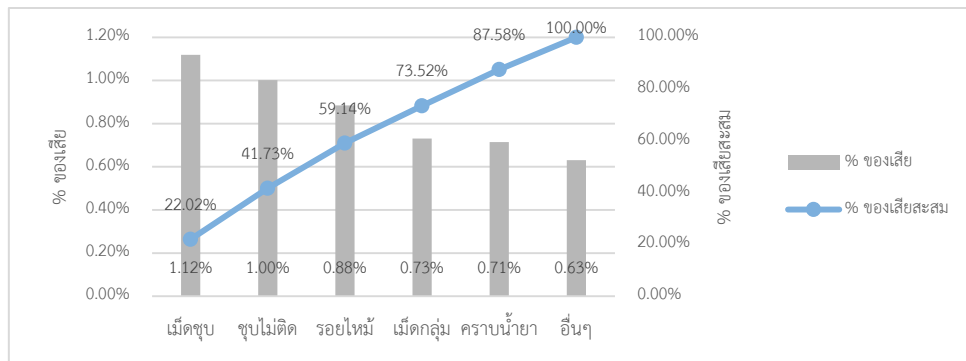
4.1 การศึกษาสภาพปัญหา

จากการเก็บข้อมูลของเสียในกระบวนการชุบโครเมียมทั้งหมด พบว่า ในช่วงปี 2563 เกิดของเสียเฉลี่ยในแต่ละเดือน เป็น การวิเคราะห์ปริมาณการเกิดของเสีย ด้วยเครื่องมือพารีโอ โดยแสดงเป็นจำนวนเปอร์เซ็นต์ประเภทของเสียแต่ละ

ประเภทที่เกิดจากกระบวนการชุบโครเมียม ได้แก่ ของเสียประเภทเม็ดชุบซึ่งมีลักษณะตามรูปภาพที่ 1 และคิดเป็น 22.02% ซึ่งเป็นประเภทของเสียที่เกิดขึ้นสูงสุดในกระบวนการชุบโครเมียมตามรูปที่ 2



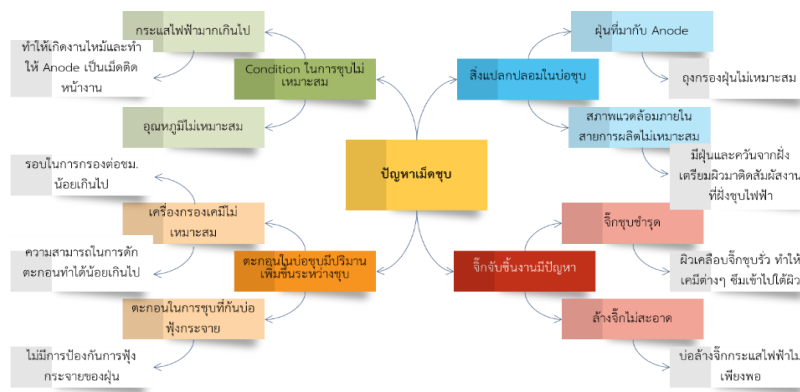
รูปที่ 1 ลักษณะปัญหาเม็ดชุบ ที่มา: ผู้จัดทำ



รูปที่ 2 การวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้นโดยใช้กราฟพารेटโต ที่มา: ผู้จัดทำ

4.2 การวิเคราะห์ปัญหา

หลังจากที่ทราบถึงปัญหาของการเกิดของเสียแต่ละประเภทแล้ว ผู้ศึกษาจึงได้นำข้อมูลที่ได้มาทำการวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาของเสียแต่ละประเภทที่เกิดจากกระบวนการชุบโครเมียม ผู้จัดทำได้ประเมินและวิเคราะห์สาเหตุของเม็ดชุบที่มีปัญหาสูงที่สุด โดยใช้ Mind map ในการวิเคราะห์ข้อมูล รูปที่ 3



รูปที่ 3 การวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้นโดยใช้ Mind map ที่มา: ผู้จัดทำ

ผู้ศึกษาทำการจัดทำการออกแบบการทดลองเพื่อหาเงื่อนไขในการชุบที่เหมาะสม โดยจะกำหนดปัจจัยที่เกี่ยวข้องในการชุบ โดยวิเคราะห์ปัจจัยที่มีอิทธิพลอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 และหาค่าที่เหมาะสมที่สุดในการลดการเกิดเม็ดชุบ เมื่อได้ปัจจัยและระดับที่เหมาะสมแล้ว นำผลลัพธ์ที่ได้ไปทดสอบในกระบวนการผลิตและทำการปรับปรุงทางกายภาพตามตารางที่ 1

ตารางที่ 1 สรุปหัวข้อการปรับปรุง

หัวข้อ	ปัญหา	การดำเนินงาน	ระยะเวลา
1	เงื่อนไขในการชุบไม่เหมาะสม	1. นำหลักการออกแบบการทดลองเชิงวิศวกรรม (DOE) เข้ามาทำการหาปัจจัยส่งผลต่าง ๆ และวิเคราะห์กำหนดค่าสมการปัจจัยที่เหมาะสม	1 เดือน
2	สิ่งแปลกปลอมในบ่อชุบ	1. ตรวจสอบฝุ่นที่มากับ Anode วิเคราะห์ความคุ้มค่าในการเปลี่ยนขนาดถุงกรองให้ใหญ่ขึ้นเพื่อสามารถกรองฝุ่นได้มากขึ้น 2. ตรวจสอบการไอสารเคมีในกระบวนการวิเคราะห์ความคุ้มค่าในการติดมันกันไอเคมีแยกระหว่างฝั่งเตรียมผิวกับฝั่งชุบไฟฟ้าออกจากกัน	1 เดือน 2 เดือน
3	ตะกอนในบ่อชุบมีปริมาณเพิ่มขึ้นระหว่างชุบ	1. ทำการค้นหาเทคโนโลยีการกรองใหม่ เปลี่ยนชนิดของเครื่องกรองให้มีความสามารถในการกรองที่ดีขึ้น 2. ทำการหาสาเหตุของการฟุ้งกระจายจากกันบ่อ	2 เดือน 1 เดือน
4	จิกจับชิ้นงานมีปัญหา	1. ตรวจสอบจิกที่ใช้ในกระบวนการผลิตเพื่อหาความบกพร่องที่มีผลต่อการเกิดเม็ดชุบ	1 เดือน

4.4 การกำหนดวิธีแก้ไขปัญหา

4.4.1 การใช้ทฤษฎีและหลักการด้านการออกแบบการทดลองเชิงวิศวกรรม หลังจากได้ทำการวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลกระทบต่อการเกิดเม็ดชุบร่วมกับทีมวิศวกร พบว่า มี 5 ปัจจัยหลัก ๆ ที่จำเป็นต้องใช้ในการชุบ และทำการกำหนดเงื่อนไขในการทดลองแบบกำหนดค่าระดับต่ำและสูง ดังตารางที่ 2

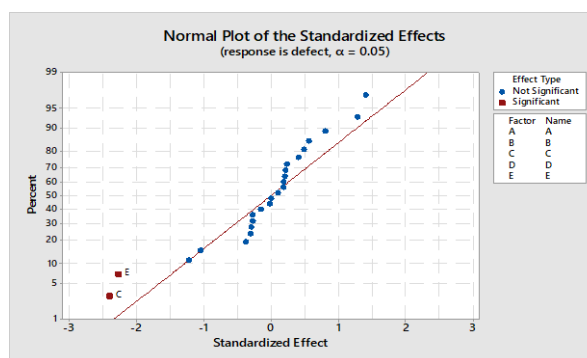
ตารางที่ 2 ปัจจัยนำเข้าและกำหนดสัญลักษณ์ในการทดลองและในการทดลองแบบกำหนดค่าระดับต่ำและสูง

ปัจจัย	สัญลักษณ์	ค่าการควบคุม		หมายเหตุ
		ระดับต่ำ	ระดับสูง	
กระแสไฟฟ้า	A	20	50	Amp/d
อุณหภูมิของน้ำยาชุบ	B	25	30	°C
รอบการกรองเคมี	C	3	6	รอบ/ชั่วโมง
ระดับความเข้มข้นของน้ำยาชุบ	D	1	2	เงื่อนไขแบบที่ 1 หรือ 2
จิกจับ	E	Old	New	จิกชุบเก่า/ใหม่

จากตารางที่ 2 ดำเนินการทดลองเบื้องต้นโดยใช้การทดสอบ 2k full factorial กับความเชื่อมั่นที่ 95% นัยสำคัญของปัจจัยที่ระดับ 0.05 โดยขั้นตอนการทดสอบ ประกอบด้วย 5 ปัจจัย แต่ละปัจจัยมี 2 ระดับ จำนวนที่ใช้ทดสอบทั้งหมดรวม 48 (2^5) ครั้ง นำไปวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม Minitab โดยการกำหนดข้อมูลปัจจัยนำเข้า คือ ปัจจัย A, B, C, D และกำหนดตัวแปรโดยใช้ Defect เป็นตัวแปรเพื่อการคำนวณ

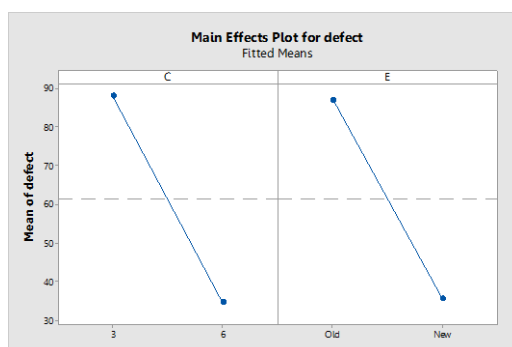
Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Model	24	89543.0	3730.96	18.09	0.000
Linear	5	39507.8	7901.55	38.32	0.000
A	1	406.8	406.82	1.97	0.173
B	1	16.0	16.00	0.08	0.783
C	1	1189.0	1188.98	5.77	0.025
D	1	17.6	17.57	0.09	0.773
E	1	1065.4	1065.42	5.17	0.033

รูปที่ 4 ผลการวิเคราะห์การทดลองแบบ 2k Full Factorial Design ที่มา: ผู้จัดทำ



รูปที่ 5 กราฟ Normal Plot แสดงความสัมพันธ์ของปัจจัยต่าง ๆ ที่มา: ผู้จัดทำ

จากรูปที่ 4 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน พบว่า มี 2 ปัจจัย ที่มีค่า P-Value น้อยกว่า 0.05 แสดงว่าทั้ง 2 ปัจจัย มีผลต่อปริมาณของเสียในกระบวนการชุบโครเมียม ปัจจัยรอบการกรองเคมี (C) จี๊ปซั่ม (E) ส่งผลกับงานเสีย แสดงให้เห็นว่าสองปัจจัยนี้ส่งผลต่องานเสียอย่างมีนัยสำคัญ และจากรูปที่ 5 พบว่า มีเพียงปัจจัยเดียว C และ E ส่งผล และไม่มีปัจจัยรวมทั้ง 2 ทาง และ 3 ทาง ที่ส่งผล เนื่องจากมีค่า P-value มากกว่า 0.05 ที่ความเชื่อมั่น 95%

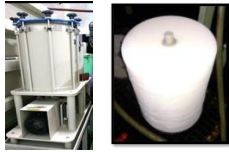


รูปที่ 6 ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของปัจจัยส่งผล ที่มา: ผู้จัดทำ

จากรูปที่ 6 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยรอบรองเคมี (C) และจิกซุบ (E) กับปริมาณของเสีย พบว่า ถ้าปริมาณรอบรองเคมีสูง (6) ทำให้มีของเสียต่ำ (35) และถ้าปริมาณรอบรองเคมีต่ำ (3) ทำให้มีปริมาณของเสียมาก (89) ในทำนองเดียวกันปัจจัยจิกซุบ ถ้าเป็นจิกใหม่ทำให้มีปริมาณของเสียต่ำ (35) และถ้าเป็นจิกเก่าทำให้มีของเสียสูง (89) ตามลำดับ ดังนั้นในการปฏิบัติงานจริงจึงควรกำหนดให้มีรอบรองเคมีสูง และเป็นจิกใหม่ จึงมีความเหมาะสมที่ทำให้มีของเสียน้อยที่สุด

4.4.1 การดำเนินการปรับปรุงทางกายภาพ หลังจากได้ปัจจัยที่เกิดปัญหาจากการออกแบบการทดลองแล้ว นำข้อมูลที่ได้มาทำการปรับปรุงทางกายภาพดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 สรุปการปรับปรุงทางกายภาพ

หัวข้อ	ปัญหา	การแก้ไข	ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง
1	สิ่งแปลกปลอมในบ่อซุบ	1.1 เปลี่ยนขนาดตุกรองให้ใหญ่ขึ้นเพื่อสามารถกรองฝุ่นได้มากขึ้น		
		1.2 ติดม่านกันไอเคมีกันระหว่างฝั่งเตรียมผิวกับฝั่งซุบไฟฟ้า	-	
2	ตะกอนในบ่อซุบมีปริมาณเพิ่มระหว่างซุบ	2.1 ทำการเปลี่ยนเครื่องกรองจากไส้กรองแบบแท่ง (Cartridge Filter) เป็นแบบแผ่น (Disc filter)		
		2.2 ติดตั้งอุปกรณ์ดักฝุ่นที่ก้นบ่อเพื่อไม่ให้ฝุ่นฟุ้งกระจาย		
3	จิกจับชิ้นงานมีปัญหา	3.1 จัดทำจิกซุบทดแทนจิกซุบเก่าที่เสื่อมสภาพ		

4.4.3 ผลลัพธ์การดำเนินการปรับปรุง

หลังจากนั้นทำการเปรียบเทียบผลการปรับปรุงก่อนและหลัง ซึ่งมีการตั้งเป้าหมายเพื่อลดปัญหาเม็ดซุบให้น้อยกว่า 10% ก่อนการปรับปรุงพบปัญหาเม็ดซุบอยู่ที่ 22.02% และหลังการปรับปรุงพบปัญหาเม็ดซุบอยู่ที่ 8.42% ลดลงอยู่ที่ 13.59% สามารถลดค่าใช้จ่ายจากงานเสียประมาณเดือนละ 6,155 ขึ้น คิดเป็นมูลค่าเฉลี่ยต่อเดือนอยู่ที่ 184,650 บาท คิดเป็นปีละ 2,215,800 บาท จำนวนงานที่ผลิตเฉลี่ยสูงกว่าและจำนวนงานที่เสียเฉลี่ยลดลง ส่วนของค่าใช้จ่ายในการลงทุน แบ่งออกเป็นสองส่วน คือ ส่วนที่เป็นการลงทุนขั้นต้นโดยจะมีเครื่องกรอง Disc filter ตะแกรงกันฝุ่น ม่านกันสารเคมี และส่วนของ

ที่เกิดค่าใช้จ่ายรายปี เช่น ถุงผ้า Anode อุปกรณ์เครื่องกรอง จักซูป ซึ่งได้นำข้อมูลทั้งรายรับและรายจ่ายที่เกิดขึ้นมาคำนวณความคุ้มค่าในการลงทุน และได้ผล NPV ที่ผลตอบแทนที่คาดหวัง 10% เท่ากับ 1,410,541.49 และ IRR เท่ากับ 33.82% และระยะเวลาคืนทุนอยู่ที่ 2.27 ปี

6. สรุปผลการวิจัย

การศึกษาปัญหาที่พบเกิดขึ้นในกระบวนการชุบโครเมียมบนผิวพลาสติกจากการเก็บข้อมูลของเสียในกระบวนการชุบโครเมียมทั้งหมดเกิดของเสียที่เกิดจากปัญหาเม็ดชุบเฉลี่ยในแต่ละเดือนเป็นเปอร์เซ็นต์ของเสียอยู่ที่ 22.02%ต่อเดือน หลังการปรับปรุงลดเหลือ 8.42%โดยผลการศึกษาศาสนาสามารถบรรลุผลตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ คือ สามารถลดปัญหาเม็ดชุบให้น้อยกว่าเดิม 10%

การดำเนินการออกแบบการทดลองเชิงวิศวกรรม พบว่า จาก 5 ปัจจัยนำมาการวิเคราะห์มีเพียง 2 ปัจจัยที่ส่งผลต่อการเกิดของเสียคือ ปัจจัยรอบกรองเคมี (C) และจักซูป (E) โดยความสัมพันธ์ระหว่าง กับปริมาณของเสีย พบว่า ปริมาณรอบกรองเคมีสูง ทำให้มีของเสียต่ำ และปริมาณรอบกรองเคมีต่ำ ทำให้มีปริมาณของเสียมาก ในทำนองเดียวกันปัจจัยจักซูป ถ้าเป็นจักใหม่ทำให้มีปริมาณของเสียต่ำ และถ้าเป็นจักเก่าทำให้มีของเสียสูง ตามลำดับ ดังนั้นในการปฏิบัติงานจริงจึงควรกำหนดให้มีรอบกรองเคมีสูง และเป็นจักใหม่ จึงเหมาะสมที่ทำให้มีของเสียให้น้อยที่สุด

7. ข้อเสนอแนะ

กระบวนการชุบโครเมียมบนผิวพลาสติกเป็นกระบวนการที่ต้องผ่านกระบวนการหลายกระบวนการ ในการเกิดปัญหาขึ้นส่วนใหญ่จะมีหลายปัจจัยในการเกิด ซึ่งไม่สามารถแก้ได้เพียงหนึ่งหรือสองปัจจัย และในการแก้ไขปัญหามักจะเกิดผลกระทบทำให้เกิดปัญหาอื่นขึ้นได้อีกด้วย และในบางครั้งการแก้ไขมีผลต่อคุณสมบัติทางกายภาพของชิ้นงาน ทำให้ชิ้นงานลอกหรือแตกร้าวได้โดยไม่แสดงอาการให้เห็นหลังจากชุบเสร็จ แต่หลังจากที่ผลิตภัณฑ์นั้นส่งลูกค้าผู้ใช้งานไปแล้วอาจจะเกิดการลอกและแตกร้าว ส่งผลให้เกิดอันตรายจากการสัมผัสของผิวที่ลอกและแตกร้าวต่อลูกค้าได้อีกด้วย กล่าวคือ ในการปรับแก้ในแต่ละปัจจัยในแต่ละครั้งต้องพิจารณาและทดสอบชิ้นงานนั้น ๆ ที่มีการทดลองปรับเปลี่ยนด้วยทุกครั้ง และจำเป็นจะต้องนำวิธีการควบคุมทางวิศวกรรมมาควบคุมชิ้นงานตลอดนั้น ๆ ด้วย

8. เอกสารอ้างอิง

- จิตรลดา เลิศกิตติกุล และนันทชัย กานตานันทะ. (2557). การลดของเสียของบรรจุภัณฑ์ด้วยการออกแบบการทดลอง. KKU Res. J. 2014; 19(6) หน้า 886-899.
- ดุขฎี บุญธรรม. (2559). การหาค่าระดับปัจจัยที่เหมาะสมของกระบวนการตัดแต่งพลาสติกโดยใช้หลักการออกแบบการทดลอง. วารสารวิชาการคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม, มหาวิทยาลัยราชภัฏลาปาง ปีที่ 9 ฉบับที่ 2 กรกฎาคม 2559 – ธันวาคม 2559 หน้า 20-28.
- ปฐมพงษ์ หอมศรี และจักรพรรณ คงชนะ. (2556). การลดของเสียในกระบวนการผลิตชิ้นส่วนฉีดพลาสติกสำหรับชิ้นส่วนยานยนต์โดยใช้หลักการออกแบบการทดลอง. วิศวกรรมสารเกษมบัณฑิต ปีที่ 3 ฉบับที่ 2 กรกฎาคม - ธันวาคม 2556 หน้า 73-95.
- ปองพล อุดมชัยเดช และอรรถกร เก่งพล. (2561). การลดของเสียในกระบวนการชุบเคลือบผิว กรณีศึกษา บริษัทในอุตสาหกรรมบรรจุภัณฑ์เครื่องสำอาง. การประชุมวิชาการ ครั้งที่ 3 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตศรีราชา วันที่ 30 สิงหาคม พ.ศ. 2561 ณ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตศรีราชา จังหวัดชลบุรี หน้า 227 – 234.
- ผู้จัดการ360. (2563). ยานยนต์ไทยทรุดหนัก หวังโตใหม่ครึ่งปีหลัง. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก <https://cutt.ly/tnAABZs>. (วันสืบค้นข้อมูล: 3 มกราคม 2564).

- วรรณา ยงพิศาลภพ. (2563). **แนวโน้มธุรกิจ/อุตสาหกรรม ปี 2563-65 อุตสาหกรรมรถยนต์**. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: https://www.krungsri.com/bank/getmedia/a18aad1f-e16c-44d5-858f-df5e90fe8eab/IO_Automobile_190805_TH_EX.aspx. (วันสืบค้นข้อมูล: 3 มกราคม 2564).
- วิทยา สุมะลี และ ระพี กาญจนะ. (2561). **การลดของเสียในกระบวนการประกอบชิ้นส่วนหน้าจอสถาปัตยกรรมมือถือ โดยประยุกต์ใช้การออกแบบการทดลอง**. วารสารวิศวกรรมสารฉบับวิจัยและพัฒนา ปีที่ 26 ฉบับที่ 3 หน้า 156-165.
- วิไลดา เริงโรจน์สรากุล และ ประเสริฐ อัครประถมพงศ์. (2554:). **การปรับปรุงคุณภาพกระบวนการเคลือบด้วยไฟฟ้าเคมีของการผลิตวงจรไฟฟ้ารวม**. วิศวกรรมสารฉบับวิจัยและพัฒนา ปีที่ 22 ฉบับที่ 4 พ.ศ. 2554 หน้า 93-100.
- สำนักงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรม. (2555). **ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับอุตสาหกรรมยานยนต์**. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: <http://164.115.27.97/digital/files/original/d35c7796d70bd2373bcdcf98ade7d6d2.pdf>. (วันสืบค้นข้อมูล: 3 มกราคม 2564).
- สุรศักดิ์ ชูบโธสง และ ระพี กาญจนะ. (2563). **การลดของเสียในกระบวนการฉีดพลาสติกของชิ้นส่วนโทรศัพท์โดยการออกแบบการทดลอง**. วารสารวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ปีที่ 15 ฉบับที่ 3 เดือน กันยายน – ธันวาคม พ.ศ. 2563 หน้า 17 – 31.
- Aiyoub Parchehbaf Jadid, Mostafa Pourjafar, Alireza Banae. (2014: 1). **Optimization of Electroplating Conditions of Chromium(VI) Using Taguchi Experimental Design Method**. Anal. Bioanal. Electrochem., Vol. 6, No. 1, 2014, 16 – 27. Page no. 17-21.
- AYOOB AHRARI. (2010). **Application of Design of Experiment technique in the nickel-chromium electroplating process on WC-Co substrate prior HFCVD Diamond coating**. A project report submitted in partial fulfilment of the requirements for the award of the degree of Master of Engineering (Mechanical-Advanced Manufacturing Technology) Faculty of Mechanical Engineering Universiti Teknologi Malaysia. Page no. vi.
- Douglas C. Montgomery. (2017). **Strategy of Experimentation** Design and Analysis of Experiments (Ninth Edition). Page no. 1-6.
- (2017 230). **The2k Factorial Design**. Design and Analysis of Experiments (Ninth Edition). Page no.



ประวัติผู้เขียนบทความ

ฉัตรชัย ฉายะรติ นักศึกษาหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการงานวิศวกรรม บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต 1761 ถนนพัฒนาการ สวนหลวง กรุงเทพมหานคร 10250 email: chatchai.nppd@hotmail.com



ดร.ศักดิ์ชาย รักการ ผู้อำนวยการหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการงานวิศวกรรม บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต 1761 ถนนพัฒนาการ สวนหลวง กรุงเทพมหานคร 10250 การศึกษา Ph.D. Systems and Control Engineering, Case Western Reserve University, Ohio, U.S.A., วศ.ม.วิศวกรรมอุตสาหการ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ และ วศ.บ.วิศวกรรมอุตสาหการ (เกียรตินิยมอันดับ 1) มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต Email: sakchai.rak@kbu.ac.th



จิรวัดน์ ปล้องใหม่ หัวหน้าสาขาวิชาเทคโนโลยีวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต 1761 ถนนพัฒนาการ สวนหลวง กรุงเทพมหานคร 10250 การศึกษา วศ.ม.วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมการจัดการอุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ บริหารธุรกิจมหาบัณฑิต สาขาการจัดการ และอส.บ. วิศวกรรมอุตสาหการ มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต Email: jeerawat2556p@gmail.com

การลดต้นทุนในธุรกิจผู้ให้บริการด้านโลจิสติกส์ Cost Reduction in Logistics Service Provider Business

นีรนุช คชวงศ์¹ และ ศักดิ์ชาย รักษการ²

วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการงานวิศวกรรม บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต
วิทยาเขตพัฒนาการ 1761 ถนนพัฒนาการ แขวงสวนหลวง เขตสวนหลวง กรุงเทพมหานคร 10250

Neeranuch Khotchawong¹ and Sakchai Rakkharn²

Degree of Master of Engineering Program in Engineering Management

Graduate School Kasem Bundit University

1761 Pattanakarn Rd., Suanluang Bangkok 10250

¹neeranuch.khotchawong@gmail.com

รับเมื่อ 15 พฤษภาคม 2564 ตอบรับเมื่อ 10 มิถุนายน 2564

บทคัดย่อ

การวิจัยฉบับนี้ได้ทำการศึกษาด้านต้นทุนการขนส่ง วิธีการขนส่ง เส้นทางขนส่งโดยใช้ตู้คอนเทนเนอร์ 40 ฟุต และปัจจัยอื่น ๆ เพื่อเป็นการลดต้นทุนในธุรกิจผู้ให้บริการโลจิสติกส์ ซึ่งในการศึกษานี้ได้กำหนดขอบเขตการศึกษาเฉพาะการขนส่งสินค้าของลูกค้าในภาคใต้เท่านั้น ระยะเวลาศึกษาตั้งแต่กันยายน 2563 - มีนาคม 2564 โดยผู้ศึกษาได้ทำการวิเคราะห์ต้นทุนในแต่ละส่วนเพื่อทำให้การบริหารจัดการ ดำเนินกิจกรรมเพื่อลดต้นทุนเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ โดยประยุกต์ใช้ทฤษฎีและหลักการด้านการจัดการงานวิศวกรรม เศรษฐศาสตร์วิศวกรรม การจัดการการดำเนินงาน (Operation Management) การขนส่งหลายรูปแบบ จากการศึกษา พบว่า หากเปรียบเทียบการขนส่งภายในประเทศระหว่างโรงงานผลิตกับท่าเรือโดยขนส่งทางรางร่วมกับทางถนน แทนการขนส่งทางถนนอย่างเดียวในเส้นทางโรงงานตั้ง-ท่าเรือกรุงเทพ สามารถประหยัดต้นทุนในการขนส่งได้ประมาณ 22-29% เมื่อเปรียบเทียบต้นทุนรวมโดยไม่รวมค่าระวางเรือ การขนส่งข้ามแดน (Landbridge) จากสถานีรถไฟบางกอกไปยังท่าเรือปีนัง ประเทศมาเลเซีย สามารถประหยัดต้นทุนได้ 38% เมื่อเปรียบเทียบกับขนส่งทางรถไฟไปยังท่าเรือกรุงเทพ ทั้งนี้ร้อยละที่สามารถลดต้นทุนได้อาจแตกต่างกันขึ้นอยู่กับ ระยะทางในการขนส่ง วิธีการขนส่ง ชนิดของสินค้าที่ทำการขนส่ง และความสามารถในการต่อรองราคา ผลการศึกษาความคุ้มค่าในการลงทุนซื้อรถยกตู้คอนเทนเนอร์ (Reach Stacker) 45 ตัน ประมาณการยอดขายต่อเดือน 500 ตู้คอนเทนเนอร์ กำหนด WACC ที่ 8% พบว่ามูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV) มีค่าเป็นบวก 3,900,848.46 อัตราผลตอบแทนในการลงทุน (IRR) 17% มากกว่า WACC จุดคุ้มทุนในการลงทุน 491 ตู้คอนเทนเนอร์ต่อเดือน จากผลการคำนวณดังกล่าวประเมินได้ว่าเป็นโครงการที่น่าลงทุน แต่เนื่องจากระยะเวลาคืนทุนค่อนข้างนาน 3.38 ปี ต้องคำนึงถึงความเสี่ยงด้านอื่น ๆ ร่วมด้วย

คำสำคัญ: การขนส่งหลายรูปแบบ, การลดต้นทุนโลจิสติกส์, การขนส่งทางราง

ABSTRACT

The objective of this research is cost reduction in the logistics service provider business that was studied about transportation cost, transportation methods, transportation routes using 40 FT containers and other factors. The scope of the study was limited to the transportation of commodities for customers in Southern Thailand. Period of study was in September 2020 – March 2021. The study was analyzed the cost in each part to carry out activities to reduce logistics cost effectively by applying theory and principles of Engineering Management, Engineering Economics, Operation Management, and multimodal transportation. The study result was found that cost saving in case of multimodal transportation utilized rail and road transport instead of only road transport is about 22-29% for route of Trang factory – Bangkok port (PAT). The total cost excluded the ocean freight was reduced by 38% for transport from Bangklam to Penang port instead of Bangkok port (PAT). Cost saving would depend on distance, transportation method, commodity, and cost negotiation. Regarding to investment analysis of 45-ton reach stacker, estimated monthly sales of 500 containers, set WACC at 8%, found that the net present value (NPV) was positive 3,900,848.46, IRR 17% more than WACC, break-even point on investment 491 containers per month. From the results of calculations, it can be estimated that it is an attractive project for investment. However, due to the relatively long payback period of 3.38 years, other risks must also be considered.

KEYWORDS: multimodal transportation, logistics cost reduction, rail transportation

1. บทนำ

บริการโลจิสติกส์เป็นหนึ่งในปัจจัยหลักในการขับเคลื่อนระบบเศรษฐกิจของประเทศ เนื่องจากเป็นกลไกพื้นฐานที่หล่อเลี้ยงกิจกรรมทางเศรษฐกิจต่าง ๆ ประเทศที่มีการบริหารจัดการโลจิสติกส์ที่ดีและมีประสิทธิภาพจะมีความได้เปรียบด้านต้นทุน ส่งผลให้สามารถพัฒนาขีดความสามารถในการแข่งขันให้กับภาคธุรกิจได้สูงกว่าประเทศอื่น (ณัชพล จรูญพิพัฒน์กุล, 2561: 4) ในระดับประเทศที่ผ่านมาสำนักงานคณะกรรมการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติก็ได้มีการออกแผนยุทธศาสตร์การพัฒนาระบบโลจิสติกส์ ฉบับที่ 3 (พ.ศ.2560 - 2564) โดยมีวัตถุประสงค์ในการสร้างความเข้มแข็งให้กับผู้ประกอบการยกระดับประสิทธิภาพระบบการอำนวยความสะดวกทางการค้าและการพัฒนาปัจจัยสนับสนุนยุทธศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาระบบโลจิสติกส์ภายใต้แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 12 (พ.ศ.2560 - 2564) มี 1 ข้อหลัก คือ ยุทธศาสตร์ที่ 7 การพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานและระบบโลจิสติกส์ โดยตั้งเป้าว่าในปี 2564 จะลดต้นทุนโลจิสติกส์ของประเทศไทยเหลือ 12% ของจีดีพี เพิ่มการขนส่งทางรางเป็น 4% จาก 2% ทางน้ำเป็น 19% จาก 15% เป็นต้น (อัฐพร โยเหลา, 2562: 22-23) โครงสร้างต้นทุนโลจิสติกส์ปี 2560 ต้นทุนค่าขนส่งสินค้ายังคงเป็นองค์ประกอบใหญ่ที่สุด คือ มีสัดส่วนร้อยละ 54.1 ของต้นทุนโลจิสติกส์รวม รองลงมาคือต้นทุนการเก็บรักษาสินค้าคงคลังมีสัดส่วนร้อยละ 36.8 และต้นทุนการบริหารจัดการโลจิสติกส์มีสัดส่วนร้อยละ 9.1 ในปี 2560 ต้นทุนค่าขนส่งสินค้ามีมูลค่า 1,140.1 พันล้านบาท เพิ่มขึ้นจาก 1,078.3 พันล้านบาทในปี 2559 หรือคิดเป็นอัตราการขยายตัวร้อยละ 5.7 โดยต้นทุนค่าขนส่งสินค้ามีมูลค่าสูงขึ้นเป็นผลมาจากปริมาณการขนส่งสินค้าที่เพิ่มขึ้นจากการส่งออกระหว่างประเทศ รวมทั้งปัจจัยอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการขนส่งในภาพรวมมีการปรับตัวเพิ่มขึ้น (สำนักงานสภาพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ, 2561: 7)

บริษัทธนีสึกษาเป็นผู้ให้บริการทางด้านโลจิสติกส์ทั้งนำเข้าและส่งออก สินค้าหลักที่ทำการขนส่งในปัจจุบัน ได้แก่ กระเบื้อง ยางพารา ไม้ยางพารา แผ่นไม้อัดพาร์ติเกิลบอร์ดส่งออกไปยังประเทศจีน เวียดนาม เกาหลี เป็นต้น เนื่องจาก

ต้นทุนโลจิสติกส์เป็นปัจจัยสำคัญของธุรกิจผู้ให้บริการโลจิสติกส์ ซึ่งการที่มีต้นทุนในการทำกิจกรรมโลจิสติกส์สูงนั้นย่อมส่งผลต่อราคาขาย การแข่งขันราคาในตลาด และโอกาสในการได้งานของผู้ประกอบการ เนื่องจากบริษัทกรณีศึกษาเพิ่งก่อตั้งได้เพียงประมาณ 2 ปี การดำเนินงานด้านต้นทุนจึงยังไม่มีประสิทธิภาพมากนัก จากการศึกษาพบว่าบริษัทกรณีศึกษามีความเสียโอกาสที่จะเสนองานไม่ได้อยู่ที่ 60% จึงมีความสนใจศึกษาปัญหาและปัจจัยเพื่อเป็นการลดต้นทุนในธุรกิจผู้ให้บริการโลจิสติกส์

2. วัตถุประสงค์ของการศึกษา

2.1 เพื่อลดต้นทุนในกิจกรรมโลจิสติกส์ และเพิ่มโอกาสในการได้งานของผู้ประกอบการ

3. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

3.1 การขนส่งต่อเนื่องหลายรูปแบบ (Multimodal Transportation)

เป็นการผสมผสานการขนส่งสินค้า เช่น ทางถนน ทางรถไฟ ทางน้ำ ฯลฯ โดยแนวคิด และเป้าหมายในการใช้การขนส่งต่อเนื่องหลายรูปแบบ มุ่งเน้นไปที่การทดแทนการขนส่งทางถนนเพียงอย่างเดียว รูปแบบของการขนส่งต่อเนื่องหลายรูปแบบที่ใช้และเป็นที่ยอมรับในปัจจุบัน มีดังต่อไปนี้

3.3.1 ประเภท Sea-Air ซึ่งเป็นการใช้วิธีการขนส่งทางทะเลเชื่อมต่อกับวิธีการขนส่งทางอากาศ

3.3.2 ประเภท Rail/Road/Inland หรือ Waterway-Sea-Rail/Road/Inland

3.4.3 ประเภท Air-Truck ซึ่งเป็นการใช้การขนส่งทางรถบรรทุกสนับสนุนการขนส่งทางอากาศ

3.4.4 ประเภท Land Bridge ซึ่งเป็นการขนส่งต่อเนื่องหลายรูปแบบระหว่างประเทศที่ใช้รูปแบบการขนส่งทางบกเชื่อมกับการขนส่งทางทะเลเข้าด้วยกัน ในลักษณะ Sea-Land-Sea โดยนิยมใช้ตู้สินค้าบรรทุกของขนส่งต่อเนื่องข้ามทวีป โดยเชื่อมทะเลสองฟากแผ่นดินเข้าด้วยกันลักษณะคล้ายสะพานบก

3.4.5 ประเภท Mini Bridge ซึ่งการขนส่งลักษณะนี้คล้ายกับ Land Bridge แต่เป็นการเชื่อมการขนส่งแบบ Sea-Land เท่านั้น และโดยมากเป็นการเชื่อมระหว่างทางขนส่งทางทะเลกับทางรถไฟ

การลดต้นทุนค่าขนส่งในการขนส่งต่อเนื่องหลายรูปแบบ นับเป็นกลยุทธ์ที่สำคัญในการส่งมอบสินค้าภายใต้หลักการจัดการโลจิสติกส์ ที่มุ่งเน้นไปที่การเพิ่มประสิทธิภาพการของการส่งมอบ เพื่อสร้างขีดความสามารถในการแข่งขัน เพราะการผสมผสานการขนส่งสินค้าหลายรูปแบบมากกว่า 1 แบบ จะช่วยประหยัดต้นทุนได้ เช่น การขนส่งโดยรถต่อด้วยเรือ หรือขนส่งทางรางซึ่งปัจจุบันมีผู้ใช้น้อยมาก จะสามารถประหยัดต้นทุนค่าน้ำมันได้มากกว่า 50-60% เมื่อเปรียบเทียบกับทางถนนเพียงอย่างเดียว (จิตพงษ์ อัยสานนท์, ม.ป.ป.: [ออนไลน์])

3.2 ต้นทุนของการขนส่ง (Cost of Transportation)

3.3.1 ต้นทุนคงที่ (Fixed Cost) เป็นต้นทุนหรือค่าใช้จ่ายที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงใด ๆ ตามการผลิต ไม่ว่าจะทำการผลิตหรือไม่ผลิตก็ตาม ต้นทุนนี้จะเกิดขึ้นเป็นจำนวนที่คงที่ ต้นทุนนี้ถึงแม้จะมีการผลิตเป็นจำนวนมากหรือจำนวนน้อยเพียงใด ก็จะต้องเสียค่าใช้จ่ายในอัตราเท่าเดิมอยู่ตลอดเวลา เช่น ค่าเช่า ที่ดิน อาคาร

3.3.2 ต้นทุนผันแปร (Variable Cost) เป็นต้นทุนหรือค่าใช้จ่ายที่จะมีการเปลี่ยนแปลงไปตามปริมาณของการผลิต อาจเรียกชื่อเป็นอย่างอื่นได้อีก คือ ต้นทุนดำเนินงาน (Operation Cost) ถ้าให้บริการขนส่งมากต้นทุนชนิดนี้ก็มากด้วย ถ้าผลิตบริการขนส่งน้อยต้นทุนนี้ก็น้อย ถ้าไม่ได้ให้บริการเลยก็ไม่ต้องจ่ายต้นทุนนี้เลย ต้นทุนผันแปร ได้แก่ ค่าน้ำมันเชื้อเพลิง ค่าซ่อมแซมค่าน้ำมันหล่อลื่น ค่าใช้จ่ายในการขนส่ง เป็นต้น

3.3.3 ต้นทุนรวม (Total Cost หรือ Joint Cost) เป็นต้นทุนหรือค่าใช้จ่ายต่าง ๆ โดยรวมเอาต้นทุนคงที่และต้นทุนผันแปรมารวมกัน ถือเป็นต้นทุนของการบริการทั้งหมด

3.3.4 ต้นทุนที่ยาวกลับ (Back Haul Cost) เป็นต้นทุนหรือค่าใช้จ่ายที่ได้รวมเอาลักษณะของค่าเสียโอกาส (Opportunity Cost) เข้าไปด้วย ในกรณีของการขนส่ง หมายถึง การที่ต้องบรรทุกผู้โดยสาร สินค้าหรือบริการ ไปส่งยังจุดหมายปลายทางแล้วในที่ยาวกลับนั้นไม่ได้บรรทุกอะไรกลับมาเลย กรณีนี้จึงต้องมีการคิดถึงต้นทุนที่ยาวกลับรวมไว้ใน การคิดต้นทุนค่าบริการขนส่งด้วย ซึ่งในบางครั้งลักษณะเช่นนี้ถือว่าการสูญเสียได้เกิดขึ้น

ต้นทุนของการขนส่งจะแตกต่างกันมากน้อยเพียงใดขึ้นอยู่กับปัจจัยต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

1. ลักษณะของเส้นทางที่ใช้ในการขนส่ง
2. ระยะทางและระยะเวลาของการขนส่ง
3. อุปกรณ์และมาตรฐานต่างๆ ในการขนส่ง
4. ลักษณะของสินค้าและบริการที่จะทำการขนส่ง
5. สภาพแวดล้อมและภูมิประเทศที่จะทำการขนส่ง (มณีสรา บารมีชัย, 2551: [ออนไลน์])

3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์และประเมินโครงการ

3.3.1 วิธีระยะเวลาคืนทุน (Payback period method) เป็นการพิจารณาโครงการลงทุนจากมูลค่าเงินลงทุนที่สูญเสียไปกับระยะเวลาที่คาดว่าจะได้รับประโยชน์จากการลงทุนคืน ในบางกรณีการใช้ระยะเวลาคืนทุนในการพิจารณาคัดเลือกโครงการอาจทำให้เกิดการตัดสินใจผิดพลาดได้ เนื่องจากวิธีนี้ไม่ได้คำนึงถึงผลประโยชน์ที่จะได้รับหลังระยะเวลาคืนทุน และไม่ได้คำนึงถึงมูลค่าเงินตามเวลาด้วย เพื่อขจัดปัญหาเกี่ยวกับมูลค่าเงินสามารถนำมูลค่าเงินมาปรับให้ถูกต้องโดยคำนวณเป็นระยะเวลาคืนทุนที่คำนึงถึงเงิน (Discounted payback period method) มาใช้ในการวิเคราะห์และประเมินโครงการได้

3.3.2 วิธีผลตอบแทนจากการลงทุน (The internal rate of return method) เป็นการคำนวณหาอัตราผลตอบแทนที่จะได้รับจากการลงทุนในโครงการ อัตราผลตอบแทนนี้จะใช่อัตราที่ทำให้มูลค่าปัจจุบันสุทธิเท่ากับ 0 หรือผลตอบแทนที่ได้รับเท่ากับเงินลงทุนครั้งแรก

3.3.3 วิธีมูลค่าปัจจุบันสุทธิ (The net present value method) วิธีนี้จะคำนวณหาผลต่างระหว่างมูลค่าปัจจุบันของผลตอบแทนที่คาดว่าจะได้รับในอนาคตตามอัตราผลตอบแทนขั้นต่ำที่ต้องการ หรือต้นทุนเงินทุนกับต้นทุนเงินทุนเริ่มแรก การตัดสินใจยอมรับโครงการขึ้นอยู่กับกระแสเงินสดสุทธิมีค่าเป็นบวกหรือไม่ หากมีค่าเป็นบวกแสดงว่าผลตอบแทนจากการลงทุนนั้นสูงกว่าอัตราผลตอบแทนที่ต้องการ (Required rate of return) หรือมากกว่าต้นทุนเงินทุน (Cost of capital)

การตัดสินใจคัดเลือกโครงการ การประเมินโครงการลงทุนนั้นใช้เครื่องมือได้หลายเครื่องมือในแต่ละเครื่องมือมีข้อดีข้อด้อยแตกต่างกันไป อย่างไรก็ตามปัจจุบันวิธีที่นิยมใช้กันมาก คือมูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net present value method) และอัตราผลตอบแทนจากการลงทุน (Internal rate of return method) ซึ่งเป็นการเปรียบเทียบกระแสเงินสดรับ (Cash inflows) เทียบกับกระแสเงินสดจ่ายลงทุน (Cash outflows) ในรูปของมูลค่าปัจจุบันสุทธิ และร้อยละของผลตอบแทน หากใช้เครื่องมือนี้ในการตัดสินใจคัดเลือกโครงการผลการยอมรับหรือปฏิเสธโครงการจะไปในทิศทางเดียวกัน คือโดยปกติโครงการที่มีกระแสเงินสดรับสุทธิมากกว่า 0 จะมีร้อยละผลตอบแทนจากการลงทุนมากกว่าอัตราผลตอบแทนขั้นต่ำ (อนุรักษ์ ทองสุโขวงศ์, ม.ป.ป.: [ออนไลน์])

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

สกนธ์ นัยนานนท์ (2559: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาประเมินความคุ้มค่าของการลงทุนในการเลือกซื้อหรือเช่าเครื่องจักร อุปกรณ์เคลื่อนที่ Forklift, Reach truck และ Reach stacker โดยใช้หลักการตัดสินใจในการลงทุนที่คุ้มค่าในส่วนของ การเลือกการจัดหา เครื่องจักร และจำนวนที่เหมาะสมในการลงทุน คำนวณหาจุดคุ้มทุน (Break Event Point: B.E.P.) หลักการ

ตัดสินใจในแต่ละทางเลือกมาใช้วิเคราะห์ และการตัดสินใจลงทุน (Decision making) การตัดสินใจซื้อ Reach stacker มีต้นทุนโดยรวมต่ำกว่าการเช่ามูลค่า 11,228,470 บาท

กนกพร เรียนเขมะนิยม, วรธมา แสงปลั่ง และกนกทอง ศักดิ์แหลมเงิน (2560: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาความเป็นไปได้ในการขนส่งต่อเนื่องหลายรูปแบบโดยการขนส่งทางรถไฟร่วมกับ รถบรรทุกจากมาบตาพุดไปท่าเรือแหลมฉบังของกรณีศึกษา บริษัทผลิตเม็ดพลาสติก พบว่า การขนส่งโดยใช้รถบรรทุกร่วมกับรถไฟโดยการร่วมมือกับบริษัทพันธมิตรในการขนส่งสินค้า ซึ่งสามารถลดต้นทุนรวมได้ 5,451,264 บาท/ปี หรือ 8.32%

Edgar Granda and Bernardo Villarreal (2017: 142, 148) ได้ศึกษาปัญหาในการลดต้นทุนการขนส่งด้วยรถบรรทุกสำหรับบริษัทผลิตยาสูบในประเทศเม็กซิโก ต้องการลดต้นทุนการขนส่งขาออก รวมถึงการกำจัดความสูญเปล่าจากการขนส่งที่สำคัญ ปริมาณการบรรทุกที่ไม่เต็มพื้นที่ รวมทั้งระยะทาง ประยุกต์ใช้แบบจำลองสถานที่และการกำหนดเส้นทางเพื่อวิเคราะห์การตัดสินใจโดยใช้ระบบ GIS การลงทุนสร้าง DC ใหม่ของเส้นทางใหม่ต่างๆ ซึ่งทำให้กำลังในการบรรทุกเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญจากค่าเฉลี่ย 46% เป็นระดับ 74% การต่อรองราคา การปรับปรุงการดำเนินงานและการเพิ่มประสิทธิภาพผลกระทบของการดำเนินโครงการดังกล่าวคาดว่าจะลดลง 9% ของต้นทุนการขนส่งขาออกทั้งหมด

Xiangfeng Zhou and Juan Du (2018: 320, 322) ได้ศึกษาการขนส่งหลายรูปแบบเพื่อลดต้นทุนการขนส่งและต้นทุนโลจิสติกส์ ศึกษาเชื่อมโยงการขนส่งยานพาหนะทั้งหมดด้วยการขนส่งต่อเนื่องหลายรูปแบบและสร้างเส้นทางการขนส่งแบบหลายรูปแบบที่เหมาะสม มีรูปแบบการเขียนโปรแกรมที่มีต้นทุนโลจิสติกส์รวมขั้นต่ำเป็นเป้าหมาย รวมถึงต้นทุนการขนส่ง ต้นทุนการเปลี่ยนความเสี่ยงค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นระหว่างการขนส่งและการเปลี่ยนอะไหล่ หรือล่าช้า ต้นทุนคลังสินค้าหรือค่าปรับ ผลปรากฏว่าแบบจำลองและอัลกอริทึมเป็นไปได้และใช้งานได้จริงในการขนส่งต่อเนื่องหลายรูปแบบ

4. วิธีดำเนินการศึกษา

เพื่อให้การศึกษามีประสิทธิภาพในการดำเนินการโครงการครั้งนี้ ผู้ศึกษาได้ทำการศึกษาระบวนการและวิเคราะห์ข้อมูลมาเป็นองค์ประกอบการดำเนินงาน โดยมีการตรวจวิเคราะห์ข้อมูล รวมทั้งพิจารณาปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลต่อต้นทุนในกิจกรรมโลจิสติกส์ปัจจุบัน เพื่อดำเนินการลดต้นทุนในธุรกิจผู้ให้บริการด้านโลจิสติกส์

4.1 สภาพปัญหา

4.1.1 ลานพัก-ขึ้น-ลงตู้คอนเทนเนอร์ (Container yard) เพื่อขนส่งทางรถไฟมีจำนวนจำกัด หากโรงงานผลิตอยู่ไกลจากลาน จะทำให้ต้นทุนในการขนส่งทางถนนเพื่อนำมาขนถ่ายขึ้นแคร่รถไฟมีราคาสูงขึ้นตามระยะทางที่เพิ่มขึ้น ซึ่งระยะทาง (Distance) เป็นปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อต้นทุนการขนส่ง เนื่องจากมีความเกี่ยวข้องกับต้นทุนผันแปรคือค่าแรง เชื้อเพลิงและการบำรุงรักษา

4.1.2 ระยะทางในการขนส่งภายในประเทศจากโรงงานของลูกค้าออกสู่ท่าเรือไกล เนื่องจากปัจจุบันการขนส่งสินค้าตู้คอนเทนเนอร์จากโรงงานของลูกค้าภาคใต้ เช่น จังหวัดตรัง โดยใช้การขนส่งทั้งทางถนนและระบบรางจากสถานีรถไฟทุ่งสงมายังสถานีแม่น้ำ (ท่าเรือกรุงเทพ) เพื่อส่งออกไปยังประเทศเกาหลี เวียดนาม จีน เป็นต้น มีระยะทางไกลประมาณ 778 กิโลเมตร ทำให้ต้นทุนที่เป็นการขนส่งภายในประเทศ (Inland cost) สูง

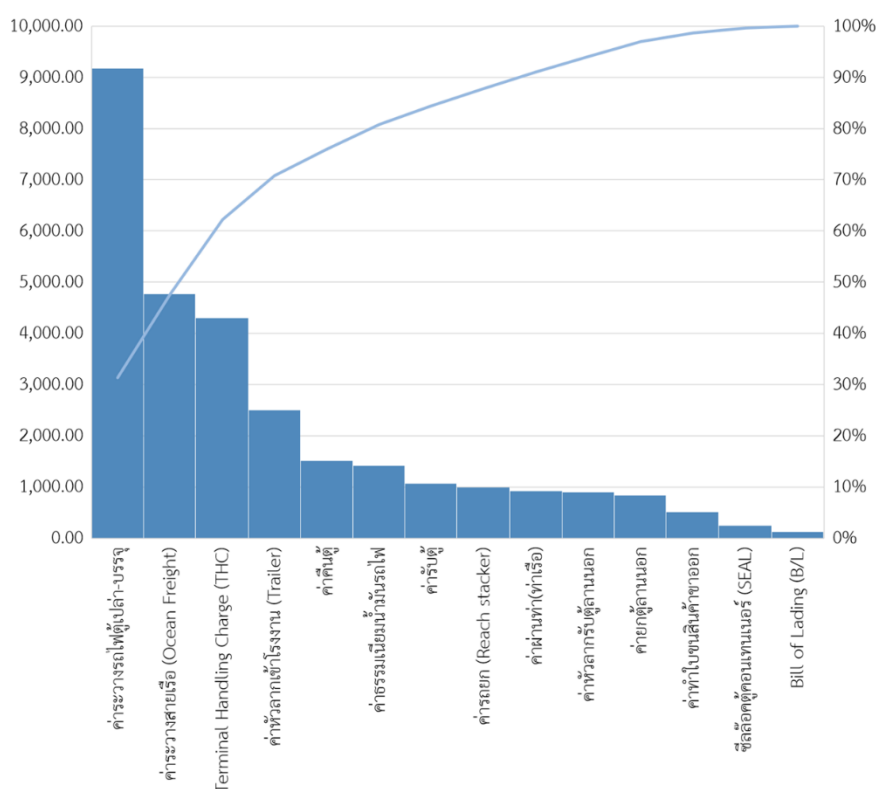
4.1.3 การใช้บริการจากภายนอก (Outsource) ในบางกระบวนการเนื่องจากบริษัทเพิ่งก่อตั้ง (พ.ศ. 2563) จึงยังมีข้อจำกัดในด้านของบุคลากร ประสบการณ์ ดังนั้นในบางกระบวนการ เช่น การทำพิธีการด้านศุลกากร การจองระวางเรือ การออก Booking confirmation การออกใบตราส่งสินค้าเพื่อส่งออกทางเรือ (Bill of Lading, B/L), การขนส่งตู้คอนเทนเนอร์ทางถนนและการใช้บริการรถยกตู้ (Reach stacker) เพื่อขึ้นแคร่รถไฟหรือรถหัวลาก ยังต้องใช้บริการจากภายนอก (Outsource) ซึ่งมีผลต่อต้นทุนที่สูงขึ้นเช่นกัน

4.1.4 Payment term ของลูกค้าค่อนข้างนาน (สูงสุด 30 วัน) บริษัทของลูกค้าในแต่ละรายมีระยะเวลาของการจ่ายเงินโดยการโอนหลังจากวางบิล (Payment term) ที่แตกต่างกันออกไป เช่น 15, 30 วัน ในขณะที่ต้องจ่ายเงินสด (Cash) กับการรถไฟและท่าเรือ

4.1.5 การขนส่งตู้คอนเทนเนอร์เปล่าไปบรรจุสินค้า ทำให้เกิดการสูญเสียเปล่า 1 เทียบ ในการดำเนินงานปัจจุบันต้องมีการรับตู้คอนเทนเนอร์เปล่าจากท่าเรือกรุงเทพหรือ ICD ลาดกระบัง โดยขนส่งด้วยระบบรางทางรถไฟสู่ภาคใต้ไปยังลานพักตู้คอนเทนเนอร์ที่ใกล้โรงงานการผลิตของลูกค้ามากที่สุด หลังจากบรรจุเสร็จจึงขนส่งตู้หนักกลับด้วยระบบรางเพื่อไปยังท่าเรือเพื่อส่งออก ซึ่งทำให้เกิดการเสียโอกาส (Opportunity Cost) เกิดความสูญเสียเปล่า 1 เทียบในขั้นตอนการขนส่งตู้เปล่า

4.2 การวิเคราะห์ปัญหา

ทำการวิเคราะห์ต้นทุน (Breakdown cost) ในแต่ละส่วนเพื่อดูแนวโน้มและให้ช่วยต่อการบริหารจัดการดำเนินกิจกรรมเพื่อลดต้นทุน จากรูปที่ 1 แสดงให้เห็นว่าปัจจัยที่เป็นต้นทุนหลักประมาณ 28% แรกแต่มีผลต่อต้นทุนถึง 70% ได้แก่ ค่าระวางรถไฟตู้เปล่า-บรรจุ, ค่าระวางสายเรือ (Ocean freight), และค่าหัวลากเข้าบรรจุสินค้าที่โรงงานลูกค้า ล้วนแต่เป็นต้นทุนในการขนส่ง ซึ่งแนวทางในการลดอัตราค่าระวางรถไฟได้แก่ การลดระยะทางในการขนส่ง จากเดิมที่ขนส่งจากโรงงานตรงไปยังท่าเรือกรุงเทพ เปลี่ยนมาเป็นท่าเรือป็นัง ประเทศมาเลเซีย แนวทางการลดค่าระวางสายเรือต้องมีการเปรียบเทียบราคาเพื่อส่งออกในหลาย ๆ ท่าเรือ เช่น ท่าเรือกรุงเทพ ท่าเรือแหลมฉบัง ท่าเรือป็นัง เปรียบเทียบต้นทุนจากหลาย ๆ สายเรือ ประกอบการต่อรองราคา แนวทางการลดต้นทุนรถหัวลากเพื่อเข้าบรรจุสินค้าที่โรงงานลูกค้า ได้แก่ การขนส่งทางรางร่วมกับทางถนน การพัฒนาลานพัก-ขึ้น-ลงตู้คอนเทนเนอร์ทางรถไฟเพื่อลดระยะทางการขนส่งทางถนนลง



รูปที่ 1 สัดส่วนต้นทุน (Breakdown cost) ของกิจกรรมโลจิสติกส์ในการส่งออก

5. วิธีการแก้ปัญหาและผลการดำเนินงาน

5.1 การขนส่งทางรางร่วมกับทางถนนแทนการขนส่งทางถนนอย่างเดียวเพื่อลดต้นทุนหัวลากเข้าบรรจุสินค้า

บริษัทธนศึกษามีลูกค้ารายใหม่ที่เป็นผู้ผลิตสินค้าเพื่อการส่งออกโดยมีโรงงานการผลิตอยู่ในภาคใต้จากเดิมที่ใช้การส่งออกโดยใช้ท่าเรือสงขลา หรือท่าเรือป็นัง ประเทศมาเลเซีย มีความสนใจที่จะเพิ่มเส้นทางการขนส่งมายังท่าเรือกรุงเทพ หรือท่าเรือแหลมฉบัง เพื่อเป็นการแก้ปัญหาและกระจายความเสี่ยงกรณีขาดแคลนตู้สินค้าส่งออก ให้สามารถจัดหาตู้เปล่าได้จากหลายท่าเรือในภาวะตู้คอนเทนเนอร์เพื่อการขนส่งระหว่างประเทศขาดแคลนที่เป็นผลกระทบมาจากการแพร่ระบาดของโรคโควิด-19 ทั้งนี้หากเปรียบเทียบการขนส่งภายในประเทศทางรางร่วมกับทางถนน แทนการขนส่งทางถนนอย่างเดียวจะสามารถประหยัดต้นทุนในการขนส่งดังตารางที่ 2 โดยการขนส่งทางรางนั้นมีเวลานำส่ง (Leadtime) ในเรื่องการบริหารจัดการ และการขนส่งมากกว่าการใช้รถหัวลากทางถนน อีกทั้งการขนส่งทางรางไม่ได้เป็นการขนส่งในลักษณะของการส่งสินค้าจากหน้าบ้านผู้ส่งไปยังหน้าบ้านผู้รับ (Door to Door) จึงจำเป็นต้องเลือกรูปแบบการขนส่งให้เหมาะสมกับงาน

บริษัทธนศึกษามียอดการสั่งซื้อเพิ่มขึ้น 240 ตู้คอนเทนเนอร์ (240 x 40') จากลูกค้ารายใหม่ที่น่าสนใจการขนส่งภายในประเทศเพื่อการขนส่งทางรางร่วมกับทางถนน โดยลูกค้าได้จัดการหาสายเรือเองโดยใช้ท่าเรือแหลมฉบังในเพื่อเป็นท่าเรือในการส่งออก (Port of Loading) เป็นการเพิ่มยอดขาย เพิ่มโอกาสในการได้งานของผู้ประกอบการ

ตารางที่ 2 เปรียบเทียบต้นทุนค่าขนส่งที่ลดลง (ไม่รวมค่าระวางเรือ) เมื่อใช้การขนส่งทางรางร่วมกับทางถนน แทนการขนส่งทางถนนอย่างเดียว (ตู้คอนเทนเนอร์ขนาด 40')

รายการ ที่	เส้นทางการขนส่ง			% ต้นทุนที่ ลดลง
	สถานที่รับตู้เปล่า	โรงงาน	สถานที่คืนตู้บรรจุ	
1	ท่าเรือกรุงเทพ (PAT)/ICD ลาดกระบัง	จ.ตรัง	ท่าเรือกรุงเทพ	29
2	ท่าเรือกรุงเทพ (PAT)/ICD ลาดกระบัง	จ.ตรัง	ท่าเรือแหลมฉบัง	28
3	ท่าเรือแหลมฉบัง	จ.ตรัง	ท่าเรือแหลมฉบัง	22
4	รับตู้ลานนอกบางนาด้วยรถหัวลากเพื่อมา ขนส่งด้วยรถไฟที่สถานีแม่น้ำ	จ.ตรัง	ท่าเรือแหลมฉบัง	12

5.2 การพัฒนาลานพัก-ขึ้น-ลง ตู้คอนเทนเนอร์ (Container Yard) แห่งใหม่ในภาคใต้

ผู้ศึกษาเสนอบริษัทเข้าร่วมโครงการร่วมกันระหว่างภาครัฐและเอกชนในการพัฒนาลานพัก-ขึ้น-ลง ตู้คอนเทนเนอร์ (Container Yard) ที่สถานีรถไฟบางกล่ำ จังหวัดสงขลา ถือได้ว่าเป็นพื้นที่ที่เหมาะสมและมีศักยภาพ และอยู่ใกล้แหล่งอุตสาหกรรมการผลิต ใกล้ถนนเพื่อการขนส่งทางถนนด้วยรถหัวลาก สามารถเชื่อมต่อการขนส่งทางรางเพื่อการขนส่งภายในประเทศเพื่อส่งออกโดยใช้ท่าเรือกรุงเทพ หรือท่าเรือแหลมฉบัง และสามารถขนส่งในเส้นทางการขนส่งต่อเนื่องหลายรูปแบบระหว่างประเทศ (LandBridge) ขนส่งไปยังประเทศมาเลเซียเพื่อส่งออกโดยใช้ท่าเรือป็นังได้

จากการลงพื้นที่สำรวจร่วมกับการรถไฟแห่งประเทศไทย ในการพิจารณาถึงความเหมาะสมด้านผลกระทบทางด้านโครงสร้างพื้นฐาน สิ่งแวดล้อมและชุมชน เมื่อได้รับความเห็นชอบและได้รับการอนุมัติจากการรถไฟแห่งประเทศไทยให้เป็นผู้ลงทุนปรับปรุงโครงสร้างพื้นฐาน จึงทำแผนงานรวมทั้งรายละเอียดค่าใช้จ่ายตาม BOQ และแบบการก่อสร้าง (Drawing) เพื่อขออนุมัติในการเข้าปรับปรุงพื้นที่ลานพัก-ขึ้น-ลงตู้คอนเทนเนอร์ของสถานีรถไฟบางกล่ำ โดยปรับปรุงระบบระบายน้ำและปรับปรุงความแข็งแรงของพื้นที่ให้สามารถขนถ่ายสินค้าดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 การพัฒนาปรับปรุงลานพัก-ขึ้น-ลง ตู้คอนเทนเนอร์สถานีรถไฟบางกล้า

ทั้งนี้พื้นที่ลาน Container Yard ที่ได้ทำการปรับปรุงนั้นจะถือเป็นพื้นที่สาธารณะในการพักตู้ และขนถ่ายตู้สินค้าคอนเทนเนอร์เพื่อขนส่งทางรถไฟ หลังทำการพัฒนาปรับปรุง ดังภาพที่ 3 เนื่องจากการขนส่งทางรางนั้นไม่ได้เป็นลักษณะการส่งสินค้าจากหน้าบ้านผู้ส่งไปยังหน้าบ้านผู้รับ (Door to Door) เช่นเดียวกับการขนส่งทางถนนด้วยรถยนต์ ดังนั้นการที่มีลานพัก-ขึ้น-ลง ตู้คอนเทนเนอร์เพื่อขนส่งทางรถไฟ (Container Yard) เพิ่มขึ้นนั้นทำให้ระยะทางในการขนส่งตู้คอนเทนเนอร์เพื่อขนส่งทางถนนจากโรงงานผลิตเพื่อขนถ่ายขึ้นแคร่ในการขนส่งทางรางลดลง ทำให้ค่าใช้จ่ายในการขนส่งลดลงด้วย



รูปที่ 3 ลานพัก-ขึ้น-ลง ตู้คอนเทนเนอร์ (Container Yard) สถานีรถไฟบางกล้าหลังการพัฒนา

5.3 เพิ่มบริการเส้นทางการขนส่ง Landbridge ระหว่างประเทศเพื่อลดระยะทางและต้นทุนในการขนส่ง

เส้นทางการขนส่ง Landbridge ระหว่างประเทศไปยังประเทศมาเลเซียเป็นเส้นทางปัจจุบันที่เปิดให้บริการโดยการรถไฟ ทั้งนี้ผู้ประกอบการต้องดำเนินการเพื่อขออนุมัติการขนส่งจากการรถไฟประเทศไทยและประเทศมาเลเซียดังตารางที่ 3 เมื่อได้รับการอนุมัติก็สามารถดำเนินการขนส่งได้โดยจะคิดเป็นลักษณะการเหมาขบวน ขบวนละไม่เกิน 20 บทต.(แคร่) ทางด้านบริษัทพันธมิตรประเทศมาเลเซียจะทำการขนส่งทางรางจากปาดังเบซาร์ไปยังท่าเรือปีนัง หรือ Port Klang ต่อไป

ตารางที่ 3 ขั้นตอนการดำเนินงานเพื่อขนส่ง Landbridge

ขั้นตอน	การดำเนินงาน	ระยะเวลา	ผู้รับผิดชอบ
1	ศึกษาการดำเนินงานเกี่ยวกับการขนส่งตู้สินค้าคอนเทนเนอร์ Landbridge-Penang port, cost saving เป็นต้น	1 เดือน	Management/ Operation team
2	หาคู่ค้าหรือพันธมิตร (partner) ฝั่งประเทศมาเลเซีย		Management/ Operation team
1	การรถไฟประเทศมาเลเซีย (KTMB) ออกหนังสือมายังการรถไฟแห่งประเทศไทย (SRT) เพื่อแต่งตั้งบริษัท เป็นผู้ประกอบการขนส่ง (Agent) Landbridge ฝั่งประเทศไทย	1 เดือน	Management/ Operation team
2	การรถไฟแห่งประเทศไทย (SRT) ออกหนังสือแต่งตั้งบริษัท เป็นผู้ประกอบการขนส่ง (Agent) Landbridge และอนุมัติการวางรถไฟ		Management/ Operation team



รูปที่ 4 เส้นทางขนส่ง Landbridge ไปยังประเทศมาเลเซีย (KTMB, ม.ป.ป: [ออนไลน์])

ผลการดำเนินการเพื่อขอทำการขนส่ง Landbridge นั้นทำให้สามารถเพิ่มเส้นทางในการขนส่งได้ เป็นการบริหารความเสี่ยง ลดระยะทางในการขนส่ง เมื่อเปรียบเทียบกับต้นทุนการขนส่งจากเดิมขนส่งไปยังท่าเรือกรุงเทพ โดยใช้สถานีรถไฟทุ่งสง เปลี่ยนมาเป็นขนส่งไปยังท่าเรือปีนังแทน สำหรับกรณีที่บริษัทไม่ได้งานก่อนหน้านี้ พบว่า สามารถลดต้นทุนการขนส่ง (ไม่รวมค่าระวางเรือ) ลงได้ประมาณ 15% หลังจากທີ່บริษัทกรณีศึกษาได้รับการอนุมัติให้ทำการขนส่ง Landbridge ได้และประกอบกับการพัฒนาพื้นที่ลานพัก-ขึ้น-ลงตู้คอนเทนเนอร์ (Container yard) สถานีรถไฟบางกล่ำ จังหวัดสงขลา เมื่อเปรียบเทียบกับต้นทุนรวมโดยไม่รวมค่าการระวางเรือ การขนส่ง Landbridge จากสถานีรถไฟบางกล่ำ จังหวัดสงขลาไปยังท่าเรือปีนังประเทศมาเลเซียกับการขนส่งทางรถไฟไปยังท่าเรือกรุงเทพ พบว่าต้นทุนรวมลดลง 38% ทางบริษัทมีลูกค้าที่สนใจใช้บริการเพิ่มขึ้นทันทีประมาณ 350 ตู้ต่อเดือน จากลูกค้าเดิม 1 รายที่มีโรงงานการผลิตอยู่ที่สาขาบางกล่ำและลูกค้าใหม่อีก 2 ราย โดยทางลูกค้าเป็นผู้จัดหาในส่วนของการขนส่งทางเรือเพื่อส่งออกเอง

5.4 การวิเคราะห์การลงทุนกรณีซื้อรถยกตู้คอนเทนเนอร์ (Reach Stacker)

ปัจจุบันบริษัทกรณีศึกษาได้ใช้บริการจากผู้ให้บริการภายนอกในการยกตู้คอนเทนเนอร์ จากที่ได้มีการพัฒนาลานพัก-ขึ้น-ลงตู้คอนเทนเนอร์ (Container yard) แห่งใหม่ จึงได้มีการวิเคราะห์ถึงความคุ้มค่าในการลงทุนซื้อเครื่องจักรยกตู้คอนเทนเนอร์ (Reach Stacker) 45 ตัน โดยการนำหลักการทางด้านเศรษฐศาสตร์วิศวกรรมมาวิเคราะห์ ได้แก่ วิเคราะห์หาจุดคุ้มทุนในการลงทุน (Breakeven Point) ระยะเวลาการคืนทุน (Payback Period) คำนวณหาอัตราผลตอบแทนภายใน (IRR) และคำนวณมูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net Present Value: NPV)

โดยมีค่าใช้จ่ายเริ่มแรกในการลงทุนซื้อรถยกตู้คอนเทนเนอร์ (Reach Stacker) 45 ตัน ค่าใช้จ่ายรายปีได้แก่ ค่าบำรุงรักษา ค่าขึ้นส่วนอะไหล่ซ่อมบำรุง ค่าจ้างแรงงานในการซ่อมบำรุงของซัพพลายเออร์ ค่าจ้างพนักงานขับรถ Reach Stacker และมีมูลค่าเศษซาก 15% ของมูลค่าสินทรัพย์แรกซื้อในปีที่ 6

ตารางที่ 4 การประเมินความคุ้มค่าในการลงทุน

รายการ	ปีที่	กระแสเงินสดรับจาก รายได้ (บาท)	ต้นทุนค่าใช้จ่าย	กระแสเงินสดรับสุทธิหลัง หักภาษีต่อปี (บาท)
เงินลงทุนเริ่มแรก	ปีที่ 0	-14,552,000		-14,552,000
กระแสเงินสด	ปีที่ 1	8,019,000	3,450,000	4,569,000
	ปีที่ 2	8,019,000	3,830,000	4,189,000
	ปีที่ 3	8,019,000	3,830,000	4,189,000
	ปีที่ 4	8,019,000	3,830,000	4,189,000
	ปีที่ 5	8,019,000	3,830,000	4,189,000
	ปีที่ 6	2,182,800		2,182,800
มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net Present Value: NPV)				3,900,848.46
อัตราผลตอบแทนภายใน (Internal Rate of Return: IRR)				17%
ระยะเวลาคืนทุน (Payback Period: PB) ปี				3.38
จุดคุ้มทุน (Breakeven point), ตู้ต่อเดือน				491

ประมาณการยอดขายต่อเดือน 500 ตู้คอนเทนเนอร์

กำหนด WACC ที่ 8%

ผลจากการศึกษาความคุ้มค่าในการลงทุนซื้อรถยกตู้คอนเทนเนอร์ (Reach Stacker) 45 ตัน โดยใช้หลักทางด้านเศรษฐศาสตร์วิศวกรรม การจัดการการเงินนำมาวิเคราะห์ ประมาณการยอดขายต่อเดือน 500 ตู้คอนเทนเนอร์ กำหนด WACC ที่ 8% พบว่า มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net Present Value: NPV) มีค่าเป็นบวก 3,900,848.46 อัตราผลตอบแทนในการลงทุน IRR 17% มากกว่า WACC ระยะเวลาการคืนทุน (Payback Period) อยู่ที่ 3.38 ปี จุดคุ้มทุนในการลงทุน (Breakeven Point) 491 ตู้คอนเทนเนอร์ต่อเดือน จากผลการคำนวณดังกล่าวประเมินได้ว่าเป็นโครงการที่น่าลงทุน แต่เนื่องจากระยะเวลาคืนทุนค่อนข้างนาน 3.38 ปี ดังนั้นจึงควรพิจารณาความเสี่ยงด้านอื่น ๆ ร่วมด้วย

5.5 การทำสัญญาค้ำประกันของธนาคาร (Bank Guarantee)

เมื่อการรณแห่งประทศไทยพิจารณาอนุมัติให้บริษัทตั้งบัญชีเงินค้ำชำระวางและค่าต่าง ๆ สำหรับการขนส่งสินค้าทางรถไฟ บริษัทจะสามารถชำระค่าระวางและค่าต่าง ๆ เป็นเงินค้ำรายงวด 5 วัน โดยวางหนังสือค้ำประกันของธนาคาร โดยการรถไฟ ฯ จะทำใบแจ้งหนี้เรียกเก็บเงินค่าระวางและค่าต่าง ๆ จากบริษัทเป็นรายงวด ๆ ละ 5 วัน

เมื่อบริษัทได้รับใบแจ้งหนี้จากการรถไฟ ฯ แล้ว ต้องจัดการชำระค่าระวางและค่าต่าง ๆ ตามจำนวนเงินในใบแจ้งหนี้ทั้งจำนวนให้เสร็จสิ้นภายใน 5 วันทำการ นับถัดจากวันที่ได้รับใบแจ้งหนี้ ซึ่งจะช่วยเหลือระยะเวลาในการชำระเงินออกไปได้ประมาณ 10-15 วัน แทนที่จะเป็นการชำระเงินสดก่อนการทำการขนส่ง

6. สรุปผลและอภิปรายผล

ต้นทุนโลจิสติกส์เป็นปัจจัยสำคัญของธุรกิจผู้ให้บริการโลจิสติกส์ การเพิ่มความสามารถในการแข่งขันในตลาดได้นั้น นอกเหนือจากการให้บริการที่มีคุณภาพ ทันเวลาแล้วสิ่งสำคัญ คือ ราคา ซึ่งจำเป็นต้องมีการบริหารจัดการโลจิสติกส์ที่มีประสิทธิภาพ หลังจากที่ได้ทำการศึกษาค้นคว้าวิเคราะห์ต้นทุน (Breakdown Cost) ในแต่ละส่วนเพื่อดำเนินกิจกรรมเพื่อลดต้นทุน ปัจจัยที่เป็นต้นทุนหลักประมาณ 28% แรกแต่มีผลต่อต้นทุนถึง 70% ได้แก่ ค่าระวางรถไฟตู้เปล่า-บรรจุ ค่าระวางสายเรือ (Ocean Freight) และค่าหัวลากเข้าโรงงานเพื่อบรรจุสินค้า ซึ่งล้วนแต่เป็นต้นทุนค่าขนส่งทั้งสิ้น หากเปรียบเทียบการขนส่งภายในประเทศระหว่างโรงงานผลิตกับท่าเรือโดยขนส่งทางรางร่วมกับทางถนน แทนการขนส่งทางถนนอย่างเดียวจะสามารถประหยัดต้นทุนในการขนส่งได้ประมาณ 22-29% ในเส้นทางโรงงานตรง-ท่าเรือกรุงเทพหรือแหลมฉบัง ทั้งนี้บริษัทได้มีลูกค้ารายใหม่ที่น่าสนใจการขนส่งภายในประเทศเพื่อการขนส่งทางรางร่วมกับทางถนน โดยลูกค้าได้จัดการหาสายเรือเองโดยใช้ท่าเรือแหลมฉบังเพื่อเป็นท่าเรือในการส่งออก (Port of Loading) ทำให้บริษัทมียอดการสั่งซื้อเพิ่มขึ้น 240 ตู้คอนเทนเนอร์ (240 x 40') หลังจากที่ได้ดำเนินการเพื่อขอทำการขนส่ง Landbridge นั้นทำให้สามารถเพิ่มเส้นทางในการขนส่งได้ เป็นการบริหารความเสี่ยง เมื่อเปรียบเทียบต้นทุนการขนส่งจากเดิมขนส่งไปยังท่าเรือกรุงเทพโดยใช้สถานีรถไฟทุ่งสง เปลี่ยนมาเป็นการขนส่งไปยังท่าเรือปิ่นนังแทนสำหรับกรณีที่บริษัทไม่ได้งานก่อนหน้านี้ พบว่า สามารถลดต้นทุนการขนส่ง (ไม่รวมค่าระวางเรือ) ลงได้ประมาณ 15% หลังจากที่ได้บริษัทกรณีศึกษาได้รับการอนุมัติให้ทำการขนส่ง Landbridge ได้และประกอบกับการพัฒนาพื้นที่ลานพัก-ขึ้น-ลงตู้คอนเทนเนอร์ (Container yard) สถานีรถไฟบางลำ อำเภอสงขลา เมื่อเปรียบเทียบต้นทุนรวมโดยไม่รวมค่าการระวางเรือ การขนส่ง Landbridge จากสถานีรถไฟบางลำไปยังท่าเรือปิ่นนังประเทศมาเลเซียกับการขนส่งทางรถไฟไปยังท่าเรือกรุงเทพเพื่อส่งออก พบว่าต้นทุนรวมลดลง 38% ทางบริษัทได้มีลูกค้าที่สนใจใช้บริการเพิ่มขึ้นทันทีประมาณ 350 ตู้คอนเทนเนอร์ต่อเดือน จากลูกค้าเดิม 1 รายที่มีโรงงานการผลิตอยู่ที่สาขาบางลำและลูกค้าใหม่อีก 2 ราย โดยทางลูกค้าเป็นผู้จัดหาในส่วนของการขนส่งทางเรือเพื่อส่งออกเอง

ผลจากการศึกษาความคุ้มค่าในการลงทุนซื้อรถยกตู้คอนเทนเนอร์ (Reach Stacker) 45 คัน โดยใช้หลักทางด้านเศรษฐศาสตร์วิศวกรรมนำมาวิเคราะห์ ประมาณการยอดขายต่อเดือน 500 ตู้คอนเทนเนอร์ กำหนด WACC ที่ 8% พบว่ามูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net Present Value: NPV) มีค่าเป็นบวก 3,900,848.46 อัตราผลตอบแทนในการลงทุน IRR 17% มากกว่า WACC ระยะเวลาการคืนทุน (Payback Period) อยู่ที่ 3.38 ปี จุดคุ้มทุนในการลงทุน (Breakeven Point) 491 ตู้คอนเทนเนอร์ต่อเดือน จากผลการคำนวณดังกล่าวประเมินได้ว่าเป็นโครงการที่น่าลงทุน แต่เนื่องจากระยะเวลาคืนทุนค่อนข้างนาน 3.38 ปี ดังนั้นจึงควรพิจารณาความเสี่ยงด้านอื่น ๆ ร่วมด้วย ทั้งนี้ต้องมีการประชุมและตัดสินใจโดยฝ่ายบริหารของบริษัทต่อไปในการตัดสินใจ ยังคงใช้บริการจากผู้ให้บริการภายนอกหรือลงทุนซื้อ

หลังจากได้มีการทำสัญญาค้ำประกันของธนาคาร (Bank Guarantee) เพื่อขอตั้งบัญชีเงินค้ำชำระวางและค่าต่าง ๆ ไว้กับการรถไฟ โดยชำระเป็นรายงวด ๆ ละ 5 วัน ช่วยยืดระยะเวลาในการชำระเงินออกไปได้ประมาณ 10-15 วัน แทนที่จะเป็นการชำระเงินสดก่อนการทำการขนส่ง

จะเห็นว่าในการทำกิจกรรมลดต้นทุนโลจิสติกส์นั้นสามารถทำได้ในหลาย ๆ แนวทางเพื่อช่วยในการดำเนินงานเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ และลดต้นทุนให้ได้มากที่สุด จากเดิมที่บริษัทมีความเสียโอกาสที่จะไม่ได้งานอยู่ที่ 60% ซึ่งเป็นลักษณะการขายค่าขนส่งภายในประเทศพร้อมกับการระวางเรือเพื่อส่งออก แต่เมื่อเปลี่ยนรูปแบบในการขายให้มีความยืดหยุ่นมากยิ่งขึ้น ก็สามารถเพิ่มโอกาสในการได้งานอยู่ที่ 590 ตู้คอนเทนเนอร์ หากลูกค้าสามารถจัดหาการระวางเรือได้ราคาถูกกว่าที่บริษัทจัดหาได้ บริษัทก็สามารถที่จะขายเฉพาะการบริการขนส่งภายในประเทศจากโรงงานของลูกค้าไปยังท่าเรือต่าง ๆ ซึ่งการขนส่งทางรางร่วมกับทางถนน แทนการขนส่งทางถนนอย่างเดียวจะสามารถประหยัดต้นทุนในการขนส่งได้ และการที่สามารถมีการขนส่งได้หลายรูปแบบ หลายเส้นทาง จะเป็นการบริหารจัดการความเสี่ยงได้ดีแม้จะต้องเจอกับเหตุการณ์ที่ไม่คาดฝัน เช่น การแพร่ระบาดของโควิด-19

อภิปรายผล

จากการศึกษาเพื่อลดต้นทุนในธุรกิจผู้ให้บริการด้านโลจิสติกส์ เพิ่มโอกาสในการแข่งขันทางธุรกิจนั้น สามารถทำได้หลายแนวทางเพื่อให้ผลการดำเนินงานเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ จะเห็นว่าปริมาณยอดการสั่งซื้อที่เพิ่มมากขึ้นนั้น นอกจากเป็นผลมาจากการลดต้นทุนของกิจกรรมโลจิสติกส์โดยตรง ส่วนหนึ่งมาจากความยืดหยุ่นในการบริหาร การบริหารความเสี่ยงเพื่อให้สามารถขนส่งได้ในหลาย ๆ เส้นทาง รวมทั้งการเสนอขายหลาย ๆ รูปแบบ เช่น ในกรณีที่ลูกค้าสามารถจัดหาการระวางเรือได้ต่ำกว่า บริษัทสามารถเสนอขายเฉพาะค่าขนส่งภายในประเทศให้กับลูกค้า ส่วนในกรณีที่บริษัทเสนอราคาทั้งอัตราค่าระวางเรือและค่าขนส่งภายในประเทศในราคารวมที่สามารถแข่งขันในตลาดก็ย่อมทำได้เช่นกัน ทั้งนี้จะเห็นว่า เมื่อเปรียบเทียบต้นทุนการขนส่งสินค้าโดยใช้ระบบขนส่งทางรางร่วมกับทางถนนสามารถลดต้นทุนได้ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของกนกพร เรียนเขมะนิม, วรธมา แสงปลั่ง และกนกทอง ศักดิ์แหลมเงิน (2560: บทคัดย่อ) ที่ศึกษาความเป็นไปได้ในการขนส่งต่อเนื่องหลายรูปแบบโดยการขนส่งทางรถไฟร่วมกับ รถบรรทุกจากมาบตาพุดไปท่าเรือแหลมฉบังของกรณีศึกษาบริษัทผลิตเม็ดพลาสติก จากผลการศึกษาพบว่า การขนส่งโดยใช้รถบรรทุกร่วมกับรถไฟโดยการร่วมมือกับบริษัทพันธมิตรในการขนส่งสินค้า สามารถลดต้นทุนรวมการส่งออกสินค้าและการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สู่บรรยากาศได้ ซึ่งสามารถลดต้นทุนรวมได้ 5,451,264 บาท/ปี หรือ 8.32% เมื่อเปรียบเทียบกับภาระดำเนินงานในปัจจุบันซึ่งมีการใช้รถบรรทุกเพียงอย่างเดียว แต่ทั้งนี้อัตราร้อยละในการลดต้นทุนได้นั้นอาจมีความแตกต่างกันอันเนื่องมาจากความแตกต่างในหลาย ๆ ปัจจัย เช่น ลักษณะของเส้นทางที่ใช้ในการขนส่ง ระยะทางและระยะเวลาของการขนส่ง อุปกรณ์และมาตรฐานต่างๆ ในการขนส่ง ลักษณะของสินค้าและบริการที่จะทำการขนส่ง สภาพแวดล้อมและภูมิประเทศที่จะทำการขนส่ง (มณิสรา บารมีชัย, 2551: [ออนไลน์]) การเข้าถึงในการขนส่งทางรางได้มากน้อยแค่ไหน และความสามารถในการต่อรองราคา เป็นต้น

7. ข้อเสนอแนะ

7.1 บริษัทควรจัดหาบุคลากรที่มีประสบการณ์ หรือส่งพนักงานไปทำการฝึกอบรมจากภายนอก ด้านการทำพิธีการด้านศุลกากร ในการทำใบขนสินค้าขาออก ใบกำกับการขนย้ายสินค้า การจองระวางเรือ การออก Booking Confirmation การออกใบตราส่งสินค้าเพื่อส่งออกทางเรือ (Bill of Lading: B/L) เพื่อให้สามารถทำกระบวนการเหล่านี้ภายในบริษัทได้ ซึ่งสามารถลดต้นทุนในการทำใบขนสินค้าขาออก ใบกำกับการขนย้ายสินค้าลงได้ประมาณ 500 บาทต่อตู้คอนเทนเนอร์ และลดต้นทุนค่าระวางเรือได้ประมาณ 15 USD ต่อตู้คอนเทนเนอร์

7.2 เนื่องจากการขนส่งตู้คอนเทนเนอร์เปล่าไปบรรจุสินค้าทำให้เกิดการสูญเสียเปล่า 1 เทย์ บริษัทจึงควรเร่งหาลูกค้าเพิ่ม เพื่อให้สามารถบรรทุกสินค้าทั้งไปและกลับให้เกิดความสมดุล ทั้งจำนวนตู้สินค้า จุดขึ้นลงสินค้า และระยะเวลา เพื่อให้การขนส่งเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ โดยคาดว่าจะสามารถลดต้นทุนได้มากกว่า 30% สามารถเพิ่มโอกาสในการได้งานมากยิ่งขึ้น

7.3 จากการศึกษาในครั้งนี้ บริษัทหรือผู้ที่สนใจสามารถนำไปต่อยอดเพื่อการพัฒนาปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง การให้บริการด้านโลจิสติกส์ให้มีประสิทธิภาพ มีคุณภาพในการบริการมากยิ่งขึ้น รวมทั้งการบริหารต้นทุนอันเป็นปัจจัยสำคัญในการดำเนินธุรกิจต่อไป

8. เอกสารอ้างอิง

- กนกพร เรืองเกษมนิยม, วรธรรมา แสงปลั่ง และกนกทอง ศักดิ์แหลมเงิน. (2560). **การศึกษาความเป็นไปได้การขนส่งต่อเนื่องหลายรูปแบบของบริษัทผลิตเม็ดพลาสติก**. การประชุมวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ครั้งที่ 54 สาขาเศรษฐศาสตร์และบริหารธุรกิจ.
- ชิดพงษ์ อัยสานนท์. (ม.ป.ป). **มองรอบทิศ คิดอย่างซัพพลายเชน การขนส่งสินค้าต่อเนื่องหลายรูปแบบ**. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: <http://www.thailandindustry.com/online/view2.php?id=1034§ion=5&issues=77>. (วันที่สืบค้นข้อมูล: 10 ตุลาคม 2563).
- ณัชพล จรุงพิพัฒน์กุล. (2561, 30 สิงหาคม). **ตีแผ่โครงสร้างระบบโลจิสติกส์ไทย**. สายนโยบายการเงิน ธนาการแห่งประเทศไทย. 134, 4.
- มณิสรา บารมีชัย. (2551). **ปัจจัยที่มีผลต่อต้นทุนการขนส่งสินค้า**. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: <https://www.iok2u.com/index.php/article/logistics-supply-chain/684-ct51-123>. (วันที่สืบค้นข้อมูล: 27 ตุลาคม 2563).
- สกนธ์ นัยยานนท์. (2559). **การวิเคราะห์เปรียบเทียบความคุ้มค่าในการตัดสินใจลงทุนเครื่องจักรเคลื่อนที่บริเวณลานเก็บตู้คอนเทนเนอร์และคลังสินค้า กรณีศึกษาบริษัท XYZ**. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาการจัดการโลจิสติกส์และโซ่อุปทาน คณะโลจิสติกส์ มหาวิทยาลัยบูรพา.
- สำนักงานสภาพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. (2561). **รายงานโลจิสติกส์ของประเทศไทยประจำปี 2561**. กองยุทธศาสตร์การพัฒนาระบบโลจิสติกส์ สำนักงานสภาพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ (สศช). 7-9.
- อนุรักษ์ ทองสุโขวงศ์. (ม.ป.ป). **การตัดสินใจเพื่อการลงทุน**. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: https://home.kku.ac.th/anuton/3526301/Doc_04.pdf. (วันที่สืบค้นข้อมูล: 18 ตุลาคม 2563).
- อัฐพร โยเหลา. (2562). **โลจิสติกส์ระดับชาติ ขับเคลื่อนประเทศไทยสู่ศูนย์กลางการค้า การลงทุนระดับโลก**. Logistics เปลี่ยนต้นทุนเป็นกำไร อุตสาหกรรมสาร. 61, 22-23.
- Edgar Granda and Bernardo Villarreal. (2017). **Reducing Outbound Transportation Costs: A Case Study**. Proceeding of the International Conference on Industrial Engineering and Operations Management Bogota, Colombia. 1.
- KTMB. (ม.ป.ป.). **KTM CARGO ROUTE MAP**. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: <http://www.ktmb.com.my/kargo.html>. (วันที่สืบค้นข้อมูล: 13 กุมภาพันธ์ 2564).
- Xiangfeng Zhou and Juan Du. (2018). **Research on Optimization of Logistics Transportation Mode Based on Multimodal Transportation**. 3rd International Conference on Economic and Business management (FEBM 2018). 320, 322.



ประวัติผู้เขียนบทความ

นิรุษ คชวงศ์ นักศึกษา ภาควิชาการจัดการงานวิศวกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัย
เกษมบัณฑิต 1761 ซอยพัฒนาการ 37 แขวงสวนหลวง เขตสวนหลวง กรุงเทพมหานคร 10250
E-mail: neeranuch.khotchawong@gmail.com
การศึกษาปริญญาตรี วท.บ. เทคโนโลยีวัสดุภัณฑ์ เกียรตินิยมอันดับหนึ่ง คณะอุตสาหกรรม
เกษตร มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์



ดร.ศักดิ์ชาย รักการ ผู้อำนวยการหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการ
งานวิศวกรรม บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต 1761 ถนนพัฒนาการ สวนหลวง
กรุงเทพมหานคร 10250 Email: sakchai.rak@kbu.ac.t
การศึกษา Ph.D. Systems and Control Engineering, Case Western Reserve University,
Ohio, U.S.A., วศ.ม.วิศวกรรมอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ และ วศ.บ.วิศวกรรม
อุตสาหกรรม (เกียรตินิยมอันดับ 1) มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต

คำแนะนำในการจัดเตรียมต้นฉบับสำหรับผู้เขียน
วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช

1. ข้อมูลเบื้องต้นของวารสาร

ขอบเขตเนื้อหา ประกอบด้วย

- 1.1 วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
- 1.2 วิศวกรรม
- 1.3 เทคโนโลยีอุตสาหกรรม
- 1.4 เทคโนโลยีสารสนเทศ
- 1.5 สหวิทยาการ

2. นโยบายการพิจารณาตีพิมพ์ผลงาน

2.1 คำแนะนำทั่วไป

2.1.1 ผลงานที่เสนอตีพิมพ์ต้องไม่เคยตีพิมพ์เผยแพร่ในวารสาร เอกสารการประชุม หรือสิ่งพิมพ์ใดมาก่อน (ยกเว้นรายงานวิจัย และวิทยานิพนธ์)

2.1.2 ผลงานที่เสนอตีพิมพ์ต้องไม่อยู่ในระหว่างการพิจารณาตีพิมพ์ในวารสารหรือสิ่งตีพิมพ์อื่นใด ทัศนะและข้อคิดเห็นใดๆ ในบทความถือเป็นทัศนะของผู้เขียน กองบรรณาธิการไม่จำเป็นต้องเห็นพ้องด้วยกับทัศนะเหล่านั้นและไม่ถือว่าเป็นความรับผิดชอบของกองบรรณาธิการ กรณีมีการฟ้องร้องเรื่องการละเมิดลิขสิทธิ์ถือเป็นความรับผิดชอบของผู้เขียนแต่เพียงฝ่ายเดียว

2.1.3 ลิขสิทธิ์บทความเป็นของผู้เขียน และสาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ได้รับการสงวนสิทธิตามกฎหมาย การตีพิมพ์ซ้ำต้องได้รับอนุญาตโดยตรงจากผู้เขียนและสาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช เป็นลายลักษณ์อักษร

2.2 ประเภทผลงานที่รับตีพิมพ์

วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช รับพิจารณาตีพิมพ์บทความทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ ดังนี้

- 2.2.1 บทความวิชาการ (Academic Article)
- 2.2.2 บทความวิจัย (Research Article)
- 2.2.3 บทความปริทัศน์ (Review Article)
- 2.2.4 บทวิจารณ์หนังสือ (Book Review)

2.3 การพิจารณาถ้อยแถลงบทความ

2.3.1 บทความที่จะได้รับพิจารณาตีพิมพ์ ต้องเป็นบทความที่แสดงให้เห็นถึงคุณภาพทางวิชาการและมีประโยชน์ทั้งในเชิงทฤษฎีเพื่อให้นักวิจัยสามารถนำไปพัฒนาหรือสร้างองค์ความรู้ใหม่ และประโยชน์ในเชิงปฏิบัติที่นักปฏิบัติสามารถนำไปประยุกต์ใช้ทั้งในภาคส่วนต่างๆ ทั้งภาครัฐ ภาคธุรกิจ และภาคสังคมและชุมชน

2.3.2 บทความที่จะได้รับการตีพิมพ์ต้องผ่านกระบวนการกลั่นกรองจากผู้ทรงคุณวุฒิ (Peer Review) ในสาขาวิชาที่เกี่ยวข้อง จำนวน 3 ท่านและได้รับความเห็นชอบจากกองบรรณาธิการ

2.4 กระบวนการพิจารณาถ้อยแถลงบทความ (Peer Review)

2.4.1 กองบรรณาธิการจะแจ้งให้ผู้เขียนทราบเมื่อกองบรรณาธิการได้รับบทความเรียบร้อยแล้ว กองบรรณาธิการจะตรวจสอบบทความว่าอยู่ในขอบเขตเนื้อหาวารสารหรือไม่ รวมถึงคุณภาพทางวิชาการ และประโยชน์ทั้งในเชิงทฤษฎีและปฏิบัติ

2.4.2 ในกรณีที่กองบรรณาธิการพิจารณาเห็นควรรับบทความไว้พิจารณาตีพิมพ์ กองบรรณาธิการจะดำเนินการส่งบทความเพื่อกลั่นกรองต่อไป โดยจะส่งให้ผู้ทรงคุณวุฒิในสาขาวิชาที่เกี่ยวข้อง จำนวน 3 ท่าน ประเมินคุณภาพของบทความว่าอยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสมจะลงตีพิมพ์หรือไม่ โดยกระบวนการกลั่นกรองนี้ ทั้งผู้ทรงคุณวุฒิ และผู้เขียนจะไม่ทราบข้อมูลของกันและกัน เมื่อผู้ทรงคุณวุฒิประเมินคุณภาพบทความแล้ว กองบรรณาธิการจะตัดสินใจโดยอิงตามข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิว่าบทความนั้น ๆ ควรนำลงตีพิมพ์ หรือควรส่งให้ผู้เขียนแก้ไขแล้วส่งให้ผู้ทรงคุณวุฒิประเมินอีกครั้งหนึ่ง หรือปฏิเสธ การตีพิมพ์

3. ข้อกำหนดต้นฉบับ

3.1 การจัดพิมพ์ต้นฉบับ

3.1.1 ผลงานที่เสนอพิจารณาตีพิมพ์ควรมีความยาวประมาณ 5 – 15 หน้ากระดาษ A4

3.1.2 บทความภาษาไทย พิมพ์ด้วย TH Sarabun New ขนาดตัวอักษร 14 Point บทความภาษาอังกฤษ พิมพ์ด้วย TH SarabunNew ขนาดตัวอักษร 14 Point

3.1.3 ระยะขอบกระดาษ 1 นิ้ว (เท่ากันทุกด้าน)

3.1.4 ชื่อเรื่องบทความ ขนาดตัวอักษร 18 Point (ตัวหนา) จัดชิดซ้ายของกระดาษ

3.1.5 ชื่อหัวข้อ ขนาดตัวอักษร 16 Point (ตัวหนา) จัดชิดซ้ายของกระดาษ

3.1.6 บทคัดย่อภาษาไทย ความยาว 1 ย่อหน้า (250 คำ) ขนาดตัวอักษร 14 Point พิมพ์ 1 คอลัมน์ และต้องพิมพ์คำสำคัญต่อท้าย

3.1.7 บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ความยาว 1 ย่อหน้า (250 คำ) ขนาดตัวอักษร 14 Point พิมพ์ 1 คอลัมน์ และต้องพิมพ์คำสำคัญต่อท้าย

3.1.8 เนื้อหาพิมพ์ 1 คอลัมน์ ขนาดตัวอักษร 14 Point

3.1.9 ชื่อและหมายเลขกำกับตาราง ขนาดตัวอักษร 14 Point (ตัวหนา) ให้พิมพ์ไว้บนตารางจัดชิดซ้าย ได้ตารางบอกแหล่งที่มา จัดชิดซ้าย

3.1.10 ชื่อภาพและหมายเลขกำกับภาพ ชื่อแผนภูมิและหมายเลขกำกับแผนภูมิ ขนาดตัวอักษร 14 Point (ตัวหนา) ให้พิมพ์ไว้ใต้ภาพ (ควรเป็นภาพที่ชัดเจน และควรแนบ File ภาพมาด้วย)

3.1.11 แผนภูมิ จัดกึ่งกลางหน้ากระดาษ ใต้ภาพ แผนภูมิบอกแหล่งที่มา จัดกึ่งกลางหน้ากระดาษ

3.1.12 ชื่อบรรณานุกรม/เอกสารอ้างอิง ขนาดตัวอักษร 14 Point (ตัวหนา) จัดชิดซ้าย ส่วนเนื้อหา บรรณานุกรม/เอกสารอ้างอิง ขนาดตัวอักษร 14 Point พิมพ์ 1 คอลัมน์

3.1.13 พิมพ์ชื่อและนามสกุลของผู้เขียนทุกคน พร้อมระบุคุณวุฒิสูงสุด ตำแหน่งทางวิชาการ (ถ้ามี) ตำแหน่งงาน และหน่วยงานที่สังกัด หรือสถานศึกษา และแนบ File .jpg ภาพถ่ายผู้เขียนมาด้วย

3.1.14 ผู้เขียนต้องตรวจสอบความถูกต้องของการพิมพ์ต้นฉบับ เช่น ตัวสะกด วรรคตอน และความ สละสลวยของการใช้ภาษา

3.2 ส่วนประกอบของบทความ

3.2.1 บทความวิชาการ หัวข้อและเนื้อหาควรชี้ประเด็นที่ต้องการนำเสนอให้ชัดเจนและมีลำดับ เนื้อหาที่เหมาะสมเพื่อให้ผู้อ่านสามารถเข้าใจได้ชัดเจน รวมถึงมีการใช้ทฤษฎีวิเคราะห์และเสนอแนะประเด็น อย่างสมบูรณ์ โดยควรมีองค์ประกอบดังต่อไปนี้ (สามารถมีหัวข้อหรือองค์ประกอบที่แตกต่างได้)

(1) ชื่อเรื่อง (Title)

(2) บทคัดย่อ (Abstract)

สรุปเนื้อหาของบทความให้ได้ใจความชัดเจน กำหนดให้มีทั้งบทคัดย่อภาษาไทยและ ภาษาอังกฤษ โดยเขียนเป็นภาษาไทยก่อน ความยาว 1 ย่อหน้า ไม่เกิน 250 คำ

(3) คำสำคัญ (Keyword)

ระบุคำที่เป็นคำสำคัญของเนื้อหาเหมาะสำหรับนำไปใช้เป็นคำค้นในระบบฐานข้อมูล

(4) บทนำ (Introduction)

เป็นส่วนแนะนำและปูพื้นเรื่องเพื่อให้ผู้อ่านทราบข้อมูลเบื้องต้นของเนื้อหา เป็นการจูงใจให้ ผู้อ่านเกิดความสนใจในเรื่องนั้น ๆ

(5) เนื้อหา (Body of Text)

เป็นส่วนหลักของเนื้อหาบทความ การจัดลำดับเนื้อหา ควรมีการวางแผนจัดโครงสร้างของ เนื้อหาที่นำเสนอให้เหมาะสมกับธรรมชาติของเนื้อหานั้น การนำเสนอเนื้อหาควรมีความต่อเนื่องเพื่อช่วยให้ ผู้อ่านเข้าใจสาระนั้นได้โดยง่าย

(6) สรุป (Conclusion)

เป็นการสรุปเนื้อหาในบทความทั้งหมดออกมาอย่างชัดเจน และกระชับโดยมีการสรุปปิดท้าย เนื้อหาที่เราได้นำเสนอไปแล้วว่ามีผลดี หรือผลเสียอย่างไร

(6) เอกสารอ้างอิง (Reference)

เขียนบรรณานุกรมในรูปแบบ APA (American Psychological Association)

3.2.2 บทความวิจัย ควรมีการนำเสนอผลการวิจัยที่ได้รับอย่างเป็นระบบ โดยควรมีองค์ประกอบดังต่อไปนี้ (สามารถมีหัวข้อหรือองค์ประกอบที่แตกต่างได้)

(1) ชื่อเรื่อง (Title)

ชื่อเรื่องควรมีทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ โดยพิมพ์ชื่อเรื่องเป็นภาษาไทยและตามด้วยชื่อเรื่องภาษาอังกฤษในบรรทัดต่อมา

(2) บทคัดย่อ (Abstract)

กำหนดให้มีทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ โดยเขียนเป็นภาษาไทยก่อน ความยาว 1 ย่อหน้าไม่เกิน 250 คำ (การเขียนบทคัดย่อ คือ การสรุปสาระสำคัญของเรื่องโดยเฉพาะวัตถุประสงค์ วิธีการ และผลการวิจัย)

(3) คำสำคัญ (Keyword)

ระบุคำที่เป็นคำสำคัญของเนื้อหาเหมาะสำหรับนำไปใช้เป็นคำค้นในระบบฐานข้อมูล

(4) บทนำ (Introduction)

เป็นการอธิบายถึงที่มาและความสำคัญของปัญหา และเหตุผลที่นำไปสู่การวิจัยมีข้อมูลทางวิชาการสนับสนุนหรือโต้แย้ง รวมถึงแนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

(5) วัตถุประสงค์ (Research Objectives)

ระบุถึงวัตถุประสงค์และเป้าหมายของการวิจัย

(6) วิธีการวิจัย (Research Methodology)

อธิบายถึงกระบวนการดำเนินการวิจัยอย่างละเอียดและชัดเจน

(7) ผลการวิจัย (Results)

เสนอผลการวิจัยที่ตรงประเด็นตามลำดับขั้นของการวิจัย การใช้ตารางหรือแผนภูมิไม่ควรเกิน 5 ตารางหรือแผนภูมิโดยมีการแปลความหมายและวิเคราะห์ผลที่ค้นพบอย่างชัดเจน

(8) อภิปรายผลการวิจัย (Discussion)

ผสมผสานเปรียบเทียบและตีความผลการวิจัยให้เข้ากับหลักทฤษฎี แนวคิด และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง รวมทั้งเชื่อมโยงผลการวิจัยให้สอดคล้องกับประเด็นปัญหาการวิจัย

(9) สรุป (Conclusion)

สรุปสาระสำคัญของผลการวิจัย และให้ข้อเสนอแนะที่จะนำผลการวิจัยนั้นไปใช้ประโยชน์

(10) เอกสารอ้างอิง (Reference)

เขียนบรรณานุกรมในรูปแบบของ APA (American Psychological Association)

3.3 การอ้างอิง

วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ใช้รูปแบบการอ้างอิงของ APA (American Psychological Association)

3.3.1 การอ้างอิงในเนื้อหาให้ใช้รูปแบบ ดังนี้

(ชื่อ-นามสกุลผู้แต่ง, ปีที่พิมพ์, เลขหน้า)

ตัวอย่าง

(เกียรติศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์, 2546, 64)

3.3.2 บรรณานุกรมท้ายบทให้ใช้รูปแบบ ดังนี้

(1) หนังสือ

ชื่อผู้แต่ง. (ปีที่พิมพ์). **ชื่อหนังสือ**. สถานที่พิมพ์: สำนักพิมพ์.

ตัวอย่าง

Bolinger, Dwinght. (1977). **The Form of Language**. London: Longmans.

(2) บทความจากวารสาร

ชื่อผู้แต่ง. (ปีที่พิมพ์). ชื่อบทความ. **ชื่อวารสาร**, ปีที่(ฉบับที่), เลขหน้าที่อ้างถึง

ตัวอย่าง

Klimoski, R., & Palmer, S. (1993). The ADA and the hiring process in organizations. **Consulting Psychology Journal: Practice and Research**, 45(2), 10-36.

(3) วิทยานิพนธ์

ชื่อผู้แต่ง. (ปีที่พิมพ์). **ชื่อวิทยานิพนธ์**. วิทยานิพนธ์ปริญมหาบัณฑิต, ชื่อมหาวิทยาลัย.

ตัวอย่าง

สรรพงษ์ จันทเลิศ. (2546). **การสร้างเว็บไซต์ท่องเที่ยวของจังหวัดเชียงราย**. วิทยานิพนธ์ปริญมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

(4) เว็บไซต์

ชื่อผู้แต่งหรือหน่วยงานเจ้าของเว็บไซต์. (ปีที่จัดทำ). **ชื่อเรื่อง**. สืบค้นเมื่อจาก URL.

ตัวอย่าง

ชวนะ ภวานันท์. (2548). **ธุรกิจสปาไทยน่าก้าวไกลไปกว่านี้**. สืบค้นเมื่อ 25 ธันวาคม 2548, จาก <http://www.buesstgai.co.th/content.php?data=407720-opinion>

4. ข้อพิจารณาทางด้านจริยธรรม

ผู้วิจัยต้องคำนึงหลักจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ เคารพในบุคคล (Respect to person) เช่น การขอคำยินยอม ความเป็นส่วนตัว การเก็บรักษาความลับ

5. การส่งต้นฉบับ

ผู้เขียนส่งต้นฉบับพร้อมไฟล์ (Microsoft Word) และแบบฟอร์มเสนอแนะบทความเพื่อพิจารณาตีพิมพ์ไปที่ <https://ph02.tci-thaijo.org/index.php/stouscitech> เพื่อทำการลงทะเบียนสมาชิกวารสารและดำเนินการส่งบทความเข้าฐานข้อมูลระบบออนไลน์ของวารสารซึ่งสามารถดาวน์โหลดคำแนะนำการได้ที่ <https://ph02.tci-thaijo.org/index.php/stouscitech/about/submissions>