



วารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์

Journal of Industrial Technology Buriram Rajabhat University

ปีที่ 1 ฉบับที่ 2

ประจำเดือน กรกฎาคม - ธันวาคม 2562

Vol.1 No.2 July - December 2019



ISSN 2697-5882

เจ้าของ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์

บรรณาธิการ ผู้ช่วยศาสตราจารย์วีระ เนตราทิพย์

ผู้ช่วยบรรณาธิการ รองศาสตราจารย์สมบัติ ประจัญสานต์
อาจารย์ ดร.สุวัฒน์ มณีวรรณ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์วิสิทธิ์ ลุมชะเนา

ผู้ทรงคุณวุฒิในกองบรรณาธิการ

ศาสตราจารย์ ดร.สุขสันต์	ห่อพิบูลสุข	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
รองศาสตราจารย์ ดร.ทรงวุฒิ	เอกภูมิจิตตา	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
รองศาสตราจารย์ ดร.วินัย	ใจกล้า	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
รองศาสตราจารย์ ดร.วรวัฒน์	เสงี่ยมวิบูล	มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
รองศาสตราจารย์ ดร.ชูพงษ์	ทองคำสมุทร	มหาวิทยาลัยขอนแก่น
รองศาสตราจารย์ ดร.วันไชย	คำเสน	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา วิทยาเขตเชียงใหม่
รองศาสตราจารย์ สุขุมาล	เล็กสวัสดิ์	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
รองศาสตราจารย์ ดร.ยุทธ	ไถยวรรณ	มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร
รองศาสตราจารย์ ดร.ศุภวัฒน์	ลาวัฒน์วิสิทธิ์	มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี
รองศาสตราจารย์ ดร.เบญจลักษณ์	เมืองมีศรี	มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปิยะนันท์	สายันท์ปทุม	มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.การุณ	ศุภมิตรโยธิน	มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธัญดา	พรรณเชษฐ์	มหาวิทยาลัยขอนแก่น
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เกรียงศักดิ์	เขียวมั่ง	มหาวิทยาลัยบูรพา
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อดิเรก	จันทะคุณ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตขอนแก่น
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิสัน	ชารี	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสกลนคร

ผู้ประสานงานและจัดทำ

นางสาวขวัญ สมยินดี
นางสาวพิมพ์ณัฐธยา ทะยานรัมย์

วัตถุประสงค์

เพื่อเผยแพร่และประชาสัมพันธ์ผลงานทางวิชาการ ด้วยวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีอุตสาหกรรม ครุศาสตร์อุตสาหกรรม วิศวกรรมศาสตร์ นวัตกรรมและเทคโนโลยี สถาปัตยกรรมและการออกแบบ และสหวิทยาการด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ของนักศึกษา อาจารย์ นักวิจัย นักวิชาการและบุคคลทั่วไป

กำหนดการออกวารสาร

ปีละ 2 ฉบับ คือ ฉบับที่ 1 มกราคม - มิถุนายน และฉบับที่ 2 กรกฎาคม - ธันวาคม

ลักษณะบทความ

1. ต้องไม่เคยเผยแพร่ในวารสารอื่นใดมาก่อนหรือต้องไม่อยู่ในขั้นตอนการพิจารณาเพื่อเผยแพร่ในวารสารอื่น
2. ต้องเป็นผลงานวิจัยที่มีผลกระทบในวงกว้างที่ไม่ใช่งานวิจัยในระดับสถาบัน

บทความที่ลงพิมพ์เป็นข้อคิดเห็นของผู้เขียนเท่านั้น
ผู้เขียนจะต้องเป็นผู้รับผิดชอบต่อผลทางกฎหมายใด ๆ ที่อาจจะเกิดขึ้นจากบทความนั้น

สารบัญ

บทความวิจัย	หน้า
การพัฒนาแบบการเรียนรู้แบบ MIAP สำหรับนักศึกษาวิชาชีพนอกระบบ Development of MIAP Learning Model for Non-formal Education พรสวรรค์ จันทะศักดิ์	54
การกำหนดค่าน้ำหนักหลักเกณฑ์เพื่อการตัดสินใจ Determining weights of criteria for decision Making ธวัชระพงษ์ วงศ์สกุล	63
รถเข็นสำหรับคนพิการควบคุมด้วยระบบไมโครคอนโทรลเลอร์ Wheelchairs for Disabled Control by Microcontroller System จิณพรต ตีมอนรัมย์ วิทยา ก่อแก้ว และวิสิทธิ์ ลุมชะเนาวิ	72
การเพิ่มมูลค่าเศษคอนกรีตเหลือใช้จากการรื้อถอนงานก่อสร้างในชุมชนเพื่อแปรรูปแผ่นซีเมนต์ปูทางเดิน The Recycle Demolished Concrete from Community Construction Sites to be used as Processed Concrete Sheets for Pavement เมษยา บุญสีลา พรหมมินทร์ ขจีฟ้า พรไพลิน บุตะเคียน รุ่งเพชร กีนรัมย์ และศตายุ ฤทธิเดช	82

การพัฒนาารูปแบบการเรียนรู้แบบ MIAP สำหรับนักศึกษาวิชาชีพนอกระบบ

พรสวรรค์ จันทะคัด

ภาควิชาครุศาสตร์เทคโนโลยี คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

ผู้นิพนธ์ประสานงานบทความ อีเมล: bhornsawan.c@fte.kmutnb.ac.th

รับเมื่อ 20 กันยายน 2562 แก้ไขเมื่อ 25 พฤศจิกายน 2562 ตอรับเมื่อ 9 ธันวาคม 2562

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาารูปแบบการเรียนรู้แบบ MIAP สำหรับนักศึกษาวิชาชีพนอกระบบ และศึกษาผลการใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบ MIAP สำหรับนักศึกษาวิชาชีพนอกระบบ การดำเนินการวิจัยมี 3 ขั้นตอน ขั้นตอนที่ 1 พัฒนารูปแบบการเรียนรู้แบบ MIAP สำหรับนักศึกษาวิชาชีพนอกระบบ ขั้นตอนที่ 2 พัฒนาโมดูลการเรียนรู้ทักษะชีวิต สำหรับนักศึกษาวิชาชีพนอกระบบ ขั้นตอนที่ 3 ศึกษาผลการใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบ MIAP สำหรับนักศึกษาวิชาชีพนอกระบบ โดยประชากรที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนโรงเรียนพระดาบส และกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ คือ นักเรียนโรงเรียนพระดาบส กรุงเทพฯ รุ่นที่ 43 จำนวน 25 คน ใช้วิธีการเลือกกลุ่มตัวอย่างโดยสุ่มเจาะ วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้วยค่าร้อยละ ใช้ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน การทดสอบค่าที และการวิเคราะห์เนื้อหา ผลการวิจัยพบว่า 1) รูปแบบการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างทักษะชีวิต สำหรับนักศึกษาวิชาชีพนอกระบบที่พัฒนาขึ้นประกอบด้วย 4 องค์ประกอบหลัก คือ ปัจจัยนำเข้า กระบวนการ ผลิต และข้อมูลป้อนกลับ 2) โมดูลการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างทักษะชีวิต ประกอบด้วย เนื้อหา บทเรียน แบบทดสอบ สื่อการเรียนรู้ มีการจัดการเรียนรู้ผ่านระบบเครือข่ายสังคมออนไลน์เพื่อให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ทุกที่ ทุกเวลา และเป็นการส่งเสริมการเรียนรู้ตลอดชีวิต 3) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนผู้เรียนมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

คำสำคัญ: รูปแบบการเรียนรู้, ทักษะชีวิต, นักศึกษาวิชาชีพนอกระบบ

Development of MIAP Learning Model for Non-formal Education

Bhornsawan Chantakhad

Department of Technological Education, Faculty of Technical Education,
King Mongkut's University of Technology North Bangkok

Corresponding author. E-mail: bhornsawan.c@fte.kmutnb.ac.th

Received: September 20, 2019; **Revised:** November 25, 2019; **Accepted:** December 9, 2019

Abstract

The objectives of this study were to develop of MIAP learning model for non-formal education and then, evaluate the results of the model implementation. The research procedure comprises 3 phases. Phase1 focused on the development of MIAP learning model for non-formal education. Phase 2 expanded on the construction of life skill module for non-formal education. Phase 3 was the study on the model implementation to of MIAP learning model for non-formal education. The population in this study covered the students of Phradabos School Bangkok. The sample consisted of 25 volunteer students in batch 43. The data were analyzed by descriptive statistics through percentage arithmetic, mean, standard deviation, a t-test statistic, and content analysis. The results revealed that: 1) the model for non-formal Education comprised 4 main parts, i.e., input, process, product, and feedback. 2) The learning module consisted of text content, cases, and teaching media. The learning model has been installed online which can be accessed anywhere and anytime to promote life-long learning. 3) The learners' achievement scores were statistically higher than those of pre-test scores at 0.05.

Keywords: Learning model, Life Skill, Non-Formal Education.

1. บทนำ

การศึกษาในประเทศไทยตามพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ ที่แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2545 แบ่งออกเป็น 3 ระบบ คือ การศึกษาในระบบ การศึกษานอกระบบ และการศึกษาตามอัธยาศัย ซึ่งมีกระทรวงศึกษาธิการเป็นหน่วยงานหลักในการทำหน้าที่กำหนดนโยบายการศึกษา [1] จุดมุ่งหมายของการจัดการศึกษาแต่ละระบบมีวัตถุประสงค์ เพื่อตอบสนองต่อความต้องการของผู้เรียนที่มีความแตกต่างกัน เพื่อเป็นการขยายโอกาสทางการศึกษาให้กับประชาชนในวงกว้างขึ้น สอดคล้องกับ สำนักงานส่งเสริมการศึกษานอกระบบและการศึกษาตามอัธยาศัย [2] ที่กล่าวว่า การศึกษามีความจำเป็นต่อชีวิตมนุษย์ในทุกช่วงอายุ เพราะมนุษย์ต้องเผชิญกับความเปลี่ยนแปลงของสังคมและสิ่งแวดล้อมอยู่ตลอดเวลา โดยเฉพาะในสภาวะการณปัจจุบันที่มีความเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว ซึ่งมีผลกระทบต่อสภาพความเป็นอยู่และการดำเนินชีวิต เกินกว่าที่จะใช้ความรู้ที่สะสมมาในช่วงวัยเรียนช่วยให้การศึกษาที่บุคคลได้รับเมื่ออยู่ในช่วงวัยเรียนนั้นเป็นเพียงส่วนหนึ่งของชีวิตเท่านั้น อาจเรียกว่าเป็นพื้นฐานการเรียนรู้และใช้เป็นเครื่องมือที่จะช่วยให้บุคคลแสวงหาความรู้ได้ต่อไป ซึ่งช่วงชีวิตหลังวัยเรียนเป็นช่วงชีวิตที่ยาวนานกว่าหลายเท่า ดังนั้น การศึกษาจึงมีความจำเป็นสำหรับบุคคลในทุกช่วงชีวิตตั้งแต่เกิดจนตาย บุคคลมีความสามารถที่จะเรียนรู้ได้ตลอดชีวิต การศึกษามีได้สิ้นสุดเมื่อบุคคลจบจากโรงเรียนหรือสถาบันการศึกษา การศึกษาตลอดชีวิตเป็นภาพรวมของการศึกษาทั้งหมด ครอบคลุมการศึกษาทุกประเภทและทุกระดับ

โรงเรียนพระดาบสเป็นโรงเรียนที่เปิดสอนนอกระบบการศึกษา มีวัตถุประสงค์เพื่อสนับสนุนด้วยโอกาสทางการศึกษาที่ขาดแคลนทุนทรัพย์ยังไม่มีอาชีพและความรู้พื้นฐานเพียงพอที่จะเข้าศึกษาต่อในสถาบัน การศึกษา ขั้นสูง แต่มีความสนใจใฝ่รู้และมีความเพียรเพื่อให้ได้รับโอกาสฝึกวิชาชีพ และฝึกอบรมคุณธรรมศีลธรรม โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อให้ผู้เรียนที่สำเร็จการศึกษาตามหลักสูตรไปแล้วสามารถประกอบอาชีพสร้างตนเอง ช่วยเหลือครอบครัว และประเทศชาติได้ นอกจากนี้จะมุ่งเน้นเพื่อให้ผู้เรียนมีความรู้และทักษะเพื่อนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างมีประสิทธิภาพแล้ว โรงเรียนพระดาบสยังให้ความสำคัญกับการส่งเสริมให้ผู้เรียนมีทักษะชีวิตที่ดี เพื่อให้สามารถดำรงชีวิตอยู่ในสังคมปัจจุบันที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วได้อย่างมีความสุข วิชาวิทย์ [3] กล่าวว่า การพัฒนาทักษะการเรียนรู้ตลอดชีวิตเครื่องมือที่สำคัญ คือ เทคโนโลยี เพราะเทคโนโลยีช่วยให้เข้าถึงแหล่งเรียนรู้ได้อย่างง่ายดาย รวดเร็ว และเข้าถึงได้ทุกที่ ทุกเวลา นอกจากนี้จะเป็นเครื่องมือในการแสวงหาความรู้แล้วยังเป็นเครื่องมือในการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ การแบ่งปันความรู้ประสบการณ์ที่สะดวก รวดเร็ว และง่ายดาย ซึ่งปัจจุบันมีแหล่งทรัพยากรการศึกษาออนไลน์มากมายสามารถนำมาไว้ใช้เพื่อการศึกษาจะพบว่าเทคโนโลยีมีส่วนช่วยให้การศึกษาเปิดกว้างขึ้น ช่วยลดความเหลื่อมล้ำทางการศึกษา ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ไม่จำกัดเวลา เพศ วัย อีกทั้งยังมีส่วนในการช่วยส่งเสริมการเรียนรู้ตลอดชีวิตด้วย

ปัจจุบันนี้เทคโนโลยีได้มีการเปลี่ยนแปลงไปอย่างรวดเร็วและเข้ามามีบทบาทในชีวิตประจำวันมากขึ้น จนกระทั่งกลายเป็นส่วนหนึ่งในชีวิตประจำวันไปโดยไม่รู้ตัว หนึ่งในเทคโนโลยีที่เข้ามาใกล้ตัวมากที่สุดนั่นคือ สื่อออนไลน์ หรือเครือข่ายสังคมออนไลน์ (Social Network) การติดต่อสื่อสาร การรับข้อมูลข่าวสารต่าง ๆ สามารถทำได้ง่าย ๆ ด้วยโทรศัพท์มือถือ (Smartphone) ผ่านเครือข่ายสังคมออนไลน์ที่มีบริการในปัจจุบันที่รู้จักกัน เช่น เฟสบุ๊ก (Face Book), (ไลน์) Line, ไอจี (IG) เป็นต้น นอกจากนี้สื่อมีเดียต่าง ๆ ที่มีอยู่อย่างมากมายในสื่อสังคมออนไลน์ทำให้ผู้คนสามารถเลือกรับข้อมูล ข่าวสาร ได้อย่างอิสระ ดังนั้นการนำเทคโนโลยีต่าง ๆ ที่ได้รับความนิยม มาประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุดจึงเป็นเรื่องที่มีความสำคัญ เช่น การสื่อสาร การคมนาคมขนส่ง การแพทย์ การบริการ รวมทั้ง การศึกษาและสิ่งอำนวยความสะดวกต่าง ๆ ในชีวิตประจำวัน ด้วยรูปแบบการศึกษาที่มีความแตกต่าง เทคโนโลยีที่เปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วข้อมูลข่าวสารที่มากมาย การนำสิ่งเหล่านี้มาบูรณาการเข้าด้วยกันเพื่อจัดการเรียนการสอนให้กับผู้ที่สนใจพัฒนาหรือ

เสริมสร้างทักษะชีวิตให้กับตนเองจึงต้องมีการวิเคราะห์รูปแบบวิธีการที่มีความเหมาะสมและเป็นไปได้มากที่สุดในแต่ละกลุ่มผู้เรียน แต่ละยุคสมัย ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดในการพัฒนารูปแบบการเรียนรู้แบบ MIAP ร่วมกับการจัดการเรียนการสอนผ่านเครือข่ายสังคมออนไลน์ขึ้น โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนารูปแบบการเรียนรู้แบบ MIAP สำหรับนักศึกษาวิชาชีพนอกระบบ และศึกษาผลการใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบ MIAP สำหรับนักศึกษาวิชาชีพนอกระบบ

2. วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

- 2.1 เพื่อพัฒนารูปแบบการเรียนรู้แบบ MIAP สำหรับนักศึกษาวิชาชีพนอกระบบ
- 2.2 เพื่อศึกษาผลการใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบ MIAP สำหรับนักศึกษาวิชาชีพนอกระบบ

3. ขอบเขตของการวิจัย

- 3.1 ประชากรในการวิจัย คือ นักเรียนโรงเรียนพระดาบส
- 3.2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนโรงเรียนพระดาบส รุ่นที่ 43 จำนวน 25 คน ใช้วิธีการเลือกกลุ่มตัวอย่างโดยสุ่มครีเอ
- 3.3 เนื้อหาการวิจัยศึกษาทักษะสัญลักษณ์พื้นฐานในชีวิตประจำวัน ซึ่งมีทักษะย่อย คือ การใช้เครื่องหมายในชีวิตประจำวัน การใช้แบบและแผนที่ การเข้าใจเรื่องเวลา

4. สมมุติฐานการวิจัย

ผู้เรียนที่เรียนตามรูปแบบการเรียนรู้แบบ MIAP สำหรับนักศึกษาวิชาชีพนอกระบบมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

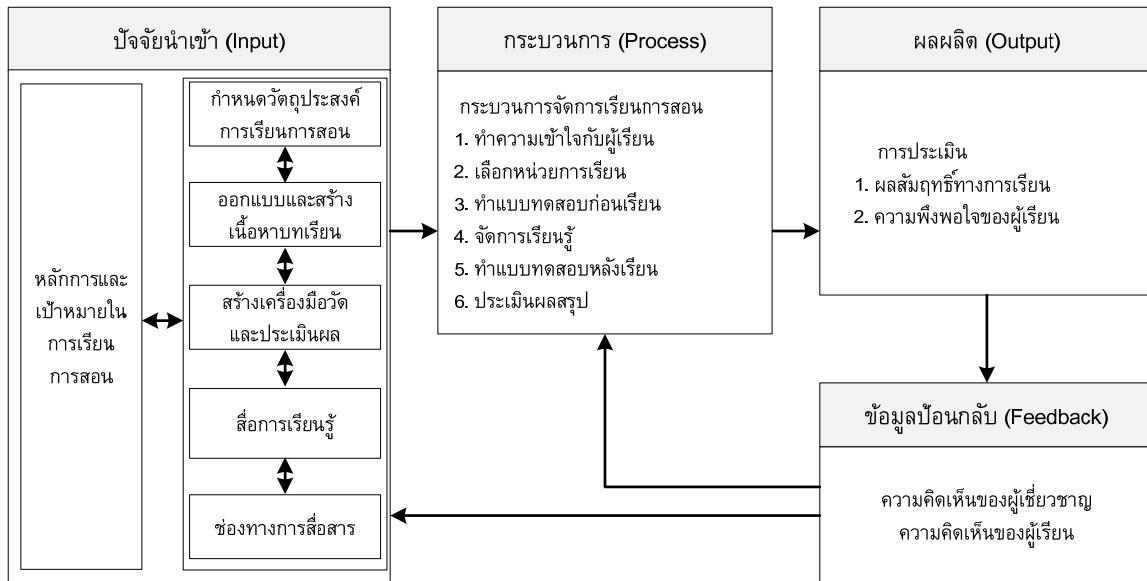
5. วิธีการวิจัย

5.1 พัฒนารูปแบบการเรียนรู้

5.1.1 ศึกษางานเอกสารและวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนารูปแบบการเรียนรู้ รูปแบบของการเรียนการสอน ทักษะชีวิต การศึกษานอกระบบ การเรียนรู้ตลอดชีวิต การวัดผล รูปแบบสื่อมีเดียที่เหมาะสมกับการจัดการเรียนรู้ ประเมินผลเพื่อนำมาวิเคราะห์และสรุปเป็นข้อมูลเบื้องต้น เพื่อใช้เป็นแนวทางประกอบการกำหนดองค์ประกอบของรูปแบบการเรียนรู้ที่ต้องการ

5.1.2 จัดทำร่างรูปแบบการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างทักษะชีวิต ตามแนวการจัดการเรียนการสอนแบบ MIAP จากองค์ประกอบต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องผ่าน การตรวจสอบจากอาจารย์ที่ปรึกษา โดยสรุปสังเคราะห์องค์ประกอบเป็น 4 องค์ประกอบ ได้แก่ ปัจจัยนำเข้า (Input) เป็นขั้นเตรียมการ กระบวนการ (Process) เป็นขั้นตอนการเรียนรู้ การดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบ ผลผลิต (Output) เป็นขั้นการประเมินผล การให้ข้อมูลย้อนกลับ (Feedback) เป็นการพิจารณาจากผลการเรียนที่ได้นำรูปแบบการเรียนรู้ไปใช้ เพื่อการปรับปรุงการเรียนรู้ในครั้งต่อไป

5.1.3 ดำเนินการประเมินรูปแบบการเรียนรู้ จากนั้นวิเคราะห์ผลการประเมินรูปแบบการเรียนรู้ เพื่อนำรูปแบบที่พัฒนาขึ้นไปใช้ในการจัดการเรียนรู้



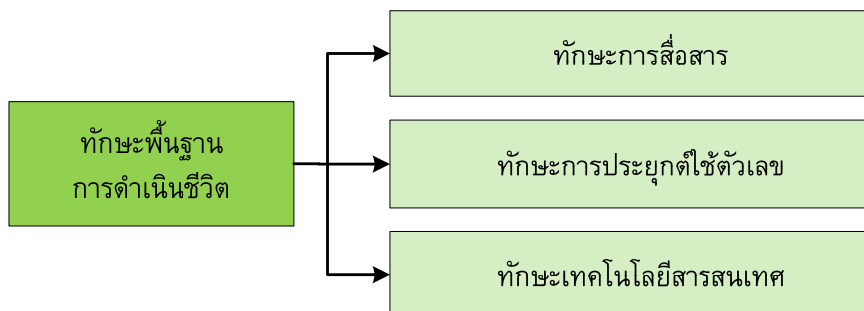
ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดการพัฒนารูปแบบการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างทักษะชีวิต
สำหรับนักศึกษาวิชาชีพนอกระบบ

5.2 พัฒนาโมดูลการเรียนรู้

5.2.1 ศึกษาเอกสารและวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาโมดูลการเรียนรู้ การเรียนการสอน ทักษะชีวิต การศึกษานอกระบบ การเรียนรู้ตลอดชีวิต เพื่อนำมาวิเคราะห์และสรุปเป็นข้อมูลเบื้องต้น เพื่อใช้เป็นแนวทางประกอบการกำหนดองค์ประกอบของรูปแบบการเรียนรู้ที่ต้องการ

5.2.2 กำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม โดยพิจารณาจากความเหมาะสมที่สอดคล้องกับบริบทของผู้เรียนในระบบการศึกษานอกระบบ จากนั้นดำเนินการตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมกับเกณฑ์การประเมิน

5.2.3 กำหนดขอบเขตของเนื้อหา ซึ่งพิจารณาจากทักษะที่สำคัญในการดำเนินชีวิต โดยสอบถามความคิดเห็นจากผู้เรียน ซึ่งได้แก่ ทักษะการสื่อสาร ทักษะการประยุกต์ใช้ตัวเลข และทักษะเทคโนโลยีสารสนเทศ



ภาพที่ 2 ความสัมพันธ์ของทักษะพื้นฐานการดำเนินชีวิต

5.2.4 รวบรวมข้อมูล สื่อการเรียนรู้ มีอยู่ในเครือข่ายสังคมออนไลน์และมีเนื้อหาสอดคล้องกับเนื้อหาในหน่วยการเรียนรู้เพื่อนำมาใช้เป็นสื่อประกอบในรูปแบบการเรียนรู้

5.2.5 พัฒนาโมดูลการเรียนรู้ โดยแบ่งออกเป็น เนื้อหาที่ใช้ในการเรียนรู้ และแบบทดสอบ นำมาประยุกต์ ใช้กับสื่อสังคมเครือข่ายออนไลน์ และออกแบบขั้นตอนในการเรียนรู้

5.3 จัดการเรียนรู้ ผู้สอนชี้แจงรายละเอียดข้อตกลงและข้อปฏิบัติต่าง ๆ ในการจัดการเรียนรู้ ให้กับผู้เรียนทราบ เมื่อเริ่มเข้าสู่การเรียนรู้ ผู้เรียนจะต้องเลือกหน่วยการเรียนรู้ที่ตนเองสนใจ ซึ่งสามารถเรียนหน่วยการเรียนรู้ใดก่อนก็ได้ โดยมีข้อกำหนดให้ผู้เรียนต้องเรียนให้ผ่านในหน่วยนั้น ๆ ก่อน จึงจะสามารถผ่านแต่ละหน่วยการเรียนรู้ ซึ่งในการเรียนนั้นจะมีการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน ทั้งนี้หากผู้เรียนมีข้อสงสัยสามารถติดต่อกับอาจารย์ผู้สอนได้ผ่านทางเครือข่ายสังคมออนไลน์ที่ผู้เรียนใช้งาน เช่น Face Book, Line เป็นต้น

5.4 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย โมดูลการเรียนรู้ แบบประเมินความรู้ แบบสอบถามความเห็น

5.5 การเก็บรวบรวมข้อมูลในการวิจัยครั้งใช้การเก็บข้อมูลโดยผ่านเครือข่ายสังคมออนไลน์

5.6 การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้

5.6.1 ค่าเฉลี่ย (\bar{X})

5.6.2 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)

5.6.3 การทดสอบค่าที (t-test)

6. ผลการวิจัย

6.1 การพัฒนารูปแบบการเรียนรู้

แนวคิดการพัฒนารูปแบบการเรียนรู้เพื่อให้ผู้เรียนมีความรู้ ทักษะ และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน มีคุณลักษณะดังนี้

1. อยู่บนพื้นฐานของการดำเนินชีวิต
2. เน้นผลลัพธ์
3. จัดการเรียนรู้เป็นแบบโมดูล
4. เรียนตามความสามารถด้วยตนเอง
5. ประเมินผลอยู่บนพื้นฐานของการแสดงทักษะ มากกว่าความรู้
6. ประเมินผลใช้แบบอิงเกณฑ์ไม่มีเกรด
7. จัดการเรียนรู้ที่ยืดหยุ่น

ลักษณะสำคัญอีกอย่างหนึ่งของการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างทักษะชีวิตสำหรับนักศึกษาวิชาชีพ นอกระบบ คือ ความสอดคล้องกันระหว่างทักษะชีวิตและเนื้อหาการเรียนรู้ ในกระบวนการวิเคราะห์ ทักษะชีวิตเพื่อให้ได้มาซึ่งเนื้อหาการเรียนรู้ที่เหมาะสมตามที่ต้องการ

รูปแบบการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างทักษะชีวิตสำหรับนักศึกษาวิชาชีพนอกระบบ แบ่งออกเป็น 4 องค์ประกอบ ได้แก่ ปัจจัยนำเข้า (Input) ได้แก่ เนื้อหา กิจกรรมการเรียนรู้ เครื่องมือ อุปกรณ์ สื่อ และสิ่งสนับสนุนการเรียนรู้ รวมถึงเครื่องมือวัดและประเมินผล กระบวนการ (Process) เป็นการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างทักษะชีวิต ซึ่งประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ได้แก่ 1) การทำความเข้าใจ เกี่ยวกับรูปแบบการเรียนรู้ 2) ผู้เรียนเลือกหน่วยการเรียนรู้ 3) เนื้อหาการเรียนรู้ในแต่ละหน่วยการเรียนรู้ 4) การประเมินผลการเรียนรู้หลังเรียน (Output) เป็นการประเมินผลการเรียนรู้ โดยประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านทักษะการให้ข้อมูลย้อนกลับ (Feedback) พิจารณาผลการเรียนรู้ที่ได้ไปใช้เป็นข้อมูลในการปรับปรุงกระบวนการเรียนรู้ในครั้งต่อไป

6.2 ผลการพัฒนาโมดูลการเรียนรู้

โมดูลการเรียนรู้ประกอบด้วย แบบทดสอบก่อนเรียน เนื้อหา แบบทดสอบหลังเรียน โดยทั้งหมดนี้จัดการเรียนรู้ผ่านเครือข่ายสังคมออนไลน์

ตารางที่ 1 ผลการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนและหลังเรียน

ทักษะ	การทดสอบ	N	\bar{X}	S.D.	t	p
การสื่อสาร	ก่อนเรียน	25	5.72	1.339	13.383*	.000
	หลังเรียน	25	8.76	0.597		
การประยุกต์ใช้ตัวเลข	ก่อนเรียน	25	4.48	0.770	22.013*	.000
	หลังเรียน	25	8.36	0.490		
เทคโนโลยีสารสนเทศ	ก่อนเรียน	25	5.72	1.458	12.338*	.000
	หลังเรียน	25	8.88	0.666		

* $p < .05$

จากตารางที่ 1 ผลการเปรียบเทียบค่าคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนและหลังเรียนในการทดสอบความรู้ทักษะชีวิต สรุปได้ว่าทักษะการสื่อสาร ทักษะการประยุกต์ใช้ตัวเลข ทักษะเทคโนโลยีสารสนเทศ มีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 2 ความคิดเห็นของกลุ่มตัวอย่างที่มีต่อรูปแบบการจัดการเรียนรู้

รายการ	ค่าเฉลี่ย	S.D.	แปลผล
1. ง่ายต่อการใช้งาน	4.24	.779	มาก
2. สีสันเหมาะกับการใช้งาน	4.28	.542	มาก
3. ขนาด สี ของตัวอักษร	4.40	.707	มาก
4. ความยาวของเนื้อหา มีความเหมาะสม	4.16	.850	มาก
5. เนื้อหาเข้าใจง่าย ไม่ซับซ้อน	4.20	.707	มาก
6. เนื้อหาสอดคล้องกับหน่วยการเรียนรู้	3.92	.909	มาก
7. ปริมาณเนื้อหาเหมาะสมไม่มากหรือน้อยเกินไป	3.96	.790	มาก
8. นำไปปรับใช้กับชีวิตประจำวันได้	4.24	.723	มาก
9. นำไปปรับใช้กับการทำงานได้	4.24	.779	มาก
10. นำไปปรับใช้กับการดำเนินชีวิตในอนาคตได้	4.24	.723	มาก
11. เป็นพื้นฐานในการเรียนรู้ตลอดชีวิต	4.32	.802	มาก
12. สามารถเรียนรู้ได้ตลอดเวลา	4.36	.638	มาก
13. รูปแบบการเรียน น่าสนใจ	4.16	.746	มาก
14. ผู้เรียนได้เรียนรู้และเสริมสร้างทักษะด้วยประสบการณ์จริง	4.12	.726	มาก
15. เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้พูดคุยซักถาม	4.32	.852	มาก
รวม	4.21	.534	มาก

จากตารางที่ 2 พบว่าการสอบถามความคิดเห็นของกลุ่มตัวอย่างที่มีต่อการจัดการเรียนการสอนตามรูปแบบการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างทักษะชีวิต สำหรับนักศึกษาวิชาชีพนอกระบบมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.21$, $S.D = .534$) ซึ่งหมายความว่าจัดการเรียนการสอนตามรูปแบบการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างทักษะชีวิต สำหรับนักศึกษาวิชาชีพนอกระบบมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก โดยในประเด็นเรื่องขนาด สี ของตัวอักษรที่ใช้ในสื่อการเรียนรู้ ได้คะแนนความพึงพอใจสูงสุด ($\bar{X} = 4.40$, $S.D = .707$) รองลงมาคือ สามารถเรียนรู้ได้ตลอดเวลา ($\bar{X} = 4.36$, $S.D = .638$) และเป็นพื้นฐานในการเรียนรู้ตลอดชีวิต ($\bar{X} = 4.32$, $S.D = .802$) และการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้พูดคุยซักถาม ($\bar{X} = 4.32$, $S.D = .852$) ส่วนประเด็นเนื้อหาสอดคล้องกับหน่วยการเรียนรู้ ผู้เรียนมีความพึงพอใจน้อยที่สุด ($\bar{X} = 3.92$, $S.D = .909$)

7. อภิปรายผลการวิจัย

รูปแบบการเรียนรู้สำหรับนักศึกษาวิชาชีพนอกระบบที่พัฒนาขึ้นเป็นแบบเชิงระบบมีองค์ประกอบด้านปัจจัยนำเข้าประกอบด้วยวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของทักษะที่ประกอบด้วย ทักษะด้านการสื่อสาร ทักษะด้านการประยุกต์ใช้ตัวเลข ทักษะด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ ซึ่งเป็นทักษะที่มีความจำเป็นต่อการทำงานที่ซึ่งสอดคล้องกับผลงานวิจัยของเอนก เทียนบุชา [4] ได้ศึกษาเกี่ยวกับสมรรถนะหลักเพื่อเตรียมคนเข้าสู่งานซึ่งผู้วิจัยเห็นว่าเป็นทักษะที่จำเป็นเพราะนอกจากจะมีความสำคัญต่อการทำงานแล้วยังมีความจำเป็นต่อการดำเนินชีวิตประจำวันด้วยซึ่งสอดคล้องกับผลงานวิจัยของชนิดดา เทียนฤกษ์ และคณะ [5] ซึ่งได้จัดหมวดหมู่ขององค์ประกอบของทักษะชีวิตที่คล้ายกันคือ ทักษะการสื่อสาร ซึ่งเป็นทักษะที่นำไปใช้ในการพัฒนาทักษะชีวิตและอาชีพสำหรับผู้เรียน

การจัดการเรียนการสอนแบบ MIAP ตามทฤษฎีนั้นสู่ชาติ ศิริสุขไพบุลย์ [6] กล่าวว่า 4 ขั้นตอน คือขั้นสนใจปัญหา (Motivation) ขั้นศึกษาข้อมูล (Information) ขั้นพยายาม (Application) ขั้นสำเร็จผล (Progress) เมื่อผู้เรียนผ่านขั้นตอนทั้ง 4 ขั้นตอน แล้วจะสามารถแก้ปัญหาที่ได้อาจทำได้ ซึ่งการนำทฤษฎีการเรียนรู้มาใช้จัดการเรียนการสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต พบว่า ในขั้นสนใจปัญหา ซึ่งผู้สอนต้องกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสนใจขั้นตอนนี้ค่อนข้างทำได้ยาก ทั้งนี้อาจเป็นเพราะรูปแบบการเรียนการสอนแบบ MIAP เดิมนั้นใช้สำหรับการเรียนการสอนในห้องเรียน ผู้เรียนและผู้สอนมีการปฏิสัมพันธ์กันโดยตรง การใช้น้ำเสียงท่าทางของผู้สอน ตลอดจนสื่อการเรียนการสอนต่าง ๆ มีความแตกต่างจากการเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ซึ่งหากจะใช้การรวบรวมสื่อที่มีอยู่ในเครือข่ายสังคมออนไลน์เพียงช่องทางเดียวอาจได้สื่อไม่สอดคล้องกับเนื้อหา จึงต้องพัฒนาสื่อด้วยตนเองเพื่อให้ได้เนื้อหาที่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์การเรียนรู้ในแต่ละทักษะ ซึ่งการออกแบบสื่อหรือกิจกรรมในการเรียนรู้จะต้องสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้ ซึ่งสอดคล้องกับผลงานวิจัยของนภัส ศรีเจริญประมง และคณะ [7] ได้ศึกษาการพัฒนาศักยภาพทักษะการคิดของครู พบว่าการออกแบบกิจกรรมให้เหมาะสมและมีการเชื่อมโยงเรื่องราวประสบการณ์ที่ต้องพบเจอในชีวิตประจำวันหรือในโอกาสของการทำงานที่จะต้องมีการทำงานเป็นระบบหรือเป็นกลุ่ม จะช่วยพัฒนาศักยภาพทักษะการคิดวิเคราะห์เพิ่มมากขึ้น อย่างไรก็ตามในภาพรวมของการจัดการเรียนการสอนแบบ MIAP ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เป็นไปอย่างราบรื่น สาเหตุอาจเนื่องจากขั้นของการกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสนใจนั้นใช้เวลาไม่มากนัก จึงไม่ส่งผลกระทบต่อจัดการเรียนการสอนขั้นต่อไป

8. ข้อเสนอแนะการวิจัย

การนำรูปแบบการเรียนรู้แบบ MIAP สำหรับนักศึกษาวิชาชีพนอกระบบไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างอื่น ที่มีบริบทแตกต่างจากกลุ่มตัวอย่างในงานวิจัยนี้ จำเป็นต้องวิเคราะห์บริบทของกลุ่มตัวอย่างที่จะนำไปใช้ เพื่อให้การ

จัดการเรียนรู้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด ซึ่งแต่ละกลุ่มตัวอย่างอาจมีข้อจำกัดหรือวิธีการเรียนที่แตกต่างกัน ทั้งนี้ให้ยึดวัตถุประสงค์การเรียนรู้ของแต่ละทักษะเป็นหลักในการพิจารณา

เอกสารอ้างอิง

- [1] สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. “พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542.” กรุงเทพมหานคร : เดอะบุคส์, 2556.
- [2] สำนักงานส่งเสริมการศึกษานอกระบบและการศึกษาตามอัธยาศัย. “พระราชบัญญัติส่งเสริมการศึกษานอกระบบและการศึกษาตามอัธยาศัย.” กรุงเทพมหานคร : สำนักงานส่งเสริมการศึกษานอกระบบและการศึกษาตามอัธยาศัย, 2551.
- [3] วิลาวัลย์ โพธิ์ทอง. “เทคโนโลยีกับการเรียนรู้ตลอดชีวิตของครู.” วารสารการวิจัยเพื่อพัฒนาชุมชน (มนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์). ปีที่ 11, ฉบับที่ 2, 2561, หน้า 18-26.
- [4] เอนก เทียนบูชา. “การพัฒนาสมรรถนะหลักเพื่อเตรียมคนเข้าสู่งาน.” วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรม คุุฎิบัณฑิต สาขาวิชาวิจัยและพัฒนาหลักสูตร ภาควิชาบริหารเทคนิคศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2553.
- [5] ชนัดดา เทียนฤกษ์ ดวงกมล ไตรวิจิตร และถมรัตน์ ศิริภาพ. “คุณการพัฒนาโมเดลการวัดทักษะชีวิตและอาชีพของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายในศตวรรษที่ 21.” วารสารอิเล็กทรอนิกส์ทางการศึกษา. ปีที่ 10, ฉบับที่ 4, 2015, หน้า 224-237.
- [6] สุชาติ ศิริสุขไพบูลย์. “เทคนิคและวิธีการสอนวิชาซีพ.” กรุงเทพมหานคร : ศูนย์ผลิตตำราเรียน มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2554.
- [7] นภัส ศรีเจริญประมง วราลี ถนอมชาติ และญาณิศา บุญพิมพ์. “การพัฒนาศักยภาพทักษะการคิดของครูผู้ดูแลเด็กในจังหวัดระยอง จันทบุรี และตราด.” วารสารวิจัยรำไพพรรณี. ปีที่ 11, ฉบับที่ 3, เดือนกันยายน-ธันวาคม 2560.

การกำหนดค่าน้ำหนักหลักเกณฑ์เพื่อการตัดสินใจ

ธวัชระพงษ์ วงศ์สกุล

สาขาวิชาเทคโนโลยีก่อสร้าง คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์

ผู้นิพนธ์ประสานงานบทความ อีเมล: Tawatcharapong@bru.ac.th

รับเมื่อ 10 สิงหาคม 2562 แก้ไขเมื่อ 22 ตุลาคม 2562 ตอรับเมื่อ 9 ธันวาคม 2562

บทคัดย่อ

การตัดสินใจแบบหลายหลักเกณฑ์คือการหาวิธีในการค้นหาทางเลือกของการตัดสินใจทางเลือกที่ดีที่สุดที่ได้จากการคูณค่าถ่วงน้ำหนักกับหลักเกณฑ์ที่เลือกใช้โดยทางเลือกที่มีค่าผลรวมของผลคูณทั้งสองมากที่สุดจะถือว่าเป็นทางเลือกที่ดีที่สุด ดังนั้นผู้เริ่มศึกษาหรือผู้ตัดสินใจจะต้องเข้าใจเกี่ยวกับการได้มาของสองส่วนนี้ บทความนี้ได้ทำการศึกษาวิธีการกำหนดค่าถ่วงน้ำหนักในวิธีการต่าง 4 วิธีคือ วิธีการจัดลำดับวิธีการจัดระดับวิธีเปรียบเทียบคู่ และวิธีการได้อย่างเสียอย่าง พบว่าวิธีการที่ง่ายที่สุด คือ วิธีการจัดลำดับ และวิธีการที่ให้ความถูกต้องสูงเป็นที่นิยมคือ วิธีเปรียบเทียบเป็นคู่ นอกจากนี้ยังพบว่าการกำหนดค่าถ่วงน้ำหนักของหลักเกณฑ์ทั้ง 4 วิธี มีลักษณะคล้ายกันคือการนำหลักเกณฑ์มาเปรียบเทียบกัน และกำหนดระดับความชอบหรือความพอใจโดยผู้ตัดสินใจ

คำสำคัญ: การตัดสินใจแบบหลายหลักเกณฑ์ วิธีการจัดลำดับ วิธีการจัดระดับ วิธีเปรียบเทียบคู่
วิธีการได้อย่างเสียอย่าง

Determining weights of criteria for decision Making

Tawatcharapong Wongsakul
Department of Construction Technology, Faculty of Industrial Technology,
Buriram Rajabhat University

Corresponding author. E-mail: Tawatcharapong@bru.ac.th

Received: August 10, 2019; **Revised:** October 22, 2019; **Accepted:** December 9, 2019

Abstract

Multi-Criteria Decision Making (MCDM) is to find a way to find alternatives of decision. The best alternative is acquired by multiplying weighted values and chosen criteria. The alternative with the highest values of the sums of the multiplying results of both values is the best one. Thus, beginners or decision makers need to understand about the acquisition of these two parts. This article studies four different methods of weighting: a ranking method, a rating method, a pairwise comparison method and a trade-off method. The study found that the ranking method was the simplest method and the pairwise comparison method was highly accurate and most popular. In addition, it was found that determining the weights of the four criteria were similar: comparing each criterion and then determining levels of liking or satisfaction by the decision makers.

Keywords: MCDA, Ranking, Rating, Pairwise Comparison, Trade off

1. บทนำ

ปัญหาสำคัญที่เกิดขึ้นในการตัดสินใจจะเกี่ยวข้องกับความผันแปรของผู้ตัดสินใจรวมไปถึงขั้นตอนการได้มาซึ่งค่าถ่วงน้ำหนัก (Weight) หากค่าถ่วงน้ำหนักที่นำมาใช้ในการวิเคราะห์ที่ได้มาจากวิธีการที่ขาดความน่าเชื่อถือแล้วการตัดสินใจครั้งนั้นก็ไม่อาจยืนยันถึงความเที่ยงตรงได้ค่าถ่วงน้ำหนักจากความชอบ (Preference) ของผู้ตัดสินใจหรือจากผู้เชี่ยวชาญเพียงคนเดียวหรือแบบหลายบุคคลจะถูกนำมาใช้เพื่อการประเมินที่แสดงถึงความสัมพันธ์ของหลักเกณฑ์กับเป้าหมาย (Goal) ที่ต้องการในการกำหนดค่าน้ำหนักเพื่อประเมินทางเลือก (Alternatives) อาจพิจารณาได้จากลำดับของความชอบของผู้ตัดสินใจ ทางเลือกไหนให้ความสำคัญมากก็จะถูกให้ค่าถ่วงน้ำหนักมาก และ ในทางกลับกันทางเลือกที่ให้ความสำคัญน้อยจะถูกให้ค่าถ่วงน้ำหนักน้อย แต่ในความเป็นจริงแล้วระดับความแตกต่างของความสำคัญมักจะมีผลในการแปลความหมายค่าถ่วงน้ำหนักค่าน้ำหนักไม่ขึ้นอยู่กับลำดับของทางเลือกดังนั้นผู้ตัดสินใจจึงต้องมีความเข้าใจในหลักเกณฑ์ที่นำมาพิจารณาเป็นอย่างดี อีกทั้งต้องศึกษาวิธีการให้ค่าถ่วงน้ำหนักให้เข้าใจอย่างชัดเจนบทความนี้จะนำเสนอแนวคิดและวิธีการกำหนดค่าถ่วงน้ำหนักของหลักเกณฑ์เพื่อนำไปใช้ในวิเคราะห์การตัดสินใจแบบหลายหลักเกณฑ์ (MCDA : Multi-Criteria Decision Analysis) 4 วิธีได้แก่ [1] วิธีการจัดลำดับ (Ranking) วิธีการจัดระดับ (Rating) วิธีเปรียบเทียบเป็นคู่ (Pairwise Comparison Method) และการวิเคราะห์แบบได้อย่างเสียอย่าง (Trade-off Analysis) ซึ่งจะช่วยให้ผู้เริ่มต้นศึกษาเกี่ยวกับการตัดสินใจแบบหลายหลักเกณฑ์ได้เข้าใจก่อนทำการวิเคราะห์

2. การตัดสินใจแบบหลายหลักเกณฑ์ : กรอบแนวคิดในการวิเคราะห์

การตัดสินใจแบบหลายหลักเกณฑ์นั้นเป็นวิธีการหนึ่งในการแก้ไขปัญหาที่นิยมนำไปใช้เพื่อวิเคราะห์ทางเลือกที่เหมาะสมโดยเป็นการนำทางเลือกที่ตรงตามหลักเกณฑ์ (Criteria) มาเรียงลำดับเพื่อให้ผู้ตัดสินใจเลือกสิ่งที่เหมาะสมที่สุดขั้นตอนในการวิเคราะห์เพื่อหาทางเลือกที่เหมาะสมนั้นมีขั้นตอนเริ่มจากการกำหนดปัญหาเพื่อให้ทราบข้อมูลพื้นฐานของปัญหาสาเหตุที่สภาพแวดล้อมของปัญหาซึ่งจะนำไปสู่การเลือกข้อมูลหรือหลักเกณฑ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์หลังจากนั้นจึงนำข้อมูลต่าง ๆ ไปสร้างตารางเมทริกซ์ของการตัดสินใจ [2]-[5] ซึ่งข้อมูลหรือหลักเกณฑ์ต่าง ๆ ที่นำไปใช้นั้นจะมีความสำคัญไม่เท่ากันจึงต้องมีการให้ค่าถ่วงน้ำหนักของข้อมูลแต่ละเรื่องก่อนที่จะนำไป

3. การประมาณค่าถ่วงน้ำหนักของหลักเกณฑ์ (Criteria Weighting)

เป้าหมายของการตัดสินใจแบบหลายคุณลักษณะคือการเรียงลำดับทางเลือกที่เหมาะสมโดยทางเลือกที่ดีที่สุดที่ได้มาจากผลรวมของหลักเกณฑ์การตัดสินใจหลายอย่างคุณค่าถ่วงน้ำหนักซึ่งวิธีการให้ค่าถ่วงน้ำหนักจะมีหลายวิธีดังนี้

3.1 วิธีการจัดลำดับ (Ranking Method)

เป็นวิธีที่ง่ายที่สุดในการประเมินความสำคัญของค่าถ่วงน้ำหนักซึ่งถูกจัดอยู่ในรูปลำดับโดยทุกหลักเกณฑ์จะถูกจัดระดับภายใต้การพิจารณาของผู้ตัดสินใจมีทั้งการจัดลำดับโดยตรง (Straight Ranking) (สำคัญมาก = 1 สำคัญลำดับที่สอง = 2 และอื่นๆ) หรือการจัดลำดับแบบกลับข้าง (Inverse Ranking) (สำคัญน้อย = 1 สำคัญน้อยลงมา = 2 และอื่นๆ) วิธีที่นิยมใช้กันมากได้แก่ Rank Sum, Rank Reciprocal, และ Rank Exponentซึ่งมีวิธีการคำนวณได้ดังนี้

1) Rank Sum คำนวณน้ำหนักสามารถคำนวณได้จากสมการ (1)

$$w_i = \frac{n - r_j + 1}{\sum(n - r_k + 1)} \quad (1)$$

โดยที่ w_i = คำนวณน้ำหนักที่ Normalized แล้วของแต่ละหลักเกณฑ์ที่พิจารณา j
 n = จำนวนหลักเกณฑ์ที่พิจารณา ($k = 1, 2, \dots, n$)
 r_j = อันดับความสำคัญของหลักเกณฑ์ j

2) Rank Reciprocal จะพิจารณาจากค่าอันดับหลักเกณฑ์ซึ่งคำนวณได้จากสมการ (2)

$$w_i = \frac{1/r_j}{\sum(1/r_k)} \quad (2)$$

3) Rank Exponent จะเพิ่มค่าคงที่ p ในการพิจารณาด้วยโดยค่า p จะทำให้เกิดความแตกต่างระหว่างหลักเกณฑ์ที่มีความสำคัญมากและหลักเกณฑ์ที่มีความสำคัญน้อยโดยที่หลักเกณฑ์ที่มีความสำคัญมากจะยิ่งสำคัญมากขึ้นส่วนหลักเกณฑ์ที่มีความสำคัญน้อยก็จะมีค่าสำคัญลดลงจะคำนวณได้จากสมการ (3)

$$w_i = \frac{(n - r_j + 1)^p}{\sum(n - r_k + 1)^p} \quad (3)$$

ดังที่กล่าวมาแล้วนั้นการให้น้ำหนักด้วยวิธีการจัดลำดับสามารถเปรียบเทียบให้เห็นได้ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 เปรียบเทียบวิธีการให้น้ำหนักด้วยวิธีการจัดลำดับ

Criterion	Straight Rank (r_j)	Rank Sum		Rank Reciprocal		Rank Exponent	
		Weight ($n - r_j + 1$)	Normalized Weight	Reciprocal Weight ($1/r_j$)	Normalized Weight	Exponent Weight ($n - r_j + 1$) $p, p = 2$	Normalized Weight
1	4	2	0.133	0.250	0.109	4	0.073
2	2	4	0.267	0.500	0.219	16	0.291
3	5	1	0.067	0.200	0.088	1	0.018
4	1	5	0.333	1.000	0.438	25	0.455
5	3	3	0.200	0.333	0.146	9	0.164
		15	1.000	2.283	1.000	55	1.000

3.2 วิธีการจัดระดับ (Rating Method)

วิธีการจัดระดับ เป็นวิธีที่ผู้ตัดสินใจประเมินค่าถ่วงน้ำหนักด้วยการกำหนดสเกลไว้ล่วงหน้าสเกลอาจอยู่ในช่วง 0 ถึง 10 หรือ 0 ถึง 100 วิธีการจัดระดับสามารถทำได้ 2 วิธีดังนี้

1) วิธีการกำหนดจุด (Point allocation) วิธีการนี้ต้องการให้ผู้ตัดสินใจกำหนดจุดโดยจัดระดับจาก 0 ถึง 100 ซึ่ง 0 แสดงถึงหลักเกณฑ์ที่ไม่สนใจ และ 100 แสดงถึงหลักเกณฑ์ที่มีความสนใจสูงสุดที่ต้องการ

พิจารณา หรือหลักเกณฑ์ที่ได้รับจุดมากจะมีความสำคัญมากตัวอย่างเช่นการพิจารณาพื้นที่ตั้งโรงงานซึ่งเกี่ยวข้องกับ 3 หลักเกณฑ์ คือการเข้าถึงได้ง่ายของระบบขนส่งต้นทุนการก่อสร้างโรงงาน และความใกล้ชิดกับแหล่งน้ำโดยผู้ตัดสินใจกำหนดให้คะแนน 30 สำหรับการเข้าถึงได้ง่ายของระบบขนส่ง 50 สำหรับต้นทุนการก่อสร้างโรงงานและ 20 สำหรับความใกล้ชิดกับแหล่งน้ำผลรวมทั้งหมดเท่ากับ 100 ดังนั้นค่าน้ำหนักที่จะกำหนดให้แต่ละหลักเกณฑ์คือ 0.3, 0.5 และ 0.2 ตามลำดับดังแสดงในตารางที่ 2

2) วิธีการประมาณสัดส่วน (Ratio estimation procedure) โดยการกำหนดค่าน้ำหนักตามความพอใจสำหรับหลักเกณฑ์ที่มีความสำคัญมากที่สุดโดยกำหนด 100 คะแนนสำหรับหลักเกณฑ์ที่มีความสำคัญจากและกำหนดค่าคะแนนที่น้อยลงมาสำหรับหลักเกณฑ์ที่มีความสำคัญน้อยลงคะแนนหลักเกณฑ์ที่มีความสำคัญน้อยที่สุดจะถูกนำมาเป็น Anchor Point สำหรับใช้ในการคำนวณสัดส่วนจากนั้นนำ Anchor Point มาหารค่าคะแนนของแต่ละหลักเกณฑ์การคำนวณสัดส่วนเท่ากับ w_i / w^* โดยที่ w_i คือค่าคะแนนของหลักเกณฑ์ i และ w^* คือค่าคะแนนที่น้อยที่สุดจากนั้นนำค่าน้ำหนักที่ได้ทำการ Normalize จะได้ค่าน้ำหนักที่นำไปใช้ในการวิเคราะห์ต่อไป ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 เปรียบเทียบวิธีการให้ค่าถ่วงน้ำหนักด้วยวิธีการจัดลำดับ

Criterion	Point allocation		Ratio estimation procedure			
	Weight	Normalized Weight	Straight Rank	Ratio Scale	Original Weight	Normalized Weight
1	30	0.300	2	75	1.5	0.333
2	50	0.500	1	100	2	0.444
3	20	0.200	3	50	1	0.222
	100	1.000			4.5	1.000

3.3 วิธีเปรียบเทียบคู่ (Pairwise Comparison Method)

วิธีการเปรียบเทียบเป็นคู่เป็นวิธีที่พัฒนาโดย Thomas L. Saaty ในปี 1980 [3]-[5] เป็นเนื้อหาของ การวิเคราะห์กระบวนการตัดสินใจอย่างเป็นลำดับขั้น (Analytic Hierarchy Process : AHP) วิธีการนี้ เกี่ยวข้องกับการเปรียบเทียบเป็นคู่เพื่อสร้างตารางสัดส่วนโดยใช้สเกลที่กำหนดไว้ 1-9 ซึ่งจะสัมพันธ์กับ ความชอบระหว่าง 2 หลักเกณฑ์รายละเอียดระดับความชอบหรือความสำคัญที่พิจารณาอาจแบ่งดังตารางที่ 3

การคำนวณค่าน้ำหนักของหลักเกณฑ์ (Computation of the Criterion Weights) มีทั้งหมด 3 ขั้นตอนคือ

1) การพัฒนาตารางเปรียบเทียบเป็นคู่ (Development of the Pairwise Comparison Matrix) เป็นสร้างตารางในการเปรียบเทียบหลักเกณฑ์แต่ละหลักเกณฑ์เป็นคู่ๆโดยใช้สเกลที่กำหนดไว้ 1-9 ซึ่งจะสัมพันธ์กับความชอบระหว่าง 2 หลักเกณฑ์เช่นในตารางที่ 4 จะแสดงให้เห็นการเปรียบเทียบ ของเกณฑ์ด้าน ราคามีความสำคัญกว่ายี่ห้อระดับ 5 (สำคัญกว่าค่อนข้างมาก) หรือ ราคามีความสำคัญกว่าความสวยงามระดับ 2 (สำคัญเท่ากัน)

ตารางที่ 3 สเกลสำหรับการเปรียบเทียบเป็นคู่

Intensity of Importance Definition	
1 Equal importance	สำคัญเท่ากัน
2 Equal to moderate importance	สำคัญเท่ากันถึงปานกลาง
3 Moderate importance	สำคัญปานกลาง
4 Moderate to strong importance	สำคัญปานกลางถึงค่อนข้างมาก
5 Strong importance	สำคัญค่อนข้างมาก
6 strong to very strong importance	สำคัญค่อนข้างมากถึงมากกว่า
7 Very strong importance	สำคัญมากกว่า
8 Very to extremely strong importance	สำคัญมากกว่าถึงมากที่สุด
9 Extremely importance	สำคัญมากที่สุด

ตารางที่ 4 การเปรียบเทียบเป็นคู่

	ราคา	ยี่ห้อ	สวยงาม
ราคา	1	5	2
ยี่ห้อ	1/5	1	6
สวยงาม	1/2	1/6	1

2) การคำนวณค่าน้ำหนักของหลักเกณฑ์ (Computation of the Criterion Weights) สามารถคำนวณค่าถ่วงน้ำหนักได้ตามลำดับโดยเริ่มจากการหาผลรวมในแต่ละคอลัมน์จากนั้นหารค่าในตารางด้วยผลรวมของแต่ละคอลัมน์ (Normalized Matrix) และคำนวณหาค่าเฉลี่ยของแต่ละแถวของ Normalized Matrix ดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 การกำหนดค่าน้ำหนัก

Criterion	ขั้นตอนที่ 1			ขั้นตอนที่ 2			ขั้นตอนที่ 3	Weight
	ราคา	ยี่ห้อ	สวยงาม	ราคา	ยี่ห้อ	สวยงาม		
ราคา	1	5	2	0.588	0.811	0.222	(0.588+0.811+0.222)/3	0.540
ยี่ห้อ	1/5	1	6	0.118	0.162	0.667	(0.118+0.162+0.667)/3	0.316
สวยงาม	1/2	1/6	1	0.294	0.027	0.111	(0.294+0.027+0.111)/3	0.144
	1.70	6.17	9.00	1.000	1.000	1.000		1.000

จากตารางที่ 5 แสดงให้เห็นวิธีการการหาค่าน้ำหนัก โดยเริ่มจากขั้นตอนที่ 1 หาผลรวมในแต่ละคอลัมน์ขั้นตอนที่ 2 หารค่าในตารางด้วยผลรวมของแต่ละคอลัมน์ (Normalized Matrix) และขั้นตอนที่ 3 คำนวณหาค่าเฉลี่ยของแต่ละแถวของ Normalized Matrix ซึ่งค่าน้ำหนักที่ได้ คือ 0.540, 0.316, และ 0.144 จะรวมกันได้เท่ากับ 1

3) การประมาณค่าความสอดคล้อง (Estimation of the Consistency Ratio) ซึ่งการตัดสินใจว่าค่าถ่วงน้ำหนักที่ได้จากการเปรียบเทียบของมีความสอดคล้องกันและนำไปใช้ในการวิเคราะห์หรือไม่ต้องอาศัยการพิจารณาจาก ค่าความสอดคล้อง Consistency Ratio (CR) ซึ่งค่า CR จะบอกถึงค่าสัดส่วนความ

สอดคล้องกับของการให้คะแนนการเปรียบเทียบ หากค่า $CR < 0.10$ นั้นแสดงว่ามีค่าสัดส่วนมีความสอดคล้องกันในระดับที่ยอมรับได้ แต่ถ้า $CR \geq 0.10$ แสดงถึงค่าสัดส่วนที่ได้ไม่สอดคล้องกันซึ่งต้องกลับไปพิจารณาแก้ไขอีกครั้งซึ่งสามารถคำนวณได้จากสมการที่ (4) โดยนำค่า CI (Consistency Index)หารด้วย ค่า RI (Random Index)

$$CR = \frac{CI}{RI} \quad (4)$$

การคำนวณค่า CI สามารถคำนวณได้จาก สมการที่ (5)

$$CI = \frac{\lambda - n}{n - 1} \quad (5)$$

โดย ค่า n คือ จำนวนหลักเกณฑ์ที่นำมาพิจารณา และ λ คือค่าเฉลี่ยของการวิเคราะห์ความสอดคล้อง ซึ่งจากตารางที่ 7 สามารถคำนวณได้เท่ากับ $\lambda = (4.459 + 4.076 + 3.243) / 3 = 3.926$ และเมื่อแทนค่า λ ลงในสมการที่ (5) จะได้ค่า CI เท่ากับ 0.463 และสุดท้ายจะคำนวณค่า CR ได้เท่ากับ $0.463 / 0.58 = 0.798$ ซึ่งในที่นี้แสดงให้เห็นความไม่สอดคล้องกันของการเปรียบเทียบคู่

RI คือ ค่า Random Index ขึ้นอยู่กับจำนวนของหลักเกณฑ์ที่ใช้เปรียบเทียบพิจารณาได้ดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 Random Inconsistency Indices (RI) for $n = 1, 2, \dots, 15$

n	RI	n	RI	n	RI
1	0.00	6	1.24	11	1.51
2	0.00	7	1.32	12	1.48
3	0.58	8	1.41	13	1.56
4	0.90	9	1.45	14	1.57
5	1.12	10	1.49	15	1.59

ตารางที่ 7 การกำหนดสัดส่วนความสอดคล้อง (Consistency Ratio)

Criterion	ขั้นตอนที่ 1	ขั้นตอนที่ 2
ราคา	$(0.540) * (1) + (0.316) * (5) + (0.144) * (2) = 2.408$	$2.408 / 0.540 = 4.459$
ยี่ห้อ	$(0.540) * (1/5) + (0.316) * (1) + (0.144) * (6) = 1.288$	$1.288 / 0.316 = 4.076$
สวยงาม	$(0.540) * (1/2) + (0.316) * (1/6) + (0.144) * (1) = 0.467$	$0.467 / 0.144 = 3.243$

3.4 การวิเคราะห์แบบได้อย่างเสียอย่าง (Trade-off Analysis)

วิธีการวิเคราะห์แบบได้อย่างเสียอย่างถูกนำมาใช้ในการประเมินโดยตรงของการได้อย่างเสียอย่างนั้นคือการกำหนดลักษณะเฉพาะของค่าน้ำหนักที่จะยินยอมให้ของหลักเกณฑ์ที่นำมาเปรียบเทียบวิธีการนี้ต้องการให้ผู้ตัดสินใจเปรียบเทียบระหว่างหลักเกณฑ์ที่กำหนดค่าน้ำหนักตั้งต้น เช่น ในการตัดสินใจเลือกซื้อสินค้าประเภทหนึ่ง มีการกำหนดให้ ราคา ความสวยงาม และ การบริการ เป็นเกณฑ์ในการตัดสินใจ ทำการเปรียบเทียบโดยกำหนดให้หลักเกณฑ์ ราคามีค่าคะแนนเป็น 100 ต่อมาผู้ตัดสินใจจะถูกถามเพื่อเปรียบเทียบโดยลดระดับความ

สวยงามลงเรื่อยๆจนผู้ตัดสินใจระบุความสำคัญความสวยที่คะแนน 60 ซึ่งหมายถึงสินค้าประเภทนี้หากมีราคา
ที่ 100 ระดับความสวยไม่ควรต่ำกว่า 60 ดังนั้นค่าน้ำหนักที่จะให้กับหลักเกณฑ์ความสวยจะเท่ากับ 60
ต่อจากนั้นนำหลักเกณฑ์ราคาเปรียบเทียบกับหลักเกณฑ์การบริการหากผู้ตัดสินใจระบุความสำคัญที่คะแนน
30 ซึ่งหมายถึงจะถือว่าที่ราคาสินค้า 100 ระดับการบริการไม่ควรต่ำกว่า 30 ซึ่งทั้ง 3 ค่าน้ำหนักสามารถ
Normalize ดังนี้

$$w_1 = 100 / (100 + 60 + 30) = 0.526$$

$$w_2 = 60 / (100 + 60 + 30) = 0.316$$

$$w_3 = 30 / (100 + 60 + 30) = 0.158$$

4. การเปรียบเทียบแนวคิดและวิธีการศึกษา

จากการอธิบายแนวคิดขั้นตอนและวิธีการคำนวณค่าถ่วงน้ำหนักทั้ง 4 วิธี สามารถสรุปได้เป็นประเด็นต่างๆ
มีดังนี้

4.1 วิธีการที่ง่ายที่สุด คือ วิธีการจัดลำดับ แต่มีข้อระมัดระวังในการใช้งานคือหลักเกณฑ์บางอย่างมีระดับ
ความสำคัญแตกต่างกันมากน้อยไม่เท่ากันไม่สามารถนำมาจัดเรียงลำดับกันได้ตามอัตราที่เท่ากัน เช่น การ
ตัดสินใจซื้อสินค้าที่อาศัยหลักเกณฑ์ 3 อย่างคือ ราคา ความสวยงาม และการบริการ ผู้ตัดสินใจอาจให้
ความสำคัญมากกับหลักเกณฑ์การบริการ โดยให้ความสำคัญกับราคาน้อยที่สุด หากใช้วิธีการกำหนดค่า
ถ่วงน้ำหนักแบบการจัดลำดับ ค่าถ่วงน้ำหนักของการบริการจะมีค่า 0.5 และหลักเกณฑ์ราคาจะมีค่าถ่วง
น้ำหนัก 0.167 แต่ค่าถ่วงน้ำหนักที่ได้ อาจไม่ได้หมายความว่ามีความสำคัญแตกต่างกันระดับนี้ ดังนั้นอาจ
เลือกใช้วิธีการแบบการจัดระดับแทนเพื่อให้ได้ค่าถ่วงน้ำหนักที่ดีกว่า

4.2 การกำหนดค่าถ่วงน้ำหนักของหลักเกณฑ์ทั้ง 4 วิธี มีลักษณะคล้ายกันคือการนำหลักเกณฑ์มา
เปรียบเทียบกัน และกำหนดระดับความชอบหรือความพอใจโดยผู้ตัดสินใจ ซึ่งวิธีการจัดลำดับจะเป็นการ
จัดลำดับความชอบโดยกำหนดว่าหลักเกณฑ์ใดที่ตนเองชอบเป็นอันดับหนึ่งเรียงลำดับไปจนถึงตัวสุดท้าย
วิธีการจัดระดับจะเป็นการกำหนดระดับความชอบหรือการให้คะแนนความชอบแต่ละหลักเกณฑ์แล้วทำการ
Normalized ค่าคะแนนที่ให้กับหลักเกณฑ์ วิธีเปรียบเทียบเป็นคู่เป็นการกำหนดความระดับความชอบซึ่งมี 9
ระดับ โดยผู้ตัดสินใจต้องกำหนดระดับความชอบของหลักเกณฑ์หนึ่งว่ามากกว่าหรือน้อยกว่าอีกหลักเกณฑ์
ระดับใด และการวิเคราะห์แบบได้อย่างเสียอย่างเป็นการให้ค่าระดับความชอบของหลักเกณฑ์ที่นำมา
เปรียบเทียบคล้ายกับวิธีการเปรียบเทียบคู่แต่จะมีการกำหนดค่าระดับความชอบได้ตามความเหมาะสม เช่น 0-
100 หรือ 0-10 เป็นต้น

4.3 วิธีเปรียบเทียบเป็นคู่เป็นวิธีการที่ให้ความถูกต้องสูง เนื่องจากมีการนำหลักเกณฑ์มาเปรียบเทียบ
สร้างความแตกต่างของหลักเกณฑ์ทุกๆด้าน ทำให้เป็นที่ยอมรับและนำไปใช้อย่างแพร่หลาย [1]-[3], [5]-[6],
[7]-[9]

4.4 การตัวอย่างวิธีเปรียบเทียบคู่จะพบว่าตัวอย่างที่ใช้มีค่า CR=0.798 ซึ่งแสดงความไม่สอดคล้องกันของ
การเปรียบเทียบ เป็นการยืนยันว่าวิธีการมีความเที่ยงตรง สามารถตรวจสอบความสอดคล้องกันได้ ซึ่งจะเห็น
ความผิดปกติที่ได้จากการเปรียบเทียบของราคาซึ่งให้ความสำคัญมากกว่ายี่ห้อระดับ 5 และความสวยงาม
ระดับ 2 ซึ่งทำให้ทราบได้ว่าหลักเกณฑ์ยี่ห้อจะมีความสำคัญกว่าหลักเกณฑ์ความสวยงามไม่มาก จึงทำให้ค่า
CR ที่ได้ไม่อยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้

5. สรุปผลการศึกษา

การตัดสินใจแบบหลายหลักเกณฑ์เป็นเทคนิคหนึ่งที่ถูกนำมาใช้ในการแก้ไขปัญหาในหลายสาขาซึ่งประกอบด้วยลักษณะปัญหาของการตัดสินใจ 2 ประเภทคือปัญหาแบบที่มีผู้ตัดสินใจคนเดียว (Single decision maker Problem) และปัญหาที่มีการตัดสินใจแบบกลุ่ม (Group decision maker problem) การประเมินค่าถ่วงน้ำหนักหลักเกณฑ์จึงต้องพิจารณาในสองรูปแบบนี้ซึ่งในกรณีการตัดสินใจคนเดียวสามารถทำได้เพียงบุคคลเดียว แต่หากต้องทำการตัดสินใจแบบกลุ่มที่มีหลากหลายบุคคลที่เกี่ยวข้องก็จะพบปัญหาสำคัญที่ต้องมีการจัดการในการนำความคิดเห็นแต่ละคนเข้ามามีส่วนร่วมในการตัดสินใจการกำหนดค่าถ่วงน้ำหนักแต่ละวิธีต่างมีข้อดี ข้อด้อยแตกต่างกันการเลือกใช้จึงต้องพิจารณาถึงความง่ายในการนำไปใช้ความถูกต้องระดับความเข้าใจในส่วนของผู้ตัดสินใจและทฤษฎีพื้นฐานเป็นต้นถ้าลักษณะใช้งานง่ายและมีความกังวลเกี่ยวกับเวลาและต้นทุนน้อยก็ควรเลือกใช้การจัดลำดับ (Ranking) หรือการจัดระดับ (Rating) ถ้าต้องการความถูกต้องทฤษฎีพื้นฐานเป็นหลักในการพิจารณาควรเลือกใช้วิธีเปรียบเทียบเป็นคู่ (Pairwise Comparison) หรือการวิเคราะห์แบบได้อย่างเสียอย่าง (Trade-off Analysis) อย่างไรก็ตามไม่ว่าจะวิเคราะห์ด้วยวิธีการใดสิ่งสำคัญคือหลักเกณฑ์หรือข้อมูลที่นำมาใช้ในการประเมินที่มีประสิทธิภาพซึ่งเกณฑ์ที่ใช้จะต้องสอดคล้องกับปัญหาที่ต้องการตัดสินใจโดยอาจมาจากการศึกษาและรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องหรือจากความเห็นของผู้เชี่ยวชาญหรือการวิเคราะห์ทางสถิติและท้ายที่สุดคือการนำผลการศึกษาที่ได้ไปตรวจสอบกับสภาพความเป็นจริงเพื่อยืนยันความถูกต้องและเชื่อถือได้ของผลการศึกษาต่อไป

เอกสารอ้างอิง

- [1] กันต์ธรมน สุขกระจ่าง. “การประยุกต์ใช้วิธีการวิเคราะห์ตามลำดับขั้นของกระบวนการตัดสินใจในการคัดเลือกผู้ให้บริการขนส่งของผลิตภัณฑ์สิ่งทอ : บริษัทกรณีศึกษา.” วารสารวิชาการคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรมมหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง, ปีที่ 8, ฉบับที่ 1, 2558, หน้า 1-11.
- [2] สถาพร โอภาสานนท์. “การตัดสินใจแบบพิจารณาหลายเกณฑ์.” วารสารบริหารธุรกิจ, ปีที่ 36, ฉบับที่ 140, 2556, หน้า 5-9.
- [3] อภิรดี สรวีสุต. “การตัดสินใจแบบหลายหลักเกณฑ์: เปรียบเทียบแนวคิดและวิธีการระหว่าง SAW AHP และ TOPSIS.” วารสารมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, ปีที่ 8, ฉบับที่ 2, หน้า 180-192, 2550.
- [4] J. Malzewski, GIS and Multicriteria decision analysis, New York: John Wiley & Sons, Inc., 1999.
- [5] T. L.Saaty. “Decision making with the analytic hierarchy process.” Int. J. Services Sciences, 2008, pp.83-98.
- [6] T. Evangelos and M. H. Stuart. “Using The Analytic Hierarchy Process For Decision Making In Engineering Applications: Some Challenges.” Inter'l Journal of Industrial Engineering: Applications and Practice, 1995, pp.35-44.
- [7] ภาสกร นันทพานิช. “การตัดสินใจเลือกกระบวนการดำเนินงานโครงการผลิตพริกปลอดภัยจากสารพิษของบริษัทเอกชนโดยการวิเคราะห์เชิงลำดับขั้น.” แก่นเกษตร, 2557, หน้า241-248.
- [8] วรพจน์ มีถม. “กระบวนการลำดับขั้นเชิงวิเคราะห์.” วารสารบริหารธุรกิจเทคโนโลยีมหานคร, ปีที่ 7, ฉบับที่ 3, 2553, หน้า 56-69.
- [9] วรารุช วุฒินิชย์. “การตัดสินใจโดยกระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับขั้น.” ชลกรฉบับวันชูชาติ. สมาคมศิษย์เก่าวิศวกรรมชลประทานในพระบรมราชูปถัมภ์, 2546, หน้า 57-76.

รถเข็นสำหรับคนพิการควบคุมด้วยระบบไมโครคอนโทรลเลอร์

จิณพรต ตีมอนรัมย์¹ วิทยา ก่อแก้ว² วิสิทธิ์ ลุมชะเนา^{3*}

^{1,2,3*} สาขาวิชาเทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์

*ผู้นิพนธ์ประสานงานบทความ อีเมล: wisit.lc@bru.ac.th

รับเมื่อ 16 กันยายน 2562 แก้ไขเมื่อ 11 พฤศจิกายน 2562 ตอรับเมื่อ 9 ธันวาคม 2562

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบและสร้างรถเข็นสำหรับคนพิการควบคุมด้วยระบบไมโครคอนโทรลเลอร์ และเพื่อทดสอบประสิทธิภาพจากเครื่องมือที่สร้างขึ้น เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบไปด้วยชุดอุปกรณ์จอยสติ๊ก (Joystick) ในการควบคุมระบบขับเคลื่อนที่ทิศทางของมอเตอร์ในการขับเคลื่อนที่หน้า-หลัง เลี้ยวซ้าย เลี้ยวขวา และคำสั่งหยุดรถเข็น และระบบไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นตัวควบคุมการขับเคลื่อนที่ของมอเตอร์ในการส่งคำสั่งสัญญาณพัลส์วิดท์มอดูเลชัน

จากผลการวิจัยทดสอบหาประสิทธิภาพความเร็วในการเคลื่อนที่แนวราบ พบว่าความเร็วในช่วงระยะทาง 50 เมตร ที่น้ำหนัก 90 กิโลกรัม ใช้เวลา 1.26 นาที และผลการทดลองความเร็วในการเคลื่อนที่รถเข็นสำหรับคนพิการขึ้นในแนวลาดเอียง 10 องศา พบว่าความเร็วในช่วงระยะทาง 50 เมตร ที่น้ำหนัก 90 กิโลกรัม ใช้เวลา 2.07 นาที และผลการสำรวจความพึงพอใจของผู้ใช้งานรถเข็นสำหรับคนพิการ โดยทำการวิเคราะห์ข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างจำนวน 20 คน พบว่ามีค่าเฉลี่ยความพึงพอใจของผู้ใช้งานเท่ากับ 4.28 ซึ่งมีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมาก

คำสำคัญ: ระบบไมโครคอนโทรลเลอร์ รถเข็นสำหรับคนพิการ

Wheelchairs for Disabled Control by Microcontroller System

Jinnaphat Timonrum¹ Wittaya Gorkaew² Wisit Lumchanao^{3*}
^{1,2,3*} Department of Electronics Technology, Faculty of Industrial Technology,
Buriram Rajabhat University

*Corresponding author. E-mail: wisit.lc@bru.ac.th

Received: September 16, 2019; **Revised:** November 11, 2019; **Accepted:** December 9, 2019

Abstract

This research aimed to design and construction a wheelchair for disabled people with microcontroller system, and to test the efficiency from the tools created. The instrument used in the research consisted of joystick accessories set, in the control the driven system the direction of the motor is driven by the front-back, turn left, turn right and stop. And the microcontroller system is the controller that drives the motor in the signal transmission value of the pulse width modulation (PWM).

The study tested the effectiveness of horizontal movement speed, found that in the distance of 50 meters at the weight of 90 kg, take time was 1.26 minutes. And the test result of the wheelchair movement speed of wheelchair for disabled people rising on a 10-degree slope, found that the distance of 50 meters at a weight of 90 kg, take time was 2.07 minutes. And the satisfaction survey results of wheelchair users for the disabled data from 20 samples were analyzed, found that the average satisfaction of users is 4.28, which has a high level of average.

Keyword : Microcontroller System, Wheelchairs for Disabled.

1. บทนำ

ในปัจจุบันมีประชากรทั้งในประเทศและต่างประเทศยังมีผู้ที่พิการทางการเดินมืออยู่เป็นจำนวนมาก และในประเทศไทยก็มีผู้คนที่พิการทางการเดิน เช่น โรคอัมพาตทางด้านเท้า โรคโปลิโอ อุบัติเหตุทางด้านเท้า ผู้สูงอายุชราภาพ เป็นต้น ซึ่งในปัจจุบันมีการนำเทคโนโลยีทางด้านรถเข็นคนพิการทางการเดินถูกประดิษฐ์คิดค้น [1]-[3] ขึ้นมาเพื่อให้ประชากรได้รับความสะดวกสบายมากยิ่งขึ้น จึงส่งผลให้อัตราการใช้รถเข็นคนพิการมีปริมาณเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ในทุก ๆ ปี จึงทำขึ้นมาเพื่อให้ผู้ที่สนใจเลือกซื้อเลือกหากันได้ เพราะในปัจจุบันนี้รถเข็นคนพิการมีจำนวนมากคนพิการก็เยอะขึ้นเรื่อย ๆ จำเป็นจะต้องมีการค้นคว้าเพิ่มเติมขึ้นซึ่งการหารถเข็นคนพิการในสถานที่ให้บริการ เช่น โรงพยาบาล บริษัทขายรถเข็น เป็นต้น จากสถานที่ดังกล่าวมานั้นล้วนเป็นสถานที่เต็มไปด้วยรถเข็นคนพิการจำนวนมาก และปัจจุบันการหารถเข็นคนพิการในสถานที่ให้บริการต่าง ๆ ก็ถือว่าเป็นปัญหาที่ผู้ใช้รถเข็นเป็นคนพิการส่วนใหญ่ได้รับผลกระทบเช่นกันจากที่จะต้องมีการจ่ายค่าเช่ารถเข็นแต่คนพิการยังขาดเครื่องอำนวยความสะดวกเลยค้นคว้าหาความรู้ที่เกี่ยวกับการเรียนเหล่านั้นมาประดิษฐ์ทำเป็นชิ้นงานออกมาเพื่อให้ชิ้นงานเหล่านั้นใช้กับคนพิการได้อย่างสะดวกสบายมากยิ่งขึ้น

จากปัญหาดังกล่าวผู้วิจัยได้มีแนวความคิดออกแบบและสร้างรถเข็นสำหรับคนพิการควบคุมด้วยระบบไมโครคอนโทรลเลอร์ เพื่อช่วยเพิ่มความสะดวกให้แก่ผู้ใช้บริการและลดปัญหาคนพิการในพื้นที่ได้ ผู้วิจัยจึงได้คิดจะแก้ปัญหาในส่วนนี้โดยมีแนวคิดที่จะสร้างรถเข็นคนพิการขึ้นมาเพื่อนำไปใช้ในชีวิตประจำวันจากรถเข็นไฟฟ้าที่มีขายอยู่ตามท้องตลาดนั้นมีราคาสูงมาก เนื่องจากมีระบบการทำงานของรถเข็นนั้นทำงานโดยอาศัยหลักการควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์ในการทำงานซึ่งทำให้ประสิทธิภาพในการควบคุมทิศทางและการขับเคลื่อนเป็นไปได้อย่างรวดเร็ว และมีข้อเสียอยู่ตรงที่ค่าซ่อมบำรุงรักษาสูงหรือในกรณีที่อุปกรณ์ต่าง ๆ ชำรุดไม่ว่าจะเป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ภายในวงจรควบคุมเสียหาย ซึ่งเรื่องที่ยากที่จะทำการซ่อมด้วยตัวเองหรือช่างทั่วไปจะซ่อมแซมแก้ไขได้ และนี่เป็นจุดที่แตกต่างระหว่างรถเข็นไฟฟ้าต้นทุนต่ำ [4]-[5] และรถเข็นไฟฟ้าตามท้องตลาด รถเข็นไฟฟ้าต้นทุนต่ำ จะมีวงจรที่ไม่ยุ่งยากซับซ้อนสามารถศึกษาวงจรและแก้ไขเองได้ในกรณีที่รถเข็นชำรุด ค่าบำรุงรักษาที่ไม่สูงมากนัก แต่แน่นอนว่าประสิทธิภาพโดยรวมของรถเข็นสำหรับคนพิการตามท้องตลาดย่อมสูงกว่าไม่ว่าจะเป็นเรื่องระยะเวลาชาร์ตแบตเตอรี่ใช้งานต่อครั้ง มีชุดปรับระดับความเร็ว แต่มีราคาสูงผู้คนทั่วไปไม่สามารถซื้อใช้งานได้ แต่รถเข็นสำหรับคนพิการต้นทุนต่ำมีประสิทธิภาพโดยรวมที่พอใช้งานได้ อีกทั้งยังมีราคาไม่สูงมากนัก

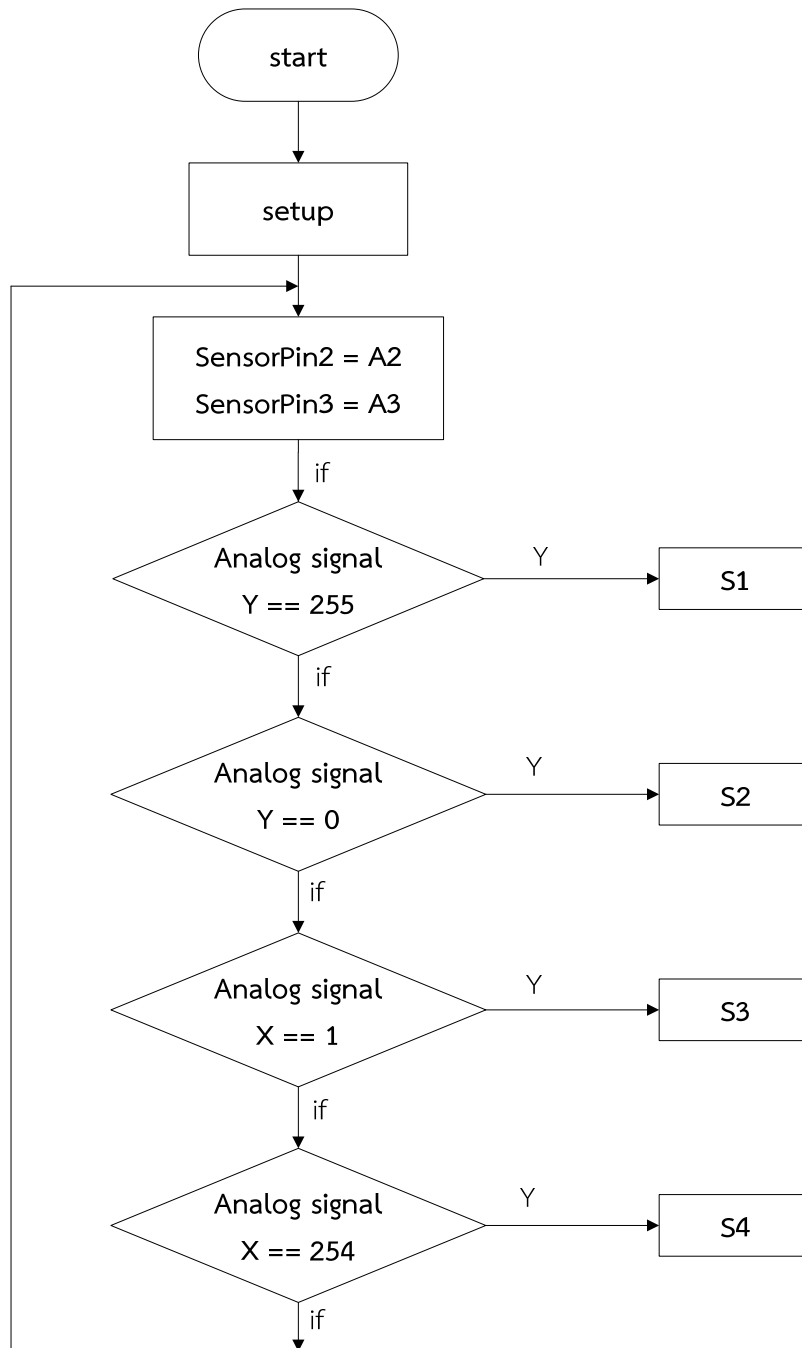
2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

- 2.1 เพื่อออกแบบและสร้างรถเข็นสำหรับคนพิการควบคุมด้วยระบบไมโครคอนโทรลเลอร์
- 2.2 เพื่อทดสอบประสิทธิภาพจากเครื่องมือที่สร้างขึ้น

3. อุปกรณ์และวิธีดำเนินการวิจัย

3.1 อุปกรณ์ (Hardware) ที่ใช้ในการควบคุมการเคลื่อนที่ของรถเข็นสำหรับคนพิการควบคุมด้วยระบบไมโครคอนโทรลเลอร์ (Microcontroller) เป็นบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล AVR โดยใช้บอร์ดอาดูอิน (Arduino) ที่มีการพัฒนาแบบ Open Source เป็นอุปกรณ์ไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ถูกออกแบบมาให้ใช้งานได้ง่ายอีกชนิดหนึ่งที่มีส่วนประกอบไปด้วยหน่วยประมวลผล หน่วยคำนวณทางคณิตศาสตร์และลอจิก วงจรรับสัญญาณอินพุต วงจรส่งสัญญาณเอาต์พุต วงจรกำเนิดสัญญาณนาฬิกาเป็นองค์ประกอบที่สำคัญของการทำงานที่เกิดขึ้นในอุปกรณ์ไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยขึ้นอยู่กับข้อกำหนดจังหวะ สัญญาณนาฬิกาหากมีความถี่สูงจะส่งผลให้ไมโครคอนโทรลเลอร์มีความเร็วในการประมวลผลสูงตาม [2] และการพัฒนาโปรแกรม

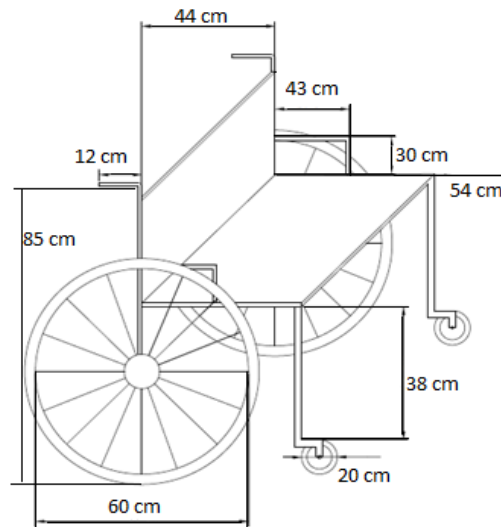
(Software) ในระบบควบคุมได้พัฒนาโปรแกรมโครงสร้าง (Structure) ของภาษาซีในการกำหนดฟังก์ชันการควบคุมระบบการทำงานต่าง ๆ ของตัวเครื่องมือที่สร้างขึ้น ด้วยวิธีการดำเนินงานในการเขียนผังงาน (Flowchart Diagram) สามารถพิจารณาโครงสร้างของโปรแกรมได้ดังภาพที่ 1



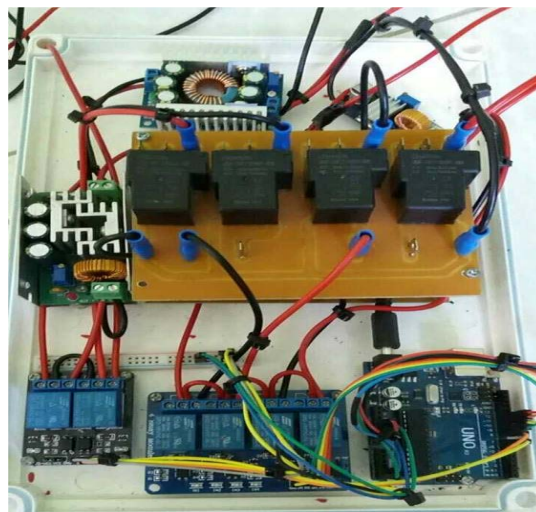
ภาพที่ 1 ขั้นตอนระบบควบคุมการทำงานด้านซอฟต์แวร์

3.2 วิธีดำเนินการออกแบบและสร้างรถเข็นคนพิการตัวรถมีขนาดความสูงเท่ากับ 85 เซนติเมตร มีขนาดความกว้าง 44 เซนติเมตร มีขนาดความยาว 54 เซนติเมตร ที่จับเข็นมีขนาดความยาว 12 เซนติเมตร ที่พักแขนมีขนาดความยาว 43 เซนติเมตร ความกว้าง 30 เซนติเมตร ที่พักเท้ามีขนาดความสูง 38 เซนติเมตร ล้อ

หลังมีขนาดความกว้าง 60 เซนติเมตร ล้อหน้ามีขนาดความกว้าง 20 เซนติเมตร สามารถพิจารณาโครงสร้างรถเข็นคนพิการได้ดังภาพที่ 2 และสามารถพิจารณาชุดอุปกรณ์ที่ใช้ในระบบควบคุมดังภาพที่ 3



ภาพที่ 2 การออกแบบโครงสร้างรถเข็นสำหรับคนพิการ



ภาพที่ 3 ลักษณะชุดอุปกรณ์ที่ใช้ในการควบคุมรถเข็นสำหรับคนพิการ

4. ผลการวิจัย

ผลการดำเนินการวิจัยในการออกแบบและสร้างรถเข็นสำหรับคนพิการควบคุมด้วยระบบไมโครคอนโทรลเลอร์ มีดังต่อไปนี้

4.1 ผลการออกแบบและสร้างรถเข็นสำหรับคนพิการมีขนาดความสูง 85 เซนติเมตร ขนาดความกว้าง 44 เซนติเมตร ขนาดความยาว 54 เซนติเมตร สามารถพิจารณาผลการออกแบบและสร้างดังภาพที่ 4 ลักษณะโครงสร้างรถเข็นด้านหน้า และภาพที่ 5 ลักษณะโครงสร้างรถเข็นด้านข้าง



ภาพที่ 4 ผลการออกแบบและสร้างรถเข็นสำหรับคนพิการ (ด้านหน้า)

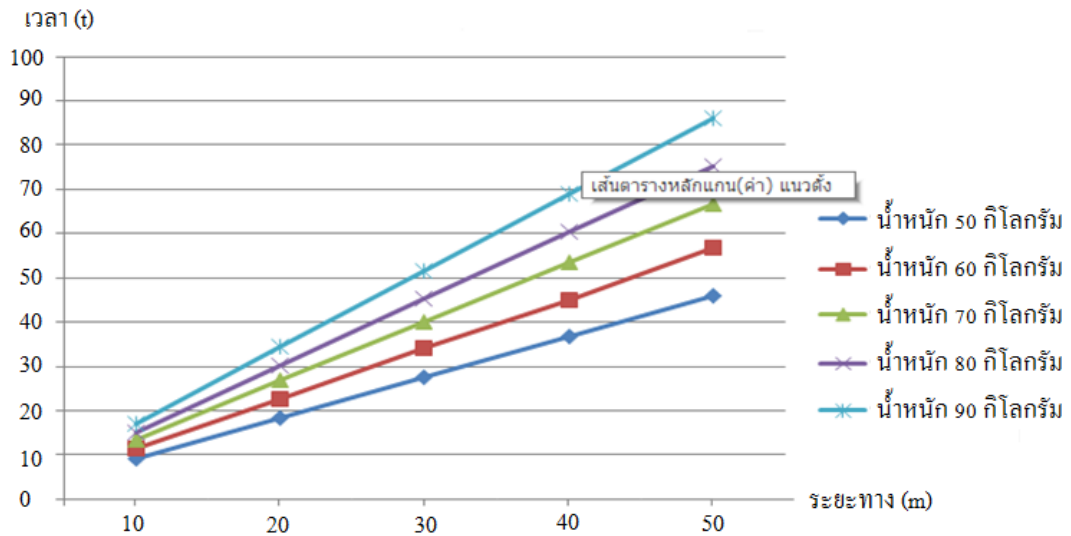


ภาพที่ 5 ผลการออกแบบและสร้างรถเข็นสำหรับคนพิการ (ด้านข้าง)

4.2 ผลการทดสอบประสิทธิภาพความเร็วในการเคลื่อนที่ของรถเข็นสำหรับคนพิการในแนวราบ โดยทำการบันทึกผลข้อมูลการทดสอบในระยะทาง 10-50 เมตร และมีค่าน้ำหนักในการทดสอบตั้งแต่ 50-90 กิโลกรัม และทำการบันทึกผลการจับเวลาในแต่ละช่วงระยะทางการทดสอบสามารถพิจารณาได้ดังตารางที่ 1 และแสดงการเปรียบเทียบผลทดสอบความเร็วการเคลื่อนที่ในแนวราบดังภาพที่ 6

ตารางที่ 1 ผลการทดสอบความเร็วการเคลื่อนที่ในแนวราบ

ระยะทาง (m)	เวลา (t)				
	น้ำหนัก 50 กิโลกรัม	น้ำหนัก 60 กิโลกรัม	น้ำหนัก 70 กิโลกรัม	น้ำหนัก 80 กิโลกรัม	น้ำหนัก 90 กิโลกรัม
10	9.2	11.3	13.4	15.1	17.2
20	18.5	22.6	26.9	30.1	34.4
30	27.6	34.1	40.1	45.22	51.6
40	36.8	45.1	53.4	60.3	68.8
50	45.9	56.8	66.85	75.1	86.2

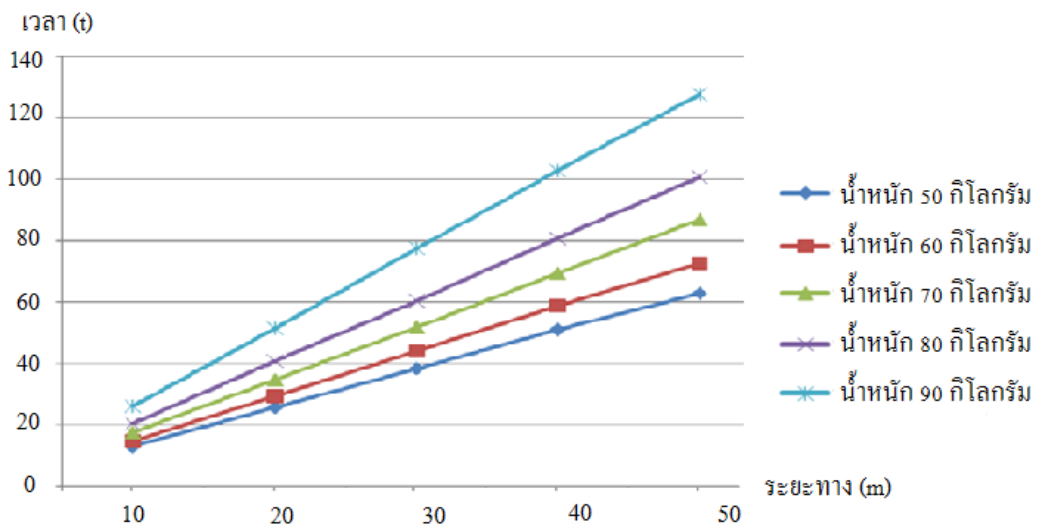


ภาพที่ 6 กราฟแสดงผลการเปรียบเทียบความเร็วการเคลื่อนที่ในแนวราบ

4.3 ผลการทดสอบความเร็วของการเคลื่อนที่ขึ้นในแนวลาดเอียง 10 องศา สามารถพิจารณาได้ดังตารางที่ 2 และแสดงการเปรียบเทียบผลทดสอบความเร็วของการเคลื่อนที่ขึ้นในแนวลาดเอียงดังภาพที่ 7

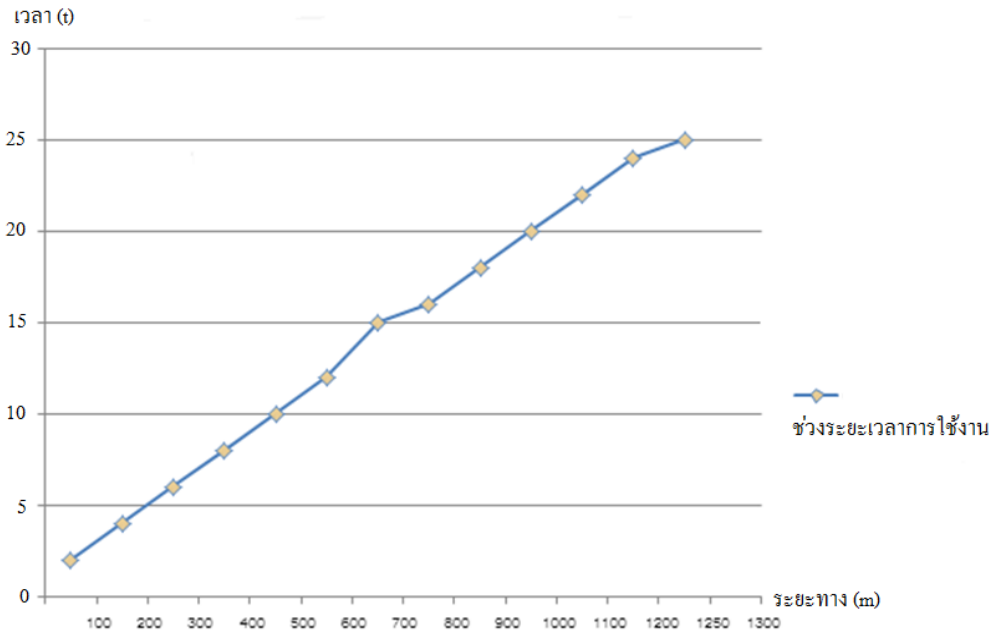
ตารางที่ 2 ผลการทดสอบความเร็วของการเคลื่อนที่ขึ้นในแนวลาดเอียง 10 องศา

ระยะทาง(m)	เวลา (t)				
	น้ำหนัก50 กิโลกรัม	น้ำหนัก60 กิโลกรัม	น้ำหนัก70 กิโลกรัม	น้ำหนัก80 กิโลกรัม	น้ำหนัก90 กิโลกรัม
10	12.8	14.5	17.4	20.4	25.9
20	25.6	29.4	34.6	40.6	51.3
30	38.4	48.8	51.9	60.3	77.5
40	50.9	58.6	69.4	80.8	102.9
50	62.9	72.5	86.6	100.5	127.6



ภาพที่ 7 กราฟแสดงผลการเปรียบเทียบความเร็วการเคลื่อนที่ในแนวลาดเอียง 10 องศา

4.4 ผลทดสอบการเคลื่อนที่ของรถเข็นสำหรับคนพิการ ซึ่งจากผลการทดสอบรถเข็นสามารถรับน้ำหนักได้ไม่เกิน 100 กิโลกรัม และผลการออกแบบและสร้างเครื่องมือที่สร้างขึ้น พบว่ารถเข็นคนพิการมีประสิทธิภาพการใช้งานในการขับเคลื่อนได้ระยะทางไม่เกิน 1,250 เมตร ในกรณีทดสอบการใช้งานแบตเตอรี่แห้ง ขนาด 12V/1.3Amp จำนวน 2 ตัว และสามารถพิจารณาผลการทดสอบระยะเวลาในการเคลื่อนที่ของรถเข็นสำหรับคนพิการได้ดังภาพที่ 8



ภาพที่ 8 ผลการทดสอบระยะเวลาในการเคลื่อนที่ของรถเข็นสำหรับคนพิการ

4.5 ผลการสำรวจความพึงพอใจของผู้ใช้งานรถเข็นสำหรับคนพิการสามารถวิเคราะห์ข้อมูลกลุ่มตัวอย่างได้จากการเก็บข้อมูลกลุ่มตัวอย่างทั้งสิ้นจำนวน 20 คน ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ผลการสำรวจความพึงพอใจของผู้ทดสอบรถเข็นสำหรับคนพิการ

รายละเอียดความพึงพอใจ	\bar{X}	S.D	ระดับความคิดเห็น
1. รูปทรงโครงสร้างของรถเข็นคนพิการ	4.05	.384	มาก
2. วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้งานมีความแข็งแรง	4.20	.510	มาก
3. ลักษณะการออกแบบขนาดรูปร่างมีความสวยงาม มีความเหมาะสม	4.35	.477	มาก
4. รถเข็นคนพิการมีประสิทธิภาพการใช้งาน	4.10	.539	มาก
5. ความสะดวกในการใช้งาน	4.45	.589	มาก
6. การขับเคลื่อนรถเข็นคนพิการไปทางด้านหน้า	4.30	.640	มาก
7. การขับเคลื่อนรถเข็นคนพิการไปทางด้านหลัง	3.95	.497	ปานกลาง
8. การขับเคลื่อนรถเข็นคนพิการไปทางด้านซ้าย	4.30	.714	มาก
9. การขับเคลื่อนรถเข็นคนพิการไปทางด้านขวา	4.10	.539	มาก
10. ชุดควบคุมการเคลื่อนที่ของรถเข็น มีความเหมาะสม	4.35	.572	มาก

ตารางที่ 3 (ต่อ)

รายละเอียดความพึงพอใจ	\bar{X}	S.D	ระดับความคิดเห็น
11. ระบบเบรกของรถเข็น มีความเหมาะสม	4.35	.654	มาก
12. เบาะพิงหลัง มีความเหมาะสม	4.35	.572	มาก
13. เบาะนั่งมีความเหมาะสม	4.35	.654	มาก
14. ที่วางแขนมีความเหมาะสม	4.30	.640	มาก
15. ที่วางเท้ามีความเหมาะสม	4.70	.458	มาก
ผลรวมของการสำรวจความพึงพอใจ	4.28	.562	มาก

4.6 ผลการทดสอบการขับเคลื่อนที่ในการหมุนรอบตัวรถเข็นสำหรับคนพิการ 360 องศา พบว่าในระดับเกียร์ต่ำใช้เวลาหมุนรอบตัวเท่ากับ 3 วินาที และระดับเกียร์สูงใช้เวลาหมุนรอบตัวเท่ากับ 2.5 วินาที

5. สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

บทความวิจัยนี้ได้นำเสนอการพัฒนารถเข็นสำหรับคนพิการควบคุมด้วยระบบไมโครคอนโทรลเลอร์จะประกอบไปด้วยชุดอุปกรณ์วงจรลดแรงดันไฟ ชุดอุปกรณ์ขับเคลื่อนมอเตอร์ควบคุมด้วยระบบไมโครคอนโทรลเลอร์ ชุดอุปกรณ์จอยสติ๊ก (Joystick) สามารถบังคับการขับเคลื่อนที่ทิศทางของมอเตอร์ให้หมุนเดินหน้า การขับเคลื่อนถอยหลัง การขับเคลื่อนเลี้ยวซ้าย การขับเคลื่อนเลี้ยวขวาหรือการหยุดรถ และผลจากการทดสอบพบว่าสามารถรับน้ำหนักได้ไม่เกิน 100 กิโลกรัม ซึ่งได้ใช้กลุ่มตัวอย่างมีน้ำหนัก 60 กิโลกรัม โดยทำการทดสอบพลังงานไฟฟ้าด้วยแบตเตอรี่ จำนวน 2 ตัว รถเข็นสามารถขับเคลื่อนได้ระยะทางตั้งแต่ 1 เมตร ถึง 1,250 เมตร จากการทดสอบประสิทธิภาพการใช้งานสามารถสรุปได้ว่ารถเข็นสำหรับคนพิการสามารถช่วยให้คนพิการเดินทางได้สะดวกมากยิ่งขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับผลงานวิจัยของคมสัน มุ่ยสี และคณะ [1] ได้ศึกษาวิจัยการประยุกต์ใช้ระบบควบคุมกึ่งอัตโนมัติกับรถนั่งคนพิการชนิดมือบังคับการเคลื่อนที่ให้เป็นรถนั่งไฟฟ้าผู้ใช้งานสามารถควบคุมการเคลื่อนที่ผ่านก้านควบคุมชนิดเปลี่ยนแปลงความต้านทานไฟฟ้าโดยออกแบบสมาชิกอยู่ในรูปพีซซี นำไปประมวลผลโดยไมโครคอนโทรลเลอร์สมาชิกเอาต์พุตใช้วิธีค่าจุดศูนย์กลางความถี่ในการควบคุมทิศทางและความเร็วรอบของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงชนิดเกียร์ทดรอบ รถนั่งไฟฟ้าที่พัฒนาขึ้นสามารถเคลื่อนที่ได้ในทุกทิศทางที่ความเร็วสูงสุด 20 เมตรต่อนาทีใช้งานได้ 29 กิโลเมตร และสอดคล้องกับผลงานวิจัยของเดชฤทธิ์ มณีธรรม [2] ได้ศึกษาวิจัยการขับเคลื่อนรถเข็นไฟฟ้าที่จะประกอบไปด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นตัวควบคุมและส่งสัญญาณไปขับเคลื่อนมอเตอร์และในระบบจะส่งค่าสัญญาณป้อนกลับโดยสามารถปรับค่าพารามิเตอร์ของสัญญาณกว้างของพัลส์วิธโมดูลเลชั่น (PWM) สามารถสรุประบบอัจฉริยะของรถเข็นคนพิการซึ่งสามารถควบคุมได้ทั้งเสียงและควบคุมด้วยศีรษะโดยควบคุมได้ทั้งทิศทางและความเร็วของรถเข็นไฟฟ้า

เอกสารอ้างอิง

- [1] คมสัน มุ่ยสี กฤษณะ จันทสิทธิ์ และศรายุทธ์ จิตรพัฒนานกุล. “การประยุกต์ใช้ระบบควบคุมสำหรับรถนั่งคนพิการชนิดมือบังคับการเคลื่อนที่.” วารสารวิจัยรำไพพรรณี. ปีที่ 12, ฉบับที่ 2 เดือนพฤษภาคม - สิงหาคม 2561, หน้า 190-199.
- [2] เดชฤทธิ์ มณีธรรม. “รถเข็นไฟฟ้าอัจฉริยะ ควบคุมด้วยเสียงและศีรษะ.” เวชสารแพทย์ทหารบก. ปีที่ 69, ฉบับที่ 4 ตุลาคม-ธันวาคม 2559, หน้า 177-184.

- [3] สายฝน โคตรโสภา. “ระบบควบคุมและตรวจสอบสถานะผู้นั่งรถเข็นไฟฟ้าแบบไร้สายสำหรับช่วยเหลือผู้พิการและผู้สูงอายุ.” วิทยานิพนธ์หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ และโทรคมนาคม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต, 2555.
- [4] ชายแดน บุญลือ. “รถเข็นผู้ป่วยไฟฟ้า ภูมิใจ ถูกस्तงค์.” [สืบค้นเมื่อวันที่ 8 ตุลาคม 2562]. จาก <http://www.mtt.ac.th/pdf/ElectricWheelChairs.pdf>.
- [5] สมถวิล ดอนเหลื่อม และบัณฑิต นาคทั้ง. “การพัฒนารถเข็นผู้พิการต้นทุนต่ำ.” วิทยานิพนธ์หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์และสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน, 2555.

การเพิ่มมูลค่าเศษคอนกรีตเหลือใช้จากการรื้อถอนงานก่อสร้างในชุมชน เพื่อแปรรูปแผ่นซีเมนต์ปูทางเดิน

เมษยา บุญสีลา^{1*} พรหมมินทร์ ขจีฟ้า² พรไพลิน บุตะเคียน³ รุ่งเพชร กิรินทร์⁴ และศตายุ ฤทธิเดช⁵
^{1*,2,3,4,5} สาขาวิชาวิศวกรรมการจัดการอุตสาหกรรม คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์

*ผู้นิพนธ์ประสานงานบทความ อีเมล: krajitahong@gmail.com

รับเมื่อ 5 สิงหาคม 2562 แก้ไขเมื่อ 17 ตุลาคม 2562 ตอรับเมื่อ 9 ธันวาคม 2562

บทคัดย่อ

การศึกษาการเพิ่มมูลค่าเศษคอนกรีตเหลือใช้จากการรื้อถอนงานก่อสร้างในชุมชนเพื่อแปรรูปแผ่นซีเมนต์ปูทางเดิน มีวัตถุประสงค์ เพื่อเพิ่มมูลค่าเศษคอนกรีตเหลือใช้จากการรื้อถอนงานก่อสร้างในชุมชนเพื่อแปรรูปแผ่นซีเมนต์ปูทางเดินและเพื่อศึกษาคุณสมบัติแผ่นซีเมนต์ปูทางเดินจากเศษคอนกรีตเหลือใช้จากการรื้อถอนงานก่อสร้าง โดยการออกแบบสูตรผสมคอนกรีต เป็น 4 สูตร ศึกษาคุณสมบัติและทดสอบมาตรฐานตามมาตรฐานอุตสาหกรรม พบว่า สูตรผสมทุกสูตรผ่านเกณฑ์การทดสอบ การทดสอบด้านมิติของผลิตภัณฑ์ พบว่า ค่าของการทดสอบมิติอยู่ในช่วงมาตรฐานที่ยอมรับได้ในทุกสูตร และการทดสอบค่าความต้านทานกำลังอัดคอนกรีต ของแผ่นตัวอย่าง ทั้ง 4 สูตร ผลปรากฏว่า สูตรที่ 3 ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน ด้านค่าความต้านทานกำลังอัดคอนกรีต และด้านน้ำหนัก ซึ่งได้นำไปทดสอบการใช้งานปูทางเดินในสวนบริเวณบ้านสามารถรับน้ำหนักคนเดินได้และใช้ประโยชน์จริงเหมือนแผ่นคอนกรีตที่มีในท้องตลาดทั่วไป

ผลการวิจัยชี้ให้เห็นว่า เศษคอนกรีตเหลือใช้จากการรื้อถอนงานก่อสร้างในชุมชนนั้นสามารถนำมาเพิ่มมูลค่าและแปรรูปแผ่นคอนกรีตปูทางเดินสำหรับใช้ในครัวเรือนได้โดยไม่รับน้ำหนักมากนัก นอกจากนี้ยังเป็นการลดปริมาณขยะประเภทเศษคอนกรีตจากการรื้อถอนงานก่อสร้างในชุมชนและยังช่วยลดต้นทุนในการผลิตแผ่นคอนกรีตปูทางเดินเมื่อเทียบกับการใช้วัสดุที่ขายตามท้องตลาด

คำสำคัญ: แผ่นคอนกรีตปูทางเดิน การเพิ่มมูลค่าวัสดุเหลือใช้
การใช้ประโยชน์เศษคอนกรีตจากการรื้อถอนงานก่อสร้าง

The Recycle Demolished Concrete from Community Construction Sites to be used as Processed Concrete Sheets for Pavement

Maysaya Boonseela^{1*} Phrommin Kheefah² Pornpailin Butakhian³
Rungphet Geunram⁴ and Satayu Ritdej⁵

^{1*,2,3,4,5} Department of Industrial Management Engineering, Faculty of Industrial Technology,
Buriram Rajabhat University

*Corresponding author. E-mail: krajitahong@gmail.com

Received: August 5, 2019; **Revised:** October 17, 2019; **Accepted:** December 9, 2019

Abstract

This is a study of ways to recycle demolished concrete from community construction sites to be used as processed concrete sheets for pavement. The aims were to add values to fragments of construction materials by transforming them into processed concrete sheets for pavement and then to study those processed concrete sheets produced from 4 formulas regarding their properties according to the industrial standards. The study found that all samples from four formulas passed the test criteria for their final dimension and hardened concrete properties. In addition, formula 3 passed the final dimension, hardened concrete properties, and weight. The sample processed concrete slabs were paved and tested in a household compound. The paving slabs were found useable and equal to commercial products in qualities.

The study found that concrete debris from demolished construction materials can be used as pavement sheets for general household uses so that community members can reduce outgoing solid rubbish and save cost in concrete sheets for pavement.

Keywords: Concrete paving slabs, Maximizing the value of residues,
Utilizing demolished concrete

1. บทนำ

ธุรกิจการก่อสร้างเป็นธุรกิจที่ใช้วัสดุและอุปกรณ์ก่อสร้างจำนวนมาก ทำให้ไม่สามารถหลีกเลี่ยงปัญหาเศษสิ่งก่อสร้างที่เกิดขึ้นได้ ปัจจุบันในประเทศไทยยังขาดการศึกษาวิธีการจัดการเศษสิ่งก่อสร้างที่มีประสิทธิภาพ อันนำไปสู่การลดค่าใช้จ่ายของผู้รับเหมา รวมไปถึงการลดปัญหาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม [1] เมื่อเปรียบเทียบกับปีที่ผ่านมา พบว่าในภาพรวมจำนวนสิ่งก่อสร้างในปี 2554 เพิ่มขึ้นร้อยละ 3.8 โดยเพิ่มขึ้นจาก 231,048 หน่วย ในปี 2553 เป็น 239,740 หน่วย ในปี 2554 เมื่อพิจารณาเป็นรายภาค พบว่าเกือบทุกภาคในประเทศไทยมีจำนวนสิ่งก่อสร้างเพิ่มขึ้น [2]

วัสดุที่เหลือใช้จากการก่อสร้าง เป็นปัญหาที่มักเกิดขึ้นในชุมชนเมืองที่มีการขยายตัวอย่างรวดเร็ว ซึ่งได้มีการก่อสร้างอาคารต่าง ๆ เพิ่มขึ้น เพื่อใช้เป็นที่อยู่อาศัย สถานประกอบการธุรกิจและอุตสาหกรรม และโครงสร้างพื้นฐานต่างๆ ได้แก่ ถนน ทางระบายน้ำ ระบบขนส่งมวลชน ขยะมูลฝอยจากการก่อสร้างมักไม่ได้รับการจัดการที่ถูกต้องและเหมาะสม โดยจะถูกนำไปกองไว้ตามสถานที่สาธารณะ พื้นที่ว่างเปล่าตลอดจนแหล่งแม่น้ำลำคลอง ทำให้เกิดสภาพที่ไม่น่าดูและลำน้ำตื้นเขินได้ องค์ประกอบของขยะมูลฝอยจากการก่อสร้างประกอบด้วย เศษอิฐ หิน ดิน ทราย คอนกรีต โดยแนวทางการจัดการขยะมูลฝอยเหล่านี้ ควรมีการคัดแยกวัสดุที่ยังสามารถนำกลับไปใช้ประโยชน์ได้ก่อนโดยการคัดแยกขยะมูลฝอยอาจจำเป็นต้องมีเครื่องมือที่ใช้ในการคัดแยก อุปกรณ์บดขยะมูลฝอยที่มีขนาดใหญ่และเป็นวัสดุที่แข็ง เช่น เศษคาน คอนกรีต เศษหัวเสาเข็ม เป็นต้น และส่วนที่เหลือจึงนำไปกำจัดด้วยวิธีการที่เหมาะสม อาทิ การฝังกลบ [3]

ในปี พ.ศ.2556 จังหวัดบุรีรัมย์ มีประชากรทั้งสิ้น 921,161 คน แต่ใน พ.ศ.2560 จังหวัดบุรีรัมย์กลับมีประชากรเพิ่มขึ้นเป็น 1,573,869 คน เพิ่มขึ้นราว 500,000 คน ในระยะเวลา 4 ปี [4] ทำให้จังหวัดบุรีรัมย์มีการขยายตัวของชุมชนอย่างมากทั้งในเขตอำเภอเมืองและอำเภอต่างๆภายในจังหวัด จึงก่อให้เกิดสิ่งปลูกสร้างเพิ่มขึ้น ไม่ว่าจะเป็นอาคารบ้านพักอาศัย อาคารพาณิชย์ รีสอร์ท รวมถึงโฮมสเตย์ [5] ซึ่งงานก่อสร้างจำเป็นต้องนำเอาวัสดุหลากหลายประเภทมาใช้ในงานก่อสร้าง จึงส่งผลให้มีปริมาณเศษวัสดุก่อสร้างเพิ่มมากขึ้นเรื่อยๆ และยังคงมีเศษวัสดุก่อสร้างที่เกิดจากการทุบรื้อถอนยังไม่ได้รับการทำลายที่ถูกต้อง โดยหนึ่งในนั้นก็คือ ปูนซีเมนต์ ที่เกิดจากการรื้อถอนรวมถึงการปลูกสร้างใหม่

แนวทางการจัดการเศษวัสดุก่อสร้างพบว่าแนวทางที่นำมาปฏิบัติแล้วเกิดประสิทธิภาพในการจัดการเศษวัสดุมากที่สุดคือ การคัดแยกเศษวัสดุเป็นหมวดหมู่ควบคุมจุดทิ้งและการนำเอาเศษสิ่งก่อสร้างกลับไปแปรรูปเพื่อนำมาใช้ประโยชน์ใหม่ เช่น การนำเศษคอนกรีตกลับมาใช้เป็นมวลหยาบสำหรับผลิตคอนกรีต (Secondary aggregate) การนำไม้มาใช้เป็นเชื้อเพลิง หรือการนำเศษเหล็กและเศษอลูมิเนียมไปใช้ในการหลอมเพื่อผลิตวัสดุขึ้นมาใหม่ [6]

จากปัญหาดังกล่าว คณะผู้วิจัยได้ศึกษาเพื่อหาแนวทางการแก้ไขปัญหาและหาแนวทางการนำวัสดุเหลือใช้ที่เกิดขยะในชุมชน มาเพิ่มมูลค่าและใช้ประโยชน์ให้คุ้มค่ามากที่สุด และยังเป็นการจัดการขยะในรูปแบบหนึ่งเพื่อไม่ให้ขยะเหล่านี้เป็นมลพิษกับสิ่งแวดล้อมต่อไปในอนาคต

2. วัตถุประสงค์

2.1 เพื่อเพิ่มมูลค่าเศษคอนกรีตเหลือใช้จากการรื้อถอนงานก่อสร้างในชุมชนเพื่อแปรรูปแผ่นซีเมนต์ปูทางเดิน

2.2 เพื่อศึกษาคุณสมบัติแผ่นคอนกรีตปูทางเดินจากเศษคอนกรีตเหลือใช้จากการรื้อถอนงานก่อสร้าง

3. วิธีการดำเนินการวิจัย

วิธีการดำเนินการวิจัย โดยการเก็บรวบรวมข้อมูลและสังเคราะห์ข้อมูลศึกษาแนวทางการแก้ไขและแนวทางการพัฒนาโดยการออกแบบการทดลอง ทดสอบคุณสมบัติและหาประสิทธิภาพของแผ่นคอนกรีตตัวอย่าง โดยใช้เครื่องอัดทดสอบคอนกรีตและเกณฑ์มาตรฐานอุตสาหกรรมและวิเคราะห์เปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์คอนกรีตปูทางเดินที่ขายในท้องตลาด

3.1 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

การดำเนินการวิจัยแบ่งออกเป็น 5 ขั้นตอนดังนี้

1. ขั้นตอนศึกษาข้อมูล

- ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
- เก็บรวบรวมข้อมูลวิจัย
- วิเคราะห์และสรุปแนวทางการดำเนินงานวิจัย

2. ออกแบบส่วนผสมเพื่อเพิ่มมูลค่าแผ่นซีเมนต์ปูทางเดินจากเศษคอนกรีตเหลือใช้จากการรื้อถอนงานก่อสร้าง

3. ดำเนินการทดลองการแปรรูปแผ่นซีเมนต์ปูทางเดินจากเศษคอนกรีตเหลือใช้จากการรื้อถอนงานก่อสร้าง

4. ทดสอบประสิทธิภาพการต้านทานกำลังอัดของชิ้นงานตัวอย่าง

-ทำการศึกษาความต้านทานกำลังอัดคอนกรีตของชิ้นงานตัวอย่างแต่ละสูตรผสม แล้วนำไปเปรียบเทียบค่าช่วงความแข็งแรงมาตรฐานที่เหมาะสมสำหรับแผ่นซีเมนต์ปูทางเดินจากเศษคอนกรีตเหลือใช้จากการรื้อถอนงานก่อสร้าง

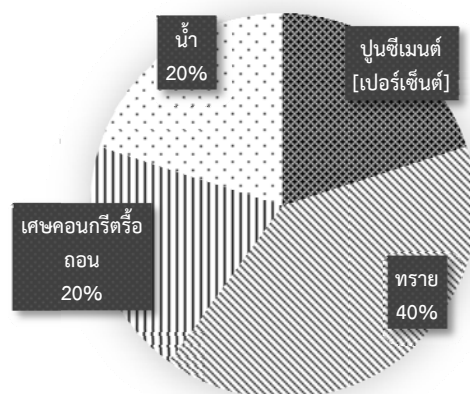
5. ทดสอบการใช้งานและสังเคราะห์การนำไปใช้ประโยชน์

3.2 พื้นที่ในการดำเนินงานวิจัย

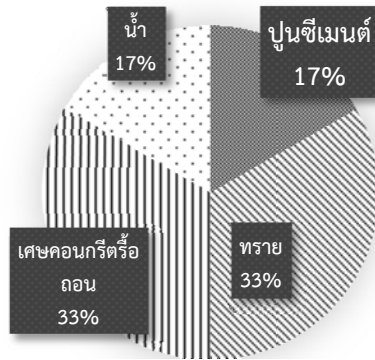
พื้นที่และกลุ่มตัวอย่างในการศึกษาของงานวิจัย คือ ชาวบ้านและครัวเรือนในชุมชนตำบลบ้านยาง อำเภอเมืองบุรีรัมย์จังหวัดบุรีรัมย์

3.3 อัตราส่วนผสมแผ่นคอนกรีตจากงานรื้อถอนงานก่อสร้าง

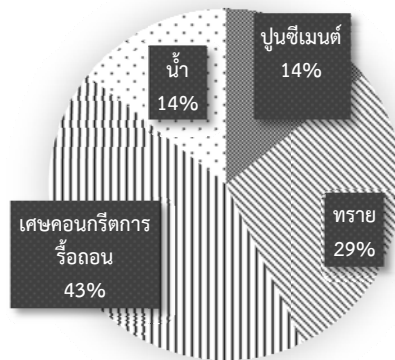
อัตราส่วนผสมคอนกรีตอ้างอิงส่วนผสมคอนกรีตมาตรฐาน SCG ทั้ง 4 สูตร [7] ซึ่งมีอัตราส่วนผสมปูนซีเมนต์:ทราย:หิน:น้ำ เท่ากับ 1:2:1:1, 1:2:2:1, 1:2:3:1, และ 1:2:4:1 ในการศึกษาได้ปรับปรุงสูตรผสมคอนกรีตเพื่อเพิ่มมูลค่าเศษคอนกรีตเหลือใช้จากการรื้อถอนงานก่อสร้าง สำหรับแปรรูปแผ่นซีเมนต์ปูทางเดิน แผ่นซีเมนต์สำหรับปูพื้นทางเดิน ดังนี้



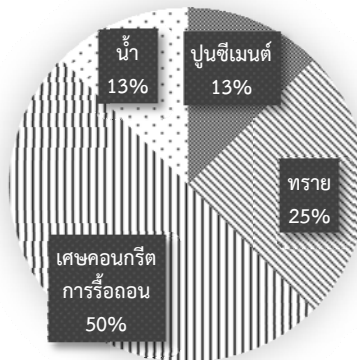
ภาพที่ 1 อัตราส่วนผสม สูตรที่ 1 (1:2:1:1)



ภาพที่ 2 อัตราส่วนผสม สูตรที่ 2 (1:2:2:1)



ภาพที่ 3 อัตราส่วนผสม สูตรที่ 3 (1:2:3:1)



ภาพที่ 4 อัตราส่วนผสม สูตรที่ 4 (1:2:4:1)

3.4 เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัยเพื่อทดสอบมาตรฐานผลิตภัณฑ์ และคุณสมบัติของชิ้นงานตัวอย่าง ได้แก่ เครื่องทดสอบค่าความต้านทานกำลังอัดคอนกรีต ซึ่งใช้ในการวัดค่าความต้านทานกำลังอัดคอนกรีตโดยใช้คอนกรีตชิ้นงานตัวอย่างทดสอบรูปทรงลูกบาศก์ขนาด 15x15x15 ซม.

3.5 วิธีการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลจากการทดลองและการทดสอบนำค่าตัวเลขจากผลทดสอบคุณสมบัติของชิ้นงานตัวอย่างมาวิเคราะห์และเทียบค่ากับเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมแสดงผลในรูปของตารางอธิบาย

ประกอบและสรุปผล ส่วนการวิเคราะห์ผลการเพิ่มมูลค่าและการใช้ประโยชน์ วิเคราะห์ข้อมูลด้วยการสังเกต การสัมภาษณ์และการถอดบทเรียน

3.6 การทดสอบผลิตภัณฑ์

3.6.1 การขึ้นรูปต้นแบบทดสอบแบ่งออกเป็น 2 ขนาด เพื่อให้เหมาะสมกับลักษณะในการทดสอบ มาตรฐานผลิตภัณฑ์ ดังนี้

1.1 การขึ้นรูปต้นแบบตัวอย่างทดสอบขนาด กว้างxยาวxหนา เท่ากับ 30x30x4 ซม.

- เป็นตัวอย่างการขึ้นรูปสำหรับทดสอบลักษณะทั่วไปและการทดสอบมิติเช่น การทดสอบ พื้นผิว การแตกร้าว และรูปทรงโดยใช้การทดสอบแบบ Visual Testing (ใช้สายตาในการตรวจสอบ) และการใช้เครื่องมือวัด ตามเกณฑ์ของผลิตภัณฑ์มาตรฐาน

1.2 การขึ้นรูปต้นแบบตัวอย่างทดสอบลูกบาศก์ขนาด 15x15x15 ซม.

- เป็นตัวอย่างการขึ้นรูปสำหรับทดสอบการนำไปใช้ในการทดสอบค่าความต้านทานกำลังอัดคอนกรีต เพื่อหาค่าความแข็งแรงของตัวอย่างทดสอบด้วยเครื่องทดสอบความต้านทานกำลังอัดคอนกรีต

3.6.2 การทดสอบลักษณะทั่วไปเป็นหนึ่งในการทดสอบมาตรฐานผลิตภัณฑ์ คือ ลักษณะทั่วไปของ ตัวอย่างทดสอบ เช่น พื้นผิว การแตกร้าว รูปทรงโดยใช้การทดสอบแบบ ใช้สายตาในการตรวจสอบ (Visual Testing) ลักษณะภายนอกทั่วไป



ภาพที่ 5 การทดสอบลักษณะทั่วไปของตัวอย่างทดสอบ

3.6.3 การทดสอบมิติเป็นหนึ่งในการทดสอบมาตรฐานผลิตภัณฑ์ ซึ่งว่าด้วยเรื่องของมิติที่สามารถมองเห็นได้ โดยมีการทดสอบย่อย 2 ประการ นั่นคือ ความกว้าง ความยาว รวมไปถึงความหนาของผลิตภัณฑ์ ที่ได้ทำการทดสอบ โดยใช้ไม้บรรทัดในการทดสอบ (มอก.827-2531)



ภาพที่ 6 การทดสอบมิติของตัวอย่างทดสอบ

3.6.4 การทดสอบความต้านทานกำลังอัดคอนกรีตเป็นหนึ่งใน การทดสอบมาตรฐานผลิตภัณฑ์ โดยที่ การทดสอบจะมีการนำตัวอย่างที่ใช้ในการทดสอบเข้าเครื่องทดสอบหาค่ากำลังอัดคอนกรีต โดยเครื่องทดสอบ จะทำการกดตัวอย่างทดสอบจนแตก เพื่อวัดค่าความต้านทานกำลังอัดคอนกรีต (มถ .101-2550)



ภาพที่ 7 เครื่องทดสอบความต้านทานกำลังอัดคอนกรีต



ภาพที่ 8 เครื่องซังน้ำหนัสดูทดสอบ



ภาพที่ 9 นำตัวอย่างทดสอบเข้าเครื่องทดสอบความต้านทานกำลังอัดคอนกรีต



ภาพที่ 10 การตั้งค่ามาตรวัดสำหรับการทดสอบและการอ่านค่ากำลังอัด

4. สรุปผลการวิจัย

4.1 ผลการทดสอบลักษณะทั่วไป ในการทดสอบการทดสอบลักษณะทั่วไป พบว่าสูตรผสมทุกสูตรผ่านเกณฑ์การทดสอบทั้งหมดโดยมีคะแนนอยู่ในช่วงเกณฑ์ดีเยี่ยม หรืออยู่ระหว่าง 25-23 คะแนน ข้อสังเกตเนื่องจากแผ่นซีเมนต์ปูทางเดินจากเศษคอนกรีตเหลือใช้จากการรื้อถอนงานก่อสร้างทุกสูตรใช้ตัวเชื่อมประสานคือปูนซีเมนต์ชนิดเดียวกันกับผลิตภัณฑ์ที่มีจำหน่ายอยู่ในท้องตลาด

4.2 ผลการทดสอบมิติของผลิตภัณฑ์ พบว่าการทดสอบมิติของผลิตภัณฑ์อยู่ในช่วงที่ยอมรับได้ในทุกสูตร โดยที่พื้นที่หน้าตัดอยู่ที่ 900 ตร.ซม \pm 5 ตร.ซม. และค่าความหนาที่ 4 ซม. \pm 0.4 ซม. ซึ่งประเมินผ่านทุกสูตร

4.3 ผลการทดสอบค่าความต้านทานกำลังอัดคอนกรีต ของชิ้นงานตัวอย่าง พบว่า สูตรผสมที่ 3 ผ่านเกณฑ์ประเมิน ทั้งในส่วนของ ค่าความต้านทานกำลังอัดคอนกรีต และในส่วนของน้ำหนักจึงประเมินให้สูตรที่ 3 ผ่านเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์

4.4 ผลการทดสอบการใช้งานจริง ในการทดสอบการใช้งานจริงโดยปูทางเดินบนพื้นดินหรือทรายที่เป็นพื้นเรียบเสมอกัน โดยทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างในชุมชนตำบลบ้านยางเป็นตัวแทนจากหลังคาเรือนจำนวน 20 หลังคาเรือน ซึ่งมีน้ำหนักที่แตกต่างกันพบว่า ผู้ใช้งานทั้งหมดมีความคิดเห็นว่า ไม่มีความรู้สึกแตกต่างกันระหว่างแผ่นซีเมนต์ปูทางเดินจากเศษคอนกรีตเหลือใช้จากการรื้อถอนงานก่อสร้าง กับแผ่นซีเมนต์ที่มีวางจำหน่ายในท้องตลาดทั่วไป และจากการสังเกตพบว่า แผ่นซีเมนต์ตัวอย่างนี้รับน้ำหนักได้ดีไม่มีความผิดปกติ

5. อภิปรายผล

การนำเศษคอนกรีตเหลือใช้จากการรื้อถอนงานก่อสร้างมาเพิ่มมูลค่าแปรรูปแผ่นซีเมนต์ปูทางเดิน เป็นอีกหนึ่งวิธีการจัดการขยะในชุมชน โดยการนำขยะกลับมาใช้ประโยชน์อย่างคุ้มค่าทำให้เศษคอนกรีตในชุมชนมีคุณค่ามากกว่าเศษขยะ นอกจากนี้ยังช่วยลดปริมาณเศษคอนกรีตในชุมชนและเป็นจิตสภาพแวดล้อมสะอาดเรียบร้อยขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ อาทร ชูพลสัจย์ [8] ที่กล่าวว่าเศษคอนกรีตเก่านั้นสามารถนำมาใช้งานใหม่ได้หากได้ผ่านกระบวนการใด ๆ เพื่อสร้างหน้าที่การใช้งานใหม่หรือใกล้เคียงกับแบบเดิม

ด้านความคุ้มค่าในการแปรรูปและการผลิตแผ่นซีเมนต์ปูทางเดินจากคอนกรีตเศษวัสดุเหลือใช้จากการรื้อถอนงานก่อสร้างนั้นเมื่อเทียบกับการผลิตด้วยวัสดุใหม่หรือราคาต่อแผ่นที่ขายในท้องตลาดทั่วไป แผ่นซีเมนต์ที่ทำการวิจัยนี้มีต้นทุนการผลิตที่น้อยกว่าช่วยลดต้นทุนการผลิต เช่น สูตรที่ 4 แผ่นละ 1.17 บาท รองลงมาคือสูตรที่ 3 แผ่นละ 0.98 บาท สูตรผสมที่ 2 แผ่นละ 0.82 บาท และสูตรผสมที่ 1 แผ่นละ 0.51 บาท ซึ่งได้สอดคล้องกับผลงานวิจัยของ วุฒิชัย กกคำแหง. [9] ที่กล่าวว่าการนำวัสดุเหลือทิ้งหรือของเสียจากกระบวนการใด ๆ นำกลับมาใช้งานจะสามารถทำให้ต้นทุนของผลิตภัณฑ์นั้นลดลงได้

6. ข้อเสนอแนะ

6.1 ข้อเสนอแนะการใช้งาน

- ควรใช้ปูทางเดิน ในพื้นที่ไม่มีรถยนต์วิ่งผ่าน
- เหมาะสำหรับใช้ปูพื้นในบริเวณบ้านจัดตกแต่งสวนย่อม หรือปูพื้นทางเดินสวนสาธารณะ

6.2 ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

- ควรมีการศึกษาวิจัยต่อยอดหาสูตรผสมที่หลากหลายและสามารถลดต้นทุนได้สูงสุด
- ควรมีการศึกษาวิจัยต่อยอดเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของการต้านทานกำลังอัดคอนกรีตและด้าน

น้ำหนักของแผ่นซีเมนต์จากคอนกรีตเศษวัสดุเหลือใช้จากการรื้อถอนงานก่อสร้าง เพื่อนำไปใช้ในงานลักษณะอื่นๆได้ เป็นการแยกยอดผลิตภัณฑ์ เช่น งานพื้นถนน งานก่อผนัง เป็นต้น

- ควรมีการศึกษาวิจัยการออกแบบผลิตภัณฑ์ในรูปแบบหรือรูปทรงอื่น ๆ ในเชิงสร้างสรรค์หรือนวัตกรรมที่อำนวยความสะดวกและตอบสนองผู้บริโภค

เอกสารอ้างอิง

- [1] จิราณวัฒน์ จันทร์จร. “การศึกษาแนวทางการจัดการเศษสิ่งก่อสร้างในประเทศไทย.” (ออนไลน์) 2545. (สืบค้นเมื่อ 15 มีนาคม 2561). จาก <https://www.researchgate.net>.
- [2] สำนักสถิติพยากรณ์สำนักงานสถิติแห่งชาติ. “ข้อมูลจำนวนประชากร.” (ออนไลน์) 2554. (สืบค้นเมื่อ 11 มีนาคม 2561). จาก <http://service.nso.go.th/nso/nsopublish/pubs/pubsfiles/ictDev54.pdf>.
- [3] กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. “ปัญหาและการแก้ไขปัญหาสภาพแวดล้อมในสถานที่ก่อสร้าง.” (ออนไลน์) 2561. (สืบค้นเมื่อ 9 มีนาคม 2561). จาก <http://infofile.pcd.go.th>.
- [4] สำนักงานจังหวัดบุรีรัมย์. “ประชากรในจังหวัดบุรีรัมย์.(ออนไลน์) 2560.” สืบค้นเมื่อ 11 มีนาคม 2561). จาก <file:///C:/Users/Kcom/Downloads/Documents/buriram-data.pdf>.
- [5] มหานครอีสานใต้. “การเติบโตของเมืองชุมทาง : กรณีวิเคราะห์อำเภอนางรอง จังหวัดบุรีรัมย์.” (ออนไลน์) 2561. (สืบค้นเมื่อ 17 มีนาคม 2561). จาก <http://www.ipsr.mahidol.ac.th>.
- [6] วีระยุทธ์ สุขเพชร. “การศึกษาการจัดการเพื่อลดเศษวัสดุในโครงการก่อสร้างอาคารพักอาศัย กรณีศึกษาโครงการ สมุทร เรสซิเดนซ์.” คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีปทุม. 2561.
- [7] บริษัท CPAC จำกัด. “อัตราส่วนผสมแผ่นซีเมนต์สำหรับปูพื้นทางเดิน.” หนังสือเรียนคอนกรีตเทคโนโลยี Concrete Technology, 2552, หน้า 70-71.
- [8] อาทร ชูพลสวัสดิ์ และ นิชาภา มินาบูลย์. (2556) อ้างใน วุฒิชัย กกคำแหง และคณะ. “บล็อกประสานจากขยะคอนกรีต.” มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์, 2540.
- [9] วุฒิชัย กกคำแหง และคณะ. “บล็อกประสานจากขยะคอนกรีต.” มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์, 2540.

คำแนะนำสำหรับผู้เขียนบทความ

วารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ ได้เปิดรับบทความจากนักศึกษา อาจารย์ นักวิจัย นักวิชาการและบุคคลทั่วไป มีกำหนดการตีพิมพ์ปีละ 2 ครั้ง ในรอบเดือนมกราคม-มิถุนายน และรอบเดือนกรกฎาคม-ธันวาคม ซึ่งมีขอบเขตเนื้อหาที่เกี่ยวข้องในศาสตร์ทางด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี อุตสาหกรรม วิศวกรรมศาสตร์ วิทยาศาสตร์อุตสาหกรรม วิศวกรรมศาสตร์ นวัตกรรมและเทคโนโลยี สถาปัตยกรรมและการออกแบบ และสหวิทยาการด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โดยมีขั้นตอนการพิจารณาตีพิมพ์ในวารสารวิชาการทุกบทความจะได้รับการตรวจสอบทางวิชาการจากผู้ทรงคุณวุฒิไม่น้อยกว่า 2 ท่าน

1. รูปแบบบทความ

ใช้รูปแบบและวิธีการเขียนตามลักษณะของบทความทางวิชาการที่เป็นที่ยอมรับทั่วไป โดยมีการตรวจสอบเอกสารต้นฉบับเป็นอย่างดีทั้งรูปแบบและความถูกต้องของภาษา

2. รูปแบบการอ้างอิง

ในบทความทางวิชาการต้องปรากฏตามลำดับการอ้างอิง โดยใช้ระบบการอ้างอิงที่เป็นที่ยอมรับในวงวิชาการต้องเป็นไปตามรูปแบบการอ้างอิงที่วารสารวิชาการกำหนดเท่านั้น ทั้งนี้ผู้เขียนต้องรับผิดชอบความถูกต้องของการอ้างอิงที่นำมาอ้างอิงทั้งหมด และกองบรรณาธิการขอสงวนสิทธิ์ในการเปลี่ยนแปลงรูปแบบการอ้างอิงเพื่อให้วารสารวิชาการมีรูปแบบเดียวกันตลอดทั้งเล่ม

3. การส่งต้นฉบับ

สามารถส่งต้นฉบับบทความ (Manuscript) สำหรับขอตีพิมพ์ในวารสารวิชาการโดยการดาวน์โหลดรูปแบบ (Template) บทความวิชาการผ่าน <http://idtech.bru.ac.th/journal/> และส่งบทความผ่านระบบ Online Submission ส่งทางไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ idtechjr@bru.ac.th

หรือส่งต้นฉบับพิมพ์ จำนวน 1 ชุด มายังวารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ เลขที่ 439 ถนนจิระ ตำบลในเมือง อำเภอเมืองบุรีรัมย์ จังหวัดบุรีรัมย์ 31000



of Industrial Technology Buriram Rajabhat University

Journal

คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ Industrial Technology of Buriram Rajabhat University
439 ถนนจิระ ตำบลในเมือง อำเภอเมือง 439 Jira Road Naimuang Sub-district, Muang District
จังหวัดบุรีรัมย์ 31000 Buriram Province 31000 Thailand
โทรศัพท์ : 044 611221 ต่อ 3001 2 Tel : (66) 044 611221
โทรสาร : 044-612858 Fax : (66) 044-612858
Email : idtechjr@bru.ac.th Website : <http://www.idtech.bru.ac.th/journal>