วารสารวิชาการ เทคโนโลยี พลังงานและสิ่งแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย วิทยาลัยเทคโนโลยีสยาม

Journal of Energy and Environment Technology of Graduate School Siam Technology College

ISSN 2392-5701 ปีที่ 6 ฉบับที่ 2 กรกฎาคม - ธันวาคม 2562 / Vol. 6, No. 2 July - December 2019

บทความ **หน้า**

1. การประเมินรายได้จากการคาดการณ์องค์ประกอบขยะมูลฝอยของชุมชนบ้านยาง จังหวัดบุรีรัมย์ 1 - 9

พงศ์ธร แสงชูติ ศิริกัญญา ฤทธิ์แปลก และวิชาญ บุญค้ำ

2. การคัดเลือกผู้ให้บริการคลังสินค้าสาธารณะสำหรับบริษัทผู้ผลิตอาหารสัตว์ กรณีศึกษาในจังหวัดสมุทรสาคร 10 - 20

ปัญญา สำราญหันต์ ณภพ ซ้ายสุวรรณ นิธิศ ปุณธนกรภัทร์ ปิติพจน์ แซ่เล็ก และ เผ่าพัชร จันทร์จำเนียร

3. การตรวจวัดและการจัดทำแผนที่แสดงระดับเสียงรบกวนในโรงงานผลิตตู้แช่เย็น จังหวัดกรุงเทพมหานคร 21 - 29

วิชาญ บุญค้ำ และวราภรณ์ ทุมวงษ์

4. การบริหารวัสดุคงคลังของอุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์สแตนเลสขนาดเล็ก 30 - 38

จรินทร์ ทรัพย์สิงห์ และสุนทร แสงเพ็ชร

5. อิทธิพลของอุณหภูมิอบที่มีผลต่อแรงดึงกลับสปริงโลหะผสมจำรูปนิกเกิล-ไทเทเนียม เพื่อประยุกต์ใช้เป็นแอคชูเอเตอร์ของเครื่องจักรกลความร้อน 39 - 46

ชวภณ ธนวัชณรงค์ อนรรฆ ขันธะชวนะ และอภินันท์ ภูเก้าล้วน

สาขาการจัดการพลังงานและสิ่งแวดล้อม

บัณฑิตวิทยาลัย วิทยาลัยเทคโนโลยีสยาม

JEET

วารสารวิชาการเทคโนโลยีพลังงานและสิ่งแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย วิทยาลัยเทคโนโลยีสยาม

Journal of Energy and Environment Technology of Graduate School Siam Technology College

ISSN 2392-5701

วารสารวิชาการเทคโนโลยีพลังงานและสิ่งแวดล้อม จัดทำโดย บัณฑิตวิทยาลัย วิทยาลัยเทคโนโลยีสยาม เพื่อเป็นสื่อในการเผยแพร่ผลงานวิจัย ความรู้และวิทยาการ ทางด้าน วิศวกรรมศาสตร์ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อม เป็นต้น วารสารเปิดรับบทความจาก ภายในและภายนอก รวมถึงต่างประเทศ แบบเต็มรูปแบบ (Full Paper) รวมถึงบทความวิชาการ (Review Articles) บทความที่เสนอมาอาจเขียนเป็นภาษาไทยหรือภาษาอังกฤษก็ได้ วารสารจัดพิมพ์ปีละ 2 ฉบับ ในเดือน มกราคม - มิถุนายน และ เดือน กรกฎาคม - ธันวาคม สามารถส่งต้นฉบับได้โดยตรงที่บรรณาธิการวารสารวิชาการเทคโนโลยีพลังงานและสิ่งแวดล้อม ตามที่อยู่ด้านล่าง โดยบทความดังกล่าวจะต้องไม่เคยเผยแพร่ในวารสารอื่นมาก่อน และเป็นข้อคิดเห็นของผู้ส่งบทความเท่านั้น

เจ้าของ

วิทยาลัยเทคโนโลยีสยาม

ที่ปรึกษา

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ พรพิสุทธิ์ มงคลวนิช	วิทยาลัยเทคโนโลยีสยาม
รองศาสตราจารย์ ดร. รุจา ผลสวัสดิ์	วิทยาลัยเทคโนโลยีสยาม

บรรณาธิการ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ฐกฤต ปานขลิบ	คณบดี คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี วิทยาลัยเทคโนโลยีสยาม

กองบรรณาธิการ

ศาสตราจารย์ ดร.ดำรง ขุมมงคล	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
รองศาสตราจารย์ ดร.ปรีดา จันทวงษ์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
รองศาสตราจารย์ ดร.สมบัติ ทีฆทรัพย์	มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเชีย
รองศาสตราจารย์ ดร.สมชาย ปราการเจริญ	มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วีระพันธ์ ด้วงทองสุข	มหาวิทยาลัยเอเชียอาคเนย์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พุฒิพงศ์ ไทยแช่ม	มหาวิทยาลัยชินวัตร
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมชาย เจียจิตต์สวัสดิ์	มหาวิทยาลัยนเรศวร
ดร.ติณณภพ จุ่มอิ่น	มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม
ดร.ณัฐวุฒิ อินทบุตร	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ
ดร.สุนทร แสงเพชร	มหาวิทยาลัยกรุงเทพธนบุรี
ดร.สุรชาติ จันทรชิตร	มหาวิทยาลัยราชมงคลธัญบุรี
รองศาสตราจารย์ ดร.ศักดิ์ กองสุวรรณ	วิทยาลัยเทคโนโลยีสยาม
รองศาสตราจารย์ ดร.สายพิณ ไชยนันทน์	วิทยาลัยเทคโนโลยีสยาม
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สิทธิพันธุ์ ไชยนันทน์	วิทยาลัยเทคโนโลยีสยาม
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มงคล จงสุพรรณพงศ์	วิทยาลัยเทคโนโลยีสยาม
ดร. เชษฐ์ภณัฏ ลีลาศรีสิริ	วิทยาลัยเทคโนโลยีสยาม
ดร. สุทธิลักษณ์ ชุนประวัติ	วิทยาลัยเทคโนโลยีสยาม
ดร.อภินันท์ ภูเก้าล้วน	วิทยาลัยเทคโนโลยีสยาม
ดร.ภูเทพ ดอนท้วม	วิทยาลัยเทคโนโลยีสยาม
อาจารย์ธเนศ วิลาสมงคลชัย	วิทยาลัยเทคโนโลยีสยาม
อาจารย์จิรวัตน์ กรุณา	วิทยาลัยเทคโนโลยีสยาม
อาจารย์สงกรานต์ ภารกุล	วิทยาลัยเทคโนโลยีสยาม
อาจารย์องอาจ วิเศษสุข	วิทยาลัยเทคโนโลยีสยาม

ฝ่ายจัดการและเลขานุการกองบรรณาธิการ

อาจารย์ประจักษ์ พรมงาม	วิทยาลัยเทคโนโลยีสยาม
นายเกษมสันต์ เกษมอรุณรัศมี	วิทยาลัยเทคโนโลยีสยาม
นางสาววิภาภรณ์ บุญเลี้ยง	วิทยาลัยเทคโนโลยีสยาม
นางสาวสิรีธร โพธิ์ทอง	วิทยาลัยเทคโนโลยีสยาม

วัตถุประสงค์

- เพื่อสนับสนุนและกระตุ้นให้มีการเขียนผลงานทางวิชาการ
- เพื่อเผยแพร่ผลงานทางวิชาการของคณาจารย์ นักวิชาการ และนักศึกษา ทั้งภายในและภายนอก
- เพื่อเป็นสื่อกลางทางการศึกษา ค้นคว้า และเผยแพร่ความรู้ทางวิชาการ

การส่งบทความ

- ส่งไฟล์ทาง E-mail (MS Word และ PDF) ไปที่ jeet.stc@gmail.com และ https://www.tci-thaijo.org/index.php/JEET/l
- ทางเว็บไซด์ของวารสาร http://jeet.siamtechu.net/ และ https://www.tci-thaijo.org/index.php/JEET/

กำหนดออกวารสาร ปีละ 2 ฉบับ ในเดือน มกราคม และ มิถุนายน

พิมพ์ที่ บริษัท แดเน็กซ์ อินเตอร์คอร์ปอเรชั่น จำกัด
99/164 ถนนแจ้งวัฒนะแขวง ทุ่งสองห้อง เขตหลักสี่
โทรศัพท์ 025751791 โทรสาร 025751793 เว็บไซต์ www.protexts.com

การเผยแพร่ จัดส่งให้กับห้องสมุด งานบริการวิชาการ หน่วยงานที่เกี่ยวข้อง
และเผยแพร่ทางทางเว็บไซด์ jeet.siamtechu.net

สำนักงาน กองบรรณาธิการวารสารวิชาการเทคโนโลยีพลังงานและสิ่งแวดล้อม สาขาการจัดการพลังงานและสิ่งแวดล้อม วิทยาลัยเทคโนโลยีสยาม
เลขที่ 46 ถนนจรัญสนิทวงศ์ 10 แขวงท่าพระ เขตบางกอกใหญ่ กรุงเทพฯ 10600 โทรศัพท์ 02-878-5048 แฟ็กซ์: 02-878-5002

**"บทความที่ลงพิมพ์ เป็นข้อคิดเห็นของผู้เขียนเท่านั้น
ผู้เขียนต้องรับผิดชอบต่อผลทางกฎหมายใด ๆ ที่อาจเกิดขึ้นจากบทความนั้น"**

บทบรรณาธิการ

วารสารวิชาการเทคโนโลยี พลังงาน และสิ่งแวดล้อม วิทยาลัยเทคโนโลยีสยาม ฉบับนี้เป็นปีที่ 6 ฉบับที่ 2 (เดือนกรฎาคม ถึง เดือนธันวามคม พ.ศ. 2562) มีวัตถุประสงค์ในการเผยแพร่ครอบคลุมด้าน วิศวกรรมศาสตร์ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี พลังงาน และสิ่งแวดล้อม ในฐานะวิทยาลัยเทคโนโลยีสยาม เป็นวิทยาลัยเทคโนโลยีที่ให้ความสำคัญต่อการนำองค์ความรู้ที่ได้จากการวิจัยมาเผยแพร่สู่สังคม รวมทั้งสามารถนำไปใช้ประโยชน์ ด้วยความเป็นสากลของกระบวนการแสวงหาความรู้ของกระบวนการวิจัย ทำให้วิทยาลัยมีการบูรณาการกระบวนการสร้างงานวิชาการที่ปรากฏในวารสารฉบับบนี้ เป็นการนำเสนอความคิดสร้างสรรค์และการแก้ปัญหาทางวิชาการผ่านองค์ความรู้ในศาสตร์ต่าง ๆ อย่างมีประสิทธิภาพ มุ้งเน้นในเชิง “คุณค่า” ร่วมกัน ที่มีความสอดคล้องกับบริบท และการส่งเสริม การแลกเปลี่ยนเรียนรู้ ซึ่งกันและกัน นำไปสู่ประโยชน์ต่อสังคม ประเทศชาติอย่างไม่มีที่สิ้นสุด แสดงให้เห็นถึงความก้าวหน้าทางด้านงานวิจัยที่ครอบคลุมทางด้าน วิศวกรรมศาสตร์ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี พลังงาน และสิ่งแวดล้อม เป็นอย่างดี

กองบรรณาธิการวารสารวิชาการเทคโนโลยี พลังงาน และสิ่งแวดล้อม ยินดีรับบทความที่มีความประสงค์จะเผยแพร่ / ตีพิมพ์ผลงานวิจัย และผลงานทางวิขาการ เพื่อเป็นศูนย์กลางในการเผยแพร่ให้เป็นที่รู้จักกยิ่งขึ้น โดยขอความร่วมมือกับผู้ส่งบทความให้ตระหนัก และเห็นความสำคัญต่อคุณภาพของบทความที่ขอเสนอส่งอย่างเคร่งครัด เป็นไปตามรายละเอียด กฎเกณฑ์ ขั้นตอน การดำเนินงานของวารสาร

ท้ายสุดนี้ ต้องขอขอบพระคุณ ผู้ทรงคุณวุฒิ คณะที่ปรึกษา ผู้มีส่วนที่เกี่ยวข้องทุกท่าน ตลอดจนผู้อ่านที่ให้ความสนใจในงานวิจัย และนำไปใช้ประโยชน์จากวารสารวิชาการเทคโนโลยี พลังงาน และสิ่งแวดล้อม ซึ่งคณะผู้ดำเนินงานจะพัฒนาวารสารวิชาการให้ได้รับการรับรองมาตรฐานในระดับที่สูงขึ้นต่อไป

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ฐกฤต ปานขลิบ
บรรณาธิการ

Journal of Energy and Environment Technology ISSN 2392 - 5701
http://jeet.siamtechu.net Research Article

การประเมินรายได้จากการคาดการณ์องค์ประกอบขยะมูลฝอยของชุมชนบ้านยาง จังหวัดบุรีรัมย์

THE REVENUE ASSESSMENT FROM COMPOSITION SOLID WASTE PREDICTION OF BAN-YANG COMMUNITY, BURIRAM PROVINCE

Received : 18 September 2019
Revised : 25 November 2019
Accepted : 15 December 2019

พงศ์ธร แสงชูติ[1*] ศิริกัญญา ฤทธิ์แปลก[1] วิชาญ บุญค้ำ[1]
Phongthon Saengchut[1*] Sirikanya Ridthplake[1] Wichan Boonkham[1]

[1]อาจารย์คณะสาธารณสุขศาสตร์ วิทยาเขตบุรีรัมย์ มหาวิทยาลัยเวสเทิร์น 31000
*Corresponding author E-mail: Saengchuti@hotmail.com

บทคัดย่อ

การศึกษานี้เป็นการศึกษาองค์ประกอบขยะมูลฝอยชุมชนเพื่อประเมินรายได้จากองค์ประกอบขยะมูลฝอยชุมชนที่เกิดขึ้นทั้งในปัจจุบันและอนาคตของชุมชนตำบลบ้านยาง จังหวัดบุรีรัมย์ โดยการคาดการณ์ขยะมูลฝอยในอนาคตได้จากจำนวนประชากรในปีปัจจุบัน พบว่า ประชากรในอนาคต 5 10 15 และ 20 ปี ข้างหน้า มีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่องจากปีปัจจุบัน (พ.ศ. 2562) 13,690 คน เป็น 14,268 14,870 15,497 และ 16,151 คน ตามลำดับ เช่นเดียวกับปริมาณขยะมูลฝอยซึ่งแปรผันตามจากปีปัจจุบัน 3,696.30 กิโลกรัมต่อวัน เป็น 3,852.26 4,014.81 4,184.21 และ 4,360.76 กิโลกรัมต่อวัน ตามลำดับ จากการสำรวจองค์ประกอบของขยะมูลฝอยของตำบลบ้านยางในปีปัจจุบันส่วนใหญ่พบขยะทั่วไป 21 ± 10 กิโลกรัมต่อวัน รองลงมาคือ ขยะรีไซเคิล และขยะอันตราย ปริมาณ 14 ± 10 และ 5 ± 3 กิโลกรัมต่อวัน ตามลำดับ แต่ไม่พบขยะติดเชื้อ โดยองค์ประกอบขยะมูลฝอยที่นำมาใช้ประเมินรายได้เป็นประเภทขยะรีไซเคิล พบว่า ขวดพลาสติกมากที่สุด รองลงมาคือ กระดาษลัง ขวดแก้ว/แก้ว และขวดอลูมิเนียม ทั้งนี้การประเมินรายได้พบมูลค่าสูงขึ้นทุก ๆ 5 ปี ของปีการคาดการณ์ โดยมูลค่าของขยะรีไซเคิลในปีปัจจุบันเริ่มต้นที่ 6,490.38 บาทต่อวัน และมูลค่าของขยะรีไซเคิลในปีสุดท้ายของการคาดการณ์เท่ากับ 7,654.79 บาทต่อวัน

คำสำคัญ: การประเมินรายได้, การคาดการณ์องค์ประกอบขยะมูลฝอย, ชุมชนบ้านยาง

Abstract

This study has aim for study to composition of solid waste and to the revenue assessment from composition of solid waste in the present and the future of Ban-Yang community, Buriram province. The predicted to solid waste show that population within 5 10 15 and 20 years has trend was continuously rising from this year (2019) 13,690 persons will be 14,268 14,870 15,497 and 16,151 persons respectively as well as the amount of solid waste each day from this year 3,696.30 kg/day will be 3,852.26 4,014.81 4,184.21 and 4,360.76 kg/day respectively. From studied to solid waste composition in Ban-Yang community this year found that general waste (21 ± 10 kg/day) followed by recycle waste (14 ± 10 kg/day) and hazardous waste (5 ± 3 kg/day) but not found infectious wastes, with composition solid waste used to revenue assessment was recycle waste show that most of plastic bottles followed by paper, glass bottles and aluminum bottles. However, the revenue assessment found increase charges every 5 years of predicted and charges of recycle waste in this year equal to 6490.38 bath/day and in last predicted year equal to 7654.79 bath/day.

Keywords: Revenue assessment, Composition solid waste, Ban-Yang community

1. บทนำ

ขยะมูลฝอยในปัจจุบันเป็นปัญหาที่สำคัญซึ่งเกิดขึ้นในหลายพื้นที่ที่มีการเจริญเติบโตทั้งในด้านเศรษฐกิจ และด้านการเพิ่มขึ้นของจำนวนประชากร รวมทั้งการขยายตัวของชุมชน โดยขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้นมีการกำจัดที่แตกต่างกันขึ้นกับประเภทของขยะมูลฝอย เช่น ขยะติดเชื้อเหมาะกับการเผาทำลาย ขยะอินทรีย์เหมาะกับการหมักทำปุ๋ย เป็นต้น [1] แต่แหล่งรวบรวมและกำจัดหลายพื้นที่ของประเทศไทยนิยมใช้การฝังกลบเพราะทำได้ง่าย ไม่ต้องดูแลรักษาเท่ากับวิธีอื่น ๆ ทั้งนี้วิธีการฝังกลบดังกล่าวในปัจจุบันทำให้เกิดปัญหาขยะมูลฝอยล้นบ่อเนื่องจากมีปริมาณมากเกินพอสำหรับการฝังกลบซึ่งไม่สามารถกำจัดได้ทันท่วงที จนกลายเป็นปัญหาที่ส่งผลกระทบโดยตรงต่อสุขภาพอนามัยของมนุษย์และเป็นแหล่งเพาะพันธุ์เชื้อโรคได้ง่ายขึ้น

ปัญหาขยะมูลฝอยที่เพิ่มขึ้นในแต่ละปีส่วนมากมาจากการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจ และการขยายตัวของจำนวนประชากรซึ่งส่งผลต่อองค์ประกอบของขยะมูลฝอยเพิ่มขึ้นไปด้วย โดยใน พ.ศ. 2544-2545 กรุงเทพ ฯ มีประชากรเพิ่มมากขึ้นจากเดิมราว 56,000 คน มีขยะมูลฝอยเกิดขึ้นเพิ่มจากเดิม 300 กิโลกรัมต่อวัน [2, 3] ซึ่งมีปริมาณมากกว่าขยะมูลฝอยในเมืองกัวลาลัมเปอร์ ประเทศมาเลเซียประมาณเกือบ 2 เท่า ในขณะที่จำนวนประชากรเพิ่มขึ้นเพียง 36,00 คน [4, 5] เช่นเดียวจากการคาดการณ์แนวโน้มการเกิดขยะมูลฝอยของเอเชียใน พ.ศ. 2568 ประเทศไทยมีจำนวนประชากรน้อยกว่าประเทศอื่น (ร้อยละ 39) แต่มีปริมาณขยะมูลฝอยเกิดขึ้นมากที่สุด (1.5 กิโลกรัมต่อคนต่อวัน) [6] นอกจากนี้ประเทศฟินแลนด์มีปริมาณขยะมูลฝอย 68,452 กิโลกรัมต่อวัน [7] และในประเทศอินเดียมีปริมาณขยะมูลฝอย 170,000 กิโลกรัมต่อวัน [8] และจากการศึกษาในพื้นที่ตำบลสามพร้าว จังหวัดอุดรธานี พ.ศ. 2558 พบขยะมูลฝอยเกิดขึ้น 6,991 กิโลกรัมต่อวัน เมื่อคาดการณ์แนวโน้มการเกิดขยะมูลฝอยในทุก ๆ 5 ปี พบว่า ขยะมูลฝอยมีปริมาณเพิ่มขึ้นเฉลี่ยปีละ 455 กิโลกรัมต่อวัน โดยประกอบด้วยขยะมูลฝอยอินทรีย์มากกว่าประเภทอื่น ๆ [9] การเพิ่มขึ้นของประชากรจึงเป็นตัวแปรที่สำคัญต่อการเกิดขยะมูลฝอย เช่นเดียวกับพื้นที่ชุมชนของตำบลบ้านยาง จังหวัด บุรีรัมย์ ที่มีการขยายตัวจากอดีต โดยประกอบด้วย 2,539 หลังคาเรือน ประชากรทั้งสิ้น 13,152 คน [10] ปัจจุบันชุมชนของตำบลบ้านยางมีประชากรเพิ่มจากเดิม และมีอัตราการใช้ที่ดินเพิ่มขึ้นเพื่อตอบสนองความต้องการด้านการอุปโภค บริโภค และที่อยู่อาศัย ผลกระทบที่เกิดตามมาคือการเพิ่มขึ้นของปริมาณขยะมูลฝอย ซึ่งก่อให้เกิดปัญหามลพิษทางสิ่งแวดล้อม และสุขภาพอนามัยของประชาชนทำให้คนที่อาศัยในชุมชนเสี่ยงต่ออันตรายจากการเป็นโรค ต่าง ๆ อีกทั้งขยะยังส่งกลิ่นเหม็นสร้างความรำคาญ เป็นแหล่งเพาะพันธุ์ของเชื้อโรคหากชุมชนไม่มีระบบการจัดการขยะมูลฝอยที่ถูกต้องเหมาะสม จากปัญหาดังกล่าวของชุมชนตำบลบ้านยาง จังหวัดบุรีรัมย์ คณะผู้วิจัยสนใจในการศึกษาปริมาณรายได้ที่เกิดจากองค์ประกอบของขยะมูลฝอยชุมชนประเภทขยะรีไซเคิลเนื่องจากสามารถนำไปสร้างเป็นบรรจุภัณฑ์ หรือผลิตภัณฑ์ใหม่ได้เป็นจำนวนหลายรอบและเป็นแนวทางสำหรับการลดกระบวนการกำจัดขยะรีไซเคิลได้โดยตรง รวมทั้งทำให้ทราบปริมาณรายได้ของขยะรีไซเคิลในอนาคตจากการศึกษาแนวโน้มของการเกิดขยะมูลฝอยในอนาคต

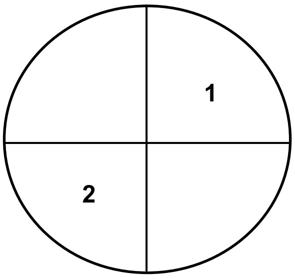
2. วิธีการดำเนินการวิจัย

2.1 ขอบเขตประชากรตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ พื้นที่ที่ทำการศึกษาตำบลบ้านยาง จังหวัดบุรีรัมย์ ประกอบด้วย ครัวเรือนที่เป็นแหล่งกำเนิดของขยะมูลฝอยทั้งสิ้น 19 หมู่บ้าน

2.2 ขอบเขตการวิจัย

การศึกษาองค์ประกอบของขยะมูลฝอย ซึ่งแบ่งการศึกษาขยะมูลฝอยเป็น 4 ประเภท ได้แก่ ขยะทั่วไป ขยะรีไซเคิล ขยะอันตราย และขยะติดเชื้อ โดยการสำรวจขยะมูลฝอยด้านกายภาพ ทำการสุ่มเก็บตัวอย่างหมู่ละ 1 แห่ง เลือกจากแหล่งกำจัดขยะมูลฝอย รวม 19 แห่ง จำนวน 3 วัน สำหรับองค์ประกอบของขยะมูลฝอยด้วยวิธี Quartering [11, 12] น้ำหนักรวม 80 กิโลกรัม ซึ่งแบ่งออกเป็น 4 ส่วนน้ำหนักเท่ากัน เลือก 2 ส่วนในการวิเคราะห์องค์ประกอบทางกายภาพ ดังแสดงในรูปที่ 1



รูปที่ 1 การวิเคราะห์องค์ประกอบของขยะ

2.3 ขอบเขตการวิเคราะห์ผล

การวิเคราะห์คาดประมาณขยะมูลฝอยในอนาคตโดยใช้จำนวนประชากรในอนาคต จากสมการ exponential method และการประเมินรายได้จากขยะรีไซเคิล โดยใช้สูตรดังนี้ [13, 9]

1) ขยะมูลฝอยในอนาคตปีที่ n = จำนวนประชากรปีที่ n × อัตราการเกิดขยะมูลฝอย (กิโลกรัมต่อวัน) (1)

เมื่อ จำนวนประชากรปีที่ n = จำนวนประชากร

2) $P_n = P_0(1+r)^n$ (2)

เมื่อ P_n = จำนวนประชากรปีที่ n

P_0 = จำนวนประชากรในปีปัจจุบัน หรือปีเริ่มต้นที่คำนวณ

r = อัตราการเปลี่ยนเปลี่ยนเฉลี่ย

n = ช่วงเวลาที่ต้องการคำนวณ

โดย ค่า r คำนวณได้จาก

$$r = \frac{P_n - P_o}{P_n} / n$$

เมื่อ r = อัตราการเพิ่มประชากร

n = จำนวนปีที่ประชากรทั้งสองครั้งห่างกัน

3) $\text{อัตราการเกิดขยะมูลฝอย (กิโลกรัมต่อคนต่อวัน)} = \frac{\text{น้ำหนักขยะมูลฝอยที่ชั่งได้ (กิโลกรัมต่อวัน)}}{\text{จำนวนประชากร (คน)}}$ (3)

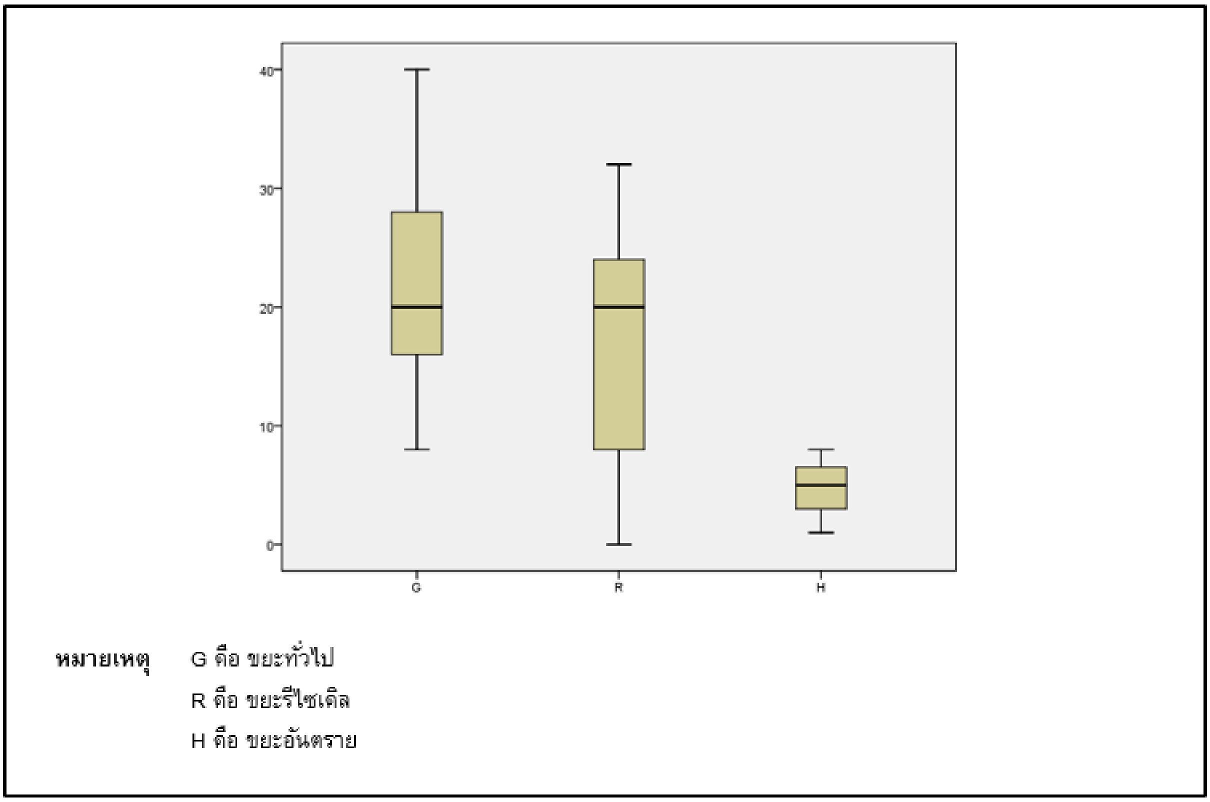
4) การประเมินรายได้จากขยะรีไซเคิล = ปริมาณขยะรีไซเคิล (กิโลกรัมต่อวัน) × ราคาของขยะรีไซเคิลแต่ละชนิด (บาทต่อกิโลกรัม) (4)

3. ผลการวิจัย

3.1 ผลการศึกษาองค์ประกอบของขยะมูลฝอย

การศึกษาขยะมูลฝอยเป็น 4 ประเภท ได้แก่ ขยะทั่วไป ขยะรีไซเคิล ขยะอันตราย และขยะติดเชื้อ โดยการสำรวจขยะมูลฝอยด้านกายภาพ ทำการสุ่มเก็บตัวอย่างหมู่ละ 1 แห่ง เลือกจากแหล่งกำจัดขยะมูลฝอย รวม 19 แห่ง สำหรับองค์ประกอบของขยะมูลฝอยด้วยวิธี Quartering ผลการศึกษาองค์ประกอบของขยะมูลฝอยทั้ง 19 หมู่บ้าน พบอัตราส่วนขยะทั่วไป: ขยะรีไซเคิล: ขยะอันตราย เท่ากับ 0.55: 0.41: 0.04 แต่ไม่พบขยะติดเชื้อ โดยขยะทั่วไป

(ถุงพลาสติก) 21 ± 10 กิโลกรัมต่อวัน รองลงมาคือ ขยะรีไซเคิล (ขวดพลาสติก: ขวดแก้ว/แก้ว: ขวดอะลูมิเนียม: กระดาษ/ลัง เท่ากับ 0.41: 0.16: 0.05: 0.38) 14 ± 10 กิโลกรัมต่อวัน และขยะอันตราย (ถ่าน: หลอดไฟ เท่ากับ 0.12: 0.88) 5 ± 3 กิโลกรัมต่อวัน โดยขยะทั่วไปและขยะรีไซเคิลมีการกระจายตัวแบบไม่ปกติเนื่องจำนวนจากการเกิดขยะมูลฝอยแต่ละวันแตกต่างกัน ทั้งนี้ขยะอันตรายมีการกระจายตัวแบบปกติ ดังแสดงในรูปที่ 2



รูปที่ 2 การกระจายตัวขององค์ประกอบของขยะมูลฝอย

3.2 ผลการศึกษาการคาดการณ์ปริมาณสัดส่วนของขยะมูลฝอย

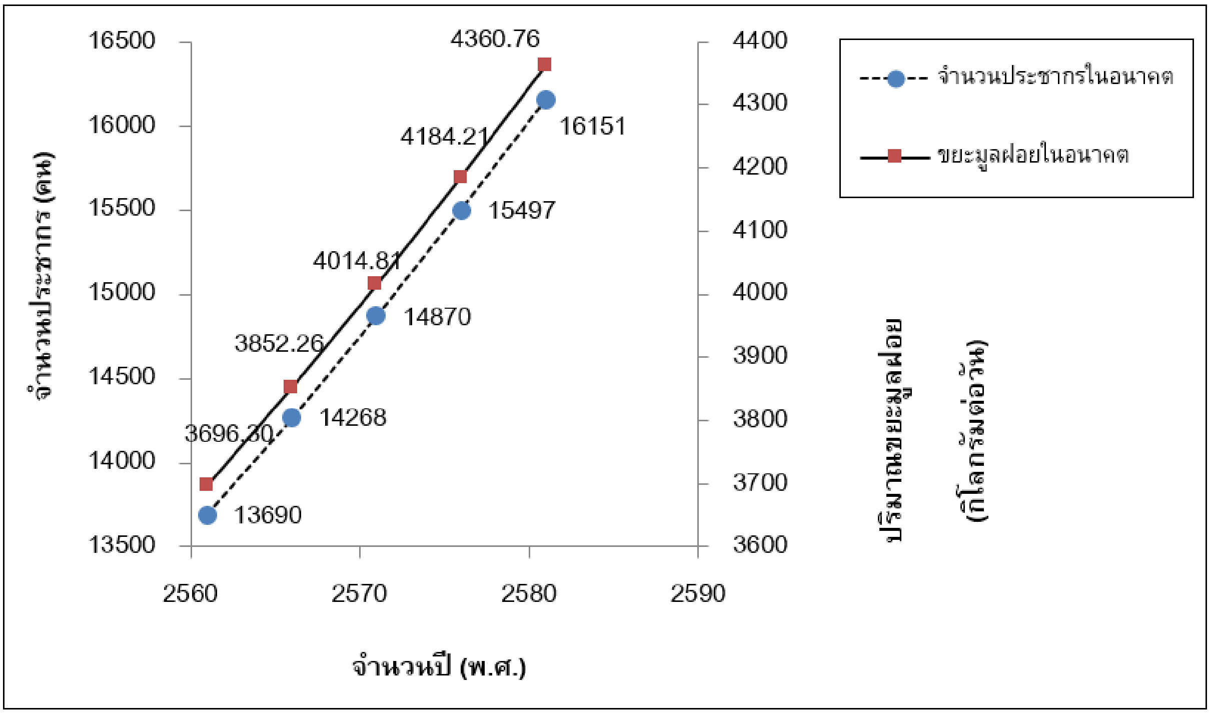
การวิเคราะห์คาดประมาณขยะมูลฝอยในอนาคตโดยใช้จำนวนประชากรในอนาคต จากสมการ exponential method ในการใช้คำนวณจำนวนประชากรในอนาคต พบว่า ประชากรในอนาคต 5 10 15 และ 20 ปี ข้างหน้า มีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่องดังแสดงในตารางที่ 1 และพบว่าปริมาณขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้นในแต่ละวันแปรผันตามไปด้วยดังแสดงในตารางที่ 2 และรูปที่ 3

ตารางที่ 1 อัตราการเพิ่มขึ้นของประชากรในแต่ละปี

พ.ศ.	**ประชากร (คน)**	**สมการที่ใช้คำนวณ** $r = \frac{P_n - P_o}{P_n}/n$
		อัตราการเพิ่มประชากร (r)
2556	13,131	0.009
2557	13,244	0.008
2558	13,351	0.005
2559	13,412	0.007
2560	13,501	0.014
2561	13,690	-

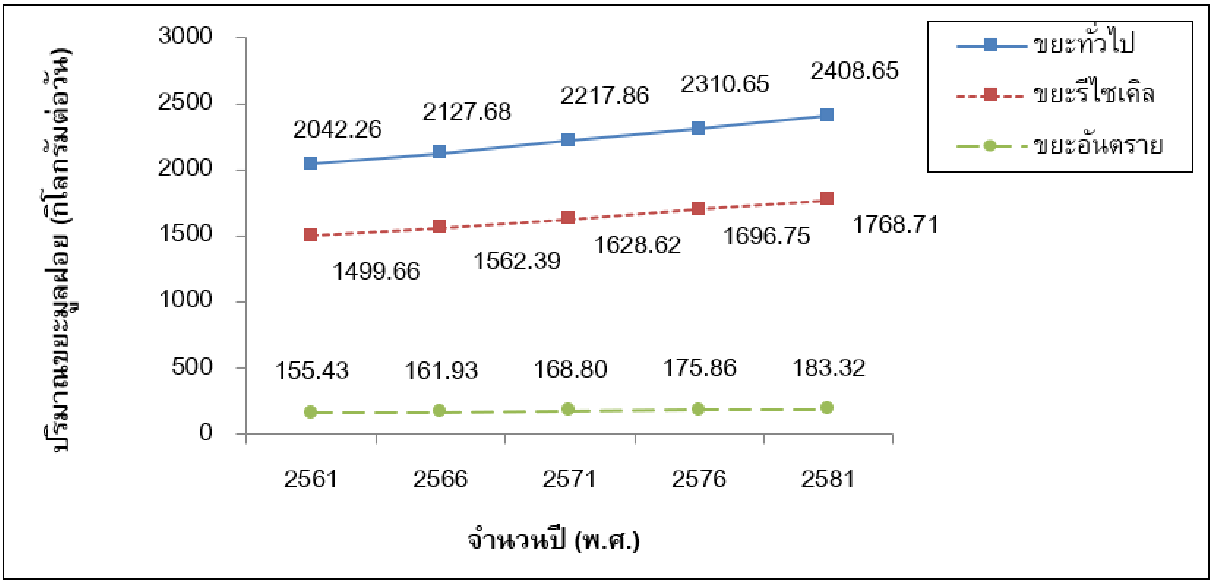
ตารางที่ 2 จำนวนประชากรและปริมาณการเกิดขยะมูลฝอยในอนาคต

จำนวนปีในอนาคต	**พ.ศ.**	**สมการที่ใช้คำนวณ**		
		$P_n = P_0(1+r)^n$	$\frac{\text{น้ำหนักขยะมูลฝอยที่ชั่งได้ (กิโลกรัมต่อวัน)}}{\text{จำนวนประชากร (คน)}}$	**จำนวนประชากรปีที่ n × อัตราการเกิดขยะมูลฝอย**
		ประชากรในอนาคต (คน)	**อัตราการเกิดขยะมูลฝอย (กิโลกรัมต่อคนต่อวัน)**	**ขยะมูลฝอยในอนาคต (กิโลกรัมต่อวัน)**
1	2561	13,690	0.27	3,696.30
5	2566	14,268	0.27	3,852.26
10	2571	14,870	0.27	4,014.81
15	2576	15,497	0.27	4,184.21
20	2581	16,151	0.27	4,360.76



รูปที่ 3 สัดส่วนระหว่างจำนวนประชากรกับปริมาณขยะมูลฝอย

โดยสัดส่วนประเภทของขยะมูลฝอยในแต่ละช่วงปีจะแตกต่างกันขึ้นอยู่กับจำนวนประชากรที่เพิ่มขึ้นด้วย ซึ่งจากการสำรวจในพื้นที่ตำบลบ้านยางพบขยะทั่วไป ขยะรีไซเคิล และขยะอันตราย แต่ไม่พบขยะติดเชื้อ ดังนั้นเมื่อทำนายการเกิดแต่ละประเภททุก ๆ 5 ปี พบว่า ขยะทั่วไปมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่องในปริมาณค่อยข้างสูงเช่นเดียวกับขยะรีไซเคิล แต่ขยะอันตรายมีแนวโน้มเพิ่มอย่างต่อเนื่องแต่เพิ่มในปริมาณที่ค่อยข้างน้อยเมื่อเปรียบเทียบกับทั้ง 2 ประเภทข้างต้น ดังแสดงในรูปที่ 4



รูปที่ 4 สัดส่วนปริมาณของประเภทขยะมูลฝอย

3.3 ผลการศึกษาการประเมินรายได้จากขยะมูลฝอย

จากผลการศึกษาการคาดการณ์ปริมาณสัดส่วนของขยะมูลฝอยเพื่อใช้ในการประเมินรายได้เบื้องต้นในงานวิจัยนี้จะประเมินจากขยะรีไซเคิลโดยอิงราคาการซื้อขายในพื้นที่จังหวัดบุรีรัมย์ พ.ศ. 2562 จากการแยกชนิดของขยะรีไซเคิลที่ได้จากการสำรวจและคำนวณการเกิดขึ้นในอนาคต ทุก ๆ 5 ปี ด้วยอัตราส่วนการเกิดขยะรีไซเคิล (ขวดพลาสติก: ขวดแก้ว/แก้ว: ขวดอะลูมิเนียม: กระดาษ/ลัง เท่ากับ 0.41: 0.16: 0.05: 0.38) พบว่า แนวโน้มเป็นไปในทิศทางเดียวกันพบขวดพลาสติกมากที่สุด รองลงมาคือ กระดาษลัง ขวดแก้ว/แก้ว และขวดอลูมิเนียม ดังแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ปริมาณขยะมูลฝอยแต่ละชนิด

พ.ศ.	ขยะรีไซเคิล (กิโลกรัมต่อวัน)			
	ขวดพลาสติก	**ขวดแก้ว/แก้ว**	**ขวดอะลูมิเนียม**	**กระดาษ/ลัง**
2561	614.18	244.92	75.36	565.20
2566	639.87	255.16	78.51	588.84
2571	667.00	265.98	81.84	613.80
2576	694.90	277.11	85.26	639.48
2581	724.37	288.86	88.88	666.60

โดยการประเมินรายได้ที่จะเกิดจากขยะมูลฝอยประเภทขยะรีไซเคิลใน พ.ศ. 2561 คำนวณเป็นรายวันของการเกิดขยะมูลฝอย พบว่า ขวดพลาสติกสามารถทำให้เกิดรายได้ขั้นสูงประมาณ 3,070.92 บาทต่อวัน และขวดแก้วสีสามารถทำให้เกิดรายได้ขั้นต่ำประมาณ 367.38 บาทต่อวัน ทั้งนี้เมื่อคิดรายได้รวมพบว่ารายได้ต่อวันประมาณ 6,490.38 บาท ซึ่งชนิดขวดแก้วที่สำรวจพบมีทั้งชนิดขวดแก้วขาวและขวดแก้วสี ทำให้การคำนวณราคามีความแตกต่างโดยสามารถระบุค่าต่างได้แสดงดังตารางที่ 4 ซึ่งมูลค่าของขยะรีไซเคิลจะเพิ่มขึ้นทุก ๆ ปีที่มีการคาดการณ์

ตารางที่ 4 รายได้ที่เกิดจากขยะมูลฝอย

พ.ศ.	จำนวนเงิน (บาท)						
	ขวดพลาสติก	**ขวดแก้วขาว**	**ขวดแก้วสี**	**ขวดอะลูมิเนียม**	**กระดาษ/ลัง**	**รวมทั้งหมด**	**ค่าต่าง**
	5*	**1.85***	**1.50***	**24***	**2.20***		
2561	3,070.92	453.10	367.38	1,808.64	1,243.44	6,490.38	85.72
2566	3,199.36	472.05	382.75	1,884.29	1,295.45	6,761.85	89.31
2571	3,334.98	492.06	398.97	1,964.16	1,350.36	7,048.47	93.09
2576	3,474.51	512.65	415.66	2,046.34	1,406.86	7,343.36	96.99
2581	3,621.86	534.39	433.29	2,133.12	1,466.52	7,654.79	101.10

หมายเหตุ ราคาการซื้อ-ขายในพื้นที่จังหวัดบุรีรัมย์ เดือนกันยายน พ.ศ. 2562

4. สรุปและอภิปรายผล

ขยะมูลฝอย 4 ประเภท พบว่า หมู่บ้านของตำบลบ้านยางโดยส่วนใหญ่เกิดขยะทั่วไป รองลงมาคือ ขยะรีไซเคิล และขยะอันตราย ด้วยอัตราส่วนเท่ากับ 0.55: 0.41: 0.04 แต่ไม่พบขยะติดเชื้อ โดยขยะทั่วไปและขยะรีไซเคิลมีการกระจายตัวแบบไม่ปกติเนื่องจำนวนจากการเกิดขยะมูลฝอยแต่ละวันแตกต่างกัน การวิเคราะห์คาดประมาณขยะมูลฝอยในอนาคต พบว่า ประชากรในอนาคต 5 10 15 และ 20 ปี ข้างหน้า มีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่องและพบว่าปริมาณขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้นในแต่ละวันแปรผันตามไปด้วย โดยสัดส่วนประเภทของขยะมูลฝอยในแต่ละช่วงปีจะแตกต่างกันขึ้นอยู่กับจำนวนประชากรที่เพิ่มขึ้นด้วย ทั้งนี้การประเมินรายได้จากขยะรีไซเคิลพบมูลค่าสูงขึ้นทุก ๆ 5 ปี ของปีการคาดการณ์ โดยมูลค่าของขยะรีไซเคิลในปีปัจจุบันเริ่มต้นที่ 6,490.38 บาทต่อวัน และมูลค่าของขยะรีไซเคิลในปีสุดท้ายของการคาดการณ์เท่ากับ 7,654.79 บาทต่อวัน ดังนั้นเพื่อเป็นการประเมินมูลค่าของขยะมูลฝอยให้ครอบคลุมในอนาคต จำเป็นต้องประเมินมูลค่าขยะมูลฝอยในทุกประเภท

5. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนจากมหาวิทยาลัยเวสเทิร์น และได้รับความอนุเคราะห์จากองค์การบริหารส่วนตำบลบ้านยางสำหรับอำนวยสถานที่ในการเก็บข้อมูลในพื้นที่ รวมทั้งได้รับความร่วมมือจากประชาชนทั้ง 19 หมู่บ้านของตำบลบ้านยางเป็นอย่างดี

6. เอกสารอ้างอิง

[1] Olukanni, D. O., and Ugwu, N. C. (2013). “Analysis of municipal solid waste management in Ota, Ogun State, Nigeria: Potential for wealth generation”. *In Proceedings of the International Conference on Solid Waste Management (ICSW)*. Widener University. Chester. Philadelphia USA, 10th–13th March.

[2] กรมควบคุมมลพิษ. (2562, กุมภาพันธ์. 12). ปริมาณมูลฝอยชุมชนที่เกิดขึ้นในประเทศไทยปี พ.ศ. 2536-2546, [ออนไลน์], แหล่งที่มา: http://www.pcd.go.th/

[3] กรมการปกครอง. (2562, กุมภาพันธ์. 12) . จำนวนราษฎรทั่วราชอาณาจักร แยกเป็นกรุงเทพมหานคร และจังหวัดต่าง ๆ ตามหลักฐานการทะเบียนราษฎร ณ วันที่ 31 ธันวาคม 2545, [ออนไลน์], แหล่งที่มา: http:stat.bora.dopa.go.th

[4] Badgie, D., Samah, M. A. A., Manaf, L. A., and Muda, A. B., “Assessment of Municipal Solid Waste Composition in Malaysia: Management, Practice, and Challenges”*, Polish Journal of Environmental Studies*, 21(3), 2012.

[5] MHLG, *Annual report, section 4 local government, Kuala Lumpur*, Technical Section of the Local Government Division, 2003.

[6] World Bank report, *Municipal solid waste generation in 1995 among ASEAN and the estimates and projection in 2025*, countries and GNP categories, 1999.

[7] Koushik Paul, Subhasish Chattopadhyay, Amit Dutta, Akhouri P. Krishna and Subhabrata Ray, *A comprehensive optimisation model for integrated solid waste management system*: A *case study on Kolkata city*, India, 2019.

[8] Liikanen, M., Sahimaa, O., Hupponen, M., Havukainen, J., Sorvari, J., and Horttanainen, M., *Updating and testing of a Finnish method for mixed municipal solid waste composition studies*. Waste management, 52 (25-33), 2016.

[9] วินัย มีแสง, "แนวโน้มองค์ประกอบและปริมาณการเกิดขยะมูลฝอยชุมชนในพื้นที่ตำบลสามพร้าว อำเภอเมือง จังหวัดอุดรธานี". *วารสารสมาคมนักวิจัย*. 21(3), 2559.

[10] ศูนย์ข้อมูลประเทศไทย. (2562, กุมภาพันธ์. 12). ตำบลบ้านยาง, [ออนไลน์], แหล่งที่มา: http://burirum.kapook.com

[11] อลงกรณ์ พึ่งจันดุม, *การศึกษาปริมาณองค์ประกอบและมูลฝอยชุมชน*, สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 11, นครราชสีมา, ม.ป.ป.

[12] พิเชษฐ์ คงนอก, *การศึกษาการจัดการขยะชุมชน เทศบาลตำบลดอนหวาย อำเภอโนนสูง* จังหวัดนครราชสีมา, วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต การบริหารงานก่อสร้างและสาธารณูปโภค, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี, 2555.

[13] สันติ วรโพธ, *การวางแผนการจัดการขยะขององค์การบริหารส่วนตำบลเมืองไผ่ อำเภอหนองกี่* จังหวัดบุรีรัมย์, วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี, 2554.

การคัดเลือกผู้ให้บริการคลังสินค้าสาธารณะสำหรับบริษัทผู้ผลิตอาหารสัตว์กรณีศึกษาในจังหวัดสมุทรสาคร

A SELECTION OF WAREHOUSE SERVICE PROVIDERS FOR ANIMAL FEED COMPANIES : CASE STUDIES IN SAMUTSAKHON

ปัญญา สำราญหันต์[1*] ณภพ ซ้ายสุวรรณ[2] นิธิศ ปุณธนกรภัทร์[3] ปิติพจน์ แซ่เล็ก[4] เผ่าพัชร จันทร์จำเนียร[5]
Panya Sumranhun[1*] Napop Saisuwan[2] Nithit Punthanokoraphat[3] Pitiphoj Saelek[4]
Phowpatchara Chanchamnian[5]

[1,2,3,4,5] คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา
[1,2,3,4,5] Faculty of Engineering and Industrial Technology, Bansomdejchaopraya Rajabhat University
*Corresponding author, E-mail : panya.su@bsru.ac.th

Received : 7 September 2019
Revised : 31 October 2019
Accepted : 15 December 2019

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและสร้างเกณฑ์ในการตัดสินใจเลือกคลังสินค้าสาธารณะสำหรับจัดเก็บวัตถุดิบอาหารสัตว์ในจังหวัดสมุทรสาคร โดยใช้เกณฑ์การคัดเลือกคลังสินค้าด้วยมิติการประเมินประสิทธิภาพของกิจกรรมโลจิสติกส์ ประกอบด้วย 3 มิติ คือ มิติด้านต้นทุน มิติด้านเวลา และมิติด้านความน่าเชื่อถือ และจัดลำดับควาสำคัญของเกณฑ์การตัดสินใจด้วยกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ จากการประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ผลของงานวิจัยนี้พบว่ามิติที่มีลำดับความสำคัญจากมากไปน้อยที่สุด คือ มิติด้านต้นทุน มีค่าน้ำหนัก 0.661 มิติด้านความน่าเชื่อถือ มีค่าน้ำหนัก 0.272 และมิติด้านเวลา มีค่าน้ำหนัก 0.067 และการเปรียบเทียบผู้ให้บริการคลังสินค้าสาธารณะจำนวน 2 แห่งพบว่าผู้ให้บริการจะมีข้อดีและข้อด้อยที่แตกต่างกัน โดยผลจากคะแนนประเมินด้วยสมการ ทางเลือกที่มีคะแนนสูงสุดคือ ผู้ให้บริการที่ 2 มีคะแนนประเมินเท่ากับ 0.437 และรองลงมา คือ ผู้ให้บริการที่ 1 มีคะแนนประเมินเท่ากับ 0.185 ดังนั้นงานวิจัยครั้งนี้จึงตัดสินใจเลือกผู้ให้บริการคลังสินค้าสาธารณะที่ 2 เพื่อใช้ในการจัดเก็บวัตถุดิบอาหารสัตว์ของบริษัทผู้ผลิตอาหารสัตว์ตัวอย่างในจังหวัดสมุทรสาคร

คำสำคัญ : ผู้ให้บริการคลังสินค้าสาธารณะ, ระบบสนับสนุนการตัดสินใจ, กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์

ABSTRACT

The objective of this research is to study and establish the criteria for choosing a public warehouse for feed ingredients storage in Samut Sakhon province. By using the warehouse selection criteria with the dimension of the efficiency evaluation of logistics activities consisting of 3 dimensions: cost dimension, time dimension, and reliability dimension and prioritize the importance of decision criteria with analytical hierarchy processes. Based on the evaluation of the opinions of 3 experts, the results of this research showed that the dimension with the highest to least priority is the cost dimension with the weight 0.661, reliability dimension is 0.272 and time dimension is weight value 0.067 and comparison of 2 public warehouse providers found that service providers have different advantages and disadvantages. By the result of the evaluation score with the equation to choose with the highest score is Service provider 2 has an assessment score of 0.437 and second score is Service

provider 1 has an evaluation score of 0.185. Therefore, this research decided to choose the public warehouse service No. 2 to be used to store the feed ingredients of the sample animal feed manufacturer in Samut Sakhon.
Keywords: Warehouse Service Providers, Decision Support System, Analytical Hierarchy Processes

1. บทนำ

บริษัทผู้ผลิตอาหารสัตว์ กรณีศึกษาตั้งอยู่ในจังหวัดสมุทรสาคร ดำเนินธุรกิจจัดจำหน่ายปัจจัยการผลิตอาหารสัตว์บก สัตว์เลี้ยง และวัตถุดิบทดแทนอาหารสัตว์ ที่มีการนำเข้าวัตถุดิบสำหรับผลิตอาหารสัตว์จากต่างประเทศคิดเป็นร้อยละ 90 เมื่อเทียบกับปริมาณการใช้วัตถุดิบทั้งหมด แต่เนื่องจากบริษัทมีพื้นที่ใช้การจัดเก็บวัตถุดิบอย่างจำกัด จึงต้องมีการสำรองพื้นที่ในการจัดเก็บวัตถุดิบที่สั่งซื้อมาจากต่างประเทศ ซึ่งลักษณะการจัดเก็บวัตถุดิบจะอยู่ในบรรจุภัณฑ์ประเภทถุงกระสอบ และแบบถุงใหญ่ โดยวัตถุประสงค์การเช่าคลังสินค้าในการจัดเก็บมี 2 วัตถุประสงค์ คือ รอเคลื่อนย้ายวัตถุดิบเข้าสู่โรงงานผลิตที่จังหวัดสมุทรสาคร และเพื่อส่งโดยตรงไปยังลูกค้าทั่วประเทศ

การเลือกคลังสินค้าจากภายนอกของบริษัทตัวอย่างในปัจจุบันจะตัดสินใจจากคลังสินค้าที่มีต้นทุนให้บริการต่ำที่สุด ซึ่งเป็นเกณฑ์การตัดสินใจที่นิยมในการเลือกผู้ให้บริการด้านโลจิสติกส์ [1] แต่พบว่า บริษัทตัวอย่างมีปัญหาด้านคุณภาพจากการรับบริการที่ไม่ดี เช่นใช้เวลาในการนำวัตถุดิบไปเก็บและเบิกจ่ายนาน และมีปัญหาด้านการสื่อสารกับผู้ให้บริการที่ผิดพลาด ดังนั้นวัตถุประสงค์ของงานวิจัยครั้งนี้จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะทำการศึกษาโดยละเอียดเกี่ยวกับเกณฑ์ในการตัดสินใจเลือกคลังสินค้าสาธารณะสำหรับจัดเก็บวัตถุดิบ และสร้างระบบสนับสนุนการตัดสินใจ ให้เกิดความชัดเจนและครอบคลุมวัตถุประสงค์หลักที่ต้องการ เพื่อลดปัญหาและเพิ่มประสิทธิภาพการจัดการด้านโลจิสติกส์ของบริษัทผู้ผลิตอาหารสัตว์ตัวอย่างต่อไป

2. การทบทวนวรรณกรรม

2.1 คลังสินค้าสาธารณะสำหรับอาหารสัตว์

ผู้ให้บริการคลังสินค้าสาธารณะ เป็นหน่วยงานภายนอกที่มีหน้าที่ให้บริการสถานที่เก็บรักษาสินค้า [2] จัดเก็บ ระบุ คัดแยก รวมกลุ่ม และเตรียมจัดส่ง เป็นต้น และเรียกเก็บค่าใช้จ่ายจากการให้บริการนั้น ซึ่งจากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเลือกผู้ให้บริการด้านโลจิสติกส์ มีขั้นตอนการเลือกที่แตกต่างกันออกไป แต่ขั้นตอนโดยรวมแล้วมีความสอดคล้องไปในทางเดียวกัน ประกอบด้วย 4 ขั้นตอนคือ การนิยามปัญหา การกำหนดเกณ์ประเมิน ประเมินผู้ที่มีคุณสมบัติ และการคัดเลือก [3] โดยผู้ให้บริการคลังสินค้าสามารถแบ่งตามรูปแบบการให้บริการคือ คลังสินค้าผ่านแดน คลังสินค้าปลอดอากร คลังสินค้าทัณฑ์บน และคลังสินค้ารับฝากเก็บสินค้าในประเทศ ในการเลือกใช้บริการคลังสินค้าสาธารณะจะช่วยลดความยุ่งยากในการดำเนินการขององค์กร จากการที่องค์กรสามารถมุ่งเน้นในส่วนของภารกิจหลักได้อย่างเต็มที่ ช่วยลดต้นทุน ลดมูลค่าการลงทุน และลดความเสี่ยงด้านต่างๆ แต่อาจทำให้เกิดข้อจำกัดหรือความเสี่ยงบางประการ เช่น คุณภาพการบริการที่ไม่ดี ปัญหาด้านการประสานงานและอาจได้รับข้อมูลที่ผิดพลาด และความรับผิดชอบด้านสิ่งแวดล้อม เป็นต้น [4]

ชนิดอาหารสัตว์ที่ควบคุมตาม พรบ.ควบคุมคุณภาพอาหารสัตว์ พ.ศ. 2525 ได้แก่ ไก่ เป็ด สุกร โค กระบือ สุนัข แมว กุ้งทะเล กุ้งน้ำจืด ปลาดุก ปลาน้ำจืดเกินพืช ปลาน้ำจืดกินเนื้อ ปลาทะเลกินเนื้อ กระต่าย นกกระทา กบ ตะพาบน้ำ ซึ่งประเภทอาหารสัตว์ที่ควบคุมตามประกาศกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ มี 5 ประเภท คือประเภทวัตถุดิบอาหารสัตว์ ประเภทวัตถุที่ผสมแล้ว ประเภทผลิตภัณฑ์นมสำหรับสัตว์ ประเภทอาหารเสริมสำหรับสัตว์ และประเภทอาหารสัตว์ผสมยา โดยในงานวิจัยบางงาน [5] ได้แบ่งประเภทวัตถุดิบอาหารสัตว์ที่ใช้ในการผลิตไว้ 3 ประเภท คือโปรตีนจากสัตว์ ได้แก่ ปลาป่น เปลือกกุ้ง ปลาหมึก โปรตีนจากพืช ได้แก่ กากถั่วเหลือง กากข้าวโพด ประเภทคาร์โบไฮเดรต ได้แก่ ข้าวโพด ข้าวฟ่าง แป้งสาลี วิตามินและเกลือแร่ นอกจากทั้ง 3 ประเภทนี้ยังมีวัตถุดิบชนิดอื่นๆ ตามที่นักวิชาการอาหารสัตว์กำหนดอีกด้วย

2.2 การเลือกผู้ให้บริการคลังสินค้าสาธารณะ

จากการทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องพบว่า ในการคัดเลือกผู้ให้บริการด้านโลจิสติกส์ มีขอบเขตถึง การขนส่ง การจัดการคลังสินค้า การกระจายสินค้า การจัดการสินค้าคงคลัง และการจัดการห่วงโซ่คุณค่า [6,7] การเลือกผู้ให้บริการจะต้องเลือกจากความเหมาะสมกับความยืดหยุ่นของทรัพยากรภายใต้ความต้องการขององค์กรที่แตกต่างกัน [8] งานวิจัยส่วนใหญ่จะมุ่งเน้นการนำเสนอการใช้เครื่องมือในการเลือกผู้ให้บริการ โดยพิจารณาถึงระดับความสำคัญของเกณฑ์ที่ใช้ในการประเมิน เช่นด้านคุณภาพ การส่งมอบ ต้นทุน และความยืดหยุ่น เป็นต้น [9] นอกจากนี้จะเลือกใช้วิธีการประเมินสามารถสรุปออกเป็น 4 กลุ่ม คือ Multi-attribute decision making techniques (MCDM) ,Statistical ,Mathematical และ Artificial Intelligence(AI) [10,11] เนื่องจากในการคัดเลือกผู้ให้บริการโลจิสติกส์ไม่มีกรอบการสนับสนุนการตัดสินใจที่พร้อมใช้งานและสามารถแก้ปัญหานี้ได้ทั้งหมด จึงมีความจำเป็นต้องมีการรวมวิธีการสนับสนุนการตัดสินใจเข้าด้วยกันและประเมินจากเกณฑ์ที่หลากหลายของผู้เกี่ยวข้อง [12]

โดยงานวิจัยของ [13] ได้สรุปวัตถุประสงค์ในการเลือกใช้บริการด้านโลจิสติกส์ตามลำดับความสำคัญได้แก่ ต้นทุนที่ลดลง ลดการลงทุนในสินทรัพย์หลัก องค์กรสามารถมุ่งเน้นที่ความสามารถหลัก การหมุนเวียนสินค้าคงคลังเพิ่มขึ้น เพิ่มความคล่องตัวในการดำเนินงาน และเพิ่มโอกาสในการเข้าถึงเทคโนโลยีใหม่ๆ [4] ดังนั้นการกำหนดวัตถุประสงค์ของการใช้บริการคลังสาธารณะ จะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพ ผ่านกิจกรรมด้านการจัดการคลังสินค้าเพื่อแก้ปัญหาขององค์กร และเพิ่มการตอบสนองด้านต้นทุน ในเวลาที่ต้องการ และมีความน่าเชื่อถือ ดังที่ได้กล่าวไปแล้วว่าคลังสินค้าจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพด้านการตอบสนองทางกายภาพ สำหรับผู้เกี่ยวข้องในห่วงโซ่อุปทาน ดังนั้นจุดสำคัญในการสรรหาคลังสินค้าสาธารณะ จะต้องมีการพิจารณาคุณลักษณะพื้นฐาน รวมถึงความสามารถในการลดต้นทุนและลดเวลาของการขนส่งลงได้ [14,15] เนื่องจากแต่ละองค์กรมีเงื่อนไขและสถานการณ์ที่แตกต่างกัน [16] จึงเป็นหน้าที่ของผู้มีอำนาจในการตัดสินใจเลือกและระบุหลักเกณฑ์ที่จะนำมาใช้ในการเลือกผู้บริการให้ได้ตรงตามวัตถุประสงค์ที่วางไว้ จากการศึกษาแสดงให้เห็นว่าการเลือกผู้ให้บริการโลจิสติกส์ ส่วนใหญ่ให้ความสำคัญต่อต้นทุน และคุณภาพการบริการเป็นลำดับต้นๆ [15,17] และเพิ่มเกณฑ์ไปตามวัตถุประสงค์ในการวิเคราะห์ เช่นมุมมองด้านสิ่งแวดล้อม [18] เพิ่มโลจิสติกส์ย้อนกลับเข้าไปเป็นแนวคิดร่วมกับการตัดสินใจ [19] นำแนวความคิดด้านความยั่งยืนของสิ่งแวดล้อมที่เกิดจากการขนส่งมาร่วมตัดสินใจ [17,20] นอกจากต้นทุน และคุณภาพแล้ว เพื่อความยั่งยืนด้านสิ่งแวดล้อมต้องพิจารณาความสามารถในการทำงานร่วมกัน และความน่าเชื่อถือ เป็นต้น [21] หรือมีการนำความเสี่ยงเข้ามาร่วมพิจารณา [22]

2.3 กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ (Analysis Hierarchy Process, AHP)

กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ โดยศาสตราจารย์ Thomas Saaty แห่งมหาวิทยาลัยเพนซิลวาเนีย เป็นกระบวนการที่ใช้ตัดสินใจเลือกที่มีประสิทธิภาพ และให้ผลการตัดสินใจที่ถูกต้องและตรงกับวัตถุประสงค์เป็นอย่างมาก ซึ่งในปัจจุบันเป็นที่นิยมและนำไปประยุกต์ใช้สำหรับการตัดสินใจ เช่นการคัดเลือกซัพพลายเออร์ การเลือกทำเลที่ตั้ง เป็นต้น โดย AHP เริ่มจากการเปรียบเทียบเกณฑ์ทีละคู่ด้วยเกณฑ์ประเมิน [23] เพื่อหาค่าน้ำหนัก และตรวจสอบความสอดคล้องของเหตุผลจากคะแนนประเมินด้วยค่าอัตราความสอดคล้องหรือ Consistency Ratio(CR.) [24] และนำค่าน้ำหนักของเกณฑ์หลักคูณเกณฑ์รองและคูณคะแนนทางเลือก เพื่อหาทางเลือกที่ดีที่สุด โดยตลอดระยะเวลาที่ผ่านมาในการประเมินจะอยู่ภายใต้สมมุติฐานที่ว่าเกณฑ์ต่าง ๆ นั้นเป็นอิสระต่อกัน [25] ซึ่งกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์สามารถวิเคราะห์ปัจจัยได้ทั้งเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพ งานวิจัยนี้จึงนำ AHP มาเป็นเป็นเครื่องมือเพื่อหาค่าน้ำหนักของเกณฑ์และนำค่าน้ำหนักมาคำนวณลำดับความสำคัญเพื่อเลือกผู้ให้บริการต่อไป โดยผลการประเมินลำดับความสำคัญของเกณฑ์แบบคู่ลำดับด้วยการวินิจฉัยของผู้เชี่ยวชาญเป็นตัวเลข [26] ดังตารางที่ 1 ต่อไปนี้

ตารางที่ 1 มาตราส่วนในการวินิจฉัยเปรียบเทียบรายคู่

ระดับความสำคัญกรณีมากกว่า	ความหมายระดับความสำคัญกรณีมากกว่า	ระดับความสำคัญกรณีน้อยกว่า	ความหมายระดับความสำคัญกรณีน้อยกว่า
1	มีความสำคัญเท่ากัน	1	มีความสำคัญเท่ากัน
3	มีความสำคัญมากกว่าระดับปานกลาง	1/3	มีความสำคัญน้อยกว่าระดับปานกลาง
5	มีความสำคัญมากกว่า อย่างเด่นชัด	1/5	มีความสำคัญน้อยกว่า อย่างเด่นชัด
7	มีความสำคัญมากกว่า อย่างเด่นชัดมาก	1/7	มีความสำคัญน้อยกว่า อย่างเด่นชัดมาก
9	มีความสำคัญมากกว่า อย่างมากที่สุด	1/9	มีความสำคัญน้อยกว่า อย่างมากที่สุด
2, 4, 6, 8	ค่าอยู่ระหว่างกลางคะแนนข้างต้น	1/2, 1/4, 1/6, 1/8	ค่าอยู่ระหว่างกลางคะแนนข้างต้น

3. ระเบียบวิธีวิจัย

3.1 การสร้างเกณฑ์ประเมินเลือกผู้ให้บริการคลังสินค้าสาธารณะในจังหวัดสมุทรสาคร

การกำหนดเกณฑ์ในการตัดสินใจของงานวิจัยครั้งนี้ ใช้เกณฑ์การประเมินตัวชี้วัดประสิทธิภาพโลจิสติกส์ภาคอุตสาหกรรม 3 มิติ เป็นเกณฑ์หลัก คือ มิติด้านต้นทุน มิติด้านเวลา และมิติด้านความน่าเชื่อถือ และทบทวนงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อสร้างเกณฑ์รองจำนวน 10 เกณฑ์ ตามมิติของเกณฑ์หลักดังตารางที่ 2 ต่อไปนี้

ตารางที่ 2 เกณฑ์ในการประเมินเลือกคลังสินค้าสาธารณะของงานวิจัย

เกณฑ์หลัก	เกณฑ์รอง(คำย่อ)	อ้างอิง
ด้านต้นทุน	ต้นทุนการบริหารสินค้าคงคลัง(IMC), ความยืดหยุ่นในการชำระเงิน(PAF)	[27,28,29,30,31,32]
ด้านเวลา	ระยะเวลาการตอบสนองข้อมูลข่าวสาร(TRI), ระยะเวลาเฉลี่ยการจัดส่งสินค้า(ADT)	[27,28,32]
ด้านความน่าเชื่อถือ	ความสามารถในการจัดส่ง/ส่งมอบสินค้า(DEA), ความถูกต้องและการเข้าถึงของข้อมูล(AAI), จำนวนสินค้าที่เกิดความเสียหาย(QDP), การจัดการความเสี่ยง/ความปลอดภัย(SRM), ชื่อเสียงขององค์กร/ระบบมาตรฐาน(RSS), ความเป็นเจ้าของทรัพย์สิน(ASO)	[27,29,32,33,34,35,36]

3.2 การประเมินเลือกผู้ให้บริการคลังสินค้าสาธารณะในจังหวัดสมุทรสาคร

ใช้แบบสอบถามในการประเมินความคิดเห็นจากผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน ที่มาจากผู้บริหารคลังสินค้า จากผู้บริหารงานโลจิสติกส์ และจากผู้เชี่ยวชาญในสถานศึกษาที่มีประสบการณ์ด้านการให้คำปรึกษางานด้านโลจิสติกส์ ร่วมกันประเมินลงแบบสอบถามตามเกณฑ์หลัก และเกณฑ์รองแบบคู่ลำดับ แสดงผลการประเมินในรูปแบบค่า Normalized Matrix A [37] ได้จากค่าเฉลี่ยของความสำคัญในแต่ละแถวแทนค่าลำดับความสำคัญแต่ละปัจจัย

ตารางที่ 3 ผลการประเมินของเกณฑ์หลัก

เกณฑ์หลัก	Normalized Matrix A			น้ำหนักเฉลี่ย	ลำดับ
ต้นทุน	0.69	0.57	0.71	0.661	1
เวลา	0.09	0.07	0.05	0.067	3
ความน่าเชื่อถือ	0.23	0.36	0.24	0.272	2

ได้ค่า Consistency Ratio = 0.0421 < 0.1 แสดงว่าการให้คะแนนของการเปรียบเทียบรายคู่ของผู้เชี่ยวชาญมีความสอดคล้องกัน [23] ซึ่งจากตารางที่ 3 พบว่า เกณฑ์ในการตัดสินใจเลือกผู้ให้บริการคลังสินค้าสาธารณะที่สำคัญที่สุดของงานวิจัยนี้ คือ ต้นทุน (0.661) ความน่าเชื่อถือ (0.272) และเวลา (0.067) ตามลำดับ

ตารางที่ 4 ผลการประเมินของเกณฑ์รอง ด้านต้นทุน

เกณฑ์รองด้านต้นทุน	Normalized Matrix A		น้ำหนักเฉลี่ย	ลำดับ
ต้นทุนการบริหารสินค้าคงคลัง	0.86	0.86	0.857	1
ความยืดหยุ่นในการชำระเงิน	0.14	0.14	0.143	2

เกณฑ์รองด้านต้นทุน สำคัญที่สุด คือ ต้นทุนการบริหารสินค้าคงคลัง (0.857) และความยืดหยุ่นในการชำระเงิน (0.142) ตามลำดับ

ตารางที่ 5 ผลการประเมินของเกณฑ์รอง ด้านเวลา

เกณฑ์รองด้านเวลา	Normalized Matrix A		น้ำหนักเฉลี่ย	ลำดับ
ระยะเวลาการตอบสนองข้อมูลข่าวสาร	0.80	0.80	0.800	1
ระยะเวลาเฉลี่ยการจัดส่งสินค้า	0.20	0.20	0.200	2

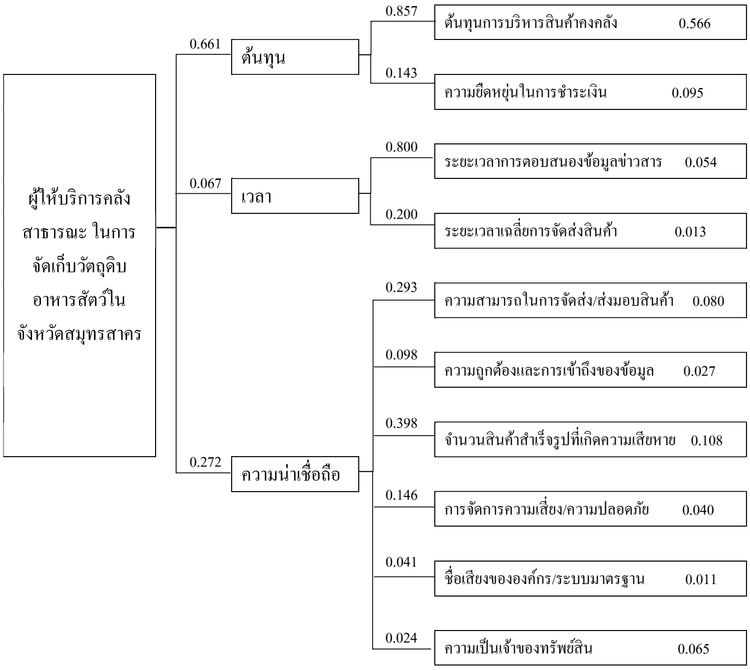
เกณฑ์รองด้านเวลา สำคัญที่สุด คือ ระยะเวลาการตอบสนองข้อมูลข่าวสาร (0.800) และระยะเวลาเฉลี่ยการจัดส่งสินค้า (0.200) ตามลำดับ

ตารางที่ 6 ผลการประเมินของเกณฑ์รอง ด้านความน่าเชื่อถือ (CI: 0.1083 CR: 0.0866 λ: 6.5413)

เกณฑ์รองด้านความน่าเชื่อถือ	Normalized Matrix A						น้ำหนักเฉลี่ย	ลำดับ
ความสามารถในการจัดส่ง/ส่งมอบสินค้า	0.26	0.37	0.23	0.34	0.29	0.20	0.293	2
ความถูกต้องและการเข้าถึงของข้อมูล	0.05	0.07	0.09	0.06	0.15	0.20	0.098	4
จำนวนสินค้าที่เกิดความเสียหาย	0.53	0.37	0.46	0.45	0.29	0.26	0.398	1
การจัดการความเสี่ยง/ความปลอดภัย	0.09	0.15	0.11	0.11	0.22	0.20	0.146	3
ชื่อเสียงขององค์กร/ระบบมาตรฐาน	0.03	0.02	0.06	0.02	0.04	0.11	0.041	5
ความเป็นเจ้าของทรัพย์สิน	0.04	0.01	0.05	0.02	0.01	0.03	0.024	6

ค่า Consistency Ratio = 0.0421 < 0.1 แสดงว่าการให้คะแนนของการเปรียบเทียบรายคู่ของผู้เชี่ยวชาญมีความสอดคล้องกัน [23] จากตารางที่ 6 ผลการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญด้านความน่าเชื่อถือ พบว่า เกณฑ์รองด้านความสำคัญที่สุดคือ จำนวนสินค้าสำเร็จรูปที่เกิดความเสียหาย (0.398) ความสามารถในการจัดส่ง/ส่งมอบสินค้า (0.293) การจัดการความเสี่ยง/ความปลอดภัย (0.146) ความถูกต้องและการเข้าถึงของข้อมูล (0.098) ชื่อเสียงขององค์กร/ระบบมาตรฐาน (0.041) และความเป็นเจ้าของทรัพย์สิน (0.024) ตามลำดับ

ผลจากการประเมินแบบคู่ลำดับตามความคิดเห็นจากผู้เชี่ยวชาญด้วยการเปรียบเทียบเกณฑ์หลัก จำนวน 3 เกณฑ์ และเกณฑ์รอง จำนวน 10 เกณฑ์ ทำให้ทราบระดับความสำคัญของเกณฑ์ในการเลือกผู้ให้บริการคลังสินค้าสาธารณะ ดังตารางที่ 3 - 6 สามารถนำระดับความสำคัญของเกณฑ์หลัก และเกณฑ์รอง มาพิจารณาร่วมกันเพื่อสร้างระดับความสัมพันธ์โดยรวมได้ดังรูปที่ 1 ต่อไปนี้



รูปที่ 1 โครงสร้างการตัดสินใจเลือกผู้ให้บริการคลังสินค้าสาธารณะของงานวิจัย

เกณฑ์ในการตัดสินใจเลือกคลังสาธารณะสำหรับจัดเก็บวัตถุดิบอาหารสัตว์ในจังหวัดสมุทรสาคร ได้ดังสมการต่อไปนี้

$$\text{ผลลัพธ์การตัดสินใจ} = 0.566IMC + 0.095PAF + 0.054TRI + 0.013ADT + 0.080DEA + 0.027AAI + 0.108QDP + 0.040SRM + 0.011RSS + 0.065ASO \quad (1)$$

4. ผลการวิจัย

4.1 การคัดเลือกผู้ให้บริการคลังสินค้าสาธารณะสำหรับบริษัทผู้ผลิตอาหารสัตว์กรณีศึกษาในจังหวัดสมุทรสาคร

กรณีศึกษาของงานวิจัยนี้ได้รวบรวมข้อมูลผู้ให้บริการคลังสินค้าสาธารณะ จากฐานข้อมูลผู้ประกอบการการค้าในจังหวัดสมุทรสาคร และคัดเลือกผู้ให้บริการเบื้องต้น ดังมีรายชื่อจดทะเบียนการค้าการให้บริการด้านกิจกรรมการจัดการคลังสินค้า สามารถจัดเก็บวัตถุดิบสำหรับอาหารสัตว์ และไม่อยู่ในพื้นที่ประเภทที่อยู่อาศัย ความหนาแน่นน้อย

ถึงหนาแน่นมาก ไม่อยู่ในที่ดินประเภทสถาบันการศึกษา ตามกฎกระทรวงให้ใช้บังคับผังเมืองรวมจังหวัดสมุทรสาคร พ.ศ. 2560 [38] ซึ่งผลจากการคัดเลือกผู้ให้บริการเบื้องต้นได้ 2 ทางเลือก และทำการประเมินด้วยเกณฑ์มาตราส่วน 1-9 ของ Saaty (Saaty's 1-9 scales) [23] จากตัวแทนผู้บริหารฝ่ายจัดซื้อของบริษัทตัวอย่าง มีผลการประเมินดังต่อไปนี้

ตารางที่ 7 ผลการประเมินผู้ให้บริการคลังสินค้าสาธารณะ 2 ท่างเลือก ด้านต้นทุน

การเปรียบเทียทางเลือก ด้านต้นทุน	ทางเลือกที่ 1	ทางเลือกที่ 2
ต้นทุนการบริหารสินค้าคงคลัง	0.1225	0.7346
ความยืดหยุ่นในการชำระเงิน	0.1191	0.0238
ค่าเฉลี่ยเกณฑ์ ด้านต้นทุน	0.2416	**0.7584**

ผลของการประเมินผู้ให้บริการคลังสินค้าสาธารณะ จำนวน 2 ทางเลือก พบว่าลำดับความสำคัญของเกณฑ์รอง ในมุมมองด้านต้นทุน มีค่าเฉลี่ยลำดับความสำคัญของทางเลือก เรียงลำดับจากมากไปหาน้อยคือ คลังสินค้าที่ 2 (0.7584) และคลังสินค้าที่ 1 (0.2416)

ตารางที่ 8 ผลการประเมินผู้ให้บริการคลังสินค้าสาธารณะ 2 ทางเลือก ด้านเวลา

การเปรียบเทียทางเลือก ด้านเวลา	ทางเลือกที่ 1	ทางเลือกที่ 2
ระยะเวลาการตอบสนองข้อมูลข่าวสาร	0.7000	0.1000
ระยะเวลาเฉลี่ยการจัดส่งสินค้า	0.0333	0.1667
ค่าเฉลี่ยเกณฑ์ด้านเวลา	**0.7333**	0.2667

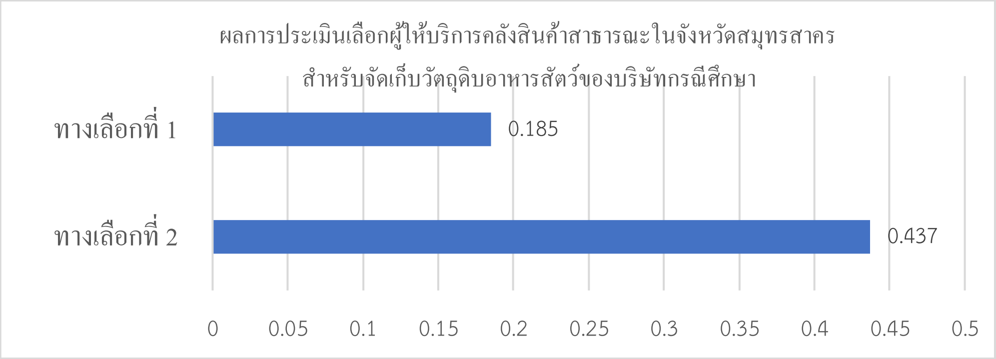
ผลของการประเมินผู้ให้บริการคลังสินค้าสาธารณะ จำนวน 2 ทางเลือก พบว่าลำดับความสำคัญของเกณฑ์รอง ในมุมมองด้านเวลา มีค่าเฉลี่ยลำดับความสำคัญของทางเลือก เรียงลำดับจากมากไปหาน้อยคือ คลังสินค้าที่ 1 (0.7333) และคลังสินค้าที่ 2 (0.2667)

ตารางที่ 9 ผลการประเมินผู้ให้บริการคลังสินค้าสาธารณะ ด้านความน่าเชื่อถือ

การเปรียบเทียทางเลือก ด้านความน่าเชื่อถือ	ทางเลือกที่ 1	ทางเลือกที่ 2
ความสามารถในการจัดส่ง/ส่งมอบสินค้า	0.2605	0.0326
ความถูกต้องและการเข้าถึงของข้อมูล	0.0840	0.0140
จำนวนสินค้าที่เกิดความเสียหาย	0.3482	0.0497
การจัดการความเสี่ยง/ความปลอดภัย	0.1215	0.0243
ชื่อเสียงขององค์กร/ระบบมาตรฐาน	0.0356	0.0059
ความเป็นเจ้าของทรัพย์สิน	0.0030	0.0207
ค่าเฉลี่ยเกณฑ์ด้านความน่าเชื่อถือ	**0.8527**	0.1473

consistency ratio (CR): 0.0866

ซึ่งผลของการประเมินผู้ให้บริการคลังสินค้าสาธารณะ จำนวน 2 ทางเลือก พบว่าลำดับความสำคัญของเกณฑ์รองในมุมมองด้านความน่าเชื่อถือ มีค่าเฉลี่ยลำดับความสำคัญของทางเลือก เรียงลำดับจากมากไปหาน้อยคือ คลังสินค้าที่ 1 (0.8527) และคลังสินค้าที่ 2 (0.1473) และจากโครงสร้างการตัดสินใจดังรูปที่ 1 สามารถแทนค่าลงสมการที่ (1) เพื่อเลือกผู้ให้บริการคลังสาธารณะได้ดังนี้



รูปที่ 2 ผลการประเมินเลือกผู้ให้บริการคลังสินค้าสาธารณะของงานวิจัย

5. บทสรุปและอภิปลายผล

งานวิจัยนี้แบ่งเกณฑ์ในการตัดสินใจเลือกผู้ให้บริการคลังสินค้าสาธารณะสำหรับจัดเก็บวัตถุดิบอาหารสัตว์กรณีศึกษา ในจังหวัดสมุทรสาคร แบ่งออกเป็น 2 ลำดับ คือ เกณฑ์หลักจำนวณ 3 เกณฑ์ และเกณฑ์รองจำนวน 10 เกณฑ์ ผลงานวิจัยพบว่างานวิจัยนี้มีการนำเกณฑ์หลักและเกณฑ์รองมาสร้างเป็นเกณฑ์ในการตัดสินใจร่วม ดังรูปที่ 1 โดยมีลำดับความสำคัญจากมากไปหาน้อย ดังต่อไปนี้ ต้นทุนการบริหารสินค้าคงคลัง (0.566) จำนวนสินค้าที่เกิดความเสียหาย (0.108) ความยืดหยุ่นในการชำระเงิน (0.095) ความสามารถในการจัดส่ง/ส่งมอบสินค้า (0.080) ความเป็นเจ้าของทรัพย์สิน (0.065) ระยะเวลาการตอบสนองข้อมูลข่าวสาร (0.054) การจัดการความเสี่ยง/ความปลอดภัย (0.040) ความถูกต้องและการเข้าถึงของข้อมูล (0.027) ระยะเวลาเฉลี่ยการจัดส่งสินค้า (0.013) และชื่อเสียงขององค์กร/ระบบมาตรฐาน (0.011) โดยมุมมองด้านต้นทุนยังเป็นเกณฑ์ที่สำคัญที่สุดในการตัดสินใจเลือกผู้ให้บริการงานด้านโลจิสติกส์ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ [14,15,39] ที่สรุปผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าต้นทุน และคุณภาพการบริการเป็นส่วนสำคัญลำดับต้นๆ ในการเลือกผู้ให้บริการโลจิสติกส์ และ [1] เวลาส่งมอบสินค้ามีลำดับความสำคัญรองลงมาจากต้นทุน

จากตารางที่ 7 ,8 และ 9 จะเห็นได้ว่าผลการประเมินเฉลี่ยของทางเลือกที่ 1 และทางเลือกที่ 2 มีข้อดีและข้อด้อยที่แตกต่างกัน แต่เนื่องจากการตัดสินใจเลือกผู้ให้บริการคลังสาธารณะของงานวิจัยครั้งนี้ตัดสินใจจากระดับคะแนนจากการประเมินร่วมกับลำดับความสำคัญของแต่ละทางเลือก ตามสมการที่ (1) ซึ่งได้ผลการตัดสินใจสำหรับทางเลือกดังรูปที่ 2 ผลของงานวิจัยครั้งนี้ยังสอดคล้องต่อการตัดสินใจเลือกคลังสินค้าสาธารณะของ [40] ที่มีพื้นที่ของกลุ่มตัวอย่างที่แตกต่างกันกับงานวิจัยนี้ แต่มีสิ่งที่สอดคล้องกันคือ การตัดสินใจเลือกคลังสินค้าสาธารณะมีความสำคัญมากโดยเกณฑ์การตัดสินใจเลือกคลังสินค้าต้องคำนึงถึง ต้นทุน เวลา และความน่าเชื่อถือ เป็นพื้นฐานในการตัดสินใจ

ข้อจำกัดของงานวิจัยนี้ มีการประเมินเลือกคลังสินค้าสาธารณะเฉพาะในจังหวัดสมุทรสาครเท่านั้นเนื่องจากเป็นพื้นที่เป้าหมายที่กำหนดโดยบริษัทผู้ผลิตอาหารสัตว์ตัวอย่างของงานวิจัยนี้ และสำหรับงานวิจัยต่อไปจะทำการเลือกพื้นที่ในจังหวัดอื่นๆ เพื่อตอบคำถามที่ว่า “คลังสินค้าสาธารณะในจังหวัดอื่นมีลำดับความสำคัญที่แตกต่างและเหมือนกับลำดับความสำคัญของการตัดสินใจในจังหวัดสมุทรสาครหรืองานวิจัยนี้อย่างไร” ซึ่งจะสามารถเพิ่มโอกาสในการเลือกคลังสินค้าสาธารณะในพื้นที่มีประสิทธิภาพจากข้อจำกัดด้านพื้นที่ได้

6. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจากมหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา ปีงบประมาณ 2562

7. เอกสารอ้างอิง

[1] Cengiz, A.E., et al., A Multi-criteria Decision Model for Construction Material Supplier Selection. Procedia Engineering, 2017. 196: p. 294-301.

[2] สำนักงานราชบัณฑิตยสภา. พจนานุกรม ฉบับราชบัณฑิตยสถาน พ.ศ. 2554. กรุงเทพมหานคร: 2554.

[3] Lima Junior, F.R., L. Osiro, and L.C.R. Carpinetti, A comparison between Fuzzy AHP and Fuzzy TOPSIS methods to supplier selection. Applied Soft Computing, 2014. 21: p. 194-209.

[4] Alkhatib, S.F., et al., A novel technique for evaluating and selecting logistics service providers based on the logistics resource view. Expert Systems with Applications, 2015. 42(20): p. 6976-6989.

[5] อุไรวรรณ วรรณศิริ. การลดความสูญเปล่าของคลังวัตถุดิบโดยระบบการระบุลักษณะด้วยคลื่นความถี่วิทยุ กรณีศึกษาโรงงานผลิตอาหารสัตว์น้ำ, วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีนายเรืออากาศ, 14(1), กันยายน, 2561. หน้า 57-67.

[6] Evangelista, P., C. Colicchia, and A. Creazza, Is environmental sustainability a strategic priority for logistics service providers? J Environ Manage, 2017. 198(Pt 1): p. 353-362.

[7] Govindan, K., et al., Analysis of third party reverse logistics provider using interpretive structural modeling. International Journal of Production Economics, 2012. 140(1): p. 204-211.

[8] Wong, J.-T., DSS for 3PL provider selection in global supply chain: combining the multi-objective optimization model with experts' opinions. Journal of Intelligent Manufacturing, 2010. 23(3): p. 599-614.

[9] Soo Park, J. And D. Shin Chang, A study on the difference of supply chain performance from the fitness between competitive priorities and supplier selection criteria. Asian Journal on Quality, 2010. 11(2): p. 183-189.

[10] Lima-Junior, F.R. and L.C.R. Carpinetti, A multicriteria approach based on fuzzy QFD for choosing criteria for supplier selection. Computers & Industrial Engineering, 2016. 101: p. 269-285.

[11] Barker, T.J. and Z.B. Zabinsky, A multicriteria decision making model for reverse logistics using analytical hierarchy process. Omega, 2011. 39(5): p. 558-573.

[12] Scott, J., et al., A decision support system for supplier selection and order allocation in stochastic, multi-stakeholder and multi-criteria environments. International Journal of Production Economics, 2015. 166: p. 226-237.

[13] Khan, H. , et al. , Drivers of Outsourcing and Selection Criteria 3rd Party Logistics Service Providers. International Journal of Operations and supply chain management, 2017. 10: p. 240-249.

[14] Falsini, D., F. Fondi, and M.M. Schiraldi, A logistics provider evaluation and selection methodology based on AHP, DEA and linear programming integration. International Journal of Production Research, 2012. 50(17): p. 4822-4829.

[15] Hwang, B. N., Chen, T. T., & Lin, J. T., 3PL selection criteria in integrated circuit manufacturing industry in Taiwan. International Journal of Supply Chain Management, 2016. 21: p. 103-124.

[16] วรพล ธนารักษ์สกุล, การศึกษาหลักเกณฑ์ในการเลือกผู้ส่งมอบด้วยกระบวนการโครงข่ายเชิงวิเคราะห์: กรณีศึกษาอุตสาหกรรมยายนต์. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, 2552.

[17] Jung, H., Evaluation of Third Party Logistics Providers Considering Social Sustainability. Sustainability, 2017. 9(5): p. 777.

[18] Li, Y.-L., et al., Third-party reverse logistics provider selection approach based on hybrid-information MCDM and cumulative prospect theory. Journal of Cleaner Production, 2018. 195: p. 573-584.

[19] Bask, A., et al., Environmental sustainability in shipper-LSP relationships. Journal of Cleaner Production, 2018. 172: p. 2986-2998.

[20] Bai, C. And J. Sarkis, Integrating and extending data and decision tools for sustainable third-party reverse logistics provider selection. Computers & Operations Research, 2018.

[21] Zarbakhshnia, N., H. Soleimani, and H. Ghaderi, Sustainable third-party reverse logistics provider evaluation and selection using fuzzy SWARA and developed fuzzy COPRAS in the presence of risk criteria. Applied Soft Computing, 2018. 65: p. 307-319.

[22] Yew Wong, C. And N. Karia, Explaining the competitive advantage of logistics service providers: A resource-based view approach. International Journal of Production Economics, 2010. 128(1): p. 51-67.

[23] Saaty, T. L. Fundamentals of Decision Making and Priority Theory with the AHP.Pittsburg: RWS Publications. 1994.

[24] วันนิมิต คำปัญญา และตรีทศ เหล่าศิริหงส์ทอง. การคัดเลือกซัพพลายเออร์บนพื้นฐานแนวคิดแห่งความยั่งยืนด้วยวิธีกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ฟัซซี่. วิศวกรรมสารฉบับวิจัยและพัฒนา, 2557. 25(4): p. 81-88.

[25] Jharkharia, S. and R. Shankar, Selection of logistics service provider: An analytic network process (ANP) approach. Omega, 2007. 35(3): p. 274-289.

[26] Gurcan, O.F., et al., Third Party Logistics (3PL) Provider Selection with AHP Application. In: 12th International Strategic Management Conference, ISMC 2016, 28-30 October 2016, pp. 226-234.

[27] Bulgurcu, B. and G. Nakiboglu, An extent analysis of 3PL provider selection criteria: A case on Turkey cement sector. Cogent Business & Management, 2018. 5(1)

[28] Min, H., Application of a decision support system to strategic warehousing decisions. International Journal of Physical Distribution & Logistics Management, 2009. 39(4): p. 270-281.

[29] Liu, C.-L. and A.C. Lyons, An analysis of third-party logistics performance and service provision. Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review, 2011. 47(4): p. 547-570.

[30] Yang, J.L. and G.-H. Tzeng, An integrated MCDM technique combined with DEMATEL for a novel cluster-weighted with ANP method. Expert Systems with Applications, 2011. 38(3): p. 1417-1424.

[31] Govindan, K., et al., Analysis of third party reverse logistics provider using interpretive structural modeling. International Journal of Production Economics, 2012. 140(1): p. 204-211.

[32] Aguezzoul, A., Third-party logistics selection problem: A literature review on criteria and methods. Omega, 2014. 49: p. 69-78.

[33] Alkhatib, S.F., et al., A novel technique for evaluating and selecting logistics service providers based on the logistics resource view. Expert Systems with Applications, 2015. 42(20): p. 6976-6989.

[34] Bask, A., et al., Environmental sustainability in shipper-LSP relationships. Journal of Cleaner Production, 2018. 172: p. 2986-2998.

[35] Heshan Y, Jiading W., Selection of a Logistics Service Provider Based on Analytic Hierarchy Process (AHP) Approach. Bachelor Thesis, University of Gavle, 2014.

[36] Prakash, C. and M.K. Barua, A combined MCDM approach for evaluation and selection of third-party reverse logistics partner for Indian electronics industry. Sustainable Production and Consumption, 2016. 7: p. 66-78.

[37] กันต์ธมน สุขกระจ่าง. ปัจจัยที่ส่งผลต่อกระบวนการตัดสินใจในการเลือกทำเลที่ตั้งของร้านขายแก๊ส โดยวิธี AHP. วารสารวิชาการคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง, 2557. 10(1): p. 1-11.

[38] กรมโยธาธิการและผังเมือง. กฎกระทรวงให้ใช้บังคับผังเมืองรวมจังหวัดสมุทรสาคร พ.ศ. 2560. กรุงเทพมหานคร: 2560.

[39] Jung, H., Evaluation of Third Party Logistics Providers Considering Social Sustainability. Sustainability, 2017. 9(5): p. 777.

[40] ประทุม สุดใจ, การตัดสินใจเช่าคลังสินค้าของสถานประกอบการ ในคลังสินค้าบริษัท โชติธนวัฒน์ จำกัด. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร, 2558.

http://jeet.siamtechu.net Research Article

การตรวจวัดและการจัดทำแผนที่แสดงระดับเสียงรบกวนในโรงงานผลิตตู้แช่เย็น จังหวัดกรุงเทพมหานคร

THE MEASUREMENT AND MAPPING OF NOISE LEVELS IN CHILLER PLANT IN BANGKOK METROPOLIS

วิชาญ บุญค้ำ[1*] วราภรณ์ ทุมวงษ์[2]

Wichan Boonkham[1*] Waraphorn thumwong[2]

[1] อาจารย์คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยเวสเทิร์น

[2] นักศึกษาคณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยเวสเทิร์น

Received : 6 November 2019

Revised : 17 December 2019

Accepted : 2 Januarie 2020

*Corresponding author, E-mail: vichan_buncum@hotmail.com

บทคัดย่อ

การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินระดับเสียงดังในสภาพแวดล้อมการทำงาน และจัดทำแผน ที่เส้นเสียงในกระบวนการผลิตโรงงานผลิตตู้แช่เย็น โดยทำการตรวจวัดระดับเสียงทั้งหมด 8 แผนก และทางเดินรอบไลน์การผลิตทั้ง 4 แถบ ได้แก่ ในพื้นที่การทำงาน พื้นที่ทางเดินด้านหน้าไลน์การผลิต ทางเดินด้านข้างไลน์ผลิตติดกับแผนกโลจิสติกส์ พื้นที่ด้านข้างไลน์ผลิตติดกับแผนกสโตร์ พื้นที่ทางเดินด้านหลังติดกับแผนกโฟมและโลหะ ทางเดินด้านหน้าไลน์การผลิต แผนกคอล์ย แผนก PATAVIA แผนก CONDENSING แผนก JINNY แผนกไฟฟ้า แผนกโลหะ และแผนกโฟม แผนกเชื่อม โดยทำการตรวจวัดเสียงทั้งหมด 540 จุด โดยใช้โดยใช้เครื่องวัดระดับเสียง Sound level meter ที่ได้มาตรฐานเครื่องวิเคราะห์เสียง 25 to 141dB มาตรฐาน Class 2 Frequency weighting A / C / Z, range 20 Hz to 8k Hz ตัวเครื่องมาตรฐาน IP54, EC 61672-1, ANSI S1.4, JISC1509-1 นำผลการตรวจวัดระดับเสียงมาจัดทำแผนที่เส้นเสียง (Noise Contour Map) และกำหนดพื้นที่ในการสวมใส่อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล ผลการศึกษาพบว่าทางเดินด้านหน้าไลน์การผลิต ตรวจวัดทั้งหมด 54 จุดมีระดับเสียงเฉลี่ย 72.9 dB(A) ทางเดินด้านข้างไลน์ผลิตติดกับแผนกโลจิสติกส์ ตรวจวัดทั้งหมด 40 จุด มีระดับเสียงดังเฉลี่ย 75.1 dB(A) ทางเดินด้านข้างไลน์ผลิตติดกับแผนกสโตร์ ตรวจวัดทั้งหมด 40 จุด มีระดับเสียงดังเฉลี่ย 75.3 dB(A) ทางเดินด้านหลังไลน์ผลิตติดกับแผนกโลหะและโฟมตรวจวัดทั้งหมด 54 จุด มีระดับเสียงดังเฉลี่ย 83.2 dB(A) แผนกคอลย์ ตรวจวัดทั้งหมด 43 จุด มีระดับเสียงดังเฉลี่ย 76.7 dB(A) แผนก PATAVIA ตรวจวัดทั้งหมด 45 จุด มีระดับเสียงดังเฉลี่ย 73.2 dB(A) แผนก CONDENSING ตรวจวัดทั้งหมด 42จุด มีระดับเสียงดังเฉลี่ย 77.2 dB(A) แผนก JINNY ตรวจวัดทั้งหมด 40 จุด มีระดับเสียงดังเฉลี่ย 75.2 dB(A) แผนกไฟฟ้า ตรวจวัดทั้งหมด 44 จุด มีระดับเสียงดังเฉลี่ย 75.8 dB(A) แผนกโลหะ ตรวจวัดทั้งหมด 45 จุด มีระดับเสียงดังเฉลี่ย 86.5 dB(A) แผนกโฟม ตรวจวัดทั้งหมด 50 จุด มีระดับเสียงดังเฉลี่ย 83.4 dB(A) แผนกเชื่อมตรวจวัดทั้งหมด 43 จุด มีระดับเสียงดังเฉลี่ย 84.8 dB(A) จากผลตรวจวัดระดับเสียงในพื้นที่การทำงานในโรงผลิตตู้แช่เย็น พบว่า ร้อยละ 15.18 ที่มีระดับเสียงเกินที่มาตรฐานที่ยอมรับได้ ดังนั้นเบื้องต้นควรมีการป้องกัน การเสื่อมสมรรถภาพการได้ยินโดยการใช้อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล คือ Ear Plug ซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่สามารถลดการรับสัมผัสเสียงดังได้ โดยในพื้นที่ที่พนักงานต้องมีการใช้ Ear Plug คือแผนกโลหะ แผนกเชื่อม แผนกโฟม แผนกไฟฟ้า และดำเนินการจัดทำโครงการอนุรักษ์การได้ยินเพื่อให้สอดคล้องกับกฎหมายกระทรวงแรงงาน และเพื่อลดความเสี่ยงทางด้านสมรรถภาพการได้ยินของพนักงาน

คำสำคัญ: เสียงดัง, แผนที่เสียง

Abstract

This study aimed to evaluate the noise level in the work environment and develop a plan of vocal production plant fridge. By measuring the volume all the way around the department and 8 production lines including 4 bars in the area working. The front line of the corridor. Corridor adjacent to the front side of the production line logistics. The area beside the production line next to the department store. Walking back to the area next to the front and metal foam. Corridor front line of the front coil front desk PATAVIA CONDENSING JINNY department, electricity department, division, department, and metal foam front by linking the measurements of the total of 540 points. By using a sound level meter Sound level meter standard meter standards. 25 to 141 dB Analyzer Standard Class 2 Frequency weighting A / C / Z, range 20 Hz to 8k Hz unit standard IP54, EC 61672-1, ANSI S1.4, JISC1509-1. And the result of the measurement volume. The preparation of the noise maps (Noise Contour Map) and define the area to wear personal protective equipment. The study indicated that. The front line of the corridor Measuring a total of 54 points, with average noise level 72.9 dB (A) tract adjacent to the front side of the production line logistics. All 40 points are measured noise levels average 75.1 dB (A) tract beside the production line next to the department store. Measuring a total of 40 points with a volume average of 75.3 dB (A) tract behind the production line equipped with front metal and foam, measuring a total of 54 points with a volume average of 83.2 dB (A) front Coil measurement 43. the average noise level is 76.7 dB (A) division PATAVIA measuring a total of 45 points, with an average volume of 73.2 dB (A).Department CONDENSING measuring a total of 42 points with a volume average of 77.2 dB (A) Division JINNY measuring a total of 40 points with a volume average of 75.2 dB (A) Department of Electrical Measurements 44 points a volume average of 75.8 dB (A.) the front metal measuring a total of 45 points with a volume average of 86.5 dB (a) department of foam measuring 50 points, with volume averaging 83.4 dB (a) department to monitor a total of 43 points with a volume average of 84.8 dB (. a) of the measurement volume. The area of operation of the chiller plant, found that 15 percent. 18 where noise levels exceed acceptable standards. The introduction should be protected Hearing dysfunction by using personal protective equipment is Ear Plug the device. Can reduce exposure to noise. In areas where the staff must be used Ear Plug is a front metallic foam department to department, electricity department and the operator prepared. Hearing conservation program to ensure compliance with the law. And to reduce the risk to hearing.

Keywords: Noise, Noise contour map

1. บทนำ

โดยทั่วไปในกระบวนการผลิตตู้แช่เย็นรูปแบบต่าง ๆ ต้องอาศัยคนงานในทุกกระบวนการผลิต ในทุกกระบวนการผลิตมีความจำเป็นที่ต้องให้พนักงานประจำอยู่ใกล้บริเวณเครื่องจักร ซึ่งส่งผลให้พนักงานได้รับ ผลกระทบเสียงโดยตรง หากทำงานระยะยาวอาจส่งผลต่อการสูญเสียสมรรถภาพการได้ยิน ทำให้พนักงานต้องพบกับปัจจัยเสี่ยงในสภาพแวดล้อมการทำงานที่มีผลกระทบต่อสุขภาพ ซึ่งในการทำงานแต่ละวันของคนงานนั้นจะต้องสัมผัสกับเสียงที่ระดับต่าง ๆ กัน ผลเสียเกิดขึ้นโดยตรงต่อหูคือทำให้สูญเสียสมรรถภาพการได้ยินไปชั่วขณะหรืออาจสูญเสียการได้ยินแบบถาวร หากได้รับเสียงที่มีความดังติดต่อกันเป็นเวลานาน ๆ จะทำให้ความสามารถในการได้ยินเสียงลดลงเมื่อเทียบกับหูของคนปกติ นอกจากนี้ยังมีผลต่อร่างกายและจิตใจคือทำให้เกิดความเครียด ทำให้ประสิทธิภาพในการทำงานลดลงและอาจทำให้ได้ผลผลิตที่ไม่มีคุณภาพ [1] จากการวิเคราะห์อันตรายขั้นตอนการทำงานพบว่า ขั้นตอนการปั๊มโลหะเสียงดังเกินกว่า 85 dB(A) ตามที่ประกาศกรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงานกำหนด เรื่อง มาตรฐานระดับเสียงที่ยอมให้ลูกจ้างได้รับ

เฉลี่ยตลอดระยะเวลาการทำงานในแต่ละวัน ระยะเวลาการทำงาน 8 ชั่วโมง ระดับเสียงเฉลี่ยตลอดเวลาทำงานต้องไม่เกิน 85 dB(A) เป็นปัจจัยเสี่ยงที่ส่งผลกระทบต่อสุขภาพของคนงาน เห็นได้ว่าปัญหาเรื่องเสียงดังเป็นปัญหาที่ทำให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพของพนักงาน โดยเฉพาะเรื่องการสูญเสียการได้ยิน จึงทำการตรวจวัดระดับเสียงขึ้น เพื่อเป็นการคุ้มครองผู้ประกอบอาชีพจากการสูญเสียการได้ยินเนื่องจากการทำงาน สภาพการทำงานที่มีเสียงดังมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับอัตราการเกิดอุบัติเหตุอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งผลที่ตามมาคือ การสูญเสียเวลางานและค่าใช้จ่ายในการักษาพยาบาล รวมถึงผลกระทบทางธุรกิจอื่นๆ ดังนั้นการตรวจวัดและการจัดทำแผนที่แสดงระดับเสียงรบกวน จะช่วยให้สามารถบ่งชี้ถึงปัญหาและการได้รับเสียงรบกวนจากเครื่องจักรได้ตั้งแต่แรกเริ่ม ทำให้ป้องกันและควบคุมเสียงรบกวนได้อย่างมีประสิทธิภาพ อีกทั้งทำให้ทราบถึงพื้นที่ที่มีความเสี่ยงที่ส่งผลกระทบต่อการได้ยินอีกด้วย จากการเดินสำรวจเบื้องต้นพบว่าเสียงในแผนกปั๊มโลหะ มีความดังอยู่ตลอดเวลาในขณะที่พนักงานทำงาน ซึ่งเวลาทำการผลิตจะเกิดเสียงดังมาก เสียงดังกล่าวมีลักษณะเป็นเสียงดังสม่ำเสมอที่เกิดจากการเดินเครื่องจักรโดยเสียงเครื่องจักรดังกล่าวมีการกระจายของเสียงไปทั่วพื้นที่กระบวนการผลิต เสียงดังกล่าวจึงสามารถทำให้หูของพนักงานเกิดการสูญเสียสมรรถภาพการได้ยินได้ การตรวจวัดเสียงจึงเป็นการศึกษาการรับสัมผัสเสียงของพนักงานที่ทำงานในกระบวนการผลิต ที่ได้รับผลกระทบจากเครื่องจักร จึงทำการตรวจวัดและการจัดทำแผนที่แสดงระดับเสียงรบกวน เพื่อหาแนวทางหรือมาตรการในการควบคุมเสียงดัง เช่น การกำหนดพื้นที่เสี่ยงต่อการสูญเสียสมรรถภาพการได้ยิน การให้พนักงานสวมใส่อุปกรณ์ป้องกัน (PPE) ตลอดระยะเวลาการทำงาน การจัดหาวัสดุปิดกั้นเสียง ตลอดจนการให้ความรู้เกี่ยวกับเสียง แก่พนักงาน การประชาสัมพันธ์เรื่องเสียงและการรณรงค์การสวมใส่อุปกรณ์ป้องกัน (PPE) เป็นต้น จากหลักการและเหตุผลดังกล่าวจะเห็นว่าการสูญเสียการได้ยินจากเสียงดัง (Noise induced hearing loss) เป็นพยาธิสภาพที่เกี่ยวข้องกับ รูปแบบการดำรงชีวิตและการทำงาน โดยเฉพาะการทำงานในอุตสาหกรรมที่มีการใช้เครื่องจักร การสูญเสียการได้ยินเป็นพยาธิสภาพที่ก่อให้เกิดภาระโรคเป็นอันดับ 15 ของโลก ซึ่งการเกิดการสูญเสียการได้ยินจะเกิดจากการทำลายประสาทการได้ยินค่อยๆ สะสมเป็นระยะเวลานานหลายปี ซึ่งจะส่งผลให้ผู้ที่ได้รับสัมผัสเกิดการสูญเสียสมรรถภาพการได้ยินไปชั่วขณะ หรืออาจสูญเสียการได้ยินแบบถาวรได้ นอกจากนี้การสูญเสียการได้ยินเนื่องจากการสัมผัสกับเสียงดัง เป็นปัญหาสุขภาพที่ก่อให้เกิดปัญหาการติดต่อสื่อสารกับเพื่อนร่วมงาน สมาชิกในครอบครัว สังคม และมีคุณภาพชีวิตต่ำลง ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้ทำการการตรวจวัดและการจัดทำแผนที่แสดงระดับเสียงรบกวนเพื่อเป็นแนวทางในการกำหนดพื้นที่เสี่ยงต่อการสูญเสียการได้ยิน เพื่อจัดหามาตรการควบคุมและป้องกันอันตรายจากเสียงให้กับพนักงาน และนำไปใช้ในการจัดการมลพิษด้านเสียง ต่อไป

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

2.1. เพื่อประเมินระดับเสียงดังในสภาพแวดล้อมการทำงานในกระบวนการผลิตโรงงานตู้แช่เย็น

2.2. จัดทำแผนที่เส้นเสียง (Noise Contour Map) ในกระบวนการผลิตโรงงานผลิตตู้แช่เย็น

2.3. เพื่อกำหนดพื้นที่สวมใส่อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล (Personal Protective Equipment) เมื่อพนักงานปฏิบัติงานในพื้นที่ ที่มีโอกาสได้รับสัมผัสเสียงดังที่เกินมาตรฐานที่กำหนด

3. วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษาครั้งนี้เป็นการศึกษาแบบภาคตัดขวาง (Cross sectional study) ซึ่งศึกษาในกระบวนการผลิตตู้แช่เย็นรูปเพื่อดำเนินการตรวจวัดและประเมินระดับเสียงและนำข้อมูลมาจัดทำแผนที่เส้นเสียง โดยทำการศึกษาตั้งแต่ 4 มกราคม 2561 ถึง 5 เมษายน 2561

3.1 กลุ่มตัวอย่างในการวิจัย

การศึกษาครั้งนี้เป็นการศึกษาในกระบวนการผลิตตู้แช่เย็น ซึ่งประกอบด้วย พื้นที่ทางเดินด้านหน้าสายการผลิต พื้นที่ด้านข้างสายผลิตติดกับแผนกสโตร์ พื้นที่ทางเดินด้านหลัง ทางเดินด้านข้างสายผลิตติดกับแผนกโลจิสติกส์ แผนกโฟม แผนกปั๊มโลหะ แผนกคอลย์ แผนก JN แผนกเชื่อม แผนกประกอบไฟฟ้า แผนก PV และ แผนก SL โดยทำการ

ตรวจวัดเสียงทั้งหมด 540 จุด ดังนี้ พื้นที่ทางเดินด้านหน้าไลน์การผลิต จำนวน จุด 54 พื้นที่ด้านข้างไลน์ผลิตติดกับแผนกสโตร์จำนวน 40 จุด พื้นที่ทางเดินด้านหลังจำนวน 54 จุด ทางเดินด้านข้างสายผลิตติดกับแผนกโลจิสติกส์จำนวน 40 จุด แผนกโฟมจำนวน 50 จุด แผนกปั๊มโลหะจำนวน 45 จุด แผนกคอลย์จำนวน 43 จุด แผนก JN จำนวน 40 จุด แผนกเชื่อมจำนวน 43 จุด แผนกประกอบไฟฟ้าจำนวน 44 จุด แผนก PV จำนวน 45 และแผนก SL จำนวน 42 จุด

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

โดยใช้โดยใช้เครื่องวัดระดับเสียง Sound level meter ที่ได้มาตรฐาน เครื่องวิเคราะห์เสียง 25 to141dB มาตรฐาน Class 2 Frequency weighting A / C / Z, range 20 Hz to 8k Hz ตัวเครื่องมาตรฐาน IP54, EC 61672-1, ANSI S1.4, JISC1509-1 [2] และตรวจวัดตามหลักเกณฑ์ของประกาศกรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงาน เรื่อง หลักเกณฑ์วิธีดำเนินการตรวจวัดและวิเคราะห์สภาวะการทำงานเกี่ยวกับระดับความร้อน แสงสว่าง หรือเสียงภายในสถานประกอบการ ระยะเวลาและประเภทกิจการที่ต้องดำเนินการ พ.ศ. 2550

3.3 ขั้นตอนการเก็บข้อมูล

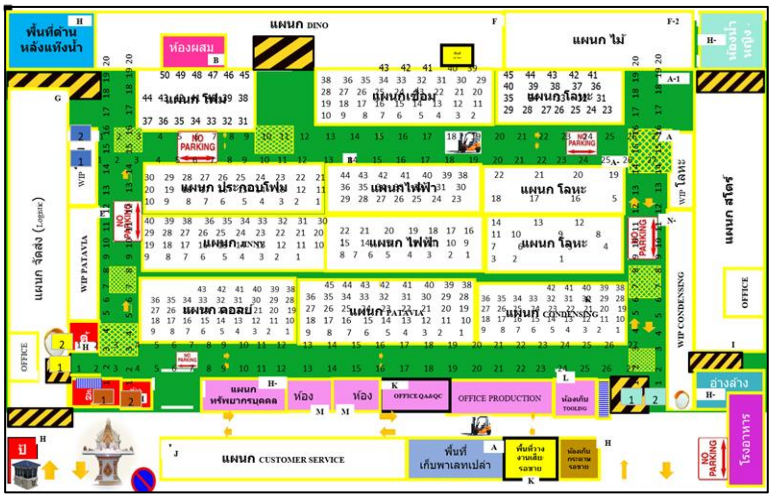
3.3.1 การสำรวจเบื้องต้น เป็นการสำรวจพื้นที่ทำงานของสถานประกอบกิจการทั้งหมด เพื่อเก็บข้อมูลเบื้องต้นโดยการเดินสำรวจและจดบันทึกข้อมูลว่าบริเวณการทำงานใดบ้างที่ผู้ปฏิบัติงานอาจได้รับหรือสัมผัสเสียงดัง เสียงดังที่เกิดขึ้นมีลักษณะแบบใดและระยะเวลาที่ได้รับหรือสัมผัสเสียงของพนักงานนานเพียงใด แล้วพิจารณาเลือกเครื่องมือให้เหมาะสมกับการตรวจวัด ระหว่างการสำรวจนี้มีแผนผังของโรงงานและกระบวนการผลิตด้วย เพื่อความสะดวกในการบันทึกข้อมูลเบื้องต้นที่พบระหว่างการสำรวจ การวางแผนกำหนดจุดตรวจวัด และบันทึกข้อมูลที่เกี่ยวข้องหรือปัจจัยที่มีผลกระทบต่อการตรวจวัดโดยย่อ

3.3.2 กำหนดจุดตรวจวัดจากพื้นที่กระบวนการผลิตทั้งหมด มาทำการตีกริดกำหนดระยะห่างจุดตรวจวัดโดยตีกริดระยะห่างช่องละ 2*2 เซนติเมตร ทั้งพื้นที่กระบวนการผลิตได้ 540 จุด [3]

3.3.3 ตั้งค่าเครื่องตรวจวัดโดยเลือก Weighting Network A การตอบสนองแบบช้า (Slow) และช่วงการตรวจวัดสูง จากนั้นสวมฟองน้ำกันลม (Wind screen) ที่ไมโครโฟน แล้วทำการตรวจวัดโดยให้ไมโครโฟนอยู่ที่ระดับหูของผู้ปฏิบัติงานรัศมีไม่เกิน 30 เซนติเมตร หากทำการถือให้ยื่นเครื่องมือตรวจวัดออกไปในลักษณะเฉียง ให้ห่างจากตัวมากที่สุดเพื่อป้องกันการสะท้อนของเสียง โดยทำการตรวจวัดจุดละ 5 นาที [3]

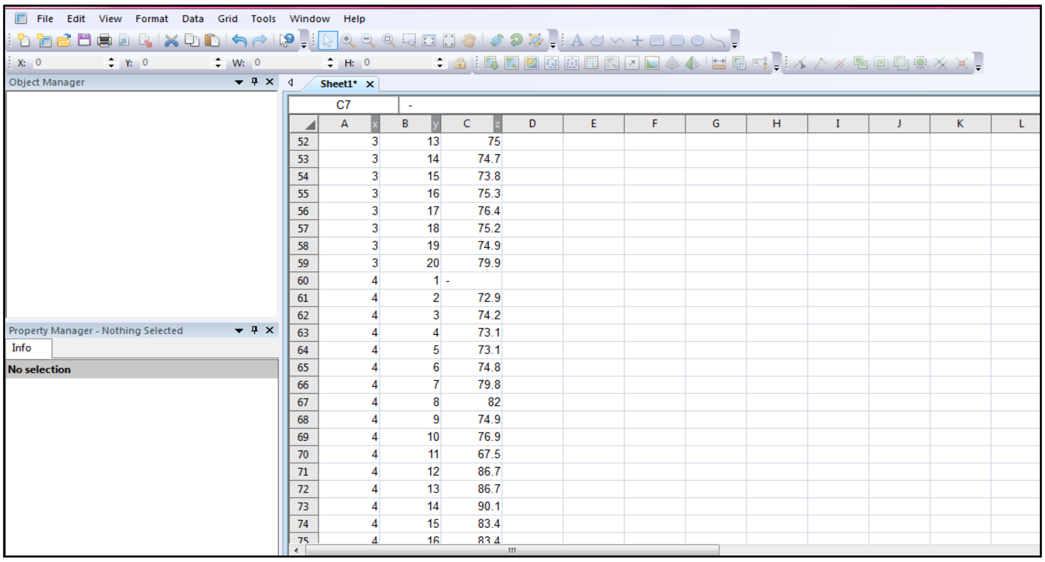
3.3.4 เมื่อครบ 5 นาที ทำการบันทึกค่าที่ได้จากการตรวจวัด และตั้งค่าเครื่องทุกครั้งก่อนทำการตรวจวัดครั้งต่อไป [3]

3.3.5 หลังจากการตรวจวัดระดับเสียงเรียบร้อยแล้ว นำข้อมูลที่ผ่านการวิเคราะห์ทั้งหมดมาจัดทำเป็นแผนแสดงระดับเสียงในกระบวนการผลิตของบริษัท



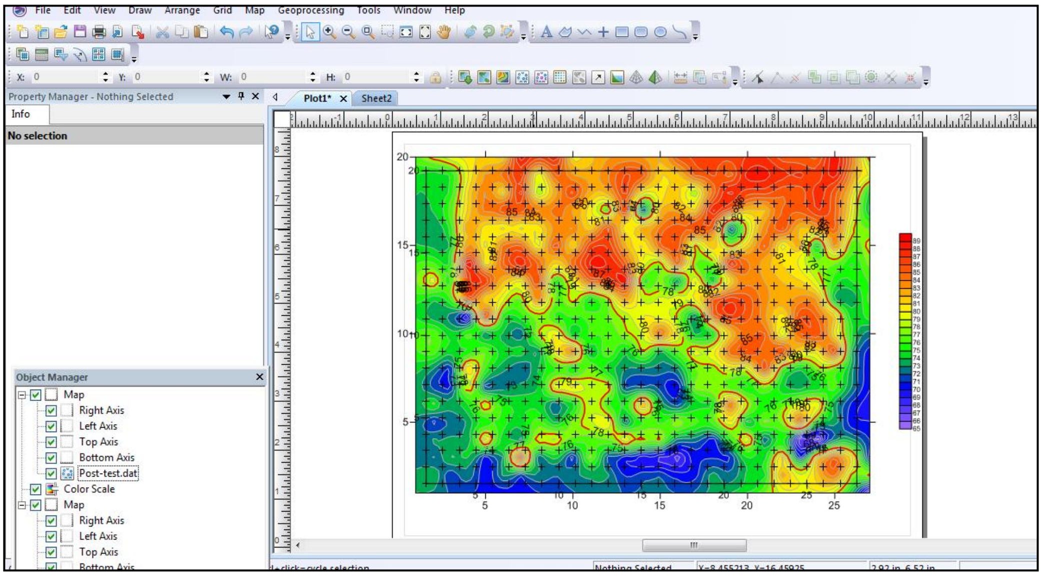
รูปที่ 1 การกำหนดจุดตรวจวัด

3.3.6 การกรอกข้อมูลลำดับจุดตรวจวัดลงในโปรแกรมสำเร็จรูปสำหรับการทำแผนที่เสียง (SURFER13) กรอกข้อมูลตามแกน x,y,z โดยค่า x แสดงแถวที่ทำการตรวจวัด ค่า y แสดงจุดตรวจวัดในแถวนั้นๆ และ ค่า z แทนระดับเสียงในแต่จุดตรวจวัด



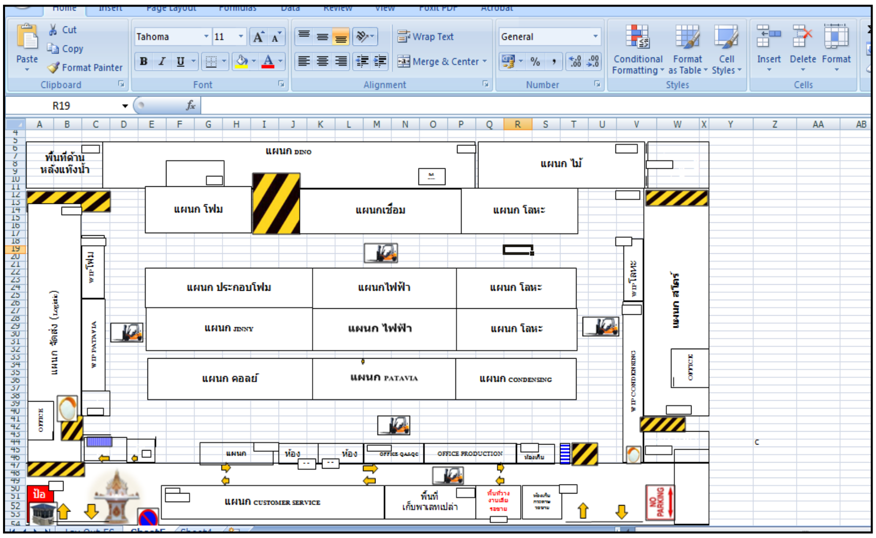
รูปที่ 2 นำข้อมูลที่ได้จากการสำรวจคีย์ลงโปรแกรมสำเร็จรูป

3.3.7 นำข้อมูลข้างต้นมาวิเคราะห์ ลงแผนที่เสียง ตามจุดตรวจวัด

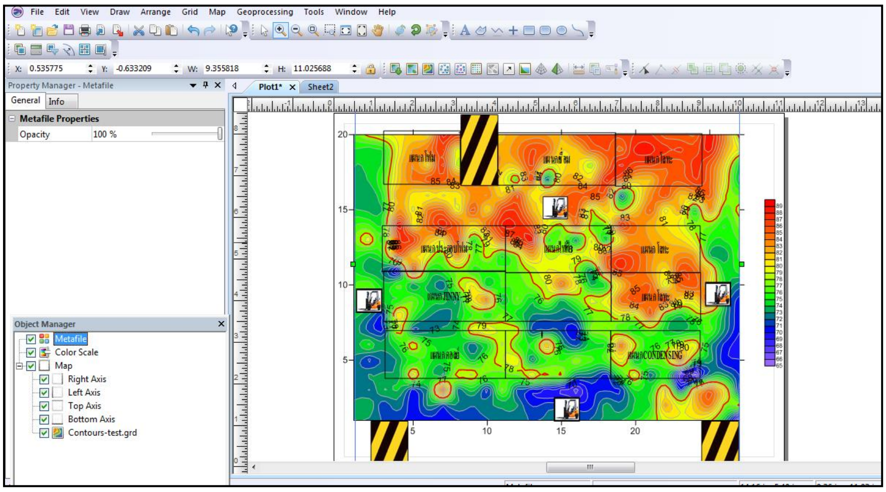


รูปที่ 3 แถบสีแสดงระดับเสียงตามจุดตรวจวัดต่าง

3.3.8 นำแผนผังโรงงาน ใส่ตามแผนที่เสียง



รูปที่ 4 แผนผังโรงงานผลิตตู้แช่เย็น



รูปที่ 5 ใส่แผนผังโรงงานลงในแผนที่เสียงที่ได้คีย์ข้อมูลข้างต้น

4. ผลการวิจัย

4.1 ผลการตรวจวัดระดับเสียงสภาพแวดล้อมในการทำงาน

ผลการศึกษาพบว่า ทางเดินด้านหน้าสายการผลิต ตรวจวัดทั้งหมด 54 จุดมีระดับเสียงเฉลี่ย 72.9 dB(A) ทางเดินด้านข้างสายการผลิตติดกับแผนกโลจิสติกส์ ตรวจวัดทั้งหมด 40 จุด มีระดับเสียงดังเฉลี่ย 75.1 dB(A) ทางเดินด้านข้างสายการผลิตติดกับแผนกสโตร์ ตรวจวัดทั้งหมด 40 จุด มีระดับเสียงดังเฉลี่ย 75.3 dB(A) ทางเดินด้านหลังขบวนการผลิตติดกับแผนกโลหะและโฟมตรวจวัดทั้งหมด 54 จุด มีระดับเสียงดังเฉลี่ย 83.2 dB(A) แผนกคอลย์ ตรวจวัดทั้งหมด 43 จุด มีระดับเสียงดังเฉลี่ย 76.7 dB(A) แผนก PATAVIA ตรวจวัดทั้งหมด 45 จุด มีระดับเสียงดังเฉลี่ย 73.2 dB(A) แผนก CONDENSING ตรวจวัดทั้งหมด 42 จุด มีระดับเสียงดังเฉลี่ย 77.2 dB(A) แผนก JINNY ตรวจวัดทั้งหมด 40 จุด มีระดับเสียงดังเฉลี่ย 75.2 dB(A) แผนกไฟฟ้า ตรวจวัดทั้งหมด 44 จุด มีระดับเสียงดังเฉลี่ย 75.8 dB(A) แผนกโลหะ ตรวจวัดทั้งหมด 45 จุด มีระดับเสียงดังเฉลี่ย 86.5 dB(A) แผนกโฟม ตรวจวัดทั้งหมด 50 จุด มีระดับเสียงดังเฉลี่ย

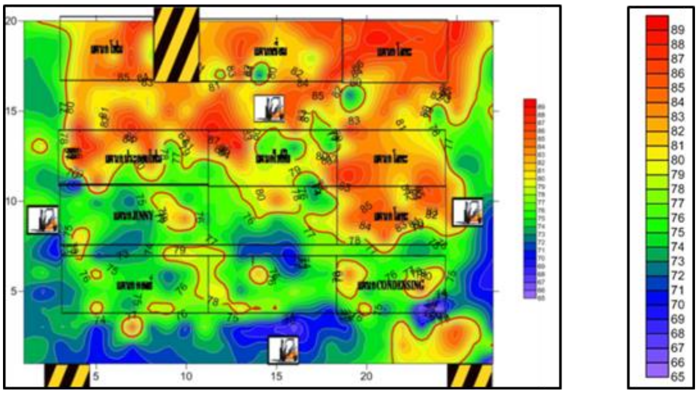
83.4 dB(A) แผนกเชื่อมตรวจวัดทั้งหมด 43 จุด มีระดับเสียงดังเฉลี่ย 84.8 dB(A) และเมื่อนำผลการศึกษามาเปรียบเทียบกับมาตรฐานของประกาศกรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงานด้านความปลอดภัย อาชีวอนามัยและสภาพแวดล้อมในการทำงานเกี่ยวกับความร้อน แสงสว่างและเสียง พ.ศ. 2559 เรื่อง มาตรฐานระดับเสียงที่ยอมให้ลูกจ้างได้รับเฉลี่ยตลอดระยะเวลาการทำงานในแต่ละวัน ที่ได้กำหนดมาตรฐานการรับสัมผัส เสียงดังกรณีทำงาน 8 ชั่วโมงต่อวัน จะต้องได้รับสัมผัสเสียงไม่เกิน 85 dB(A) ซึ่งผลการศึกษา พบว่า ทางเดินด้านหน้าสายการผลิต ไม่ผ่านมาตรฐานทั้งหมด 1 จุด คิดเป็นร้อยละ 1.85 ทางเดินด้านหลังสายผลิตติดกับแผนกโลหะและโฟม ไม่ผ่านมาตรฐานทั้งหมด 6 จุด คิดเป็นร้อยละ 11.11 แผนก CONDENSING ไม่ผ่านมาตรฐานทั้งหมด 1 จุด คิดเป็นร้อยละ 2.38 แผนก JINNY ไม่ผ่านมาตรฐานทั้งหมด 1 จุด คิดเป็นร้อยละ 2.5 แผนกไฟฟ้า ไม่ผ่านมาตรฐานทั้งหมด 4 จุด คิดเป็นร้อยละ 9.09 แผนกโลหะ ไม่ผ่านมาตรฐานทั้งหมด 30 จุด คิดเป็นร้อยละ 66.67 แผนกโฟม ไม่ผ่านมาตรฐานทั้งหมด 23 จุด คิดเป็นร้อยละ 46 แผนกเชื่อม ไม่ผ่านมาตรฐานทั้งหมด 11 จุด คิดเป็นร้อยละ 25.58 ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการตรวจวัดระดับเสียงในสภาพแวดล้อมการทำงานในกระบวนการผลิตโรงงานผลิตตู้แช่เย็น

แผนกงาน	จำนวนจุดที่ตรวจวัด	ค่าเฉลี่ย dB(A)	ต่ำสุด-สูงสุด dB(A)	ผลการตรวจวัด	
				ผ่านมาตรฐาน จุด (ร้อยละ)	ไม่ผ่านมาตรฐาน จุด (ร้อยละ)
ทางเดินด้านหน้าสายการผลิต	54	72.9	66.1 - 87.7	53(98.14)	1(1.85)
ทางเดินด้านข้างสายผลิตติดกับแผนกโลจิสติกส์	40	75.1	68.8 – 84.2	40(100)	0(0.00)
ทางเดินด้านข้างสายผลิตติดกับแผนกสโตร์	40	75.3	66.8 – 84.2	40(100)	0(0.00)
ทางเดินด้านหลังสายผลิตติดกับแผนกโลหะและโฟม	54	83.2	74.0 – 93.4	48(88.89)	6(11.11)
แผนกคอลย์	43	76.7	70.5 – 84.2	43(100)	0(0.00)
แผนก PATAVIA	45	73.2	66.9 – 85.1	45(100)	0(0.00)
แผนก CONDENSING	42	77.2	65.2 – 87.1	41(97.61)	1(2.38)
แผนก JINNY	40	75.2	68.4 – 86.8	39(97.50)	1(2.50)
แผนกไฟฟ้า	44	79.5	70.0 – 88.1	40(90.90)	4(9.09)
แผนกโลหะ	45	86.9	70.4 – 95.1	10(22.22)	35(77.77)
แผนกโฟม	50	81.6	74.3 – 93.1	27(54.00)	23(46)
แผนกเชื่อม	43	83.9	75.9 – 89.3	32(74.41)	11(25.58)
รวม	**540**	**83.8**	**73.2 – 91.7**	**458**	**82**

4.2 การจัดทำแผนที่แนวเส้นเสียง

จากผลการศึกษาระดับเสียงดังในพื้นที่การทำงาน ในกระบวนการของโรงงานผลิตตู้แช่เย็น ได้นำมาจัดทำแผนที่เส้นเสียง โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป สำหรับการทำแผนที่เสียง (SURFER13) ดังนี้



รูปที่ 6 แผนที่แสดงระดับเสียงรบกวนการผลิตของโรงงานผลิตตู้แช่เย็น

4.3.การกำหนดพื้นที่ใส่อุปกรณ์ป้องกัน

ในพื้นที่จุดตรวจวัดเสียงมีระดับเสียงตั้งแต่ 85 dB(A) ต้องจัดให้มีอุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคลเช่น Ear plug หรือ Ear muff และจัดทำโครงการอนุรักษ์การได้ยินได้แก่ แผนกโลหะ แผนกเชื่อม แผนกโฟม แผนกไฟฟ้า และพื้นที่ที่มีระดับเสียงตั้งแต่ 80- 84 dB(A) ควรจัดให้มีมาตรการป้องและเฝ้าระวังต่อไป

5. สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

จากการตรวจวัดระดับเสียงในพื้นที่การทำงานทั้งหมด 8 แผนก และทางเดินรอบกระบวนการผลิตการผลิตทั้ง 4 ด้านพบว่าแผนกโลหะ มีระดับเสียงเกิน มาตรฐานที่กำหนดสูงที่สุด คือ 35 จุด คิดเป็นร้อยละ 77.77 จากผลการศึกษาพบว่า แผนกที่มีระดับเสียงที่เสี่ยงต่อการสูญเสียสมรรถภาพของพนักงาน คือ แผนกโลหะ ซึ่งเป็นสาเหตุหลักที่ส่งผลให้ระดับเสียงในพื้นที่บางจุดของแผนกต่าง ๆ มีเสียงดังเกินมาตรฐานที่กำหนด เนื่องจากเป็นพื้นที่ที่มีเครื่องปั๊มโลหะ ทำให้เกิดเสียงดังเมื่อเครื่องจักรทำงาน อีกทั้งพื้นที่ภายใน อาคารเป็นอาคารแบบปิดทั้งสี่ด้าน จึงส่งผลให้ระดับเสียงในพื้นที่การทำงานสูงเกินมาตรฐานที่กำหนดไว้

6. ข้อเสนอแนะ

จากผลการศึกษาระดับการระดับเสียงและแผนที่เส้นเสียงในกระบวนการผลิตของโรงงานผลิตตู้แช่เย็น พบว่า มีค่าระดับความเสียงเกินมาตรฐานที่กำหนดไว้คิดเป็นร้อยละ 15.18 ดังนั้นเพื่อเป็นการลดความเสี่ยงการเสื่อม สมรรถภาพการได้ยินของพนักงานควรมีมาตรการป้องกัน ควบคุม เพื่อลดระดับเสียงดังให้ลดลง โดยเบื้องต้น คือ การจัดทำโครงการอนุรักษ์การได้ยินในสถานประกอบการ และควรมีการหมุนเวียนช่วงเวลาการทำงานเพื่อ ลดโอกาสในการรับสัมผัสเสียง รวมทั้งควรจัดอุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล คือ Ear plug หรือ Ear muff ให้กับพนักงานที่ต้องทำงานในพื้นที่เสียงดัง และควรมีการตรวจวัดสมรรถภาพการได้ยินของพนักงานอย่างน้อยปีละ 1 ครั้ง เพื่อเป็นการเฝ้าระวังการเสื่อมสมรรถภาพการได้ยินจากการทำงาน

7. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณอาจารย์ที่ปรึกษาที่ให้คำปรึกษาจนงานวิจัยนี้สำเร็จตามเป้าหมาย และขอบคุณบริษัทโรงงานผลิตตู้แช่เย็นที่ให้ความช่วยเหลือในการเก็บข้อมูล และขอขอบคุณ มหาวิทยาลัยเวสเทิร์น ได้สนับสนุนงบประมาณการวิจัยในครั้งนี้

8. เอกสารอ้างอิง

[1] ธันวดี ศรีธาวิรัตน์. ระดับความดังของเสียงจากการจราจรในเขต อ.เมือง จ.พิษณุโลก. (ออนไลน์) ได้จาก: https://tci-thaijo.org/index.php/psru/article/view/17050, 2552.

[2] กระทรวงแรงงาน. แนวปฏิบัติตามกฎกระทรวง กำหนดมาตรฐานในการบริหารและการจัดการด้านความปลอดภัย อาชีวอนามัย และ สภาพแวดล้อมในการทำงานเกี่ยวกับความร้อน แสงสว่าง และเสียง พ.ศ. 2549 การตรวจวัดเสียงดัง. (ออนไลน์) ได้จาก: http://www.oshthai.org/ index, 2559.

[3] สำนักจัดการคุณภาพอากาศและเสียงกรมควบคุมมลพิษ. คู่มือวัดเสียงรบกวน. (ออนไลน์) ได้จาก: http://pcd.go.th/count/airdl.cfm?FileNameGuidelineNoise, 2550.

Journal of Energy and Environment Technology ISSN 2392 - 5701
http://jeet.siamtechu.net Research Article

การบริหารวัสดุคงคลังของอุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์สแตนเลสขนาดเล็ก

INVENTORY MANAGEMENT OF SMALL STAINLESS STEEL PRODUCTS INDUSTRY

จรินทร์ ทรัพย์สิงห์[1*] สุนทร แสงเพ็ชร[2]
Jarin Sapsing[1] Soonthorn Saengpetch[2]

[1, 2] สาขาวิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรม คณะเทคโนโลยีและนวัตกรรม มหาวิทยาลัยกรุงเทพธนบุรี
[1, 2] Faculty of Technology and Innovation, Bangkokthonburi University, Bangkok,

*Corresponding author, E-mail : Jarin.4523@gmail.com

Received : 22 September 2019
Revised : 15 December 2019
Accepted : 2 January 2020

บทคัดย่อ

ในงานวิจัยนี้ นำเสนอการบริหารวัสดุคงคลังของอุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์สแตนเลสขนาดเล็ก จากปัญหาการขาดแคลนวัสดุคงคลังทำให้เกิดความเสียหายแก่องค์กร จึงนำเอาหลักการบริหารวัสดุคงคลังนำมาใช้เพื่อแก้ปัญหา ในการสั่งซื้อวัสดุในจำนวนที่เหมาะสมไม่มากเกินไปและไม่น้อยจนกระทั่งขาดแคลน จากกณีศึกษาตัวอย่าง บริษัท พี เอ็ม คอนเวอร์เยอร์ ซัพพลาย จำกัด เป็นบริษัทผลิตภัณฑ์สแตนเลสขนาดเล็ก เกิดปัญหาด้านการผลิตสินค้า ส่งผลให้เกิดความเสียหายด้านการเงิน และความเชื่อมั่นของลูกค้า ผู้วิจัยได้นำเสนอหลักการ ROP (Re-Order Point) จุดสั่งซื้อ เพื่อนำมาแก้ปัญหาของบริษัทดังกล่าว จะเห็นว่าสามารถลดต้นทุนการผลิต ลดความเสียหาย ดังแสดงให้เห็นในงานวิจัยนี้

คำสำคัญ: จุดสั่งซื้อ, สินค้าคงคลัง

ABSTRACT

In this paper present inventory management of small stainless-steel products industry. From the shortage of inventory is causing damage to the organization. Therefore, are applying the inventory management principles to solve problems. To purchase the right amount of material is not too much and not less until shortage. From the sample study, PM-Converge Supply Company Limited is a small stainless-steel product company. There is a problem in the production of products. Resulting in financial damage and customer is confidence. The researcher proposed the ROP (Re-Order Point) principle of order point to solve the problem of such company. Will see that can reduce production costs reduce damage as shown in this research. The experimental results confirm viability of the proposed control method.

Keywords: Re-Order Point, Inventory

1. บทนำ

ในปัจจุบันผู้ผลิตจำนวนมากกำลังเผชิญปัญหาทางการตลาดและการแข่งขันที่สูงขึ้น เนื่องจากในปัจจุบันเป็นยุคที่มีการเปิดตลาดการค้าเสรีทำให้การโลกในยุคปัจจุบันถูกเรียกว่าโลกไร้พรมแดน บริษัทและองค์กรต่าง ๆที่ต้องการอยู่รอดได้จึงจำเป็นต้องสร้างความได้เปรียบในการแข่งขัน ซึ่งองค์กรทุกองค์กรต้องการที่จะสร้างระดับคุณภาพสินค้าและ

บริการของตนให้เหนือคู่แข่งขัน เพื่อการเผชิญกับความรุนแรงของการแข่งขันในโลกปัจจุบัน ซึ่ง The U.S. Competitiveness [1] กำหนดดัชนีที่ใช้วัดความสามารถด้านการแข่งขันไว้ 4 ตัว คือ I,P,T และ S ซึ่งหมายถึง การลงทุน (Investment) ผลิตภาพ (Productivity) การค้า (Trade) และมาตรฐานความเป็นอยู่ (Standard of Living) ดังนั้นการที่องค์กรจะอยู่รอดได้ในการแข่งขันธุรกิจปัจจุบันจึงจำเป็นต้องเพิ่มขีดความสามารถด้านการแข่งขันทั้ง 4 ด้านอยู่ตลอดเวลา (ในความคิดของผู้วิจัย IPTS ก็คล้ายกับ BSC นั่นเอง) [2,3]

จากที่ได้กล่าวมาข้างต้นจะเห็นได้ว่าการที่จะทำให้องค์กรได้เปรียบในการแข่งขันจำเป็นต้องมีการพัฒนาผลิตภาพ (Productivity) ของการผลิตขององค์กรอยู่ตลอดซึ่งในการพัฒนาผลิตภาพ(Productivity) ของการผลิตมีวิธีการอยู่ 5 วิธี (อ้างถึงวิธีการเพิ่มผลผลิตตามหนังสือ การเพิ่มผลผลิตในอุตสาหกรรมของ วันชัย ริจิรวนิช, 2543) โดยใช้วิธีเปรียบเทียบกันระหว่าง Input (ปัจจัยนำเข้า) กับ Output (ผลได้) คือ [2,3,4]

ตารางที่ 1 ลักษณะปัจจัยการผลิต

ปัจจัยการผลิตด้านเข้า(Input)	ปัจจัยการผลิตด้านออก (Output)
1. Input เท่าเดิม	Output เพิ่ม
2. Input ลดลง	Output เพิ่ม
3. Input เพิ่มน้อยกว่า	Output เพิ่ม
4. Input ลดลง	Output คงที่
5. Input ลดลงมากกว่า	Output ลดลง

ซึ่งปัจจัยนำเข้าหรือปัจจัยการผลิต (Input) นั้นมีหลายประการ เช่น เงิน คน วัตถุดิบ พลังงาน เวลา ฯลฯ ดังนั้นถ้าอ้างอิงถึงหลักการเพิ่มผลผลิตวิธีที่ 4 ตามที่กล่าวมาแล้วนั้น การลดอัตรานำเข้าของ Input ได้โดยที่ยังคงผลได้เท่าเดิมก็จะเป็นการเพิ่มผลผลิตหรือเพิ่มประสิทธิภาพอีกวิธีหนึ่ง และจากที่ได้กล่าวมาข้างต้นในหลักการเพิ่มผลผลิตวิธีที่ 4 คือการลด Input นั้น หากองค์กรใดสามารถลด Input ในเรื่องของต้นทุนที่ใช้ในการผลิตได้ก็จะทำให้องค์กรสามารถเพิ่มผลผลิตได้

2. วัตถุประสงค์

1. เพื่อกำหนดจุดสั่งซื้อ (ROP) ในระบบการบริหารวัสดุคงคลังของ บริษัท พี.เอ็ม.คอนเวเยอร์ซัพพลาย จำกัด

2. เพื่อทดสอบจุดสั่งซื้อ (ROP) โดยใช้แบบจำลองสถานการณ์ว่าวิธีการบริหารสินค้าคงคลังแบบใหม่นั้นทำให้การขาดแคลนของคงคลังลดลงหรือไม่

3. วิธีดำเนินการวิจัย

1. ด้านเนื้อหา เป็นการศึกษาเกี่ยวกับระบบการบริหารและควบคุมปริมาณวัสดุคงคลังและระดับความต้องการสินค้าแต่ละชนิดของตลาดในแต่ละช่วงเวลา

2. ด้านประชากร/กลุ่มตัวอย่าง เป็นการศึกษาระบบการบริหารวัสดุคงคลังของบริษัทตัวอย่างเท่านั้น

3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
   - แบบบันทึกข้อมูลทางสถิติ
   - โปรแกรม QM for Windows
   - โปรแกรม Microsoft Excel
4. การวิเคราะห์ข้อมูล
   - ตัวแบบ ROP

4. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

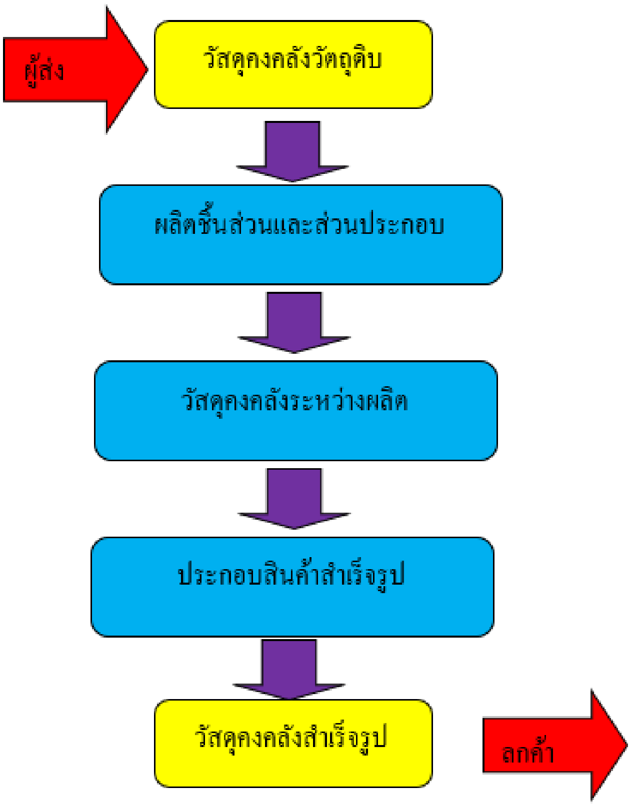
ในการศึกษาวิจัยเรื่องการบริหารวัสดุคงคลังของอุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์สแตนเลสขนาดเล็ก มีทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

4.1 ระบบจุดสั่งซื้อ (Re-order Point System) [4, 5]

ระบบการควบคุมวัสดุคงคลัง ระบบจุดสั่งซื้อหรือระบบการไหลน้ำในอ่าง จะเน้นที่การจัดให้มีการสำรองของเก็บไว้เพื่อรองรับการผลิต รูปที่ 4.1 เป็นแผนภาพแสดงรายละเอียดของกระบวนการควบคุมของคงคลังแบบการไหลของน้ำในอ่างที่ง่ายที่สุด วิธีการไหลของน้ำในอ่างจะดำเนินไปโดยการใช้สารสนเทศที่เกี่ยวข้องกับการดำเนินการผลิตเพียงเล็กน้อยนับตั้งแต่เมื่อลูกค้ามีใบสั่งเข้ามาสู่การผลิตจนกระทั่งถึงส่งมอบสินค้าให้กับลูกค้าเพราะผู้ผลิตอาจจะไม่รู้ถึงความต้องการของลูกค้าว่าจะมีปริมาณเท่าไร และในช่วงเวลาใด ผลิตภัณฑ์แต่ละชนิดจะถูกผลิตเก็บไว้ล่วงหน้าเป็นจำนวนมาก แล้วนำไปเก็บไว้ในคลังสินค้าสำเร็จรูป เมื่อมีการสั่งผลิตภัณฑ์ให้กับลูกค้า คลังสินค้าสำเร็จรูป (อ่างเก็บสินค้าสำเร็จรูป) ก็จะถูกดึงผลิตภัณฑ์ออกไป ผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปแต่ละรายการที่เก็บอยู่ในคลังก็เปรียบเสมือนน้ำในอ่างที่ติดตั้ง ปั๊มน้ำอัตโนมัติ มีการตั้งระดับน้ำสูงสุดที่จะตัดให้ปั๊มหยุดดูดน้ำเข้าอ่าง ละมีระดับน้ำต่ำสุดเพื่อเดินปั๊มให้ดูดน้ำเข้าอ่าง การทำงานของปั๊มน้ำในอ่างก็เปรียบเสมือนการควบคุมระดับสูงสุด ต่ำสุดของของคงคลังในคลังสินค้าสำเร็จรูป เมื่อสินค้าสำเร็จรูปถูกดึงออกไปส่งให้กับลูกค้าจนกระทั่งสินค้าลดลงถึงจุดต่ำสุด ก็จะทำการผลิตสินค้าเพิ่มเติมเข้ามาโดยไปนำชิ้นส่วนและส่วนประกอบย่อยที่ได้ผลิตไว้ล่วงหน้าในคลังของงานระหว่างผลิต มาทำการผลิตเมื่อของคงคลังของงานระหว่างผลิตลดลงถึงจุดต่ำที่กำหนดไว้ก็จะทำการผลิตชิ้นส่วนและชิ้นส่วนประกอบย่อยเหล่านั้นขึ้นมา โดยไปนำเอาวัตถุดิบในคลังเก็บวัตถุดิบ ทำให้วัตถุดิบลดลง เมื่อคลังวัตถุดิบลดลงถึงจุดต่ำสุดที่กำหนดไว้ ก็จะออกใบสั่งให้ผู้ส่งมอบส่งวัตถุดิบเข้ามาเพิ่ม [4, 5,6] ถ้าบริษัทที่ดำเนินการบนพื้นฐานของการผลิตแบบตามสั่งมากกว่าการผลิตเก็บเข้าสต็อก ใบสั่งของลูกค้าจะถูกผลิตส่งย้อนหลังแทนที่อ่างของคลังสินค้าสำเร็จรูป

ระบบสารสนเทศและการสื่อสารในยุคปัจจุบันทำให้แนวคิดของระบบการควบคุมของคงคลังแบบการไหลของน้ำในอ่างที่ได้ใช้กันมาแต่เดิมเป็นเวลานานเป็นระบบที่ล้าสมัย ละไม่มีประสิทธิภาพเพียงพอระดับของคงคลังและเงินลงทุนในของคงคลังสูงเกินไป ซึ่งสมควรจะหาวิธีที่จะจัดระบบสารสนเทศที่มีประสิทธิภาพมากกว่านี้ อย่างไรก็ตามแนวคิดเกี่ยวกับวิธีการไหลของน้ำในอ่างนี้ก็ใช่ว่าจะใช้ไม่ได้ทีเลยเดียว เพียงแต่ต้องพิจารณาเลือกใช้ให้มีความเหมาะสมในปัจจุบันแนวคิดดังกล่าวนี้ หลายบริษัทในประเทศไทยก็ได้นำไปใช้ในการควบคุมของคงคลังของบริษัท

ระบบการไหลของน้ำในอ่าง สามารถจะนำไปประยุกต์ใช้ได้ไม่ว่าจะเป็นการผลิตที่เน้นผลิตภัณฑ์เป็นหลัก หรือการผลิตที่เน้นขบวนการเป็นหลัก ระบบนี้จะใช้ได้ดีและมีประสิทธิภาพก็ต่อเมื่อสารสนเทศเกี่ยวกับลูกค้า (ความต้องการของลูกค้า) ผู้ส่งมอบ และการผลิตมีการผิดพลาดเกิดขึ้นเพียงเล็กน้อย หรือค่อนข้างจะมีความแน่นอนและคงที่ แต่ถ้าอยู่ภายใต้สภาพที่มีความไม่แน่นอน (ตามสภาพความเป็นจริงมักจะเป็นเช่นนั้น) ระบบการไหลของน้ำในอ่าง หรือระบบจุดสั่งซื้อนี้จะเป็นระบบที่นำไปสู่การมีระดับของคงคลังที่มากเกินไปเมื่อเทียบกับระบบอื่นๆ เช่น Just In Time JIT ที่พัฒนาขึ้นภายใต้ปรัชญา แนวคิด และเทคโนโลยีที่ทันสมัยกว่า



รูปที่ 1 แสดงระบบการควบคุมวัสดุคงคลังโดยอาศัยแนวคิดของการไหลของน้ำในอ่าง

กรณีช่วงเวลานำคงที่อัตราการใช้มีความแปรปรวน

ปริมาณวัสดุคงคลังสารองจะจัดเตรียมไว้เพื่อป้องกันความผิดพลาดในช่วงเวลานำเท่านั้นภายใต้ข้อสมมุติที่ว่าช่วงเวลานำคงที่แต่อัตราการใช้มีความแปรปรวนสำหรับอัตราการใช้นี้โดยส่วนมากถ้าเป็นระดับโรงงานความแปรปรวนที่เกิดขึ้นมักจะมีลักษณะการแจกแจงแบบปกติ [4, 5,6]

$$ROP = (d)\ (LT) + \sigma dLT \qquad (1)$$

เมื่อ ROP คือปริมาณวัสดุคงคลังสูงสุดในช่วงเวลานำหรือระดับสั่งซื้อและค่า (d) (LT) คืออัตราการใช้โดยเฉลี่ยในช่วงเวลานำคงที่

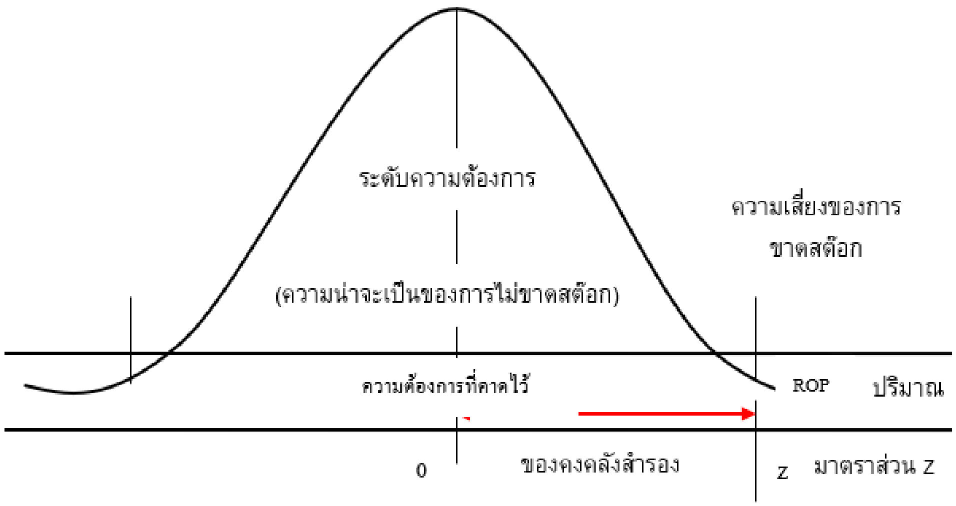
$$Z = \{ROP - (d)\ (LT)\} / \sigma dLT \qquad (2)$$

และปริมาณวัสดุคงคลังสารองสามารถคำนวณได้จากสูตร

$$ROP - (d)\ (LT) = \sigma dLT \qquad (3)$$

หรือ $ss = \sigma dLT$

ภายใต้สถานการณ์ของช่วงเวลานำคงที่แต่อัตราการใช้มีความแปรปรวนจากสมการที่ (1) สามารถเขียนได้ใหม่ดังนี้



รูปที่ 2 แสดงระดับการสั่งซื้อ

เมื่อ ROP = ระดับของการสั่งซื้อ

(d) (LT) = อัตราความต้องการในช่วงเวลานำโดยเฉลี่ย

(d) = อัตราความต้องการโดยเฉลี่ยต่อหน่วยช่วงเวลา

LT = ช่วงเวลานำโดยเฉลี่ย

ss = ปริมาณคงคลังสารอง

5. วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยเรื่องการกำหนดจุดสั่งซื้อ (ROP) ของการจัดซื้อวัตถุดิบสำหรับการผลิตผลิตภัณฑ์สแตนเลสเพื่อแก้ปัญหาการขาดแคลนวัตถุดิบในการผลิต กรณีศึกษา บริษัท พี.เอ็ม.คอนเวเยอร์ ซัพพลาย จำกัด ซึ่งเป็นบริษัทภาคเอกชนที่ประกอบกิจการการผลิตวัสดุ อุปกรณ์ที่ใช้วัตถุดิบประเภทสแตนเลส ซึ่งการวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงดำเนินงาน (Operation Research) เพื่อศึกษาปรับปรุงประสิทธิภาพการทำงานของบริษัทตัวอย่าง ในในการวิจัยครั้งนี้มีขั้นตอนวิธีการดำเนินงานดังต่อไปนี้

5.1 ข้อมูลพื้นฐานของบริษัทตัวอย่าง

5.2 ประชากรกลุ่มตัวอย่างทีใช้ในการศึกษา

5.3 การเก็บรวบรวมข้อมูลบริษัทกลุ่มตัวอย่าง

5.4 สภาพปัญหาของบริษัทตัวอย่าง

5.5 การนำข้อมูลของอะไหล่ที่ขาดแคลนมาวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน

5.6 คำนวณจุดสั่งซื้อ (ROP) ของวัสดุแต่ละชนิด

5.1 ข้อมูลพื้นฐานของบริษัทตัวอย่าง

ข้อมูลทั่วไปของบริษัท

บริษัท พี.เอ็ม.คอนเวนเยอร์ ซัพพลาย จำกัด ตั้งอยู่ที่ 49/9 หมู่ที่ 13 ตำบลไร่ขิง อำเภอสามพราน จังหวัดนครปฐม บริษัทประกอบธุรกิจประเภทจำหน่ายวัสดุ อุปกรณ์เหล็ก สแตนเลสและอื่นๆ รวมทั้งการบริการออกแบบ ผลิตตามแบบพร้อมบริการติดตั้งหลายชนิด เช่น เครื่องครัวต่างๆ โต๊ะทำงาน เป็นต้น ซึ่งบริษัทเปิดดำเนินการมาทั้งหมดแล้วประมาณ 3 ปี

รูปที่ 3 บริษัท พี.เอ็ม.คอนเวนเยอร์ ซัพพลาย จำกัด
ตั้งอยู่ที่ 49/9 หมู่ที่ 13 ตำบลไร่ขิง อำเภอสามพราน จังหวัดนครปฐม

5.2 ประชากรกลุ่มตัวอย่างทีใช้ในการศึกษา

ประชากร คือ วัสดุคงคลังในบริษัทตัวอย่าง โดยจะทำการเก็บข้อมูลย้อนหลังเป็นเวลา 48 สัปดาห์

5.3 การเก็บรวบรวมข้อมูลบริษัทกลุ่มตัวอย่าง

ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ จะใช้ข้อมูลจาก แหล่งข้อมูลปฐมภูมิ และแหล่งข้อมูลทุติยภูมิ โดยมีรายละเอียด ดังนี้

1. ข้อมูลปฐมภูมิ (Primary Data) เป็นข้อมูลการปฏิบัติงานที่ได้จากการสัมภาษณ์ (Interview Method) ผู้บริหารและผู้ปฏิบัติงานในคลังวัสดุของบริษัทเพื่อให้ทราบถึงขั้นตอน และขบวนการในการปฏิบัติงาน

2. ข้อมูลทุติยภูมิ (Secondary Data) เป็นข้อมูลที่ได้จากการเก็บรวบรวมข้อมูลจากคลังวัสดุของบริษัทที่ได้รวบรวมไว้แล้ว

5.4 สภาพปัญหาของบริษัทตัวอย่าง

บริษัทตัวอย่างเป็นบริษัทที่ดำเนินงานจำหน่ายวัสดุ อุปกรณ์ สแตนเลส และอื่นๆ รวมทั้งการบริการออกแบบผลิตตามแบบพร้อมบริการติดตั้งหลายชนิด แต่ในการดำเนินงานของบริษัทในช่วงที่ผ่านมาได้ประสบกับปัญหาการขาดแคลนวัสดุบางรายการ ทำให้การผลิต ผลิตภัณฑ์มีปัญหาต้องหยุดชะงัก ทำให้บริษัทประสบกับปัญหาในการดำเนินงาน ซึ่งจากการศึกษาพบว่าในรอบ 48 สัปดาห์มีประเภทวัสดุที่มักจะขาดแคลนอยู่ 12 ชนิด ดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 2 แสดงจำนวนครั้งของการขาดแคลนวัสดุของบริษัท

รหัสของวัตถุดิบ	จำนวนครั้งที่ขาด	รหัสของวัตถุดิบ	จำนวนครั้งที่ขาด
A-11	12	A-17	11
A-12	13	A-18	19
A-13	17	A-19	13
A-14	9	A-20	14
A-15	15	A-21	8
A-16	11	A-22	10

5.5 การนำข้อมูลของอะไหล่ที่ขาดแคลนมาวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน

ตารางที่ 3 แสดงอัตราความต้องการวัสดุชนิด A-11 (สแตนเลสชนิดแผ่นหนา 1 mm)

สัปดาห์ที่	จำนวนความต้องการ (ชิ้น)	สัปดาห์ที่	จำนวนความต้องการ (ชิ้น)	สัปดาห์ที่	จำนวนความต้องการ (ชิ้น)
1	50	17	50	33	45
2	65	18	55	34	40
3	45	19	65	35	80
4	50	20	75	36	45
5	55	21	65	37	50
6	40	22	50	38	65
7	65	23	65	39	45
8	45	24	70	40	45
9	50	25	45	41	40
10	60	26	40	42	55
11	70	27	55	43	80
12	55	28	65	44	40
13	50	29	50	45	50
14	65	30	45	46	55
15	70	31	50	47	45
16	40	32	65	48	55

ตารางที่ 4 แสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลอัตราความต้องการวัสดุชนิด A-11 (สแตนเลสชนิดแผ่นหนา 1mm)

ค่าเฉลี่ย	54.37	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของประชากร	11.30
ค่ามัธยฐาน	50	ค่าความแปรปรวนของประชากร	127.73
ค่าฐานนิยม	50	ค่าพิสัย	50

การกำหนดจุดสั่งซื้อ (ROP) ของวัสดุแต่ละชนิด

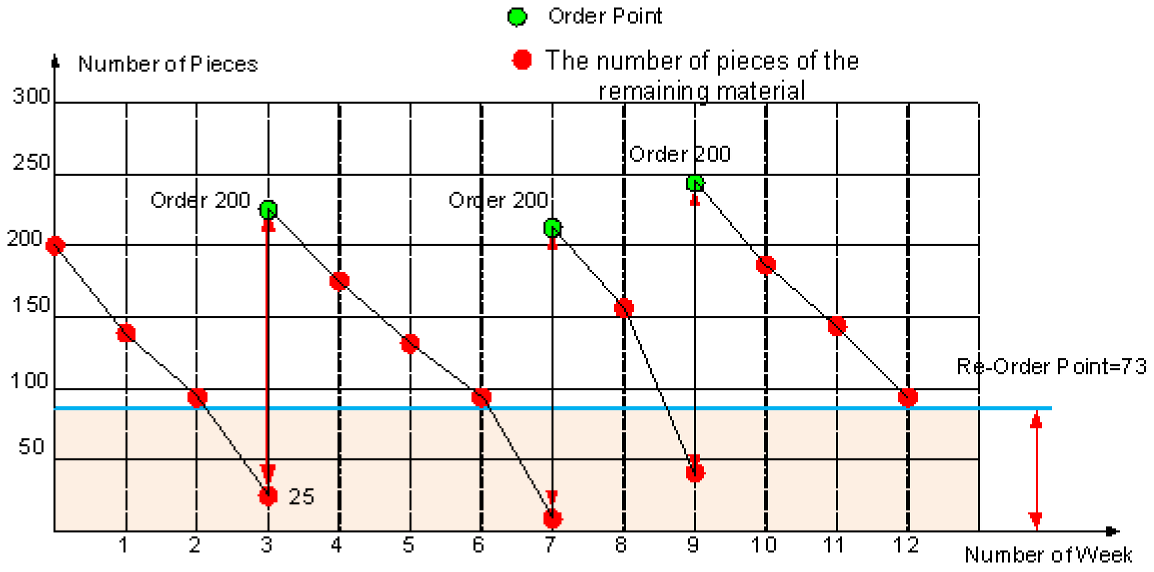
ตารางที่ 5.3 จุดสั่งซื้อ (ROP) ขอวัสดุรหัสA-11 (สแตนเลสชนิดแผ่นหนา 1mm)

ค่าเฉลี่ยของอัตราความต้องการวัสดุ	54.37
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	11.30
ระดับการบริการ %	95
จุดสั่งซื้อ (ROP)	73

จำลองสถานการณ์วัสดุ รหัส A-11 (สแตนเลสชนิดแผ่นหนา 1mm)

ทำการทดสอบโดยการจำลองสถานการณ์จะได้

สัปดาห์	สินค้าต้นงวด	ตัวเลขสุ่ม	ความต้องการ	สินค้าปลายงวด	สั่งสินค้า
1	200	0.69	60	140	
2	140	0.34	50	90	
3	90	0.77	65	25	200
4	225	0.42	50	175	
5	175	0.18	45	130	
6	130	0.59	55	75	
7	75	0.91	70	5	200
8	205	0.39	50	155	
9	155	0.92	70	45	200
10	245	0.37	50	195	
11	195	0.34	50	145	
12	145	0.68	60	85	



รูปที่ 4 การแสดงผลจากสถานการณ์จำลอง

จากกณีศึกษาตัวอย่าง บริษัท พี เอ็ม คอนเวอร์เยอร์ ซัพพลาย จำกัด เป็นบริษัทผลิตภัณฑ์สแตนเลสขนาดเล็ก ทำการเก็บข้อมูล ทั้งหมด 48 สัปดาห์ วัสดุแผ่นสแตนเลสหนา 1mm รหัส A11 จากการจำลองสถานการณ์จะพบว่าไม่มีการขาดแคลนวัสดุที่จะทำการผลิตและส่งให้ลูกค้าเลย จากการที่ก่อนหน้านี้ไม่ใช้ระบบจุดสั่งซื้อนี้ มีการขาดแคลนวัสดุรหัส A-11 ถึง 12 ครั้ง จึงถือได้ว่าจุดสั่งซื้อที่นำมาใช้นี้ใช้ได้อย่างเหมาะสมแล้ว

6. สรุปผลวิจัย

ในงานวิจัยนี้ ผู้นำเสนอการบริหารวัสดุคงคลังของอุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์สแตนเลสขนาดเล็ก จากปัญหาการขาดแคลนวัสดุคงคลังทำให้เกิดความเสียหายแก่องค์กร จึงนำเอาหลักการบริหารวัสดุคงคลังนำมาใช้เพื่อแก้ปัญหา ในการสั่งซื้อวัสดุในจำนวนที่เหมาะสมไม่มากเกินไปและไม่น้อยจนกระทั่งขาดแคลน จากกรณีศึกษาตัวอย่าง บริษัท พี เอ็ม คอนเวอร์เยอร์ ซัพพลาย จำกัด เป็นบริษัทผลิตภัณฑ์สแตนเลสขนาดเล็ก ผู้วิจัยทำการเก็บตัวอย่างสแตนเลสชนิดแผ่นหนา 1mm ทั้งหมด 48 สัปดาห์ ขาดแคลนวัสดุ รหัส A-11 ถึง 12 ครั้ง แต่เมื่อทำการวิจัยโดยใช้หลักการ Re-Order Point อีกทั้งทำการทดสอบโดยสถานการณ์จำลองจึงถือได้ว่าจุดสั่งซื้อที่นำมาใช้นี้ใช้ได้อย่างเหมาะสมและสมารถแก้ปัญหาให้กับบริษัทไม่ให้เกิดการสูญเสียผลประโยชน์อันควรจะได้รับ อีกทั้งยังรักษาระดับความเชื่อมั่นของลูกค้าที่มีต่อบริษัท ดังแสดงผลได้จากงานวิจัย

7. กิตติกรรมประกาศ

ขอบพระคุณ บริษัท พี เอ็ม คอนเวอร์เยอร์ ซัพพลาย จำกัด ที่ให้ผู้วิจัยเก็บข้อมูล

8. เอกสารอ้างอิง

[1] พิชิต สุขเจริญพงษ์. การจัดการวิศวกรรมการผลิตพิมพ์ครั้งที่ 2 .กรุงเทพ:ซีเอ็ดยูเคชั่น, 26547.

[2] พิภพลลิตาภรณ์. การบริหารของคงคลัง ระบบ MRP และ ROP รับพิมพ์ครั้งที่ 5 . กรุงเทพ ฯ : สมาคม ส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น), สำนักพิมพ์ ส.ส.ท., 2546.

[3] ชัยยนต์ ชิโนกุล, การจัดการโซ่อุปทานและลอจิสติกส์ พิมพ์ครั้งที่1. มหาวิทยาลัยศรีปทุม, 2547.

[4] ชนินทร์ คุณรักษา. ระบบพัสดุคงคลังสำหรับอะไหล่ซ่อมบำรุง: กรณีศึกษาโรงงานผลิตปูนซีเมนต์แห่งหนึ่ง วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต. วิศวกรรมศาสตร์ สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ, 2541.

[5] สุขสันติ์ เหล่ารักกิจการ. การควบคุมพัสดุชิ้นส่วนคงคลังจากผู้ผลิตชิ้นส่วน. วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต. วิศวกรรมศาสตร์ สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ, 2542.

[6] PisalYenradee, AnularkPinnol and AmnajCharoenthevornying. “Demand Forecasting and Production Planning for High Seasonal Demand Situations : Case Study of Pressure Container Factory.” Science Asia 27, 2001, pp. 271-278.

อิทธิพลของอุณหภูมิอบที่มีผลต่อแรงดึงกลับสปริงโลหะผสมจำรูปนิกเกิล-ไทเทเนียมเพื่อประยุกต์ใช้เป็นแอคชูเอเตอร์ของเครื่องจักรกลความร้อน

INFLUENCE OF HEAT TREATMENT TEMPERATURE ON RECOVERY FORCE SPRING USED FOR ACTUATOR OF HEAT ENGINE

Received: 15-12-2019
Revised: 7-1-2020
Accepted: 21-1-2020

ชวภณ ธนวัชณรงค์[1] อนรรฆ ขันธะชวนะ[2] และ อภินันท์ ภูเก้าล้วน[1*]

Chawapon Thanarwathnarrong[1] Anak Khantachawana[2] and Aphinan Phukaoluan[1*]

[1] สาขาวิชาการจัดการพลังงานและสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี วิทยาลัยเทคโนโลยีสยาม
[2] ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
หลักสูตรวิศวกรรมชีวภาพ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

***Corresponding author:** aphinanp@siamtechno.ac.th

ABSTRACT

It is well known that if you would like to use shape memory alloy and apply to actuator, heat treatment must be required in order to activate shape memory alloy effect. The heat treatment has a direct effect on the mechanical properties of the shape memory alloy. This research therefore studied the influence of heat treatment temperature of nickel-titanium alloy spring. The wire with diameter 0.7 mm. was formed to be a spring at index 6.71 and heat treatment at 350, 400 and 450°C. After that, phase transformation temperature of the spring specimens was evaluated by differential scanning calorimeter (DSC) technique. Also, spring tension tests at 25 and 65°C were used to compare the influence of the heat treatment temperature. From the experiment, it is found that the most suitable spring to be applied for actuator of heat engine is the spring with maximum recovery force spring at 6.522 N by heat treatment at 350°C.

Keyword: Heat engine, Heat treatment, NiTi shape memory alloy, Actuator

บทคัดย่อ

เป็นที่ทราบกันดีว่าหากต้องการนำโลหะผสมจำรูปมาประยุกต์ใช้เป็นแอคชูเอเตอร์ จำเป็นต้องผ่านกรรมวิธีทางความร้อนเพื่อให้สามารถจำรูปตามที่ต้องการได้ กรรมวิธีทางความร้อนมีผลกระทบโดยตรงต่อสมบัติเชิงกลของโลหะผสมจำรูป งานวิจัยนี้จึงได้ศึกษาอิทธิพลของอุณหภูมิอบของสปริงโลหะผสมจำรูปนิกเกิล-ไทเทเนียม โดยใช้ลวดที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.7 mm มาขึ้นรูปสปริงโดยกำหนดค่าดัชนีของสปริงเท่ากับ 6.71 และอบที่อุณหภูมิ 350, 400 และ 450°C จากนั้นทดสอบอุณหภูมิเปลี่ยนเฟสด้วยเทคนิค Differential Scanning Calorimetry (DSC) และทดสอบแรงดึงสปริงที่อุณหภูมิ 25°C และ 65°C เพื่อนำมาเปรียบเทียบอิทธิพลของอุณหภูมิการอบ จากการทดลองพบว่าสปริงที่มีความเหมาะสมที่สุดสำหรับนำไปประยุกต์ใช้เป็นแอคชูเอเตอร์ของเครื่องจักรกลความร้อน คือ สปริงที่มีแรงดึงกลับสปริงสูงสุดอยู่ที่ 6.522 N เมื่อผ่านอบสปริงที่อุณหภูมิ 350°C

คำสำคัญ: เครื่องจักรกลความร้อน, กรรมวิธีทางความร้อน, โลหะผสมจำรูปนิกเกิล-ไทเทเนียม, แอคชูเอเตอร์

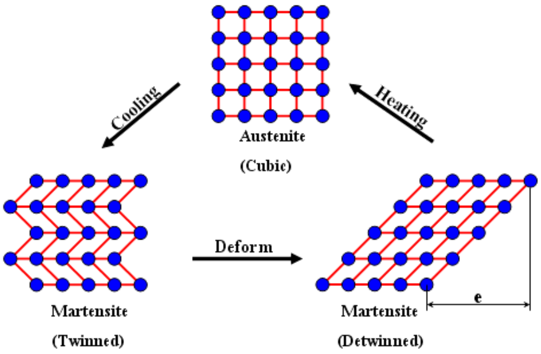
http://jeet.siamtechu.net

1. บทนำ

ในกระบวนการผลิตของโรงงานอุตสาหกรรมหลายประเภทโดยส่วนใหญ่จะมีความต้องการใช้พลังงานความร้อนในกระบวนการผลิตเพื่อการแปรรูปสินค้า มีการใช้พลังงานความร้อนที่หลากหลายรูปแบบ โดยมีแหล่งกำเนิดความร้อนมาจากเชื้อเพลิงแข็ง เชื้อเพลิงเหลวและเชื้อเพลิงก๊าซ เพื่อผลิตความร้อนในรูปของลมร้อน น้ำร้อน ไอน้ำ เป็นต้น โดยความร้อนเหล่านี้เมื่อถูกใช้ในกระบวนการผลิตแล้วก็จะมีความร้อนที่เหลือทิ้งจากกระบวนการ ซึ่งจะมีอุณหภูมิที่ลดต่ำลง การสูญเสียพลังงานความร้อนโดยเปล่าประโยชน์ดังกล่าวสูงถึง 60% โดย 90% ของความร้อนนั้นมีอุณหภูมิต่ำกว่า 200 องศาเซลเซียส [1] แม้กระทั่งความร้อนใต้พิภพก็ยังเป็นแหล่งความร้อนที่อุณหภูมิต่ำ จากข้อมูลพบว่าอุณหภูมิของน้ำพุร้อนบริเวณภาคเหนืออยู่ที่ 34-100°C ภาคกลางอยู่ที่ 38-56°C และภาคใต้อยู่ที่ 41-80°C [2] จะเห็นได้ว่าพลังงานความร้อนใต้พิภพและพลังงานความร้อนที่สูญเสียในอุตสาหกรรมเป็นพลังงานที่เสียเปล่า ดังนั้นหากมีการคิดค้นสร้างนวัตกรรมใหม่ๆ ด้านการเก็บเกี่ยวพลังงานจากความร้อน เครื่องจักรกลความร้อนจากโลหะผสมจำรูปเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่สามารถเปลี่ยนพลังงานความร้อนเป็นพลังงานกลและเปลี่ยนเป็นพลังงานไฟฟ้าได้

เครื่องจักรกลความร้อนจากโลหะผสมนิกเกิล-ไทเทเนียม มีหลายชนิด แต่ละชนิดก็มีประสิทธิภาพที่แตกต่างกัน [3] แต่มีเพียง 3 ชนิดที่นิยมสร้างเพื่อการใช้งานจริง เนื่องจากให้ความสามารถในการผลิตไฟฟ้าต่อหน่วยมวลของวัสดุ (ความหนาแน่นพลังงาน, Power Density) สูง คือ เครื่องจักรกลความร้อนออฟเซ็ทแครงค์ (2.35 W/g) เครื่องจักรกลความร้อนทวินแครงค์ (1.08 W/g) และเครื่องจักรกลความร้อนพูเล (1.08 W/g) [4]

ในการออกแบบเครื่องจักรกลความร้อนจากโลหะผสมนิกเกิล-ไทเทเนียม ให้มีประสิทธิภาพสูงนั้นมีตัวแปรสำคัญ คือ แอคชูเอเตอร์ ซึ่งแอคชูเอเตอร์ คือ ต้นกำเนิดแรงที่สามารถเปลี่ยนพลังงานความร้อนเป็นพลังงานกล โดยทั่วไปจะให้ผลออกมาในรูปของแรงและระยะทาง แอคชูเอเตอร์ที่ทำมาจากโลหะผสมนิกเกิล-ไทเทเนียม นั้นเป็นแอคชูเอเตอร์ทางความร้อนชนิดหนึ่ง โดยใช้ประโยชน์จากสมบัติการจำรูป (Shape memory effect) เพื่อกระตุ้นให้เกิดการเคลื่อนที่และแรง โดยใช้แอคชูเอเตอร์โลหะผสมนิกเกิล-ไทเทเนียมที่มีสมบัติแบบ Two-way ซึ่งมีความสามารถในการเคลื่อนที่ไป-กลับได้จากการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิเพิ่มขึ้นหรือลดลง โลหะผสมนิกเกิล-ไทเทเนียมสามารถเปลี่ยนแปลงความเครียดได้สูง 8-10% [5] โลหะนิกเกิล-ไทเทเนียมถูกค้นพบมาเป็นเวลานานกว่า 50 ปี [6] และได้รับการพัฒนาต่อมาโดยกองทัพสหรัฐอเมริกาเพื่อใช้ในกิจการอวกาศแห่งชาติอเมริกา (NASA) โดยใช้ชื่อว่า นิทินอล (Nitinol) อันเป็นชื่อที่ประกอบด้วยคำว่า Ni มาจากนิกเกิล Ti มาจากไทเทเนียม และ nol มาจาก Naval Ordnance Laboratory ซึ่งหมายถึงห้องทดลองสรรพาวุธทหารเรือ [7] สมบัติการจำรูป มีความเกี่ยวข้องกับ Thermoelastic Martensite Transformation ซึ่งการจัดเรียงตัวของโครงสร้างผลึกจะเป็นแบบทวิน (Twins) กลไกการจำรูปสามารถอธิบายได้โดยเริ่มจากเฟสออสเทนไนต์ถูกลดอุณหภูมิจนทำให้มีการจัดเรียงตัวเองของ Variant เป็นเฟสมาร์เทนไซต์ เมื่อมีแรงภายนอกมากระทำ จะส่งผลให้ขอบเขตแบบทวินมีการเปลี่ยนแปลงไปในทิศทางเดียวกัน ทำให้รูปร่างของวัสดุเปลี่ยนแปลงโดยโครงสร้างภายในยังเป็นมาร์เทนไซต์อยู่ แต่เมื่อให้ความร้อนจนกระทั่งกลายเป็นเฟสออสเทนไนต์ วัสดุจะกลับมาเป็นรูปร่างเดิม ถ้าลดอุณหภูมิวัสดุก็จะกลายเป็นเฟสมาร์เทนไซต์ตามเดิมโดยไม่มีการเปลี่ยนแปลงรูปร่างภายนอก (เปลี่ยนเฉพาะโครงสร้างภายใน) การจัดเรียงตัวใหม่ของอะตอมในโครงสร้างผลึกแสดงดังรูปที่ 1 อย่างไรก็ตามถ้ามีความเครียดมากเกินไปก็จะเกิดการเปลี่ยนรูปแบบเลื่อนไถล (Slip Deformation) ซึ่งเป็นตัวยับยั้งกระบวนการย้อนกลับและเป็นผลให้เกิดการจำรูปที่ไม่สมบูรณ์



รูปที่ 1 การเปลี่ยนแปลงโครงสร้างในโลหะผสมจำรูปนิกเกิล-ไทเทเนียม [8]

โดยทั่วไปลวดโลหะผสมจำรูปนิกเกิล-ไทเทเนียมที่ได้จากการผลิตนั้น มักผ่านกระบวนการรีดขึ้นรูปเย็น ทำให้เกิด Work-hardens ในโครงสร้างภายในของวัสดุ ผลกระทบดังกล่าวส่งผลให้วัสดุไม่มีการเปลี่ยนเฟสเกิดขึ้นภายในโครงสร้าง กลไกของการจำรูปจึงไม่เกิด กรรมวิธีทางความร้อนเป็นการปรับปรุงสมบัติการจำรูปให้เกิดขึ้นอีกครั้ง ปรกติอุณหภูมิที่ใช้เป็นเกณฑ์ในกรรมวิธีทางความร้อน คือ อุณภูมิการเกิดผลึกใหม่ (Recrystallization) หากใช้อุณหภูมิอบสูงกว่าอุณภูมิการเกิดผลึกใหม่ส่งผลให้กลไกการจำรูปเกิดขึ้นได้ง่าย แต่จะส่งผลให้แรงจากการจำรูปลดลงอย่างมีนัยสำคัญ [9] การใช้อุณหภูมิอบต่ำกว่าอุณภูมิการเกิดผลึกใหม่จะส่งผลให้กลไกการจำรูปเกิดขึ้นได้เช่นเดียวกัน แต่จะส่งผลให้แรงจากการจำรูปมากกว่าอุณหภูมิอบที่สูงกว่าอุณภูมิการเกิดผลึกใหม่ อุณภูมิการเกิดผลึกใหม่ของโลหะผสมจำรูปนิกเกิล-ไทเทเนียม อยู่ที่ 520°C [10]

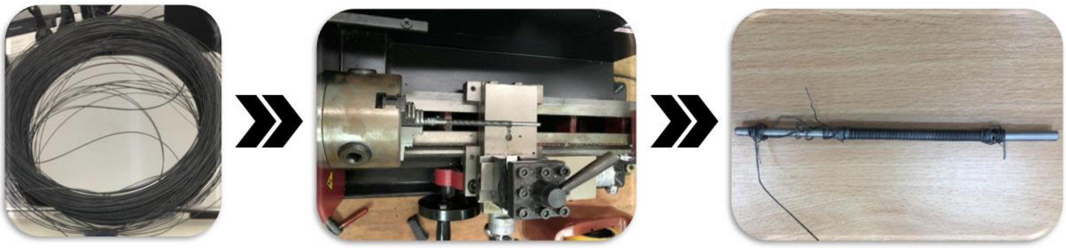
ผู้วิจัยได้เห็นถึงความสำคัญของกรรมวิธีทางความร้อน โดยศึกษาอุณหภูมิในการอบที่มีผลต่อแรงดึงกลับสปริง เพื่อหาอุณหภูมิที่เหมาะสมในการเลือกโลหะผสมนิกเกิล-ไทเทเนียม สำหรับประยุกต์ใช้เป็นแอคชูเอเตอร์ของเครื่องจักรกลความร้อนที่สามารถทำงานได้ในช่วงอุณหภูมิ 50-80°C

2. วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

เพื่อศึกษาอิทธิพลของอุณหภูมิอบที่มีผลต่อแรงดึงกลับสปริงโลหะผสมนิกเกิล-ไทเทเนียม เพื่อประยุกต์ใช้เป็นแอคชูเอเตอร์ของเครื่องจักรกลความร้อน

3. วิธีการดำเนินงานวิจัย

ลวดโลหะผสมนิกเกิล-ไทเทเนียม (NT-H8 As Drawn, Furukawa Electric Co., Ltd.) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.7 mm พันรอบแกนเหล็กกล้าไร้สนิมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 4 mm โดยกำหนดค่าดัชนีสปริงเท่ากับ 6.71 เพื่อสร้างสปริงความยาว 60 mm ดังแสดงในรูปที่ 2



รูปที่ 2 การสร้างสปริงจากลวดโลหะผสมจำรูปนิกเกิล-ไทเทเนียม

นำแท่งเหล็กที่พันลวดผ่านกรรมวิธีทางความร้อนเพื่ออบจำรูปสปริง โดยใช้เตาอบยี่ห้อ CHAVACHOTE รุ่น L9/12PS ที่อุณหภูมิ 350, 400 และ 450°C เป็นระยะเวลา 30 min ในบรรยากาศอาร์กอน แล้วนำมาชุบลงในน้ำเย็น จากนั้นทำความสะอาดสปริงโลหะผสมนิกเกิล-ไทเทเนียม ด้วยการกัดกรดที่มีส่วนผสมของ กรดไฮโดรฟลูออริก กรดไนตริกและน้ำในสัดส่วน $HF:HNO_3:H_2O$, 1:4:5 ประมาณ 1 min

การทดสอบหาอุณหภูมิเปลี่ยนเฟสของโลหะด้วยเทคนิค Differential Scanning Calorimeter (DSC) ยี่ห้อ METTLER TOLEDO รุ่น DSC-1 เพื่อตรวจสอบอุณหภูมิการเปลี่ยนเฟสที่ทำให้สปริงสามารถยืด-หดได้ โดยเงื่อนไขในการทดสอบจะทำที่ช่วงอุณหภูมิ 0-120°C และอัตราการเพิ่ม/ลดอุณหภูมิ 20°C/min ชิ้นงานที่นำมาทดสอบผ่านกรรมวิธีทางความร้อนที่อุณหภูมิ 350, 400 และ 450°C มีน้ำหนัก 24.27 mg, 24.28 mg และ 25.08 mg ตามลำดับ และเปรียบเทียบกับลวดที่ผลิตจากโรงงาน

การทดสอบแรงดึงกลับของสปริงโลหะผสมนิกเกิล-ไทเทเนียม นำสปริงมาติดตั้งกับตัวจับยึด โดยกำหนดระยะความยาวสปริงเท่ากับ 35 mm จากนั้นติดตั้งเข้ากับเครื่องทดสอบแรงดึง Mecmesin รุ่น MultiTest 2.5-i ใช้โหลดเซลล์ขนาด 25 N ความเร็วในการดึง 5 mm/min ระยะในการยืดสปริง 70 mm ภายใต้น้ำที่มีอุณหภูมิ 25°C และ 65°C โดยใช้กล้องอินฟาเรดวัดอุณหภูมิ ดังแสดงในรูปที่ 3

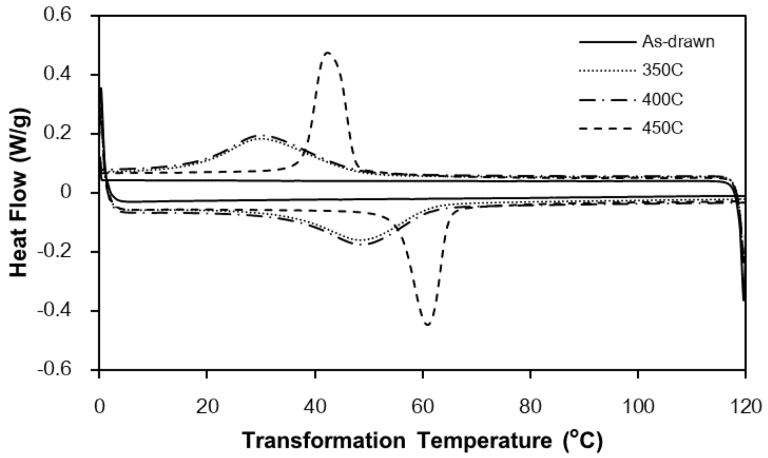
รูปที่ 3 การทดสอบแรงดึงกลับของสปริงโลหะผสมนิกเกิล-ไทเทเนียม

4. ผลการวิจัยและการวิเคราะห์ผล

4.1 การทดสอบหาอุณหภูมิเปลี่ยนเฟสของโลหะผสมนิกเกิล-ไทเทเนียม

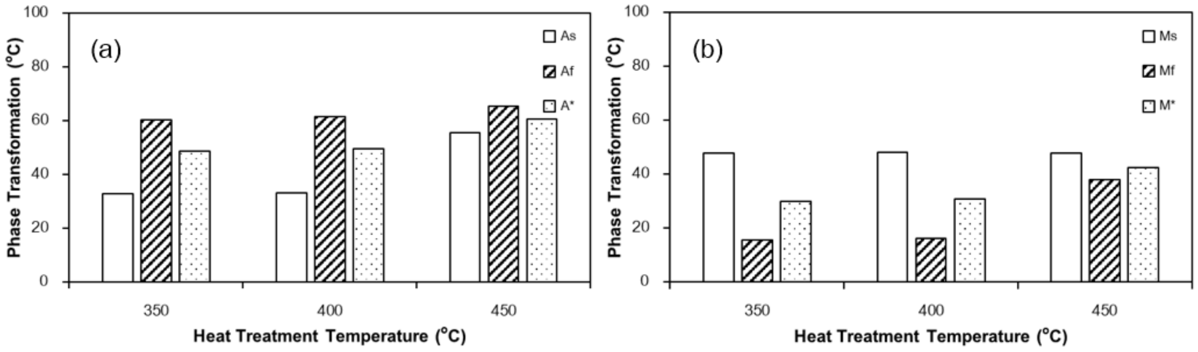
การเปลี่ยนเฟสเป็นการแสดงว่าโลหะผสมนิกเกิล-ไทเทเนียม มีสมบัติเป็นอย่างไรที่อุณหภูมิเท่าไหร่ กล่าวคือ โลหะผสมนิกเกิล-ไทเทเนียม มีการกลับคืนรูปได้โดยการเปลี่ยนเฟส โดยทั่วไปโลหะผสมนิกเกิล-ไทเทเนียม มีการเปลี่ยนเฟส 2 เฟส คือ มาร์เทนไซต์เป็นเฟสที่อุณหภูมิต่ำและออสเทนไนต์เป็นเฟสที่อุณหภูมิสูง จากรูปที่ 4 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Heat Flow กับอุณหภูมิเปลี่ยนเฟสของสปริงที่ผ่านกรรมวิธีทางความร้อนจากเทคนิค DSC พบว่าโลหะผสมนิกเกิล-ไทเทเนียม ที่ผ่านกรรมวิธีทางความร้อนที่ 350, 400 และ 450°C มีการเปลี่ยนเฟสจากเฟสออสเทนไนต์ (A) เป็นเฟสมาร์เทนไซต์ (M) โดยสังเกตได้จาก Peak ของเส้นกราฟที่เปลี่ยนแปลง ทำให้สามารถทราบพฤติกรรมของการเปลี่ยนเฟสต่างๆ ที่เกิดขึ้นภายในโครงสร้างของวัสดุ จากรูปที่ 4 (ในส่วนของ As-drawn) แสดงให้เห็นว่าลวดที่

ได้จากการผลิตในโรงงานผ่านกระบวนการดึงผ่านดายน์หรือรีดเย็นมา ทำให้โครงสร้างภายในเกิดความเค้นของดิสโลเคชันจำนวนมาก ส่งผลให้เกิดการขัดขวางกลไกการเปลี่ยนเฟส จึงไม่มีการเปลี่ยนแปลง Peak ให้เห็น [10-12] เมื่อผ่านกรรมวิธีทางความร้อนที่อุณหภูมิ 350 และ 400°C ซึ่งเป็นอุณหภูมิในช่วง Recovery ทำให้ความเค้นที่มีอยู่ในโลหะผสมนิกเกิล-ไทเทเนียมลดลงบางส่วน ส่งผลให้เริ่มเกิด Peak ให้เห็น ในขณะที่เมื่อผ่านกรรมวิธีทางความร้อนที่อุณหภูมิ 450°C (เป็นอุณหภูมิใกล้เคียงการเกิดผลึกใหม่) ความเค้นภายในลดลงอย่างมาก ส่งผลให้กลไกการเปลี่ยนเฟสเกิดขึ้นได้ง่าย Peak จึงเกิดขึ้นชัดเจน



รูปที่ 4 เปรียบเทียบกราฟ DSC ผ่านกรรมวิธีทางความร้อนที่อุณหภูมิ 350, 400 และ 450°C

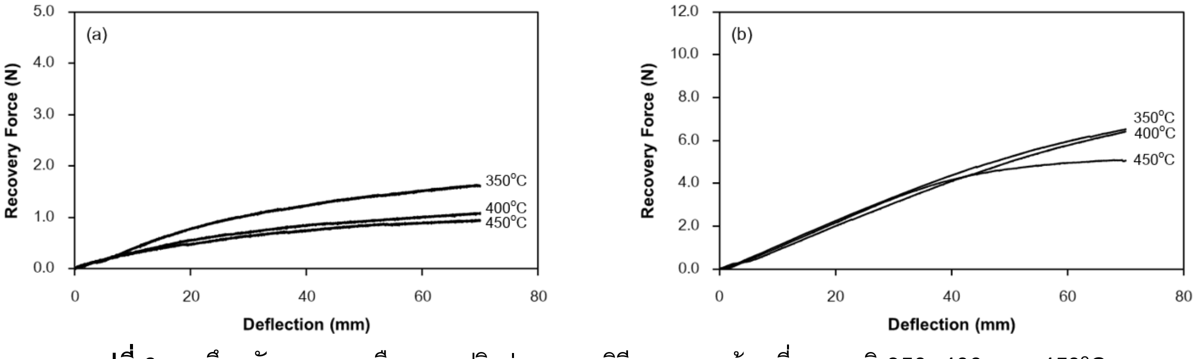
จากรูปที่ 4 สามารถหาค่าอุณหภูมิเปลี่ยนเฟสออสเทนไนต์และมาร์เทนไซต์ที่ตำแหน่งต่าง ๆ โดยวิธีการ Tangent Method ดังแสดงดังรูปที่ 5 สังเกตได้ว่าอุณหภูมิเปลี่ยนเฟสระหว่างออสเทนไนต์กับเฟสมาร์เทนไซต์จะลดลงเมื่อผ่านกรรมวิธีทางความร้อนที่อุณหภูมิลดลง โดยอุณหภูมิเปลี่ยนเฟสแต่ละช่วงสามารถอธิบายได้ดังนี้ จากอุณหภูมิเปลี่ยนเฟสออสเทนไนต์สิ้นสุด (A_f) เป็นอุณหภูมิเปลี่ยนเฟสมาร์เทนไซต์เริ่มต้น (M_s) จากนั้นเปลี่ยนเป็นอุณหภูมิเปลี่ยนเฟสมาร์เทนไซต์สิ้นสุด (M_f) และเปลี่ยนกลับเป็นอุณหภูมิเปลี่ยนเฟสออสเทนไนต์เริ่มต้น (A_s) จนเป็นอุณหภูมิเปลี่ยนเฟสออสเทนไนต์สิ้นสุด (A_f) อีกครั้ง สำหรับการพิจารณาโลหะผสมนิกเกิล-ไทเทนียม เพื่อใช้เป็นแอคชูเอเตอร์ในขับเคลื่อนเครื่องจักรกลความร้อนนั้น จะพิจารณาในส่วนของอุณหภูมิออสเทนไนต์สิ้นสุด (A_f) เนื่องจากเป็นอุณหภูมิที่สปริงมีแรงดึงกลับสูงสุด โดยกำหนดให้สามารถทำงานได้ในช่วง 50-80°C จากผลการทดลองดังรูปที่ 5 แสดงให้เห็นว่าสปริงที่ผ่านกรรมวิธีทางความร้อนที่อุณหภูมิ 350, 400 และ 450°C สามารถนำสปริงมาเป็นแอคชูเอเตอร์ได้ทั้งหมด เนื่องจากมีอุณหภูมิเปลี่ยนเฟสออสเทนไนต์สิ้นสุด (A_f) อยู่ในช่วง 60.2-65.3°C เมื่อพิจารณาช่วงของอุณหภูมิการเปลี่ยนเฟส (Transformation Hysteresis) สามารถคำนวนได้จาก A*-M* ซึ่งเป็นตัวบ่งชี้ถึงความไวในการตอบสนองต่ออุณหภูมิทำงานของแอคชูเอเตอร์ พบว่าสปริงที่ผ่านกรรมวิธีทางความร้อนที่อุณหภูมิ 350°C จะมีค่าช่วงของอุณหภูมิการเปลี่ยนเฟสเท่ากับ 18.5°C เมื่อผ่านกรรมวิธีทางความร้อนที่อุณหภูมิ 400°C จะมีค่าช่วงของอุณหภูมิการเปลี่ยนเฟสเท่ากับ 18.5°C และเมื่อผ่านกรรมวิธีทางความร้อนที่อุณหภูมิ 450°C จะมีค่าช่วงของอุณหภูมิการเปลี่ยนเฟสเท่ากับ 18.1°C จากผลการทดลองดังกล่าวไม่เห็นถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญของความไวในการตอบสนองต่ออุณหภูมิทำงานของแอคชูเอเตอร์ ดังนั้นสามารถนำสปริงมาเป็นแอคชูเอเตอร์ได้ทั้งหมด



รูปที่ 5 อุณหภูมิการเปลี่ยนเฟสของสปริงเมื่ออบที่อุณหภูมิ 350, 400 และ 450°C (a) เฟสออสเทนไนต์ (b) เฟสมาร์เทนไซต์

4.2 การหาแรงดึงกลับของสปริงโลหะผสมนิกเกิล-ไทเทเนียม

พิจารณาความแตกต่างของแรงดึงสปริงโลหะผสมนิกเกิล-ไทเทเนียม ดังแสดงในรูปที่ 6 เพื่อให้เข้าใจถึงปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นที่อุณหภูมิ 25°C และ 65°C โดยนำสปริงที่ผ่านกรรมวิธีทางความร้อนที่อุณหภูมิ 350, 400 และ 450°C ทดสอบในน้ำที่อุณหภูมิ 25°C ดังรูปที่ 6 (a) พฤติกรรมของแรงดึงกลับสปริงเป็นเส้นโค้ง (Non-linear) เนื่องจากที่อุณหภูมิดังกล่าวสปริงมีเฟสเป็นมาร์เทนไซต์ 100% โดยมีโครงสร้างภายในเป็นแบบทวิน เมื่อได้รับแรงดึงสปริงจะค่อยๆ เปลี่ยนเป็นโครงสร้างภายในแบบดีทวิน ดังแสดงในรูปที่ 1 สำหรับผลของแรงที่ต่างกันเป็นผลจากอิทธิพลของกรรมวิธีทางความร้อน พบว่าอุณหภูมิเพิ่มขึ้นส่งผลให้แรงดึงกลับของสปริงลดลง เนื่องอุณหภูมิ 350, 400 และ 450°C ส่งผลให้เกิดการลดลงของความเค้นภายในจากดิสโลเคชัน [12] เมื่อพิจารณาภายใต้การทดสอบที่อุณหภูมิ 65°C ดังรูปที่ 6 (b) พฤติกรรมของแรงดึงกลับสปริงเป็นเส้นตรง (linear) เนื่องจากที่อุณหภูมิดังกล่าวสปริงมีเฟสเป็นออสเทนไนต์ 100% โดยมีโครงสร้างภายในเป็นคิวบิก ทำให้มีพฤติกรรมคล้ายกับโลหะทั่วไป แต่มีระยะยืดในช่วงอิลาสติกที่สูงมาก สำหรับผลของแรงที่ต่างกันจากอิทธิพลของอุณหภูมิอบนั้นมีเหตุผลเช่นเดียวกับการทดสอบที่อุณหภูมิ 25°C

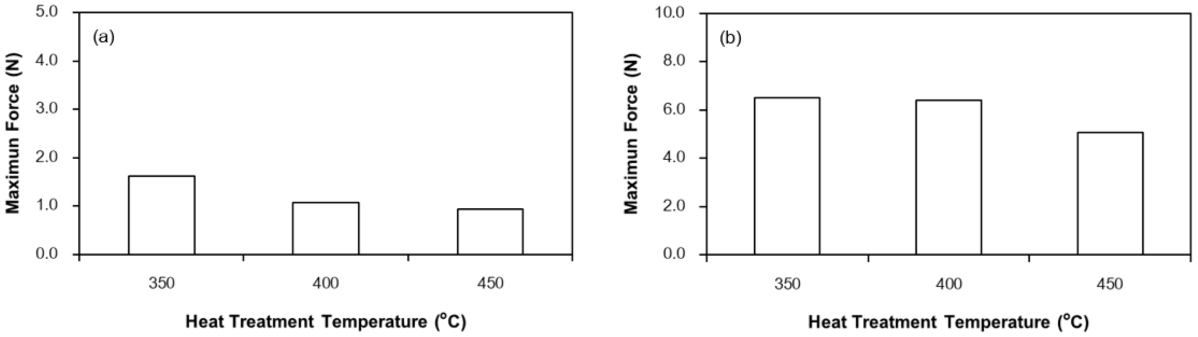


รูปที่ 6 แรงดึงกลับและระยะยืดของสปริงผ่านกรรมวิธีทางความร้อนที่อุณหภูมิ 350, 400 และ 450°C (a) ทดสอบที่อุณหภูมิ 25°C (b) ทดสอบที่อุณหภูมิ 65°C

การหาแรงดึงกลับสูงสุดของสปริงโลหะผสมนิกเกิล-ไทเทเนียม ได้จากการทดสอบแรงดึง จากรูปที่ 7 (a) แสดงให้เห็นแรงดึงกลับของสปริงที่อุณหภูมิ 25°C โดยผ่านกรรมวิธีทางความร้อนที่อุณหภูมิ 350, 400 และ 450°C พบว่าแรงดึงกลับสูงสุดที่ระยะยืด 70 mm อยู่ในช่วง 1.614 N 1.073 N และ 0.935 N ตามลำดับ จากรูปที่ 7 (b) แสดงให้เห็นแรงดึงกลับของสปริงที่อุณหภูมิ 65°C โดยผ่านกรรมวิธีทางความร้อนที่อุณหภูมิ 350, 400 และ 450°C พบว่าแรงดึงกลับสูงสุดที่ระยะยืด 70 mm อยู่ในช่วง 6.522 N 6.410 N และ 5.069 N ตามลำดับ ดังนั้นในการเลือกสปริงสำหรับประยุกต์ใช้เป็น

http://jeet.siamtechu.net

แอคชูเอเตอร์ของเครื่องจักรกลความร้อน ควรใช้สปริงที่ผ่านกรรมวิธีทางความร้อนที่อุณหภูมิ 350°C เนื่องจากมีแรงดึงกลับสูงที่สุดและสามารถทำงานได้ในช่วงอุณหภูมิ 50-80°C ตามที่ได้ออกแบบไว้



รูปที่ 7 แรงดึงกลับสูงสุดของสปริงที่ระยะยืด 70 mm ของสปริงที่ผ่านกรรมวิธีทางความร้อน ที่อุณหภูมิ 350, 400 และ 450°C โดยทดสอบที่อุณหภูมิ 65°C

5. สรุปผลการวิจัย

จากผลการศึกษาพบว่าอิทธิพลของอุณหภูมิอบมีผลต่ออุณหภูมิเปลี่ยนเฟสของสปริงโลหะผสมนิกเกิล-ไทเทเนียม โดยตรง หากอุณหภูมิอบสูงขึ้นส่งผลให้อุณหภูมิในการทำงานของแอคชูเอเตอร์สูงขึ้นด้วย นั่นหมายความว่า หากนำแอคชูเอเตอรที่ทำงานในอุณหภูมิสูงมาใช้ในสภาวะอุณหภูมิต่ำจะส่งผลให้ประสิทธิภาพของเครื่องจักรกลความร้อนลดลง นอกจากนั้นอิทธิพลของอุณหภูมิอบยังส่งผลต่อแรงดึงกลับของสปริงอีกด้วย ในการศึกษานี้พบว่าสปริงที่เหมาะสมสำหรับประยุกต์ใช้เป็นแอคชูเอเตอร์ของเครื่องจักรกลความร้อน ควรใช้สปริงที่ผ่านกรรมวิธีทางความร้อนที่อุณหภูมิ 350°C ซึ่งมีค่าแรงดึงกลับสูงสุดอยู่ที่ 6.533 N

6. กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ วิทยาลัยเทคโนโลยีสยาม ที่มอบทุนเพื่อใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ ขอขอบพระคุณ ห้องปฏิบัติการสมาร์ทแลป ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล และหลักสูตรวิศวกรรมชีวภาพ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ที่ให้ความอนุเคราะห์เครื่องมือและสถานที่ในการวิจัย

7. เอกสารอ้างอิง

[1] Alan, L., Browne, et al. SMA HEAT ENGINES: ADVANCING FROM A SCIENTIFIC CURIOSITY TO A PRACTICAL REALITY, International Workshop SMART MATERIALS, STRUCTURES & NDT in AEROSPACE Conference, 2 - 4 November 2011, Montreal, Quebec, Canada, (2011)

[2] กรมทรัพยากรธรณี. น้ำพุร้อนในประเทศไทย. สืบค้นเมื่อ 24 พฤศจิกายน 2562 http://www.dmr.go.th/main.php?filename=hotthai, (2019).

[3] Sanket, M., Lahamge, et al.,. Study and Design of Nitinol Engine, International Research Journal of Engineering and Technology, 5(9), 500-1503, (2018)

[4] TOBUSHI, H., et al., Basic Research on Shape Memory Alloy Heat Engine, JSME International Journal, 33, 263-268, (1990)

[5] พัชรินทร์ เบอร์ค. วัสดุแสนรู้ SMART MATERIALS , ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ MTEC สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ หน้า 13-31, (ม.ป.ป.)

http://jeet.siamtechu.net

[6] บัญชา ธนบุญสมบัติ. บทความวิชาการโลหะผสมจำรูป,ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ MTEC สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ, หน้า 70-76, (2539)

[7] ครรชนะ จรัณยานนท์. โลหะจำรูปในทางทันตกรรมจัดฟัน. วารสารเทคโนโลยีวัสดุ, 13, หน้า 29-32, (2541)

[8] Santoro, M., Beshers, D.N., Nickel–titanium Alloys: Stress–related Temperature Range, American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics, 118 (6), 685-692, (2000)

[9] Sadiq, H., Wong, M.B., et al., The effects of heat treatment on the recovery stresses of shape memory alloys, Smart Materials Structures, 19, 035021 (7pp), (2010)

[10] Wu, M.H., Fabrication of Nitinol Materials and Components, International Conference on Shape Memory and Superelastic Technologies, September 3-6, Kunming, China, 285-292, (2001)

[11] Phukaoluan, A., Khantachawana, A., Kaewtatip, P., Premanond, V., Influences of Ironing ratio on Phase Transformations of Ni-Ti SMAs plate, The 2nd Thailand Metallurgy Conference, Oct 16-17, (2008)

[12] Phukaoluan, A., Khantachawana, A., Kaewtatip, P., Dechkunakorn, S., Anuwongnukroh, N., Santiwongand, P., Kajornchaiyakul, J., Property Improvement of TiNi by Cu addition for Orthodontics Applications, Applied Mechanics and Materials, 87, 95-100, (2011)

วารสารวิชาการ เทคโนโลยี พลังงาน และสิ่งแวดล้อม
Journal of Energy and Environment Technology

1 คำแนะนำในการเตรียมต้นฉบับ: บทความควรมีความยาวไม่เกิน 9 หน้า กระดาษ A4 การตั้งค่าหน้ากระดาษ ขอบด้านบน 3 ซม. และด้านล่าง 1.5 ซม. ขอบด้านขวาและซ้าย 2.25 ซม. พิมพ์ด้วย ตัวอักษร “Browallia New” ขนาด 14 โดยหัวข้อต่างๆ ใช้ตัวอักษรขนาด 16 ตัวหน้า ส่วนเนื้อหาใช้ตัวธรรมดาและพิมพ์ชิดขอบ ทั้งสองด้าน การลำดับหัวข้อของเนื้อเรื่อง ให้ใช้เลขกำกับ บทนำเป็นหัวข้อหมายเลข 1 และหากมีหัวข้อย่อยให้ใช้เลขระบบทศนิยมกำกับหัวข้อย่อย เช่น 2.1 ใช้ตัวอักษรขนาด 14 ตัวหน้า

2 คำแนะนำในการเรียงลำดับเนื้อหา: ให้เรียงลำดับตามหัวข้อต่อไปนี้

ชื่อเรื่อง (Title): ควรกระชับ ชัดเจน ครอบคลุมเนื้อหาสำคัญ ชื่อเรื่องภาษาไทยและภาษาอังกฤษ ใช้ตัวอักษรขนาด 20 ตัวหนา ตำแหน่งชิดซ้ายของหน้ากระดาษ

ชื่อผู้เขียน: ระบุชื่อเต็ม-นามสกุลเต็ม ของชื่อผู้เขียนให้ครบทุกคน และลงเครื่องหมายดอกจันกำกับท้ายรายชื่อสำหรับผู้ประสานงาน ใช้ตัวอักษรขนาด 16 ตัวหนา ตำแหน่งชิดซ้ายของหน้ากระดาษ

ที่อยู่หรือหน่วยงาน: ระบุชื่อหน่วยงานหรือสถาบันใช้ตัวอักษรขนาด 14 ตัวเอียง และ E-mail address ที่ติดต่อ ใช้ตัวอักษรขนาด 14 ตัวธรรมดา ตำแหน่งชิดขอบกระดาษด้านซ้าย

บทคัดย่อ (Abstract): ต้องมีทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ โดยให้นำบทคัดย่อภาษาไทยขึ้นก่อนภาษาอังกฤษซึ่งต้องมีเนื้อหาตรงกัน ให้พิมพ์คอลัมน์เดียว บรรทัดแรกเว้น 1 Tab เนื้อหาในบทคัดย่อควรระบุวัตถุประสงค์โดยย่อ ผลการวิจัย และบทสรุปโดยย่อ หัวข้อบทคัดย่อใช้ตัวอักษรขนาด 16 ตัวหนา ส่วนเนื้อหาใช้ตัวอักษรขนาด 14 และพิมพ์ชิดขอบทั้งสองด้าน

คำสำคัญ (Keyword): ให้มีคำสำคัญเป็นภาษาไทยและภาษาอังกฤษอยู่คนละหน้า ใต้บทคัดย่อ (Abstract) หัวข้อคำสำคัญใช้ตัวอักษรขนาด 14 ตัวหนา ส่วนเนื้อหาใช้ตัวธรรมดา

เนื้อหา (Text): บทความวิจัยประกอบด้วย

บทนำ (Introduction): บอกความสำคัญ หรือที่มาของปัญหาที่นำไปสู่การศึกษาวัตถุประสงค์ และอาจรวมการทบทวนวรรณกรรม (Literature Review)

วัสดุอุปกรณ์และวิธีการวิจัย (Materials and Methods): กล่าวถึงรายละเอียด การวิเคราะห์ และการทดลองที่กระชับและชัดเจน

ผลการทดลอง (Results): บอกผลที่พบอย่างชัดเจน สมบูรณ์ และมีรายละเอียดครบถ้วน อาจมีรูปภาพหรือตารางที่ชัดเจนประกอบคำอธิบายได้

อภิปรายผลและสรุปผล (Discussion and Conclusion): อาจเขียนรวมกับผลการทดลองได้ เป็นการประเมินการตีความ และการวิเคราะห์ในแง่มุมต่าง ๆ ควรมีการอ้างหลักการหรือทฤษฎีมาสนับสนุนหรือหักล้างอย่างเป็นเหตุเป็นผลและอาจมีข้อเสนอแนะที่จะนำผลวิจัยไปใช้ประโยชน์

กิตติกรรมประกาศ (ถ้ามี): ระบุสั้น ๆ ว่าได้รับการสนับสนุนทุนวิจัยและความช่วยเหลือจากแหล่งใดบ้าง

ตารางและรูป ต้องมีความคมชัดและให้แทรกไว้ในบทความ มีคำอธิบายสั้นๆ แต่สื่อความหมายได้สาระครบถ้วนและเข้าใจ กรณีที่เป็นตาราง ให้ระบุลำดับที่ของตาราง ใช้คำว่า “ตารางที่...” และมีคำอธิบายไว้เหนือตาราง กรณีที่เป็นรูป ให้ระบุลำดับที่ของรูปใช้คำว่า “รูปที่...”

ภาคผนวก (ถ้ามี)

เอกสารอ้างอิง(References): บทความทุกฉบับจะต้องมีการอ้างอิงเอกสารในบทความ โดยเอกสารอ้างอิงระบบ Vancouver ตัวอย่างต่อไปนี้

[หนังสือ] ชื่อผู้แต่ง. ชื่อหนังสือ. ครั้งที่พิมพ์. ชื่อเมืองที่พิมพ: ชื่อสำนักพิมพ์; ปีพิมพ์.

[วารสาร] ชื่อผู้แต่ง. ชื่อเรื่อง. ชื่อย่อของวารสาร. ปีพิมพ์;เล่มที่ (ฉบับที่):เลขหน้า.

[วิทยานิพนธ์และการศึกษาค้นคว้าอิสระ] ชื่อผู้เขียน. ชื่อเรื่อง [ประเภทหรือระดับปริญญา]. เมืองที่พิมพ์: ชื่อมหาวิทยาลัย; ปีพิมพ์.

[หนังสือรวมเรื่อง] ชื่อผู้แต่ง. ปีที่พิมพ์. ชื่อเรื่อง. ชื่อบรรณาธิการ (บรรณาธิการ), ชื่อหนังสือ (ครั้งที่พิมพ์ตั้งแต่พิมพ์ครั้งที่ 2 เป็นต้นไป, หน้า). เมืองที่พิมพ์: สำนักพิมพ์.

[หนังสือพิมพ์] ชื่อผู้แต่ง. (วันที่ เดือน ปีที่พิมพ์). ชื่อเรื่อง. ชื่อหนังสือพิมพ์. เลขหน้าแรก-หน้าสุดท้าย.

[สื่ออิเล็กโทรนิกส์] ชื่อโฮมเพจ/เว็บไซต์ [อินเทอร์เน็ต]. ชื่อเมืองที่พิมพ์: ชื่อสำนักพิมพ์; ปีที่พิมพ์ [ปรับปรุงเมื่อปี เดือน วันที่; เข้าถึงเมื่อปี เดือน วันที่]. เข้าถึงได้จาก: URL.

เกณฑ์การพิจารณา: บทความจะต้องได้รับการประเมินโดยผู้ทรงคุณวุฒิในสาขาวิชานั้น 2-3 คน ซึ่งกองบรรณาธิการ อาจให้ผู้เขียนปรับปรุงให้เหมาะสมยิ่งขึ้น และทรงไว้ซึ่งสิทธิ์ในการตัดสินลงพิมพ์หรือไม่ก็ได้

“บทความที่ลงพิมพ์ เป็นข้อคิดเห็นของผู้เขียนเท่านั้น ผู้เขียนต้องรับผิดชอบต่อผลทางกฎหมายใดๆ ที่อาจเกิดขึ้นจากบทความนั้น”

ที่มา: https://www.iurban.in.th/pr/215645/