

ปีที่ 9

เล่มที่ 1

มกราคม - มิถุนายน 2568

VOL.9 NO.1
JANUARY-JUNE 2025



Vocational Education Innovation and Research Journal

VE-irj

วารสารวิจัยและนวัตกรรมการศึกษา



วารสารวิจัยและนวัตกรรม การศึกษา

ISSN : 3027-687X (Online)

ISSN : 3027-6861 (Print)



<https://www.tci-thaijo.org/index.php/ve-irj>

เจ้าของ ที่ปรึกษา	สถาบันการอาชีวศึกษาภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 1 สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา		
	นายยศพล	เวณุโกเศศ	เลขาธิการคณะกรรมการการอาชีวศึกษา
	นายณรงค์ชัย	เจริญรุจิทรัพย์	รองเลขาธิการคณะกรรมการการอาชีวศึกษา
	ดร.พีระพล	พลทวี	นายกสภาสถาบันการอาชีวศึกษาภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 1
	ดร.เฉลิมศักดิ์	นามเชียงใต้	นายกสภาสถาบันการอาชีวศึกษาภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 3
	นายสถิตย์	สำราญสุข	ผู้อำนวยการสถาบันการอาชีวศึกษาภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 2
	นายสุคนธ์	นาเมืองรักษ์	ผู้อำนวยการสถาบันการอาชีวศึกษาภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 3
	ดร.ประดิษฐ์	พาชื่น	ผู้อำนวยการสถาบันการอาชีวศึกษาภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 4
บรรณาธิการอาวุโส รองบรรณาธิการอาวุโส	ดร.สำเร็จ	วงศ์ศักดิ์	ผู้อำนวยการสถาบันการอาชีวศึกษาภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 5
	ศ.(ญาณวิทย์) ดร.อลงกลด	แทนอมทอง	มหาวิทยาลัยขอนแก่น
	ศ.พล.ต.ต.ดร.เกียรติพงษ์	มีเพียร	มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
	รศ.ดร.สมศักดิ์	อรรถทิมากุล	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
	รศ.ดร.ธเนศ	ธนิษฐ์ธีรพันธ์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
	ดร.วรวิทย์	ศรีตระกูล	รองผู้อำนวยการสถาบันการอาชีวศึกษาภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 1
บรรณาธิการ รองบรรณาธิการ	นายอุดมภูเบศวร์	สมบุรณ์เรศ	ผู้อำนวยการสถาบันการอาชีวศึกษาภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 1
	รศ.ดร.บัณฑิต	สุขสวัสดิ์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
	ดร.ถาวร	ราชรองเมือง	รองผู้อำนวยการสถาบันการอาชีวศึกษาภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 1
	ดร.สุนทรผลไท	จันทร์ระ	ทำหน้าที่ อาชีวศึกษาบัณฑิต
ผู้ช่วยบรรณาธิการ	นายปิยะฉัตร	ไตรแสง	สถาบันการอาชีวศึกษาภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 1
	ดร.อนิรุทธ์	จันทร์มูล	ผู้ช่วยผู้อำนวยการสถาบันการอาชีวศึกษาภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 1
	ดร.ชัชวาล	ปทุมพันธุ์	ผู้อำนวยการอาชีวศึกษาบัณฑิต สถาบันการอาชีวศึกษาภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 3
กองบรรณาธิการ			ผู้อำนวยการสำนักพัฒนาศาสตร์และความร่วมมืออาชีวศึกษา
			สถาบันการอาชีวศึกษาภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 1
	รศ.ดร.กฤตติกา	แสนโกชน์	มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี
	รศ.ดร.ศิริ	ถิอาสนา	มหาวิทยาลัยกรุงเทพธนบุรี
	รศ.ดร.บงอร	เหม้ง	มหาวิทยาลัยขอนแก่น วิทยาเขตหนองคาย
	รศ.ดร.ชญาดา	สุระวนิชกุล	มหาวิทยาลัยขอนแก่น วิทยาเขตหนองคาย
	ผศ.ดร.ชูชัย	สุจิรกุล	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
	ผศ.ดร.กนกอร	บุญมี	มหาวิทยาลัยภาคตะวันออกเฉียงเหนือ
	ผศ.ดร.สมชาย	อินทะตา	มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
	ผศ.ดร.นิรันดร์	วิทิตนันต์	มหาวิทยาลัยบูรพา
	ผศ.ลือพงษ์	ลีอนาม	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
	ดร.เดชวิชัย	พิมพ์โคตร	สถาบันการอาชีวศึกษาภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 1
	ดร.จักรี	ตันเชื้อ	สถาบันการอาชีวศึกษาภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 2
	ดร.ถาวร	อุทัยพร	สถาบันการอาชีวศึกษาภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 3
	ดร.รุ่งสว่าง	บุญหนา	สถาบันการอาชีวศึกษาภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 4
	ดร.กาญจนา	เจื่อนกลาง	สถาบันการอาชีวศึกษาภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 5
	เลขานุการกองบรรณาธิการ	ผศ.กรรณิกา	ทำหน้าที่ ผู้อำนวยการศูนย์วิจัยและพัฒนาการอาชีวศึกษา
		ผศ.จิระพงษ์	ทำหน้าที่ ผู้อำนวยการสำนักพัฒนาการเรียนการสอนและกิจการพิเศษ
		นางปวีณา	ทำหน้าที่ ผู้อำนวยการศูนย์ยกระดับความสามารถด้านภาษา
ผู้ช่วยเลขานุการกองบรรณาธิการ	นายกฤตเมธ	สายสิญจน์	วิทยาลัยเทคนิคหนองคาย
	นางสาวมนทกานต์	ศรีตระกูล	สถาบันการอาชีวศึกษาภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 1
	นายสิขเรศ	วงศ์สุวรรณ	สถาบันการอาชีวศึกษาภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 1
	นายชจรศักดิ์	วิเศษสุนทร	สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาหนองคายเขต 1

ที่อยู่กองบรรณาธิการ 306 หมู่ 5 ต.โพธิ์ชัย อ.เมืองหนองคาย จ.หนองคาย 43000

ผู้ประสานงาน	นางอนุสรณ์	พลกษะศรี	สถาบันการอาชีวศึกษาภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 1	โทร. 042-411447 มือถือ 084-6029320
	นางสาวชไมพร	โมรา	สถาบันการอาชีวศึกษาภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 1	โทร. 042-411445 มือถือ 094-5058558
	นางสาวหนึ่งฤทัย	สัมปญญา	สถาบันการอาชีวศึกษาภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 1	โทร. 042-411445 มือถือ 099-8261962

Website : <https://www.tci-thaijo.org/index.php/ve-irj/index>

E-mail : ivene1journal@gmail.com

กำหนดออก ปีละ 2 ฉบับ (มกราคม – มิถุนายน และ กรกฎาคม – ธันวาคม)

เริ่มตีพิมพ์ มกราคม - มิถุนายน 2560



	หน้า
▶ บทความพิเศษ : ฉลาดรู้ ฉลาดคิด ฉลาดทำ กลยุทธ์การยกระดับผู้เรียนอาชีวศึกษาเพื่อการพัฒนาประเทศ	1-8
อุดมภูเบศวร์ สมบูรณ์เรศ	
▶ การศึกษาปริมาณอิเล็กทรอนิกส์รวมในชั้นบรรยากาศไอโอโนสเฟียร์จากเครื่องรับ GPS และ BeiDou	9-19
บริเวณละติจูดต่ำเหนือจังหวัดหนองบัวลำภู ประเทศไทย	
ชนพล แก้วคำแจ้ง, อีรพงษ์ จันตะเสน, สุพรรณ ประทุมชัย, วกร สีสัมฤทธิ์, กัมปนาท บุญคง, ปริญา โพธิ์ล้ำ และ ประวิทย์ บุรินนิตย์	
▶ การพัฒนาต้นแบบเครื่องวัดมิติอุโมงค์รถไฟด้วยเลเซอร์วัดระยะและความคมด้วยชุดไมโครคอนโทรลเลอร์	20-32
ยศธร สุวรรณวรวิกิจ และ กิติเดช สันติชัยอนันต์	
▶ การประเมินประสิทธิภาพระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์แบบออนกริดบนหลังคาอาคารเรียน	33-43
กรณีศึกษา วิทยาลัยเทคนิคหนองบัวลำภู	
ยุทธนา จันทศิลา, นิธิพล จวงทอง และ สมชาติ โสนะแสง	
▶ การออกแบบและสร้างเครื่องเกลียวชิ้นในของผลมะพร้าวแบบพกพา	44-51
มนตรี ลาภย์ และ ณัฐพล บุญอ็อก	
▶ การเสริมกำลังคานคอนกรีตเสริมเหล็กด้วยแผ่นเส้นใยแก้วขึ้นรูปปราคาถูก	52-59
กীরเกียรติ กลิ่นขำ และ กิตติภูมิ รอดสิน	
▶ การศึกษาสมบัติทางวิศวกรรมของดินลูกรังในจังหวัดหนองคาย	60-66
พัชร อ่อนพรม, เมธิณี นิลทะวัก, ปภัสสร เจริญยศ, กฤษฎา ตันจันทร์ และ ภาณุวัฒน์ สงวนศักดิ์	
▶ การปรับปรุงพันธุ์พืชโดยใช้เทคนิคการเพิ่มจำนวนโครโมโซม	67-72
อลงกลด แทนอมทอง และ อุดมภูเบศวร์ สมบูรณ์เรศ	
▶ การพัฒนาผลิตภัณฑ์ผักแผ่นเห็ดนางฟ้า	73-79
ธัญพิสิษฐ์ ทองสะอาด, กุลธิดา ละออยซ์, ภัฏญภาภัทร มองพิมาย, รุ่งนภา สนพะเนาว์ และ ธนกฤต โชติภักดีโกคิน	
▶ การหาประสิทธิภาพของเทคนิคการเรียนรู้สำหรับการจำแนกปริมาณฝุ่น โดยใช้เทคนิคเหมืองข้อมูล	80-88
วศิน หาสอดส่อง, มงคล ทะกอง, กริช สมกันธา และ กฤษณพงศ์ สมสุข	
▶ รูปแบบการบริหารสถานศึกษาด้วยเทคโนโลยีดิจิทัลของวิทยาลัยเทคนิคร้อยเอ็ด	89-105
อาคม จันทน์นาม และ วรณวิศา วัฒนสินธุ์	
▶ การพัฒนาระบบสร้างข้อสอบออนไลน์สำหรับครู	106-113
กรรณิกา สายสัญญาณ และ กฤตเมธ สายสัญญาณ	
▶ การสอนซ่อมเสริมพื้นฐานไฟฟ้า วิชาวงจรไฟฟ้ากระแสสลับ สำหรับนักเรียน ปวช. 1	114-126
นำโชค วัฒนานัย, สมเกียรติ วุฒิธรมาภิวัฒน์, คุณัญญา ร่องศรีนะ, ภัทร พูลพัฒนา, ชินพงษ์ เลื่อยไธสง	
จิระวัฒน์ เปรมรัตน์, เมธาพัฒน์ ดีแท้ และ ภัทรพงศ์ พรหมศรี	

▶ การพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ฐานสมรรถนะสู่อาชีพ รายวิชาการออกแบบระบบไฟฟ้า รหัสวิชา 30104-2002 เกรียงศักดิ์ ดอนชัย	127-139
▶ รูปแบบความร่วมมือการจัดการอาชีวศึกษาไทย-จีน สาขาวิชาเทคนิคควบคุมและซ่อมบำรุงระบบขนส่งทางราง วิทยาลัยเทคนิควาปีปทุมกับวิทยาลัยเทคนิคการรถไฟความเร็วสูงพูนานประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน สุภัฏ เวียงชัยภูมิ	140-156
▶ ปัญหาและความต้องการใช้ระบบบริหารการเงินการคลังภาครัฐแบบอิเล็กทรอนิกส์ใหม่ (New GFMS Thai) ในการปฏิบัติงานการบัญชี การเงิน และพัสดุ ในสถานศึกษาสังกัด สำนักงานอาชีวศึกษาจังหวัดอุดรธานี ณัฐวุฒิ ศรีกันยา และ สัมฤทธิ์ ศิริชนะรัตน์	157-166
▶ การปรับใช้วัฒนธรรมคุณภาพในการพัฒนาองค์กรการศึกษาสู่ความยั่งยืน จริยา รัมมณต์	167-178
▶ การศึกษากรอบแนวคิดเกี่ยวกับการกำหนดนโยบาย การบริหารวิทยาลัยอาชีวศึกษา เพื่อการพัฒนาวิทยาลัยขนาดเล็กพิเศษ อิทธิพัทธ์ สมจ, สุนทรผล ไชยชนะ, ธนากร คุ่มภัย และ รัตนภรณ์ ชัยวงค์บุตร	179-188
▶ ความท้าทายและกลยุทธ์ในการบริหารจัดการอาชีวศึกษาในประเทศไทย : การวิเคราะห์เชิงลึก กิตติพงษ์ เพียรพิทักษ์	189-200

"ฉลาดรู้ ฉลาดคิด ฉลาดทำ"

กลยุทธ์การยกระดับผู้เรียนอาชีวศึกษาเพื่อการพัฒนาประเทศ"



นายอุดมภูเบศวร์ สมบูรณ์เรศ

ผู้อำนวยการสถาบันการอาชีวศึกษาภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 1

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอกลยุทธ์การยกระดับผู้เรียนอาชีวศึกษาผ่านแนวคิด "ฉลาดรู้ ฉลาดคิด ฉลาดทำ" เพื่อการพัฒนาประเทศ โดยสอดคล้องกับนโยบายการศึกษา "เรียนดี มีความสุข" ของกระทรวงศึกษาธิการ และแผนปฏิบัติการของสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา ที่มุ่งผลิตและพัฒนากำลังคนอาชีวศึกษาสมรรถนะสูงผ่าน 8 วาระการพัฒนา แนวคิด "ฉลาดรู้" มุ่งพัฒนาองค์ความรู้ทั้งทฤษฎีและปฏิบัติที่จำเป็นต่อวิชาชีพ ด้วยหลักสูตรที่ทันสมัย รูปแบบ Outcome-Based Learning และระบบธนาคารหน่วยกิต "ฉลาดคิด" เน้นการพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ การแก้ปัญหา และสร้างสรรค์นวัตกรรม ผ่านโครงการต่างๆ เช่น โครงการศูนย์ซ่อมสร้างเพื่อชุมชน และ "ฉลาดทำ" พัฒนาทักษะปฏิบัติผ่านการฝึกงานในสถานประกอบการจริง ด้วยการบูรณาการทั้งสามด้านนี้ อาชีวศึกษาไทยมุ่งสร้างผู้เรียนที่มีความสามารถรอบด้าน พร้อมรับมือกับความท้าทายในโลกการทำงาน และเป็นกำลังสำคัญในการขับเคลื่อนเศรษฐกิจและการพัฒนาประเทศอย่างยั่งยืน

Abstract

This paper presents strategies for elevating vocational education students through the "Smart Knowledge, Smart Thinking, Smart Action" approach for national development. This approach aligns with the Ministry of Education's "Good Learning, Happy Learning" policy and the Office of Vocational Education Commission's action plan aimed at producing high-competency vocational workforce through 8 development agendas. The "Smart Knowledge" concept focuses on developing both theoretical and practical knowledge essential for professional careers through modern curricula, Outcome-Based Learning approaches, and a credit bank system. "Smart Thinking" emphasizes developing analytical thinking skills, problem-solving abilities, and innovation creation through various projects such as the community service repair centers. "Smart Action" develops practical skills through internships in real workplace environments. By integrating these three areas, Thai vocational education aims to create well-rounded learners who are prepared to face challenges in the working world and serve as important driving forces for the country's economic growth and sustainable development.

อาชีวศึกษากับการ ตอบโจทย์นโยบายสำคัญเพื่อการพัฒนาประเทศ

พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติพุทธศักราช 2542 ได้กำหนดจุดมุ่งหมายและหลักการจัดการศึกษาไว้ว่า ต้องเป็นการจัดการศึกษาเพื่อพัฒนาคนไทยให้เป็นมนุษย์ที่สมบูรณ์ทั้งร่างกาย จิตใจ สติปัญญาความรู้ และคุณธรรม มีจริยธรรมและวัฒนธรรมในการดำรงชีวิต สามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีความสุข พลตำรวจเอก เพิ่มพูน ชิดชอบ รัฐมนตรีว่าการกระทรวงศึกษาธิการ แถลงนโยบายการศึกษา และแนวทางการขับเคลื่อนนโยบาย เมื่อวันที่ 14 กันยายน 2566 โดยมีการมอบนโยบายว่า การดำเนินงานของกระทรวงศึกษาธิการ (ศธ.) จะอยู่ภายใต้กรอบรัฐธรรมนูญแห่งราชอาณาจักรไทย พ.ศ. 2560 ยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี [1] รวมทั้งน่านโยบายของรัฐบาลมาขับเคลื่อน เพื่อร่วมกันยกระดับคุณภาพการศึกษาเต็มกำลังความสามารถอย่างเป็นกลยุธมิตรต่อกัน ภายใต้แนวทางการทำงาน “จับมือไว้แล้วไปด้วยกัน” และใช้สำนวนที่เข้าใจง่ายคือ “เรียนดี มีความสุข” เพื่อเดินทางยกระดับคุณภาพการศึกษาไปด้วยกัน ซึ่งการเรียนการสอนจำเป็นต้องเริ่มจากความสุขทั้งผู้เรียน ผู้สอน และผู้ปกครอง เมื่อมีความสุขจะส่งผลให้การเรียนดีขึ้น เมื่อการเรียนดีขึ้นจะส่งผลกลับไปทำให้มีความสุขมากยิ่งขึ้น เพื่อก้าวสู่การศึกษาเพื่อความมั่นคงของชีวิต ที่ผู้เรียนทุกช่วงวัยได้รับการพัฒนาเต็มตามศักยภาพ มีคุณธรรม จริยธรรม มีทักษะที่จำเป็น พร้อมเรียนรู้ตลอดชีวิต และปรับตัวสอดคล้องกับวิถีชีวิตโลกยุคใหม่

“การศึกษา” ถือเป็นหัวใจของการพัฒนาประเทศให้เจริญก้าวหน้า กระทรวงศึกษาธิการจึงมุ่งมั่นใช้การศึกษาเพื่อพิทักษ์รักษาไว้ซึ่งสถาบันพระมหากษัตริย์ และน้อมนำหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียงมาเป็นกรอบในการดำเนินงานพร้อมที่จะเดินหน้าขับเคลื่อนนโยบาย “เรียนดี มีความสุข” สานต่อนโยบายเดิม และเพิ่มการขับเคลื่อนอย่างเป็นรูปธรรม ควบคู่ไปกับการเพิ่มเติมนโยบายตามแนวทางของรัฐบาลชุดใหม่ที่มีความสำคัญในเรื่องทุนมนุษย์เป็นรากฐานที่สำคัญของการพัฒนาประเทศ ร่วมกันขับเคลื่อนนโยบาย “เพื่อเป้าหมายในการจัดการศึกษาเพื่อความเป็นเลิศ และการศึกษาเพื่อความมั่นคงของชีวิต” ภายใต้ต้นนโยบายหลัก คือ “ลดภาระครูและบุคลากรทางการศึกษา” และ “ลดภาระนักเรียนและผู้ปกครอง” มุ่งเน้น “การเพิ่มเครือข่ายทางการศึกษา” เพิ่มการมีส่วนร่วม สร้างภาคีเครือข่าย

โดยนํางานวิจัยเป็นฐาน มีการทำงานเป็นทีม สร้างบรรยากาศการทำงานอย่างมีความสุข และสร้างองค์กรแห่งวัฒนธรรม ทั้งภาควิชาการ หน่วยงานทางการศึกษา สถานศึกษา สถาบันทางการศึกษา ภาคเอกชน ภาคประชาสังคม และประชาชน เพื่อ “การศึกษาที่เท่าเทียม” พัฒนาคนไทยทุกคนในทุกช่วงวัย ให้ผู้เรียน “ฉลาด รู้ฉลาดคิด ฉลาดทำ” พัฒนาส่งเสริม และสร้างความเสมอภาคเพื่อ “ลดความเหลื่อมล้ำ เพิ่มคุณภาพการศึกษา” มาร่วมกัน “ปฏิวัติการศึกษา แก้ปัญหาประเทศ” เพื่อให้ประเทศมีความ “มั่นคง มั่งคั่ง ยั่งยืน”

การศึกษาไทยกำลังก้าวสู่มิติใหม่ ในทุกมิติด้วย "ฉลาดรู้ ฉลาดคิด ฉลาดทำ" ต่อการขับเคลื่อนมาตรฐาน การศึกษาของชาติสู่การปฏิบัติ เพื่อสร้างคนไทย 4.0" ภายใต้แนวคิด "เรียนดี มีความสุข" ที่มุ่งสร้างความรักในการศึกษา เป็นพื้นฐาน การขับเคลื่อนการศึกษาในครั้งนี้ไม่เพียงมุ่งเน้นการพัฒนาด้านวิชาการเท่านั้น แต่ยังให้ความสำคัญกับการ พัฒนาทักษะชีวิต คุณธรรม และจริยธรรมควบคู่กันไป เพื่อให้ผู้เรียนสามารถ "รู้ในสิ่งที่ควรารู้ คิดแบบมีเหตุผล และทำ ในสิ่งที่ถูกต้อง" อันจะนำไปสู่การยกระดับมาตรฐานการศึกษาของชาติและการพัฒนาคนไทยให้พร้อมรับมือกับความท้าทายในยุค 4.0

จากนโยบาย "เรียนดี มีความสุข" สู่ “การพัฒนาการอาชีวศึกษา” ที่สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา (สอศ.) ได้สอดรับนโยบายกระทรวงศึกษาธิการในการพัฒนาคุณภาพการอาชีวศึกษา และประกาศแผนปฏิบัติการ ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2567 ภายใต้วิสัยทัศน์ "ผลิตและพัฒนากำลังคนอาชีวศึกษาสมรรถนะสูง เพื่อการพัฒนา ประเทศ โดยยึดหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง" โดยกำหนด 8 วาระ การพัฒนาอาชีวศึกษา (8 AGENDA) ภายใต้ นโยบายการศึกษา "เรียนดี มีความสุข"

วาระการพัฒนาทั้ง 8 ประการนี้สะท้อนถึงยุทธศาสตร์การพัฒนาการอาชีวศึกษาที่มีความครอบคลุมและบูรณาการในทุกมิติ ทั้งด้านการจัดการเรียนการสอน การพัฒนาสมรรถนะวิชาชีพ การยกระดับมาตรฐานคุณภาพการศึกษา การบริหารและพัฒนาครูและบุคลากรอาชีวศึกษา และการสร้างการยอมรับในสังคม โดยให้ความสำคัญกับการสร้างความเสมอภาคในการเข้าถึงการศึกษา การพัฒนาทักษะที่สอดคล้องกับความต้องการของตลาดแรงงาน และการตอบสนองต่อการพัฒนาเศรษฐกิจชุมชน แผนปฏิบัติการนี้จึงเป็นกลไกสำคัญในการขับเคลื่อนการพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ที่มีศักยภาพและเป็นกำลังสำคัญในการพัฒนาประเทศ



รูปที่ 1 นโยบาย “เรียนดี มีความสุข” ของกระทรวงศึกษาธิการ 2566

ที่มุ่งเน้นการพัฒนาผู้เรียนอาชีวศึกษา แบบองค์รวม ส่งเสริมให้เรียนรู้ตามความถนัดและความสนใจ สร้างสมดุลระหว่างคุณภาพการศึกษาและความสุขในการเรียน ผ่านแนวคิด **"ฉลาดรู้ ฉลาดคิด ฉลาดทำ"** ที่มุ่งสร้างผู้เรียนอาชีวศึกษาให้มีความสามารถรอบด้าน โดย **"ฉลาดรู้"** คือการพัฒนาองค์ความรู้ทั้งทฤษฎีและปฏิบัติที่จำเป็นต่อวิชาชีพ **"ฉลาดคิด"** มุ่งเน้นการพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ แก้ปัญหา และสร้างสรรค์นวัตกรรม และ **"ฉลาดทำ"** เน้นการนำความรู้และความคิดไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์จริง วางแนวทางการพัฒนาอาชีวศึกษาอย่างเป็นระบบ เสริมสร้างระบบทวิภาคีให้เข้มแข็ง ด้วยความร่วมมือกับภาคเอกชนชั้นนำทั้งในประเทศและนอกประเทศ เน้นการฝึกประสบการณ์จริงในสถานประกอบการศึกษาสูง และมีรายได้ระหว่างเรียน มอบแนวทางการนำเทคโนโลยีมาพัฒนาการศึกษาของอาชีวศึกษายุคใหม่ เพื่อผลักดันการเรียนรู้แบบ Anywhere Anytime สอดคล้องกับความต้องการของสถานประกอบการ นำ AI มาใช้ลดความเหลื่อมล้ำทางการศึกษา ด้วย **"โครงการขับเคลื่อนการสอนปัญญาประดิษฐ์และเทคโนโลยีสมัยใหม่ในสถานศึกษาและสถาบันการอาชีวศึกษา"** เพื่อสร้างผู้สอน นักเรียนทุกคน ให้มีความรู้ด้าน AI มีความเข้าใจและตระหนัก เรื่องจริยธรรมของการนำไปใช้ประโยชน์ (ethical considerations) เพื่อเตรียมพร้อมสู่การเป็นพลเมืองดิจิทัล และรองรับตลาดแรงงานสมัยใหม่แห่งศตวรรษที่ 2 ระดมแนวคิดลดอัตราการออกกลางคัน และเพิ่มอัตราการมีงานทำของผู้สำเร็จการศึกษา

อาชีวศึกษาได้ตอบรับนโยบายดังกล่าว มุ่งสร้างให้ผู้เรียน **ฉลาดรู้ ฉลาดคิด ฉลาดทำ** ส่งเสริมให้เป็นคนดี มีวินัย ภูมิใจในชาติ รวมทั้งเสริมสร้างศักยภาพของผู้เรียนตามความถนัด ส่งเสริมการอ่าน เพื่อสร้างอนาคต สร้างรายได้กระจายอำนาจการศึกษาให้ผู้เรียนได้เข้าถึงการเรียนรู้อย่างทั่วถึง มีอุปกรณ์การเรียนที่เหมาะสมต่อผู้เรียน แต่ละวัย และใช้ระบบเทคโนโลยีการศึกษาสมัยใหม่ จัดทำหลักสูตร และให้คำแนะนำที่เหมาะสมกับความรู้ความสนใจของผู้เรียน ส่งเสริมงานวิจัยและพัฒนาทั้งในด้านสังคม ด้านวิทยาศาสตร์ประยุกต์ (Applied Science) และการวิจัยขั้นแนวหน้า (Frontier Research) เพื่อต่อยอดให้เกิดการพัฒนาองค์ความรู้ เทคโนโลยี และนวัตกรรม โดยไม่ละเลยการศึกษาประวัติศาสตร์ความเป็นมาของประเทศ และการปลูกฝังความรักในสถาบันหลักของชาติ เพื่อให้มีความพร้อมต่อการเปลี่ยนแปลงทางเศรษฐกิจ สังคม และการเมืองของโลกสมัยใหม่อย่างมี

กลยุทธ์การยกระดับผู้เรียนอาชีวศึกษาผ่านแนวคิด **"ฉลาดรู้ ฉลาดคิด ฉลาดทำ"** เป็นแนวทางสำคัญในการพัฒนากำลังคนที่มีคุณภาพ เพื่อตอบสนองการพัฒนาประเทศในทุกมิติ โดยมุ่งเน้นการพัฒนาผู้เรียนให้มีความพร้อมในทุกด้าน

"ฉลาดรู้" คือกลยุทธ์การพัฒนาผู้เรียนให้มีความรู้ที่ลึกซึ้งในสาขาวิชาชีพ เข้าใจทฤษฎีและหลักการพื้นฐานอย่างถ่องแท้ สามารถบูรณาการความรู้จากหลากหลายศาสตร์ และมีทักษะการเรียนรู้ตลอดชีวิต ซึ่งเป็นรากฐานสำคัญในการพัฒนาทักษะด้านอื่นๆ

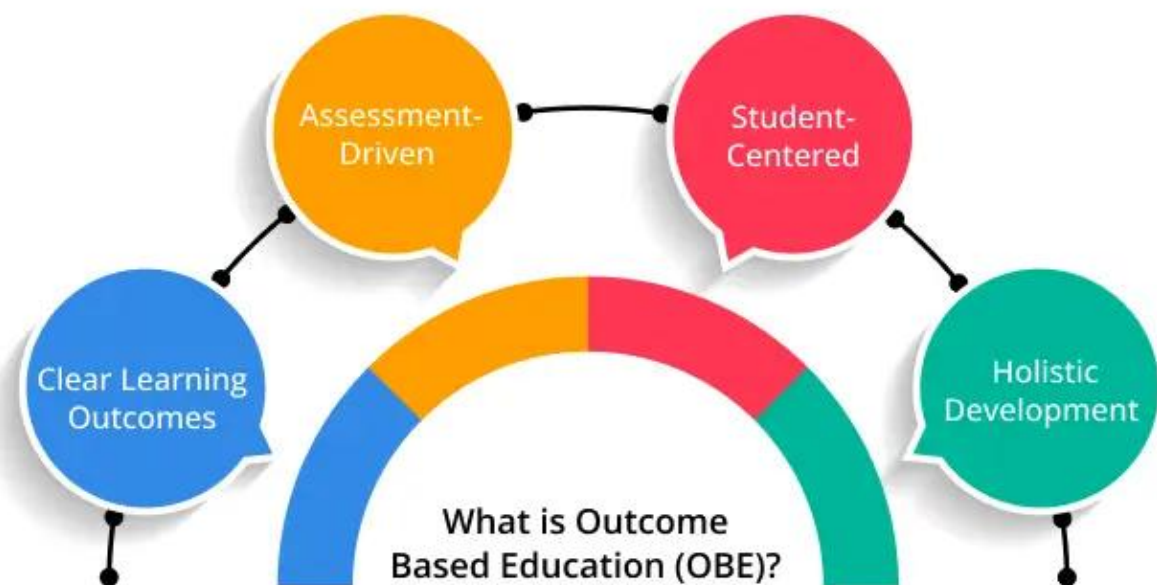
"ฉลาดคิด" เป็นกลยุทธ์การพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ การคิดเชิงวิพากษ์ และความคิดสร้างสรรค์ ให้ผู้เรียนสามารถแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ มองเห็นโอกาสในการพัฒนา และสร้างนวัตกรรมใหม่ ๆ เพื่อตอบสนองความต้องการของภาคอุตสาหกรรมและการพัฒนาประเทศ รวมถึงการมีความเป็นมนุษย์อันสมบูรณ์ มีคุณลักษณะอันพึงประสงค์ จิตอาสา จิตพัฒนาองค์กรและประเทศชาติ

"ฉลาดทำ" คือกลยุทธ์การพัฒนาทักษะปฏิบัติและความเชี่ยวชาญในวิชาชีพ ผ่านการฝึกปฏิบัติในสถานการณ์จริง การเรียนรู้จากประสบการณ์ตรง และการพัฒนาความชำนาญในการใช้เครื่องมือและเทคโนโลยีที่ทันสมัย การบูรณาการกลยุทธ์ทั้งสามด้านนี้จะช่วยสร้างผู้เรียนอาชีวศึกษาที่มีความสามารถรอบด้าน พร้อมรับมือกับความท้าทายในโลกของการทำงาน สามารถปรับตัวกับการเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยีและความต้องการของตลาดแรงงาน อีกทั้งยังสามารถพัฒนาตนเองอย่างต่อเนื่องเพื่อความก้าวหน้าในอาชีพ **ผลลัพธ์ที่คาดหวังจากการใช้**

กลยุทธ์นี้คือ การผลิตกำลังคนที่มีความเชี่ยวชาญในวิชาชีพ มีทักษะการคิดและการแก้ปัญหา และมีความสามารถในการปฏิบัติงานจริง ซึ่งจะเป็นกำลังสำคัญในการขับเคลื่อนเศรษฐกิจและการพัฒนาประเทศในทุกมิติ

“ฉลาดรู้ตรงเป้า”

การพัฒนาหลักสูตร รูปแบบ Outcome-Based Learning ของอาชีวศึกษา ในทุกระดับการศึกษา ทั้งประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) และระดับปริญญาตรีสายเทคโนโลยีหรือสายปฏิบัติการ (ทล.บ.) ได้ก้าวสู่มิติใหม่ของการจัดการศึกษาที่มุ่งเน้นผลลัพธ์การเรียนรู้อย่างเป็นรูปธรรม ที่มีความยืดหยุ่น ทันสมัย รองรับเทคโนโลยี และตอบโจทย์ผู้เรียน และความต้องการของตลาดกำลังคนของประเทศ สถานศึกษาอาชีวศึกษาได้จัดการเรียนการสอนที่เน้นการบูรณาการความรู้ทั้งภาคทฤษฎีและปฏิบัติเข้าด้วยกัน มีการส่งเสริมการเรียนรู้ผ่านเทคโนโลยีและนวัตกรรมใหม่ๆ พัฒนาทักษะการเรียนรู้ตลอดชีวิตและการเรียนรู้ด้วยตนเอง รวมถึงเสริมสร้างความรู้ในสาขาวิชาชีพเฉพาะทางอย่างลึกซึ้ง เพื่อให้ผู้เรียนมีพื้นฐาน ความรู้ที่แข็งแกร่งสำหรับการประกอบอาชีพในอนาคต โดยการสร้างหลักสูตรที่เป็นประโยชน์และรองรับกับตลาดแรงงานในอนาคต เน้นการผลิตแรงงานสมรรถนะสูงที่มีองค์ความรู้ในการสร้างนวัตกรรมและเทคโนโลยีใหม่ที่ตรงกับความต้องการของตลาดแรงงาน โดยการสร้างเครือข่ายความร่วมมือ กับภาคอุตสาหกรรม ธุรกิจและบริการ สนับสนุนการเรียนรู้ตลอดชีวิต ที่นำไปสู่ความเสมอภาคทางการศึกษา เพิ่มโอกาสการเข้าถึงการเรียนรู้ สายอาชีพ สร้างสังคมการเรียนรู้ โดยให้การสนับสนุนแก่กลุ่มเครือข่ายและการแลกเปลี่ยนเพื่อสร้างชุมชนการเรียนรู้ที่เติบโต และยั่งยืน



รูปที่ 2 องค์ประกอบการพัฒนาหลักสูตรแบบ OBE

ที่มา : <https://outcomebasededucation.org>

โดยการบูรณาการความรู้ทั้งภาคทฤษฎีและปฏิบัติเข้าด้วยกันอย่างลงตัว ผู้เรียนได้เรียนรู้จากการปฏิบัติจริงในสถานการณ์ที่ใกล้เคียงกับการทำงานในสถานประกอบการ ความร่วมมือกับภาคอุตสาหกรรมเป็นอีกหนึ่งกลยุทธ์สำคัญในการพัฒนาหลักสูตร สถานศึกษาได้ร่วมมือกับสถานประกอบการในการพัฒนาหลักสูตรที่ตอบสนองความต้องการของ

ตลาดแรงงาน การวิจัยความต้องการของ Stakeholder เป็นสิ่งสำคัญ การจัดการศึกษาระบบทวิภาคีช่วยให้ผู้เรียนได้รับประสบการณ์ตรงจากการทำงานในสถานประกอบการจริง นอกจากนี้ความร่วมมือกับสถาบันการศึกษาต่างประเทศยังช่วยยกระดับมาตรฐานการศึกษาสู่ระดับสากล การประเมินผลการเรียนรู้ได้ปรับเปลี่ยนให้สอดคล้องกับแนวทาง Outcome-Based Learning [2] โดยเน้นการประเมินตามสภาพจริง การวัดผลตามสมรรถนะที่กำหนด และการติดตามพัฒนาการของผู้เรียนอย่างต่อเนื่อง ทำให้มั่นใจได้ว่าผู้สำเร็จการศึกษาจะมีความรู้และทักษะตรงตามความต้องการของตลาดแรงงาน ด้วยการพัฒนาอย่างรอบด้านนี้ อาชีวศึกษาไทยจึงสามารถผลิตกำลังคนที่มีคุณภาพ มีความรู้และทักษะที่ตรงกับความต้องการของตลาดแรงงาน พร้อมทั้งเป็นกำลังสำคัญในการพัฒนาประเทศ และสามารถแข่งขันได้ในระดับสากล ตอบโจทย์การพัฒนากำลังคนในยุคแห่งการเปลี่ยนแปลงได้อย่างมีประสิทธิภาพ

หลักสูตรระยะสั้นเพื่อการพัฒนาทักษะอาชีพ "Micro Credential" และ ธนาครหน่วยกิต "TVET Credit Bank" เป็นรูปแบบการเรียนรู้สมัยใหม่ที่ออกแบบมาเพื่อตอบสนองความต้องการของตลาดแรงงานและการพัฒนาทักษะอาชีพอย่างรวดเร็ว โดยเน้นการเรียนรู้ทักษะเฉพาะทางที่สามารถนำไปใช้ได้จริงในการทำงาน หลักสูตรมีระยะเวลาสั้น ตั้งแต่ไม่กี่วันจนถึง 2-3 เดือน ทำให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาทักษะใหม่ได้อย่างรวดเร็วและมีประสิทธิภาพ TVET Credit Bank หรือธนาครหน่วยกิตด้านอาชีวศึกษา เป็นระบบที่ช่วยในการเทียบโอนและสะสมหน่วยกิตจากการเรียนรู้ในรูปแบบต่าง ๆ ทั้งในระบบการศึกษา การฝึกอบรม และประสบการณ์การทำงาน ระบบนี้ช่วยให้ผู้เรียนสามารถนำความรู้และทักษะที่ได้จากหลักสูตร Micro Credential หรือการเรียนรู้หน่วยย่อยในโมดูลมาเทียบโอนเป็นหน่วยกิตเพื่อการศึกษาต่อในระดับที่สูงขึ้น หรือเพื่อการพัฒนาสายอาชีพ เพื่อสนับสนุนการเรียนรู้ตลอดชีวิตและการพัฒนาทักษะอาชีพอย่างต่อเนื่อง โดยเฉพาะในยุคที่เทคโนโลยีและความต้องการของตลาดแรงงานเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ระบบนี้ช่วยให้ผู้เรียนสามารถปรับตัวและพัฒนาทักษะใหม่ ๆ ได้อย่างยืดหยุ่นพร้อมทั้งได้รับการรับรองคุณวุฒิที่เป็นที่ยอมรับในระบบการศึกษาและการทำงาน ซึ่งเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการพัฒนาบุคลากรและกำลังแรงงานของประเทศ

“ฉลาดคิด”

อาชีวศึกษาสร้างนักคิด นักวิจัย นวัตกรรมสิ่งประดิษฐ์เชิงพาณิชย์เพื่อชุมชน

สำหรับการพัฒนาให้ “ฉลาดคิด” สถานศึกษาอาชีวศึกษาได้มุ่งเน้นการฝึกทักษะการคิดวิเคราะห์และแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม พัฒนาทักษะการคิดเชิงวิพากษ์และการตัดสินใจ ตลอดจนสร้างกระบวนการคิดแบบผู้ประกอบการ ทำให้ผู้เรียนสามารถวิเคราะห์สถานการณ์ แก้ไขปัญหา และพัฒนานวัตกรรมใหม่ ๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

อาชีพะจิตอาสา และการบริการชุมชน

ถ่ายทอดภูมิปัญญาช่างสู่ชุมชน ด้วยโครงการศูนย์ซ่อมสร้างเพื่อชุมชน (Fix it Center) ความสำเร็จของโครงการศูนย์ซ่อมสร้างเพื่อชุมชน (Fix it Center) สะท้อนให้เห็นผ่านผลลัพธ์ที่เป็นรูปธรรมในหลายด้าน ผู้เรียนอาชีวศึกษาได้พัฒนาทักษะวิชาชีพผ่านประสบการณ์จริง เกิดความมั่นใจในการปฏิบัติงาน พัฒนาทักษะการสื่อสารและการทำงานร่วมกับผู้อื่น และได้ฝึกการวิเคราะห์และแก้ปัญหาในสถานการณ์จริงในด้านของประชาชนที่รับบริการ เป็นการส่งเสริมการสร้างอาชีพและรายได้เสริมให้กับคนในชุมชน ยกย่องฝีมือช่างชุมชนผ่านการถ่ายทอดเทคโนโลยี เกิดการพัฒนาผลิตภัณฑ์ชุมชนให้มีคุณภาพและมาตรฐานสูงขึ้น สร้างโอกาสในการต่อยอดธุรกิจชุมชน เป็นแหล่งเรียนรู้และฝึกประสบการณ์วิชาชีพที่มีคุณภาพ สร้างความเชื่อมั่นในคุณภาพการจัดการศึกษาของอาชีวศึกษา เกิดการแลกเปลี่ยนความรู้ระหว่างครู นักเรียน และช่างชุมชน เป็นการประชาสัมพันธ์ แนะนำการศึกษาต่อได้อย่างดี Fix it Center บริการ

ชุมชน ทำให้ผู้เรียนอาชีวศึกษาได้ฝึก “ฉลาดคิด” การใช้ทรัพยากรอย่างคุ้มค่า สร้างจิตสำนึกในการช่วยเหลือและพัฒนาชุมชน และ ความรู้รักชุมชนให้สามารถพึ่งพาตนเองได้ ซึ่งนำไปสู่การพัฒนาที่ยั่งยืนทั้งด้านเศรษฐกิจและสังคม

การพัฒนาอาชีวศึกษาไทยด้วยแนวคิด "ฉลาดทำ"

จากห้องเรียนสู่เวทีระดับนานาชาติ

การส่งเสริมให้ผู้เรียนอาชีวศึกษา "ฉลาดทำ" ไม่เพียงแต่พัฒนาทักษะทางวิชาชีพเท่านั้น แต่ยังปลูกฝังคุณลักษณะสำคัญที่จำเป็นต่อการทำงานในอนาคต เช่น ทักษะการทำงานเป็นทีม ความรับผิดชอบและความมุ่งมั่นในการพัฒนาตนเอง และความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม "ฉลาดทำ" จึงเป็นกลยุทธ์สำคัญในการพัฒนาผู้เรียนอาชีวศึกษาให้มีความพร้อมที่จำเป็นต่อการประกอบอาชีพในอนาคต

การพัฒนาผู้เรียนอาชีวศึกษาให้ "ฉลาดทำ" โดยมุ่งเน้นการเรียนรู้ผ่านการปฏิบัติจริง (Learning by Doing) ผ่านกระบวนการสำคัญหลายด้าน การจัดการเรียนการสอนแบบ Project-based Learning คือหัวใจสำคัญของการพัฒนา โดยผู้เรียนได้เรียนรู้ผ่านโครงการที่มีความท้าทายและสอดคล้องกับสถานการณ์จริง ทำให้เกิดการพัฒนาทั้งด้านความรู้ ทักษะปฏิบัติ และความคิดสร้างสรรค์ไปพร้อมกัน การฝึกประสบการณ์ในสถานประกอบการเป็นอีกหนึ่งกลไกสำคัญ ทั้งครูผู้สอนและผู้เรียนได้สัมผัสกับสภาพแวดล้อมการทำงานจริง เรียนรู้เทคโนโลยีและนวัตกรรมใหม่ๆ ตลอดจนพัฒนาทักษะการทำงานร่วมกับผู้อื่น ซึ่งเป็นทักษะที่จำเป็นในการทำงานจริง ความสำเร็จของแนวทาง "ฉลาดทำ" สะท้อนให้เห็นผ่านผลงานระดับนานาชาติ เช่น การที่วิทยาลัยเทคนิคระยองและวิทยาลัยเทคนิคบางแสนได้รับรางวัลรองชนะเลิศในการแข่งขัน The 4th China-ASEAN RoboMaster Robot Championship ซึ่งแสดงให้เห็นถึงศักยภาพของผู้เรียนที่ได้รับการพัฒนาอย่างเป็นระบบ

อาชีวศึกษาไทย ยังส่งเสริมให้ผู้เรียนได้เข้าร่วมการแข่งขัน World Skills เป็นเวทีสำคัญในการแสดงศักยภาพของผู้เรียนอาชีวศึกษาไทยในระดับนานาชาติ โดยมีการเตรียมความพร้อมผู้เข้าแข่งขันอย่างเข้มข้น ทั้งด้านทักษะวิชาชีพและภาษาต่างประเทศ เพื่อสร้างชื่อเสียงและการยอมรับในระดับสากล นักศึกษาอาชีวศึกษาไทยได้สร้างชื่อเสียงให้กับประเทศในการแข่งขันฝีมือแรงงานนานาชาติ WorldSkills Lyon 2024 ณ เมืองลียง สาธารณรัฐฝรั่งเศส โดยได้รับรางวัลอันทรงเกียรติ นางสาวกนกวรรณ อินทะ วิทยาลัยอาชีวศึกษาชลบุรี ได้รับเหรียญฝีมือยอดเยี่ยม สาขา งานบริการอาหารและเครื่องดื่ม แสดงให้เห็นถึง มาตรฐานการศึกษาอาชีวศึกษาไทยที่ทัดเทียมระดับสากลเป็นความ “ฉลาดทำ” การเตรียมพร้อมในการแข่งขันในตลาดแรงงานระดับนานาชาติ การฝึกฝนอย่างหนักและต่อเนื่อง นโยบายเหล่านี้มุ่งเน้นการใช้จุดแข็งของวัฒนธรรมและภูมิปัญญาไทย ผสมผสานกับการพัฒนาทักษะและเทคโนโลยีสมัยใหม่ให้ผู้เรียนอาชีวศึกษาได้ “ฉลาดทำ” เพื่อสร้างบุคลากรที่มีคุณภาพและเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันของประเทศในเวทีโลก

นวัตกรรมการพัฒนาบุคลากรทางวิชาการ: มิติใหม่แห่งการอาชีวศึกษาไทย

สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา (สอศ.) ได้สร้างประวัติศาสตร์หน้าใหม่ให้กับวงการการศึกษาไทย ด้วยการริเริ่มโครงการพัฒนาตำแหน่งทางวิชาการสำหรับอาจารย์ผู้สอนระดับปริญญาตรีในสถาบันการอาชีวศึกษาเป็นครั้งแรก โดยดำเนินการตามกรอบของพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ.2542 [3] และพระราชบัญญัติการอาชีวศึกษา พ.ศ.2551 [4] การพัฒนาครั้งนี้มุ่งเน้นการยกระดับมาตรฐานการศึกษาในหลักสูตรปริญญาตรีทางวิชาชีพและปฏิบัติการ ซึ่งเป็นหลักสูตรที่ผสมผสานระหว่างภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติอย่างลงตัว โดยมีจุดเด่นที่การพัฒนาสมรรถนะและทักษะวิชาชีพตามมาตรฐานอุตสาหกรรมผ่านการฝึกประสบการณ์จริงในสถานประกอบการ

วันที่ 22 กันยายน 2566 ถือเป็นวันประวัติศาสตร์ของการอาชีวศึกษาไทย เมื่อมีการแต่งตั้งบุคลากรทางการศึกษา สู่ตำแหน่งทางวิชาการครั้งแรก ประกอบด้วย อาจารย์ 4 ราย ผู้ช่วยศาสตราจารย์ 40 ราย และรองศาสตราจารย์ 6 ราย รวมทั้งสิ้น 50 ราย การคัดเลือกดำเนินการภายใต้มาตรฐานเดียวกับระบบมหาวิทยาลัย โดยมีคณะกรรมการผู้ทรงคุณวุฒิระดับศาสตราจารย์จากทุกสาขาวิชาร่วมพิจารณา

นวัตกรรมการพัฒนาบุคลากรครั้งนี้ไม่เพียงแต่ยกระดับมาตรฐานการศึกษาเท่านั้น แต่ยังเป็นการวางรากฐานสำคัญ ในการสร้างผู้นำด้านวิชาการ การวิจัย และการพัฒนานวัตกรรมในระบบอาชีวศึกษา ซึ่งจะนำไปสู่การพัฒนาคุณภาพการศึกษาระดับปริญญาตรีของสถาบันการอาชีวศึกษาให้มีความเข้มแข็งและสามารถแข่งขันในระดับสากลได้อย่างมีประสิทธิภาพการพัฒนาครั้งนี้สะท้อนให้เห็นถึงความมุ่งมั่นของภาครัฐในการยกระดับการศึกษาสายอาชีพ และเป็นก้าวสำคัญที่จะช่วยเสริมสร้างความเข้มแข็งให้กับระบบการอาชีวศึกษาไทยในระยะยาว

ก้าวต่อไปกับการพัฒนาอาชีวศึกษาไทยในอนาคตกับ "ฉลาดรู้ ฉลาดคิด ฉลาดทำ"

มุ่งเน้นการพัฒนาผู้เรียนอย่างเป็นระบบและครบวงจร โดยในด้าน "ฉลาดรู้" จะมีการพัฒนาหลักสูตรที่ทันสมัยที่เพิ่มขึ้นอย่างเป็นรูปธรรม เช่น โครงการ AI for All ที่เน้นการเรียนรู้ด้านปัญญาประดิษฐ์ และโครงการ Digital Workshop ที่ร่วมมือกับบริษัทเทคโนโลยีชั้นนำในการพัฒนาทักษะดิจิทัล รวมถึงการสร้างห้องเรียนอัจฉริยะที่ใช้เทคโนโลยี AR/VR เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการเรียนรู้ ในส่วนของ "ฉลาดคิด" มุ่งพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์และความคิดสร้างสรรค์ผ่านโครงการต่างๆ เช่น Innovation Challenge ที่ให้นักศึกษาได้แข่งขันพัฒนานวัตกรรมร่วมกับภาคอุตสาหกรรม โครงการ Smart Start-up ที่บ่มเพาะธุรกิจนวัตกรรมสำหรับนักศึกษา และ "โครงการ Industry Challenge Solutions" ที่ให้นักศึกษาได้แก้โจทย์ปัญหาจริงจากสถานประกอบการ ด้าน "ฉลาดทำ" เน้นการลงมือปฏิบัติจริงผ่านโครงการ Real Work Experience ที่ส่งเสริมการฝึกงานในสถานประกอบการชั้นนำ โครงการ Student Enterprise ที่ให้นักศึกษาได้จัดตั้งและบริหารธุรกิจจำลองในสถานศึกษา และโครงการ Tech Service Center ที่เปิดโอกาสให้นักศึกษาได้ให้บริการวิชาชีพแก่ชุมชน การพัฒนาทั้งสามด้านนี้จะดำเนินการควบคู่ไปกับการสร้างเครือข่ายความร่วมมือกับภาคอุตสาหกรรม สถาบันการศึกษาต่างประเทศ และพันธมิตรทางวิชาการ เพื่อพัฒนาระบบนิเวศการเรียนรู้ที่เอื้อต่อการพัฒนาทักษะแห่งอนาคต ทั้งด้านดิจิทัล การเป็นผู้ประกอบการ การสื่อสารระดับสากล และการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ แนวทางการพัฒนาเหล่านี้จะช่วยยกระดับคุณภาพการอาชีวศึกษาไทย สร้างกำลังคนที่มีคุณภาพตอบโจทย์ความต้องการของตลาดแรงงานและการพัฒนาประเทศสู่ความยั่งยืน

บรรณานุกรม

- [1] กระทรวงศึกษาธิการ. (2565). 133 ปี กระทรวงศึกษาธิการ
- [2] Outcome Based Education Organization. (n.d.). Comparing competency-based learning and outcome-based learning [Diagram]. <https://outcomebasededucation.org>.
- [3] พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542. (1999). ราชกิจจานุเบกษา. เล่ม 116 ตอนที่ 74 ก.
- [4] พระราชบัญญัติการอาชีวศึกษา พ.ศ. 2551. (2008). ราชกิจจานุเบกษา. เล่ม 125 ตอนที่ 43 ก.

การศึกษาปริมาณอิเล็กตรอนรวมในชั้นบรรยากาศไอโอโนสเฟียร์จากเครื่องรับ GPS และ BeiDou
บริเวณละติจูดต่ำเหนือจังหวัดหนองบัวลำภู ประเทศไทย
Quantification of total electron content in the ionosphere from GPS/BeiDou receiver
in low latitude region over Nongbualumphu, Thailand

ธนพล แก้วคำแจ้ง^{1*}, ธีรพงษ์ จันตะเสน², สุพรรณ ประทุมชัย³, วกร สีสัมฤทธิ์⁴, กัมปนาท บุญคง⁵,
ปริญญญา โพธิ์หล้า⁶ และ ประวิทย์ บุรินนิตย์⁷

Thanapon Keokhumcheng^{1*}, Teerapong Juntasen², Suphan Phatumchai³, Wakron Seesumrit⁴,
Kampanat Boonkong⁵, Prarinya Phothila⁶ and Pravitt Burinnit⁷

^{1,2,3,4,5}เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคหนองบัวลำภู จังหวัดหนองบัวลำภู 39000

⁶สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร 10520

⁷วิทยาลัยเทคนิคหนองบัวลำภู จังหวัดหนองบัวลำภู 39000

^{*1,2,3,4,5}Electronics Technology Nongbualumphu Technical College, Nongbualumphu, 39000

⁶King Mongkut Institute of Technology Ladkrabang, Bangkok, 10520

⁷Nongbualumphu Technical College Nongbualumphu, 39000

Received : 2024-04-30 Revised : 2024-11-20 Accepted : 2024-11-21

บทคัดย่อ

การเปลี่ยนแปลงของปริมาณอิเล็กตรอนรวม (Total Electron Content: TEC) ในชั้นบรรยากาศไอโอโนสเฟียร์เกิดขึ้นจากหลายปัจจัย เช่น จุดดับของดวงอาทิตย์ สุนาแม่เหล็กโลก แผ่นดินไหวในแนวตั้ง และสึนามิ ซึ่งส่งผลกระทบต่อตรงต่อการสื่อสารในระบบดาวเทียมนำทางทั่วโลก การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบค่าปริมาณอิเล็กตรอนรวมในชั้นบรรยากาศไอโอโนสเฟียร์ที่ความสูง 450 กิโลเมตร จากข้อมูลดาวเทียม GPS และ BeiDou ในพื้นที่เหนือกรมอุตุนิยมวิทยาจังหวัดหนองบัวลำภู โดยใช้เครื่องรับสัญญาณดาวเทียมแบบหลายความถี่ (BG2s) ติดตั้ง ณ สถานีอุตุนิยมวิทยาจังหวัดหนองบัวลำภู เพื่อนำข้อมูลมาวิเคราะห์

ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่า ค่า TEC มีความสัมพันธ์กับช่วงเวลาของดวงอาทิตย์ในแต่ละวัน ระหว่างวันที่ 14 – 31 มีนาคม 2567 โดยค่า TEC จะเพิ่มขึ้นในช่วงเวลาที่แสงอาทิตย์เข้มข้น โดยอิเล็กตรอนรวมในชั้นบรรยากาศไอโอโนสเฟียร์

เพิ่มขึ้นอย่างชัดเจน ทั้งนี้ ค่า TEC จากดาวเทียม GPS และ BeiDou มีแนวโน้มสอดคล้องกัน แต่ค่า TEC จาก GPS สูงกว่า BeiDou การศึกษานี้สรุปได้ว่า TEC ในชั้นบรรยากาศไอโอโนสเฟียร์มีการเปลี่ยนแปลงตามช่วงเวลาของดวงอาทิตย์ โดยจะสูงในช่วงก่อนเที่ยงวันถึงบ่ายโมง และลดลงในช่วงก่อนเที่ยงคืนจนถึงเช้าของวันถัดไป

คำสำคัญ : ไอโอโนสเฟียร์, ระบบดาวเทียมนำทางทั่วโลก, ปริมาณอิเล็กตรอนรวม

Abstract

Variations in Total Electron Content (TEC) within the ionosphere arise from multiple factors, including solar flares, shifts in Earth's magnetic field, vertical earthquakes, and tsunamis, all of which directly impact global satellite navigation systems. This study aims to examine and compare TEC values in the ionosphere at an altitude of 450 kilometers using data from GPS and BeiDou satellites above the

*ธนพล แก้วคำแจ้ง

E-mail address : kpongthanaponok@gmail.com.

Meteorological Department in Nong Bua Lam Phu. Data was collected through a multi-frequency GNSS receiver (BG2s) installed at the Nong Bua Lam Phu Meteorological Station, serving as the foundation for analysis.

Results indicate that TEC values correlate with solar activity during the day from March 14 to March 31, 2024. TEC tends to increase during periods of intense sunlight, causing a rise in electron density within the ionosphere. Additionally, TEC values from GPS and BeiDou satellites exhibit a similar trend, though GPS consistently shows higher TEC than BeiDou. This study concludes that ionospheric TEC varies with daily solar patterns, reaching peak levels before noon and declining from midnight until the following morning.

Keywords : Ionosphere, Global Navigation Satellite System, Total Electron Content

1. บทนำ

ความสำคัญและที่มาของปัญหา

การศึกษาชั้นบรรยากาศไอโอโนสเฟียร์ (Ionosphere) และการวัดปริมาณอิเล็กตรอนในชั้นบรรยากาศ (TEC : Total Electron Content) มีความสำคัญอย่างยิ่งในหลายด้าน โดยเฉพาะในระบบการสื่อสารและนำทางที่ใช้เทคโนโลยีดาวเทียม การวัด TEC ช่วยให้เราเข้าใจผลกระทบจากการแปรปรวนในชั้นบรรยากาศไอโอโนสเฟียร์ที่มีผลต่อความแม่นยำของสัญญาณดาวเทียม รวมถึงการคำนวณความหน่วงเวลาของสัญญาณที่เดินทางจากดาวเทียมถึงเครื่องรับภาคพื้นดิน การศึกษาเหล่านี้จึงสำคัญต่อการพัฒนาระบบการสื่อสารและการนำทางในระดับโลก โดยเฉพาะในระบบดาวเทียมนำทางทั่วโลก (Global Navigation Satellite Systems : GNSS) ซึ่งสามารถคำนวณตำแหน่งและเวลาได้จากหลายระบบดาวเทียม โดยมีการศึกษาในเรื่องของระบบดาวเทียมนำทางทั่วโลก (GNSS) คือ ระบบที่สามารถคำนวณตำแหน่ง ความเร็วและเวลาโดยรับสัญญาณจากระบบดาวเทียมนำทางหลายระบบ [1] ในการรับส่งสัญญาณของระบบดาวเทียมนั้นจะต้องอาศัยเวลาในการรับและส่งที่แม่นยำระหว่างดาวเทียมและสถานีรับภาคพื้นดิน เนื่องด้วยการนำทาง

ด้วยระบบดาวเทียมนำทางสากลเป็นการวัดช่วงเวลาที่สำคัญเดินทางมาจากดาวเทียมถึงเครื่องรับ การประมวลผลความสามารถในการประสานเวลาหรือค่าความแตกต่างของสัญญาณเวลาที่เครื่องรับสัญญาณ [2] ทั้งนี้ยังได้มีการใช้ประโยชน์จากระบบดาวเทียมในเรื่องของการนำทางด้วยระบบดาวเทียมนำทางสากลเป็นการวัดช่วงเวลาที่สำคัญเดินทางมาจากดาวเทียมถึงเครื่องรับ การประมวลผลความสามารถในการประสานเวลาหรือค่าความแตกต่างของสัญญาณเวลาที่เครื่องรับสัญญาณ [3] และยังรวมถึงการพยากรณ์ทางธรณีที่นำ (GNSS) ได้ถูกนำมาใช้ในการเฝ้าติดตามแผ่นดินถล่มอย่างแพร่หลาย โดยนำเทคนิคการรังวัดด้วยดาวเทียมแบบสัมพัทธ์และเครื่องรับสัญญาณดาวเทียม (GNSS) [4] การศึกษาเกี่ยวกับ ผลกระทบทางด้านของเวลาในระบบดาวเทียมนำทางทั่วโลก การบอกพิกัดและการนำทางด้วย (GNSS) อาศัยการวัดสัญญาณของคาบเวลาที่เดินทางจากดาวเทียมไปยังเครื่องรับสัญญาณ (GNSS) ภาคพื้นดิน ความแม่นยำของค่าพิกัดขึ้นอยู่กับประสิทธิภาพของเวลามาตรฐานดาวเทียมแต่ละดวงและการประสานเวลาที่ระดับต่ำกว่านาโนวินาที [5] มีผลการศึกษาพบว่าชั้นบรรยากาศไอโอโนสเฟียร์เป็นชั้นที่ประกอบไปด้วยอิเล็กตรอนอิสระจำนวนมาก และมีการแปรปรวนอยู่ตลอดเวลา ซึ่งการแปรปรวนนี้มีผลต่อสัญญาณดาวเทียม GPS [6] ปริมาณความหนาแน่นอิเล็กตรอนนั้นมีผลต่อเวลาของสัญญาณ GPS ที่ถูกใช้ในการระบุตำแหน่งในบริเวณที่มีความหนาแน่นอิเล็กตรอนมาก ๆ ก็จะทำให้ผลการระบุตำแหน่งมีความคลาดเคลื่อนไปจากตำแหน่งจริงเนื่องจากเกิดความหน่วงทางเวลาของสัญญาณที่ผ่านบริเวณที่มีความหนาแน่นอิเล็กตรอน [7] ชั้นบรรยากาศไอโอโนสเฟียร์จะมีการเปลี่ยนแปลงความหนาแน่นของปริมาณอิเล็กตรอนในชั้นย่อย ๆ ของชั้นบรรยากาศไอโอโนสเฟียร์ ซึ่งมีผลกระทบต่อสัญญาณที่ส่งจากดาวเทียมมายังสถานีภาคพื้นดินคือสัญญาณที่รับได้นั้นจะเกิดปรากฏการณ์การเปลี่ยนแปลงของสัญญาณอย่างกะทันหัน และสัญญาณที่รับได้จะมีค่าหน่วงเวลา (Delay time) เนื่องจากสัญญาณดาวเทียมผ่านชั้นบรรยากาศนั้นจะเกิดการหักเหของสัญญาณ [8] การศึกษาความแปรปรวนของอิเล็กตรอนนี้สามารถทำได้โดยการตรวจวัดค่า TEC โดยปกติค่า TEC จะมีการเปลี่ยนแปลงในแต่ละวัน ฤดูกาล และปี โดยขึ้นอยู่กับวัฏจักรสุริยะ ค่า TEC เป็นข้อมูลพื้นฐานในการคำนวณค่าหน่วงเวลาของสัญญาณดาวเทียมอันเนื่องมาจาก

ชั้นบรรยากาศไอโอโนสเฟียร์ ความแม่นยำของระบบ GPS ต่อตำแหน่งเครื่องบินในระยะต่าง ๆ ความหนาของชั้นบรรยากาศไอโอโนสเฟียร์ การเคลื่อนที่ของชั้นบรรยากาศโดยรวม การศึกษาการเคลื่อนไหวเปลือกโลก และการศึกษาฟองพลาสมาอันมีผลกระทบต่อสัญญาณดาวเทียม ดังนั้นการจัดทำโมเดลข้อมูลชั้นบรรยากาศไอโอโนสเฟียร์ที่เป็นที่รู้จักในการศึกษาทางด้านอวกาศเรียกว่า โมเดล International Reference Ionosphere (IRI) ในระดับนานาชาติเพื่อเก็บข้อมูลเหล่านี้ของทั่วโลก ค่า TEC เป็นตัวแปรที่สำคัญอย่างหนึ่งในโมเดลนี้ [9] โมเดล IRI เป็นโมเดลที่แสดงผลค่า TEC ที่เกิดขึ้นทั่วโลก เพื่อใช้ในการเปรียบเทียบกับข้อมูล TEC ที่เก็บได้จากเครื่องรับสัญญาณดาวเทียม GNSS

จากการศึกษาและทบทวนวรรณกรรมและบทความวิจัยที่เกี่ยวข้องในเรื่องการศึกษาค่า TEC บนชั้นบรรยากาศไอโอโนสเฟียร์มีงานวิจัยที่มีความสอดคล้องกับงานวิจัยในเรื่องการศึกษาเกี่ยวกับผลกระทบทางด้านของเวลาในระบบดาวเทียมนำทางทั่วโลก การบอกพิกัดและการนำทางด้วย (GNSS) [5] การศึกษาชั้นบรรยากาศไอโอโนสเฟียร์พบว่ามีจำนวนปริมาณอิเล็กตรอนอิสระจำนวนมากและมีการแปรปรวนอยู่ตลอดเวลา ซึ่งการแปรปรวนนี้มีผลกระทบต่อสัญญาณดาวเทียม GPS [6] ปริมาณความหนาแน่นอิเล็กตรอนต่อสัญญาณ GPS ที่ใช้ในการระบุตำแหน่งในบริเวณที่มีความหนาแน่นอิเล็กตรอนมาก ๆ มีผลการต่อระบุตำแหน่งคลาดเคลื่อนไปจากตำแหน่งจริงเนื่องจากเกิดความหน่วงทางเวลาของสัญญาณที่ส่งผ่านบริเวณที่มีความหนาแน่นอิเล็กตรอน [7] การศึกษาชั้นบรรยากาศไอโอโนสเฟียร์จะมีการเปลี่ยนแปลงของปริมาณอิเล็กตรอนบนชั้นบรรยากาศไอโอโนสเฟียร์ มีผลกระทบต่อสัญญาณที่ส่งจากดาวเทียมมายังโลก [8] และการศึกษาความแปรปรวนของอิเล็กตรอนนี้สามารถทำได้โดยการตรวจวัดค่า TEC โดยปกติค่า TEC จะมีการเปลี่ยนแปลงในแต่ละวัน ฤดูกาล และปี โดยขึ้นอยู่กับวัฏจักรสุริยะ [9]

จากการศึกษาข้อมูลในการวิจัยที่เกี่ยวข้องทางผู้วิจัยจึงได้ทำการศึกษาปริมาณอิเล็กตรอนรวมในชั้นบรรยากาศไอโอโนสเฟียร์จากเครื่องรับ GPS และ BeiDou จากเครื่องรับสัญญาณดาวเทียมความถี่คู่ BG2s เพื่อบันทึกค่า TEC แล้วนำไปเปรียบเทียบกับค่า IRI TEC เพื่อเปรียบเทียบแนวโน้มของ TEC ว่ามีแนวโน้มและความสอดคล้องไปในทางเดียวกันมาก

น้อยเพียงใด และเก็บเป็นข้อมูลในการสมมุติฐานให้เป็นประโยชน์ต่อการวิจัยผลกระทบของ TEC ที่มีผลต่อระบบการสื่อสารของ GNSS ในอนาคตต่อไป

2.วัตถุประสงค์ของการวิจัย

2.1 เพื่อศึกษาค่าปริมาณอิเล็กตรอนรวมในชั้นบรรยากาศไอโอโนสเฟียร์บริเวณเหนือจังหวัดหนองบัวลำภู ประเทศไทย

2.2 เพื่อเปรียบเทียบข้อมูล TEC ที่เก็บได้จากสถานีอุตุนิยมวิทยาและเปรียบเทียบกับข้อมูลจากโมเดล IRI

3.วิธีการดำเนินการวิจัย

ในการศึกษาและวิจัยเป็นการศึกษาปริมาณอิเล็กตรอนรวม TEC ที่เก็บข้อมูลจากเครื่องรับที่สถานีอุตุนิยมวิทยาจังหวัดหนองบัวลำภู โดยใช้เครื่องรับ BG2s สามารถรับสัญญาณ GNSS แบบหลายความถี่เน้นการวิเคราะห์และการเปรียบเทียบข้อมูล TEC จากดาวเทียมระบบ GPS และ BeiDou ในระหว่างวันที่ 14 – 31 มีนาคม 2567 กับข้อมูลที่ได้จากโมเดล IRI บริเวณเหนือจังหวัดหนองบัวลำภู เพื่อการวิเคราะห์ความแม่นยำเน้นการตรวจสอบความแม่นยำของข้อมูล TEC ที่เก็บรวบรวมจากเครื่องรับที่สถานีอุตุนิยมวิทยา โดยเปรียบเทียบกับข้อมูลจาก IRI 2020 ซึ่งเป็นโมเดลที่ใช้ทำนายสภาพอากาศในชั้นบรรยากาศทั่วโลก

ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้เป็นการเก็บข้อมูล TEC จากสถานีอุตุนิยมวิทยาในจังหวัดหนองบัวลำภู โดยใช้เครื่องรับ BG2s เลือกเฉพาะระบบ GPS และ BeiDou เพื่อเปรียบเทียบข้อมูล TEC กับข้อมูลจากโมเดล IRI ในช่วงเดือนมีนาคม 2567 และทำการวิเคราะห์และเปรียบเทียบความแม่นยำของข้อมูล TEC สร้างความเข้าใจในการใช้ข้อมูล TEC เพื่อปรับปรุงการใช้งานเทคโนโลยีดาวเทียมในเรื่องการหาตำแหน่งเวลาของ GNSS ต่อไป

3.1 ลงมือติดตั้งเครื่องรับสัญญาณ BG2s โดยทำความร่วมมือกับสถานีอุตุนิยมวิทยาจังหวัดหนองบัวลำภู

3.2 เก็บข้อมูล TEC จะเริ่มต้นโดยการเก็บข้อมูล Total Electron Content (TEC) จากเครื่องรับ BG2s เลือกเฉพาะระบบ GPS และ BeiDou ที่สถานีอุตุนิยมวิทยาในจังหวัดหนองบัวลำภู

3.3 ดึงข้อมูล TEC จาก IRI 2020 จากโมเดล International Reference Ionosphere (IRI) ในช่วงเดือนมีนาคม 2567

ที่เว็บไซต์ <https://irimodel.org/> เพื่อใช้เปรียบเทียบกับข้อมูล TEC ที่เก็บได้

3.4 วิเคราะห์และเปรียบเทียบข้อมูลทำการวิเคราะห์และเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างข้อมูล TEC ที่ได้จากระบบดาวเทียม GPS และ BeiDou จากสถานีอุตุนิยมวิทยาจังหวัดหนองบัวลำภูกับข้อมูลจากโมเดล IRI เพื่อทำความเข้าใจถึงความแม่นยำ

3.5 วิเคราะห์และเปรียบเทียบข้อมูล TEC และ IRI นักวิจัยจะปรับปรุงโมเดลการทำนายสภาพอากาศในชั้นบรรยากาศเพื่อเพิ่มความแม่นยำในการวิเคราะห์

3.6 ศึกษาแนวโน้มของข้อมูล TEC ที่ได้มาเตรียมใช้ในการหาค่าเวลาหน่วง (Delay Time) ที่เกิดจากชั้นบรรยากาศไอโอโนสเฟียร์ หรือวิธีการทำนายอื่น ๆ

3.7 สร้างความเข้าใจในการใช้ข้อมูล TEC เพื่อปรับปรุงการใช้งานเทคโนโลยีดาวเทียม

4. ผลการวิจัย

4.1 ชั้นบรรยากาศไอโอโนสเฟียร์ (Ionosphere)

ไอโอโนสเฟียร์เป็นชั้นบรรยากาศที่แตกตัวเป็นไอออนด้วยแสงอาทิตย์และรังสีคอสมิก อยู่บนโลกในระยะ 75-1,000 กิโลเมตร โดยมีความหนาแน่นเพียงเล็กน้อยเมื่อเทียบกับขนาดของโลก (รัศมีของโลกคือ 6,370 กม. ดังนั้นความหนาแน่นของชั้นไอโอโนสเฟียร์จึงค่อนข้างเล็กน้อยเมื่อเทียบกับขนาดของโลก) เนื่องจากพลังงานจากดวงอาทิตย์สูง อะตอมในบริเวณนี้จะแตกตัวเป็นไอออนจึงมีประจุบวก อิเล็กตรอนที่แตกตัวเป็นไอออนมีพฤติกรรมเป็นอนุภาคอิสระในชั้นบรรยากาศไอโอโนสเฟียร์ของโลก ไอโอโนสเฟียร์ของโลกเพียงครั้งเดียวเท่านั้นที่ถูกทำให้เป็นไอออนโดยดวงอาทิตย์ได้ตลอดเวลา แต่ในช่วงกลางคืนที่ไม่มีแสงจากดวงอาทิตย์ การแตกตัวเป็นไอออนจะไม่รุนแรงเท่าตอนกลางวัน ดังนั้นไอโอโนสเฟียร์จึงมีประจุไฟฟ้าไม่มากนักในเวลากลางคืน ชั้นบรรยากาศไอโอโนสเฟียร์มีความสำคัญอย่างยิ่ง เนื่องจากมีอิทธิพลต่อการแพร่กระจายคลื่นวิทยุไปยังสถานที่ทางไกลบนโลกและระหว่างดาวเทียมกับโลก การแบ่งชั้นบรรยากาศไอโอโนสเฟียร์ชั้นบรรยากาศไอโอโนสเฟียร์ประกอบด้วยสามส่วนหลัก ได้แก่ ชั้น D (layer D) ชั้น E (layer E) และชั้น F (layer F) ในช่วงกลางวันในฤดูร้อน ชั้น F จะถูกแบ่งออกเป็น 2 ชั้นคือ F1 และ F2 ชั้น D อยู่ในระดับความสูงตั้งแต่ 75 - 90 กิโลเมตร และ

สามารถสะท้อนคลื่นวิทยุความถี่ต่ำเท่านั้น แต่จะดูดซับคลื่นความถี่สูงไว้ การปรากฏอยู่ของชั้นนี้จะขึ้นกับการส่องสว่างของดวงอาทิตย์ ดังนั้นจึงปรากฏเฉพาะตอนกลางวัน ปริมาณความหนาแน่นของปริมาณอิเล็กตรอนน้อยมากคือประมาณ 1,000 ต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ชั้น E อยู่ในระดับความสูง 90 - 140 กิโลเมตร สามารถสะท้อนคลื่นความถี่ปานกลางและความถี่ที่สูงได้ แต่ปริมาณความหนาแน่นของอิเล็กตรอนจะแปรปรวนมาก ในช่วงกลางวันจะมีอิเล็กตรอนมากประมาณ 100,000 ต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ช่วงกลางคืนขนาดปริมาณอิเล็กตรอนจะลดลงเหลือ ประมาณ 200 - 10,000 ต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ชั้น F มีความสูงที่ระดับ 140 - 2,000 กิโลเมตร ชั้นนี้เป็นชั้นที่มีอิเล็กตรอนหนาแน่นมากที่สุด ที่ระดับความสูง 300 กิโลเมตร อาจมีปริมาณอิเล็กตรอนมากถึง 100,000 ต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ในช่วงกลางวันของฤดูร้อน ปริมาณอิเล็กตรอนในชั้นนี้จะมีค่าสูง 2 ระดับ ทำให้เกิดการแบ่งเป็น 2 ชั้น คือ ชั้น F1 และ F2 และจะยุบเหลือชั้นเดียวในช่วงกลางคืน เนื่องจากไอโอโนสเฟียร์ไม่สามารถสะท้อนคลื่นที่มีความถี่สูงมาก ๆ ได้ ทำให้สามารถส่งคลื่นไมโครเวฟที่ปกติมีความถี่สูงมาก ๆ เพื่อถ่ายทอดสัญญาณในการสื่อสารรูปแบบต่าง ๆ รวมถึงการสื่อสารระบบดาวเทียมได้ คลื่นไมโครเวฟจะสามารถทะลุผ่านชั้นบรรยากาศไอโอโนสเฟียร์ขึ้นไปจนถึงระดับความสูง 36,000 กิโลเมตร ต่อยังดาวเทียมมาวกลับมายังเครื่องรับบนโลก ทำให้เราได้รับข่าวสารทางไกลราวกับได้ไปเฝ้าดูเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นด้วยตนเอง [10]

4.2 ระบบดาวเทียมนำทางทั่วโลก (Global Navigation Satellites : GNSS)

คือ ระบบเครือข่ายดาวเทียมนำทางที่โคจรรอบโลก ซึ่งให้บริการสำหรับระบุตำแหน่งหรือค่าพิกัดบนพื้นผิวโลก ด้วยการใช้อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เป็นตัวรับสัญญาณคลื่นวิทยุจากดาวเทียมที่ส่งมาอย่างต่อเนื่อง จึงสามารถใช้งานได้ครอบคลุมทั่วโลกตลอด 24 ชั่วโมง โดยมีระบบดาวเทียม GPS ที่เรารู้จักเป็นส่วนหนึ่งในระบบดาวเทียม GNSS นี้ด้วย ในปัจจุบันได้มีระบบดาวเทียมของประเทศอื่น ๆ ที่โคจรและให้บริการอยู่ประกอบด้วย GPS (USA), GLONASS (Russia), Galileo (Europe), BeiDou (China), Quasi-Zenith Satellite System : QZSS (Japan), Regional navigation Satellite System : IRNSS (India) ในการศึกษาวิจัยจะต้องใช้เครื่องรับสัญญาณดาวเทียมที่เป็นความถี่คู่หรือเครื่องรับ

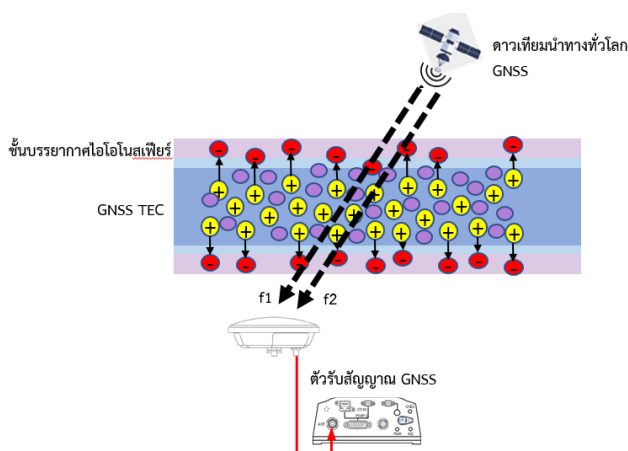
สัญญาณดาวเทียมที่เป็นความถี่แบบหลายความถี่ที่สามารถรับสัญญาณดาวเทียมจำนวนมากจากระบบ GNSS ได้ทั้งหมด โดยความถี่แบบหลายความถี่ที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้เป็นระบบ GPS ของสหรัฐอเมริกา และ BeiDou ของประเทศจีนสามารถแยกเป็นตารางได้ดังนี้

ตารางที่ 1 สัญญาณที่ใช้ในระบบดาวเทียมนำทางทั่วโลก

ระบบดาวเทียม	สัญญาณที่ใช้
GPS	(L1) f1 คือ ความถี่ 1575.42 MHz (L2) f2 คือ ความถี่ 1227.60 MHz
BeiDou	(L1) B1 คือ ความถี่ 1561.098 MHz (L2) B2 คือ ความถี่ 1207.140 MHz

4.3 อิเล็กตรอนรวมในชั้นบรรยากาศไอโอโนสเฟียร์

Total Electron Content (TEC) เป็น ปริมาณอิเล็กตรอนทั้งหมดในเส้นทางระหว่างดาวเทียมและเครื่องรับสัญญาณดาวเทียมบนพื้นโลก จะได้รับผลกระทบจากจำนวนอิเล็กตรอนที่มี ซึ่งส่งผลต่อการสื่อสารระหว่างภูมิศาสตร์



รูปที่ 1 สัญญาณดาวเทียม GNSS ผ่านชั้นบรรยากาศไอโอโนสเฟียร์ ซึ่งประกอบไปด้วยปริมาณอิเล็กตรอนรวม ที่มา: Kenpankho (2014, pp.13-14) [11]

TEC เป็นตัวบอกสภาพอากาศในอวกาศได้ดี โดยการวัดเป็นอิเล็กตรอนต่อตารางเมตร และหน่วยเป็น TECU = 10^{16} อิเล็กตรอน / m^2 ซึ่งมีค่าแต่ละชั้นในชั้นบรรยากาศไอโอโนสเฟียร์ ความแตกต่างของระดับ TEC นั้นจะขึ้นอยู่กับสภาพภูมิศาสตร์และอุตสาหกรรมการที่แตกต่างกัน โดยมีผลต่อ

การสื่อสารและการนำทางด้วยดาวเทียม การเปลี่ยนแปลงใน TEC มีผลต่อความแม่นยำของระบบนำทางด้วยดาวเทียม เช่น GPS โดยมีการใช้แบบจำลอง Klobuchar เพื่อลดความผิดพลาดในการระบุตำแหน่ง [12]

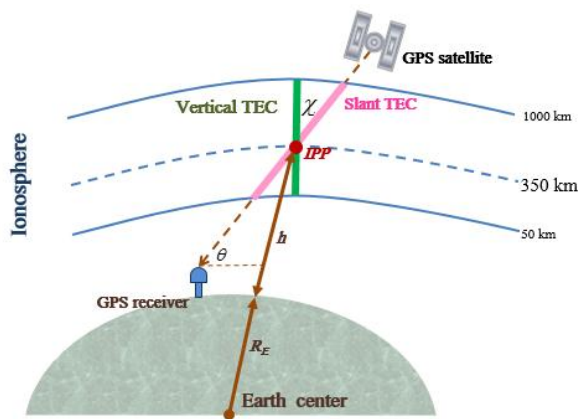
4.4 การคำนวณหาค่า TEC

4.4.1 ปริมาณอิเล็กตรอนรวมอิสระในชั้นบรรยากาศไอโอโนสเฟียร์ที่วัดได้จากแนวเอียงของระยะทางจากจุดศูนย์กลางของโลกถึงดาวเทียม : Slant Total Electron Content (STEC) ไอโอโนสเฟียร์มีอิเล็กตรอนอิสระจำนวนมาก อิเล็กตรอนอิสระเหล่านี้ส่งผลต่อสัญญาณดาวเทียม GPS และทำให้เกิดความล่าช้าในการแพร่กระจายที่แตกต่างจากความหนาแน่นของอิเล็กตรอนจะสูงในเวลากลางวันมากกว่าเวลากลางคืนโดยทั่วไป ปริมาณอิเล็กตรอนรวมแบบเอียง (STEC) คือจำนวนความหนาแน่นของอิเล็กตรอนตามเส้นทางเอียงระหว่างดาวเทียม และเครื่องรับซึ่งแสดงเป็น TECU ($1 \text{ TECU} = 10^{16}$ อิเล็กตรอน ต่อ ตารางเมตร) [13],[14],[15]

4.4.2 ปริมาณอิเล็กตรอนรวมอิสระในชั้นบรรยากาศไอโอโนสเฟียร์ที่วัดได้จากแนวตั้งฉากของระยะทางจากจุดศูนย์กลางของโลกถึงดาวเทียม Vertical Total Electron Content (VTEC) คือจำนวนความหนาแน่นของอิเล็กตรอนรวมอิสระในเส้นทางแนวตั้งซึ่งแสดงใน TECU ($1 \text{ TECU} = 10^{16}$ อิเล็กตรอน/ตร.ม.) [13],[14],[15]

4.5 เครื่องรับสัญญาณ BG2s

ในการวัดค่าปริมาณอิเล็กตรอนรวม TEC บนชั้นบรรยากาศไอโอโนสเฟียร์นั้น นอกจากจะทำการคำนวณตามสมการที่ (1),(2),(3) และ (4) ที่สามารถหาได้จากข้อมูลที่มาในรูปแบบของ RINEX ไฟล์แล้วนั้น การพัฒนาเครื่องมือในการรับสัญญาณจากดาวเทียมระบบนำทางทั่วโลกได้มีการพัฒนาให้สามารถหาค่าปริมาณ TEC จากการรับสัญญาณจากดาวเทียมได้โดยตรง ซึ่งมีความสะดวกและรวดเร็วในการเก็บค่า TEC ตามวันและช่วงเวลาที่ต้องการเก็บข้อมูลได้ ในการวิจัยในครั้งนี้ทางผู้วิจัยได้ใช้เครื่องรับสัญญาณ BG2s ที่ได้รับการสนับสนุนในการทำความร่วมมือระหว่างสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ในนามของรัฐบาลไทย กับ Institute of Geology and Geophysics Chinese Academy of Science ในนามของรัฐบาลจีน



รูปที่ 2 Vertical TEC (VTEC) [13]

ที่มา : http://iono-gnss.kmitl.ac.th/?page_id=243

สามารถคำนวณได้ดังสมการ [16]

$$VTEC = STEC \cos \chi \text{ (TECU)} \quad (1)$$

$$\cos \chi = \frac{VTEC}{STEC} \quad (2)$$

$$\sin \chi = \frac{R_E}{R_E + h} \cos \theta \quad (3)$$

$$\cos \chi = \sqrt{1 - \left(\frac{R_E}{R_E + h} \cos \theta \right)^2} \quad (4)$$

เมื่อ

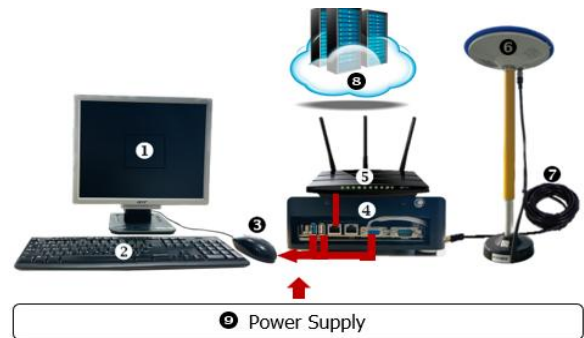
 χ คือ มุมเซนทิ (องศา) θ คือ มุมเงยของดาวเทียม (องศา) R_E คือ รัศมีของโลกเท่ากับ 6378.137 กิโลเมตร h คือ ความสูงของชั้นไอโอโนสเฟียร์ ประมาณ 450 กิโลเมตร

4.6 IRI TEC

The International Reference Ionosphere (IRI) เป็นโครงการระหว่างประเทศซึ่งได้รับการสนับสนุนจาก คณะกรรมการวิจัยอวกาศ (COSPAR) และสหภาพวิทยาศาสตร์ในปลายยุค ค.ศ. 60 เพื่อผลิตโมเดลมาตรฐานของ ชั้นบรรยากาศไอโอโนสเฟียร์ที่เป็นโมเดลประจำทิศทางประสิทธิภาพ โดยใช้ข้อมูลที่มีอยู่ทั้งหมด เคยมีการเผยแพร่ รุ่นโมเดลที่ปรับปรุงเรื่อย ๆ ของโมเดลหลายรุ่นต่อไป

IRI TEC หมายถึง Total Electron Content ที่ถูกคำนวณ ด้วยโมเดล International Reference Ionosphere (IRI) ซึ่งเป็นโมเดลทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้ในการประมาณค่าของ

ความหนาของชั้นบรรยากาศไอโอโนสเฟียร์และความหนาของ ชั้นไอโอโนสเฟียร์ ในช่วงหนึ่งของสถานที่และเวลาที่กำหนดไว้ โดยใช้ข้อมูลทางดาราศาสตร์และสภาพอากาศที่มีอยู่ในเวลานั้น ๆ เป็นพื้นฐานในการคำนวณและประมาณค่า TEC ใน ชั้นบรรยากาศไอโอโนสเฟียร์ และมีค่า TEC ที่แตกต่างจากค่า ที่วัดจริงเล็กน้อยในบางกรณี



รูปที่ 3 ส่วนประกอบของเครื่องรับสัญญาณ BG2s

จากรูปที่ 3 สามารถอธิบายได้ดังนี้

1. จอแสดงผล
2. คีย์บอร์ด
3. เมาส์
4. ระบบปฏิบัติการ OEM628 เครื่องรับสัญญาณดาวเทียม
5. ระบบอินเทอร์เน็ต
6. สายอากาศ NovAtel GPS-703-GGG GNSS
7. สายเคเบิล
8. เซิร์ฟเวอร์
9. แหล่งจ่ายไฟ

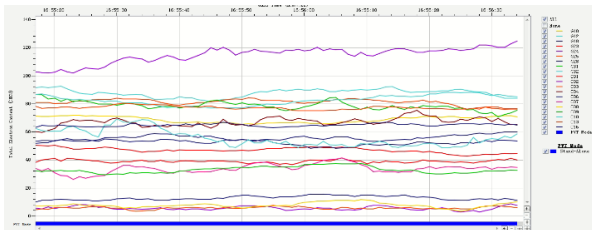
4.7 การเก็บข้อมูล TEC จากเครื่องรับ BG2s

ลงพื้นที่เพื่อทำการติดตั้งเครื่องรับสัญญาณ BG2s เพื่อเก็บค่า TEC จากระบบดาวเทียม GPS และ BeiDou โดย เข้าพื้นที่สถานีอุตุนิยมวิทยาจังหวัดหนองบัวลำภู โดยมี ตำแหน่งที่ตั้งของสายอากาศที่ตำแหน่ง 17.13°N , 102.25°E



รูปที่ 4 การติดตั้งเครื่องรับสัญญาณ BG2s ที่สถานี
อุตุณิยมหาวิทยาลัยราชภัฏหนองบัวลำภู

ทำการตั้งค่าและทดลองเก็บค่า TEC ในช่วงเดือนมีนาคม
2567 ซึ่งมีลักษณะของหน้าจอการเก็บข้อมูล TEC ดังรูปที่ 5



รูปที่ 5 หน้าจอแสดงปริมาณอิเล็กตรอนรวม TEC

4.8 การเก็บข้อมูล TEC โดย IRI

การเก็บผล TEC โดยใช้ IRI จากเว็บไซต์ซอฟต์แวร์ของ
IRI ที่อยู่เว็บไซต์ <https://ccmc.gsfc.nasa.gov/> ซึ่งเป็น
โครงการระดับนานาชาติที่ได้รับการสนับสนุนโดย
Committee on Space Research (COSPAR) และ
International Union of Radio Science (URSI) ให้ใช้ฟรี
ผ่านเว็บไซต์ เมื่อเข้าไปที่เว็บไซต์ IRI จะปรากฏหน้าเพจขึ้นมา

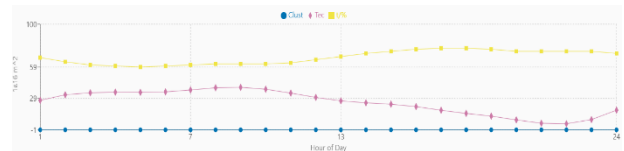


รูปที่ 6 หน้าเว็บเพจของ IRI

ผู้ใช้งานสามารถระบุพารามิเตอร์อินพุต และเลือก
พารามิเตอร์เอาต์พุตที่ต้องการได้ โดยระบุพารามิเตอร์อินพุต
เป็นวันเดือนปีที่ต้องการ, เวลาที่ต้องการซึ่งจะต้องทำการแปลง
ทศนิยมหน่วยนาที่จาก 60 นาทีเป็น 100 นาที ตำแหน่งละติจูด
และลองจิจูด ความสูงของชั้นบรรยากาศ 450 กิโลเมตร และ

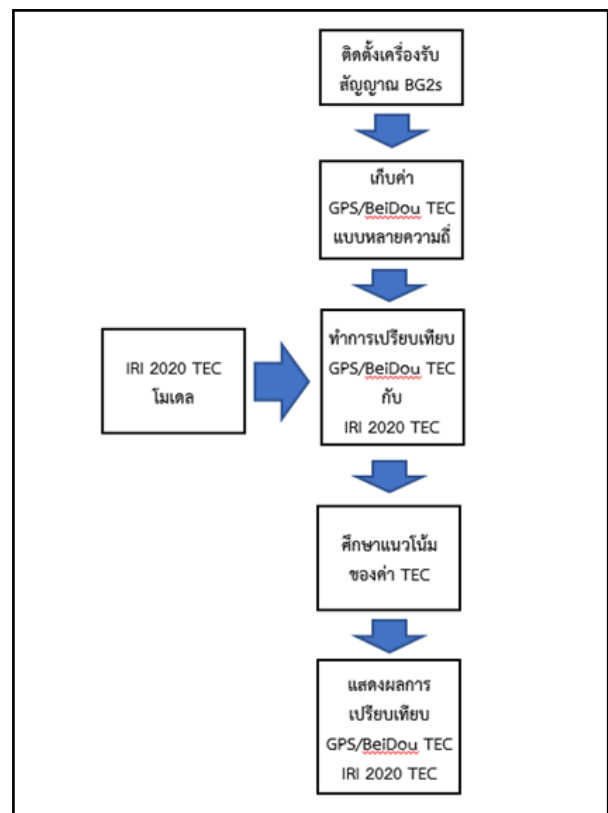
เลือกเอาต์พุตคือ Total Electron Content มีหน่วยเป็น
 $10^{16}/m^2$ [17] แสดงไว้ในรูปที่ 7 และ 8

รูปที่ 7 การเลือกในการแสดงข้อมูล IRI TEC



รูปที่ 8 กราฟแสดงค่า IRI TEC

4.9 การสร้างขั้นตอนการทดลอง



รูปที่ 9 แสดงขั้นตอนลักษณะของการวิจัย

4.10 ผลการวิจัย

4.10.1 ทำการเก็บค่า TEC ที่ได้จากเครื่องรับ BG2s ในการเก็บบันทึกค่า TEC จะเป็นการเก็บข้อมูลในเดือน มีนาคม 2567 โดยแบ่งช่วงในการเก็บเป็นค่าเฉลี่ยของวันแบ่งออกเป็น 31 วัน นำมาเป็นข้อมูล TEC เดือนมีนาคม 2567 ระหว่าง GPS และ BeiDou สามารถแสดงผลข้อมูลได้ตามตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ค่า TEC ของระบบ GPS และ BeiDou

เดือนมีนาคม 2567 ณ สถานีอุตุนิยมวิทยาจังหวัด
หนองบัวลำภู

Days	TECU	
	GPS	BeiDou
1	64.50711	43.3725103
2	64.86418	45.2823473
3	64.07019	43.348365
4	81.59364	49.832818
5	72.42954	52.9085861
6	73.74055	46.4790358
7	71.84848	47.042154
8	65.5243	43.9625139
9	64.02943	43.7567333
10	65.0427	43.6999119
11	65.03499	44.0322214
12	67.27603	42.554807
13	66.01582	37.1857132
14	68.0518009	47.3152186
15	67.0709284	46.9313894
16	65.2374017	48.3264571
17	66.2902281	42.7469253
18	72.2867837	48.8296174
19	77.0845674	56.2006817
20	77.8399543	53.2920237
21	79.7571883	52.0699854
22	82.6604313	60.1370511
23	90.5820855	59.986671
24	88.8256505	63.8133045
25	95.3980659	67.2990878
26	85.5773248	60.4360188
27	83.3723258	57.9170996
28	81.6666045	50.358508
29	76.073866	45.5271003
30	73.5928849	46.6287008
31	69.7309216	49.3195032

4.10.2 ทำการเก็บค่า IRI 2020 TEC

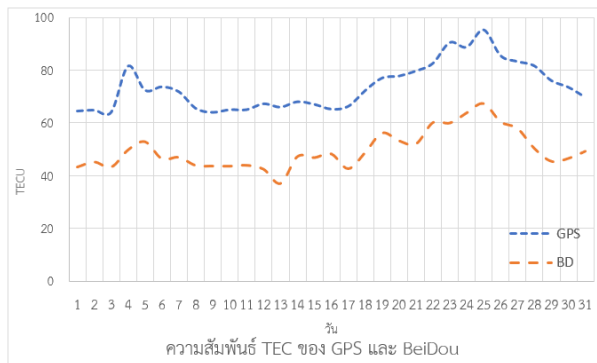
ในการเก็บบันทึกค่า IRI 2020 TEC จะเป็นการเก็บข้อมูลในเดือน มีนาคม 2567 ที่ระดับความสูงของ TEC ที่ระดับความสูง 450 กิโลเมตร จากพื้นดิน โดยแบ่งช่วงในการเก็บออกเป็น 31 วัน นำมาเฉลี่ยเป็นข้อมูล IRI 2020 TEC ของเดือนมีนาคม 2567 สามารถแสดงผลข้อมูลได้ตามตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ค่า IRI 2020 TEC เดือนมีนาคม 2567 ณ สถานี

อุตุนิยมวิทยาจังหวัดหนองบัวลำภู

Days	IRI 2020 TEC	Days	IRI 2020 TEC
1	49.16	17	55.94
2	49.29	18	56.09
3	49.46	19	56.25
4	51.10	20	56.44
5	49.31	21	56.62
6	49.26	22	56.79
7	49.47	23	57.01
8	49.71	24	57.33
9	54.44	25	57.69
10	54.50	26	57.68
11	54.71	27	57.65
12	54.93	28	57.88
13	55.15	29	58.02
14	55.36	30	58.21
15	55.58	31	58.38
16	55.75		

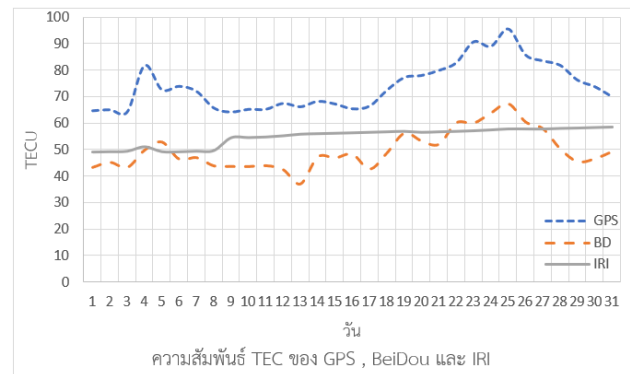
4.10.3 การเปรียบเทียบเพื่อหาแนวโน้มของค่า TEC จากการเก็บค่า TEC ที่ได้จากเครื่องรับสัญญาณดาวเทียม GPS และ BeiDou เมื่อนำมาเปรียบเทียบหาแนวโน้มในปริมาณ TEC ว่ามีความใกล้เคียงของ TEC ไปในทิศทางเดียวกันหรือไม่ สามารถแสดงผลได้ตามรูปที่ 10



รูปที่ 10 กราฟแสดงความสัมพันธ์ของค่า TEC ที่บันทึกได้จาก ระบบดาวเทียม GPS และ BeiDou ณ สถานีกรมอุตุนิยมวิทยาจังหวัดหนองบัวลำภูในเดือนมีนาคม พ.ศ. 2567

จากรูปที่ 10 จะเห็นได้ว่าความสัมพันธ์ของปริมาณอิเล็กตรอนรวมในชั้นบรรยากาศที่รับได้จากเครื่องรับ BG2s ระหว่างดาวเทียมระบบนำทาง GPS และ BeiDou ในระหว่างวันที่ 1 ถึง 31 มีนาคม พ.ศ. 2567 พบว่าค่าปริมาณอิเล็กตรอนรวมในชั้นบรรยากาศไอโอโนสเฟียร์ มีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกันโดยจะมีค่า GPS TEC สูงกว่าค่า BeiDou TEC มีความแตกต่างกันเฉลี่ยทั้งเดือน 24.08 TECU มีค่า GPS TEC ต่ำสุดที่ 64.02943 TECU ในวันที่ 9 มีนาคม 2567, BeiDou TEC ต่ำสุดที่ 37.1857132 TECU ในวันที่ 13 มีนาคม พ.ศ. 2567 และค่า TEC สูงสุด GPS TEC ที่ 95.3980659 TECU ในวันที่ 25 มีนาคม พ.ศ. 2567 และ BeiDou TEC มีค่า TEC สูงสุดที่ 67.2990878 TECU ในวันที่ 25 มีนาคม พ.ศ. 2567

4.10.4 การเปรียบเทียบเพื่อหาแนวโน้มของค่า TEC ที่บันทึกได้กับค่า IRI 2020 TEC หลักจากที่ทราบค่าแนวโน้มของ TEC ระหว่างดาวเทียม GPS และ BeiDou จากนั้นนำไปเปรียบเทียบค่า TEC กับ IRI 2020 TEC ว่าจะมีลักษณะเดียวกันหรือไม่ สามารถแสดงในรูปที่ 11 จะเห็นได้ว่าเมื่อนำ GPS TEC และ BeiDou TEC มาเปรียบเทียบกับค่า IRI 2020 TEC พบว่า ค่าที่เก็บได้จากเครื่องรับ BG2s ณ สถานีกรมอุตุนิยมวิทยาจังหวัดหนองบัวลำภู ค่า TEC มีลักษณะเดียวกัน เฉลี่ย IRI 2020 TEC เดือนมีนาคม 2567 มีค่าเฉลี่ยคือ 55.447 TECU ส่วนค่าเฉลี่ย GPS TEC มีค่าเท่ากับ 73.776 TECU และ BeiDou TEC มีค่าเฉลี่ย 49.696 TECU



รูปที่ 11 กราฟแสดงความสัมพันธ์ของค่า TEC ที่บันทึกได้จาก ระบบดาวเทียม GPS และ BeiDou ณ สถานีกรมอุตุนิยมวิทยาจังหวัดหนองบัวลำภู เปรียบเทียบกับ ค่า IRI 2020 TEC ในเดือนมีนาคม พ.ศ. 2567

5.อภิปรายผลการวิจัย

ผลการวิจัยนี้ชี้ชัดถึงผลกระทบของกิจกรรมทางด้านอิเล็กตรอนรวมในชั้นบรรยากาศไอโอโนสเฟียร์ (TEC) ที่เกิดขึ้นจากปรากฏการณ์ของวัฏจักรของดวงอาทิตย์ ซึ่งมีผลต่อการเกิด TEC ในช่วงเวลาต่าง ๆ ของวัน ซึ่งมีความสัมพันธ์กับการมีแสงอาทิตย์ที่มีความแรงมากในช่วงเวลานั้น ทำให้เกิดการเพิ่มขึ้นของอิเล็กตรอนรวมในชั้นบรรยากาศไอโอโนสเฟียร์ทำให้เกิดผลกระทบต่ออุณหภูมิและค่า TEC ในบริเวณที่ทำการวิจัยได้เป็นอย่างดีชัดเจน โดยผลลัพธ์เหล่านี้จะมีความสำคัญในการเข้าใจและการพยากรณ์ปรากฏการณ์ทางอุตุนิยมในอนาคต โดยเฉพาะในที่นี่เน้นไปที่พื้นที่จังหวัดหนองบัวลำภู การนำผลการวิจัยเกี่ยวกับค่า TEC ในชั้นบรรยากาศไอโอโนสเฟียร์ ไปใช้งานอาจมีประโยชน์ในหลายด้าน โดยเฉพาะอย่างยิ่งในด้านการทำนายสภาพอากาศและปรากฏการณ์ทางด้านอิเล็กทรอนิกส์ ข้อมูลเกี่ยวกับค่า TEC ในชั้นบรรยากาศไอโอโนสเฟียร์จะช่วยในการทำนายและวิเคราะห์สภาพอากาศและปรากฏการณ์ทางด้านอิเล็กทรอนิกส์อย่างเชื่อถือได้ เช่น การทำนายความเสี่ยงของการเกิดพายุที่มีผลกระทบต่อระบบนำสัญญาณกันน้ำหนักในสื่อสารทางกายภาพ รวมถึงการพัฒนาเทคโนโลยีนำทาง ข้อมูลเกี่ยวกับค่า TEC สามารถนำมาใช้ในการพัฒนาเทคโนโลยีนำทาง และการวิเคราะห์ความเสี่ยงทางด้าน

อิเล็กทรอนิกส์การวิเคราะห์ค่า TEC สามารถช่วยในการประเมินความเสี่ยงทางด้านอิเล็กทรอนิกส์ต่อระบบต่าง ๆ เช่น ระบบโทรคมนาคม, ระบบการทำนายอากาศและสภาพอากาศ, และระบบนำทาง ตลอดถึงการศึกษาวิจัยเพิ่มเติมข้อมูลเกี่ยวกับค่า TEC ในชั้นบรรยากาศไอโอโนสเฟียร์อาจเป็นที่จำเป็นสำหรับการศึกษาและวิจัยเพิ่มเติมในหลายด้าน เช่น การศึกษาผลกระทบของอิเล็กทรอนิกส์ในชั้นบรรยากาศต่อระบบดาวเทียม การศึกษาอิทธิพลของอิเล็กทรอนิกส์ในชั้นบรรยากาศต่ออุณหภูมิและสภาพอากาศทั่วไป

6.สรุปผลการทดลอง

จากการศึกษาและทดลองค่าปริมาณอิเล็กทรอนิกส์รวม TEC บนชั้นบรรยากาศไอโอโนสเฟียร์ เกิดจากปรากฏการณ์ของวัฏจักรของดวงอาทิตย์ในวัฏจักรรอบที่ 25 ซึ่งในช่วงเวลาดังกล่าวจะมีปริมาณแสงอาทิตย์ที่มีความแรงมากส่งผลกระทบต่อชั้นบรรยากาศไอโอโนสเฟียร์ โดยจะเห็นว่าในช่วงระหว่างวันที่ 22 ถึง 28 มีนาคม พ.ศ. 2567 จะมีค่าปริมาณ TEC ที่สูงกว่าเนื่องจากช่วงเวลาดังกล่าวเป็นช่วงเวลาแสงอาทิตย์มีความแรงมาก และสังเกตได้จากช่วงเวลาดังกล่าวมีอุณหภูมิ ณ บริเวณสถานีกรมอุตุนิยมวิทยาจังหวัดหนองบัวลำภู โดยอุณหภูมิสูงสุดในวันที่ 25 มีนาคม พ.ศ. 2567 มีอุณหภูมิที่สูงขึ้นที่ระดับ 36 – 40 องศาเซลเซียส ซึ่งเป็นผลกระทบที่มีอิทธิพลจากแสงอาทิตย์ที่ผ่านชั้นบรรยากาศไอโอโนสเฟียร์ผ่านเข้ามายังโลก สามารถแบ่งเวลาการเกิด TEC ได้ 4 ช่วงเวลาที่ประกอบไปด้วย ช่วงเวลาพระอาทิตย์ขึ้น ตั้งแต่ 05:00 – 07:00 น. มีค่าเฉลี่ย GPS TEC เท่ากับ 28.378 TECU, BeiDou TEC เท่ากับ 24.581 TECU. ช่วงเวลาเที่ยงถึงบ่าย ตั้งแต่ 11:00 – 13:00 น. มีค่าเฉลี่ย GPS TEC เท่ากับ 127.284 TECU, BeiDou TEC เท่ากับ 78.707 TECU. ช่วงเวลาพระอาทิตย์ตกดิน ตั้งแต่ 17:00–19:00 น. มีค่าเฉลี่ย GPS TEC เท่ากับ 91.904 TECU, BeiDou TEC เท่ากับ 55.889 TECU. และช่วงเวลาเที่ยงคืน ตั้งแต่ 23:00–00:00 น. มีค่าเฉลี่ย GPS TEC เท่ากับ 49.793 TECU, BeiDou TEC เท่ากับ 27.494 TECU. และจากการทดลองวัดค่า TEC จากดาวเทียม GPS และ BeiDou ที่เก็บได้จากสถานีอุตุนิยมวิทยาจังหวัดหนองบัวลำภู เปรียบเทียบกับข้อมูล IRI TEC ในช่วง

เหตุการณ์เดียวกันพบว่า ค่า TEC มีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกันอย่างชัดเจน โดยค่า GPS TEC จะมีระดับความสูงมากกว่าดาวเทียม BeiDou TEC ตามรูปกราฟที่ 10 กราฟแสดงความสัมพันธ์ของค่า TEC ที่บันทึกได้จากระบบดาวเทียม GPS และ BeiDou ณ สถานีกรมอุตุนิยมวิทยาจังหวัดหนองบัวลำภูในเดือนมีนาคม พ.ศ. 2567 และ 11 กราฟแสดงความสัมพันธ์ของค่า TEC ที่บันทึกได้จากระบบดาวเทียม GPS และ BeiDou ณ สถานีกรมอุตุนิยมวิทยาจังหวัดหนองบัวลำภูเปรียบเทียบกับค่า IRI 2020 TEC ในเดือนมีนาคม พ.ศ. 2567 ในผลการทดลอง

เอกสารอ้างอิง

- [1] P.Pitiphum, P.Sathitchok, and P.Wasan, “Step into the world of precise positioning: Current and future developments in multiple global navigation satellite systems”, *SCIENCE AND TECHNOLOGY NAKHON SAWAN RAJABHAT UNIVERSITY JOURNAL*, Vol.9, No.10, p1-16,2018. (in Thai)
- [2] T. Thayathip, “GNSS Time and Frequency Transfer”, *ECTI Transaction on Application Research and Development*, Vol.1, No.1, p1-9,2012. (in Thai)
- [3] R. SONTAYA, “Analysis and Evaluation of GNSS Signal Quality of Plate Tectonics Measuring Stations”, *Earthquake Monitoring System Analysis and Development Sub-division Earthquake Observation Division, METEOROLOGICAL DEPARTMENT*, Bangkok, THAILAND, pp1-61, 2020. (in Thai)
- [4] P. Pornchai, D. Phutthiphon, and P. Sophon, “Evaluation of the positioning accuracy of low-cost GNSS satellite receivers for landslide monitoring”, *The 28th National Convention on Civil Engineering*, Vol.28. p1-7, 2023. (in Thai)

- [5] T. Thayathip, "GNSS time and frequency transfers", *METROLOGY info Ministry of Higher Education, Science, Research and Innovation*, Vol.23, p1-19, 2023. (in Thai)
- [6] N. Sarawut, "The ionosphere affects the accuracy of GPS positioning", *EAU Heritage Journal Science and Technology*, Vol.5, No.1, p17-25, 2011. (in Thai)
- [7] P. Wongcharoen et al., "The variation of critical frequency of E layer over Chumphon, Thailand," *2013 IEEE International Conference on Space Science and Communication (IconSpace)*, Melaka, Malaysia, pp. 198-201, 2013.
- [8] C. Aditep, and et al., "Study on variation of total ionospheric electron content during solar eclipse", *Kasetsart University Annual Conference*, Vol.35, p362-368, 1997. (in Thai)
- [9] K. Prasert Kenphanko, T. Busarasiri, and S. Phonchai, "Development of dual-frequency GPS receiver network system and analysis of ionospheric electron content variance over Chumphon measuring station, Thailand: Complete research report", KMITL E- Research, Documents of King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang. Central Library Office. 2016. (in Thai)
- [10] K. Domijan, D.S. Bloomfield, and F. Pitié, "Solar Flare Forecasting from Magnetic Feature Properties Generated by the Solar Monitor Active Region Tracker", *Sol Phys*, Vol.294, No.6, p1-22, 2019.
- [11] P. Kenpankho. "Comparison of GPS TEC measurements with IRI TEC prediction at the equatorial latitude station, Chumphon, Thailand", *Earth Planets Space*, Vol.63, p365-370, 2011.
- [12] U.A. Yucel, "Earthquake prediction, ionospheric total electron content, and three earthquakes in California", *Thermal Science*, Vol.23, No.1, p167-174,
- [13] Thailand GNSS and Space Weather, "Information Data Center. (n.d.). Slant Total Electron Content (STEC)", [online] http://iono-gnss.kmitl.ac.th/?page_id=243. (Accessed : October 10, 2020).
- [14] P.K. Enge, "The Global Positioning System: Signals, measurements, and performance", *Int J Wireless Inf Networks*, Vol.1, p83-105, 1994.
- [15] Y. Norsuzila, M. Abdullah, and M. Ismail, "Leveling Process of Total Electron Content (TEC) Using Malaysian Global Positioning System (GPS) Data", *American J. of Engineering and Applied Sciences*, Vol.1, No.3, p223-229, 2008.
- [16] Ma, G. and Maruyama, T. 2003. "Derivation of TEC and estimation of instrumental biases from GEONET in Japan." *Ann. Geophys.*, vol. 21, p2083-2093. 2003.
- [17] IRI, "International Reference Ionosphere – IRI (2016) with IGRF – 13 coefficients", [online] https://ccmc.gsfc.nasa.gov/modelweb/models/iri2016_vitmo.php. (Accessed : September 7, 2020).

การพัฒนาต้นแบบเครื่องวัดมิติอุโมงค์รถไฟด้วยเลเซอร์วัดระยะและความคม ด้วยชุดไมโครคอนโทรลเลอร์

A Prototype of Laser Range Finder for measuring railway tunnel cross-section

ยศธร สุวรรณวรวิกิจ^{1*} และ กิติเดช สันติชัยอนันต์²

Yose-sathorn Suwanworawikit^{1*} and Kitidech Santichaianant²

^{1,2}ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี กรุงเทพมหานคร 10140

^{1,2}Department of Civil Technology Education, Faculty of Industrial Education and Technology,
King Mongkut's University of Technology Thonburi, Bangkok, 10140

Received : 2024-09-09 Revised : 2024-10-09 Accepted : 2024-10-29

บทคัดย่อ

ในปี พ.ศ. 2559 การรถไฟแห่งประเทศไทย (รฟท.) ได้มีการสร้างเครื่องวัดมิติอุโมงค์รถไฟด้วยเลเซอร์รุ่นที่ 1 เพื่อเป็นการทำงานภายในในการวัดเขตโครงสร้าง ในอุโมงค์ทางรถไฟ โดยการประยุกต์ใช้เครื่องวัดระยะด้วยแสงเลเซอร์แบบมือถือร่วมกับแผ่นจานองศา ต่อมาในปี พ.ศ. 2563 เครื่องดังกล่าวรุ่นที่ 2 ได้ถูกพัฒนาต่อยอดโดยนำเครื่องวัดระยะที่มีฟังก์ชันการแสดงผลค่ามุมภายในในตัวเครื่องมาทดแทนการใช้แผ่นจานองศาซึ่งมีขนาดใหญ่และมีน้ำหนักมากออก แต่เครื่องทั้ง 2 รุ่นก็ยังต้องใช้ผู้ควบคุมในการหมุนไปตามมุมมองต่าง ๆ จัดค่าระยะด้วยมือ และใช้เวลามาก ดังนั้นการศึกษาวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ที่จะพัฒนาเครื่องวัดมิติอุโมงค์ต่อยอดจากเครื่องรุ่นเดิมทั้งสอง โดยเพิ่มความสามารถในการทำงานและเก็บข้อมูลแบบอัตโนมัติ บันทึกข้อมูลลงในหน่วยบันทึกความจำขนาดเล็ก (SD Card) เพื่อสะดวกในการถ่ายโอนข้อมูลสู่คอมพิวเตอร์ภายหลัง ขั้นตอนการศึกษา เริ่มจาก การออกแบบ การสร้างและประกอบเครื่อง การออกแบบและควบคุมอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ การสอบเทียบกับเครื่องมือวัดพื้นฐานประเภทต่าง ๆ และขั้นตอนสุดท้ายเป็นการวัดทดสอบอุโมงค์จริงในภาคสนามผลการศึกษาพบว่า 1) จากการสอบเทียบกับเครื่องมือวัดพื้นฐานประเภทต่าง ๆ นั่นคือ กล้องประมวลผลรวม (Total Station) เครื่องเลเซอร์วัดระยะแบบ

มือถือ และเทปวัดระยะ ค่าระยะที่ได้มีค่าที่ใกล้เคียงกับเครื่องมือวัดมิติอุโมงค์ที่พัฒนาขึ้น มีเพียงบางตำแหน่งการวัดตามมุมมองค่าที่มีค่าแตกต่างกัน และแตกต่างกันไม่เกิน ± 2 มิลลิเมตร 2) จากการทดสอบโดยการวัดมิติอุโมงค์จำลอง (โถงทางเดินและโครงสร้างอาคารที่มีลักษณะคล้ายอุโมงค์) เปรียบเทียบกับกล้องประมวลผลรวม (Total Station) เครื่องเลเซอร์วัดระยะแบบมือถือ และเทปวัดระยะ ค่าระยะที่ได้มีค่าที่ใกล้เคียงกับเครื่องมือวัดมิติอุโมงค์ที่พัฒนาขึ้น มีเพียงบางตำแหน่งการวัดตามมุมมองค่าที่มีค่าแตกต่างกัน และแตกต่างกันไม่เกิน ± 3 มิลลิเมตร ทั้งนี้ การวัดใช้เวลา 6 - 7 นาทีต่อการวัดมิติอุโมงค์รถไฟ 1 หน้าที่ตัด และ 3) จากการทดสอบโดยการวัดมิติอุโมงค์จริงเปรียบเทียบกับกล้องประมวลผลรวม (Total Station) และเครื่องเลเซอร์วัดระยะแบบมือถือ ค่าระยะที่ได้มีค่าที่ใกล้เคียงกับเครื่องมือวัดมิติอุโมงค์ที่พัฒนาขึ้น มีเพียงบางตำแหน่งการวัดตามมุมมองค่าที่มีค่าแตกต่างกัน และแตกต่างกันไม่เกิน ± 3 มิลลิเมตร ดังนั้น ค่าที่น่าเชื่อถือนี้ถูกบันทึกเก็บโดยอัตโนมัติในหน่วยความจำ SD Card และนำมาขึ้นรูปหน้าตัดของอุโมงค์ภายหลังโดยใช้โปรแกรมเขียนแบบ และสามารถแสดงหน้าตัดของอุโมงค์รถไฟที่จำลองขอบเขตมิติของผนังอุโมงค์ได้อย่างถูกต้อง สามารถนำมาอ้างอิงเปรียบเทียบกับเขตโครงสร้างและเขตบรรทุกได้อย่างมีประสิทธิภาพน่าเชื่อถือเพื่อการดูแลรักษาอุโมงค์และการเดินรถไฟที่ปลอดภัยต่อไป

*ยศธร สุวรรณวรวิกิจ

E-mail address: yotesathon@gmail.com

คำสำคัญ : อุโมงค์รถไฟ, เครื่องวัดระยะด้วยแสงเลเซอร์, รูปหน้าตัด, เขตโครงสร้าง, ไมโครคอนโทรลเลอร์

Abstract

In 2016, State Railway of Thailand (SRT) developed a prototype of laser range finder for measuring railway tunnel cross-section by using laser range finder together with angle protractor. After that, the laser distance meter had been further developed into a new model in 2020. This new model used the handheld laser range finder which has its own build-in angle displayed functions. Therefore, the new model design, the big and heavy steel angle protractor had been removed which made it easy to be operated and transported. However, these two developed models still require operator for manually adjusting the angle of measurement and still need time to be operated. Thus, the purpose of this research was to develop the next generation of the device capable of automatic operating as well as automatic data collection stored in a small SD card for easily data transferring to a computer. The study method was started from, structural design, built and assembly, design of electronic devices and assembly, calibration with standard measuring devices and finally measuring the real tunnel at Khao Pang Hei tunnel located at the northeast railway route of Thailand. The study results showed that 1) the measuring results between the developed device compared with other basic and standard devices, i.e., the total station, handheld laser range finder and measuring tapes were similar. There were only some angles that showed differences not more than ± 2 millimeters, 2) The measuring results on tunnel models (building hallway and similar structures) compared to those standard devices were similar with differences not more than ± 3 millimeters. In addition, the measuring time used for each

measurement was only 6-7 minutes for a cross-section and 3) The measuring results of the real tunnel comparing with the total station, handheld laser distance meter, and measuring tapes were similar. There were only some angles that showed the differences not more than ± 3 millimeters. Then, these accepted measured data were used to generate the tunnel cross section in a computer drawing program. The drawing was capable to be reliably utilized as a reference and precisely compared to the railway structural and loading gauges. Consequently, the new prototype of laser range finder for measuring railway tunnel cross-section can be used effectively for measuring the tunnel cross-section dimension for railway and can be used further by SRT to evaluate all safety and maintenances in railway tunnels nationwide.

Keywords : railway tunnel, laser range finder, cross section, structural gauge, microcontroller

1. บทนำ

การรถไฟแห่งประเทศไทย ได้มีการเดินรถไฟตั้งแต่ในอดีตจนถึงปัจจุบัน ครอบคลุมทั้งหมด 47 จังหวัดทั่วประเทศ เพื่อให้ประชาชนสามารถเดินทางกลับภูมิลำเนา และขนส่งสินค้า และอื่น ๆ ได้อย่างสะดวกและปลอดภัย ดังนั้นการเดินรถไฟจะต้องเดินรถผ่านเส้นทางต่าง ๆ ตามสภาพภูมิประเทศ เช่น การเดินรถไฟผ่านทางราบ ทางโค้ง ข้ามแม่น้ำลำคลอง และภูเขา โดยสภาพภูมิประเทศบางพื้นที่ มีเนินเขาหรือภูเขาสูงปกคลุม จึงมีความจำเป็นจะต้องดำเนินการขุดเจาะอุโมงค์ในภูเขาสูง เพื่อให้สะดวกและลดเวลาในการเดินทาง

ในปัจจุบัน การรถไฟแห่งประเทศไทยได้มีขบวนรถโดยสารใหม่ ๆ และมีตู้สินค้าคอนเทนเนอร์ (ไฮคิว) ซึ่งมีขนาดใหญ่กว่าในอดีต ดังนั้นการรถไฟแห่งประเทศไทยจำเป็นต้องอย่างยิ่งที่จะต้องตรวจสอบเขตโครงสร้างทางรถไฟภายในอุโมงค์ต่าง ๆ แต่เนื่องด้วยข้อจำกัดของเครื่องมือที่มีใช้ในปัจจุบันที่มีราคาสูง และการใช้งานยังไม่ตรงกับวัตถุประสงค์ในการใช้งานของการตรวจสอบเขตโครงสร้างทางรถไฟเท่าที่ควร ในปี พ.ศ. 2559 การรถไฟแห่งประเทศไทย โดย

นายสุริยา พิทักษ์กุล วิศวกรงานเทคนิคบำรุงทาง [1] จึงได้พัฒนาเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการวัดระยะขอบเขตทางในอุโมงค์รถไฟขึ้นมาใหม่ โดยใช้เครื่องวัดระยะด้วยแสงเลเซอร์ร่วมกับแผ่นจานองศา ใช้หลักการทำงานโดยการปรับมุมองศาของเครื่องเลเซอร์วัดระยะให้ตรงกับแผ่นจานองศา ดังรูปที่ 1 เพื่อให้สามารถวัดระยะตามองศาที่ต้องการและเก็บข้อมูล แล้วนำมาเขียนรูปในโปรแกรมเขียนแบบ จำลองหน้าตัดที่อ้างอิงระหว่างผนังของอุโมงค์กับทางรถไฟ เพื่อเปรียบเทียบกับเขตบรรทุก และเขตโครงสร้างทาง



รูปที่ 1 เครื่องมือวัดมิติอุโมงค์รุ่นที่ 1 โดยนายสุริยา พิทักษ์กุล วิศวกรงานเทคนิคบำรุงทาง กองบำรุงทางขอนแก่น [1]

ในปี พ.ศ. 2563 ได้มีการจัดทำหลักสูตรอบรมระยะสั้นฐานสมรรถนะ อาชีพช่างเทคนิคซ่อมบำรุงโครงสร้างรองรับทางรถไฟ ชั้น 3 จัดโดยสถาบันคุณวุฒิวิชาชีพและการรถไฟแห่งประเทศไทย จากเครื่องมือวัดมิติอุโมงค์ในรุ่นที่ 1 ผศ.ดร.กิตติเดช สันติชัยอนันต์ [2] ได้นำมาพัฒนาต่อยอด โดยมีความเห็นว่าควรนำเครื่องมือวัดมิติอุโมงค์มาปรับปรุงและนำมาใช้ฝึกอบรมในหลักสูตรการซ่อมบำรุงอุโมงค์ เนื่องจากเครื่องดังกล่าวสามารถที่จะวัดมิติของอุโมงค์และตรวจสอบความผิดปกติของผนังอุโมงค์ได้ จึงมีการพัฒนาต่อยอดเป็นเครื่องมือวัดมิติอุโมงค์ในรุ่นที่ 2 โดยสามารถระบุมุมเปิดที่ตัวเครื่องได้เอง ดังรูปที่ 2 ดังนั้นจึงสามารถลดการใช้แผ่นเหล็กที่ระบุมุมองศาขนาดใหญ่ออกจากเครื่องต้นแบบรุ่นแรกได้ ทั้งนี้ยังได้ออกแบบระบบจุดหมุนและระบบยึดเครื่องวัดระยะด้วยแสงเลเซอร์ใหม่ให้มีขนาดเล็ก เบา และมีความน่าเชื่อถือเพิ่มขึ้น ดังรูปที่ 3 แต่ก็ยังต้องใช้ผู้ควบคุมการหมุนตามองศาอยู่



รูปที่ 2 เครื่องวัดมิติอุโมงค์ รุ่นที่ 2 โดย กิตติเดช สันติชัยอนันต์ [2] เทียบกับเครื่องมือวัดมิติอุโมงค์ รุ่นที่ 1



รูปที่ 3 เครื่องวัดมิติอุโมงค์ รุ่นที่ 2 เมื่อนำมาติดตั้งยึดกับเครื่องวัดขนาดทางแบบทันสมัยของการรถไฟฯ [2]

สำหรับงานวิจัยนี้ได้นำเครื่องมือวัดมิติอุโมงค์ต้นแบบในรุ่นที่ 1 และรุ่นที่ 2 มาพัฒนาต่อยอด โดยนำชุดอุปกรณ์ในรุ่นที่ 2 มาทำการพัฒนาให้มีความทำงานและเก็บข้อมูลด้วยระบบอัตโนมัติ และนำข้อมูลที่ได้อัปโหลดไว้ในหน่วยบันทึกความจำขนาดเล็ก (SD Card) เพื่อสะดวกในการส่งข้อมูลที่ได้อัปโหลดแสดงผลในโปรแกรมสเปรดชีต หรือขึ้นรูปในโปรแกรมเขียนแบบคอมพิวเตอร์ เพื่อตรวจสอบจำลองขอบเขตของผนังอุโมงค์ต่อไป

2.วัตถุประสงค์ของการวิจัย

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาเครื่องมือวัดมิติอุโมงค์และวิธีการวัดมิติอุโมงค์ ต่อยอดจากรุ่นที่ 1 และรุ่นที่ 2 ให้มีความทำงานและเก็บข้อมูลด้วยระบบอัตโนมัติ และนำข้อมูลที่ได้อัปโหลดไว้ในหน่วยบันทึกความจำขนาดเล็ก (SD Card) และตรวจสอบคุณภาพความน่าเชื่อถือของเครื่องมือวัดมิติอุโมงค์กับเครื่องมือวัดระยะพื้นฐานอื่น ๆ

3.ขอบเขตการวิจัย

งานวิจัยมีขอบเขต ในการออกแบบเครื่องมือวัดมิติของโมดูล พร้อมกับคานหลัก โดยมีต้องอาศัยเครื่องวัดขนาดทางแบบทันสมัยของ รพท. หัววัดระยะด้วยแสงเลเซอร์ มีความละเอียดของการวัดตามคุณสมบัติของผู้ผลิต อยู่ที่ ± 1 มม. สำหรับระยะไม่เกิน 10 ม. ทำงานและเก็บข้อมูลด้วยระบบอัตโนมัติโดยใช้พลังงานจากแบตเตอรี่ บันทึกข้อมูลลงในหน่วยบันทึกความจำขนาดเล็ก (SD Card) และสามารถนำไปตรวจสอบมิติของโมดูลได้

4.ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

4.1เทคนิคการวัดมิติของโมดูลโดยเครื่องมือต่าง ๆ

การวัดมิติของโมดูลรถไฟโดยการวัดหน้าตัดภายในโมดูลมีความสำคัญทั้งขณะทำการก่อสร้างโมดูลและขณะกำลังใช้งานโมดูล โดยเฉพาะโมดูลที่มีขนาดใหญ่ที่ใช้ในงานด้านการขนส่งที่ต้องตรวจสอบความปลอดภัยจากการเบียดชนต่าง ๆ ระหว่างโครงสร้างของโมดูลและขบวนรถไฟในขณะที่ใช้งาน ดังนั้นการวัดมิติด้านในของโมดูลรถไฟ จึงมีเทคนิคที่สำคัญ และมีความหลากหลายวิธีดังต่อไปนี้

1) การใช้กล้อง Total Station (Total Station Survey) เป็นวิธีพื้นฐานที่ใช้ในการวัดตำแหน่งพิกัดเชิงหน้าตัดของผนังโมดูล โดยส่วนใหญ่จะทำการสำรวจโยงยึดกันเป็นวงรอบ และเป็นช่วง ๆ ตามแนวโมดูล มีทั้งแบบใช้และไม่ใช้เป้าสะท้อนแสง (Optical Reflector Target) เพื่อเพิ่มความแม่นยำในการวัดระยะ ดังรูปที่ 4 วิธีนี้สามารถระบุตำแหน่งบนผนังโมดูลได้แม่นยำสูง โดยทั่วไปภายในระยะโยงยึดไม่เกิน 100 ม. ตามแนวโมดูล ความคลาดเคลื่อนของตำแหน่งเป้าตามแนวตำแหน่งตามยาวต่าง ๆ ของโมดูลจะอยู่ในช่วง ± 2 มม. และ อาจจะละเอียดสูงถึงระดับไม่เกิน ± 1 มม. สำหรับกรณีมีการโยงยึดปรับแก้และมีการติดตั้งอุปกรณ์และเป้าสะท้อนที่มีคุณภาพ [3]

2) การใช้เครื่องสแกนเลเซอร์ (Laser Scanner) เป็นวิธีที่เริ่มแพร่หลายมากขึ้น เพราะเทคโนโลยีพัฒนาไปมากด้านนี้และใช้งานได้ง่าย สะดวก รวดเร็ว และแม่นยำระดับหนึ่ง ดังรูปที่ 5 เครื่องสแกนสามารถติดตั้งบนฐานที่เคลื่อนที่ เช่น พาหนะเคลื่อนที่ไปบนรางช้า ๆ วิธีนี้จะใช้หัวเลเซอร์สแกนแบบพร้อมกันทุกทิศทางเพื่อจับระยะกระจายเชิงจุด (Point Cloud) จำนวนมากอย่างรวดเร็ว (อาจจะถึงระดับล้านจุดต่อ

วินาที) ซึ่งสามารถสร้างพื้นผิวสามมิติของผนังโมดูลได้อย่างรวดเร็วครอบคลุมพื้นที่ได้มาก สามารถสแกนเก็บข้อมูลขณะเคลื่อนที่ได้ สามารถศึกษาเพิ่มเติมการใช้ประโยชน์ของวิธีนี้สำหรับการวัดมิติของโมดูลได้จาก [4]

โดยทั่วไปแล้วจะมีความแม่นยำระดับ ± 4 มม. ในกรณีที่เครื่องสแกนไม่มีการเคลื่อนที่ และ อาจจะมีคลาดเคลื่อนเพิ่มขึ้น กรณีที่เครื่องสแกนมีการเคลื่อนที่เช่นติดตั้งบนพาหนะ ทั้งนี้ความคลาดเคลื่อนก็จะขึ้นอยู่กับสภาพสิ่งแวดล้อมในโมดูลด้วย เช่น ปริมาณฝุ่น ความชื้น และละอองน้ำ สามารถศึกษารายละเอียดการเปรียบเทียบวิธีการวัดนี้กับวิธีการวัดโดยใช้กล้อง Total Station ในการตรวจสอบการเคลื่อนตัวของผนังโมดูลสำหรับโครงการก่อสร้างโมดูลรถไฟได้จาก [5]

3) การใช้ภาพซ้อนความละเอียดสูง (Photogrammetry) วิธีนี้ใช้เทคนิคการถ่ายภาพความละเอียดสูงด้วยกล้องดิจิทัลในโมดูล ณ ตำแหน่งของการตั้งกล้องหลาย ๆ ตำแหน่ง และมักต้องใช้ซอฟต์แวร์เฉพาะในการประมวลผล ดังรูปที่ 6 เพื่อสร้างภาพจำลองสามมิติของโมดูล มีปัจจัยหลายอย่างที่เกี่ยวข้องกับความแม่นยำของวิธีนี้ เช่น ความละเอียดและคุณภาพของกล้องและภาพ ขนาดของวัตถุ จำนวนภาพที่ใช้มิติความซับซ้อนของวัตถุ เป็นต้น [6] โดยทั่วไปความคลาดเคลื่อนอยู่ในช่วง $\pm 3-10$ มม. แต่สามารถเพิ่มขีดความสามารถให้เกิดคลาดเคลื่อนได้น้อยมากในระดับ ± 0.5 มม. [7]

4) การวัดระยะด้วยลำแสงเลเซอร์ ใช้หลักการตรวจจับเวลาของการเดินทางแสง (Time of Flight Principal) โดยจะใช้นาฬิกาอิเล็กทรอนิกส์ในการจับเวลาตั้งแต่เริ่มปล่อยแสงเลเซอร์จากแหล่งกำเนิดจนกระทั่งแสงเลเซอร์สะท้อนกลับมายังตัวรับ ซึ่งเวลาที่ได้นี้จะเป็นเวลาในการเดินทางของแสงตั้งแต่จากอุปกรณ์วัดระยะทางไปยังเป้าหมายจนกลับมาถึงอุปกรณ์อีกครั้ง

ในการวัดระยะด้วยเครื่องวัดระยะด้วยแสงเลเซอร์เป็นการวัดระยะเส้นตรงหรือเชิงเส้น (Linear Distance) เครื่องวัดระยะชนิดแสงเลเซอร์จะส่งลำแสงเลเซอร์ในลักษณะของสัญญาณพัลส์ (Pulse) ไปยังจุดที่ต้องการวัดและตรวจจับเวลาที่สัญญาณพัลส์ส่งไปกระทบเป้าแล้วสะท้อนกลับมาเพื่อคำนวณเป็นระยะทาง ดังสมการนี้ $R = C (T/2)$ เมื่อ R = ระยะทาง C = ความเร็วแสง T = เวลาที่แสงเดินทางไปกลับระหว่างเครื่องวัดและเป้าหมาย [8] การวัดด้วยวิธีนี้

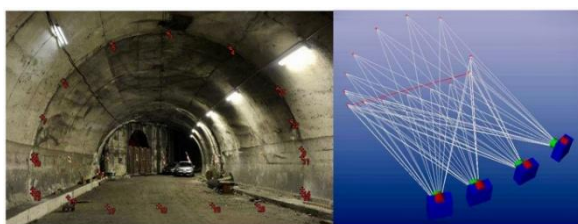
จำเป็นต้องวางแผนการวัดในทิศทางที่ต้องการอย่างแม่นยำ ดังนั้นการควบคุมการหมุนหรือสายไปในทิศทางต่าง ๆ ต้องใช้ระบบขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ที่มีความละเอียดแม่นยำสูง



รูปที่ 4 กล้อง Total Station และเป้าสะท้อนแสง



รูปที่ 5 Laser Scanner



รูปที่ 6 เทคนิค Photogrammetry [6]

4.2งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

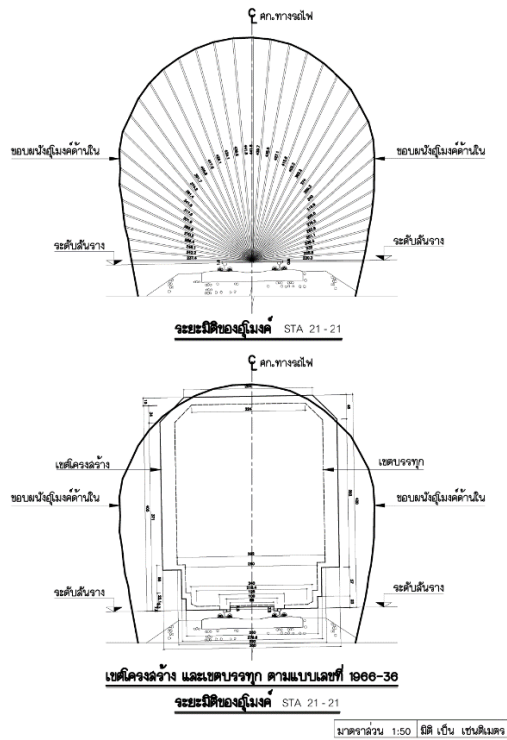
สุริยา พิทักษ์กุล วิศวกรงานเทคนิคบำรุงทาง กองบำรุงทางขอนแก่น การรถไฟแห่งประเทศไทย [1] ได้ทำการศึกษา ทฤษฎีและบทความที่เกี่ยวข้องและออกแบบเครื่องมือวัดมิติอุโมงค์และวิธีการวัดมิติอุโมงค์ โดยประกอบด้วย 2 ส่วนคือ 1. จานองศาครึ่งวงกลม พร้อมถาดติดตั้งเครื่องเลเซอร์วัดระยะแบบมือถือ และ 2. เครื่องวัดขนาดทางแบบทันสมัยของการรถไฟฯ ดังรูปที่ 7



รูปที่ 7 เครื่องมือวัดมิติอุโมงค์รุ่นที่ 1 ประกอบด้วยจานองศาครึ่งวงกลม เครื่องเลเซอร์วัดระยะแบบมือถือติดตั้งบนเครื่องวัดขนาดทางที่ทันสมัยของการรถไฟฯ [1]

การคิดค้นเครื่องมือวัดมิติอุโมงค์มีวัตถุประสงค์ในการเก็บข้อมูลมิติของอุโมงค์ จากการวัดระยะทางตามองศาที่ต้องการ และติดตั้งกับเครื่องวัดขนาดทางแบบทันสมัยของการรถไฟฯ สามารถใช้วัดขนาดทาง และวัดระดับตามขวางของรางรถไฟได้ แนวความคิดในการออกแบบมี 2 ส่วนดังนี้ 1. วัดระยะผนังอุโมงค์โดยใช้แนวกึ่งกลางของทางรถไฟเป็นจุดอ้างอิง โดยเก็บข้อมูลการวัดระยะทาง ตามองศาที่ต้องการ, การวัดขนาดทาง และการวัดระดับตามขวางของทางเพื่อทราบระยะยกของทางรถไฟในโค้งแต่ละตำแหน่งที่กำหนด 2. ยึดความสัมพันธ์ระหว่างทางรถไฟในอุโมงค์ และขบวนรถไฟ โดยเก็บข้อมูล รัศมีโค้งของทางรถไฟ และรายละเอียดของขบวนรถไฟ เช่น ความยาวของขบวนรถไฟ และความยาวระหว่างเพลาถึงเพลา

การวัดมิติอุโมงค์มีวิธีการวัดระยะ โดยวัดระยะทางออกจากจุดกึ่งกลางของทางรถไฟถึงผนังอุโมงค์ เครื่องมือวัดมิติอุโมงค์จะต้องถูกติดตั้งอยู่แนวราบ วัดระยะทางตามมุมตั้งแต่ 0-180 องศา (วัดระยะทาง ทุก ๆ 5 องศา ในระนาบหน้าตัดขวางตั้งฉากกับแนวทางรถไฟ) โดยแบ่งเป็นระยะ (STA.) ทุก 5.00 เมตร และนำค่าที่ได้ ในแต่ละช่วงมาขึ้นรูปจำลองผนังอุโมงค์กับทางรถไฟในอุโมงค์ ด้วยโปรแกรมเขียนแบบพร้อมจำลองรูปหน้าตัดเขตบรรทุกใน แต่ละช่วงของขบวน ดังรูปที่ 8



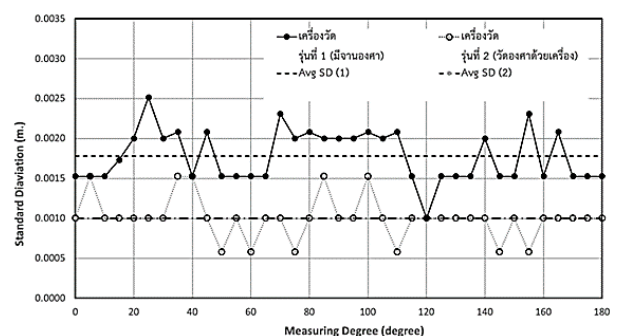
รูปที่ 8 ระยะมิติของอุโมงค์ แสดงถึงเขตโครงสร้าง และเขตบรรทุก [1]

กิตติเดช สันติชัยอนันต์ และ สุริยา พิทักษ์กุล [7] ได้พัฒนาต้นแบบเครื่องมือวัดมิติตามขวางอุโมงค์รถไฟด้วย เลเซอร์วัดระยะต่อจากรุ่นที่ 1 โดยพัฒนาให้มีขนาดกะทัดรัด ขนย้ายสะดวก และง่ายต่อการบำรุงรักษาโดยการใช้ เครื่องเลเซอร์วัดระยะแบบมือถือ ที่ตัวเครื่องวัดสามารถวัดมุม องศาเทียบกับแนวระดับได้ด้วยตนเอง ดังรูปที่ 9



รูปที่ 9 เครื่องวัดมิติตามขวางอุโมงค์รถไฟรุ่นที่ 2 ซึ่งนำงาน องศาออกและสามารถวัดมุมได้ด้วยตนเอง [7]

ผู้วิจัยได้ศึกษาเปรียบเทียบเครื่องมือวัดประเภทต่าง ๆ ที่มีต้นทุนด้านราคาต่ำ มีความแม่นยำในการวัดอยู่ในระดับ ที่ยอมรับได้ จึงมีการใช้เครื่องเลเซอร์วัดระยะแบบมือถือ มาประยุกต์รวมกับการใช้เครื่องวัดขนาดทางแบบทันสมัยที่มีใช้อยู่แล้วใน รฟท. มากำหนดตำแหน่งศูนย์กลางอ้างอิง ให้ผลตามวัตถุประสงค์ของการวัดมิติตามขวางของอุโมงค์ได้ ซึ่งมีต้นทุนในการจัดซื้อต่ำ เทคนิคการวัดไม่ซับซ้อน แสงเลเซอร์ทำงานได้ดีในอุโมงค์ที่มีแสงน้อย ความคลาดเคลื่อนอยู่ในช่วงที่ ยอมรับได้และการประมวลผลเปรียบเทียบทำได้ง่าย ในการทดลองใช้อุปกรณ์และเครื่องมือวัดมิติอุโมงค์ ทั้ง 2 รุ่นทดสอบเปรียบเทียบกัน ผู้วิจัยได้เลือกอุโมงค์เป้าหมายที่เกิดปัญหาการ เบียดชนระหว่างผนังอุโมงค์และขบวนรถไฟ นั่นคือ อุโมงค์ ช่อเขา จังหวัดนครราชสีมา โดยมีวิธีการวัดมิติตามขวางของอุโมงค์ที่ไม่ซับซ้อน ผลปรากฏว่าค่าเฉลี่ยของค่าเบี่ยงเบน มาตรฐานของทุกตำแหน่งองศาของเครื่องวัดรุ่นแรกแบบมีจาน องศา มีค่า 1.8 มม. ซึ่งสูงกว่าของเครื่องวัดรุ่นที่ 2 แบบวัดองศา ด้วยตัวเองที่มีค่า 1 มม. ดังรูปที่ 10 ซึ่งเป็นผล ที่คาดการณ์ได้ เนื่องจาก ผู้ใช้เครื่องวัดรุ่นแรกมีโอกาสหมุนเครื่องวัดด้วยมือไป ตามแต่ละตำแหน่งมุมบนแผ่นจานองศา ที่อาจจะคลาดเคลื่อน แตกต่างกันไปเล็กน้อยในแต่ละรอบการวัด เพราะการมองด้วย สายตาในแต่ละชดองศาบนแผ่นจานองศาไม่แม่นยำ จึงทำซ้ำได้ ยากกว่าการใช้เครื่องมือวัดรุ่นที่ 2 แบบวัดองศาด้วยตัวเอง (ความละเอียด 0.1 องศา) ดังนั้นเครื่องวัดรุ่นที่ 2 นี้จึงแสดงค่า เบี่ยงเบนที่น้อยกว่าแต่โดยรวมเครื่องทั้งสองรุ่นใช้เวลาในการ วัดใกล้เคียงกันประมาณ 15-20 นาที ต่อหนึ่งหน้าตัด



รูปที่ 10 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) ของแต่ละองศาการวัด [7]

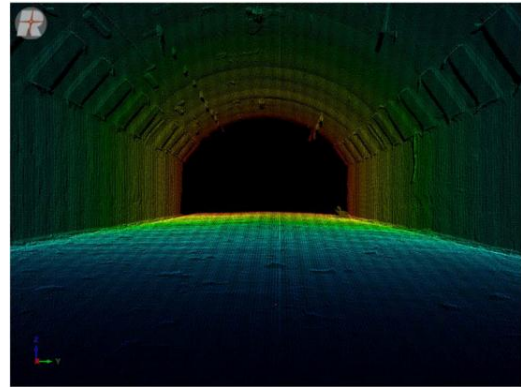
Ramón Argüelles-Fraga และคณะ [9] ได้ทำการศึกษ การวางแผนการวัดวงรอบหน้าตัดอุโมงค์ด้วยการใช้เลเซอร์ สแกนภาคพื้นดิน การสแกนด้วยเลเซอร์ภาคพื้นดิน (TLS) เป็น เทคโนโลยีการวัดที่ช่วยให้สามารถนำเสนอข้อมูลได้อย่าง รวดเร็วและถูกต้อง ในรูปแบบของ point cloud แสดงพื้นผิว 3 มิติของวัตถุในระยะทางตั้งแต่สิบเมตรถึงหลายร้อยเมตร ขึ้นอยู่กับประเภทและลักษณะทางเทคนิคของเครื่องสแกนที่ใช้ ดังนั้นการใช้เครื่องสแกนด้วยเลเซอร์ภาคพื้นดิน จำเป็นอย่างยิ่ง ที่จะต้องมีการวางแผนที่ดีเพื่อให้คัมค่ากับงบประมาณใน โครงการก่อสร้าง

งานวิจัยนี้คณะวิจัยได้ศึกษา หลักการที่สำคัญในการวางแผนการสแกนด้วยเลเซอร์ภาคพื้นดินที่สำคัญไว้ 3 ประการด้วยกันคือ 1) ขนาดของเลเซอร์ที่ทำการสแกน 2) มุมและระยะ 3) ความหนาแน่นของการสแกน โดยปัจจัยทั้ง 3 ประการนั้น จะทำหน้าที่สร้างความหนาแน่นของ Point Cloud ออกมา ซึ่งในการสแกนแต่ละครั้งแนวสแกนไม่ควรจะ ซ้ำร่อยกัน ดังนั้นจึงต้องทำการกำหนดมุมและความกว้างของ ลำแสงเลเซอร์ให้ชัดเจนเพื่อที่จะได้ความหนาแน่นของภาพหน้าตัดอุโมงค์ที่แม่นยำ โดยในงานวิจัยนี้ได้มีการคำนวณหา ความเหมาะสมของความละเอียดเชิงมุมและระยะของการ สแกนที่แตกต่างเพื่อหาค่าความเหมาะสมและแม่นยำที่สุด

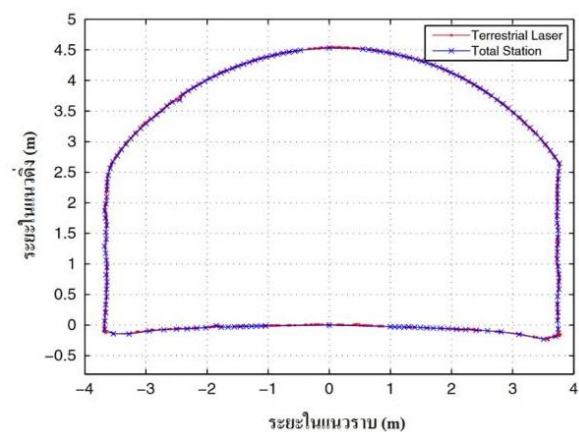
เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของผลลัพธ์ คณะวิจัยได้วัด อุโมงค์ที่มีลักษณะคล้ายวงกลม ตั้งอยู่ใกล้กับวิทยาลัย Oviedo School of Mieres ซึ่งเป็นเมืองเหมืองถ่านหินดั้งเดิมทาง ตะวันตกเฉียงเหนือของประเทศสเปน อุโมงค์นี้มีความยาว ประมาณ 105 ม. และมีรัศมีภายในประมาณ 4.3 ม. รูปที่ 2.38 และ รูปที่ 2.39 แสดงรูปทรงของอุโมงค์จาก Point Cloud ที่สแกนด้วยเครื่องเลเซอร์สแกนเนอร์ภาคพื้นดิน (TLS) วิธีการ ทำงานคือติดตั้งเครื่องสแกน RIEGL LMS-Z390i ไว้ที่ทางเข้า อุโมงค์ตามแนวระนาบ แล้วจึงเปรียบเทียบผลที่ได้กับข้อมูล ชุดโปรไฟล์หน้าตัดที่สร้างขึ้นโดยใช้กล้องสำรวจแบบ Total Station รุ่น Leica TCRM 1103 ที่มีความแม่นยำสูงในการวัด ระยะและกำหนดค่ามุม

นอกจากนี้ ในการวางตำแหน่งการวัดระยะ (STA.) แต่ละโปรไฟล์ ความเอียงของมุมและองศาการสแกนถูกย่อ ให้เล็กน้อย ช่วงเชิงมุมคือ 0.03 องศา เพื่อประเมินอิทธิพลของ มุมตกกระทบและขนาดของแนวสแกน และเปรียบเทียบผล ดังรูปที่ 12

การใช้ TLS เพื่อวัดรูปทรงของอุโมงค์ต้องมีการวางแผน อย่างรอบคอบเพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่แม่นยำ เชื่อถือได้ และคัมค่า ซึ่งจะต้องคำนึงถึง ความหนาแน่นของการสแกน มุมตกกระทบ และแนวสแกน เป็นปัจจัยสำคัญที่จะส่งผลกระทบต่อกระบวนการ วัด ทั้งนี้เพราะเมื่อระยะห่างมากขึ้น มุมตกกระทบก็จะ ขยายไปถึงจุดที่ส่งผลเสียต่อความแม่นยำของการวัดตำแหน่ง



รูปที่ 11 รูปทรงของอุโมงค์จาก Point Cloud ที่สแกนด้วย เครื่องเลเซอร์สแกนเนอร์ภาคพื้นดิน (TLS) [9]



รูปที่ 12 ภาพซ้อนทับวงรอบหน้าตัดอุโมงค์ (Leica TPS) และ ข้อมูล TLS ในตำแหน่งที่ PK18 แสดงให้เห็นค่า ความคลาดเคลื่อนของเครื่องมือวัดทั้ง 2 ชนิดซึ่งมี ความคลาดเคลื่อนอยู่ที่ 0.01 m. ในระยะไม่เกิน 10.00 m. โดยมีตำแหน่งการวัดช่วงเชิงมุมคือ 0.03 องศา [9]

5.วิธีดำเนินการวิจัย

ขั้นตอนในการดำเนินการวิจัย มีรายละเอียดดังนี้

5.1ออกแบบ ประกอบ และติดตั้งเครื่องมือวัดมิติอุโมงค์

ผู้วิจัยได้แบ่งการออกแบบเป็น 2 ส่วน 1) ชิ้นส่วนโครงสร้าง ประกอบไปด้วย คานขวาง ชุดจับยึดเลเซอร์วัดระยะ และโครงรองรับ และ 2) อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์สำหรับควบคุมการหมุนของเลเซอร์วัดระยะ การประกอบและติดตั้งอุปกรณ์ทั้ง 2 ส่วน จำเป็นต้องมีความมั่นคงและให้เกิดแนวระนาบการหมุนลำแสงเลเซอร์ที่ขนานกับคานขวางให้มากที่สุด

5.2สอบเทียบและทดลองเครื่องมือ

ผู้วิจัยได้ทำการทดสอบเปรียบเทียบความน่าเชื่อถือของเครื่องวัดมิติอุโมงค์โดยการจำลองอุโมงค์แบบต่าง ๆ เช่น ชั้มประตู, โถงทางเดิน, โถงบันได และแบบจำลองอุโมงค์ย่อยส่วน เป็นต้น แล้วนำระยะที่ได้บางมุมมองมาสอบเทียบกับเครื่องเลเซอร์วัดระยะแบบมือถือ, เทปวัดระยะและกล้องประมวลผลรวม (Total Station) พร้อมทั้งทำซ้ำโดยการยกออกและติดตั้งใหม่บนรางรถไฟจำลองในตำแหน่งเดิมและเปลี่ยนบุคคลในการทำการทดสอบ

5.3เก็บข้อมูลภาคสนาม ณ อุโมงค์เขาพังเหย

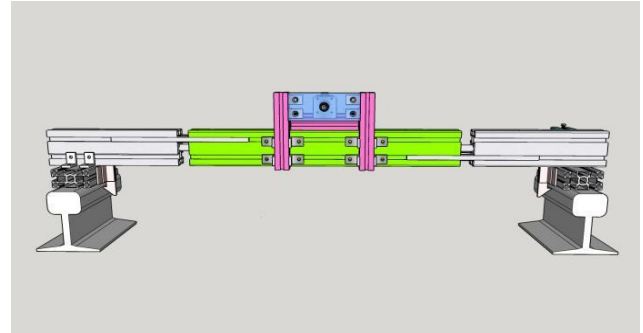
ผู้วิจัยตรวจสอบเครื่องวัดมิติอุโมงค์ในภาคสนามด้วยการวัดมิติอุโมงค์เขาพังเหย จ. ลพบุรี เพื่อทดสอบคุณภาพและความน่าเชื่อถือ พร้อมกับหาข้อมูลสอบเทียบกับเครื่องเลเซอร์วัดระยะแบบมือถือ เทปวัดระยะ และกล้องประมวลผลรวม (Total Station) พร้อมทั้งทำซ้ำโดยการยกออกและติดตั้งใหม่บนรางรถไฟในตำแหน่งเดิมและเปลี่ยนบุคคลในการทำการทดสอบ

6.ผลการวิจัย

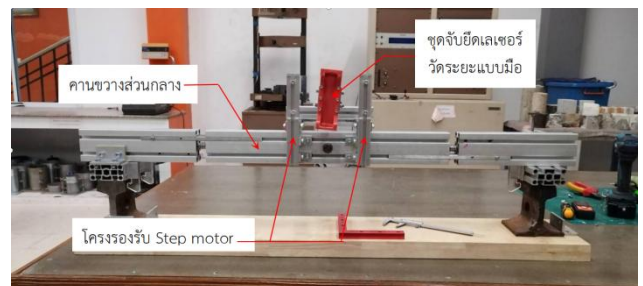
ผลการวิจัย มีรายละเอียดดังนี้

6.1ผลการออกแบบ ประกอบ และติดตั้งเครื่องมือวัดมิติอุโมงค์

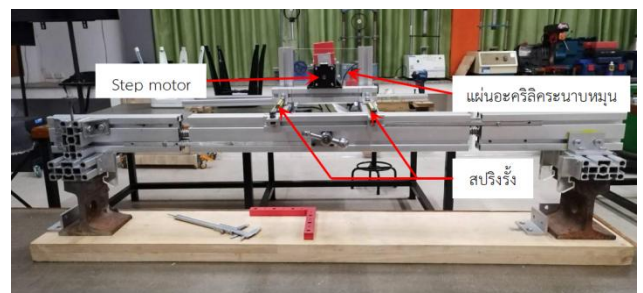
ผู้วิจัยได้ดำเนินการออกแบบชิ้นส่วนโครงสร้างโดยออกแบบเป็นภาพ 3 มิติ ด้วยโปรแกรมออกแบบในคอมพิวเตอร์ ดังรูปที่ 13 แล้ววางแผนในการจัดเตรียมและประกอบชิ้นส่วนโครงสร้าง ดังรูปที่ 14 และอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และไมโครคอนโทรลเลอร์ ดังรูปที่ 15 หลังจากนั้นประกอบอุปกรณ์ทั้ง 2 ส่วนเข้าด้วยกัน ดังรูปที่ 16



รูปที่ 13 ภาพการออกแบบโครงสร้างต่างๆของเครื่องวัดมิติอุโมงค์



ก) ภาพด้านหน้า

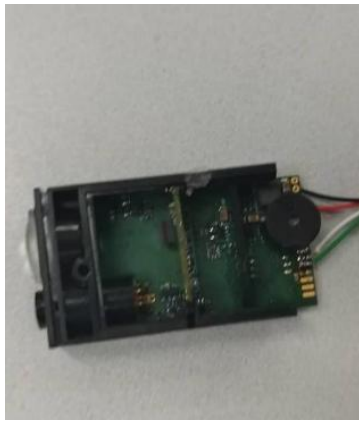


ข) ภาพด้านหลัง

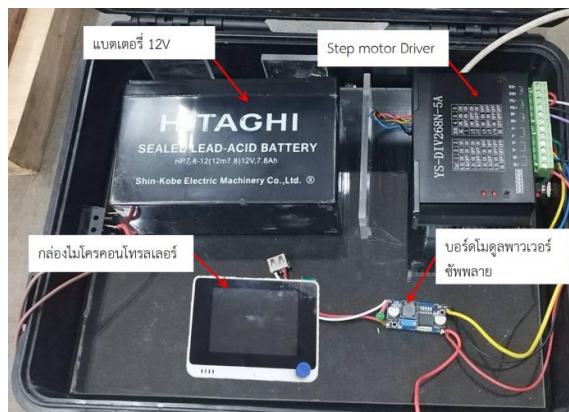


ค) ภาพด้านข้าง

รูปที่ 14 ผลการประกอบชิ้นส่วนโครงสร้าง

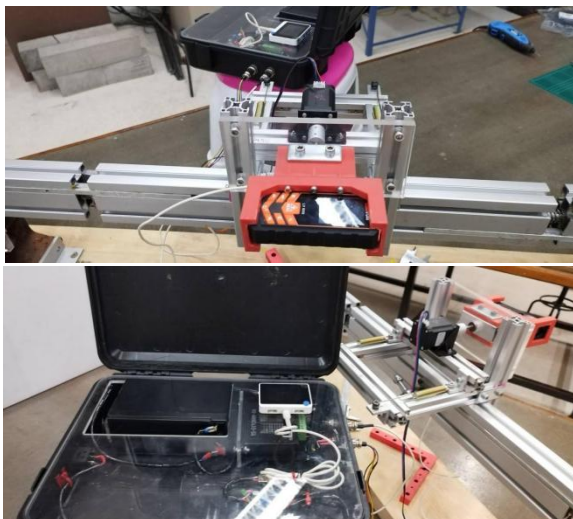


ก) โมดูลเลเซอร์วัดระยะ



ข) ชุดโมดูลไมโครคอนโทรลเลอร์ และกล่องกันกระแทก

รูปที่ 15 ผลการประกอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และชุดโมดูลคอนโทรลเลอร์



รูปที่ 16 ผลการประกอบชิ้นส่วนโครงสร้างและอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์

ตารางที่ 1 เปรียบเทียบการพัฒนาเครื่องวัดมิติอุโมงค์ รุ่นที่1 รุ่นที่2 และรุ่นที่ 3

เครื่องมือ	รุ่นที่ 1	รุ่นที่2	รุ่นที่ 3
คุณสมบัติ			
การวัดองศา	ใช้มือหมุน	ใช้มือหมุน	อัตโนมัติ
การเก็บข้อมูล	จดบันทึก	จดบันทึก	บันทึกอัตโนมัติใน (SD Card)
ความเร็ว/1 รอบการวัด	15-20 นาที	15-20 นาที	6 นาที
การรายงานผล	ตารางรายงาน	ตารางรายงาน	โปรแกรมสเปรดชีต

6.2 ผลการสอบเทียบและทดลองเครื่องมือ

ในการสอบเทียบเครื่องมือผู้วิจัยจะทดสอบเปรียบเทียบความน่าเชื่อถือของเครื่องวัดมิติอุโมงค์ 2 รูปแบบดังนี้

1) ผลการสอบเทียบเครื่องวัดมิติอุโมงค์กับเครื่องวัดระยะชนิดต่าง ๆ ในห้องปฏิบัติการ และอุโมงค์จำลองแบบต่าง ๆ เช่น โถงทางเดินและโครงสร้างอาคารที่มีลักษณะคล้ายอุโมงค์ ทั้งนี้ มุมตัวแทนการวัดจะกำหนดไว้เพียง 5 มุมครอบคลุมมุมทั้งหมด 180 องศา เพื่อสะดวกในการวัดสอบเทียบโดยเครื่องมือพื้นฐาน

ตารางที่ 2 ผลการสอบเทียบการวัดระยะเครื่องมือวัดมิติอุโมงค์กับเครื่องมือวัดระยะชนิดต่าง ๆ ในห้องปฏิบัติการ

เครื่องมือ	เครื่องมือวัดมิติอุโมงค์ (ม.)	เลเซอร์วัดระยะแบบมือถือ (ม.)	เทปวัดระยะ (ม.)	กล้องประมวลผลรวม (ม.)
มุม 0	0.678	0.678	0.675	0.676
45	0.906	0.906	*	*

ตารางที่ 2 ผลการสอบเทียบการวัดระยะเครื่องมือวัดมิติ อุโมงค์กับเครื่องมือวัดระยะชนิดต่าง ๆ ใน ห้องปฏิบัติการ (ต่อ)

เครื่องมือ มุม	เครื่องมือ มิติ อุโมงค์ (ม.)	เลเซอร์วัด ระยะแบบ มือถือ (ม.)	เทปวัด ระยะ (ม.)	กล้อง ประมวล ผลรวม (ม.)
90	1.963	1.963	*	1.961
135	1.060	1.060	*	*
180	0.749	0.749	0.752	0.752

* ไม่สามารถวัดระยะในมุมนี้ได้ และคาดว่าจะมีความคลาดเคลื่อนสูง

ตารางที่ 3 ผลการสอบเทียบการวัดระยะเครื่องมือวัดมิติ อุโมงค์ กับเครื่องมือวัดระยะ ชนิดต่าง ๆ ในอุโมงค์จำลอง 1

เครื่องมือ มุม	เครื่องมือ มิติ อุโมงค์ (ม.)	เลเซอร์วัด ระยะแบบ มือถือ (ม.)	เทปวัด ระยะ (ม.)	กล้อง ประมวล ผลรวม (ม.)
0	1.669	1.669	1.667	1.670
45	2.358	2.357	*	*
90	2.455	2.455	*	2.455
135	2.085	2.084	*	*
180	1.452	1.452	1.454	1.453

* ไม่สามารถวัดระยะในมุมนี้ได้ และคาดว่าจะมีความคลาดเคลื่อนสูง

ตารางที่ 4 ผลการสอบเทียบการวัดระยะเครื่องมือวัดมิติอุโมงค์ กับเครื่องมือวัดระยะชนิดต่าง ๆ ในอุโมงค์จำลอง 2

เครื่องมือ มุม	เครื่องมือ มิติอุโมงค์ (ม.)	เลเซอร์วัด ระยะแบบ มือถือ (ม.)	เทปวัด ระยะ (ม.)	กล้อง ประมวล ผลรวม (ม.)
0	0.790	0.790	0.787	0.789
45	1.172	1.171	*	*

ตารางที่ 4 ผลการสอบเทียบการวัดระยะเครื่องมือวัดมิติอุโมงค์ กับเครื่องมือวัดระยะชนิดต่าง ๆ ในอุโมงค์จำลอง 2

เครื่องมือ มุม	เครื่องมือ มิติอุโมงค์ (ม.)	เลเซอร์วัด ระยะแบบ มือถือ (ม.)	เทปวัด ระยะ (ม.)	กล้อง ประมวล ผลรวม (ม.)
90	1.903	1.903	*	1.901
135	1.133	1.132	*	*
180	0.773	0.773	0.775	0.772

* ไม่สามารถวัดระยะในมุมนี้ได้ และคาดว่าจะมีความคลาดเคลื่อนสูง

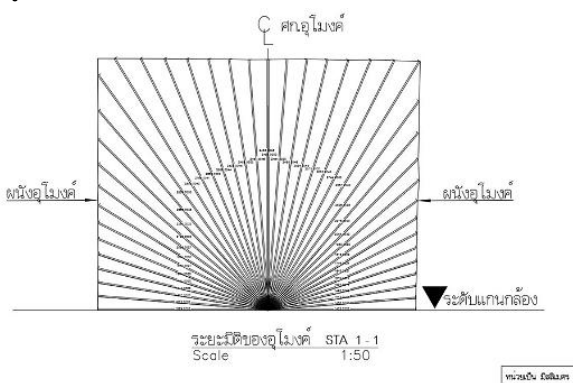
ผลการสอบเทียบการวัดระยะเครื่องมือวัดมิติอุโมงค์ไฟฟ้ากับเครื่องมือวัดระยะชนิดต่าง ๆ ในห้องปฏิบัติการ และอุโมงค์จำลอง มีค่าใกล้เคียงกัน โดยการสอบเทียบในห้องปฏิบัติการ และอุโมงค์จำลองแบบต่าง ๆ มีค่าความคลาดเคลื่อนต่างจากเครื่องมือวัดระยะชนิดต่าง ๆ ไม่เกิน ± 0.003 ม. โดยค่าความคลาดเคลื่อนที่น้อยที่สุด ถึง มากที่สุด คือ เครื่องเลเซอร์วัดระยะแบบมือถือ กล้องประมวลผลรวม และเทปวัดระยะตามลำดับ ทั้งนี้เนื่องจากผู้วิจัยตั้งใจออกแบบให้มีเครื่องเลเซอร์วัดระยะแบบมือถืออีก 1 เครื่องยึดติดกับแกนหมุน และหมุนไปพร้อมกับโมดูลเลเซอร์วัดระยะ เพื่อให้เป็นอุปกรณ์สำรองเพื่อตรวจสอบการใช้งานเครื่องมือวัดมิติอุโมงค์ในอนาคต กล้องประมวลผลรวมตรวจวัดโดยการตั้งกล้องห่างออกมาจากตำแหน่งวัดประมาณ 3-5 ม. และใช้เป้าสะท้อนแสงในการเล็งเป้าตามมุมต่าง ๆ ตรงกับตำแหน่งที่จุดแสงเลเซอร์ของเครื่องมือวัดมิติอุโมงค์แสดงบนผนังอุโมงค์จำลอง แต่ยังคงมีความคลาดเคลื่อนระดับหนึ่ง การใช้เทปวัดระยะให้ค่าความคลาดเคลื่อนมากที่สุด เนื่องมาจาก ความผิดพลาดจากผู้ทดสอบ (User error) จากการดึงเทปที่ตึงหรือหย่อนมากเกินไป และดึงปลายเทปวัดไปที่ผนังอุโมงค์จำลองอาจจะมีคลาดเคลื่อน

2) ผลการสอบเทียบการวัดระยะของเครื่องมือวัดมิติอุโมงค์โดยเปลี่ยนบุคคลทำการทดสอบ ในห้องปฏิบัติการ และในอุโมงค์จำลองแบบต่าง ๆ

ผลการเปรียบเทียบเครื่องมือวัดมิติอุโมงค์ โดยการยกออกและติดตั้งใหม่บนรางรถไฟจำลองในตำแหน่งเดิมและ

เปลี่ยนบุคคลในการทำการทดสอบ ได้ค่าจากการวัดมิติที่ใกล้เคียงกัน อุโมงค์จำลอง 1 และอุโมงค์จำลอง 2 จากการวัดระยะของบุคคลที่ 1 และบุคคลที่ 2 มีค่าเฉลี่ยความแตกต่างไม่เกิน ± 0.002 ม. และ ± 0.001 ม. ตามลำดับ

เมื่อทำการวัดมิติอุโมงค์จำลองเสร็จสิ้น ผู้วิจัยได้นำค่ามุมและระยะที่วัดได้จากบริเวณกลางรางรถไฟจำลองถึงผนังอุโมงค์จำลอง สร้างรูปจำลองในโปรแกรมเขียนแบบได้ดังรูปที่ 17



รูปที่ 17 แสดงการนำข้อมูลจากการวัดมิติด้วยเครื่องวัดมิติอุโมงค์รถไฟมาเขียนรูปหน้าตัดอุโมงค์จำลอง

6.3 ผลการเก็บข้อมูลภาคสนาม ณ อุโมงค์เขาพังเหย

ในการเก็บข้อมูลภาคสนาม ผู้วิจัยทดสอบเครื่องมือวัดมิติอุโมงค์ ได้ผลดังนี้

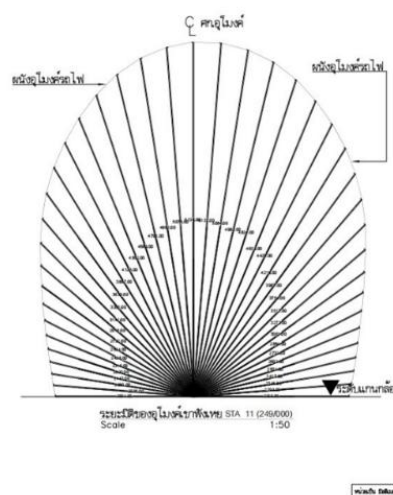
1) ผลการเก็บข้อมูลภาคสนาม ณ อุโมงค์เขาพังเหย ดังรูปที่ 18 โดยสอบเทียบกับเครื่องเลเซอร์วัดระยะแบบมือถือ, เทปวัดระยะ และกล้องประมวลผลรวม (Total Station) ในตำแหน่งการวัดรูปหน้าตัดที่ 1 และตำแหน่งการวัดรูปหน้าตัดที่ 2 มีค่าใกล้เคียงกัน ซึ่งค่าความคลาดเคลื่อนการวัดระยะทางของเครื่องมือวัดมิติอุโมงค์กับเทปวัดระยะ และกล้องประมวลผลรวม (Total Station) ไม่เกิน ± 0.003 ม. และ ± 0.002 ม. ตามลำดับ

2) ผลการเก็บข้อมูลภาคสนาม ณ อุโมงค์เขาพังเหย สอบเทียบการทำซ้ำในตำแหน่งเดิม โดยเปลี่ยนบุคคลในการทำการใช้เครื่องมือวัดมิติอุโมงค์ ในตำแหน่งการวัดรูปหน้าตัดที่ 1 และตำแหน่งการวัดรูปหน้าตัดที่ 2 มีค่าใกล้เคียงกัน ซึ่งค่าความคลาดเคลื่อนการวัดระยะในการทำซ้ำและเปลี่ยนบุคคล ไม่เกิน ± 0.002 ม. และ ± 0.003 ม. สำหรับทั้ง 2 รูปหน้าตัดตามลำดับ

3) ผลการเก็บข้อมูลภาคสนาม ณ อุโมงค์เขาพังเหย โดยจะแบ่งการวัดอุโมงค์ทั้งหมด 3 ตำแหน่ง (3 รูปหน้าตัด) จากนั้นนำค่ามุมและระยะที่วัดได้ มาสร้างรูปจำลองในโปรแกรมเขียนแบบ โดยยึดจุดอ้างอิงที่ตำแหน่งแนวกลางรางรถไฟ ซึ่งผลการสร้างรูปจำลองรูปหน้าตัดอุโมงค์มีรูปหน้าตัดดังรูปที่ 19



รูปที่ 18 อุโมงค์เขาพังเหย จ. ลพบุรี



รูปที่ 19 แสดงการนำข้อมูลจากการวัดมิติด้วยเครื่องวัดมิติอุโมงค์รถไฟมาเขียนรูปหน้าตัดอุโมงค์รถไฟเขาพังเหย

7.สรุปผลการวิจัย

7.1การออกแบบ ประกอบ และติดตั้งเครื่องมือวัดมิติอุโมงค์

จากผลการออกแบบผู้วิจัยได้ดำเนินการออกแบบชิ้นส่วนโครงสร้างเป็นภาพ 3 มิติ ด้วยโปรแกรมเขียนแบบสามมิติ ทำให้การประกอบชิ้นส่วนโครงสร้าง และชุดจับยึดโมดูลเลเซอร์วัดระยะมีความถูกต้อง แม่นยำ สามารถสร้างระนาบการหมุนที่ขนานกับคานขวาง และตั้งฉากกับแนวราง ได้อย่างมั่นคง และ เกิดความแม่นยำในการหมุนซ้ำในแต่ละครั้ง เกิดความคลาดเคลื่อนน้อยในการวัด และสุดท้ายชุดอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และชุดโมดูลคอนโทรลเลอร์ สามารถหมุนลำแสงเลเซอร์ไปในมุมต่าง ๆ ซ้ำที่เดิมทุก ๆ 4.5 องศา เป็นจุดแสงตำแหน่งเดิมบนผนังอุโมงค์ ทั้งขาไปและกลับของการวัด 1 รอบ

7.2การสอบเทียบเครื่องวัดมิติอุโมงค์กับเครื่องมือวัดระยะชนิดต่าง ๆ ในห้องปฏิบัติการ และอุโมงค์จำลอง

จากผลการสอบเทียบเครื่องมือวัดมิติอุโมงค์มีความสามารถในการวัดมิติอุโมงค์ได้ทุกมุมที่ตั้งค่าการวัดมิติไว้ และเมื่อสอบเทียบกับเครื่องมือวัดประเภทต่าง ๆ ก็ให้ผลการวัดมิติอุโมงค์ที่ตรงกันและมีค่าที่แตกต่างกันในบางมุม ไม่เกิน ± 3 มิลลิเมตร ซึ่งถือว่าเป็นค่าความคลาดเคลื่อนอยู่ในช่วงที่ใกล้เคียงกับค่าความคลาดเคลื่อนของกล้องประมวลผลรวม (Total Station) ที่สามารถทำการวัดระยะต่างๆในระนาบหน้าตัดขวางหนึ่ง โดยมีค่าคลาดเคลื่อนอยู่ที่ระดับ $\pm 1 - 2$ มิลลิเมตร ซึ่งปัจจุบันถือเป็นเครื่องมือวัดหลักที่ใช้ในการวัดมิติอุโมงค์ ดังนั้นเครื่องวัดมิติอุโมงค์รถไฟด้วยเลเซอร์วัดระยะและควบคุมด้วยชุดไมโครคอนโทรลเลอร์จึงมีความสามารถนำไปใช้ทดแทนงานวัดมิติอุโมงค์รถไฟในสนามได้ โดยลักษณะการวัดของเครื่องวัดมิติอุโมงค์รถไฟด้วยเลเซอร์จะมีความสะดวกในการหาขอบเขตผนังอุโมงค์ที่ดีกว่า เนื่องจากการสร้างระนาบและศูนย์กลางการวัดที่อ้างอิงกับแนวกลางรางรถไฟที่เข้าได้ง่าย มั่นคงและน่าเชื่อถือกว่า

7.3การเก็บข้อมูลภาคสนาม ณ อุโมงค์เขาพังเหย

จากผลการสอบเทียบมีค่าความคลาดเคลื่อนการวัดระยะทางของเครื่องวัดมิติอุโมงค์กับเครื่องมือวัดระยะชนิดต่าง ๆ ไม่เกิน ± 3 มิลลิเมตร ทั้งนี้ความคลาดเคลื่อนจากการวัดอุโมงค์จริงมีความเกี่ยวข้องโดยตรงต่อ สภาพผิวของอุโมงค์ ซึ่งบางตำแหน่งมีผิวอุโมงค์ที่อาจจะไม่สม่ำเสมอ หรือมีพีซหรือตะไคร่ปกคลุมผิวอุโมงค์ แต่อย่างไรก็ตามผลการวัดสามารถ

นำไปขึ้นรูปจำลองผนังอุโมงค์ด้วยโปรแกรมเขียนแบบ ซึ่งรูปหน้าตัดที่ได้มีความสอดคล้องกับลักษณะจริงของอุโมงค์ ดังนั้นเครื่องวัดมิติอุโมงค์รถไฟด้วยเลเซอร์วัดระยะและควบคุมด้วยชุดไมโครคอนโทรลเลอร์สามารถนำไปใช้ในงานวัดมิติอุโมงค์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง สามารถนำไปใช้สร้างข้อมูลอ้างอิงเริ่มแรก (Initial Reference) ระหว่างผนังอุโมงค์ และทางรถไฟ เพื่อใช้ในการตรวจสอบการเคลื่อนตัวของผนังอุโมงค์และรางจากเหตุการณ์ที่ไม่คาดฝัน เช่น เกิดการระเบิดรุนแรงในอุโมงค์ เกิดอุบัติเหตุรถไฟตกรางในอุโมงค์ และเกิดแผ่นดินไหวที่ทำให้เกิดความไม่ปลอดภัยในการเดินรถไฟเข้าไปในอุโมงค์ เป็นต้น

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงได้ขอขอบคุณ การรถไฟแห่งประเทศไทย ที่อนุญาตให้เข้าพื้นที่ ณ อุโมงค์เขาพังเหย ขอขอบพระคุณ นายสุริยา พิทักษ์กุล วิศวกรงานเทคนิคบำรุงทาง กองบำรุงเขตขอนแก่น ที่ให้คำปรึกษาในการออกแบบ และ อำนวยความสะดวกในการติดต่อประสานงานในการเข้าพื้นที่ภาคสนาม ขอขอบพระคุณ นายประเสริฐ แสงเดือน ครูชำนาญการพิเศษ แผนกวิชาอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคอุดรธานี ที่ให้คำปรึกษาแนะนำทางด้านอิเล็กทรอนิกส์ ขอขอบพระคุณ นายรุฒพงศ์ จุลชัยวรกุล ครูชำนาญการ แผนกวิชาช่างกลโรงงาน วิทยาลัยเทคนิคอุดรธานี ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการสร้างชิ้นส่วนประกอบกลไกต่าง ๆ

เอกสารอ้างอิง

- [1] P. Suriya, "Transverse Measurement Tools for Railway Tunnels", Report on Structural Measurement Inside Chong Khao Tunnel, Bridge Department, Bridge Center, Civil Engineering Division, State Railway of Thailand, 2016. (In Thai)

- [2] S. Kittidech, "Competency Enhancement Program According to Occupational Standards and Professional Qualifications for Industries Related to Transportation System Development: High-Speed Rail and Rail System Professional Sector", Academic Service Project, Thailand Professional Qualification Institute (Public Organization), 2020. (In Thai)
- [3] L. Yanbin, C. Jianxun, X. Weizheng, Z. Pengyu, Q. Xiong, D. Xianghui, and L. Qin, 2016, "Analysis of tunnel displacement accuracy with total station", *Measurement*, Vol 83, pp. 29–37.
- [4] L. Cheng, L. Xiaoping, Z. Ningning Z., L. Yao, W. Yongbin, and L. Guo-qing, 2015, "Continuously extracting section and deformation analysis for subway tunnel based on LiDAR points", *Acta Geodaetica et Cartographica Sinica*, 44(9), pp.1056–1062.
- [5] Geodetic Systems Inc., "Basics of photogrammetry", [Online]. <https://www.geodetic.com/basics-of-photogrammetry/>.
- [6] M. Scaioni, L. Barazzetti, A. Giussani, M. Previtali, F. Roncoroni, and M.I. Alba, "Photogrammetric techniques for monitoring tunnel deformation", *Earth Science Informatics*, Vol 7(2), pp. 83–95, 2014.
- [7] S. Kittidech, and P. Suriya, "Measurement of Railway Tunnel Cross-section with Laser Range Finder", *The 28th National Convention on Civil Engineering*, Phuket, 24-26 May, pp. INF04-2, INF04-4, 2023. (In Thai)
- [8] Terabee, "Time-of-flight principle", [Online]. <https://www.terabee.com/time-of-flight-principle/>.
- [9] Ramón Argüelles-Fraga et al., "Measurement planning for circular cross-section tunnels using terrestrial laser scanning", *Automation in Construction*, Vol 31, pp. 1-9, 2013.

การประเมินประสิทธิภาพระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์แบบออนกริดบนหลังคาอาคารเรียน
กรณีศึกษา วิทยาลัยเทคนิคหนองบัวลำภู

Performance Evaluation of an On-Grid Solar Photovoltaic System Installed on an
Educational Building : A Case Study of Nongbualamphu Technical College

ยุทธนา จันทสิลา¹, นิธิพล จวงทอง² และ สมชาติ โสณะแสง^{3*}

Yutthana Chanthasila¹, Nitipouln Juangthong² and Somchat Sonasang^{3*}

^{1,2}สาขาวิชาเทคโนโลยีไฟฟ้า วิทยาลัยเทคนิคหนองบัวลำภู สถาบันอาชีวศึกษาภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 1 จังหวัดหนองบัวลำภู 39000

³หน่วยวิจัยองค์ประกอบไฟฟ้าและอุปกรณ์ไร้สาย คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยนครพนม จังหวัดนครพนม 480000

^{1,2}Field of Electrical Technology, Nongbualamphu Technical College, Institute of Vocational Education : Northeastern Region1,
Nongbualamphu, 39000

³Electrical Elements and Wireless Devices Unit (EEWDU), Faculty Industrial Technology,
Nakhon Phanom University, Nakhon Phanom, 48000

Received : 2025-04-19 Revised : 2025-05-02 Accepted : 2025-05-06

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบติดตั้ง และวิเคราะห์ประสิทธิภาพของระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์แบบเชื่อมต่อกับระบบจำหน่ายออนกริด (On-grid PV System) สำหรับอาคารเรียน 4 ชั้น ภายในวิทยาลัยเทคนิคหนองบัวลำภู โดยพิจารณาติดตั้งระบบที่มีขนาดกำลังการผลิต 20 กิโลวัตต์ ด้วยการใช้แผงเซลล์แสงอาทิตย์ขนาด 550 วัตต์ จำนวน 40 แผง ต่อแบบอนุกรม ผลการศึกษาพบว่า ระบบสามารถผลิตพลังงานได้โดยเฉลี่ย 6 ชั่วโมงต่อวัน ภายใต้ช่วงเวลาที่แสงแดดเพียงพอ โดยผลิตพลังงานไฟฟ้าได้รวม 10.04 เมกะวัตต์-ชั่วโมง ในช่วงการทดลอง ซึ่งเทียบเท่ากับ 47.06 % ของพลังงานที่ใช้ทั้งหมด ขณะที่การพึ่งพาพลังงานจากการไฟฟ้ายังอยู่ที่ 11.30 เมกะวัตต์-ชั่วโมง (52.94 %) นอกจากนี้ยังสามารถลดภาระการใช้พลังงานจากแหล่งฟอสซิล และส่งคืนพลังงานส่วนเกินเข้าสู่ระบบจำหน่ายได้ประมาณ 449.73 กิโลวัตต์-ชั่วโมง ต่อวัน (4.31%)

ผลการวิเคราะห์ยังพบว่า ประสิทธิภาพการใช้พลังงานจากระบบโซลาร์เซลล์อยู่ในเกณฑ์สูง โดยมีอัตราการใช้พลังงานจากแผงโซลาร์เซลล์โดยตรงถึง 95.69% ของพลังงานที่ผลิตได้ทั้งหมด ก่อให้เกิดการลดค่าไฟฟ้าอย่างมีนัยสำคัญทางเศรษฐศาสตร์ ทั้งนี้

ระบบที่ติดตั้งสามารถใช้เป็นต้นแบบในการพัฒนาแนวทางการติดตั้งระบบในอาคารเรียนอื่น ๆ ที่มีลักษณะคล้ายคลึงกัน เพื่อส่งเสริมการใช้พลังงานสะอาดและเพิ่มความมั่นคงทางพลังงานในระดับท้องถิ่นอย่างยั่งยืน

คำสำคัญ : การประเมินประสิทธิภาพ, ระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์, แบบออนกริด

Abstract

This study aims to design, install, and evaluate the performance of an on-grid solar photovoltaic (PV) system for a four-story educational building at Nongbualamphu Technical College. A 20-kilowatt system was designed and installed, comprising forty 550-watt solar panels connected in series. The system is expected to operate an average of 6 hours per day under sufficient sunlight. Results show that the system can generate approximately 10.04 MWh during the experiment period, accounting for 47.06% of the building's total energy consumption, while the remaining 52.94 % (11.30 MWh) continues to be

*สมชาติ โสณะแสง

E-mail address : somchat.s@npu.ac.th

supplied by the grid. Additionally, around 449.73 kWh per day (4.31%) of excess energy is fed back into the grid.

The performance analysis indicates a high efficiency in energy utilization, with 95.69% of the solar energy being directly consumed within the system. This significantly reduces electricity costs, lowers dependency on fossil fuels, and promotes the use of clean energy. The findings suggest that this solar PV system can serve as a model for implementing similar systems in educational institutions or public facilities to enhance local energy sustainability and promote environmentally friendly practices.

Keywords : Performance Evaluation, Solar Photovoltaic System, On-grid

1.ที่มาและความสำคัญของปัญหา

ในยุคปัจจุบัน พลังงานไฟฟ้าถือเป็นหนึ่งในปัจจัยพื้นฐานสำคัญที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพการดำเนินงานในภาคส่วนต่าง ๆ โดยเฉพาะในสถาบันการศึกษาซึ่งมีการใช้พลังงานไฟฟ้าอย่างต่อเนื่อง เพื่อสนับสนุนการเรียนการสอนของของนักเรียน นักศึกษา การใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ และระบบสนับสนุนอาคารต่าง ๆ ส่งผลให้ต้นทุนด้านพลังงานกลายเป็นภาระสำคัญที่ต้องบริหารจัดการอย่างมีประสิทธิภาพ ทั้งนี้ เพื่อให้สอดคล้องกับแนวทางการพัฒนาที่ยั่งยืน การนำพลังงานทางเลือก โดยเฉพาะพลังงานแสงอาทิตย์ ซึ่งมีความสะอาด ไม่ก่อให้เกิดมลภาวะ และมีต้นทุนการผลิตลดลงอย่างต่อเนื่อง เข้ามาประยุกต์ใช้ในอาคารสถานศึกษา จึงเป็นแนวทางเหมาะสมและแนวทางในการปฏิบัติได้จริง ประเทศไทยมีศักยภาพด้านพลังงานแสงอาทิตย์ในระดับสูง เนื่องจากตั้งอยู่ในพื้นที่ที่ละติจูดต่ำซึ่งได้รับแสงอาทิตย์เกือบตลอดทั้งปี ทำให้ระบบผลิตไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์ (Photovoltaic: PV) เป็นอีกหนึ่งทางเลือกที่ได้รับความนิยมเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยเฉพาะในรูปแบบของระบบเชื่อมต่อกับสายส่งไฟฟ้าระบบออนกริด [1-3] สามารถทำงานร่วมกับระบบจำหน่ายของการไฟฟ้า และมีความยืดหยุ่นในการใช้งาน ทั้งยังสามารถส่งพลังงานส่วนเกินกลับเข้าสู่ระบบได้ ช่วยในการออกแบบระบบสำหรับการใช้ในระบบสถานียชาร์จายานยนต์ไฟฟ้า [4] จะช่วยลดค่าใช้จ่ายด้านพลังงานในระยะยาวได้อย่างมีประสิทธิภาพ บางส่วนก็มีการประยุกต์ใช้งานด้านการลดต้นทุนทางการเกษตรในพื้นที่ขาดแคลนน้ำ [5] สำหรับ

ประเทศไทย แม้ว่าจะมีการส่งเสริมให้มีการใช้พลังงานทดแทนเพิ่มขึ้นโดยภาครัฐ แต่ยังมีข้อจำกัดด้านข้อมูลและการวิเคราะห์ที่เหมาะสมในระดับท้องถิ่น โดยเฉพาะในสถานศึกษาของระบบอาชีวศึกษา การศึกษาแนวทางการติดตั้งและวิเคราะห์ผลลัพธ์ของระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์บนอาคารเรียนจึงเป็นสิ่งที่จำเป็นและมีคุณค่า เพื่อใช้เป็นต้นแบบสำหรับการขยายผลในระดับภูมิภาค และสนับสนุนเป้าหมายด้านพลังงานสะอาดของประเทศไทยในระยะยาว

แม้ว่างานวิจัยด้านนี้จะได้รับการพัฒนาอย่างกว้างขวางแต่อย่างไรก็ตาม บทความนี้จะมุ่งเน้นเฉพาะในขอบเขตของการประเมินความสามารถในการผลิตและการใช้งานระบบพลังงานไฟฟ้าจากแสงอาทิตย์ Qusay Hassan [6] เสนอการศึกษาการประเมินและปรับแต่งระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ทั้งแบบออฟกริดและออนกริด สำหรับการใช้งานในครัวเรือนทั่วไปในเมืองบากูบา ประเทศอิรัก โดยอาศัยการจำลองด้วยโปรแกรม HOMER เพื่อหาทางเลือกที่เหมาะสมที่สุดในเชิงเทคนิค เศรษฐศาสตร์ และสิ่งแวดล้อม ผลการศึกษาพบว่า ระบบออนกริดมีความคุ้มค่ามากกว่า โดยมีต้นทุนสุทธิ (Net Present Cost) เท่ากับ 6,115 ดอลลาร์ และต้นทุนพลังงานเฉลี่ย (Cost of Energy) อยู่ที่ 0.183 ดอลลาร์ต่อหน่วย ขณะที่ระบบออฟกริดมีต้นทุนสูงกว่าเล็กน้อย ระบบที่เหมาะสมคือระบบ PV ขนาด 4.275 กิโลวัตต์ ซึ่งสามารถผลิตไฟฟ้าได้ปีละประมาณ 6,212 หน่วย นอกจากนี้ระบบออนกริดยังมีข้อได้เปรียบด้านสิ่งแวดล้อมจากการลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และไม่จำเป็นต้องใช้แบตเตอรี่ซึ่งช่วยลดภาระด้านการบำรุงรักษาในระยะยาว เหมาะสมต่อการนำไปประยุกต์ใช้ในประเทศกำลังพัฒนา

K. M. Khedkar และคณะ [7] มุ่งเน้นการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์แบบที่เชื่อมต่อกับโครงข่ายไฟฟ้าระบบออนกริด ที่ติดตั้งในอาคารสถานศึกษาในประเทศอินเดีย โดยใช้ข้อมูลการผลิตไฟฟ้าและการใช้พลังงานจริงจากระบบขนาด 2.2 กิโลวัตต์ ผลการศึกษาพบว่าระบบสามารถผลิตพลังงานได้ประมาณ 3,000 กิโลวัตต์-ชั่วโมงต่อปี โดยมีอัตราส่วนประสิทธิภาพ (Performance ratio: PR) เฉลี่ยอยู่ที่ 75% ซึ่งแสดงถึงความสามารถในการแปลงพลังงานแสงอาทิตย์เป็นพลังงานไฟฟ้าได้อย่างมีประสิทธิภาพ การศึกษานี้เน้นย้ำถึงความสำคัญของการติดตามและวิเคราะห์ข้อมูลการผลิตไฟฟ้าอย่างต่อเนื่อง เพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพการทำงานของระบบ และเสนอ

แนวทางในการเพิ่มประสิทธิภาพของระบบ PV ในอาคารสถานศึกษา

Khaled M. Fetyan และ Rameen Hady [8] ได้ทำการประเมินประสิทธิภาพระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์แบบเชื่อมต่อกับโครงข่ายขนาด 90 กิโลวัตต์ ซึ่งติดตั้งบนหลังคาของ National Water Research Center ใน Qanatir ประเทศอียิปต์ โดยได้พัฒนาแบบจำลองด้วยโปรแกรม MATLAB/Simulink เพื่อวิเคราะห์สมรรถนะระบบโดยเปรียบเทียบกับข้อมูลพลังงานไฟฟ้าที่วัดจริง พบว่าพลังงานที่ผลิตได้มากที่สุดอยู่ในเดือนมิถุนายนและกรกฎาคม (ประมาณ 12.6 เมกะวัตต์-ชั่วโมง/เดือน) และต่ำที่สุดในเดือนมกราคม (5.3 เมกะวัตต์-ชั่วโมง/เดือน) โดยพลังงานที่ผลิตได้จริงต่อปี เท่ากับ 110 เมกะวัตต์-ชั่วโมง/เดือน ซึ่งเทียบเท่ากับ 62.5% ของค่าที่ออกแบบไว้ ซึ่งลดลงจากปัจจัยภายนอก เช่น การทำความสะอาดแผง และสภาพอากาศ การศึกษาแสดงให้เห็นถึงความสำคัญของการบำรุงรักษาระบบอย่างสม่ำเสมอเพื่อรักษาประสิทธิภาพของระบบให้ใกล้เคียงกับค่าที่ออกแบบไว้ และแสดงถึงศักยภาพของการประยุกต์ใช้งานระบบพลังงานแสงอาทิตย์ในประเทศที่มีรังสีดวงอาทิตย์สูงอย่างอียิปต์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

งานวิจัยภายในประเทศได้มีนักวิจัยได้ทำการศึกษาค้นคว้าพัฒนาระบบไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ได้มีการศึกษาและวิจัยเพื่อประเมินความเป็นไปได้ทั้งในเชิงเทคนิคและทางเศรษฐกิจของประเทศไทย นักวิจัยสมเจตน์ บุญชื่น และคณะ [9] ได้นำเสนอการออกแบบระบบออนกริดที่สามารถควบคุมการจ่ายพลังงานให้สัมพันธ์กับภาระโหลด โดยใช้วงจรควบคุมผ่านอุปกรณ์ Solid State Relay และไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino เพื่อหลีกเลี่ยงการจ่ายไฟฟ้าย้อนกลับเข้าสู่โครงข่ายไฟฟ้า ผลการศึกษาพบว่า ระบบสามารถลดการพึ่งพากระแสไฟฟ้าจากภายนอกได้อย่างมีประสิทธิภาพ และสามารถควบคุมการจ่ายพลังงานจากโซลาร์เซลล์ให้ตรงตามความต้องการของโหลดได้อย่างเหมาะสม ซึ่งเป็นแนวทางที่สอดคล้องกับข้อจำกัดเชิงนโยบายของไทยในบางพื้นที่ และส่งเสริมการใช้พลังงานสะอาดในระดับชุมชนอย่างเป็นรูปธรรม ทั้งนี้ งานวิจัยดังกล่าวยังเสนอแนวทางที่สามารถนำไปต่อยอดสู่การประเมินด้านเศรษฐศาสตร์ การเปรียบเทียบกับระบบผลิตไฟฟ้าแบบไฮบริด หรือระบบออนกริดที่มีการขายไฟคืน เพื่อยกระดับประสิทธิภาพและความคุ้มค่าของการใช้พลังงานแสงอาทิตย์ในภาคส่วนต่าง ๆ ต่อไป

ศตวรรษ เมืองชื่น และดำรงศักดิ์ วงศ์ตา [10] มีวัตถุประสงค์หลักเพื่อศึกษาขนาดกำลังที่เหมาะสมของการติดตั้งระบบ

โซลาร์เซลล์บนหลังคาอาคาร และวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ของโครงการ ภายใต้บริบทของสถาบันการศึกษาในพื้นที่ภาคเหนือของประเทศไทย การวิจัยนี้ออกแบบระบบที่มีกำลังการผลิต 118.8 กิโลวัตต์ โดยใช้แผงขนาด 330 วัตต์ จำนวน 360 แผง และวิเคราะห์ผลตอบแทนการลงทุนภายใต้สองกรณี ได้แก่ กรณีไม่มีค่าใช้จ่ายด้านบำรุงรักษา พบว่าในกรณีไม่มีค่าใช้จ่ายด้านบำรุงรักษา ระบบสามารถผลิตไฟฟ้าได้ 4,210,884 หน่วยตลอด 25 ปี ให้รายได้รวม 8,883,885 บาท มีมูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV) เท่ากับ 2,274,679 บาท และมีระยะเวลาคืนทุน 7.6 ปี ผลการวิจัยชี้ให้เห็นถึงความเป็นไปได้ในการลงทุนติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ในบริบทของสถานศึกษา และเป็นต้นแบบในการขยายผลสู่การลดการใช้ไฟฟ้าจากภาครัฐ พร้อมส่งเสริมการใช้พลังงานหมุนเวียนในระดับท้องถิ่นอย่างมีประสิทธิภาพและยั่งยืน

ชาธิ์ พงษ์วิจารณ์ และ สกนธ์ คล่องบุญจิต [11] มุ่งวิเคราะห์ความเป็นไปได้ของการนำระบบผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์แบบไฮบริดมาใช้ในอพาร์ทเมนต์ในบริบทของประเทศไทย การศึกษาครอบคลุมทั้งด้านเทคนิค เศรษฐศาสตร์ และสิ่งแวดล้อม พบว่าระบบสามารถลดการใช้พลังงานจากโครงข่ายได้ 2,207.40 เมกะวัตต์-ชั่วโมง และลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้ถึง 1,256.45 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า โดยมีมูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV) เท่ากับ 12,621,236.64 บาท และมีระยะเวลาคืนทุนในระยะเวลา 21 ปี 4 เดือน การศึกษาแสดงให้เห็นว่าโครงการมีความเป็นไปได้และเหมาะสมในการลงทุน โดยเฉพาะในบริบทของอาคารที่พักอาศัยที่มีการใช้พลังงานอย่างต่อเนื่องตลอด 24 ชั่วโมง

มนัส บุญเกียรติทอง และคณะ [12] มุ่งศึกษาความเป็นไปได้ในการผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ผ่านระบบกระจายตัวขนาดเล็ก โดยใช้การจำลองทางคณิตศาสตร์ด้วยโปรแกรม PVSyst และมาตรฐาน IEC 61724 เพื่อเปรียบเทียบกับผลการปฏิบัติงานจริงของโรงไฟฟ้าขนาด 5.95 เมกะวัตต์ที่เชื่อมต่อกับระบบจำหน่ายแรงดัน 22 เควี ของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าระบบสามารถผลิตพลังงานไฟฟ้าได้สูงสุดถึง 8,954.9 เมกะวัตต์-ชั่วโมง ต่อปี โดยมีค่า PR เฉลี่ยตลอดปีอยู่ที่ 77.84% ซึ่งสอดคล้องกับข้อมูลจากภาคสนามในช่วงปี 2562-2563 ที่ให้ค่า PR อยู่ระหว่าง 71.54% ถึง 76.79% การออกแบบและติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์ในทิศตะวันออกเฉียงใต้ และมุมเอียง 15 องศา ส่งผลให้ได้รับพลังงานจากรังสีแสงอาทิตย์สูงสุด การศึกษานี้เน้นถึงความสำคัญของการประเมินประสิทธิภาพระบบ PV อย่างเป็น

ระบบ เพื่อส่งเสริมการใช้พลังงานสะอาดอย่างยั่งยืน และสามารถใช้เป็นแนวทางสำหรับการติดตั้งระบบพลังงานแสงอาทิตย์ในพื้นที่อื่น ๆ ของประเทศไทย

จากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องนั้นระบบผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์สะท้อนถึงแนวโน้มการพัฒนากระบวนการผลิตที่สอดคล้องกับบริบทของประเทศไทย [9] มีจุดเด่นในการออกแบบระบบออนกริดแบบไม่จ่ายย้อนกลับ โดยใช้ Arduino และ Solid State Relay ในการควบคุม ทำให้เหมาะสมกับพื้นที่ที่ไม่สามารถขายไฟคืนได้ แต่ยังขาดการเปรียบเทียบกับระบบทั่วไปและการวิเคราะห์ด้านต้นทุนอย่างชัดเจน ส่วน [10] มีจุดแข็งในด้านการวิเคราะห์เชิงเศรษฐศาสตร์ โดยเน้นการคำนวณจุดคุ้มทุนของระบบบนหลังคาอาคารเรียน แต่ยังจำกัดบริบทเฉพาะพื้นที่เดียวและไม่ได้ลงลึกในด้านเทคนิค และ [11] วิเคราะห์ระบบไฮบริดอย่างรอบด้านทั้งในเชิงเทคนิคและเศรษฐศาสตร์ แต่ยังอิงข้อมูลที่อาจไม่สะท้อนพฤติกรรมพลังงานที่เปลี่ยนแปลงตามจริง ขณะที่ [12] มีความโดดเด่นในการใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์เทียบกับข้อมูลจริงและอ้างอิงมาตรฐาน IEC แต่ยังไม่มีการวิเคราะห์เชิงเศรษฐศาสตร์โดยตรง จึงยังไม่สมบูรณ์ในด้านการวางแผนเชิงธุรกิจ

จากแนวโน้มของการพึ่งพาแหล่งพลังงานหมุนเวียนที่เพิ่มขึ้น งานวิจัยด้านระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์จึงมีความสำคัญอย่างยิ่ง โดยเฉพาะการติดตั้งในภาคการศึกษา ซึ่งสามารถเป็นต้นแบบในการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีพลังงานสะอาดในระดับท้องถิ่น งานวิจัยในหลายฉบับ ได้แสดงให้เห็นถึงศักยภาพของระบบออนกริดในการลดภาระค่าไฟฟ้าโดยไม่เกิดการจ่ายกระแสไฟฟ้าย้อนกลับ ได้เน้นการวิเคราะห์จุดคุ้มทุนเพื่อให้ระบบมีความคุ้มค่าในระยะยาว และยังชี้ให้เห็นถึงความเป็นไปได้ในการติดตั้งระบบไฮบริดสำหรับอาคารพักอาศัย ดังนั้น การศึกษาเกี่ยวกับการติดตั้งและประเมินประสิทธิภาพของระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ในอาคารเรียนจึงถือเป็นการบูรณาการด้านเทคนิค เศรษฐศาสตร์ และความยั่งยืนด้านพลังงานที่มีความสำคัญเพื่อให้สามารถใช้เป็นต้นแบบในการพัฒนาแนวทางการติดตั้งระบบในอาคารเรียนอื่น ๆ ที่มีลักษณะคล้ายคลึงกันและขยายผลต่อไป งานวิจัยนี้จึงมุ่งประเมินประสิทธิภาพของระบบโซลาร์เซลล์แบบออนกริดบนหลังคาอาคารเรียนของวิทยาลัยเทคนิคหนองบัวลำภู ซึ่งจากผลการทดลองพบว่าระบบสามารถผลิตไฟฟ้าได้ตรงตามความต้องการ ลดภาระการพึ่งพาไฟฟ้าจากภาครัฐ และมีความคุ้มค่าในการประหยัดพลังงานอย่างมีนัยสำคัญ สอดคล้องกับเป้าหมายของการส่งเสริมการใช้พลังงานสะอาดในสถานศึกษา

2.วัตถุประสงค์ของการวิจัย

- 2.1 เพื่อออกแบบและติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์แบบออนกริดบนหลังคาอาคารเรียน กรณีศึกษา วิทยาลัยเทคนิคหนองบัวลำภู
- 2.2 เพื่อประเมินพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้จากระบบโซลาร์เซลล์
- 2.3 เพื่อวิเคราะห์ประสิทธิภาพของระบบและความคุ้มค่ากับการใช้งานจริง

3.สมมุติฐานการวิจัย

การติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์แบบออนกริดบนหลังคาอาคารเรียนภายในวิทยาลัยเทคนิคหนองบัวลำภูสามารถลดค่าใช้จ่ายด้านพลังงานไฟฟ้าได้อย่างมีนัยสำคัญในเชิงเศรษฐศาสตร์ และช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานภายในอาคารเมื่อเปรียบเทียบกับการใช้ไฟฟ้าจากระบบจำหน่ายเพียงอย่างเดียว

4.กรอบแนวคิดในการวิจัย

การวิจัยนี้มุ่งเน้นการออกแบบ การติดตั้ง และการประเมินประสิทธิภาพของระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์แบบออนกริดบนหลังคาอาคารเรียน โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานไฟฟ้าภายในสถานศึกษา การศึกษาครั้งนี้พิจารณาจากปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ระบบสามารถผลิตได้ ความสามารถในการลดการพึ่งพาพลังงานไฟฟ้าจากระบบจำหน่าย การประเมินความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ และความสอดคล้องกับนโยบายพลังงานสะอาดของประเทศ กรอบแนวคิดการวิจัยตั้งอยู่บนพื้นฐานของการเปรียบเทียบข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าระหว่างช่วงเวลาก่อนและหลังการติดตั้งระบบ พร้อมทั้งวิเคราะห์ผลตอบแทนจากการลงทุนในระยะยาว เพื่อพัฒนาแนวทางต้นแบบที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับอาคารเรียนอื่น ๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพและยั่งยืน

5.วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีเป้าหมายเพื่อวางแผนติดตั้ง และวิเคราะห์ประสิทธิภาพของระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์แบบออนกริดบนหลังคาอาคารเรียนภายในวิทยาลัยเทคนิคหนองบัวลำภู โดยแบ่งกระบวนการดำเนินการออกเป็นลำดับขั้นตอน ดังนี้

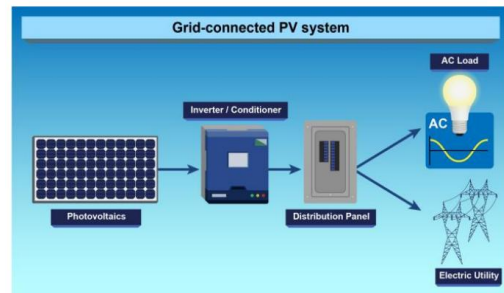
5.1 การเก็บข้อมูลและวิเคราะห์ความต้องการพลังงาน

เริ่มจากการเก็บรวบรวมข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้ารายเดือนของอาคารเรียน ซึ่งช่วยให้สามารถประเมินความต้องการใช้พลังงานจริงได้อย่างแม่นยำ และเป็นข้อมูลพื้นฐานในการออกแบบระบบผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ให้เหมาะสมกับบริบทของอาคาร รายละเอียดของอาคารและลักษณะการใช้งาน จากการสำรวจและศึกษารายละเอียดของอาคารเป้าหมาย พบว่าเป็นอาคารเรียนสูง 4 ชั้น พื้นที่ใช้สอยรวมประมาณ 1,400 ตารางเมตร มีลักษณะการใช้งานดังนี้ ชั้นที่ 1 ห้องเรียนคอมพิวเตอร์ 5 ห้อง ชั้นที่ 2 ห้องเรียนคอมพิวเตอร์ 3 ห้อง และห้องประชุมวิดีโอผ่านทางไกล 1 ห้อง และชั้นที่ 3-4 ห้องเรียนของแผนกอิเล็กทรอนิกส์รวม 10 ห้อง ซึ่งข้อมูลดังกล่าวถูกนำมาวิเคราะห์เพื่อเลือกตำแหน่งติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์ให้สอดคล้องกับทิศทางแสงและพื้นที่ที่มีศักยภาพในการผลิตพลังงานมากที่สุด

5.2 การออกแบบและติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์

การดำเนินการออกแบบและติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์แบบออนกริด ดังรูปที่ 1 เป็นแผนภาพการเชื่อมต่อระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ ขนาดกำลังผลิต 20 กิโลวัตต์ เป็นระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์แบบเชื่อมต่อสายส่งออนกริด (Grid-connected PV system) ซึ่งเป็นระบบที่สามารถผลิตไฟฟ้าจากแผงเซลล์แสงอาทิตย์แล้วจ่ายไฟฟ้าเข้าสู่ระบบจำหน่ายของการไฟฟ้า หรือใช้งานร่วมกับโหลดไฟฟ้าภายในอาคารได้โดยตรง โดยระบบนี้ประกอบด้วยองค์ประกอบหลัก ดังนี้ แผงเซลล์แสงอาทิตย์ ทำหน้าที่แปลงพลังงานแสงอาทิตย์ให้กลายเป็นพลังงานไฟฟ้ากระแสตรงอินเวอร์เตอร์หรือเครื่องปรับคุณภาพไฟฟ้า ทำหน้าที่แปลงกระแสตรง (DC) ที่ได้จากแผงเซลล์แสงอาทิตย์ให้เป็นกระแสสลับ (AC) ที่เหมาะสมสำหรับใช้งานภายในอาคารหรือเชื่อมต่อเข้าสู่ระบบไฟฟ้าสาธารณะ ตัวจ่ายไฟฟ้าเป็นศูนย์กลางกระจายไฟฟ้าไปยังโหลดต่าง ๆ ในอาคาร เช่น ระบบแสงสว่าง เครื่องใช้ไฟฟ้า ฯลฯ โหลดไฟฟ้ากระแสสลับ คืออุปกรณ์หรือระบบที่ใช้พลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ อาทิ หลอดไฟ พัดลมคอมพิวเตอร์ เป็นต้น ระบบจำหน่ายไฟฟ้าของการไฟฟ้า ในกรณีที่มิพลังงานไฟฟ้าเหลือจากการใช้งานในอาคาร ระบบสามารถจ่ายไฟฟ้าคืนเข้าสู่ระบบสายส่งของการไฟฟ้า หรือรับไฟฟ้าจากการไฟฟ้าเมื่อการผลิตไม่เพียงพอ โดยใช้แผงเซลล์แสงอาทิตย์ขนาด 550 วัตต์ จำนวน 40 แผง เชื่อมต่อ

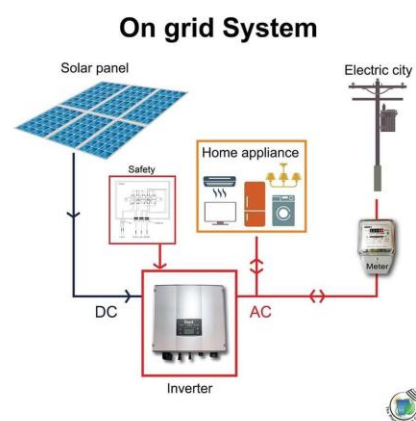
ในลักษณะออนกริด และติดตั้งบนหลังคาอาคารเรียนในตำแหน่งที่สามารถรับแสงแดดได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด ดังรูปที่ 2



รูปที่ 1 ระบบสำหรับการติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์อาคารเรียน วิทยาลัยเทคนิคหนองบัวลำภู

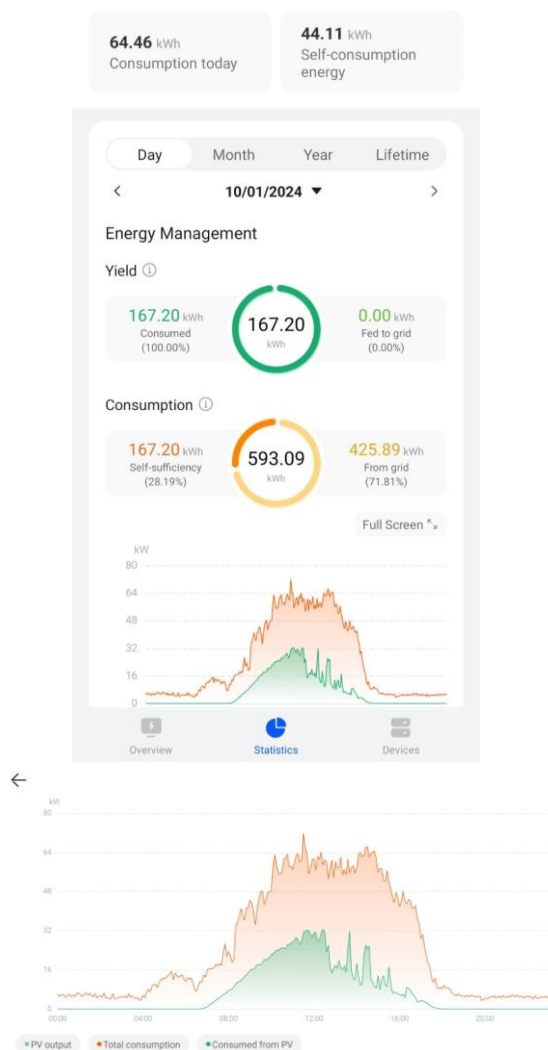


รูปที่ 2 การติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์บนหลังคาอาคารเรียน วิทยาลัยเทคนิคหนองบัวลำภู



รูปที่ 3 แผนภาพการติดตั้งอุปกรณ์ควบคุมการจ่ายพลังงานสำหรับอาคารเรียน วิทยาลัยเทคนิคหนองบัวลำภู

จากรูปที่ 3 ผังการทำงานของระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ระบบแบบออนกริด ซึ่งเป็นระบบที่เชื่อมต่อเข้ากับระบบจำหน่ายไฟฟ้าของการไฟฟ้า โดยเริ่มจาก แผงเซลล์แสงอาทิตย์ ที่ทำหน้าที่แปลงพลังงานแสงให้เป็นกระแสไฟฟ้า กระแสตรง จากนั้นไฟฟ้ากระแสตรงจะถูกส่งผ่านอุปกรณ์ระบบความปลอดภัย และเข้าสู่อินเวอร์เตอร์ ซึ่งจะทำการแปลงไฟฟ้ากระแสตรงเป็นไฟฟ้ากระแสสลับที่สามารถใช้งานกับเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้านได้โดยตรง



รูปที่ 4 ผลการวัดพลังงานไฟฟ้าในหนึ่งวันสำหรับอาคารเรียนวิทยาลัยเทคนิคหนองบัวลำภู

ทั้งนี้หากมีไฟฟ้าจากแผงเซลล์แสงอาทิตย์ไม่เพียงพอ ระบบจะดึงไฟฟ้าจากระบบของการไฟฟ้าผ่านมิเตอร์วัดพลังงานไฟฟ้า (Meter) เข้ามาเสริม แต่หากมีไฟฟ้าผลิตเกินกว่าความต้องการ ระบบสามารถส่งไฟฟ้ากลับเข้าสู่สายส่ง

ของการไฟฟ้าได้ ซึ่งถือเป็นข้อได้เปรียบสำคัญของระบบออนกริดในการช่วยลดค่าไฟฟ้าและส่งเสริมการใช้พลังงานสะอาดอย่างยั่งยืน หลังการติดตั้งได้ทำการทดสอบการผลิตไฟฟ้าของระบบในสภาพแวดล้อมจริง พร้อมติดตั้งอุปกรณ์ตรวจวัดพลังงานและจัดเก็บข้อมูลที่เกี่ยวข้อง เช่น ปริมาณพลังงานที่ผลิตได้จากระบบโซลาร์เซลล์ ปริมาณพลังงานที่ใช้ในอาคาร และปริมาณพลังงานที่ลดการพึ่งพาจากการไฟฟ้า จากนั้นวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อประเมินประสิทธิภาพ ความคุ้มค่า และศักยภาพของระบบในการนำไปใช้งานจริงในบริบทของสถาบันการศึกษา

6.ผลการทดลองและการอภิปรายผล

จากรูปที่ 4 แสดงผลการวัดพลังงานของระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์แบบออนกริดในวันที่ 10 มกราคม 2567 โดยพบว่าระบบสามารถผลิตพลังงานได้ทั้งหมด 167.20 กิโลวัตต์-ชั่วโมง และถูกนำไปใช้ภายในอาคารทั้งหมดโดยไม่มีพลังงานส่วนเกินไหลกลับเข้าสู่ระบบจำหน่ายไฟฟ้า (Fed to grid = 0.00 กิโลวัตต์-ชั่วโมง) ซึ่งซึ่งเทียบกับอัตราการพึ่งพาตนเองด้านพลังงาน (Self-sufficiency) ได้ 28.19% ของการใช้พลังงานรวมทั้งหมด 593.09 กิโลวัตต์-ชั่วโมง ขณะที่อีก 71.81% หรือ 425.89 กิโลวัตต์-ชั่วโมง ยังคงต้องซื้อจากการไฟฟ้า ทั้งนี้พลังงานที่ผลิตจากแผงเซลล์แสงอาทิตย์มีปริมาณสูงสุดในช่วงเวลากลางวัน (ประมาณ 11.00–14.00 น.) ซึ่งสอดคล้องกับช่วงที่มีความเข้มของแสงแดดมากที่สุด แสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพของระบบในการผลิตและใช้พลังงานในช่วงเวลาที่เหมาะสม ช่วยลดภาระการใช้พลังงานจากโครงข่ายไฟฟ้าได้อย่างมีนัยสำคัญในระดับหนึ่ง โดยเฉพาะในช่วงเวลากลางวัน จากการกราฟจะเห็นได้ว่า ช่วงเช้าตั้งแต่เวลาประมาณ 07:00 น. เริ่มมีการผลิตพลังงานจากโซลาร์เซลล์เพิ่มขึ้นตามปริมาณแสงแดด และพีคสูงสุดในช่วงเวลาประมาณ 11:00–13:00 น. ซึ่งเป็นช่วงที่แดดแรงที่สุด ต่อมาเมื่อเข้าสู่ช่วงบ่ายและเย็น ปริมาณการผลิตไฟฟ้าลดลงตามลำดับจนหมดลงช่วงเย็น ในขณะที่เดียวกันพลังงานที่ใช้จากรวม (สีส้ม) ยังคงมีแนวโน้มสูงกว่าพลังงานที่ผลิตได้จาก PV (สีเขียว) ตลอดทั้งวัน หมายความว่า ระบบยังจำเป็นต้องดึงพลังงานจากโครงข่ายไฟฟ้าภายนอกมาช่วยเติมเต็มส่วนที่ขาดอยู่ อย่างไรก็ตาม ในช่วงกลางวัน ระบบสามารถจ่ายไฟฟ้าให้กับโหลดได้จากพลังงานที่ผลิตเองได้ในระดับที่สูง แสดงถึงประสิทธิภาพของ

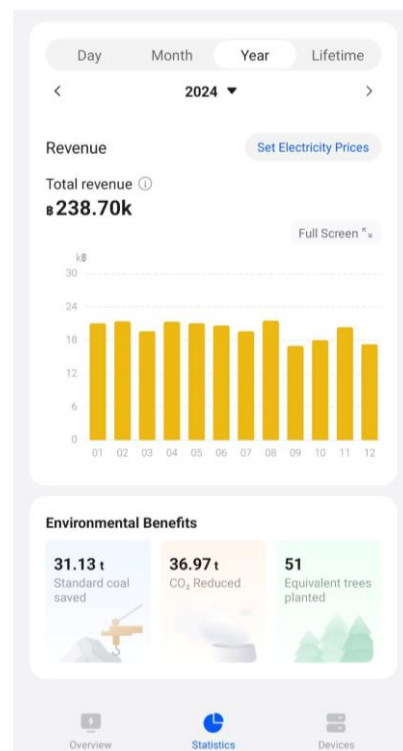
ระบบโซลาร์เซลล์ในการลดภาระการใช้ไฟฟ้าจากภายนอกในช่วงที่มีแสงแดดอย่างเพียงพอ

จากรูปที่ 5 แสดงผลการจัดการพลังงานของระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์แบบออนกริดในช่วงเดือนมกราคม พ.ศ. 2567 พบว่าระบบสามารถผลิตพลังงานไฟฟ้าได้รวมทั้งสิ้น 4.57 เมกะวัตต์-ชั่วโมง (เมกะวัตต์-ชั่วโมง) ซึ่งถูกนำไปใช้ภายในอาคารทั้งหมด โดยไม่มีการสูญเสียพลังงาน โดยมีพลังงานที่ส่งกลับเข้าสู่ระบบไฟฟ้าสาธารณะเพียงเล็กน้อย 0.41 เมกะวัตต์-ชั่วโมง (ซึ่งเทียบเท่ากับ 0.01%) ขณะที่การใช้พลังงานทั้งหมดของอาคารในเดือนดังกล่าวอยู่ที่ 13.30 เมกะวัตต์-ชั่วโมง แบ่งออกเป็นพลังงานที่ผลิตและใช้เองภายใน (Self-consumption) จำนวน 4.57 เมกะวัตต์-ชั่วโมง ซึ่งเทียบเท่ากับ 34.32% และพลังงานที่ต้องดึงมาจากระบบไฟฟ้าสาธารณะ (From grid) จำนวน 8.74 เมกะวัตต์-ชั่วโมง หรือ 65.68% ซึ่งสะท้อนให้เห็นว่าแม้ระบบโซลาร์เซลล์ยังไม่สามารถรองรับภาระโหลดทั้งหมดได้ แต่ก็สามารถช่วยลดการใช้พลังงานจากภายนอกได้อย่างมีนัยสำคัญ กราฟด้านล่างแสดงการเปรียบเทียบระหว่างปริมาณการผลิต (Yield) และการบริโภค (Consumption) รายวันในแต่ละวันของเดือน โดยมีแนวโน้มการใช้พลังงานสม่ำเสมอ และการผลิตพลังงานเป็นไปตามช่วงเวลาที่แสงแดด เพื่อนำไปใช้วางแผนปรับปรุงและขยายระบบในอนาคตได้อย่างมีประสิทธิภาพ

รูปที่ 6 ข้อมูลรายได้จากระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์แบบออนกริดตลอดปี พ.ศ. 2567 พบว่า เดือนที่มีการผลิตพลังงานมากที่สุดคือเดือนมีนาคม (03) และเดือนกรกฎาคม (07) โดยมีรายได้เฉลี่ยประมาณ 22,000 บาท ขณะที่เดือนที่มีการผลิตไฟฟ้าน้อยที่สุดคือเดือนพฤศจิกายน (11) และธันวาคม (12) ซึ่งมีรายได้ลดลงเหลือประมาณ 17,000-18,000 บาท ทั้งนี้ รายได้เฉลี่ยต่อเดือนจากระบบตลอดทั้งปีอยู่ที่ประมาณ 19,891.67 บาท ซึ่งแสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพที่ค่อนข้างสม่ำเสมอของระบบ และยังสามารถลดการพึ่งพาไฟฟ้าจากโครงข่ายหลักได้อย่างต่อเนื่องตลอดปี โดยระบบยังสร้างผลประโยชน์ทางสิ่งแวดล้อมในรูปแบบของการลดการใช้ถ่านหิน (31.13 ตัน) การลด CO₂ (36.97 ตัน) และมีผลเทียบเท่ากับการปลูกต้นไม้ 51 ต้น ส่งผลให้ระบบนี้เป็นต้นแบบที่ดีสำหรับการใช้งานในภาคการศึกษาและอาคารราชการที่ต้องการลดต้นทุนด้านพลังงานในระยะยาว



รูปที่ 5 ผลการวัดพลังงานไฟฟ้าในหนึ่งเดือนสำหรับอาคารเรียน วิทยาลัยเทคนิคหนองบัวลำภู



รูปที่ 6 ผลการวัดพลังงานไฟฟ้าในหนึ่งปีสำหรับอาคารเรียน วิทยาลัยเทคนิคหนองบัวลำภู

จากรูปที่ 7 ซึ่งแสดงผลการวัดพลังงานไฟฟ้าจากระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์แบบออนกริดของอาคารเรียนวิทยาลัยเทคนิคหนองบัวลำภู ตลอดทั้งปี 2024 พบว่า ระบบสามารถผลิตพลังงานไฟฟ้าได้รวมทั้งสิ้น 49.86 เมกะวัตต์-ชั่วโมง (เมกะวัตต์-ชั่วโมง) โดยในจำนวนนี้ 49.20 เมกะวัตต์-ชั่วโมง หรือซึ่งเทียบเท่ากับ 98.67% ถูกนำมาใช้ภายในอาคารโดยตรง ขณะที่พลังงานส่วนเกินเพียง 664.15 กิโลวัตต์-ชั่วโมง หรือ 1.33% เท่านั้นที่ถูกจ่ายย้อนกลับเข้าสู่ระบบของการไฟฟ้า ด้านการใช้พลังงานรวมของอาคารอยู่ที่ 146.15 เมกะวัตต์-ชั่วโมง แบ่งเป็นพลังงานที่ได้จากโซลาร์เซลล์ 49.22 เมกะวัตต์-ชั่วโมง (33.68%) และพลังงานที่ต้องซื้อจากการไฟฟ้า 96.93 เมกะวัตต์-ชั่วโมง (66.32%) ข้อมูลดังกล่าวสะท้อนถึงประสิทธิภาพของระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ที่สามารถลดการพึ่งพาแหล่งพลังงานไฟฟ้าภายนอกได้ในระดับหนึ่ง และมีการออกแบบให้ตอบสนองการใช้พลังงานภายในได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทั้งนี้ การบันทึกผลการผลิตพลังงานในแต่ละวันยังช่วยให้สามารถวางแผนและปรับปรุงการบริหารจัดการพลังงานให้เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมและการใช้งานในอนาคต

การวิเคราะห์ประสิทธิภาพโดยรวมของระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์แบบออนกริดในอาคารเรียน วิทยาลัยเทคนิคหนองบัวลำภู สามารถประเมินได้จากค่าการผลิตพลังงานที่แท้จริง (Actual Energy Output) ตลอดช่วงปี 2024 โดยมีพลังงานที่ผลิตได้รวมทั้งสิ้น 49.86 เมกะวัตต์-ชั่วโมง (เมกะวัตต์-ชั่วโมง) ซึ่งในจำนวนนี้มีการนำมาใช้ภายในอาคารจำนวน 49.20 เมกะวัตต์-ชั่วโมง ซึ่งเทียบเท่ากับ 98.67% ของพลังงานทั้งหมดที่ผลิตได้ และมีพลังงานส่วนเกินเพียง 664.15 กิโลวัตต์-ชั่วโมง หรือ 1.33 % ที่จ่ายคืนเข้าสู่ระบบของการไฟฟ้า จากข้อมูลนี้สามารถสรุปได้ว่าระบบมีประสิทธิภาพในการผลิตและใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยสามารถใช้พลังงานที่ผลิตได้เกือบทั้งหมดภายในอาคารเอง ซึ่งสะท้อนถึงความสอดคล้องระหว่างปริมาณการผลิตและความต้องการใช้งานจริง นอกจากนี้ หากพิจารณาความสามารถในการทดแทนพลังงานจากภายนอก พบว่าระบบสามารถช่วยลดการพึ่งพาพลังงานจากการไฟฟ้าได้ประมาณ 33.68 % ของการใช้พลังงานทั้งหมด (49.22 เมกะวัตต์-ชั่วโมง จาก 146.15 เมกะวัตต์-ชั่วโมง) ซึ่งถือเป็นระดับที่น่าพอใจในเชิงประสิทธิภาพพลังงาน โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อระบบ

สามารถใช้งานได้อย่างต่อเนื่อง และตอบสนองต่อภาระโหลดในช่วงเวลาที่มีแสงแดดอย่างเหมาะสม ทั้งนี้การวิเคราะห์ประสิทธิภาพควรพิจารณาพร้อมกับปัจจัยสภาพภูมิอากาศและมุมการติดตั้งแผงเพื่อการประเมินที่แม่นยำยิ่งขึ้น



รูปที่ 7 ผลการวัดพลังงานไฟฟ้าในหนึ่งปีสำหรับอาคารเรียน วิทยาลัยเทคนิคหนองบัวลำภู

จากตารางที่ 1 พบว่า ระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ที่ติดตั้งมีประสิทธิภาพค่อนข้างสูง โดยสามารถผลิตไฟฟ้าเฉลี่ยได้มากในช่วงเดือนเมษายนถึงมิถุนายน ซึ่งตรงกับช่วงที่มีแสงแดดสูงสุด และยังสอดคล้องกับค่าเฉลี่ยการผลิตต่อเดือนที่มีแนวโน้มสูงในฤดูร้อน ในภาพรวมระบบสามารถผลิตไฟฟ้า

ได้มากกว่า 10 เมกะวัตต์-ชั่วโมง ต่อช่วงเวลาการทดลอง โดยมีการใช้พลังงานจากโซลาร์เซลล์ภายในอาคารถึง 95.69% ของพลังงานที่ผลิตได้ ซึ่งยืนยันถึงการออกแบบระบบที่เหมาะสมกับความต้องการพลังงานจริงของอาคารเรียน และลดการสูญเสียจากการส่งพลังงานกลับเข้าสู่ระบบการไฟฟ้าเพียง 4.31% นอกจากนี้ เมื่อพิจารณาจากผลการวิเคราะห์การผลิตทั้งปี พบว่ามีเดือนที่ระบบผลิตไฟฟ้าได้น้อย เช่น เดือนกันยายนและตุลาคม ซึ่งอาจเกิดจากฝนตกหรือแสงแดดไม่เพียงพอ ส่งผลให้สัดส่วนการใช้พลังงานจากการไฟฟ้ายังคงอยู่ที่ 52.94% อย่างไรก็ตาม ด้วยการวางระบบในเชิงเทคนิคที่เหมาะสมและการเลือกอุปกรณ์ที่มีประสิทธิภาพสูง ระบบที่ติดตั้งสามารถลดภาระพลังงานหลักของอาคารได้อย่างชัดเจน ซึ่งสอดคล้องกับวัตถุประสงค์และสมมติฐานของการวิจัยที่ต้องการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงาน และแสดงศักยภาพของระบบในการขยายผลในอนาคตต่อการพัฒนาสถานบันการศึกษาที่เน้นการใช้พลังงานสะอาดอย่างยั่งยืน

ตารางที่ 1 ผลประสิทธิภาพการใช้พลังงานในอาคารเรียน

พลังงาน	ปริมาณช่วงเวลาทดสอบ	ร้อยละ (%)	คำอธิบาย
พลังงานที่ใช้จากโซลาร์เซลล์ (Consumed)	9.98 เมกะวัตต์-ชั่วโมง	46.90 %	พลังงานไฟฟ้าที่ใช้โดยตรงจากระบบโซลาร์เซลล์
พลังงานส่วนเกินส่งกลับเข้าระบบ (Fed to Grid)	0.450 เมกะวัตต์-ชั่วโมง	4.31%	พลังงานส่วนเกินที่ผลิตได้และส่งคืนไปยังการไฟฟ้า
ผลผลิตรวมจากโซลาร์เซลล์ (Total Solar Yield)	10.43 เมกะวัตต์-ชั่วโมง	49.01%	พลังงานไฟฟ้าทั้งหมดที่ระบบโซลาร์เซลล์ผลิตได้
พลังงานที่ใช้จากการไฟฟ้า (From Grid)	11.30 เมกะวัตต์-ชั่วโมง	53.10%	พลังงานไฟฟ้าที่ได้รับจากระบบจำหน่ายของการไฟฟ้า

ตารางที่ 2 แสดงการวิเคราะห์เปรียบเทียบงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ โดยเฉพาะระบบออนกริดในระดับครัวเรือน ชุมชน และอาคารเรียน ซึ่งมีความสอดคล้องโดยตรงกับเป้าหมายของการวิจัยฉบับนี้ พบว่างานวิจัยของ Hassan [6] ระบุว่าระบบออนกริดในพื้นที่เมืองมีความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์สูงกว่าระบบออฟกริด ในขณะที่ Srivastava [7] แสดงให้เห็นว่าไมโครกริดสามารถตอบสนองโหลดในช่วงกลางวันได้อย่างมีประสิทธิภาพด้านประสิทธิภาพในเชิงสิ่งแวดล้อม งานของ Fetyan [8] ชี้ว่าอุณหภูมิและฝุ่นมีผลต่อการผลิตไฟฟ้าอย่างมีนัยสำคัญ สำหรับการควบคุมพลังงานที่จ่ายเข้าสู่ระบบจำหน่าย งานของสมเจตน์ บุญขึ้น [9] แสดงให้เห็นว่าระบบออนกริดที่ไม่จ่ายพลังงานย้อนกลับสามารถลดผลกระทบต่อโครงข่ายได้อย่างมีประสิทธิภาพ ส่วนการประเมินจุดคุ้มทุนของระบบ PV บนอาคารเรียนในงานของศตวรรษ เมืองขึ้น [10] พบว่าระบบสามารถคืนทุนได้ภายใน 6 ปี นอกจากนี้ยังมีการศึกษาระบบไฮบริดในอพาร์ทเมนต์ [11] ซึ่งช่วยลดการใช้ไฟฟ้าจากภายนอกได้ถึง 30% และงานของมนัส บุญเกียรติทอง [12] ที่เปรียบเทียบแบบจำลองกับการใช้งานจริง พบว่าผลลัพธ์มีค่าคลาดเคลื่อนต่ำกว่า 5% ทั้งหมดนี้สะท้อนให้เห็นถึงความหลากหลายของแนวทางการใช้พลังงานแสงอาทิตย์ และสามารถนำมาใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการพัฒนาและออกแบบระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ในสถาบันการศึกษาได้อย่างเหมาะสมและยั่งยืน

7. สรุปผล

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อติดตั้งและวิเคราะห์ประสิทธิภาพของระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์แบบออนกริดในอาคารเรียนของวิทยาลัยเทคนิคหนองบัวลำภู โดยพิจารณาจากการใช้พลังงานไฟฟ้าจริงของอาคารเรียนขนาด 4 ชั้นที่มีความต้องการใช้พลังงานเฉลี่ยต่อวันประมาณ 430-590 กิโลวัตต์-ชั่วโมง ผลการศึกษาพบว่า ระบบสามารถผลิตไฟฟ้ารวมได้ 100.4 กิโลวัตต์-ชั่วโมงต่อช่วงเวลาทดสอบ โดยมีสัดส่วนการใช้พลังงานจากแผงเซลล์แสงอาทิตย์ภายในอาคารอยู่ที่ 9.98 เมกะวัตต์-ชั่วโมง (95.69%) และพลังงานส่วนเกินที่ส่งกลับเข้าสู่ระบบการไฟฟ้าเพียง 449.73 กิโลวัตต์-ชั่วโมง (4.31%) ขณะที่พลังงานที่ยังคงต้องพึ่งพาจากระบบจำหน่ายของการไฟฟ้าอยู่ที่ 11.30 เมกะวัตต์-ชั่วโมง (52.94%)

ผลการวิเคราะห์แสดงให้เห็นว่าระบบสามารถลดภาระค่าไฟฟ้าได้อย่างมีประสิทธิภาพ และมีศักยภาพในการเป็นต้นแบบของระบบพลังงานแสงอาทิตย์เพื่อความมั่นคงทางพลังงานในสถาบันการศึกษาและชุมชนท้องถิ่นอย่างยั่งยืน

ตารางที่ 2 การอภิปรายผลและผลที่ได้จากงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เอกสารอ้างอิง	วิธีการศึกษา	ผลการศึกษา	ผลที่ได้
6	เปรียบเทียบระบบออนกริดและออฟกริดระดับครัวเรือน	แสดงว่าออนกริดมีผลตอบแทนสูงกว่าในพื้นที่เมือง	ระบบออนกริดในพื้นที่เมืองมีผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์ที่ดีกว่าระบบออฟกริด
7	ศึกษาระบบไมโครกริดในชุมชน	พลังงานที่ผลิตได้สอดคล้องกับโหลดในช่วงเวลากลางวัน	ระบบไมโครกริดสามารถจ่ายไฟฟ้าให้กับชุมชนในช่วงเวลากลางวันได้อย่างมีประสิทธิภาพ
8	วิเคราะห์ระบบ PV ในอีอีปต์	ผลตอบแทนพอใช้ขึ้นกับอุณหภูมิและค่าฝุ่น	ประสิทธิภาพการผลิตพลังงานขึ้นกับสภาพแวดล้อม เช่น ฝุ่นและอุณหภูมิสูง
9	พัฒนาระบบออนกริดแบบไม่จ่ายย้อน	ลดปัญหาคลื่นย้อนกลับเข้าโครงข่าย	ระบบที่ไม่จ่ายไฟย้อนช่วยลดผลกระทบต่อโครงข่ายไฟฟ้าในพื้นที่
10	ศึกษาจุดคุ้มทุนระบบ PV บนอาคารเรียน	ระบบคุ้มทุนภายใน 6 ปี	ระบบ PV บนอาคารเรียนสามารถคืนทุนภายในระยะเวลาไม่เกิน 6 ปี
11	ศึกษา PV ไฮบริดในอพาร์ทเมนต์	ลดพลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยลง 30%	ระบบ PV แบบไฮบริดสามารถลดการพึ่งพาพลังงานจากภายนอกได้ประมาณ 30%
12	เปรียบเทียบแบบจำลองกับของจริงในระบบจำหน่าย	ค่าคลาดเคลื่อนในผลผลิตต่ำกว่า 5%	แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ให้ผลใกล้เคียง (ค่าคลาดเคลื่อน < 5%)

เอกสารอ้างอิง

- [1] M. Islam, N. Mithulananthan, J. Hossain and K. Bhummikittipich, "Short-term Voltage Stability of Distribution Grids With Medium-scale PV Plants due to Asymmetrical Faults," *Proc. 2019 IEEE PES GTD Grand Int. Conf. and Expo Asia (GTD Asia)*, Bangkok, Thailand, 2019, pp. 130–135, doi: 10.1109/GTDAAsia.2019.8715947.
- [2] M. Islam, N. Mithulananthan, M. J. Hossain and K. Bhummikittipich, "A New Grid-support Strategy with PV Units to Enhance Short-term Voltage Stability," *Proc. 2019 IEEE PES GTD Grand Int. Conf. and Expo Asia (GTD Asia)*, Bangkok, Thailand, 2019, pp. 142–147, doi: 10.1109/GTDAAsia.2019.8715883.
- [3] H. Shah, J. Chakravorty, and N. G. Chothani, "Protection challenges and mitigation techniques of power grid integrated to renewable energy sources: A review," *Energy Sources, Part A: Recovery, Utilization, and Environmental Effects*, vol. 45, no. 2, pp. 4195–4210, 2023.
- [4] N. Chitgreeyan, P. Pilalum, S. Marsong, S. Sonasang, P. Prabpal, D. Ngoc Vo, K. Buayai, K. Kerdchuen, and Y. Kongjeen, "Multi-Period Optimization of Energy Demand Control for Electric Vehicles in Unbalanced Electrical Power Systems Considering the Center Load Distance of Charging Station Areas," *Engineering Access*, vol. 10, no. 2, pp. 90–102, 2024.
- [5] S. Sonasang, P. Saeng-on, N. Udorn and W. Buachoom, "Reduction of Production Cost for Beef Fattening Cattle by DC Solar-Cell Water Pump," *2020 3rd International Conference on Power and Energy Applications (ICPEA)*, Busan, Korea (South), 2020, pp. 20–23, doi: 10.1109/ICPEA49807.2020.9280152

- [6] Q. Hassan, "Evaluation and optimization of off-grid and on-grid photovoltaic power system for typical household electrification," *Renewable Energy*, vol. 164, pp. 375–390, 2021.
- [7] R. Srivastava, M. Amir, F. Ahmad, S. K. Agrawal, A. Dwivedi, and A. K. Yadav, "Performance evaluation of grid connected solar powered microgrid: A case study," *Frontiers in Energy Research*, vol. 10, p. 1044651, 2022.
- [8] K. M. Fetyan and R. Hady, "Performance evaluation of on-grid PV systems in Egypt," *Water Science*, vol. 35, no. 1, pp. 63–70, 2021.
- [9] N. Chanchuen, Y. Jirajarupat, P. Tinnarat, K. Khemasuwan, and S. Lertlum, "Development of solar power system for agricultural water pumping: A case study of Ban Nong Daeng, Mueang Yang District, Nakhon Ratchasima Province," *Acad. J. Inst. Voc. Educ. Northeast. Reg. 4*, vol. 6, no. 1, pp. 44–55, 2023.
- [10] S. Kaewbuadee, "Design and development of a solar power generation system for electricity use in off-grid areas: A case study of Ban Khamin, Na Charoen Subdistrict, Na Yai Am District, Chanthaburi Province," *Acad. J. Inst. Voc. Educ. Northeast. Reg. 4*, vol. 6, no. 1, pp. 154–164, 2023.
- [11] P. Kruewan, N. Butsri, and A. Khongmee, "Design of a solar power generation system to reduce electricity costs for households in off-grid areas: A case study of Ban Huai Khamin, Na Charoen Subdistrict, Na Yai Am District, Chanthaburi Province," *Acad. J. Inst. Voc. Educ. Northeast. Reg. 4*, vol. 6, no. 1, pp. 167–179, 2023.
- [12] K. Sripum, "Evaluation of solar power-generation system in royal-Initiated projects: A case study of the royal project in Nakhon Nayok Province," *Acad. J. Electr. Gener. Auth. Thailand*, vol. 33, no. 1, pp. 1–12, 2023.

การออกแบบและสร้างเครื่องกลาผิวชั้นในของผลมะพร้าวแบบพกพา Design and Construction of a Portable Coconut Endocarp Shell Peeling Machine

มนตรี ลาภย์¹ และ ณัฐพล บุญอึ้ง^{2*}

Montree Lab-Ying¹ and Natthaphon Bun-Athuek^{2*}

¹โรงเรียนเตรียมวิศวกรรมศาสตร์ ไทย-เยอรมัน วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ กรุงเทพฯ 10800

²ภาควิชาเทคโนโลยีวิศวกรรมเครื่องกล วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ กรุงเทพฯ 10800

¹Thai-German Pre-Engineering School, College of Industrial Technology, King Mongkut's University of Technology
North Bangkok, Bangkok, 10800

²Department of Mechanical Engineering Technology, College of Industrial Technology, King Mongkut's University of Technology
North Bangkok, Bangkok, 10800

Received : 2024-08-07 Revised : 2024-09-15 Accepted : 2024-10-03

บทคัดย่อ

โครงการวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อทำการออกแบบและสร้างเครื่องกลาผิวชั้นในของผลมะพร้าวแบบพกพาที่สามารถใช้งานได้ง่าย สะดวก ไม่ซับซ้อน และมีขนาดเล็ก ซึ่งเครื่องกลาผิวของผลมะพร้าวในงานวิจัยนี้จะประกอบไปด้วยส่วนประกอบหลัก ๆ 2 ส่วน ได้แก่ ชุดใบมีดพร้อมด้ามจับและชุดควบคุมความเร็วใบมีด โดยประสิทธิภาพของเครื่องกลาผิวนี้นี้จะถูกรวัดจากเปอร์เซ็นต์ปริมาณการสูญเสียเนื้อมะพร้าวและเวลาที่ใช้ในการกลาผิวของผลมะพร้าวจำนวน 10 ผล แล้วจึงทำการประเมินความคิดเห็นของผู้ทดสอบการใช้งานโดยใช้แบบสอบถามเป็นแบบประเมินค่า 3 ระดับ เพื่อเก็บผลทางสถิติและแปรผลสำรวจความพึงพอใจ จากผลการวิจัยพบว่าเครื่องกลาผิวชั้นในของผลมะพร้าวสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพโดยมีอัตราการตัดเฉือนเนื้อมะพร้าวต่อเวลาในช่วง 88-130 กรัม/นาที และได้รับการผลการประเมินความพึงพอใจในการใช้งานจากผู้ทดสอบว่าอยู่ในเกณฑ์ที่สามารถยอมรับได้

คำสำคัญ : เครื่องกลาผิว, ประสิทธิภาพ, มะพร้าว

Abstract

This research aims to design and construct a portable coconut endocarp peeling machine that is easy to use, convenient, simple, and compact. The peeling machine in this study consists of two main components: a blade set with a handle and a blade speed control unit. The effectiveness of this peeling machine will be measured by the weight loss of coconut meat and the time required to peel 10 coconuts. User feedback will be assessed through a three-level questionnaire to collect statistical results and interpret user satisfaction. The results show that the coconut endocarp peeling machine operates with a coconut meat loss per an average peeling time of 88-130 g/min. User satisfaction with machine was found to be within an acceptable range.

Keywords : Peeling machine, effectiveness, coconut

1.บทนำ

มะพร้าว จัดเป็นพืชเศรษฐกิจที่มีความสำคัญในชีวิตประจำวันของคนไทยเป็นอย่างมากตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน โดยผลมะพร้าวสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ทุกส่วน เช่น ใบมะพร้าว นำไปใช้สำหรับยัดฟูกหรือสามารถใช้ทำเสื่อได้ ส่วนกากมะพร้าวสามารถนำไปใช้เป็นอาหารสัตว์ ในขณะที่

*ณัฐพล บุญอึ้ง

E-mail address : natthaphonb@kmutnb.ac.th

กะหล่ำมะพร้าวสามารถนำไปใช้ทำสิ่งประดิษฐ์จำพวกกระบวย, โคมไฟหรือขลุ่ยได้ ในส่วนของเปลือกของมะพร้าวนั้นสามารถนำมาทำเป็นเชื้อเพลิงในครัวเรือนหรือปุ๋ยเพื่อใส่ต้นไม้ และเนื้อมะพร้าวนั้นสามารถนำมาคั้นเป็นกะทิเพื่อใช้ในการประกอบอาหารและขนมหวาน เป็นต้น [1],[2],[3],[4] โดยในปัจจุบันอุตสาหกรรมการผลิตน้ำกะทิสำเร็จรูปสำหรับการทำอาหารและขนมหวานของไทยได้ขยายตัวเพิ่มมากขึ้นตามจำนวนของผู้บริโภค จึงทำให้เกิดความต้องการใช้มะพร้าวเป็นวัตถุดิบป้อนเข้าสู่กระบวนการคั้นน้ำกะทิเป็นจำนวนมาก โดยมะพร้าวที่ใช้ในการผลิตเป็นน้ำกะทินั้นต้องกะเทาะกะลาออกเสียก่อน จากนั้นจะพบผิวชั้นในสีน้ำตาลติดกับเนื้อมะพร้าว ซึ่งหากต้องการนำเอามะพร้าวดังกล่าวนี้ไปคั้นหรือผลิตเป็นกะทิที่ต้องการความเป็นสีขาวในการใช้งาน จำพวกการทำกะทิลาดหน้าขนมหวานหรืออาหารคาวบางประเภท เช่น ห่อหมก นั้นจำเป็นต้องทำการเกลาริ้วชั้นในสีน้ำตาลที่ติดกับเนื้อมะพร้าว นี้ออกเสียก่อน เพื่อให้ผลของมะพร้าวมีสีขาวนวลหรือที่เรียกกันทั่วไปว่ามะพร้าวขูดขาว ซึ่งโรงงานผลิตน้ำกะทิตามชุมชนหรือท้องตลาดทั่วไปนั้น ยังคงใช้แรงงานคนในการใช้มีดปอกผลไม้เป็นเครื่องมือในการเกลาริ้วชั้นในสีน้ำตาลของเนื้อพร้าว ทำให้เกิดความสิ้นเปลืองเวลาในการทำงาน โดยเฉพาะอย่างยิ่งผู้ที่ไม่มีความชำนาญวิธีการเกลานั้น อาจทำให้เกิดการเสียเนื้อมะพร้าวที่ติดกับผิวชั้นในสีน้ำตาลออกไปเป็นจำนวนมาก

โดยจากการศึกษา พบว่า ได้มีความพยายามในการสร้างและพัฒนาเครื่องเกลาริ้วชั้นในสีน้ำตาลของผลมะพร้าวเพื่อช่วยลดระยะเวลาในการเกลาริ้วของผลมะพร้าวโดยมีลักษณะลักษณะเป็นเครื่องสไลด์แบบตั้งโต๊ะโครงสร้างทำจากสแตนเลส มีขนาด กว้าง x ยาว x สูง โดยประมาณ $30 \times 40 \times 60 \text{ cm}^3$ มีช่องสำหรับวางผลมะพร้าวที่ต้องการเกลาริ้วชั้นในสีน้ำตาลใช้มอเตอร์เป็นต้นกำลังขับเคลื่อน [5] อย่างไรก็ตาม ลักษณะดังกล่าว ไม่สามารถใช้ในการเกลาริ้วของผลมะพร้าวที่มีลักษณะเป็นชิ้นหรือเป็นผลแตกได้และอาจเกิดความไม่สะดวกหรือคล่องตัวในการทำงานในพื้นที่ขนาดเล็ก และจำเป็นต้องใช้ผู้มีประสบการณ์และความชำนาญในการปฏิบัติงาน

ดังนั้น ในโครงการวิจัยนี้จะได้ทำการออกแบบและสร้างเครื่องเกลาริ้วชั้นในของผลมะพร้าวแบบพกพาที่มีขนาดกระทัดรัด มีความคล่องตัวสูง ไม่ซับซ้อน และสามารถใช้งานได้ง่าย เพื่อตอบสนองต่อความต้องการต่าง ๆ ในกระบวนการเกลาริ้วมะพร้าว เพื่อนำเอาไปใช้ในการผลิตน้ำกะทิต่อไป

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

- 2.1 สร้างเครื่องเกลาริ้วชั้นในของผลมะพร้าวแบบพกพา
- 2.2 หาประสิทธิภาพของเครื่องเกลาริ้วชั้นในของผลมะพร้าวแบบพกพา
- 2.3 ศึกษาความพึงพอใจของผู้ใช้งานเครื่องเกลาริ้วชั้นในของผลมะพร้าว

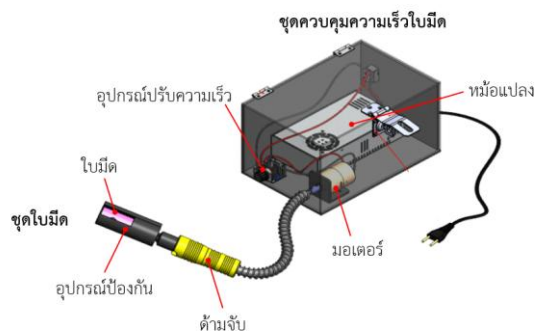
3. ขอบเขตงานวิจัย

- 3.1 เครื่องเกลาริ้วชั้นในของผลมะพร้าวแบบพกพาที่ถูกออกแบบและสร้างขึ้นในงานวิจัยนี้ใช้สำหรับผลมะพร้าวแก่ที่ผ่านการกะเทาะกะลาออกมาแล้วเท่านั้น
- 3.2 ผู้ทดสอบการใช้งานเครื่องเกลาริ้วชั้นในของผลมะพร้าวแบบพกพาในงานวิจัยนี้เป็นบุคคลทั่วไป เพศชายอายุระหว่าง 20-50 ปี จำนวน 10 คน ระดับการศึกษาตั้งแต่มัธยมศึกษาขึ้นไป
- 3.3 ความเร็วรอบที่ใช้ในการเกลาริ้ว คือ 1,600 รอบ/นาที

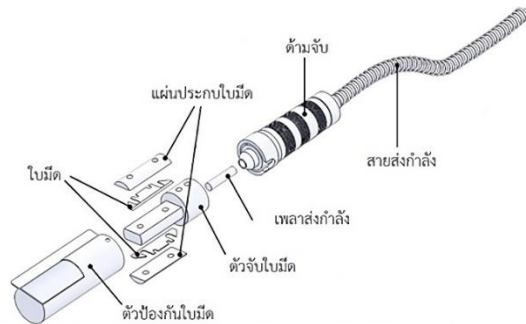
4. วิธีดำเนินการวิจัย

4.1 การออกแบบเครื่องเกลาริ้วชั้นในของผลมะพร้าวแบบพกพา

เป็นขั้นตอนในการออกแบบเพื่อสร้างเครื่องเกลาริ้วชั้นในของผลมะพร้าวแบบพกพา โดยต้องมีความสามารถในการรองรับการเกลาริ้วชั้นในของผลมะพร้าวหลังจากการกะเทาะกะลาออกแล้ว ทั้งที่มีลักษณะเป็นผลเต็มใบและเป็นผลแตก และสามารถปรับระยะความลึกของการเกลาริ้วได้ ซึ่งในรูปที่ 1 ได้แสดงให้เห็นถึงลักษณะของเครื่องเกลาริ้วชั้นในของผลมะพร้าวแบบพกพาต้นแบบที่สามารถตอบสนองต่อความต้องการดังกล่าวข้างต้นได้ ซึ่งมีหลักการในการออกแบบโดยต้องให้เครื่องมือมีความสามารถในการเกลาริ้วชั้นในของผลมะพร้าวได้ทั้งแบบเป็นผลกลมสมบูรณ์และแบบเป็นชิ้นเล็ก ซึ่งทำให้ชุดใบมีดต้องมีความสามารถใช้มือเพียงข้างเดียวในการควบคุมการเปลี่ยนตำแหน่งหรือลักษณะทิศทางในการใช้งานได้อย่างอิสระ สามารถใช้งานได้อย่างปลอดภัย แม้ไม่มีความชำนาญโดยมีลักษณะเด่นคือ ชุดใบมีดมีลักษณะเป็นด้ามจับที่มีอุปกรณ์ป้องกันการเกิดอันตรายและทำหน้าที่เป็นตัวกำหนดระยะการเกลาริ้วของผลมะพร้าวได้ และมีชุดอุปกรณ์ควบคุมความเร็วเพื่อใช้กำหนดความเร็วใบมีดในการเกลาริ้วของผลมะพร้าวแต่ละชิ้นได้อย่างเหมาะสม



ใบมีดและแผ่นประกบลวดตำแหน่งใบมีดด้วยสกรูล็อก นำมาประกอบเข้ากับปลายด้านหนึ่งของเพลาส่งกำลัง ด้วยการสวมและใช้สกรูยึด แล้วนำปลายอีกด้านหนึ่งของเพลาส่งกำลังมาสวมเข้ากับด้ามจับ แล้วใช้ประแจดอกจิปามาขันกวดที่เฟืองจิปาเพื่อจับยึดให้แน่น จะมีตัวป้องกันใบมีดที่นำมาประกอบเข้ากับด้ามจับด้วยการใช้สกรูยึด โดยลักษณะของการประกอบชิ้นส่วนของชุดใบมีดดังกล่าวข้างต้น สามารถแสดงได้ในรูปที่ 4



รูปที่ 3 อุปกรณ์ที่ติดตั้งในชุดใบมีด



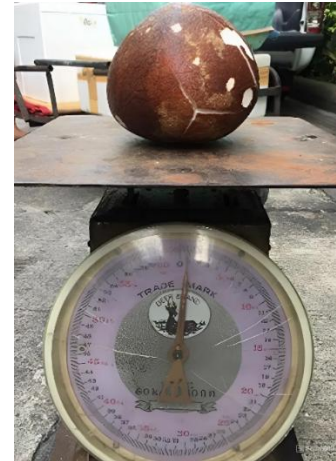
รูปที่ 4 ลักษณะการประกอบชุดใบมีด

4.3 การทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องกลาผิวชิ้นในของผลมะพร้าวแบบพกพา

เป็นการนำเอาผลมะพร้าวหลังจากการแกะทะาะกะลาออกไปแล้ว ทั้งที่อยู่ในลักษณะแบบผลเต็มหรือที่เป็นผลแตกมาทำการกลาผิวชิ้นในสื่อน้ำตาลออกด้วยการใช้เครื่องกลาผิวชิ้นของผลมะพร้าวแบบพกพาที่สร้างขึ้นในขั้นตอนที่ 4.2 แล้วจึงทำการวัดผลการใช้งานด้วยการชั่งน้ำหนักผลมะพร้าวก่อนและหลังการกลาผิว จากนั้นจึงทำการคำนวณค่าน้ำหนักของผลมะพร้าวที่เปลี่ยนแปลงไป สามารถทำได้โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

4.3.1 เตรียมผลมะพร้าวที่ต้องการทำการกลาผิวชิ้นในออก โดยต้องเป็นมะพร้าวที่ทำการแกะทะาะออกจากกะลาแล้วเท่านั้น

4.3.2 ชั่งน้ำหนักของผลมะพร้าวก่อนทำการกลาผิว จำนวนทั้งหมด 10 ผล ที่มีน้ำหนักตั้งแต่ 600-800 กรัม ดังแสดงในรูปที่ 5



รูปที่ 5 การชั่งน้ำหนักผลมะพร้าวก่อนทำการกลาผิว

4.4.3 การกลาผิวชิ้นในของผลมะพร้าวด้วยเครื่องกลาที่ได้สร้างขึ้น ดังแสดงในรูปที่ 6

4.4.4 ชั่งน้ำหนักของผลมะพร้าวหลังทำการกลาผิว จำนวนทั้งหมด 10 ผล

4.4.5 ทำการคำนวณหาค่าปริมาณการสูญเสียเนื้อมะพร้าว



รูปที่ 6 การกลาผิวชิ้นในของผลมะพร้าว ๆ

4.4 การศึกษาความพึงพอใจของผู้ใช้งานเครื่องกลาฉิวชั้นในของผลมะพร้าว

เป็นขั้นตอนการศึกษาความพึงพอใจของผู้ใช้งานเครื่องกลาฉิวชั้นในของผลมะพร้าว สามารถทำได้โดยการประเมินความคิดเห็นของผู้ทดสอบการใช้งาน จำนวน 10 คน ซึ่งเป็นผู้ที่ไม่เคยมีทักษะหรือประสบการณ์ในการใช้งานเครื่องกลาฉิวชั้นในของผลมะพร้าวมาก่อน เพื่อให้ได้ข้อมูลที่เป็นการบ่งบอกถึงความเรียบง่ายและสะดวกในการใช้งานได้จริง โดยใช้แบบสอบถามเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating scale) 3 ระดับ เพื่อเก็บผลทางสถิติและแปรผลสำรวจความพึงพอใจของผู้ทดสอบ ซึ่งเป็นแบบประเมินที่ให้ผู้ใช้งานลงคะแนนความคิดเห็นว่ารายการประเมินแต่ละข้อมีประสิทธิภาพเท่าใด โดยแบบประเมินที่ใช้ในงานนี้ สามารถแสดงได้ในตารางที่ 1 ซึ่งมีการกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนความคิดเห็นไว้ดังนี้

3 หมายถึง จุดประเมินอยู่ในระดับพึงพอใจมาก

2 หมายถึง จุดประเมินอยู่ในระดับพึงพอใจปานกลาง

1 หมายถึง จุดประเมินอยู่ในระดับพึงพอใจน้อยมาก

จากนั้นจึงดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล เพื่อหาค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation : S.D.) [6]

ในส่วนของการแปลความหมายของผลการสำรวจนั้น สามารถทำได้โดยใช้การกำหนดเกณฑ์การแปลผลค่าคะแนนเฉลี่ยในระดับต่าง ๆ [7] ซึ่งการพิจารณาระดับความพึงพอใจ (ภาพรวม) คำนวณได้จากสมการ

$$\text{ค่าความต่างระดับ} = \frac{\text{คะแนนเฉลี่ยสูงสุด}-\text{คะแนนเฉลี่ยต่ำสุด}}{\text{จำนวนระดับ}} \quad (1)$$

ซึ่งเมื่อแทนค่าแล้ว จะคำนวณได้ว่า

$$\begin{aligned} \text{ค่าความต่างระดับ} &= \frac{3-1}{3} \\ &= 0.67 \end{aligned}$$

ดังนั้น จึงสามารถกำหนดเกณฑ์การแปลผลค่าคะแนนเฉลี่ยในระดับต่าง ๆ ได้ดังต่อไปนี้

2.35 - 3.00 หมายถึง อยู่ในระดับพึงพอใจมาก

1.68 - 2.34 หมายถึง อยู่ในระดับพึงพอใจปานกลาง

1.00 - 1.67 หมายถึง อยู่ในระดับพึงพอใจน้อยมาก

ตารางที่ 1 แบบประเมินเครื่องกลาฉิวชั้นในของผลมะพร้าว แบบพกพา

รายการที่ประเมิน	ระดับความพึงพอใจ		
	1	2	3
1. วัสดุอุปกรณ์มีความเหมาะสม			
2. ความแข็งแรงของเครื่อง			
3. ขนาดของเครื่องมีความเหมาะสม			
4. การออกแบบมีความเหมาะสม			
5. ความสะดวกในการใช้งาน			
6. สามารถกลาฉิวชั้นในผลมะพร้าวได้ดี			
7. สามารถเคลื่อนย้ายได้สะดวก			
8. ง่ายต่อการบำรุงรักษา			
9. มีความเหมาะสมกับต้นทุน			
10. เครื่องกลาฉิวสามารถใช้งานได้จริง			

5. ผลการวิจัย

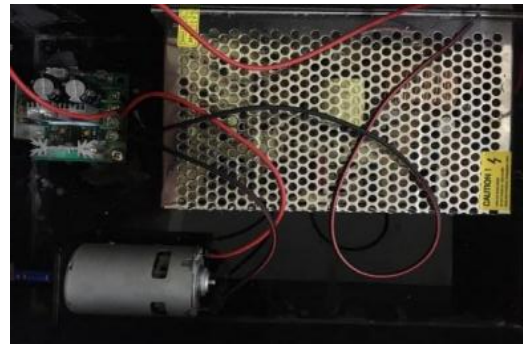
5.1 ผลการออกแบบและสร้างเครื่องกลาฉิวชั้นในของผลมะพร้าวแบบพกพา

รูปที่ 7 แสดงให้เห็นถึงลักษณะของเครื่องกลาฉิวชั้นในของผลมะพร้าวแบบพกพาที่ได้รับการออกแบบและจัดสร้างขึ้น ซึ่งประกอบไปด้วยชุดหัวจับใบมีดโดยมีชุดใบมีดทำจากเหล็กสามารถทำหน้าที่ในการทำให้เกิดแรงตัดเฉือนและกลาฉิวชั้นในส้นตาลของผลมะพร้าวในตำแหน่งและทิศทางในลักษณะที่ต้องการได้อย่างแข็งแรงและสม่ำเสมอและสามารถใช้ปรับระยะความลึกของใบมีดได้ด้วยการใช้สกรูยึด โดยมีตัวป้องกันใบมีดที่ทำจากเหล็กเช่นเดียวกัน มีลักษณะเป็นตัวครอบบริเวณที่ใบมีดทำงาน ทำให้มีช่องสำหรับเกิดการตัดเฉือนได้เพียงบริเวณที่มีการสัมผัสกับผิวของมะพร้าวเท่านั้น โดยในการขับเคลื่อนใบมีดจะมีข้อต่ออ่อนเป็นตัวส่งผ่านกำลังจากมอเตอร์ซึ่งติดตั้งอยู่ในกล่องชุดควบคุมความเร็วเครื่องเป็นส่วนที่รองรับอุปกรณ์ที่ใช้ทำให้เกิดการทำงานของเครื่องได้ตามความเร็วรอบที่ต้องการ และมีอุปกรณ์แปลงและเปิด-ปิดไฟฟ้า ติดตั้งอยู่ในลักษณะดังแสดงในรูปที่ 8 โดยขนาดของกล่องชุดควบคุมความเร็วรอบใบมีดที่สร้างขึ้นนี้มีขนาดประมาณ 200 x 300 x

100 mm³ และภาพรวมทั้งหมดแล้วพบว่าเครื่องเกลาคิวชั้นในของผลมะพร้าวแบบพกพาได้ถูกสร้างตรงตามวัตถุประสงค์ที่มีออกแบบไว้



รูปที่ 7 เครื่องเกลาคิวชั้นในของผลมะพร้าวแบบพกพาที่ประกอบเสร็จแล้ว



รูปที่ 8 ส่วนประกอบของชุดควบคุมความเร็วโบริดที่ประกอบเสร็จแล้ว

5.2 การทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องเกลาคิวชั้นในของผลมะพร้าวแบบพกพา

ชั้นในสีน้ำตาลออกไปด้วยการใช้เครื่องเกลาคิวชั้นในของผลมะพร้าวแบบพกพาที่ถูกสร้างขึ้น โดยจะเห็นว่าผลมะพร้าวมีลักษณะผิวขรุขระ ซึ่งเป็นการยืนยันว่าเครื่องเกลาคิวที่ถูกสร้างขึ้นนี้มีความสามารถในการเกลาคิวชั้นในสีน้ำตาลของผลมะพร้าวได้จริง และจากผลการทดสอบประสิทธิภาพเครื่องเกลาคิวชั้นในของผลมะพร้าวแบบพกพาในตารางที่ 2 นั้น จะพบว่าเมื่ออัตราการตัดเฉือนเนื้อมะพร้าวต่อหน่วยเวลาอยู่ในช่วงระหว่าง 88-130 กรัม/นาที โดยมีค่าเพิ่มขึ้นตามขนาดของผลมะพร้าวที่นำมาทดสอบ ซึ่งแนวโน้มการเพิ่มขึ้นนี้เกิดขึ้นจากการที่ผู้ใช้งานต้องทำการเกลาคิวในส่วนที่มีผิวสีน้ำตาลตกค้างเพิ่มมากขึ้น

ตารางที่ 2 ผลการทดสอบประสิทธิภาพเครื่องเกลาคิวชั้นในของผลมะพร้าวแบบพกพา

ครั้งที่	ความเร็วรอบ (รอบ/นาที)	น้ำหนักก่อน เกลา(กรัม)	น้ำหนัก หลังเกลา (กรัม)	น้ำหนักที่ สูญเสีย (กรัม)	ค่าเฉลี่ยน้ำหนัก ที่สูญเสีย (กรัม)	เปอร์เซ็นต์ สูญเสีย	เวลาที่ใช้ เกลา (นาที)	เวลา เฉลี่ย (นาที)	น้ำหนักที่ สูญเสีย/ เวลา (กรัม/ นาที)
1	1,600	600	515	85	97	16	1.05	1.1	88.18
2	1,600	600	510	90			1.10		
3	1,600	600	485	115			1.15		
4	1,600	700	573	127	126	18	1.20	1.25	100.80
5	1,600	700	570	130			1.25		
6	1,600	700	580	120			1.30		
7	1,600	800	630	170	186	23	1.40	1.43	130.06
8	1,600	800	615	185			1.43		
9	1,600	800	600	200			1.45		
10	1,600	800	610	190			1.45		



รูปที่ 9 ผลมะพร้าวที่ผ่านการกลาผิวแล้ว

5.3 ผลการศึกษาความพึงพอใจของผู้ใช้งานเครื่องกลาผิวชั้นในของผลมะพร้าวแบบพกพา

ตารางที่ 3 แสดงให้เห็นถึงค่าเฉลี่ยความพึงพอใจในการใช้งานในแต่ละจุดประเมิน ซึ่งมีค่าต่ำสุด ($\bar{X}$ = 2.6, S.D. = 0.52) สูงกว่าเกณฑ์การแปลผลค่าคะแนนเฉลี่ยที่ $\bar{X}$ = 2.35 ซึ่งแปลความหมายได้ว่าผู้ทดสอบการใช้งานได้มีความเห็นสอดคล้องตรงกันว่าเครื่องกลาผิวที่สร้างขึ้นนั้นมีประสิทธิภาพและสมรรถนะในการทำงานได้ในระดับพึงพอใจมาก

6. สรุปผลการวิจัย

6.1 จากผลการออกแบบและสร้างเครื่องกลาผิวชั้นในของผลมะพร้าวแบบพกพาที่ได้ในงานวิจัยนี้ ซึ่งตัวเครื่องที่ได้ถูกสร้างขึ้น สามารถทำการกลาผิวชั้นในสีน้ำตาลของผลมะพร้าวได้เป็นอย่างดี โดยไม่จำเป็นต้องใช้แรงงานคนหรือบุคลากรที่มีทักษะหรือประสบการณ์สูง

6.2 ผลของการทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องดังกล่าวนี้ พบว่าสามารถทำการกลาผิวชั้นในของผลมะพร้าวได้โดยมีอัตราการตัดเฉือนเนื้อมะพร้าวต่อหน่วยเวลาในช่วง 88-130 กรัม/นาที ซึ่งแนวโน้มของปริมาณการสูญเสียเนื้อมะพร้าวและเวลาที่ใช้เพิ่มขึ้นเมื่อน้ำหนักของผลมะพร้าวมีขนาดใหญ่มากขึ้นเนื่องจากต้องมีการกลาซ้ำเศษผิวสีน้ำตาลที่หลงเหลืออยู่ อย่างไรก็ตามพบว่ามะพร้าวที่ผ่านการกลาโดยใช้เครื่องกลาผิวนี้มีลักษณะขาวนวล สามารถนำไปใช้ผลิตภัณฑ์ได้ต่อไป

6.3 ผลของการศึกษาความพึงพอใจของผู้ใช้งานเครื่องกลาผิวชั้นในของผลมะพร้าวแบบพกพานี้ ได้รับการประเมินความพึงพอใจให้อยู่ในช่วงเกณฑ์ที่ยอมรับได้ โดยมีค่าความพึงพอใจเฉลี่ยรวมทุกจุดประเมินอยู่ในระดับ $\bar{X}$ = 2.82, S.D. = 0.39

ตารางที่ 3 ผลการประเมินความพอใจเครื่องกลาผิวชั้นในของผลมะพร้าวแบบพกพาในด้านต่าง ๆ

จุดประเมิน	จำนวนผู้ประเมิน										ผลรวม	$\bar{X}$	S.D.
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
1	3	3	3	2	3	3	3	3	2	2	27	2.7	0.48
2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	29	2.9	0.32
3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	30	3.0	0.00
4	3	3	3	2	3	3	3	2	3	2	27	2.7	0.48
5	2	3	3	3	3	3	3	2	3	2	27	2.7	0.48
6	3	2	2	3	3	3	3	2	2	3	26	2.6	0.52
7	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	30	3.0	0.00
8	3	3	2	2	3	3	3	3	3	3	28	2.8	0.42
9	3	2	2	3	3	3	3	3	3	3	28	2.8	0.42
10	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	30	3.0	0.00
เฉลี่ยรวมทุกจุดประเมิน												2.82	0.39

7.ข้อเสนอแนะ

ควรมีการปรับปรุงให้มีอุปกรณ์จัดเก็บเศษของผิวมะพร้าวขณะทำการเกลาเพื่อให้เกิดความสะดวกในการใช้งานมากขึ้น นอกจากนี้ควรมีการพัฒนาประสิทธิภาพของเครื่องกลาผิวนี้ให้มีอัตราการสูญเสียน้ำหนักของเนื้อมะพร้าวให้และใช้ระยะเวลาในการกลาผิวให้น้อยลง

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากวิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ตามสัญญาเลขที่ Res-CIT0649/2024

เอกสารอ้างอิง

- [1] W. Twishsri, "Coconut Product Research and Development", [Online]. <https://www.doa.go.th/plan/wp-content/uploads/2021/05/11โครงการวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์มะพร้าว.pdf>. (Accessed : 10 March 2024). (in Thai)
- [2] A. Songsumanus, "Phytochemical Composition and Pharmacological Activity of Coconut", EAU Heritage Journal Science and Technology, Vol. 12, No. 2, p13-28, 2018. (in Thai)
- [3] W. Pethkreaw, "The Utilization of Coconut and its Impacts on Local People : A Case Study of Tha Sala District, Nakornsrihammaraj Province", M.Dissertation, Thaksin University, 2002.
[Online]. Available: <http://kb.tsu.ac.th/jspui/bitstream/123456789/3382/1/Wanvipa%2000073030.pdf>. (in Thai)
- [4] S. Pathaveerat and C. Tippayarat, "Design and Development of a Young Coconut Trimming Machine Using Reciprocating Knife", Thai Society of Agricultural Engineering Journal, Vol. 19, No. 1, p38-42, 2013. (in Thai)
- [5] CKI Family company, "Coconut surface peeler CHAMP", [Online]. <https://www.champ-online.store/product-page/Coconut-Peeler-CCP>. (Accessed : 10 March 2024). (in Thai)
- [6] B. Srisa-ard, *Marketing Research*, 4th ed. Bangkok, Suweeriyasarn Press, 2017, pp.66-74. (in Thai)
- [7] K. Wethchasarn, *Educational Research Techniques*, 5th ed. Bangkok, Chulalongkorn University Press, 2003. (in Thai)

การเสริมกำลังคานคอนกรีตเสริมเหล็กด้วยแผ่นเส้นใยแก้วขึ้นรูปราคาถูกลง Strengthening of Reinforced Concrete Beam using Low-cost Fiber Plates

กীরเกียรติ กลิ่นขำ^{1*} และ กิตติภูมิ รอดสิน²
Keerakiat Klinkhum^{1*} and Kittipoom Rodsin²

¹สาขาวิชาเทคโนโลยีวิศวกรรมการก่อสร้าง คณะวิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ กรุงเทพมหานคร 10800

²ภาควิชาเทคโนโลยีวิศวกรรมโยธาและสิ่งแวดล้อม คณะวิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ กรุงเทพมหานคร 10800

¹Construction Engineering Technology, College of Industrial Technology, King Mongkut's University
of Technology North Bangkok, Bangkok, 10800

²Civil and Environmental Engineering Technology, College of Industrial Technology, King Mongkut's University
of Technology North Bangkok, Bangkok, 10800

Received : 2024-05-28 Revised : 2024-10-17 Accepted : 2024-10-21

บทคัดย่อ

ในช่วงไม่กี่ปีที่ผ่านมาการนำวัสดุโพลีเมอร์เสริมเส้นใยแก้ว (Glass Fiber Reinforced Polymer หรือ GFRP) ในการเสริมกำลังเป็นที่นิยมมากขึ้นเนื่องจาก GFRP นั้นมีน้ำหนักที่เบา สะดวกต่อการขนส่งและติดตั้ง ทนทานต่อสภาพแวดล้อม อีกทั้งยังมีกำลังรับแรงดึงที่สูง จึงเหมาะสมสำหรับเสริมพฤติกรรมการรับแรงดึงของคานคอนกรีต แต่ในปัจจุบันการเสริมกำลังด้วย GFRP มีการติดตั้งได้ครั้งละชั้นด้วยอีพอกซี เมื่อต้องการจำนวนชั้นที่มากขึ้นจึงเป็นปัญหาในการติดตั้งงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์หลักคือการใช้ GFRP ที่หาซื้อได้ง่ายตามท้องตลาดนำมาขึ้นรูปตามจำนวนชั้นที่ออกแบบไว้ให้อยู่ในรูปแบบแผ่นแล้วนำไปเสริมกำลังคานคอนกรีตและทดสอบประสิทธิภาพของการเสริมกำลัง โดยทดสอบคานจำนวน 3 ตัวอย่าง ขนาด 15x20 เซนติเมตร ยาว 2 เมตร แบ่งเป็นคานควบคุมและคานเสริมกำลังด้วยแผ่น GFRP จำนวน 1 และ 3 ชั้นตามลำดับ ผลการทดสอบแสดงให้เห็นถึงความสามารถในการรับน้ำหนักบรรทุกที่เพิ่มขึ้นซึ่งสอดคล้องกับแบบจำลองเชิงทฤษฎี รวมถึงพฤติกรรมการวิบัติจากการเสริมกำลังในแต่ละรูปแบบ ผลการศึกษาพบว่า การเสริมกำลังโครงสร้างด้วยแผ่น GFRP สามารถพัฒนากำลังรับน้ำหนักบรรทุกของคาน

คอนกรีตให้สูงขึ้น และได้เสนอแนะจำนวนชั้นของแผ่น GFRP ที่เหมาะสมต่อการเสริมกำลังรวมถึงรูปแบบการวิบัติควรมีการศึกษาในอนาคตต่อไป

คำสำคัญ: แผ่นโพลีเมอร์เสริมเส้นใยแก้ว, การเสริมกำลังภายนอก, ความสามารถในการรับน้ำหนักบรรทุก

Abstract

In recent years, the use of Glass Fiber Reinforced Polymer (GFRP) for structural strengthening has gained popularity due to its lightweight nature, ease of transportation and installation, environmental durability, and high tensile strength, making it suitable for enhancing the tensile behavior of concrete beams. However, current GFRP strengthening methods involve installing one layer at a time using epoxy, which becomes problematic when multiple layers are required. This research aims to address this issue by using readily available GFRP materials and pre-fabricating them into sheets with the designed number of layers. These sheets are then used to strengthen concrete beams, and their performance

*กীরเกียรติ กลิ่นขำ

E-mail address : keerakiatklinkhum@gmail.com

is tested. Three beam samples, each measuring 15x20 cm and 2 meters in length, were tested. The specimens included a control beam, and beams strengthened with 1 and 3 layers of GFRP sheets, respectively. The results showed an increase in load-bearing capacity that correlated with theoretical models, as well as distinct failure behaviors based on the type of strengthening used. The study concluded that GFRP sheet reinforcement could significantly enhance the load-carrying capacity of concrete beams. The research also recommended the optimal number of GFRP layers for strengthening and suggested that future studies should further investigate failure modes associated with GFRP reinforcement.

Keywords : GFRP Plate, External Strengthening, Load-Bearing Capacity

1.บทนำ

ในปัจจุบันโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กเป็นที่นิยมกว้างขวางอย่างมากในงานก่อสร้างโครงสร้างอาคารที่พักอาศัย และโครงสร้างพื้นฐานทางสาธารณูปโภคเนื่องจากมีความคงทน มีอายุในการใช้งานที่ยาวนาน [1] เมื่อโครงสร้างถูกใช้งานไปเป็นระยะเวลาหนึ่งอาจเกิดการเสื่อมสภาพ ทำให้รับน้ำหนักบรรทุกได้ลดลงหรือในบางครั้งมีการปรับเปลี่ยนรูปแบบการใช้งานทำให้โครงสร้างรับน้ำหนักบรรทุกมากกว่าที่ออกแบบไว้ก่อให้เกิดความอันตรายในการใช้งาน โครงสร้างเหล่านี้จึงต้องมีการบำรุงหรือปรับปรุงการรับน้ำหนักของโครงสร้างให้โครงสร้างมีความแข็งแรงเพิ่มขึ้นเพื่อการใช้งานได้อย่างปลอดภัย

การเสริมกำลังโครงสร้างเป็นหนึ่งทางเลือกในการปรับปรุงโครงสร้างเพื่อเพิ่มความแข็งแรงให้กับโครงสร้าง ซึ่งการเสริมกำลังภายนอกด้วยโพลีเมอร์เสริมเส้นใย(Fiber Reinforced Polymer) เป็นวิธีที่ได้รับความนิยมมากขึ้นในปัจจุบันเนื่องจากน้ำหนักเบา สะดวกต่อการขนส่งและติดตั้ง กำลังรับแรงดึงที่สูง ทนทานต่อสภาวะแวดล้อม ไม่เกิดการกัดกร่อน มีค่าโมดูลัสยืดหยุ่นสูง และการต้านทานความล้า(Fatigue) [2]-[7] จึงมีการนำมาประยุกต์ใช้กับโครงสร้างอาคารที่พักอาศัย และ

โครงสร้างพื้นฐานทางสาธารณูปโภค[8] ทำให้โครงสร้างมีกำลังรับแรงในด้านต่าง ๆ เพิ่มขึ้นเช่น แรงเฉือน โมเมนต์ และความเหนียวเป็นต้น โดยทั่วไปแล้วโพลีเมอร์ที่ใช้ในทางวิศวกรรมโยธาและโครงสร้างมีด้วยกัน 3 ชนิดคือ เส้นใยคาร์บอน (Carbon Fiber) เส้นใยแก้ว(Glass Fiber) และเส้นใยอะรามิด (Aramid) ในปัจจุบันโพลีเมอร์เสริมเส้นใยคาร์บอน (Carbon Fiber Reinforced Polymer หรือ CFRP) [9] เป็นวัสดุที่นิยมใช้ในการเสริมกำลังเช่น งานวิจัยของ Balamuralikrishnan และJeyasehar [10] ได้ศึกษาการเสริมกำลังคานด้วย CFRP จำนวน 1 และ 2 ชั้น พบว่าการเสริมกำลังด้วย CFRP สามารถปรับปรุงคุณสมบัติกำลังรับโมเมนต์ดัดได้อย่างมีประสิทธิภาพ แต่วัสดุมีต้นทุนที่สูงกว่าร้อยละ 350 เทียบกับวัสดุโพลีเมอร์เสริมเส้นใยแก้ว (Glass Fiber Reinforced Polymer หรือ GFRP) ซึ่งมีราคาต่อตารางเมตรที่ต่ำกว่า 1 เหรียญสหรัฐ (ราคาจากร้านค้าในประเทศไทย)[11] โดย CFRP มีค่าโมดูลัสสูงกว่า 3 ถึง 3.5 เท่าเมื่อเทียบกับ GFRP[12] ทำให้การวิบัติที่สภาวะประลัยของคานที่เสริม GFRP มีรูปแบบที่เหนียวกว่า [2] สังเกตได้จาก เมื่อคานเกิดการวิบัติจากการฉีกขาดของแผ่นโพลีเมอร์คานที่เสริมกำลังด้วย GFRP จะพบค่าการแอ่นตัวและรอยร้าวที่มากกว่า CFRP แต่เนื่องจาก GFRP มีคุณสมบัติกำลังรับแรงในสภาวะใช้งานที่น้อยกว่าจึงไม่เป็นที่นิยมในการนำมาเสริมกำลัง อย่างไรก็ตามเมื่อมีการปรับปรุงให้คุณสมบัติการรับแรงของ GFRP ให้เทียบเท่า CFRP [13],[14] ก็เป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่ใช้ในการเสริมกำลังโครงสร้าง

ดังนั้นปี ค.ศ.1991 Saadatmanesh และคณะ [15] ได้เริ่มมีการศึกษาความแข็งแรงของคานคอนกรีตเสริมเหล็กที่เสริมกำลังคานภายนอกด้วย GFRP พบว่าคานที่เสริมกำลังด้วย GFRP มีค่าโมเมนต์ดัดเพิ่มขึ้น และความกว้างของรอยร้าวลดลงเมื่อเทียบกับคานที่ไม่ได้รับการเสริมกำลัง Grace และคณะ [16] ศึกษาพฤติกรรมของคานคอนกรีตเสริมเหล็กที่เสริมกำลังด้วย FRP ยังได้ตรวจสอบอิทธิพลของจำนวนชั้น ความหนาของ FRP ที่แตกต่างกัน ประเภทของอีพอกซี และรูปแบบของการเสริมแรงที่มีต่อพฤติกรรมของคานพบว่า การเสริมกำลังด้วย FRP สามารถรับน้ำหนักบรรทุกได้เพิ่มขึ้น การแอ่นตัวของคานลดลงรอยแตกกระจายตัวสม่ำเสมอและมีขนาดเล็กลง ในเวลาต่อมาได้มีการศึกษาการใช้ GFRP เสริมกำลังเพื่อเพิ่มโมเมนต์ดัดและแรงเฉือน Taheri และคณะ [17] ศึกษาการเสริมกำลังภายนอกด้วยแผ่น CFRP และ GFRP ชนิดทิศทางเดียว ซึ่งมีการเสริมความ

ยาวเต็มช่วงคานและเฉพาะช่วงที่คานรับโมเมนต์ดัด พบว่า การเสริมกำลังด้วยแผ่น FRP ความยาวเต็มช่วงคานสามารถปรับปรุงประสิทธิภาพในการรับน้ำหนักบรรทุกได้ดีกว่า อีกทั้งการจัดเตรียมพื้นผิวมีผลต่อการเสริมกำลัง ที่ผ่านมามีการนำ GFRP เสริมกำลังหลายรูปแบบเช่นงานวิจัยของ Nabil และคณะ [18] ศึกษาการเสริมกำลังคานด้วย FRP รูปแบบผ้าพบว่าคานที่เสริมกำลังสามารถเพิ่มการรับน้ำหนักบรรทุกทุกแต่ในการเสริมกำลังรูปแบบผ้าต้องติดตั้งบนคานเมื่อมีจำนวนชั้นที่เพิ่มขึ้นทำให้ประสิทธิภาพในการกระจายแรงของ FRP นั้นลดลงและเกิดการหลุดล่อน Nguyen และCao[19] ศึกษาการเสริมกำลังคานคอนกรีตด้วยวิธี NSM (near-surface mounted) เป็นการเสริมกำลังเพื่อป้องกันการหลุดล่อน พบว่าคานที่การเสริมกำลังด้วยวิธี NSM มีประสิทธิภาพเพิ่มมากขึ้นแต่มีวิธีการติดตั้งซับซ้อนเนื่องจากต้องตัดร่องเข้าไปในคอนกรีตก่อนติดตั้ง Rahimi และ Hutchinson [20] ศึกษาการเสริมกำลังคานคอนกรีตด้วยแผ่น GFRP พบว่า คานสามารถรับน้ำหนักบรรทุกได้เพิ่มขึ้น มีการกระจายแรงที่ดี อีกทั้งยังเป็นวิธีการเสริมกำลังที่มีการติดตั้งเร็วที่สุดเนื่องจากมีน้ำหนักที่เบาสะดวกต่อการติดตั้งและยังสามารถติดตั้งโดยไม่ต้องหยุดการใช้งานโครงสร้าง

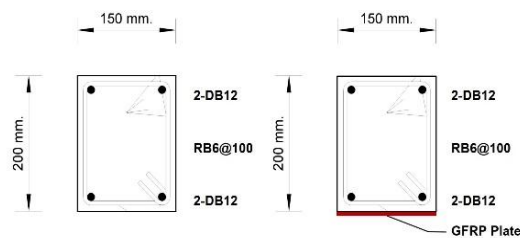
งานวิจัยนี้มุ่งเน้นศึกษาคุณสมบัติการรับแรงของแผ่นโพลิเมอร์เสริมเส้นใยแก้วโดยใช้โพลิเมอร์เสริมเส้นใยแก้วแบบผ้าทิศทางเดียวที่มีต้นทุนต่ำนำมาเรียงซ้อนกันขึ้นรูปให้อยู่ในรูปแบบแผ่น (GFRP Plate) ด้วยเรซิน และประยุกต์ใช้แผ่นโพลิเมอร์เสริมเส้นใยแก้วในการเสริมกำลังภายนอกเพื่อปรับปรุงคุณสมบัติด้านโมเมนต์ดัดของคานคอนกรีตเสริมเหล็กโดยใช้ อีพอกซีในการเชื่อมประสาน(External Bonding) เนื่องจากเป็นวิธีที่สะดวกรวดเร็ว ขั้นตอนไม่ซับซ้อน สามารถกำหนดจำนวนชั้นแผ่นโพลิเมอร์เสริมเส้นใยแก้วตามที่ต้องการได้ในห้องปฏิบัติการ

2.วิธีการดำเนินงานวิจัย

2.1คานคอนกรีตเสริมเหล็กที่ใช้ในการทดลอง

คานคอนกรีตเสริมเหล็กที่ใช้ในการทดสอบจำนวน 3 ตัวอย่าง ขนาด 15x20x200 เซนติเมตร ช่วงความยาวสำหรับการทดสอบ 180 เซนติเมตร เสริมเหล็กรับแรงดึงและเหล็กรับแรงอัด DB12 จำนวน 2 เส้น เหล็กปลอก RB6 ระยะ 10 เซนติเมตร กำลังอัดคอนกรีต 230 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร แสดงได้ดังรูปที่ 1(ก) และ1(ข) โดยกำหนดให้คาน CB คือ คานควบคุมเพื่อใช้เปรียบเทียบกับพฤติกรรมการรับน้ำหนักบรรทุก

EB-1 และ EB-3 คือคานที่เสริมกำลังด้วยแผ่น GFRP มีความหนาของเส้นใยแก้ว 1 ชั้นและ 3 ชั้นตามลำดับ แสดงได้ดังตารางที่ 1



(ก) คานควบคุม

(ข) คานเสริมกำลัง

รูปที่ 1 หน้าตัดคานคอนกรีตในการทดสอบ

2.2แผ่นโพลิเมอร์เสริมเส้นใยแก้วในการทดสอบ

แผ่นโพลิเมอร์เสริมเส้นใยแก้ว(Glass Fiber Reinforced Polymer หรือ GFRP) เป็นวัสดุประกอบ(Composite Materials) คือ ส่วนของเส้นใยซึ่งเป็นส่วนที่รับแรงกระทำหลัก และส่วนของโพลิเมอร์ (Polymer) หรือเรซิน (Resin) ซึ่งใช้เป็นตัวถ่ายแรงและยึดประสานเส้นใยเข้าด้วยกัน โดยในการออกแบบแผ่น GFRP เสริมกำลังที่ใช้ในการทดสอบเส้นใยแก้ว 1 ชั้นมีความหนา 0.25 มิลลิเมตร และ 3 ชั้นมีความหนา 0.75 มิลลิเมตร ขนาดกว้าง 15 เซนติเมตร ยาว 154 เซนติเมตร ขั้นตอนในการขึ้นรูปนำแผ่นเส้นใยแก้ววางบนไม้แบบที่ทำด้วยซีเมนต์สำหรับงานเรซินต่อมาทาเรซินให้ทั่วแผ่นเส้นใยจากนั้นนำไม้แบบประกบด้านบนของแผ่นเส้นใยที่ทำด้วยเรซินและกดทับด้วยน้ำหนักให้ทั่วแผ่นไม้แบบเพื่อลดการเกิดฟองอากาศ เมื่อแผ่น GFRP แข็งตัวแล้วนำมาตัดแต่งให้มีขนาดตามที่ต้องการเพื่อเตรียมติดตั้งในการเสริมกำลังของคานทดสอบ และเก็บตัวอย่างขนาดกว้าง 2.5 เซนติเมตร ยาว 10 เซนติเมตร แสดงได้ดังรูปที่ 2 เพื่อทดสอบคุณสมบัติของแผ่น GFRP แสดงได้ดังรูปที่ 3 และตารางที่ 2



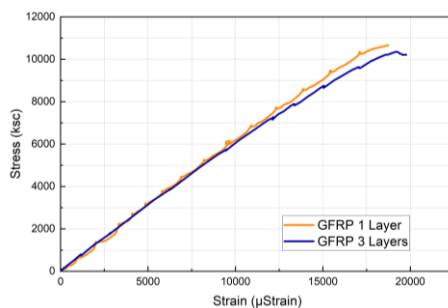
รูปที่ 2 การทดสอบแผ่นโพลิเมอร์เสริมเส้นใยแก้ว

ตารางที่ 1 คานตัวอย่างที่ใช้ในการทดสอบ

Beams	Dimension (cm)			Type of Strengthening
	Span length	Width	Height	
CB	180	15	20	N/A
EB-1	180	15	20	One layer
EB-3	180	15	20	Three layers

ตารางที่ 2 คุณสมบัติวัสดุ

Material	Ultimate tensile strength (kg)	Modulus of elasticity in tension (ksc)
GFRP One layer	647	627089
GFRP Three layers	1839	613061
SD40	6037	2019530

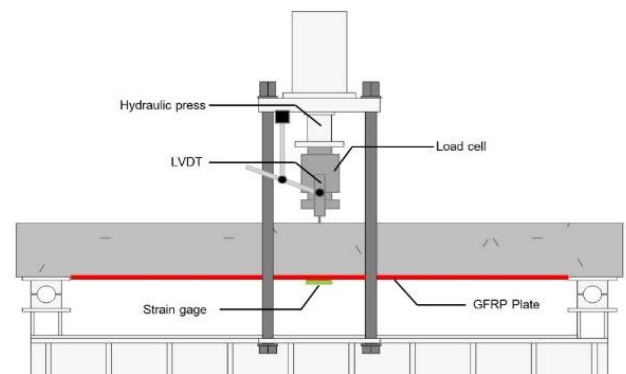


รูปที่ 3 ความสัมพันธ์ระหว่างแรงและค่าความเครียดของแผ่นโพลิเมอร์เสริมเส้นใยแก้ว

2.3 การทดสอบ

การทดสอบกระทำภายใต้โครงเหล็กทดสอบที่มีการติดตั้งมาตรวัดแรง (Load cell) และอุปกรณ์ตรวจวัดการเคลื่อนที่ (LVDT) ใช้การทดสอบแบบสามจุด (Three point load) กดน้ำหนักบรรทุกลงจุดกึ่งกลางทำการหาสัณฐานที่คานก่อนการทดสอบช่วยให้สามารถสังเกตเห็นรอยแตกร้าวที่เกิดขึ้นได้ชัดเจนขึ้น โดยทดสอบคาน 3 ตัวอย่าง แบ่งเป็นคานควบคุม 1 ตัวอย่าง และคานเสริมกำลังด้วยแผ่น GFRP 2 ตัวอย่าง โดยมีการจัดเตรียมพื้นผิวและติดตั้งแผ่น GFRP ขนาดกว้าง 15 เซนติเมตร ยาว 154 เซนติเมตร ใต้ท้องคานด้วยอีพอกซีเป็นตัวเชื่อมประสานจากนั้นทดสอบภายใต้โครงเหล็กทดสอบ

แสดงได้ดังรูปที่ 4 ทำการทดสอบในรูปแบบของการควบคุมการแอ่นตัว (Displacement Controlled Test Scheme) โดยจะทำการให้แรงที่ละน้อย โดยเพิ่มแรงกระทำจนกระทั่งคานแอ่นตัวทุก 1 มิลลิเมตร โดยแต่ละครั้งก่อนที่จะเพิ่มแรงที่กระทำต่อคานมีการสังเกตพฤติกรรมรอยแตกร้าวของคานคอนกรีต และบันทึกข้อมูลจากเครื่องมือตรวจวัดก่อนที่จะทำการเพิ่มน้ำหนักในขั้นต่อไป ทำการทดสอบจนกระทั่งคานเกิดการวิบัติเพื่อเปรียบเทียบค่าการรับน้ำหนักและค่าการแอ่นตัว



รูปที่ 4 คานทดสอบภายใต้โครงเหล็กทดสอบ

3. ผลการทดสอบและการอภิปรายผล

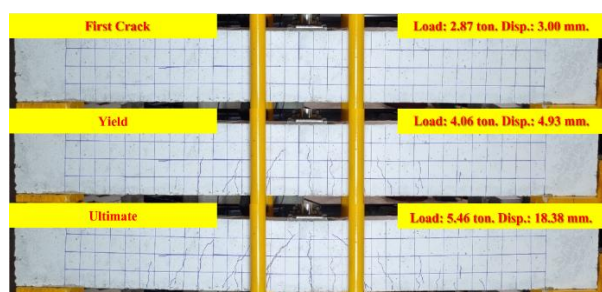
3.1 การวิบัติของคานทดสอบ

จากรูปที่ 5 แสดงถึงรอยแตกร้าวเมื่อคาน CB ได้รับน้ำหนักบรรทุกที่เพิ่มมากขึ้น รอยแตกร้าวแรกเกิดขึ้นช่วงกึ่งกลางคานเมื่อคานทดสอบได้รับน้ำหนักบรรทุก 2.87 ตัน คานเกิดการแอ่นตัว 3.00 มิลลิเมตร ที่จุดครากคานรับน้ำหนักบรรทุกได้ 4.06 ตัน คานเกิดการแอ่นตัวที่ 4.93 มิลลิเมตร รอยแตกร้าวเริ่มกระจายออกด้านข้างของคาน และที่จุดวิบัติจากโมเมนต์คานสามารถรับน้ำหนักบรรทุกได้ 5.46 ตัน การแอ่นตัว 18.38 มิลลิเมตร รอยแตกร้าวที่กระจายออกเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อยแต่มีขนาดที่ใหญ่ขึ้น รูปที่ 6 แสดงถึงรอยแตกร้าวเมื่อคาน EB-1 ได้รับน้ำหนักบรรทุกจนกระทั่งการแอ่นตัว 3.00 มิลลิเมตร คานยังไม่เกิดรอยแตกร้าวแสดงให้เห็นประสิทธิภาพในการรับน้ำหนักบรรทุกเมื่อเทียบกับคาน CB เริ่มมีรอยแตกร้าวแรกเกิดขึ้นเมื่อคานมีการแอ่นตัวที่ 3.08 มิลลิเมตร รับน้ำหนักบรรทุก 3.65 ตัน ที่จุดครากคาน EB-1 สามารถรับน้ำหนักบรรทุก 6.13 ตัน การแอ่นตัว 7.13 มิลลิเมตร มีรอยแตกร้าวกระจายตัวบริเวณช่วงรับแรงดึงของคาน จนกระทั่งได้รับน้ำหนักบรรทุก 7.44 ตัน การแอ่นตัว 21.76 มิลลิเมตร รูปที่ 7 แสดงถึงรอยแตกร้าวเมื่อ

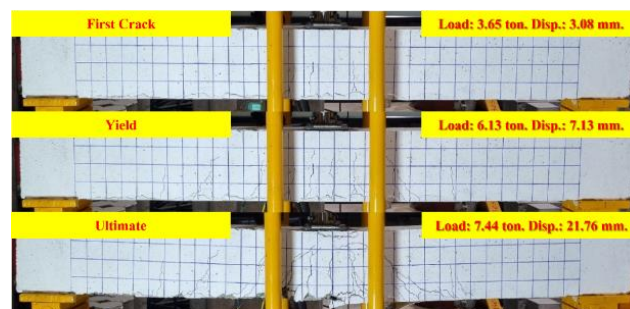
คาน EB-3 ได้รับน้ำหนักบรรทุกจนกระทั่งการแอ่นตัว 3.00 มิลลิเมตร คานยังไม่เกิดรอยแตกกว้างแสดงให้เห็นประสิทธิภาพในการรับน้ำหนักบรรทุกเมื่อเทียบกับคาน CB และ EB-1 รอยร้าวแรกเกิดขึ้นเมื่อคานมีการแอ่นตัว 3.23 มิลลิเมตร รับน้ำหนักบรรทุก 3.92 ตัน ที่จุดครากคานสามารถรับน้ำหนักบรรทุก 7.32 ตัน การแอ่นตัว 6.35 มิลลิเมตร เมื่อเทียบกับคาน EB-1 แสดงให้เห็นประสิทธิภาพในการรับน้ำหนักบรรทุกที่เพิ่มขึ้นเมื่อมีการเสริมกำลังด้วยแผ่น GFRP ที่มีจำนวนชั้นความหนาที่เพิ่มขึ้น รอยแตกกว้างมีขนาดความกว้างที่เล็กลงเมื่อเทียบกับคาน CB และ EB-1 จนกระทั่งคานรับน้ำหนักบรรทุก 9.29 ตัน การแอ่นตัว 15.49 มิลลิเมตร แผ่น GFRP นั้นเริ่มมีการหลุดล่อนจากออกจากปลายคานเข้าสู่กึ่งกลางคานเป็นลักษณะการหลุดล่อนแบบมีทิศทางจากปลายแผ่นสู่กลางแผ่น (Plate-end debonding) และรูปแบบการวิบัติของคานทดสอบ แสดงได้ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ลักษณะการวิบัติของคานทดสอบ

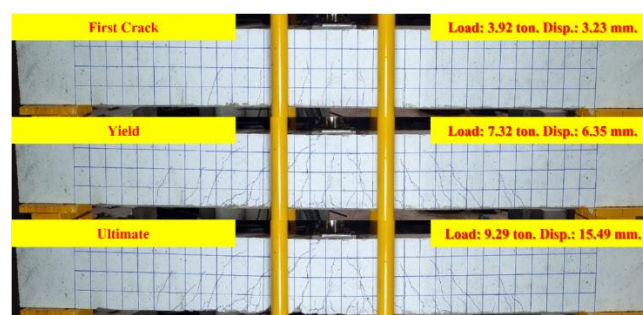
Beams	Load (T)	Displacement (mm)	Failure Mode
CB	5.46	18.38	Flexural failure
EB-1	7.44	21.76	Flexural failure
EB-3	9.29	15.49	Flexural failure, Debonding



รูปที่ 5 รอยแตกกว้างของคาน CB เมื่อมีการแอ่นตัวในแต่ละช่วง



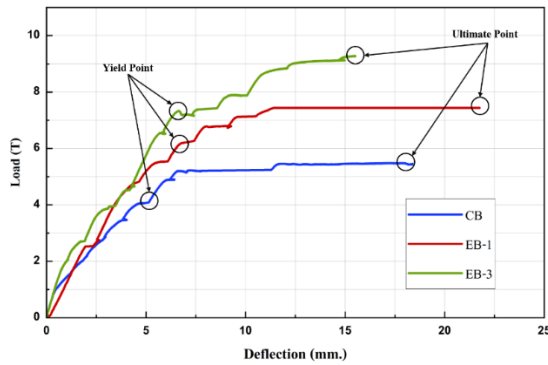
รูปที่ 6 รอยแตกกว้างของคาน EB-1 เมื่อมีการแอ่นตัวในแต่ละช่วง



รูปที่ 7 รอยแตกกว้างของคาน EB-3 เมื่อมีการแอ่นตัวในแต่ละช่วง

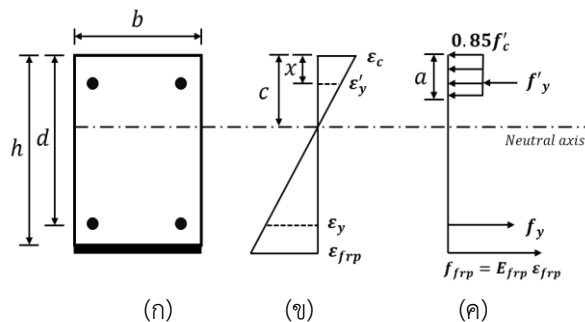
3.2 ความสัมพันธ์ระหว่างกำลังน้ำหนักบรรทุกและการแอ่นตัวของตัวอย่างคานทดสอบ

จากการทดสอบคานคอนกรีตเสริมเหล็กที่ไม่ได้เสริมกำลังและเสริมกำลังภายนอกด้วยแผ่น GFRP ได้นำค่าความสัมพันธ์ระหว่างแรงกระทำสูงสุด(Ultimate Load) และค่าการแอ่นตัว (Deflection) มาวิเคราะห์และเปรียบเทียบ แสดงได้ดังรูปที่ 8 ซึ่งแสดงให้เห็นถึงค่าการรับน้ำหนักบรรทุกของคาน CB, EB-1 และ EB-3 ที่มีค่าการรับน้ำหนักบรรทุกเพิ่มมากขึ้นเมื่อเพิ่มจำนวนความหนาของเส้นใยแก้วแต่เมื่อความหนาถึงจุดหนึ่งจะมีผลของการหลุดล่อนของแผ่น GFRP ที่มาเสริมกำลังเป็นปัจจัยที่ทำให้ประสิทธิภาพในการเสริมกำลังนั้นลดลงก่อนที่จะแผ่น GFRP จะทำงานได้เต็มประสิทธิภาพของวัสดุ ก่อนที่เกิดความเสียหายของแผ่น GFRP จึงเป็นผลทำให้คาน EB-3 ที่เสริมกำลังด้วยโพลิเมอร์เสริมเส้นใยแก้วความหนาจำนวน 3 ชั้นนั้นมีความแอ่นตัวที่น้อยกว่าคาน EB-1 ที่มีการเสริมกำลังด้วยโพลิเมอร์เสริมเส้นใยแก้วความหนาจำนวน 1 ชั้น



รูปที่ 8 ความสัมพันธ์ระหว่างกำลังน้ำหนักบรรทุกและการแอ่นตัว

3.3แบบจำลองเชิงทฤษฎี



รูปที่ 9 วิเคราะห์หน้าตัดคานคอนกรีตเสริมเหล็กที่เสริมกำลังด้วยแผ่นโพลีเมอร์เสริมเส้นใยแก้ว

รูปที่ 9 (ก) แสดงหน้าตัดของคานคอนกรีตเสริมเหล็กที่เสริมกำลังภายนอกด้วยแผ่นโพลีเมอร์เสริมเส้นใยแก้ว รูปที่ 9 (ข) แสดงการกระจายความเครียดภายในหน้าตัดคานคอนกรีตเสริมเหล็กที่เสริมกำลังภายนอกด้วยแผ่นโพลีเมอร์เสริมเส้นใยแก้ว รูปที่ 9 (ค) แสดงการกระจายหน่วยแรงและทิศทางของแรงลัพธ์ที่กระทำต่อน้ำตัด

ในการวิเคราะห์เสริมกำลังภายนอกด้วยแผ่นโพลีเมอร์เสริมเส้นใยแก้ว จำเป็นต้องคำนึงถึงความเครียดประสิทธิผล (ϵ_{fe}) ความเครียดก่อนการหลุดล่อน (ϵ_{fd}) เกิดบริเวณแผ่น GFRP ที่นำมาเสริมกำลังเพื่อให้ได้ประสิทธิภาพสูงสุดของแผ่น GFRP ก่อนเกิดการวิบัติที่จากการหลุดล่อน โดยจะนำค่าความเครียดที่น้อยที่ได้จากสมการที่ (1) หรือสมการที่ (2) มาวิเคราะห์หาค่าโมเมนต์

$$\epsilon_{fd} = 0.41 \sqrt{\frac{f'_c}{n_f E_f t_f}} \leq 0.9 \epsilon_{fu} \quad (1)$$

$$\epsilon_{fe} = \left[\left(\epsilon_{cu} \left(\frac{h-c}{c} \right) \right) - \epsilon_{bi} \right] \leq \epsilon_{fd} \quad (2)$$

แรงลัพธ์ที่กระทำต่อคานคอนกรีตเสริมเหล็กที่เสริมกำลังภายนอกด้วยแผ่นโพลีเมอร์เสริมเส้นใยแก้ว แบ่งออกเป็นสองส่วน โดยส่วนที่หนึ่งจากสมการที่ (3) คือแรงอัดลัพธ์ในคอนกรีต (C_c) ได้จากกำลังอัดสูงสุดคอนกรีต (f'_c) และความกว้างของหน้าตัดคาน (b) สมการที่ (4) แรงอัดลัพธ์ในเหล็กเสริมรับแรงอัด (C_s) ได้จากพื้นที่หน้าตัดเหล็กเสริมรับแรงอัด (A'_s) และความเค้นรับอัด (f'_y) ส่วนที่สองได้จากสมการที่ (5) คือแรงดึงลัพธ์ในเหล็กเสริมรับแรงดึง (T_s) และสมการที่ (6) แรงดึงลัพธ์ในแผ่นโพลีเมอร์เสริมเส้นใยแก้วเสริมกำลัง (T_{frp}) จากหลักการสมดุลตั้งสมการที่ (7) แรงลัพธ์อัดเท่ากับแรงลัพธ์ดึงในหน้าตัดของคานคอนกรีตเสริมเหล็กที่เสริมกำลังภายนอกด้วยแผ่นโพลีเมอร์เสริมเส้นใยแก้ว แทนค่าตัวแปรให้อยู่ในรูปสมการที่ (8) เพื่อให้ทราบถึงระยะแนวแกนสะเทิน (c) จากสมการที่ (9) แทนค่าให้อยู่ในรูปความสัมพันธ์ของพื้นที่หน้าตัดและความเค้น ค่าโมเมนต์ได้จากสมการที่ (10) โดยจะมีการคำนวณโมเมนต์ที่จุดครากและจุดสูงสุดเปรียบเทียบระหว่างค่าทดสอบ และค่าเชิงทฤษฎี แสดงดังตารางที่ 4 พบว่า ค่าจากการทดสอบมีความใกล้เคียงกับค่าจากการคำนวณเชิงทฤษฎี

$$C_c = 0.85 f'_c ab \quad (3)$$

$$C_s = A'_s f'_y \quad (4)$$

$$T_s = A_s f_y \quad (5)$$

$$T_{frp} = A_{frp} f_{frp} \quad (6)$$

$$C_s + C_c = T_s + T_{frp} \quad (7)$$

$$A_s f_y + A_{frp} f_{frp} = 0.85 f'_c ab + A'_s f'_y \quad (8)$$

$$c = \frac{A_s f_y + A_{frp} f_{frp} - A'_s f'_y}{0.85 f'_c \beta_1 b} \quad (9)$$

$$M_n = T_{frp}(h-c) + T_s(d-c) + C_s(c-x) + C_c(c) \quad (10)$$

ตารางที่ 4 เปรียบเทียบโมเมนต์ดัดเชิงทฤษฎีและโมเมนต์ดัดจากการทดสอบ

Beam	Yielding Moment (T-m)		Relative Error (%)	Ultimate Moment (T-m)		Relative Error (%)
	Analytical	Experimental		Analytical	Experimental	
CB	2.05	1.83	12.02	2.45	2.46	0.41
EB-1	2.48	2.76	10.14	3.42	3.35	2.09
EB-3	3.53	3.30	6.97	3.77	4.18	9.81

4.สรุปผลการทดสอบ

ผลลัพธ์จากการทดสอบคานคอนกรีตเสริมเหล็ก โดยการทดสอบกำลังรับน้ำหนักบรรทุกทุกสูงสุดและการคำนวณทางทฤษฎี พบว่าคานควบคุม (CB) มีพฤติกรรมเป็นแบบเหนียว เกิดจากการครากของเหล็กเสริมรับแรงดึงบริเวณกึ่งกลางคาน ดังนั้นคานคอนกรีตเสริมเหล็กที่เสริมกำลังด้วยแผ่นโพลีเมอร์เสริมเส้นใยแก้วจำนวน 1 และ 3 ชั้น(EB-1 และ EB-3) สามารถรับน้ำหนักบรรทุกทุกเพิ่มขึ้นจากคานควบคุมร้อยละ 36 และ 78 ตามลำดับ และคาน EB-1 มีค่าการแอ่นตัวเพิ่มขึ้นจากคาน CB ร้อยละ 18 แต่คาน EB-3 มีค่าการแอ่นตัวลดลงจากคาน CB ร้อยละ 0.9 ซึ่งเมื่อเทียบกับการเสริมกำลังด้วย CFRP ตามงานวิจัยของ Balamuralikrishnan และ Jeyasehar คานที่เสริมกำลังด้วย GFRP มีกำลังรับโมเมนต์ดัดที่ต่ำกว่าร้อยละ 10 แต่มีค่าการแอ่นตัวที่มากกว่าแสดงให้เห็นถึงความเหนียว (Ductility) ของคานที่มากกว่าก่อนที่จะเกิดการวิบัติ เมื่อเปรียบเทียบค่าโมเมนต์ดัดดัดประลัยระหว่างค่าเชิงทฤษฎีและค่าการทดสอบคานทดสอบ พบว่า มีค่าที่ใกล้เคียงกันแต่กรณีคาน EB-3 มีค่าการแอ่นตัวต่ำกว่าคาน EB-1 เนื่องจากเกิดการวิบัติแบบหลุดล่อนของแผ่นโพลีเมอร์เสริมเส้นใยแก้วมีผลจากความหนาที่เพิ่มขึ้นแสดงให้เห็นว่ามีการใช้ความสามารถของแผ่นโพลีเมอร์เสริมเส้นใยแก้วได้เพียงร้อยละ 22 จึงควรมีการป้องกันการหลุดล่อนของแผ่นโพลีเมอร์เสริมเส้นใยแก้วเพื่อให้มีประสิทธิภาพมากขึ้นในการเสริมกำลัง

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจาก วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ตามสัญญาเลขที่ CIT-2023-GRAD-25 จึงขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

เอกสารอ้างอิง

- [1] E. G. Nawy, Reinforced Concrete: A Fundamental Approach, 4th ed. New Jersey: Prentice Hall, 2000.
- [2] American Concrete Institute. Guide for the Design and Construction of Structural Concrete Reinforced with FRP Bars (ACI440.1R-06), U.S.A.2006.
- [3] L. C. Hollaway and M. B. Leeming, Strengthening of Reinforced Concrete Structures: Using Externally-Bonded FRP Composites in Structural and Civil Engineering. Cambridge: Woodhead Publishing, 2001.
- [4] H. V. S. GangaRao, N. Taly, and P. V. Vijay, Reinforced Concrete Design with FRP Composites. Boca Raton: Taylor & Francis Group LLC., 2007.

- [5] P. Balaguru, A. Nanni, and J. Giancaspro, FRP Composites for Reinforced and Prestressed Concrete Structures: A Guide to Fundamentals and Design for Repair and Retrofit. New York: Taylor & Francis Group LLC., 2009.
- [6] H. A. Rasheed, Strengthening Design of Reinforced Concrete with FRP. Boca Raton: Taylor & Francis Group LLC., 2015.
- [7] H.C. Wu and C.D. Eamon, Strengthening of Concrete Structures Using Fiber Reinforced Polymers (FRP): Design, Construction and Practical Applications. Cambridge: Woodhead Publishing, 2017.
- [8] I. L. K. Reid, Concrete Bridge Strengthening and Repair. London: Thomas Telford Ltd., 2009.
- [9] P. J. Fanning and O. Kelly, "Ultimate response of RC beams strengthened with CFRP plates", *Journal of Composites for Construction*, pp. 122-127, 2001.
- [10] Balamuralikrishnan, R., & Jeyasehar, C. A. (2009). Flexural behavior of RC beams strengthened with carbon fiber reinforced polymer (CFRP) fabrics, *The Open Civil Engineering Journal*, 3(1), 102-109
- [11] Rodsins, K., Ejaz, A., Hussain, Q., & Parichatprecha, R. Experimental and analytical studies on low-cost GFRP composites strengthened RC beams: A comparison with carbon/sisal FRP. *Polymers*, 2023
- [12] Ayesha Siddika, Md. Abdullah Al Mamun, Rayed Alyousef, Y.H. Mugahed Amran (2019). Strengthening of reinforced concrete beams by using fiber-reinforced polymer composites: A review. *Journal of Building Engineering*, 25, 100798.
- [13] N. Attari, S. Amziane, and M. Chemrouk, Flexural strengthening of concrete beams using CFRP, GFRP and hybrid FRP sheets, *Construction and Building Materials*, vol. 37, pp. 746-757, 2012.
- [14] P. Mukhopadhyaya and N. Swamy, Optimizing structural response of beams strengthened with GFRP plates, *Journal of Composites Construction*, vol. 2, no. 2, pp. 87-95, 1998.
- [15] H. Saadatmanesh and M. R. Ehsani, RC beams strengthened with GFRP plates. I : Experimental study, *Journal of Structural Engineering*, vol.117, no. 11, pp. 3417-3433, 1991.
- [16] N. F. Grace, G. A. Sayed, A. K. Soliman, and K. R. Saleh, Strengthening Reinforced Concrete Beams Using Fiber Reinforced Polymer (FRP) Laminates, *ACI Structural Journal*, 1999.
- [17] F. Taheri, K. Shahin, and I. Widiarsa, On the parameters influencing the performance of reinforced concrete beams strengthened with FRP plates, *Composite Structures*, vol. 58, pp. 217-226, 2002.
- [18] N. F. Grace, G. Abdel-Sayed, and W. F. Ragheb, "Strengthening of Concrete Beams Using Innovative Ductile Fiber-Reinforced Polymer Fabric, *ACI Structural Journal*, 2002.
- [19] V. N. Nguyen and V. V. Cao, NSM GFRP Strengthening of Reinforced Concrete Beams after Exposure to Fire: Experiments and Theoretical Model, *Journal of Composite Construction*, vol. 27, no. 1, 2023.
- [20] H. Rahimi and A. Hutchinson, Concrete Beams Strengthened with Externally Bonded FRP Plates, *Journal of Composite Construction*, vol. 5, no.1, 2001.
- [21] ASTM C293/C293M-16, Standard Test Method for Flexural Strength of Concrete (Using Simple Beam With Center-Point Loading).

การศึกษาสมบัติทางวิศวกรรมของดินลูกรังในจังหวัดหนองคาย

The study of engineering properties of laterite soil in Nong Khai Province

พัชร อ่อนพรม^{1*}, เมลินี นิลทะวัช², ปัสสร เจริญยศ³, ฤชญา ตันจันทร⁴ และ ภาณุวัฒน์ สงวนศักดิ์⁵Patchara Onprom¹, Mesinee Nintavat², Prapassorn Jaroenyod³,Kritsada Tonchan⁴ and Panuwat Sanguansak⁵^{*1,4,5}สาขาวิชาเทคโนโลยีโยธา วิทยาลัยเทคนิคหนองคาย สถาบันอาชีวภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 1 จังหวัดหนองคาย 43000^{2,3}แผนกวิชาช่างก่อสร้าง-โยธา วิทยาลัยเทคนิคหนองคาย สถาบันอาชีวภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 1 จังหวัดหนองคาย 43000^{*1,4,5}Field of Civil Technology, Nongkhai Technical College, Institute of Vocational Education :

Northeastern Region 1, Nongkhai, 43000

^{2,3}Department of Construction -Civil, Nongkhai Technical College, Institute of Vocational Education :

Northeastern Region 1, Nongkhai, 43000

Received : 2023-09-07 Revised : 2025-01-15 Accepted : 2025-03-26

บทคัดย่อ

โครงการนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาคุณสมบัติทางวิศวกรรมของดินลูกรังในจังหวัดหนองคาย โดยใช้ดินลูกรังจากบ่อดิน 3 แหล่ง ประกอบด้วย บ่อดินภายในอำเภอเมืองหนองคาย อำเภอท่าบ่อ และอำเภอโพนพิสัย โดยนำดินมาบดย่อย และผึ่งแดดเพื่อลดความชื้น จากนั้นทำการทดสอบการทดสอบเพื่อจำแนกชนิดดิน ตามมาตรฐาน ASTM D-422 การทดสอบการบดอัดดินแบบสูงกว่ามาตรฐาน มทข.(ท) 501.2-2545 ผลการศึกษาพบว่า ดินลูกรังอำเภอเมืองหนองคาย อำเภอท่าบ่อ และอำเภอโพนพิสัย มีค่า Liquid Limit เท่ากับร้อยละ 42.37 , 36.51 และ 37.03 ค่า Plastic Limit เท่ากับร้อยละ 35.17 , 32.87 และ 32.57 ซึ่งสอดคล้องกับคุณสมบัติของดินตามมาตรฐานวัสดุชั้นรองพื้นทาง กรมโยธาธิการและผังเมือง (มยพ.2103-57) สำหรับการบดอัดดินแบบสูงกว่ามาตรฐานให้ค่าปริมาณความชื้นสูงสุด เท่ากับร้อยละ 11.40, 12.36 และ 11.64 ในขณะที่ค่าความหนาแน่นแห้งสูงสุด เท่ากับ 2.11, 2.10 และ 2.10 กรัม/ซม.³ ตามลำดับ

คำสำคัญ : สมบัติทางวิศวกรรม, ดินลูกรัง, การบดอัดดินแบบสูงกว่ามาตรฐาน

Abstract

This project aims to study the engineering properties of laterite soil in Nong Khai Province. By using later soil from 3 soil pits, namely, clay pits within Mueang Nong Khai District, Tha Bo District, and Phon Phisai District. Then the soil is crushed and exposed to sunlight to reduce humidity subsequently, soil classification testing was carried out in accordance with ASTM D-422. Soil modified compaction testing of 501.2-2545. Laterite soils in Mueang Nong Khai District, Tha Bo District and Phon Phisai District had Liquid Limit values of 42.37, 36.51, and 37.03 % Plastic Limits were 3.17, 32.87, and 32.57 respectively, the engineering properties of the three soils conforms to the soil properties according to the standard for the underlayment material of Department of Public Works and Town & Country Planning 2 1 0 3 - 5 7 (standard 2103-57). while modified compaction test gave maximum moisture content were 11.40, 12.36, and 11.64 %, respectively, while the highest dry density was 2.11, 2.10, and 2.10 g/cm³, respectively.

Keywords : engineering properties, laterite soil, modified compaction test

*พัชร อ่อนพรม

E-mail address : Civilman2517@gmail.com

1. บทนำ

ดินที่นิยมนำมาใช้เพื่อที่จะเตรียมพื้นทำงานก่อสร้างถนน และ อาคาร สามารถแบ่งออกได้หลายชนิด เช่น ดินทั่วไป ดินดาน ดินลูกรัง ดินทราย และหน้าดิน โดยดินแต่ละชนิดก็มีคุณสมบัติทางวิศวกรรมที่ต่างกันออกไปและนำไปใช้ในงานที่ต่างกัน โดยในงานก่อสร้างถนน มาตรฐานวัสดุรองพื้นทางตามมาตรฐาน มยพ.2102-57 [1] ที่ต้องการค่าความแน่นแห้งที่ร้อยละ 95 ของการบดอัดแบบสูงกว่ามาตรฐาน (Modified Proctor Density) ตามมาตรฐาน มทข.(ท) 501.2-2545 [2] และเมื่อเปรียบเทียบกับค่าความแน่นแห้งในห้องทดสอบ มีขนาดเม็ดดินไม่ใหญ่กว่า 5 เซนติเมตร จึงจะสามารถนำมาทำเป็นวัสดุรองพื้นทางได้ โดยวัสดุรองพื้นทางนิยมใช้ดินลูกรังหรือวัสดุผสมรวมมาใช้ในการบดอัดชั้นรองพื้นทาง เนื่องจากมีค่าความหนาแน่นแห้งสูง และดินลูกรังมีอัตราการยุบตัวต่ำ [1]

คณะผู้จัดซึ่งเป็นนักศึกษา สาขาเทคโนโลยีโยธา ได้เล็งเห็นความสำคัญของสมบัติทางวิศวกรรมของดินลูกรังที่นิยมนำมาใช้เป็นวัสดุชั้นรองพื้นทาง จึงมีแนวคิดที่จะศึกษาสมบัติทางวิศวกรรมตัวอย่างของดินลูกรังภายในจังหวัดหนองคาย จาก 3 แห่ง ประกอบด้วย ดินลูกรังจากบ่อดิน อำเภอมือหนองคาย อำเภอบ้านแพง และอำเภอโพนพิสัย เพื่อให้ทราบข้อมูลพื้นฐานทางวิศวกรรมของดินตัวอย่างดังกล่าวไปใช้ในการประกอบวิชาชีพในอนาคตต่อไป

2. วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาสมบัติทางวิศวกรรมของดินลูกรังภายในจังหวัดหนองคาย

3. ขอบเขตโครงการ

3.1 การทดสอบเพื่อจำแนกชนิดดิน

3.2 การทดสอบการบดอัดดินแบบสูงกว่ามาตรฐาน

4. การดำเนินการวิจัย

นำดินตัวอย่างที่ได้มาจากบ่อดินลูกรังในพื้นที่อำเภอมือหนองคาย อำเภอบ้านแพง และอำเภอโพนพิสัย มาผึ่งให้แห้งในอุณหภูมิปกติ จากนั้นทำการบดให้เม็ดดินหลุดออกจากกันโดยไม่ทำให้เม็ดดินแตก

4.1 การหาขนาดเม็ดดินด้วยตะแกรงร่อน (Sieve Analysis) ตามมาตรฐาน ASTM D-422 [3]

1) ทำความสะอาดตะแกรงทั้งหมดด้วยแปรงทำความสะอาด แล้วทำการชั่งน้ำหนักของตะแกรงแต่ละเบอร์บันทึกค่า (ชั่งน้ำหนักของ Pan ด้วย)

2) นำตะแกรงมาเรียงซ้อนกันโดยให้ตะแกรงที่มีขนาดช่องใหญ่อยู่บน แล้วเรียงขนาดเล็กลดตามลำดับดังนี้ เบอร์ 3/8", 4, 10, 20, 40, 100, 200 และภาชนะรองตะแกรง

3) นำตัวอย่างดินที่เตรียมไว้ทำใส่ลงบนตะแกรงชั้นบนสุดปิดฝาแล้วนำเข้าเครื่องเขย่าใช้เวลา ในการเขย่าอย่างน้อย 10 นาที แล้วนำตะแกรงแต่ละอันไปชั่งน้ำหนักจะได้ น้ำหนัก ตะแกรงรวมกับ ดินที่ค้างบนตะแกรง นำดินที่ค้างอยู่บนตะแกรงออกทิ้งแล้วทำความสะอาดตะแกรงให้เรียบร้อย

4.2 ชีตจำกัดอัตราเตอร์เบอร์ (Atterberg Limits)

ทดสอบหาค่าชีตจำกัดเหลว (Liquid Limit) ชีตจำกัดพลาสติก (Plastic Limit) โดยทดสอบตามวิธีและมาตรฐาน ASTM D-4318-17 [4] ซึ่งมีตัวอย่างดินลูกรังที่ใช้ในการทดสอบเป็นส่วนที่ผ่านตะแกรงร่อนเบอร์ 40

ดินตัวอย่างที่ได้มาจากอำเภอบ้านแพงและอำเภอมือหนองคายและอำเภอโพนพิสัย โดยถ้าตัวอย่างดินที่นำมาทดสอบขึ้นให้ผึ่งให้แห้งจนสามารถใช้เกรียงบดให้ร่วนได้แล้ว บดให้เม็ดดินหลุดออกจากกันโดยไม่ทำให้เม็ดดินแตกและ นำตะแกรงเบอร์ 40 มาทำการร่อนให้ได้ตัวอย่างดินละ 300 กรัม

4.2.1 ขั้นตอนการทดสอบ (Liquid Limit)

1) นำตัวอย่างดินไปตากแห้งที่อุณหภูมิห้องหรืออบแห้งที่อุณหภูมิไม่เกิน 60 องศาเซลเซียส จนแห้งพอที่จะใช้ ค้อนยางทุบเพื่อทำให้ดินที่จับตัวเป็นก้อนแยกออกจากกันเป็น ขนาดเม็ดตามธรรมชาติโดยไม่ทำให้เม็ดดินแตกไปด้วย

2) โดยให้ใช้ดินที่ผ่านตะแกรงเบอร์ 40 ให้ได้ประมาณ 100 กรัม

3) ผสมน้ำให้ตัวอย่างมีความชื้นสม่ำเสมอ อยู่ในสภาพที่จะทำการทดสอบ ชีตจำกัดเหลวโดยมีจำนวนครั้งการเคาะอยู่ที่ประมาณ 25 ถึง 35 ครั้ง และบ่มตัวอย่างในภาชนะปิดเป็นเวลาอย่างน้อย 16 ชั่วโมงและนำผลการทดสอบหาค่าชีตจำกัดเหลว (Liquid Limit)

4.2.2 ขั้นตอนการทดสอบ (Plastic Limit)

นำดินตัวอย่างที่ได้มาจากอำเภอบ้านแพงและอำเภอมือหนองคายและอำเภอโพนพิสัย โดยถ้าตัวอย่างดินที่นำมาทดสอบขึ้นให้ผึ่งให้แห้งจนสามารถใช้เกรียงบดให้ร่วนได้แล้ว

บดให้เม็ดดินหลุดออกจากกันโดยไม่ทำให้เม็ดดินแตกและนำตะแกรงเบอร์ 40 มาทำการร่อนผ่านตะแกรงให้ได้ตัวอย่างดินจำนวน 300 กรัม

1) นำดินที่เตรียมไว้มาผสมกับน้ำให้เข้ากันพยายามทำให้มากที่สุด แล้วปั้นเป็นก้อนกลม เส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 10 มิลลิเมตรนำไปคลึงบนแผ่นกระจกในอัตรา 80-90 ครั้งต่ออนาที

2) นำตัวอย่างที่ได้ไปใส่กระป๋องเพื่อหาค่าปริมาณความชื้น ความชื้นดังกล่าวเรียกว่า (Plastic Limit)

3) ทำการทดสอบช้ำอย่างน้อย 3-5 ตัวอย่าง แล้วนำค่ามาเฉลี่ยกัน (ค่าที่จะนำมาเฉลี่ยได้ต้องมีค่าใกล้เคียงกัน คือต่างกันไม่เกิน 2 %)

4.3 การทดสอบการบดอัดดินแบบสูงกว่ามาตรฐาน (Modified Compaction Test)

การทดสอบหาความสัมพันธ์ระหว่างความแน่นของดินกับปริมาณน้ำ ที่ใช้ในการบดอัดในแบบที่กำหนดขนาดไว้ด้วยตุ้มเหล็กหนัก 4.54 กก. (10 ปอนด์) ระยะปล่อยตุ้มตกกระทบสูง 457 มม. (18 นิ้ว)

วิธีทำ ใช้แบบขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 102 มม. (4 นิ้ว) และดินที่ร่อนผ่านตะแกรง ขนาด 19.0 มม. (3/4 นิ้ว) ตามวิธีพริกเตอร์แบบสูงกว่ามาตรฐาน (Modified Proctor)

4.3.1 การเตรียมตัวอย่าง

1) นำตัวอย่างดินมาผึ่งให้แห้งจนสามารถใช้เกรียงบดให้ร่วนได้ หรือใช้ตุ้บบดดินให้แห้งก็ได้แต่ต้องใช้อุณหภูมิต่ำกว่า 60 องศาเซลเซียส (140 องศาฟาเรนไฮต์) แล้วบดให้เม็ดดินหลุดออกจากกันโดยไม่ทำให้เม็ดดินแตก

2) ในกรณีที่ขนาดของตัวอย่างก้อนใหญ่ที่สุดโตกว่า 19.0 มม. (3/4 นิ้ว) ร่อนเอาดินที่ค้างบนตะแกรงนี้ออก แล้วแทนด้วยดินที่ร่อนผ่านตะแกรงนี้แล้วค้างบนตะแกรงขนาด 4.75 มม. (เบอร์ 4) จำนวนหนักเท่ากันใส่ลงแทนแล้วคลุกเคล้ากันให้ทั่วทำการแบ่งสี่ (Quartering) หรือใช้เครื่องมือแบ่งตัวอย่าง (Sample Splitter)

3) ในกรณีที่ขนาดของตัวอย่างก้อนใหญ่ที่สุดไม่โตกว่า 19.0 มม. (3/4 นิ้ว) ให้แบ่งตัวอย่างตามวิธีในข้อ 4.2

4) ในกรณีที่ทำการทดสอบตาม วิธี ค หรือ ง ให้ใช้ตัวอย่างที่ร่อนผ่านตะแกรงขนาด 4.75 มม. (เบอร์ 4) เท่านั้นส่วนที่ค้างบนตะแกรงนี้ให้ทิ้งไป

5) ให้เตรียมตัวอย่างหนักประมาณ 6,000 กรัม (14 ปอนด์) สำหรับการทดสอบ วิธี ข. และ ง. ต่อการทดสอบ 1 ครั้ง และหนักประมาณ 3,000 กรัม (7 ปอนด์) สำหรับการทดสอบวิธี ก และ ค ต่อการทดสอบ 1 ครั้งการเตรียมตัวอย่างต้องเตรียมให้พอทดสอบได้ไม่น้อยกว่า 4 ครั้งต่อ 1 ตัวอย่าง

4.3.2 การทดสอบ

1) นำตัวอย่างดินที่เตรียมมาพรมน้ำ ให้ทั่วเพื่อให้ดินชื้นโดยเมื่อคลุกผสมกันแล้ว จะมีความชื้นต่ำกว่าปริมาณความชื้นที่ให้ความแน่นสูงสุด (Optimum Moisture Content) ประมาณร้อยละ 4

2) ใส่ดินที่ผสมน้ำแล้ว ลงในแบบขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 102 มม. (4 นิ้ว) ซึ่งมีปลอก (Collar) สามอยู่เรียบร้อยแล้ว โดยประมาณว่าเมื่อบดอัดแล้วจะเหลือดินสูง 1/5 ของความสูงของแบบ แล้วบดอัดโดยตุ้มยกสูง 457 มม. (18 นิ้ว) จำนวน 25 ครั้ง ให้ทั่วผิวของดินในแบบ

3) ทำตามวิธีในข้อ 5.1.2 ซ้ำอีก 4 ครั้ง จนดินที่ถูกบดอัดแน่นในแบบมีความสูงกว่าแบบประมาณ 10 มม.

4) ถอดปลอกออก ใช้เหล็กปาดดินปาดแต่งหน้าดินในแบบให้เรียบเท่ากับระดับขอบบนของแบบ ถ้าดินก้อนใหญ่หลุดออกให้เติมดินตัวอย่างลงไปแทนแล้วบดให้แน่นพอควรจนเรียบแล้วนำไปชั่งน้ำหนักเมื่อหักน้ำหนักของแบบออก จะได้น้ำหนักของดินขึ้น ต้องอ่านเครื่องชั่งละเอียดถึง 5 กรัม

5) นำตัวอย่างดินออกจากแบบ แล้วผ่าตามแนวตั้งผ่านจุดศูนย์กลางของแท่งตัวอย่างดิน เก็บดินจากที่ผ่าประมาณ 300 กรัม ใส่ตลับบรรจุดินชั่งน้ำหนักทันที อ่านละเอียดถึง 0.01 กรัม

6) นำดินในตลับบรรจุดินไปบดให้แห้งที่อุณหภูมิ 110 ± 5 องศาเซลเซียส (230 ± 9 องศาฟาเรนไฮต์) อย่างน้อย 12 ชั่วโมง แล้วชั่งหาน้ำหนักอ่านละเอียดถึง 0.01 กรัม

7) บดดินตัวอย่างที่แกะออกจากแบบที่เหลือให้ร่วนแล้วคลุกผสมกับดินในตอนแรกให้เข้ากัน พรมน้ำให้ความชื้นเพิ่มขึ้นร้อยละ 1 ถึง 2

8) ดำเนินการตามข้อ 2) ถึง 7) โดยเพิ่มน้ำทุกครั้งที่จนกว่าน้ำหนักดินที่บดอัดในแบบลดลง หรือไม่เปลี่ยนแปลงหรืออาจลดน้ำที่ผสมลงเมื่อพบว่า การเพิ่มน้ำแล้วน้ำหนักดินที่บดอัดในแบบกลับลดลง

4.3.3 การคำนวณ

1) คำนวณหาค่าความชื้นในดินเป็นร้อยละตามสมการที่ 1

$$W = \frac{W1 - W2}{W2} \times 100 \dots (1)$$

เมื่อ W = ความชื้นในดินเป็นร้อยละเมื่อเทียบกับน้ำหนักดินอบแห้ง

W1 = น้ำหนักของดินชื้นหน่วยเป็นกรัม

W2 = น้ำหนักของดินอบแห้งหน่วยเป็นกรัม

2) คำนวณหาค่าความแน่นชื้น (Wet Density)

ตามสมการที่ 2

$$r_w = \frac{A}{V} \dots (2)$$

เมื่อ r_w = ความแน่นชื้นของดิน หน่วยเป็นกรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร

A = น้ำหนักดินชื้นที่บดอัดในแบบ หน่วยเป็นกรัม

V = ปริมาตรของแบบ ซึ่งเท่ากับปริมาตรของดินชื้นที่บดอัดในแบบ หน่วยเป็นลูกบาศก์เซนติเมตร

3) คำนวณหาค่าความแน่นแห้ง (Dry Density)

ตามสมการที่ 3

$$r_d = \frac{r_w}{1 + \frac{W}{100}} \dots (3)$$

เมื่อ r_d = ความแน่นแห้งของดิน หน่วยเป็นกรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร

r_w = ความแน่นชื้นของดิน หน่วยเป็นกรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร

W = ความชื้นในดินเป็นร้อยละเมื่อเทียบกับน้ำหนักดินอบแห้ง

4.3.4 การรายงานผล

1) นำค่าความชื้นในดิน (W) และค่าความแน่นแห้งของดิน (r_w) ในแต่ละครั้งของการทดสอบมากำหนดจุดลงในกระดาษกราฟโดยให้ค่าความชื้นในดินอยู่ในแกนแนวนอนและค่าความแน่นแห้งของดินอยู่ในแกนตั้ง

2) เขียนเส้นกราฟให้ผ่านจุดที่กำหนดไว้ หรือใกล้เคียงให้มากที่สุด จะได้เส้นกราฟลักษณะเป็นเส้นโค้ง

รูปประฆังคว่ำ (Parabola Curve) จุดสูงที่สุดของเส้นโค้งคือค่าความแน่นแห้งสูงสุด (Maximum Dry Density) ของดินนั้นตามกรรมวิธีบดอัดที่ใช้ทดสอบนี้

3) ที่จุดค่าความแน่นแห้งสูงสุดของดิน เมื่อลากเส้นตรงขนานกับแกนตั้งลงมาตัดแกนแนวนอน จะได้ค่าความชื้นที่ทำให้ดินบดอัดได้แน่นสูงสุด

4) ให้รายงานค่าความแน่นแห้งสูงสุด หน่วยเป็นกรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร และค่าความชื้นที่ทำให้ดินบดอัดได้แน่นสูงสุด (OMC) เป็นร้อยละ

5) ให้รายงานผลตามแบบฟอร์มที่ บพ.มยผ. 2202-57: มาตรฐานการทดสอบความแน่น แบบสูงกว่ามาตรฐาน (Modified Compaction Test)

6) กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นแห้งกับปริมาณความชื้นของการทดลองบดอัดดินแบบสูงกว่ามาตรฐาน

5. ผลการทดลอง

5.1 การหาขนาดเม็ดดินด้วยตะแกรงร่อน (Sieve Analysis) ตามมาตรฐาน ASTM D-422 ดังแสดงในตารางที่ 1, 2 และ 3

ตารางที่ 1 บ่อดินภายในอำเภอเมืองหนองคาย

ค่าเฉลี่ยการผ่านตะแกรงของดินลูกรัง บ่อดินภายในอำเภอเมืองหนองคาย					
ตะแกรง (เบอร์)	ขนาด ตะแกรง	ร่อน ครั้งที่ 1	ร่อน ครั้งที่ 2	ร่อน ครั้งที่ 3	$\bar{X}$
No.3/8"	9.51	42.33	42.71	42.67	42.57
No.4	4.75	29.18	29.13	28.99	29.10
No.10	2.00	17.84	17.77	17.68	17.76
No.3/8"	9.51	42.33	42.71	42.67	42.57
No.4	4.75	29.18	29.13	28.99	29.10
No.10	2.00	17.84	17.77	17.68	17.76
No.20	0.855	3.41	3.23	3.27	3.30
No.40	0.425	2.59	2.40	2.80	2.60
No.100	0.015	2.28	2.36	2.24	2.29
No.200	0.075	1.21	1.22	1.12	1.18
Pan	-	1.16	1.18	1.25	1.20

ตารางที่ 2 บ่อดินภายในอำเภอท่าบ่อ

ค่าเฉลี่ยการผ่านตะแกรงของดินลูกรัง บ่อดินภายในอำเภอท่าบ่อ					
ตะแกรง (เบอร์)	ขนาด ตะแกรง	ร่อน ครั้งที่ 1	ร่อน ครั้งที่ 2	ร่อน ครั้งที่ 3	$\bar{X}$
No.3/8"	9.51	37.59	37.49	38.22	37.77
No.4	4.75	38.31	38.41	38.71	38.30
No.10	2.00	19.13	18.41	18.65	18.73
No.20	0.855	1.69	2.71	1.98	2.13
No.40	0.425	0.77	1.01	0.96	0.91
No.100	0.015	1.20	0.48	0.77	0.82
No.200	0.075	0.96	1.20	0.67	0.94
Pan	-	0.34	0.82	0.58	0.58

ตารางที่ 3 บ่อดินภายในอำเภอโพธิ์ชัย

ค่าเฉลี่ยการผ่านตะแกรงของดินลูกรัง บ่อดินภายในอำเภอโพธิ์ชัย					
ตะแกรง (เบอร์)	ขนาด ตะแกรง	ร่อน ครั้งที่ 1	ร่อน ครั้งที่ 2	ร่อน ครั้งที่ 3	$\bar{X}$
No.3/8"	9.51	8.96	9.11	9.22	9.10
No.4	4.75	19.70	19.56	19.44	19.57
No.10	2.00	35.78	35.81	35.07	35.55
No.20	0.855	11.26	11.04	11.41	11.24
No.40	0.425	15.11	15.33	15.52	15.32
No.100	0.015	6.85	6.48	6.30	6.54
No.200	0.075	1.52	1.85	2.04	1.80
Pan	-	0.81	0.81	1.00	0.87

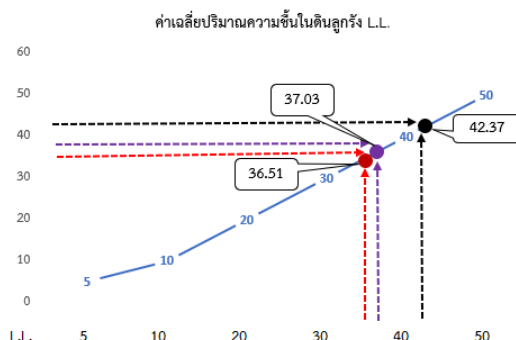
จากผลการทดสอบในตารางที่ 1 ถึง ตารางที่ 3 พบว่า ดินตัวอย่างทดสอบทั้ง 3 แหล่ง เป็นดินประเภทเม็ดหยาบ ประเภทกรวดมีเม็ดละเอียดปน (ค่าบนตะแกรงเบอร์ 4 มากกว่าหรือเท่ากับครึ่งหนึ่งของส่วนที่เป็นเม็ดหยาบ และผ่านตะแกรงเบอร์ 200 น้อยกว่าร้อยละ 5) เป็นดินที่มีขนาดคละกันไม่ดี (C_c น้อยกว่า 1) โดยวิธีการจำแนกประเภทของดิน

โดยระบบ unified [5] และมีสมบัติตามมาตรฐานวัสดุลูกรังชนิดทำผิวจราจร โดยมีขนาดผ่านตะแกรง เบอร์ 200 ไม่มากกว่า 2/3 ของขนาดผ่านตะแกรง เบอร์ 40 [6]

5.1.1 ผลการทดสอบขีดจำกัดเหลว (Liquid Limit) ผลการทดสอบขีดจำกัดเหลว ดังแสดงในตารางที่ 4 และกราฟความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนครั้งที่เคาะกับปริมาณน้ำในดิน ดังแสดงภาพที่ 1

ตารางที่ 4 ปริมาณความชื้นในดินลูกรัง Liquid Limit (L.L.)

ปริมาณความชื้นในดินลูกรัง					
ลำดับ	อำเภอ	L.L.			$\bar{X}$
		ตย.1	ตย.2	ตย.3	
1	หนองคาย	46.91	41.10	39.10	42.37
2	ท่าบ่อ	35.90	36.67	36.96	36.51
3	โพธิ์ชัย	62.20	21.10	27.80	37.03



รูปที่ 1 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนครั้งที่เคาะกับปริมาณน้ำในดิน

จากผลการทดสอบพบว่า ปริมาณความชื้นในดินลูกรังบ่อดินภายในอำเภอเมืองหนองคาย บ่อดินภายในอำเภอท่าบ่อ และ บ่อดินภายในอำเภอโพธิ์ชัย มีค่าขีดจำกัดเหลว (Liquid Limit หรือ L.L.) เท่ากับ 42.37, 36.51, และ 37.03 ตามลำดับ ซึ่งดินตัวอย่างจากทั้ง 3 แหล่ง มีค่า L.L. มากกว่า 35 ดังนั้น หากต้องการนำไปใช้เป็นวัสดุลูกรังชนิดทำผิวจราจร จะต้องทำการปรับปรุงคุณสมบัติ (L.L. ไม่มากกว่า 35) ซึ่งเป็นไปตามมาตรฐานวัสดุลูกรังชนิดทำผิวจราจร มาตรฐานงานทางกรมทางหลวงชนบท [6]

5.1.2 ผลการทดสอบขีดจำกัดพลาสติก (Plastic Limit) ดังแสดงในตารางที่ 5 และค่าดัชนีความเหนียว (Plasticity Index, P.I.) ดังแสดงในตารางที่ 6

ตารางที่ 5 ผลค่าเฉลี่ยปริมาณของน้ำในดิน

ปริมาณความชื้นในดินลูกรัง					
ลำดับ	อำเภอ	P.L.			$\bar{X}$
		ตย.1	ตย.2	ตย.3	
1	หนองคาย	38.12	34.26	33.13	35.17
2	ท่าบ่อ	31.90	32.67	31.04	31.87
3	โพนพิสัย	34.20	31.54	31.97	32.57

ตารางที่ 6 ค่าดัชนีความเหนียว (Plasticity Index, P.I.)

ดัชนีความเหนียวของดินลูกรัง		
ลำดับ	อำเภอ	P.I.
1	หนองคาย	7.20
2	ท่าบ่อ	4.64
3	โพนพิสัย	4.46

จากผลการทดสอบพบว่า ค่า P.L. บ่อดินภายในอำเภอเมืองหนองคาย บ่อดินภายในอำเภอท่าบ่อ และบ่อดินภายในอำเภอโพนพิสัยเท่ากับ 35.17, 31.87, และ 32.57 ตามลำดับ และมีค่าดัชนีความเป็นพลาสติก (P.I.) อยู่ระหว่าง 4-11 ซึ่งคุณสมบัติของดินตัวอย่างทั้ง 3 แหล่ง เป็นไปตามมาตรฐานวัสดุลูกรังชนิดทำผิวจราจร กรมทางหลวงชนบท [6]

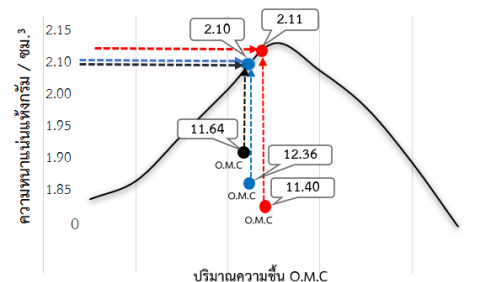
5.2 ผลการทดสอบการบดอัดดินแบบสูงกว่ามาตรฐาน (Modified Compaction Test)

ผลการทดสอบการบดอัดดินแบบสูงกว่ามาตรฐาน ดังแสดงในตารางที่ 7 และกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นแห้งสุดกับปริมาณความชื้นที่เหมาะสม จากการทดลองบดอัดดินแบบสูงกว่ามาตรฐาน ดังแสดงภาพที่ 2

ตารางที่ 7 ค่าเฉลี่ยการทดสอบการบดอัดดินแบบสูงกว่ามาตรฐาน (Modified Compaction Test)

ค่าเฉลี่ยการทดสอบการบดอัดดินแบบสูงกว่ามาตรฐาน (Modified Compaction Test)					
ลำดับ	อำเภอ	ความหนาแน่นแห้ง กรัม/ซม. ³			$\bar{X}$
		ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	
		1	2	3	
1	หนองคาย	2.10	2.15	2.07	2.11
2	ท่าบ่อ	2.09	2.11	2.09	2.10
3	โพนพิสัย	2.12	2.08	2.10	2.10

ลำดับ	อำเภอ	ปริมาณความชื้น O.M.C. (%)			$\bar{X}$
		ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	
		1	2	3	
1	หนองคาย	11.60	10.00	12.60	11.40
2	ท่าบ่อ	12.26	11.82	13.00	12.36
3	โพนพิสัย	11.70	11.40	11.82	11.64



รูปที่ 2 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นแห้งสุดกับปริมาณความชื้นของการทดลองบดอัดดินแบบสูงกว่ามาตรฐาน

จากผลการทดสอบความหนาแน่นแห้งสูงสุดพบว่า บ่อดินภายในอำเภอเมืองหนองคาย บ่อดินภายในอำเภอท่าบ่อ และบ่อดินภายในอำเภอโพนพิสัย มีค่าความหนาแน่นแห้งเท่ากับ 2.11, 2.10, และ 2.10 กรัม/ซม.³

สำหรับปริมาณความชื้นที่เหมาะสม (O.M.C) พบว่า บ่อดินภายในอำเภอเมืองหนองคาย บ่อดินภายในอำเภอท่าบ่อ

และบ่อดินภายในอำเภอโพธิ์ชัย มีค่าเท่ากับร้อยละ 11.40, 12.36, และ 11.64 ตามลำดับ

โดยคุณสมบัติในด้านค่าความหนาแน่นแห้ง และ ปริมาณความชื้นที่เหมาะสมของดินตัวอย่างจากการศึกษาในครั้งนี้ ไม่เหมาะสมสำหรับการนำไปใช้เป็นวัสดุทางวิศวกรรมการทาง เช่น ชั้นพื้นทางหรือชั้นรองพื้นทาง สอดคล้องกับผลงานวิจัยของ สรวาส์ และ สินอาด [7] อย่างไรก็ตามคุณสมบัติทางวิศวกรรมของดินตัวอย่างในงานวิจัยครั้งนี้สามารถนำไปใช้เป็นวัสดุคันทาง (Subgrade) หรือวัสดุคัดเลือกที่นำมาใช้เสริมระหว่างวัสดุคันทางและวัสดุรองพื้นทาง เป็นต้น

6.สรุปผลการทดสอบ

จากผลการทดสอบสมบัติทางวิศวกรรมของดินลูกรังภายในจังหวัดหนองคาย ประกอบด้วย ตัวอย่างดินจากบ่อดินอำเภอเมืองหนองคาย อำเภอท่าบ่อ และ อำเภอเมืองโพธิ์ชัย สามารถสรุปได้ว่า ดินตัวอย่างที่นำมาทดสอบเป็นดินจำพวกกรวด โดยสมบัติทางวิศวกรรมของดินทั้ง 3 แหล่ง มีสมบัติทางวิศวกรรมด้าน ขนาดของเม็ดดิน ค่า L.L. และ ค่า P.I. ใกล้เคียงกับค่ามาตรฐานวัสดุชั้นรองพื้นทาง กรมโยธาธิการและผังเมือง 2102-57 อย่างไรก็ตามค่าความหนาแน่นแห้งสูงสุดและปริมาณความชื้นที่เหมาะสม เมื่อเปรียบเทียบกับผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง [7] พบว่าไม่สามารถใช้เป็นวัสดุทางวิศวกรรมการทาง เช่น ชั้นพื้นทางหรือชั้นรองพื้นทางได้ หากต้องการนำไปใช้ ต้องมีการปรับปรุงคุณภาพของดินก่อนนำไปใช้งานวิศวกรรม เช่น การใช้วัสดุเชื่อมประสานตามความเหมาะสมกับคุณสมบัติของดิน อย่างไรก็ตามคุณสมบัติทางวิศวกรรมของดินตัวอย่างในงานวิจัยครั้งนี้สามารถนำไปใช้เป็นวัสดุคันทาง (Subgrade) หรือวัสดุคัดเลือกที่นำมาใช้เสริมระหว่างวัสดุคันทางและวัสดุรองพื้นทาง เป็นต้น

เอกสารอ้างอิง

- [1] American Society for Testing and Materials, “Standard Method for Particle-Size Analysis of Soils D 422.”, [Online]. <https://www.astm.org/d0422-63r07.html>. (Accessed : 16 October 2023)
- [2] American Society for Testing and Materials, “Standard Test Methods for Liquid Limit, Plastic Limit, and Plasticity Index of Soils D 4318-17”, [Online]. <https://www.astm.org/d0422-63r07.html>. (Accessed : 16 October 2023)
- [3] Department of Public Works and Town & Country Planning, “Subbase”, *Highway Construction Standards*, Bangkok : Material Analysis Research and Testing Division, 2014. (in Thai)
- [4] Department of Rural Road, “Modified Compaction Test”, [Online]. https://research.drr.go.th/?page_id=5944. (Accessed : 15 October 2023) (in Thai)
- [5] Department of Rural Road, “Specifications for Laterite Material for Traffic Surface”, [Online]. https://research.drr.go.th/?page_id=5944. (Accessed : 15 October 2023) (in Thai)
- [6] Montien Kangsasiatam, *Soil mechanics and engineering*, 7th ed. Bangkok : Amarin Printing and Publishing Public Company Limited, 1996. (in Thai)
- [7] Sarawat Boonhyong and Sinart Kosalanun, “Engineering Properties of Lateritic Soil in Chantaburi”, Rampai Panni Rajabhat University, 2018. (in Thai)

การปรับปรุงพันธุ์พืชโดยใช้เทคนิคการเพิ่มจำนวนโครโมโซม Plant Breeding with the Use of Polyploidy Techniques

อลงกลด แทนอมทอง¹ และ อุดมภูเบศร์ สมบูรณ์เรศ^{2*}

Alongklod Tanomtong¹ and Udomphubethsawa Somboonret^{2*}

¹สาขาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น จังหวัดขอนแก่น 40000

²สถาบันอาชีวศึกษาภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 1 จังหวัดหนองคาย 43000

¹Department of Biology, Faculty of Science, Khon Kaen University, Khonkean, 40000

²Institute of Vocational Education Northeastern Region 1, Nongkhai, 43000

Received : 2023-10-16 Revised : 2025-04-21 Accepted : 2025-05-07

บทคัดย่อ

เทคนิคการเพิ่มจำนวนโครโมโซมในพืชมีจุดมุ่งหมายเพื่อการปรับปรุงพันธุ์พืชให้มีผลผลิตที่สูงขึ้น ต้านทานต่อโรคและแมลง และมีคุณสมบัติอื่น ๆ ที่มีคุณค่าทางเศรษฐกิจ เทคนิคการเพิ่มจำนวนโครโมโซมในพืชที่เป็นที่นิยมใช้ในปัจจุบัน ได้แก่ 1) การปรับปรุงพันธุ์พืชโดยการเพิ่มจำนวนโครโมโซมทีละแท่ง 2) การเพิ่มโครโมโซมจากต่างจีโนมทีละชุด 3) การเพิ่มโครโมโซมจากแหล่งอื่นทีละ 2 ชุด 4) การเพิ่มโครโมโซมจากแหล่งอื่นทีละ 4 ชุด และ 5) การเพิ่มโครโมโซมเป็น 8 ชุด ซึ่งพืชที่อยู่ในสภาพพอลิพลอยด์เหล่านี้ จะไม่มีปัญหาการสูญเสียอัตราส่วนของโครโมโซมเพศเหมือนกับที่พบในสัตว์ และสามารถบริโภคได้ไม่ถือว่าเป็นอาหารที่มีการดัดแปลงพันธุกรรม

คำสำคัญ : ปรับปรุงพันธุ์พืช, พอลิพลอยด์, โครโมโซม

Abstract

The technique of increasing the number of chromosomes (polyploidy) in plants is aimed at breeding plants to higher yields. It is resistant to diseases and insects and has other economically valuable properties. The most popular plant chromosome proliferation techniques currently in use are: 1) Trisomic 2) Allotriploid 3) Allotetraploid 4) Allohexaploid and 5) Allooctoploid. Plants that are in these polyploid conditions do not suffer from loss of sex chromosomal ratios like those found in animals and can be consumed not considered genetically modified organism foods (GMOs).

Keywords : Plant breeding, polyploidy, chromosome

*อุดมภูเบศร์ สมบูรณ์เรศ

E-mail address : Phubeth2112@gmail.com

1. บทนำ

การกลายพันธุ์ (mutation) ในพืช เป็นการเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรมของพืช ทั้งในระดับของโครโมโซม (chromosome) หรือดีเอ็นเอ (deoxyribonucleic acid; DNA) โดยปกติการกลายพันธุ์ในพืชจะได้ลักษณะที่ไม่ต้องการ แต่ในบางครั้งพืชอาจมีการปรับตัวได้ดีกับสภาพแวดล้อมใหม่ ๆ เราจะได้พืชที่มีลักษณะใหม่เกิดขึ้น ในที่สุดก็จะกลายเป็นพืชชนิดใหม่ (new species) ยังผลทำให้พืชมีการเปลี่ยนแปลงไปจากบรรพบุรุษเดิม [1]

ความผันแปรทางพันธุกรรม (genetic variation) เป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการปรับปรุงพันธุ์ ในการคัดเลือกพันธุ์พืชที่มีความผันแปรมาก โอกาสที่จะคัดเลือกได้ลักษณะที่ใช้ประโยชน์ทางเศรษฐกิจก็จะมากด้วย อย่างไรก็ตามความผันแปรภายในชนิดพันธุ์ (species) หรือสกุล (genus) ในพืชยังมีขอบเขตที่จำกัดซึ่งมีปัจจัยที่เฉพาะหลายอย่าง ได้แก่ การผสมข้ามชนิดพันธุ์ (interspecific hybridization) หรือการผสมข้ามสกุล (intergeneric hybridization) เป็นวิธีการหนึ่งที่ใช้ในการปรับปรุงพันธุ์พืช เพื่อสร้างพืชพันธุ์ใหม่ที่มีคุณสมบัติที่พึงประสงค์ในทางพันธุศาสตร์จะใช้ประโยชน์จากการผสมข้ามระหว่างพืชชนิดต่าง ๆ เพื่อแสดงถึงความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมระหว่างชนิดหรือสกุลของพืช ซึ่งอาจใช้ในโครงการปรับปรุงพันธุ์พืช ที่จะช่วยทำให้ความเข้าใจเกี่ยวกับพันธุกรรมของพืชต่างชนิดและสกุลได้ดีขึ้น [2]

การเพิ่มจำนวนโครโมโซมในพืช (พอลิพลอยด์; polyploid) เป็นกระบวนการที่สำคัญในวิวัฒนาการ (evolution) ของพืชในพืชดอก (angiosperm) ที่เป็นพืชใบเลี้ยงคู่ (dicotyledon) เป็นพอลิพลอยด์ประมาณ 43% (12,000 ชนิด) สำหรับในพืชใบเลี้ยงเดี่ยว (monocotyledon) เป็นพอลิพลอยด์ประมาณ 58% (5,000 ชนิด) ในพืชยืนต้น (perennial plant) ไม่ว่าจะเป็นไม้ยืนต้น (tree) หรือไม้พุ่ม (shrub) มีโอกาสที่จะเป็นพอลิพลอยด์มากกว่าพืชล้มลุก (annual plant) ในพืชเมล็ดเปลือย (gymnosperm) โดยเฉพาะในปรง (cycad) และแปะก๊วย (ginkgo) จะเป็นพอลิพลอยด์ทั้งหมด และในพืชไม่มีท่อลำเลียง (bryophyte) พบได้ในมอส (moss) [3]

การเพิ่มจำนวนโครโมโซมของพืชพบได้บ่อยมากในสภาพที่เกิดขึ้นเองธรรมชาติ นอกจากนี้ยังสามารถเกิดขึ้นได้จากนักปรับปรุงพันธุ์พืช ด้วยเหตุผลที่พืชที่อยู่ในสภาพพอลิพลอยด์จะมีคุณสมบัติบางอย่างที่ดีกว่าพืชดิพลอยด์ (diploid; $2n$)

จึงได้มีการสร้างพืชที่เป็นพอลิพลอยด์กับพืชเศรษฐกิจมากมายหลายชนิด ตัวอย่างที่ดีอย่างหนึ่งที่แสดงให้เห็นถึงการเกิดพอลิพลอยด์ในสตรอเบอร์รี่ ที่นักปรับปรุงพันธุ์พืชพัฒนาพันธุ์เพิ่มจำนวนโครโมโซมเป็น 8 ชุด (ออกโทพลอยด์; octoploid $8n=224$) จะมีผลที่มีขนาดใหญ่กว่าสตรอเบอร์รี่ที่เป็นดิพลอยด์ ($2n=56$) ปกติถึงสามเท่า [4] (รูปที่ 1)



รูปที่ 1 สตรอเบอร์รี่ที่นักปรับปรุงพันธุ์พืชพัฒนาพันธุ์เป็นออกโทพลอยด์ ($8n$) จะมีผลที่มีขนาดใหญ่กว่าสตรอเบอร์รี่ที่เป็นดิพลอยด์ ($2n$) ถึงสามเท่า Hartwell และคณะ [5]

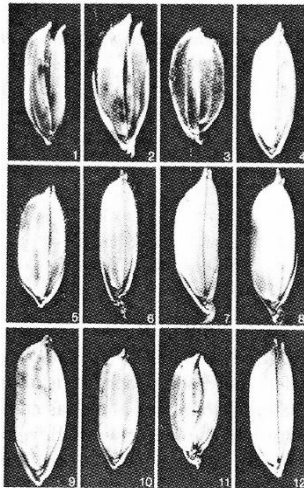
2. การเพิ่มจำนวนโครโมโซมในพืช (polyploidy)

พบว่าในพืชชั้นสูงจะมีการเปลี่ยนแปลงของจำนวนโครโมโซมได้หลากหลายรูปแบบมากกว่าในสัตว์ชั้นสูง เนื่องจากในสัตว์ชั้นสูงจะมีโอกาสในการผสมพันธุ์ข้ามสายพันธุ์ค่อนข้างยาก และการเพิ่มโครโมโซมเข้ามาจะมีผลต่อความสมดุลของโครโมโซมเพศ (sex chromosome) ที่จะเป็นผลเสียต่อการดำรงชีวิตมากกว่าผลดี สำหรับในพืชชั้นสูงจะไม่พบปัญหาดังกล่าว ในปัจจุบันนี้นักวิทยาศาสตร์สามารถที่จะสร้างพืชที่เกิดจากการเพิ่มจำนวนโครโมโซมได้หลายชนิดส่วนมากแล้วจะเป็นพืชที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจ [6] สำหรับการเปลี่ยนแปลงจำนวนของโครโมโซมในพืชชั้นสูงมีหลายรูปแบบ ดังนี้

2.1 การปรับปรุงพันธุ์พืชโดยการเพิ่มจำนวนโครโมโซม ทีละแท่ง (trisomic)

ปรากฏการณ์ของไตรโซมิก (trisomic; $2n+1$) เป็นการเพิ่มจำนวนโครโมโซม 1 แท่ง ในทุกคู่ของโครโมโซม ที่มีผลต่อการแสดงออกของพืช และเป็นที่รู้จักกันอย่างกว้างขวาง ได้แก่ การเกิดไตรโซมิกของข้าว (*Oryza sativa* L.) ข้าวมีจำนวนโครโมโซมดิพลอยด์ ($2n$) เท่ากับ 24 แท่ง ในปัจจุบันนี้เราทราบดีแล้วว่าการเกิดไตรโซมิกของโครโมโซมทุกคู่ของข้าว

จะมีผลทำให้เมล็ดข้าวมีรูปร่างแตกต่างกันออกไปได้ถึง 12 รูปแบบ [7] (รูปที่ 2)



รูปที่ 2 ผลของการเกิดไทรโซมิก ($2n+1$) ในทุกคู่ของโครโมโซมของข้าว (*Oryza sativa* L.) ทำให้เมล็ดของข้าวมีลักษณะที่แตกต่างกันได้ 12 รูปแบบ [8]

2.2 การปรับปรุงพันธุ์พืชโดยเพิ่มโครโมโซมจากแหล่งอื่นที่ละชุด (allotriploid)

เราสามารถที่จะพบพืชที่เป็นแอลโลทรินพloid (allotriploid) ได้หลายชนิด ตัวอย่างที่ดี คือ กล้วย (banana) เป็นพืชในสกุล *Musa* แบ่งออกได้เป็น 4 หมวด (section) ด้วยกัน คือ *Eumusa*, *Rhodochlamys*, *Australimusa* และ *Callimusa* กล้วยในสองหมวดแรกจะมีจำนวนโครโมโซม 22 แท่ง สำหรับสองหมวดหลังมีจำนวนโครโมโซม 20 แท่ง กล้วยที่อยู่ในหมวด *Eumusa* ถือว่าเป็นกล้วยที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจ การตรวจสอบต้นกำเนิดของกล้วยแต่ละพันธุ์สามารถทำได้ด้วยวิธีการทางสัณฐานวิทยาจากลักษณะต่าง ๆ ของกล้วย 15 ลักษณะ โดยวิธีการให้คะแนน วิธีการนี้สามารถแยกชนิดของกล้วยออกได้เป็น 6 หมวดหมู่ (group) คือ AA ($2n=22$), AAA ($3n=33$), AAB ($3n=33$), ABB ($3n=33$), AB BB ($4n=44$) และ BB ($2n=22$) ในแต่ละหมวดหมู่สามารถบ่งบอกถึงต้นกำเนิดมาจากสายพันธุ์พ่อและแม่พันธุ์ใด

กล้วยป่า (*Musa acuminata*) มีจำนวนโครโมโซม 22 แท่ง มีชุดจีโนม (genome) AA ทั้ง 2 ชุด กล้วยอีกพันธุ์หนึ่งคือ กล้วยตานี (*M. balbisiana*) มีจำนวนโครโมโซม 22 แท่ง

มีชุดจีโนม BB ทั้ง 2 ชุด กล้วยทั้งสองชนิดนี้เป็นดิพลอยด์ จึงทำให้มีเมล็ดเป็นจำนวนมาก เนื่องจากการสร้างเซลล์สืบพันธุ์ได้อย่างปกติ จากนั้นกล้วยได้มีการเกิดวิวัฒนาการโดยการกลายเพิ่มจำนวนชุดของโครโมโซมเป็นแอลโลทรินพloid ($3n=AAB, ABB$) ได้เป็นกล้วยที่ใช้ปลูกเป็นการค้าในปัจจุบันนี้ทั่วโลกมีอยู่ประมาณ 17 สายพันธุ์ที่เป็นกล้วยทรินพloid ที่เรารู้กันเป็นอย่างดี ได้แก่ กล้วยน้ำว้าที่เป็นแอลโลทรินพloid ($3n=33$) ที่ประกอบด้วยจีโนม A จำนวน 1 ชุด และจีโนม B จำนวน 2 ชุด (ABB) และกล้วยงาช้างที่เป็นแอลโลทรินพloid ($2n=3x=33$) ที่ประกอบด้วยจีโนม A จำนวน 2 ชุด และจีโนม B จำนวน 1 ชุด (AAB) ซึ่งกล้วยทั้ง 2 ชนิดนี้ล้วนไม่มีเมล็ด (เป็นหมัน) การขยายพันธุ์จึงต้องใช้หน่อเท่านั้น [9] (รูปที่ 3)



กล้วยน้ำว้า ($3n=33, ABB$)



กล้วยงาช้าง ($3n=33, AAB$)

รูปที่ 3 การปรับปรุงพันธุ์กล้วยที่เกิดจากชุดของจีโนมที่แตกต่างกันได้ถูกพัฒนาพันธุ์มาจากกล้วยป่า (มีจีโนม AA) และกล้วยตานี (มีจีโนม BB) [10]

2.3 การปรับปรุงพันธุ์พืชโดยเพิ่มโครโมโซมจากแหล่งอื่นที่ละ 2 ชุด (allotetraploid)

จะพบพืชเศรษฐกิจหลายชนิดที่เป็นแอลโลเททราพloid (AABB) หรือเรียกว่าแอมฟิดิพลอยด์ (amphidiploid) เช่น ฝ้ายพันธุ์ปลูก (*Gossypium hirsutum*) ที่ปลูกกันอยู่ในปัจจุบันนี้ มีจำนวนโครโมโซม 52 แท่ง มีจีโนมเป็น $A_2A_2D_1D_1$ เป็นแอมฟิดิพลอยด์ที่มีต้นกำเนิดมาจากพันธุ์ฝ้ายพื้นเมืองของเอเชียและอเมริกาที่เป็นดิพลอยด์ (รูปที่ 4)



พันธุ์ฝ้ายพื้นเมืองของเอเชีย

Gossypium arboreum
($2n=26$, D_1D_1)

เซลล์สืบพันธุ์ D_1

ลูกรุ่นที่ 1



ฝ้ายพื้นเมืองของอเมริกา

G. thurberi
($2n=26$, A_2A_2)

A_2

พืชลูกผสม (A_2D_1)

เพิ่มชุดจีโนม



ลูกรุ่นที่ 2

จีโนม $A_2A_2D_1D_1$

ฝ้ายพันธุ์ปลูกเพื่อการค้า (cultivated species)

G. hirsutum, แอมพิติพลอยด์ ($4n=52$, $A_2A_2D_1D_1$)

รูปที่ 4 ฝ้ายพันธุ์ปลูกมีจำนวนโครโมโซมแอลโลเททรพลอยด์ ($4n=52$, $A_2A_2D_1D_1$) ที่มี ต้นกำเนิดมาจากพันธุ์ฝ้ายพื้นเมืองของเอเชียและอเมริกา [11]

2.4 การปรับปรุงพันธุ์พืชโดยเพิ่มโครโมโซมจากแหล่งอื่นที่ละ 4 ชุด (allohexaploid)

ธัญพืชหลายชนิดเมื่ออยู่ในสภาพแอลโลเฮกซะพลอยด์ (AABBCC) จะมีคุณสมบัติที่พึงประสงค์หลายอย่าง ได้แก่ มีผลผลิตที่สูงมากขึ้นกว่าชนิดที่เป็นดิพลอยด์ ต้านทานต่อโรคและแมลงศัตรูพืช เมล็ดมีความแก่พร้อมกัน ทำให้สะดวกต่อการเก็บเกี่ยว ธัญพืชที่สำคัญชนิดหนึ่งที่เป็นแอลโลเฮกซะพลอยด์ คือ ข้าวสาลี (wheat) พันธุ์ที่ใช้เป็นพืชปลูกในปัจจุบัน คือ *Triticum vulgare* หรือ *T. aestivum* ($6n=42$, $A'A'B'B'DD$) มีจีโนม $A'B'D$ อยู่อย่างละ 7 คู่ โครโมโซมเท่า ๆ กัน มีกำเนิดมาจากข้าวสาลีพื้นเมืองชนิด *T. monococcum* ที่มีจีโนม $2n$, AA จากหญ้าแพะชนิด *Aegilops speltoides* ที่มีจีโนม $2n$, BB และจากหญ้าแพะชนิด *A. squarrosa* ที่มีจีโนม $2n$, DD [12] (รูปที่ 5)

Triticum monococcum ($2n=14$, AA) X *Aegilops speltoides* ($2n=14$, BB)

พืชลูกรุ่นที่ 1

($2n=14$, AB)

เพิ่มชุดจีโนม

A. squarrosa
($2n=14$, DD)

X *T. dicoccoides*
($4n=28$, AABB)

พืชลูกรุ่นที่ 2

($3n=21$, A'B'D)

เพิ่มชุดจีโนม



ข้าวสาลีพันธุ์ปลูก

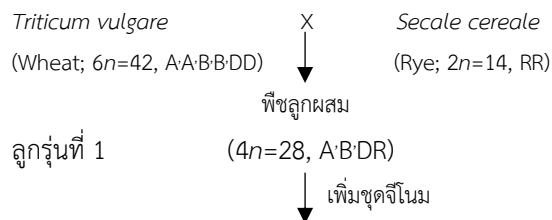
T. vulgare หรือ *T. aestivum*

($6n=42$, $A'A'B'B'DD$)

รูปที่ 5 การสร้างข้าวสาลีพันธุ์ที่ใช้ปลูกกันในปัจจุบันนี้ ต้องผ่านการปรับปรุงพันธุ์มาจากข้าวสาลีพันธุ์พื้นเมืองและหญ้าแพะ [8]

2.5 การปรับปรุงพันธุ์พืชโดยเพิ่มโครโมโซมเป็น 8 ชุด (allooctoploid)

ธัญพืชที่น่าสนใจอีกชนิดหนึ่ง คือ wheat-rye hybrid เป็นผลมาจากการผสมพันธุ์ข้ามสกุลระหว่างข้าวสาลี (wheat) และข้าวไรย์ (rye) ได้พืชลูกผสมที่เป็นแอลโลออกโทพลอยด์ ได้มีการตั้งชื่อว่า Fasgro (*Triticale*) จะให้ผลผลิตที่สูงเหมือนข้าวสาลี และมีลำต้นที่แข็งแรงเหมือนข้าวไรย์ (รูปที่ 6) นักพันธุศาสตร์พืชมีความเชื่อว่า ในบรรดาธัญพืชชนิดต่าง ๆ หรือพืชที่ต้องการเมล็ดมาก ๆ นั้น การมีจำนวนชุดจีโนมที่มาจากต่างชนิดกัน จะให้คุณลักษณะบางอย่างที่ดีกว่าเดิม เช่น การเจริญเติบโตที่เร็วกว่า ให้ผลผลิตต่อหน่วยพื้นที่สูงกว่า เป็นต้น [13]



ลูกรุ่นที่ 2 Fasgro (*Triticale*) ($8n=56$, A·A·B·B·DDRR)

รูปที่ 6 แผนผังการสร้างพืชลูกผสม wheat-rye hybrid ที่เป็น แอลโลออคโทพลอยด์ [5]

3.บทสรุป

ความรู้ทางด้านพันธุศาสตร์ระดับเซลล์ (cytogenetics) สามารถที่จะนำมาใช้ในการปรับปรุงพันธุ์พืช และศึกษาวิวัฒนาการของพืชจากการเปลี่ยนแปลงจำนวนโครโมโซม โดยเฉพาะพืชที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจหลายชนิด การปรับปรุงพันธุ์พืชโดยเพิ่มจำนวนโครโมโซม ได้แก่ การสร้างพืชที่เป็นไตรโซมิก แอลโลเทริพลอยด์ แอลโลเททราพลอยด์ แอลโลเฮกซะพลอยด์ และแอลโลออคโทพลอยด์ ซึ่งพืชที่อยู่ในสภาพพอลิพลอยด์เหล่านี้ จะไม่มีปัญหาการสูญเสียอัตราส่วนของโครโมโซมเพศเหมือนกับที่พบในสัตว์ พืชพอลิพลอยด์เหล่านี้จะมีคุณสมบัติที่ดีบางประการ เช่น การให้ผลผลิตที่สูงขึ้น และมีคุณภาพที่ดีกว่าเดิม [14]

เทคนิคการเพิ่มจำนวนชุดโครโมโซมในพืช มีบทบาทที่สำคัญในการปรับปรุงพันธุ์พืชในช่วงหลายสิบปีที่ผ่านมา มีพืชหลายชนิดที่ถูกชักนำให้เกิดพอลิพลอยด์ มีจุดประสงค์เพื่อให้ได้พืชที่มีคุณลักษณะใหม่ ๆ เช่น ทำให้ใบของพืชมีขนาดใหญ่ขึ้น ดอกมีขนาดใหญ่ขึ้นหรือบานได้นานขึ้น ผลมีขนาดใหญ่ขึ้นหรือไม่มีเมล็ด แต่ในบางครั้งก็พบว่าทำให้ได้พืชที่มีลักษณะที่ผิดปกติออกมา ที่ไม่สามารถเจริญเติบโตหรือมีรูปร่างที่ผิดปกติ ปัจจัยทางด้านพันธุกรรมของพืชจะมีผลโดยตรงต่อการอยู่รอดของชีวิต [15]

เอกสารอ้างอิง

- [1] Tanomtong, A., & Pinthong, K. Cytogenetics. Chulalongkorn University Press. 2022. (in Thai)
- [2] Udall, J. A., & Wendel, J. F. Polyploidy and crop improvement. *Crop Science*, 46, S-3, 2006.
- [3] Lewis, W. H. *Polyploidy: Biological Relevance*. Springer Science & Business Media, Vol. 13, 2012.
- [4] Mason, A. S. *Polyploidy and Hybridization for Crop Improvement*. CRC Press. 2017.
- [5] Hartwell, L. H., Hood, L., Glodberg, M. L., ReInolds, A. E., & Silver, L. M. *Genetics from Genes to Genomes*. McGraw-Hill, 2011.
- [6] McGrath, C. L., Lynch, M., Soltis, P. S., & Soltis, D. E. *Polyploidy and Genome Evolution*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2012.
- [7] IWATA, N., & OMURA, T. Studies on the trisomics in rice plants (*Oryza sativa* L.) VI. An accomplishment of a trisomic series in japonica rice plants. *The Japanese journal of genetics*, 59(3), 199-204, 1984.
- [8] Gardner, E. J., & Snustad, D. P. *Principles of Genetics*. John Wiley & Sons, 1984.
- [9] Tomaszewska, P. Understanding polyploid banana origins. A commentary on: 'Unravelling the complex story of intergenomic recombination in ABB allotriploid bananas'. *Annals of Botany*, 127(1), iv-v, 2021.
- [10] Tomaszewska, P. Understanding polyploid banana origins. A commentary on: Unravelling the complex story of intergenomic recombination in ABB allotriploid bananas. *Annals of Botany*, 127(1): iv-v, 2020.

- [11] Flagel, L. E., & Wendel, J. F. Evolutionary rate variation, genomic dominance and duplicate gene expression evolution during allotetraploid cotton speciation. *New Phytologist*, 186(1), 184-193, 2010.
- [12] Bottley, A., & Koebner, R. M. Variation for homoeologous gene silencing in hexaploid wheat. *The Plant Journal*, 56(2), 297-302, 2008.
- [13] Schie, S., Chaudhary, R., & Debener, T. Analysis of a complex polyploid plant genome using molecular markers: strong evidence for segmental allooctoploidy in garden dahlias. *The Plant Genome*, 7(3), plantgenome 2014-01, 2014.
- [14] Rehman, R. U. *Polyploidy: Recent Trends and Future Perspectives*. Springer India. 2017.
- [15] Van de Peer, Y. *Polyploidy: Methods and Protocols* (Vol. 2545). Springer Nature, 2023.

การพัฒนาผลิตภัณฑ์ผักแผ่นเห็ดนางฟ้า

Development of Oyster Mushroom Vegetable Sheet Products

ธัญพิสิษฐ์ ทองสะอาด^{1*}, กุลธิดา ละอองไธย², กัญญาภัทร มงกพิมาย³, รุ่งนภา สนพะเนาว์⁴ และ ธนกฤต โชติภักดีโกคิน⁵Thunpisit Thongsa-art^{1*}, Kulthida La-orkai², Kanyapat Mongpimai³, Rungnapa Sonpanaow⁴and Thanakrit Chotiphakdiphokin⁵^{*1,2,3,4,5}สาขาวิชาอาหารและโภชนาการ วิทยาลัยอาชีวศึกษานครราชสีมา จังหวัดนครราชสีมา 30000^{*1,2,3,4,5}Lecturer of the Food and Nutrition Program, Nakhon Ratchasima Vocational College, Nakhon Ratchasima, 30000

Received : 2025-01-20 Revised : 2025-03-06 Accepted : 2025-03-24

บทคัดย่อ

การวิจัย เห็ดนางฟ้า เป็นเห็ดที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูง อุดมไปด้วยโปรตีน โยใยอาหาร และสารต้านอนุมูลอิสระ มีเนื้อสัมผัสเหนียวนุ่ม รสชาติกลม มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสูตรพื้นฐานของแผ่นผัก ศึกษาสูตรที่เหมาะสมในการผลิตของแผ่นผักเห็ดนางฟ้า และศึกษาคุณภาพของแผ่นผักเห็ดนางฟ้า กลุ่มตัวอย่างประชากร ที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ ครู และนักศึกษา แผนกวิชาอาหารและโภชนาการ วิทยาลัยอาชีวศึกษานครราชสีมา การสุ่มกลุ่มตัวอย่างจากแบบทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค จำนวน 100 คน ใช้แบบประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสคะแนนความชอบ 9 ระดับ (9 Point Hedonic Scale Test) ทำการวางแผนการทดลองแบบ CRD (Completely Randomized Design) โดยนำข้อมูล วิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance : ANOVA) สถิติคำนวณค่า Duncan's new multiple range test (DMRT) หาค่าความแตกต่างของค่าเฉลี่ยสูตรพื้นฐานแผ่นผักและสูตรที่เหมาะสม ของอัตราส่วนปริมาณเห็ดนางฟ้า คุณภาพทางเคมี จุลินทรีย์ และคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์แผ่นผักเห็ดนางฟ้า การศึกษาเพื่อผลิตผักแผ่นจากเห็ดนางฟ้าที่ได้รับการยอมรับจากผู้บริโภค ทำการคัดเลือกสูตรมาตรฐานด้วยการทดสอบชิมจากผู้บริโภค พบว่า สูตร 2 ได้รับการยอมรับมากที่สุด จากทั้งหมด 3 สูตร ซึ่งมีความแตกต่างกันที่สัดส่วนของเห็ดนางฟ้า อุณหภูมิในการอบ และระยะเวลาในการอบ สูตรที่เหมาะสมต่อการผลิตผักแผ่นที่ดีที่สุด คือ ใช้เห็ด

นางฟ้า 250 กรัม อบที่ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 ชั่วโมง 30 นาที ซึ่งทำให้ได้ผักแผ่นที่ได้รับการยอมรับมากที่สุดด้วยลักษณะที่ปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัสและความชอบโดยรวมแล้วได้คะแนนสูงสุด เท่ากับ 8.22, 8.08, 7.92, 8.02, 8.14 และ 8.34 ตามลำดับ ผักแผ่นดังกล่าวมีคุณลักษณะทางเคมีและจุลินทรีย์ มีค่าสี L^* a^* และค่า b^* ไม่แตกต่างกัน ในสูตรที่ใช้เห็ดนางฟ้า 200 กรัม มีค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) เท่ากับ 6.50, 6.33, 6.33 ในสภาพที่เป็นกรด ค่าความชื้น เท่ากับ 3.56% w/w, 2.65% w/w, 2.60% w/w ซึ่งมีความชื้นต้องไม่เกินร้อยละ 18 โดยน้ำหนักผลิตภัณฑ์แผ่นผักเห็ดนางฟ้า มีจุลินทรีย์ทั้งหมดอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานกำหนดและ *Salmonella spp.* ไม่พบเชื้อ มีความปลอดภัยจากจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค

คำสำคัญ : แผ่นผัก, เห็ดนางฟ้า

Abstract

Oyster mushrooms are highly nutritious, rich in protein, dietary fiber, and antioxidants. They have a chewy texture and a mild, umami flavor. This study aims to develop a basic formula for vegetable sheets, determine the optimal formulation for oyster mushroom vegetable sheets, and evaluate their quality. The study sample consists of teachers and students from the Department of Food and Nutrition at Nakhon Ratchasima Vocational College. A total of 100 participants were selected using consumer

*ธัญพิสิษฐ์ ทองสะอาด

E-mail address : Thunpisit.tongsa@gmail.com

acceptance testing. The 9-point hedonic scale test was employed to assess sensory quality, and the experiment was designed using a Completely Randomized Design (CRD). Data were analyzed using analysis of variance (ANOVA), followed by Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) to compare mean differences among formulations. The study evaluated the chemical, microbial, and sensory qualities of oyster mushroom vegetable sheets to identify the most acceptable formulation.

Consumer acceptance testing revealed that Formula 2 was the most preferred among the three tested formulations, which differed in oyster mushroom content, drying temperature, and drying time. The optimal formulation consisted of 250 grams of oyster mushrooms, dried at 80°C for 5 hours and 30 minutes, producing the most well-accepted vegetable sheet. Sensory evaluation scores for appearance, color, aroma, taste, texture, and overall liking were 8.22, 8.08, 7.92, 8.02, 8.14, and 8.34, respectively.

Chemical and microbial analyses showed that the L^* , a^* , and b^* color values did not significantly differ among the formulations. The pH values for the 200-gram oyster mushroom formulation were 6.50, 6.33, and 6.33, indicating a slightly acidic condition. The moisture content was 3.56% w/w, 2.65% w/w, and 2.60% w/w, all within the acceptable limit of less than 18% by weight. The total microbial count met the standard safety requirements, and *Salmonella* spp. was not detected, confirming that the product is microbiologically safe for consumption.

Keywords : Vegetable sheet, Oyster mushroom

1.บทนำ

ปัจจุบันขนมขบเคี้ยวเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์สาหร่ายปรุงรสอบแห้งและแผ่นผัก เป็นขนมที่คนไทยนิยมรับประทานเหมาะกับทุกเพศทุกวัย ทำให้ผู้ผลิตมีการพัฒนาผลิตภัณฑ์ผักแผ่น นำวัตถุดิบจากพืชผักมาใช้เนื่องจากประชากรของประเทศไทยประสบกับโรคที่เกิดจากความเครียดต่าง ๆ มากขึ้น ดังนั้นเพื่อป้องกันหรือชะลอการเกิดโรค จึงมีแนวทางที่เหมาะสมในการปรับวิธีการบริโภคอาหาร โดยเฉพาะการบริโภคผักที่มีคุณค่าทางโภชนาการ เช่น เห็ดนางฟ้า ผักบุ้ง ผักคะน้า กระเจี๊ยบ ผักตำลึง เป็นต้น ซึ่งพืชผักพื้นบ้านที่มีประโยชน์ต่อสุขภาพเป็นอย่างมาก มีสารต้านอนุมูลอิสระ เช่น เบต้าแคโรทีน วิตามินซี มีทั้งใยอาหารที่ช่วยในเรื่องของระบบการขับถ่าย มีสารอาหารต่าง ๆ ที่เป็นประโยชน์ต่อร่างกาย [1] เหมาะสำหรับผู้ที่ต้องการลดน้ำหนัก หรือผู้ที่ไม่รับประทานผัก

เห็ดนางฟ้าเป็นพืชที่สำคัญทางเศรษฐกิจอย่างหนึ่งของประเทศ มีรูปร่างลักษณะคล้ายกับดอกเห็ดเป่าฮื้อและดอกเห็ดนางรม เมื่อเปรียบเทียบกับเห็ดเป่าฮื้อ ดอกเห็ดนางฟ้าจะสีอ่อนกว่าและ มีครีบอกอยู่ชิดกัน ขนาดของดอกปานกลาง เนื้อแน่น รสชาติดี กรอบอร่อย [2] เห็ดนางฟ้าสามารถเก็บไว้ในตู้เย็นได้นานหลายวัน มีสรรพคุณเป็นยาที่ช่วยในการป้องกันและรักษาโรคต่าง ๆ เป็นทั้งอาหารและยา มีคุณค่าทางโภชนาการสูง มีไขมันต่ำ มีวิตามินอยู่หลายชนิด ได้แก่ วิตามินซี วิตามินดี และวิตามินบี 12 ที่มีอยู่สูงมาก มีโปรตีนสูงกว่าเนื้อสัตว์ คาร์โบไฮเดรต ไขมัน อุดมไปด้วยเส้นใยอาหาร จึงมีคุณสมบัติในการช่วยซ่อมแซมส่วนที่สึกหรองต่าง ๆ ของร่างกาย และยังช่วยในการควบคุมน้ำหนักได้ดี ซึ่งเห็ดนางฟ้าเป็นที่นิยมของตลาดและผู้บริโภค จากคุณสมบัติของเห็ดนางฟ้า การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนา ผลิตภัณฑ์ผักแผ่นจากเห็ดนางฟ้า โดยใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์ในการกำหนดสูตรมาตรฐาน เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณลักษณะทางกายภาพเคมี และทางประสาทสัมผัสที่เหมาะสม และเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค นอกจากนี้ยังมุ่งเน้นการเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการของขนมขบเคี้ยว พร้อมทั้งสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับวัตถุดิบทางการเกษตรผ่านกระบวนการแปรรูปอาหารอย่างมีประสิทธิภาพ

2.วัตถุประสงค์การวิจัย

2.1 เพื่อศึกษาสูตรพื้นฐานของผักแผ่น

2.2 เพื่อศึกษาสูตรที่เหมาะสมในการผลิตผักแผ่นเห็ดนางฟ้า

2.3 เพื่อศึกษาคุณภาพของผักแผ่นเห็ดนางฟ้า

3.3การศึกษาคุณภาพทางกายภาพ เคมี จุลินทรีย์ และการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อแผ่นผักเห็ดนางฟ้า โดยทำการผลิตแผ่นผักเห็ดนางฟ้าตามกระบวนการผลิตและสูตรที่เหมาะสมแล้วจึงนำแผ่นผักเห็ดนางฟ้าที่ได้มาวิเคราะห์คุณภาพ

3.3.1คุณภาพทางกายภาพ ได้แก่ ค่าสี โดยใช้เครื่องวัดค่าสีอาหาร MOTORIZED TEST STAND

3.3.2คุณภาพทางเคมี ได้แก่ ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) โดยใช้เครื่องวัด pH Meter Model = Docu-PH+/P11 Doc และค่าความชื้น โดยใช้เครื่องวัดความชื้น Infrared Moisture Determination Balance รุ่น FD-610

3.3.3คุณภาพทางจุลชีววิทยา ได้แก่ จุลินทรีย์ทั้งหมด ด้วยวิธีการ BAM และ *Salmonella spp.* ด้วยวิธีการ ISO 6579

3.3.4ศึกษาการยอมรับของผู้บริโภค โดยทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคที่เป็นครู และนักศึกษา แผนกวิชาอาหารและโภชนาการ จำนวน 100 คน ด้วยวิธีให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ (9 Point Hedonic Scale Test) โดยใช้วิธี Central Location Test (CLT) สถานที่ทำการทดสอบ ได้แก่ วิทยาลัยอาชีวศึกษานครราชสีมา

4.ผลการวิจัยและอภิปรายผล

ตารางที่ 3 คุณภาพทางประสาทสัมผัสของสูตรพื้นฐานแผ่นผัก

สูตรพื้นฐาน	ลักษณะที่ปรากฏ	สี	กลิ่น	รสชาติ	เนื้อสัมผัส	ความชอบโดยรวม
1	6.94 ^b	6.84 ^b	6.72 ^b	6.60 ^b	6.66 ^b	6.58 ^b
2	8.14 ^a	8.44 ^a	7.96 ^a	8.02 ^a	7.88 ^a	8.58 ^a
3	6.62 ^b	6.16 ^b	6.32 ^b	6.36 ^b	6.54 ^b	6.44 ^b

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ยจากผู้ทดสอบ จำนวน 100 คน a,b,c หมายถึง ค่าเฉลี่ยในแนวนอนที่มีอักษรกำกับต่างกันมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

จากตารางที่ 3 พบว่า สูตรพื้นฐานแผ่นผัก สูตรที่ 2 มีความแตกต่าง 1 และ 3 อย่าง มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ในด้านปัจจัยลักษณะที่ปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมแล้วได้คะแนนสูงสุด เท่ากับ 8.14, 8.44, 7.96, 8.02, 7.88 และ 8.58 ตามลำดับ เนื่องจากสูตรที่ 1 พบว่า มีลักษณะแผ่นเรียบบาง กรอบ มีสีอ่อน มีรสชาติเค็ม สูตรที่ 2 พบว่า มีลักษณะแผ่นเรียบบาง กรอบ มีรสชาติดี รสชาติเปรี้ยว สูตรที่ 3 พบว่า แผ่นผักมีลักษณะแผ่นหนา ไม่กรอบ มีรสชาติจืด มีสีน้ำตาลคล้ำ ดังนั้นจึงได้นำสูตรที่ 2 มาเป็นสูตรพื้นฐานในการผลิตแผ่นผักเห็ดนางฟ้า

4.2ศึกษาสูตรที่เหมาะสมในการผลิตแผ่นผักเห็ดนางฟ้า ศึกษาสูตรที่เหมาะสมของแผ่นผักเห็ดนางฟ้า โดยแปรปริมาณเห็ดนางฟ้าเป็น 3 ระดับคือ 200, 250 และ 300 กรัม และระยะเวลาในการอบเป็น 3 ระดับ คือ 5 ชั่วโมง 30 นาที และ 6 ชั่วโมง นำแผ่นผักเห็ดนางฟ้ามาทำการวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัส เมื่อผลิตแผ่นผักเห็ดนางฟ้า จากทั้ง 3 สิ่งทดลอง หลังจากนั้นนำแผ่นผักเห็ดนางฟ้าที่ได้มาวิเคราะห์คุณภาพ ดังนี้

ตารางที่ 4 คุณภาพทางประสาทสัมผัสของแผ่นผักเห็ดนางฟ้า

สิ่งทดลอง	ลักษณะที่ปรากฏ	สี	กลิ่น ^{ns}	รสชาติ	เนื้อสัมผัส	ความชอบโดยรวม
1	7.64 ^b	7.82 ^b	7.64	7.54 ^b	7.46 ^b	7.54 ^b
2	8.22 ^a	8.08 ^a	7.92	8.02 ^a	8.14 ^a	8.34 ^a
3	7.70 ^b	7.84 ^b	7.82	7.56 ^b	7.62 ^b	7.56 ^b

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ยจากผู้ทดสอบ จำนวน 100 คน

สิ่งทดลองที่ 1 : อัตราส่วนเห็ดนางฟ้า ร้อยละ 66.67

สิ่งทดลองที่ 2 : อัตราส่วนเห็ดนางฟ้า ร้อยละ 75.76

สิ่งทดลองที่ 3 : อัตราส่วนเห็ดนางฟ้า ร้อยละ 83.33

ns = ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญสถิติ ($p > 0.05$)

a,b หมายถึง ค่าเฉลี่ยในแนวนอนที่มีอักษรกำกับต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

จากตารางที่ 4 พบว่า ผลผลิตพันธุ์แผ่นผักเห็ดนางฟ้า สิ่งทดลองที่ 2 อัตราส่วนปริมาณเห็ดนางฟ้า 250 กรัม และระยะเวลาในการอบ 5 ชั่วโมง 30 นาที มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) จากสิ่งทดลองที่ 1 และ 3 ทั้งในด้านปัจจัยลักษณะที่ปรากฏ สี รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมอยู่ในระดับชอบมาก เท่ากับ 8.22, 8.08, 8.02, 8.14 และ 8.34 ตามลำดับ เนื่องจากผลผลิตพันธุ์แผ่นผักเห็ดนางฟ้ามีลักษณะแผ่นเรียบบาง กรอบ มีรสชาติที่ดี กลมกล่อม แผ่นมีสีเขียวที่เกิดจากธรรมชาติของผัก ปราศจากกลิ่นเหม็นหืน

4.3 ศึกษาคุณภาพของแผ่นผักเห็ดนางฟ้า

4.3.1 การวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพของผลผลิตพันธุ์แผ่นผักเห็ดนางฟ้า โดยทำการผลิตแผ่นผักเห็ดนางฟ้าตามสิ่งทดลองที่เหมาะสมแล้ว จึงนำแผ่นผักเห็ดนางฟ้าที่ได้มาวิเคราะห์คุณภาพ ดังนี้

ตารางที่ 5 คุณภาพทางกายภาพของแผ่นผักเห็ดนางฟ้า

สิ่งทดลอง	ค่าสี ^{ns}		
	L *	a *	b *
1	67.77±0.60	2.31±0.29	5.10±0.61
2	62.13±0.96	2.44±0.26	5.12±0.77
3	61.42±0.64	2.61±0.49	5.56±0.87

หมายเหตุ : ns = ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

จากตารางที่ 5 ผลการวิเคราะห์ค่าสีของผลผลิตพันธุ์แผ่นผักเห็ดนางฟ้าโดยใช้ระบบ CIE Lab พบว่า ค่า L* (Lightness) ซึ่งแสดงถึงระดับความสว่างของสี มีค่าตั้งแต่ 0 (สีดำ) ถึง 100 (สีขาว) ถ้ามีค่าสูงแสดงว่าผลผลิตพันธุ์มีสีสว่างมาก ถ้ามีค่าต่ำแสดงว่าสีคล้ำหรือค่อนข้างมืด ค่า a* แสดงถึงค่าสีในช่วงระหว่างสีเขียว (-a) ถึงสีแดง (+a*) และค่า b* แสดงถึงค่าสี

ในช่วงระหว่างสีน้ำเงิน (-b*) ถึงสีเหลือง (+b*) โดยค่าที่ได้ไม่มีหน่วย (Dimensionless) พบว่าผลผลิตพันธุ์แผ่นผักเห็ดนางฟ้า ทั้ง 3 สิ่งทดลองมีค่า L* เท่ากับ 67.77, 62.42, 61.42, ค่า a* เท่ากับ 2.31, 2.44, 2.61, และค่า b* เท่ากับ 5.10, 5.12, 5.56 ซึ่งไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) แสดงให้เห็นว่าการเปลี่ยนแปลงปริมาณเห็ดนางฟ้าไม่ได้ส่งผลต่อสีของผลผลิตพันธุ์อย่างชัดเจน

4.3.2 ตารางวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี ของผลผลิตพันธุ์แผ่นผักเห็ดนางฟ้า โดยทำการผลิตแผ่นผักเห็ดนางฟ้า ตามสิ่งทดลองที่เหมาะสมแล้ว จึงนำแผ่นผักเห็ดนางฟ้าที่ได้มาวิเคราะห์คุณภาพดังนี้

ตารางที่ 6 คุณภาพทางเคมีของแผ่นผักเห็ดนางฟ้า

สิ่งทดลอง	ค่า pH	Water content
1	6.50 ^a ±0.10	3.56 ^a ±0.11
2	6.33 ^b ±0.05	2.60 ^b ±0.01
3	6.33 ^b ±0.13	2.65 ^b ±0.18

หมายเหตุ : a,b หมายถึง ค่าเฉลี่ยในแนวนอนที่มีอักษรกำกับต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

จากตารางที่ 6 พบว่า ผลผลิตพันธุ์แผ่นผักเห็ดนางฟ้า ทั้ง 3 สิ่งทดลอง มีค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) เท่ากับ 6.50, 6.33 และ 6.33 ตามลำดับ และมีค่า pH อยู่ในสภาพที่เป็นค่อนข้างเป็นกรด จากการใช้กระดาษเขียวอาจมีผลต่อความเสถียรของผลผลิตพันธุ์ [9] ซึ่งค่าความเป็นกรด-ด่าง ในสภาวะความเป็นกรดจะอยู่ในช่วง 0-6 สภาวะเป็นกลางจะอยู่ในช่วง 7 และสภาวะความเป็นด่างจะอยู่ในช่วง 8-14 [6]

จากตารางที่ 6 การวิเคราะห์ Water content ของผลผลิตพันธุ์แผ่นผักเห็ดนางฟ้าพบว่า สิ่งทดลองที่ 1 มี Water content แตกต่างจากสิ่งทดลองที่ 2 และ 3 โดยมีค่าเท่ากับ

3.56% w/w, 2.60% w/w , และ 2.65% w/w ตามลำดับ ซึ่งอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานของ Water content ในแผ่นผัก Water content มีแนวโน้มลดลง โดยสิ่งทดลองที่ 1 มี Water content สูงสุด (3.56% w/w) ในขณะที่สิ่งทดลอง ที่ 2 และ 3 ซึ่งอาจมีปริมาณเห็ดเพิ่มขึ้นกลับมี Water content ลดลง (2.65% w/w และ 2.60% w/w ตามลำดับ) แสดงให้เห็นว่าการเพิ่มปริมาณเห็ดนางฟ้าอาจส่งผลให้ Water content ของผลิตภัณฑ์ลดลง

4.3.3 การวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์แผ่นผักเห็ดนางฟ้า โดยศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคโดยทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคจำนวน 100 คน ซึ่งเคยบริโภคแผ่นผักเห็ดนางฟ้า ด้วยวิธีให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ (9 Point Hedonic Scale Test) โดยใช้วิธี Central Location Test (CLT) แสดงดังตารางที่ 4

พบว่าผลิตภัณฑ์แผ่นผักเห็ดนางฟ้า สิ่งทดลองที่ 2 อัตราส่วนปริมาณ เห็ดนางฟ้า 250 กรัม ต่อระยะเวลาในการอบ 5 ชั่วโมง 30 นาที เป็นปริมาณและอุณหภูมิที่เหมาะสมในการผลิตผลิตภัณฑ์แผ่นผักเห็ดนางฟ้า ซึ่งผลิตภัณฑ์แผ่นผักเห็ดนางฟ้ามีลักษณะแผ่นบาง รสชาติอร่อย กลมกล่อม มีความกรอบ มีกลิ่นรสที่ดีตามธรรมชาติ อีกทั้งยังมีคุณค่าทางโภชนาการ มีใยอาหารสูง เหมาะสำหรับเป็นอาหารทางเลือก

4.3.4 การวิเคราะห์คุณภาพทางจุลินทรีย์ของแผ่นผักเห็ดนางฟ้า โดยทำการผลิตแผ่นผัก เห็ดนางฟ้าตามสิ่งทดลองที่เหมาะสมแล้ว จึงนำแผ่นผักเห็ดนางฟ้าที่ได้วิเคราะห์คุณภาพแสดงตารางที่ 8

ตารางที่ 8 คุณภาพทางจุลินทรีย์ของแผ่นผักเห็ดนางฟ้า

คุณภาพ	ปริมาณ	มาตรฐาน
จำนวนจุลินทรีย์ CFU / กรัม	น้อยกว่า 250	น้อยกว่า 10,000
<i>Salmonella SPP</i> / 25 กรัม	ไม่พบ	ไม่พบ

จากตารางที่ 8 การวิเคราะห์คุณภาพจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์แผ่นผักเห็ดนางฟ้า พบว่า จำนวนจุลินทรีย์มีปริมาณน้อยกว่า 250 โคโลนี ที่มีเกณฑ์มาตรฐานกำหนดให้ไม่น้อยกว่า 10,000 โคโลนี และ *Salmonella SPP*. ไม่พบตามมาตรฐาน

สากลจาก Codex Alimentarius เปรียบเทียบขนมคบเคี้ยวจากผลไม้ [8] เนื่องจากแผ่นผักเห็ดนางฟ้ามีลักษณะเป็นแผ่นแห้งโดยใช้กระบวนการอบลมร้อนเป็นการกำจัดน้ำออกจากอาหาร ทำให้มีน้ำอยู่ในปริมาณที่จุลินทรีย์ไม่สามารถเติบโตได้ จึงส่งผลให้ผลิตภัณฑ์แผ่นผักเห็ดนางฟ้ามีคุณภาพจุลินทรีย์อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ที่มีความปลอดภัยจากจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค [1]

5.สรุปผลการวิจัย

5.1สรุปผลการวิจัย

การศึกษาลักษณะผลิตภัณฑ์แผ่นผักเห็ดนางฟ้า พบว่า สูตรพื้นฐานในการผลิตแผ่นผักเห็ดนางฟ้าคือ สูตรที่ 2 ซึ่งให้แผ่นผักมีลักษณะเรียบบาง กรอบ และมีสีเขียวจากธรรมชาติ รสชาติอร่อย ในส่วนของสูตรที่เหมาะสมในการผลิตแผ่นผักเห็ดนางฟ้า พบว่า สิ่งทดลองที่ 2 ซึ่งมีอัตราส่วนเห็ดนางฟ้า 250 กรัม และระยะเวลาในการอบ 5 ชั่วโมง 30 นาที เป็นสูตรที่เหมาะสมที่สุดสำหรับคุณภาพผลิตภัณฑ์แผ่นผักเห็ดนางฟ้า ทั้งทางด้านกายภาพ ค่าสีทั้ง 3 สิ่งทดลองไม่แตกต่างกัน ผลิตภัณฑ์แผ่นผักเห็ดนางฟ้ามีค่า pH อยู่ที่ 6.50, 6.33 และ 6.33 จัดเป็นสภาพค่อนข้างเป็นกรด ส่วน Water content พบว่า สิ่งทดลองที่ 1 มีค่าสูงสุด (3.56% w/w) และลดลงในสิ่งทดลองที่ 2 และ 3 ซึ่งอาจเกิดจากการเพิ่มปริมาณเห็ดนางฟ้า ปริมาณจุลินทรีย์ต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานและไม่พบ *Salmonella SPP* เนื่องจากกระบวนการอบลมร้อนช่วยลดความชื้นและยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์

5.2ข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาแผ่นผักเห็ดนางฟ้า มีข้อเสนอแนะในขั้นตอนการดำเนินงาน ขั้นตอนการผลิต และส่วนที่น่าจะปฏิบัติ เพื่อให้ผลการทดลองที่ได้ครบถ้วนมากขึ้น ดังนี้

5.2.1 ควรศึกษาอายุการเก็บแผ่นผักเห็ดนางฟ้า เนื่องจากทดลองครั้งนี้ยังไม่ได้ทำการศึกษาอายุการเก็บรักษา

5.2.2 ควรศึกษาการนำเห็ดชนิดต่าง ๆ ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์แผ่นเห็ด เช่น เห็ดนางรมหลวง เห็ดออริจินิ เห็ดเข็มทอง เป็นต้น

เอกสารอ้างอิง

- [1] O. Upathampanont, *Local vegetables and their health benefits*. Bangkok: Sukkapap Dee Publishing, 2013. (in Thai)
- [2] T. Chamrum, "Comparison of characteristics of abalone mushroom and oyster mushroom," Bangkok: Kasetkorn Thai Publishing, 2018. (in Thai)
- [3] A. Donwitthayakhun, "Development of crispy vegetable sheet products fortified with cricket protein," *Rajamangala Univ. of Technol. Srivijaya Res. Journal*, vol.15, no.1, p60–73, 2023. (in Thai)
- [4] S. Sribuathong, *Development of flavored melinjo leaf sheets*, Surat Thani: Suratthani Rajabhat Univ., 2018. (in Thai)
- [5] P. Chantharo, "Effect of pre-treatment on quality of cassava chips," *RMUTP Journal. Science. Res.*, vol.14, no.1, pp.103–113, 2020. (in Thai)
- [6] T. Tharasinth, et al., "Comparison of physical-chemical properties, nutritional values, and microbial contamination in fresh nectar," *Burapha Science. Journal*, vol. 23, no. 3, pp. 1303–1316, 2018. (in Thai)
- [7] Thai Industrial Standards Institute, Community Product Standard: *Dried Seaweed* (CPS 515/2004). Bangkok: Ministry of Industry, 2004. (in Thai)
- [8] Codex Alimentarius, "General Principles of Food Hygiene," Food and Agriculture Organization of the United Nations, World Health Organization, 2020.
- [9] J. Deeamart, S. Phasuk, and P. Nilsang, "Use of mucilage from matard (*Dillenia indica* Linn) and okra (*Abelmoschus esculentus* L. Moench) as a thickener in soup powder," *Journal Name*, vol. 16, no. 3, pp. 72–80, Sep.–Dec. 2021. (in Thai)

การหาประสิทธิภาพของเทคนิคการเรียนรู้สำหรับการจำแนกปริมาณฝุ่น โดยใช้เทคนิคเหมืองข้อมูล

Determining the Effectiveness of Learning Techniques for dust

Classification using data mining Techniques

วสิน หาสอดส่อง^{1*}, มงคล ทะกอง², กริช สมกันธา³ และ กฤษณพงศ์ สมสุข⁴Wasin Hasodsong^{1*}, Mongkhon Thakong², Krit Somkantha³ and Kritsanapong Somsuk⁴^{1,2,3,4}ภาควิชาวิทยาการข้อมูลและเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี จังหวัดอุดรธานี 41000^{1,2,3,4}Department of Data Science and Information Technology, Faculty of Science,

Udon Thani Rajabhat University, Udon Thani, 41000

Received : 2024-09-16 Revised : 2024-11-12 Accepted : 2024-11-19

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างแบบจำลองสำหรับการหาประสิทธิภาพฝุ่นละออง ในอากาศเพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของตัวแบบสำหรับการจำแนกฝุ่นละออง โดยใช้เทคนิคเหมืองข้อมูล 6 วิธี ซึ่งประกอบด้วย วิธีนาอิวเบย์ (Naive Bayes) วิธีแรนดอมฟอเรส (Random Forest) วิธีความใกล้เคียงกันที่สุด (K-Nearest Neighbor) และวิธีต้นไม้ตัดสินใจ (Decision Tree) โดยใช้ข้อมูลของสำนักงานสิ่งแวดล้อมและควบคุมมลพิษที่ 9 จังหวัดอุดรธานี สร้างชุดตัวแบบและชุดทดสอบตัวแบบ เป็นข้อมูลที่เกิดจากการทบทวนชุดข้อมูลคุณภาพอากาศย้อนหลัง จำนวน 724 รายการ 7 คุณลักษณะ จากนั้นทำการหาค่าความถูกต้อง โดยผลการวิจัยสามารถสรุปได้ดังนี้ วิธีแรนดอมฟอเรส มีประสิทธิภาพในการจำแนกมากที่สุดโดยมีค่าความถูกต้อง 98.03% วิธีต้นไม้ตัดสินใจมีค่าความถูกต้อง 91.83% วิธีนาอิวเบย์มีค่าความถูกต้อง 88.35% วิธี K-NN เพื่อนบ้านที่ใกล้ที่สุดมีค่าความถูกต้อง 85.03% วิธี Neural Net มีค่าความถูกต้อง 91.06% และ วิธี SVM มีค่าความถูกต้อง 85.49% ตามลำดับ จะพบว่า วิธีแรนดอมฟอเรสมีประสิทธิภาพในการสร้างแบบจำลองมากที่สุดเมื่อเทียบกับวิธีที่ใช้เปรียบเทียบร่วมกัน เนื่องจากเป็นวิธีที่ไม่มีการแจกแจง หรือไม่ใช้พารามิเตอร์ซึ่งไม่ได้ขึ้นอยู่กับสมมุติฐานการแจกแจง

ความน่าจะเป็นเหมาะสมที่นำแบบจำลองไปใช้ในการการจำแนก เพื่อเป็นแนวในการสนับสนุนการตัดสินใจทางสิ่งแวดล้อมและควบคุมมลพิษ ในการจำแนกคุณภาพอากาศต่อไป

คำสำคัญ : การทำเหมืองข้อมูล, การจำแนกปริมาณฝุ่น, การเรียนรู้ของเครื่อง

Abstract

This research aims to create a model for dust efficiency in the air to compare the efficiency of models for dust forecasting using 4 data mining techniques, consisting of Naive Bayes, Random Forest, K-Nearest Neighbor, and Decision Tree. The data from the Office of Natural Resources and Environmental Control 9, Udon Thani Province, were used to create a model set and a model test set, which were data from a review of a retrospective air quality data set of 724 items with 7 characteristics. The accuracy was then calculated by The research results can be summarized as follows: Random Forest Method The most efficient in forecasting with an accuracy of 98.03%, the decision tree method has an accuracy of 91.83%, the Naif Bayes method has an accuracy of 88.35%, the nearest neighbor K-NN method has

*วสิน หาสอดส่อง

E-mail address : 65120604107@udru.ac.th

an accuracy of 85.03%, the Neural Net method has an accuracy of 91.06%, and the SVM method has an accuracy of 85.49%, respectively. It was found that the random forest method has the most efficient in modeling compared to the combined comparison methods because it is a non-distribution or non-parametric method that does not depend on the probability distribution assumption. It is suitable to use the model for forecasting as a guideline to support environmental decision-making and pollution control in air quality forecasting.

Keywords : Data, mining, Dust Classification

1. บทนำ

ในปัจจุบันปัญหามลพิษทางอากาศในประเทศไทยมีปริมาณเกินเกณฑ์มาตรฐานในหลายพื้นที่ ส่งผลให้คุณภาพอากาศอยู่ในระดับปานกลางถึงมีผลกระทบต่อสุขภาพ ประเทศไทยถูกจัดอยู่ในลำดับต้น ๆ ของเมืองที่มีคุณภาพอากาศแย่ที่สุดในโลก โดยเฉพาะใน 9 จังหวัดภาคเหนือ เช่น เชียงราย และเชียงใหม่ ซึ่งสาเหตุหลักมาจากการเผาในที่ป่าและการเผาวัสดุทางการเกษตร ส่วนจังหวัดสระบุรีมีปัญหาจากกิจการโรงโม่บดย่อยหินและโรงงานต่าง ๆ ขณะที่กรุงเทพมหานครและปริมณฑลมีปัญหาจากการรถยนต์ดีเซลและการจราจร รัฐบาลได้ประกาศให้สถานการณ์นี้เป็นสภาวะฉุกเฉินในปี 2563 และได้มีมาตรการควบคุมต่าง ๆ เช่น การออกกฎหมายเกี่ยวกับการจราจรและลดการเผา เพื่อแก้ไขปัญหา เนื่องจากมีผลกระทบต่อเศรษฐกิจ สุขภาพอนามัย และสิ่งแวดล้อม [1] จึงจำเป็นต้องพัฒนาควบคู่กับการควบคุมปริมาณฝุ่น เพื่อไม่ให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพประชาชนในอนาคต

จังหวัดอุดรธานีก็เป็นหนึ่งจังหวัดที่ประสบปัญหามลพิษทางอากาศในระดับปานกลางและมีแนวโน้มที่จะเกิดความเสี่ยง [2] ซึ่งเป็นจังหวัดที่ตั้งอยู่ตอนบนของภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย จังหวัดอุดรธานีเป็นศูนย์ปฏิบัติการกลุ่มจังหวัดภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบน 1 และศูนย์กลางพื้นที่ลุ่มแม่น้ำโขง เดิมพื้นที่เมืองอุดรธานีในปัจจุบันคือบ้านเดื่อหมากแข้ง ซึ่งมีมานานร่วมสมัยกับเมืองเวียงจันทน์ อาณาจักรล้านช้าง เมืองอุดรธานี ปัญหาดังกล่าวส่งผลกระทบต่อคุณภาพชีวิตของประชาชนในพื้นที่ และการ

พัฒนาเศรษฐกิจของประเทศ การเฝ้าระวังและการจำแนกค่าฝุ่นละออง จึงเป็นเรื่องสำคัญอย่างยิ่ง เพื่อที่จะสามารถจัดการ และป้องกันปัญหาดังกล่าวได้อย่างมีประสิทธิภาพ การเรียนรู้ของเครื่อง (Machine Learning) [7] ได้รับการพิสูจน์แล้วว่าเป็นเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพในการวิเคราะห์ และการจำแนกข้อมูลต่าง ๆ รวมถึงข้อมูลมลพิษทางอากาศ โปรแกรม RapidMiner เป็นหนึ่งในเครื่องมือที่ช่วยให้การทำการเรียนรู้ของเครื่องเป็นไปได้อย่างง่ายดายและมีประสิทธิภาพ ด้วยการประมวลผลข้อมูลขนาดใหญ่และการสร้างแบบจำลองที่ซับซ้อน

ดังนั้น ผู้วิจัยได้สนใจศึกษาการสร้างตัวแบบและเปรียบเทียบประสิทธิภาพของตัวแบบเพื่อการจำแนกค่าฝุ่นละอองในอากาศ โดยใช้เทคนิคการประมาณค่า 6 เทคนิคมาทำการสร้างตัวแบบการจำแนกที่ได้มาจากการศึกษา งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยในครั้งนี้ เพื่อหาตัวแบบที่เหมาะสมในการนำไปใช้สร้างตัวแบบการจำแนกฝุ่นและให้ได้ผลที่แม่นยำและสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการจัดการมลพิษทางอากาศในอนาคต

2. ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

หัวข้อนี้จะกล่าวถึงการทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องกับการวิจัยที่เกี่ยวข้องกับประสิทธิภาพของฝุ่นละออง งานวิจัยเหล่านี้ช่วยให้เข้าใจถึงข้อดีและข้อเสียของอัลกอริทึมต่าง ๆ ในการวิเคราะห์ข้อมูล

กฤติกา ทิพย์คำมี และคณะ นำเสนอเรื่อง “ประสิทธิภาพของเทคนิคการเรียนรู้ของเครื่องเพื่อการจำแนกอนุภาคฝุ่นละอองในอากาศ” (Neural Network) โดยมีค่าความผิดพลาดกำลังสองเฉลี่ยน้อยที่สุด (MSE) 8.673, ค่าความผิดพลาดรูทสแควร์ (RMSE) 2.945, ค่าความผิดพลาดสัมบูรณ์ (AE) 2.126, กำลังสอง ค่าความผิดพลาด (SE) เท่ากับ 8.709 และค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจพหุคูณ (R2) เท่ากับ 0.948 ประสิทธิภาพของเทคนิคการเรียนรู้ของเครื่องจักรในการการจำแนกอนุภาคฝุ่นในอากาศ งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของเทคนิคการเรียนรู้ของเครื่องจักรในการทำนายอนุภาคในอากาศ (PM2.5) พร้อมตัวแปรที่ใช้ในการสร้างแบบจำลองฝุ่น นอกจากนี้ยังสามารถพัฒนาต่อไป

สู่ระบบสารสนเทศเพื่อทำนายฝุ่นละอองขนาดเล็กที่จะเกิดขึ้นในอนาคตได้อีกด้วย [1]

คมกฤต เมฆสกุล และคณะ ได้เสนอเรื่อง “แบบจำลองการการจำแนกปริมาณฝุ่นละออง PM2.5 ของจังหวัดพะเยา” กรณีศึกษาคือ ฝุ่นละอองในบรรยากาศขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอน (PM2.5) แบบจำลองการจำแนกปริมาณฝุ่น PM2.5 ในจังหวัดพะเยา การสร้างแบบจำลองการการจำแนกโดยใช้การวิเคราะห์การถดถอยโลจิสติกโดยใช้ชุดข้อมูลจากกรมควบคุมมลพิษทางอากาศ การจำแนกระดับความเข้มข้นของฝุ่นละอองในบรรยากาศขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอน โดยให้ค่าความไวและค่าความจำเพาะเท่ากับ 0.96 และ 0.72 ตามลำดับ โดยมีค่าพื้นที่ใต้เส้นโค้งเท่ากับ 0.98 [3]

ธรณินทร์ สัจจวิทย์ทรัพย์ ได้เสนอเรื่อง ตัวแบบผสม Arima และโมเดล Support Vector Machine เน้นองค์ประกอบเชิงบวกสำหรับการการจำแนกปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 10 ไมครอน”ด้วยความสัมพันธ์เชิงเส้นของแบบจำลอง Arima เพื่ออธิบายองค์ประกอบเชิงเส้นของข้อมูลอนุกรมเวลา ความสัมพันธ์เชิงเส้นหรือไม่เชิงเส้นอย่างชัดเจน การเพิ่มอนุกรมเวลา โมเดลไฮบริดที่พัฒนาแล้วได้รับการเปรียบเทียบประสิทธิภาพการการจำแนกกับโมเดลการการจำแนกเดี่ยว Arima และโมเดล Support Vector Machine โดยใช้เกณฑ์การประเมินประสิทธิภาพการการจำแนกทั้งหมด 6 รายการ ดังนั้นตัวแบบผสมระหว่างตัวแบบ Arima และโมเดล Support Vector Machine จึงเป็นแบบที่มีความเหมาะสมที่จะใช้สำหรับการการจำแนกปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กในเขตพื้นที่ตำบลหน้าพระลาน เพื่อใช้เป็นสารสนเทศที่เป็นประโยชน์ต่อการเฝ้าระวัง และวางแผนเพื่อลดผลกระทบจากมลพิษทางฝุ่นละอองลงอย่างมีประสิทธิภาพซึ่งไม่เพียงแต่เป็นงานที่ทำหายแต่ยังเป็นปัญหาสาธารณสุขที่สำคัญสำหรับสุขภาพของประชาชนอีกด้วย รวมทั้งยังเป็นแบบที่อาจมีประโยชน์ในการประยุกต์ใช้สำหรับการการจำแนกปริมาณฝุ่นละอองในเขตพื้นที่อื่น ๆ ได้ [5]

2.2 การทำ (K-Fold Cross Validation)

เป็นขั้นตอนสำหรับการประเมินแบบจำลอง การกำหนด Baseline ในการประเมินแบบจำลอง และเทคนิคการสุ่มตัวอย่างสำหรับการแบ่งข้อมูลออกเป็น Training และ Test Sets ด้วยการใช้วิธี K-Fold Cross Validation ที่ใช้ทดสอบกับ

Final Model โดยทดสอบ 10 รอบ เพื่อนำมาหาประสิทธิภาพของเทคนิคการเรียนรู้ ที่มีค่าความถูกต้องสูงสุด [6]

$$Accuracy = \frac{TP + TN}{TP + TN + FP + FN} \quad (1)$$

$$Precision = \frac{TP}{TP + FN}$$

$$Recall = \frac{TP}{TP + FP}$$

$$F - Measure = \frac{Precision \times Recall}{Precision + Recall}$$

FP = อัตราความถูกต้องเชิงบวก

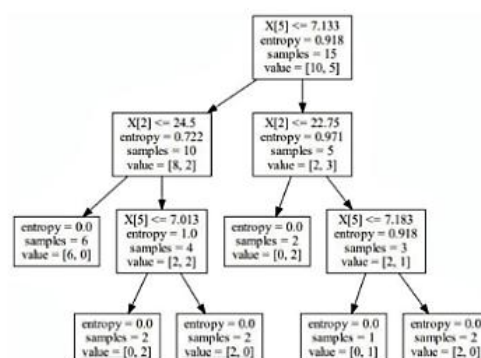
FN = อัตราความถูกต้องเชิงลบ

TP = อัตราความผิดพลาดเชิงบวก

TN = อัตราความผิดพลาดเชิงลบ

2.3 การทำเหมืองข้อมูล (Data Mining)

การทำเหมืองข้อมูล คือ การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหารูปแบบ (Patterns) หรือความสัมพันธ์ของข้อมูลสารสนเทศซึ่งปัจจุบันมีการประยุกต์ใช้เทคนิคการทำเหมืองข้อมูลมาใช้ในการหาคุณภาพ เพื่อหาสาเหตุหรือปัจจัยที่มีความสัมพันธ์ต่อความเสี่ยงต่าง ๆ เช่น การจำแนกฝุ่นละอองในสภาพอากาศ เพื่อนำข้อมูลมาใช้ในการบริหารจัดการและควบคุมดูแล และการวางแผน เพื่อบริหารจัดการดูแล

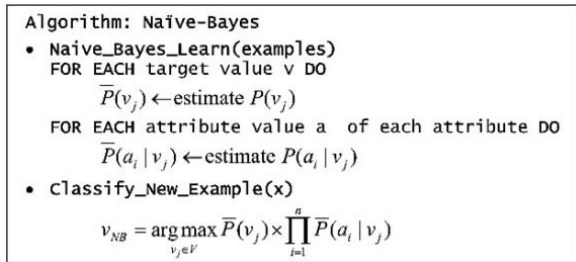


รูปที่ 1 ขั้นตอนการทำงานของวิธีต้นไม้ตัดสินใจ

2.3.1 วิธีต้นไม้ตัดสินใจ (Decision Tree)

เป็นการจำแนกค่าคุณลักษณะของข้อมูล โดยจะประกอบด้วยบัพ (Node) และกิ่ง (Link) ที่ต่อกับบัพ บัพที่ปลายสุดจะเรียกว่าบัพใบ (Leaf) ต้นไม้ตัดสินใจจะทำโดยสร้างบัพที่ละบัพเพื่อตรวจสอบคุณสมบัติของตัวอย่าง แล้วแยกตัวอย่างลงตาม

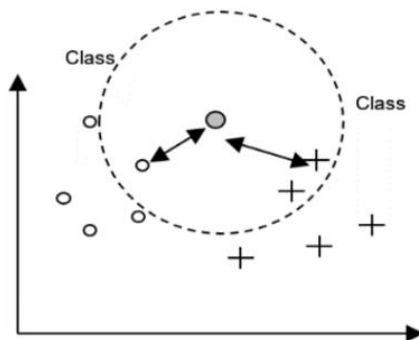
ค่าของกิ่ง ทำจนกระทั่งตัวอย่างในใบแต่ละใบอยู่ในประเภทเดียวกันทั้งหมด [6] แสดงดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 ขั้นตอนการทำงานของวิธีนาอ์ฟเบย์

2.3.2 วิธี (Naïve Bayes)

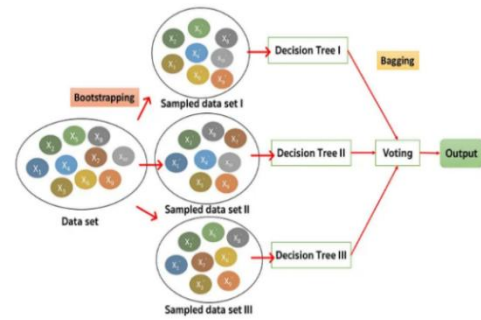
เป็นตัวจำแนกที่เหมาะสมกับกรณีของเซตตัวอย่างมีจำนวนมาก และคุณสมบัติ (Attribute) ของตัวอย่างไม่ขึ้นต่อกัน มีการนำตัวจำแนกประเภทเบย์ไปประยุกต์ใช้งานด้านการจำแนกประเภท ข้อความ (Text Classification) [6] และพบว่า ใช้งานได้ดีไม่ต่างจากการจำแนกประเภทวิธีอื่น ๆ มีขั้นตอนการทำงาน แสดงดังรูปที่ 3



รูปที่ 3 ขั้นตอนการทำงานของวิธีที่ใกล้เคียงกันที่สุด (K-Nearest Neighbor)

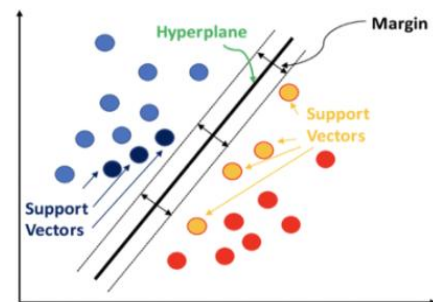
2.3.3 วิธีความใกล้เคียงกันที่สุด

(K-Nearest Neighbor) เป็นวิธีการหนึ่งสำหรับแก้ปัญหาการประมาณค่าที่ไม่ใช่พารามิเตอร์สำหรับการจำแนกกลุ่ม ซึ่งเหมาะสมกับข้อมูลที่เป็นรูปร่างที่ดี หลักการคือวัดค่าของข้อมูลที่ใกล้เคียงที่สุดเพื่อหาจุดได้เท่ากับ K ตัวที่ต้องการ เช่น $k = 10$ ก็จะขยายเคอร์เนลไปเรื่อย ๆ จนกว่าจะเจอข้อมูลที่เป็น $k = 10$ แสดงดังรูปที่ 4



รูปที่ 4 ขั้นตอนการทำงานของแรนดอมฟอร์เรส

2.3.4 หลักการทำงานของ (Random Forest) คือ สร้าง model จาก Decision Tree หลาย ๆ model ย่อย ๆ (ตั้งแต่ 10 model ถึง มากกว่า 1000 model) โดยแต่ละ model จะได้รับ data set ไม่เหมือนกัน ซึ่งเป็น subset ของ data set ทั้งหมด ตอนทำ prediction ก็ให้แต่ละ Decision Tree ทำ prediction sample ข้อมูล (bootstrapping) จาก data set ทั้งหมด ให้ได้ข้อมูลออกมา n ชุด ที่ไม่เหมือนกัน ตามจำนวน Decision Tree แสดงดังรูปที่ 5



รูปที่ 5 ขั้นตอนการทำงานของ SVM

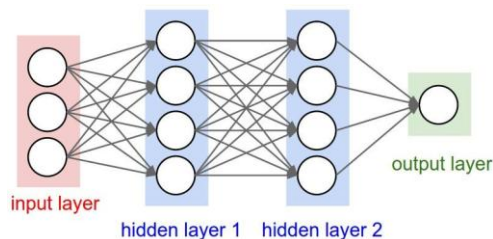
2.3.5 ลักษณะขยายจาก Support Vector Machine (SVM) โดยใช้ Kernel trick เพื่อจัดการข้อมูลที่ไม่เชิงเส้น เหมาะสำหรับข้อมูลที่มีความซับซ้อนและต้องการโมเดลที่มีความยืดหยุ่นสูงในการปรับเส้นคาดเดา ฟังก์ชันการทำนาย [1] (Prediction Function) สมการหลักของ SVR มีรูปแบบดังนี้

$$f(x) = \mathbf{w} \cdot \mathbf{x} + b \quad (2)$$

$\mathbf{w}$ คือเวกเตอร์น้ำหนัก (Weight vector)

$\mathbf{x}$ คือตัวแปรต้น (Feature vector)

b คือค่าไบแอส (Bias)



รูปที่ 6 ขั้นตอนการทำงานของ Neural Net

2.3.6 Neural Network Regression

ใช้ Neural Networks เพื่อจับความสัมพันธ์ที่ซับซ้อนในข้อมูลหลายมิติหรือที่มีรูปแบบซ่อนเร้น โดยการทำนายค่าจะส่งข้อมูลผ่านโครงข่ายนิวรอนหลายชั้น เพื่อสร้างฟังก์ชันที่เชื่อมโยงตัวแปรต้นและตัวแปรตาม สมการประกอบด้วย น้ำหนัก, การรวมเชิงเส้น, ฟังก์ชันกระตุ้น และกระบวนการทำนาย ฟังก์ชันพื้นฐานของนิวรอนเดี่ยว (Neuron) นิวรอนหนึ่งตัวใน Neural Network คำนวณผลลัพธ์จากการรวมเชิงเส้นของค่าอินพุตตามสมการ [3]

$$z = \mathbf{w} \cdot \mathbf{x} + b$$

$\mathbf{w}$ คือ เวกเตอร์น้ำหนัก (Weight vector) ที่เชื่อมโยงระหว่างอินพุตแต่ละตัวกับนิวรอนนั้น

$\mathbf{x}$ คือ ตัวแปรอินพุต (Input vector)

b คือ ค่าคงที่ที่เรียกว่า ไบแอส (Bias)

z คือ ค่าผลลัพธ์ที่ได้จากการรวมเชิงเส้นของ อินพุต

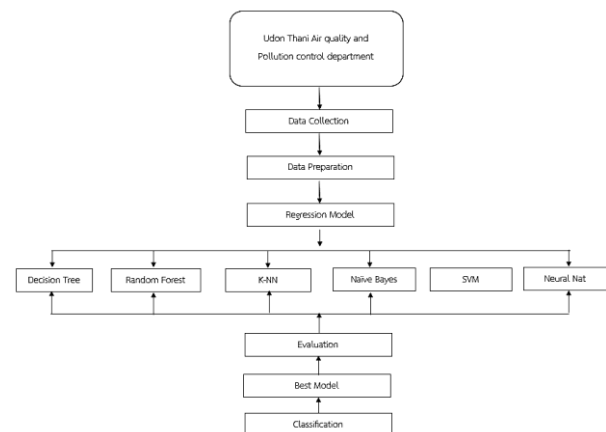
2.4 การสร้างแบบจำลอง

ในการสร้างแบบจำลองงานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้ใช้เครื่องมือวิเคราะห์ข้อมูล คือ โปรแกรม RapidMiner Studio และเทคนิควิธีการหาประสิทธิภาพของข้อมูลที่ใช้ประกอบด้วยวิธี นาอ์ฟเบย์ (Naïve Bayes) วิธีแรนดอมฟอเรส (Random Forest) วิธีความใกล้เคียงกันที่สุด (K-Nearest Neighbor) และวิธีต้นไม้ตัดสินใจ (Decision Tree) และการสร้างแบบจำลอง แสดงดังรูปที่ 8

3. วิธีดำเนินการวิจัย

ผู้วิจัยได้ศึกษาเกี่ยวกับเทคนิคการเรียนรู้ของเครื่องสำหรับนำมาจำแนกฝุ่นละอองขนาดเล็กในอากาศโดยผ่าน

กระบวนการการวิเคราะห์ข้อมูล (Data Analysis Process) โดยการแบ่งข้อมูลออกเป็น 2 ส่วนเพื่อใช้สำหรับการสร้างตัวแบบ (Training Set) และการทดสอบ ประสิทธิภาพของตัวแบบ (Testing Set) ด้วยเทคนิค Cross Validation โดยผู้วิจัยได้ทำการแบ่ง ข้อมูลออกเป็น 10 ส่วนเท่า ๆ กัน (10-fold cross validation) [6] ซึ่งเทคนิคที่ใช้สำหรับการสร้าง ตัวแบบการจำแนกข้อมูล ผู้วิจัยได้ใช้เทคนิคในการประมาณค่าข้อมูลทั้งหมด 6 เทคนิค ได้แก่ วิธีนาอ์ฟเบย์ (Naïve Bayes) วิธีแรนดอมฟอเรส (Random Forest) วิธีความใกล้เคียงกันที่สุด (K-Nearest Neighbor) และวิธีต้นไม้ตัดสินใจ (Decision Tree) วิธี Neural Net และวิธี SVM จากนั้นทำการทดสอบ ประสิทธิภาพเพื่อหาตัวแบบที่มีความเหมาะสมสำหรับการนำไปใช้ในการจำแนกฝุ่นละอองขนาดเล็กดังภาพที่ 7



รูปที่ 7 ขั้นตอนการดำเนินงาน [1]

3.1 การเตรียมข้อมูล

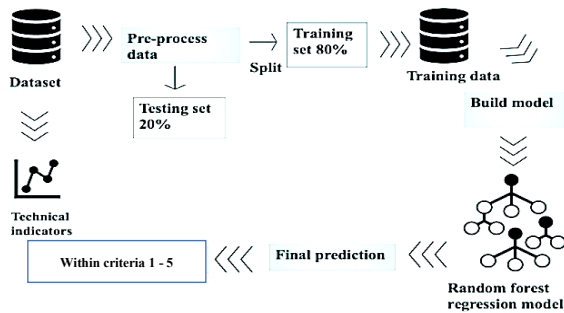
ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บและรวบรวมข้อมูล [9] ที่ได้จากสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ พ.ศ. 2565-2566 จำนวน 724 เรคคอร์ด โดยดำเนินการวัดคุณภาพอากาศ รวม 1 จุดตรวจวัด ได้แก่ สวนสาธารณะหนองประจักษ์ศิลปาคม จังหวัดอุดรธานี ในพื้นที่รับผิดชอบของสำนักงานสิ่งแวดล้อมและควบคุมมลพิษที่ 9 จังหวัดอุดรธานี

- 1) ข้อมูลฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอน
- 2) ข้อมูลฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน
- 3) ข้อมูลก๊าซโอโซน (O_3)
- 4) ข้อมูลก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO)
- 5) ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO_2)

6) ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO₂)

7) ค่าดัชนีคุณภาพอากาศ (AQI)

โดยข้อมูลได้จากสำนักงานสิ่งแวดล้อมและควบคุมมลพิษที่ 9 จังหวัดอุดรธานี ช่วงปี พ.ศ. 2565 ถึง ปี พ.ศ. 2566 มีจำนวน 724 เรคคอร์ด รายการ 7 คุณลักษณะตาม พรบ. มาตรฐานฝุ่น 2566 [2] โดยดำเนินการวัดคุณภาพอากาศรวม 1 จุด ตรวจวัด ได้แก่ สวนสาธารณะหนองประจักษ์ศิลปาคม



รูปที่ 8 ขั้นตอนการสร้างแบบจำลอง

ตารางที่ 1 คุณลักษณะสำคัญของข้อมูลฝุ่นละออง

ลำดับที่	คุณลักษณะ	คำอธิบาย
1	PM2.5	ค่าปริมาณฝุ่น
2	PM10	ค่าปริมาณฝุ่น
3	O3	เป็นก๊าซที่ไม่มีสีหรือมีสีฟ้าอ่อน
4	CO	เป็นก๊าซที่ไม่มีสี กลิ่น และรส
5	NO2	เป็นก๊าซที่ไม่มีสีและกลิ่น ละลายน้ำได้เล็กน้อย
6	SO2	เป็นก๊าซที่ไม่มีสี หรืออาจมีสีเหลืองอ่อน ๆ
7	AQI	ค่าดัชนีคุณภาพอากาศ

3.2 ทำความสะอาดข้อมูล (Data Cleansing)

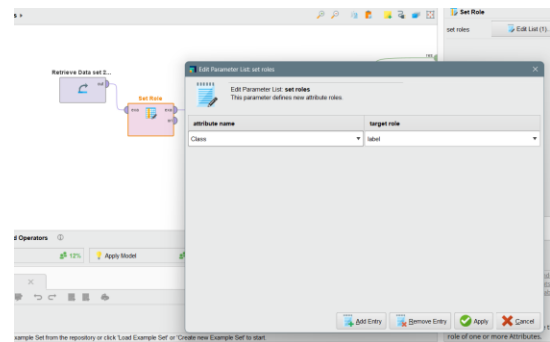
ใช้เครื่องมือโปรแกรม RapidMiner Studio ในการ Cleansing โดยใช้ Tools Replace errors with missing values แทนที่ข้อมูลที่มีข้อผิดพลาดด้วยค่าที่ขาดหายไป ใน Data set

	PM2.5	PM10	O3	CO	NO2	SO2	AQI
21	26	39	9	1	9	1	30
22	27	41	8	1	6	1	28
23	34	43	10	1	17	1	43
24	39	59	7	1	16	1	55
25	37	58	12	1	11	1	50
26	37	62	14	1	10	1	50
27	49	79	8	1	13	1	96
28	42	70	13	1	14	1	67
29	38	64	3	1	17	1	51
30	18	52	7	10	7	14	
31	22	37	17	1	5	0	22
32	15	28	18	1	6	0	15
33	18	31	12	1	6	0	18
34	13	23	17	1	4	0	13
35	10	23	19	1	5	0	14
36	18	31	12	1	7	7	18
37	28	43	10	1	14	1	30
38	28	43	10	1	14	1	30

รูปที่ 9 ขั้นตอน Replace errors with missing values

3.3 เลือกข้อมูล (Select data)

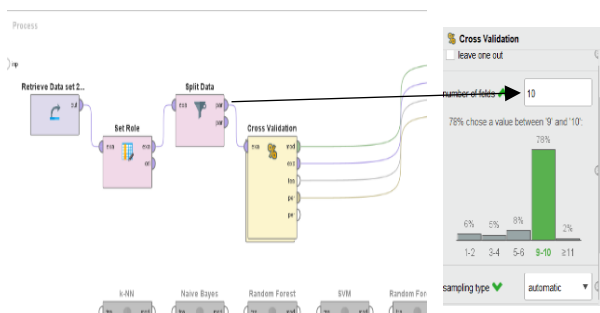
จากข้อมูลที่ได้นำมาจัดเก็บให้อยู่ในรูปแบบของไฟล์ .CSV จากนั้นนำมา Set Role กำหนด Class เพื่อนำมาใช้ในการทดสอบและวิเคราะห์ด้วยเครื่องมือการเรียนรู้ได้ ให้ได้ข้อมูลที่มีความถูกต้อง



รูปที่ 10 ขั้นตอน Edit Parameter List: Set Roles

3.4 วิเคราะห์โดย K-Fold Cross Validation

เป็นขั้นตอนสำหรับการประเมินแบบจำลองการกำหนด Baseline ในการประเมินแบบจำลอง และเทคนิคการสุ่มตัวอย่างสำหรับการแบ่งข้อมูลออกเป็น Training และ Test Sets ด้วยการใช้วิธี K-Fold Cross Validation ที่ใช้ทดสอบกับ Final Model โดยทดสอบ 10 รอบ และแต่ละรอบ จะเก็บค่าเฉลี่ยไว้ ทำแบบนี้ไปเรื่อย ๆ จนกว่าจะครบ จากนั้นนำค่าเฉลี่ยในแต่ละรอบมาหาค่าเฉลี่ยทั้งหมด ก็จะได้ค่าความถูกต้องในการทำนายของแบบจำลองแต่ละเทคนิค แสดงดังตารางที่ 2 และการเปรียบเทียบค่าความถูกต้องแบบจำลองของสภาพอากาศ แสดงดังตารางที่ 3



รูปที่ 11 ขั้นตอน K-Fold Cross Validation

4.ผลการทดลอง

ผลการทดลองงานวิจัยฉบับนี้ได้วิเคราะห์ถึงค่าความถูกต้องของแบบจำลองการจำแนกคุณภาพอากาศด้วยเทคนิคเหมืองข้อมูลสามารถแสดงค่าความถูกต้องของการการจำแนกได้ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการวัดประสิทธิภาพของโมเดลด้วย 10-Fold Cross Validation ในแต่ละรอบ

Number	Decision Tree	K-NN	Naïve Bayes	Random Forest	SVM	Neural Net
1	0.9179	0.7411	0.7911	0.9607	0.8439	0.8909
2	0.9641	0.8439	0.8798	0.9820	0.8508	0.9074
3	0.9765	0.8481	0.8895	0.9793	0.8494	0.9171
4	0.9848	0.8688	0.8964	0.9820	0.8619	0.9088
5	0.9820	0.8618	0.9864	0.9807	0.8537	0.9171
6	0.9793	0.8633	0.8867	0.9848	0.8578	0.9144
7	0.9848	0.8702	0.9005	0.9848	0.8576	0.9227
8	0.9862	0.8757	0.8964	0.9820	0.8577	0.8965
9	0.9807	0.8604	0.8950	0.9834	0.8619	0.9254
10	0.9834	0.8700	0.9032	0.9834	0.8549	0.9060
Accuracy	0.9739	0.8503	0.8835	0.9803	0.8549	0.9106

จากตารางที่ 2 จะเห็นได้ว่าผลการทดสอบประสิทธิภาพของโมเดล แต่ละส่วนจะมีค่าความถูกต้องในแต่ละรอบเมื่อ ทดสอบครบจำนวน 10 รอบ (Fold) จึงจะเฉลี่ยผลค่าความถูกต้องของแบบจำลองแต่ละวิธี

ตารางที่ 3 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพการจำแนกของแบบจำลอง

	Precision	Recall	Accuracy	F1_Score
Decision Tree	92.31%	91.35%	97.39%	91.83%
K-NN	82.76%	79.50%	85.03%	81.10%
Naïve Bayes	80.45%	80.34%	88.35%	80.39%
Random Forest	94.17%	92.87%	98.03%	93.52%
SVM	69.27%	82.57%	85.49%	75.34%
Neural Net	57.35%	73.59%	91.06%	64.46%

จากตารางที่ 3 เมื่อพิจารณาจากค่าความถูกต้อง พบว่าวิธี แรนดอมฟอร์เรส มีประสิทธิภาพในการการจำแนกมากที่สุด โดยมีค่า Accuracy 98.03%, Precision 94.17% , Recall 92.87% และ F1_Score 93.52% วิธีต้นไม้ตัดสินใจ มีค่า Accuracy 91.83%, Precision, 92.31%, Recall 91.35% และ F1_Score 91.83% ตามลำดับ จากผลการวิจัย ดังตารางที่ 2 พบว่า วิธีแรนดอมฟอร์เรส มีประสิทธิภาพในการสร้างแบบจำลองมากที่สุดเมื่อเทียบกับวิธีที่ใช้เปรียบเทียบร่วมกัน

5.อภิปรายการวิจัย

งานวิจัยนี้มุ่งเน้นการสร้างแบบจำลองสำหรับการจำแนกข้อมูล โดยใช้เทคนิคเหมืองข้อมูลหลายวิธีเพื่อเปรียบเทียบความแม่นยำในการจำแนกและหาวิธีที่เหมาะสมที่สุดในการนำไปใช้ควบคุมมลพิษทางอากาศ โดยจากการทดลองพบว่าวิธีแรนดอมฟอร์เรส (Random Forest) มีค่าความถูกต้องสูงสุด ซึ่งบ่งชี้ว่ามีประสิทธิภาพในการจำแนกข้อมูลได้ดีที่สุดเมื่อเทียบกับเทคนิคอื่น ๆ อย่างชัดเจน เช่น วิธีต้นไม้ตัดสินใจ (Decision Tree) และวิธีอื่น ๆ ที่มีความถูกต้องลดหลั่นกันไป ได้แก่ Naive Bayes, K-Nearest Neighbor (K-NN), Neural Network และ Support Vector Machine (SVM) การใช้วิธี 10-Fold Cross Validation นั้นเหมาะสมในการประเมินประสิทธิภาพของแบบจำลอง เนื่องจากช่วยลดการเกิด overfitting และทำให้ค่าความแม่นยำที่ได้จากแต่ละวิธีมีความน่าเชื่อถือเพิ่มขึ้น การที่แรนดอมฟอร์เรสมีประสิทธิภาพสูงสุด

นั้นเป็นผลมาจากคุณสมบัติที่ไม่ขึ้นกับการแจกแจงของข้อมูลและความสามารถในการจัดการกับข้อมูลที่มีมิติสูง ซึ่งทำให้แบบจำลองนี้เหมาะสมต่อการใช้งานกับข้อมูลที่มีความซับซ้อนอย่างการจำแนกฝุ่นละอองที่มีคุณลักษณะหลากหลาย ทั้งนี้ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับคุณลักษณะความเสี่ยงที่นำไปใช้ในสร้างแบบจำลองมีการใช้ตัวแปรที่มีความสัมพันธ์ในการเกิดมลพิษทางอากาศ เช่น O_3 , CO , NO_2 และ SO_2 [2] จากการทบทวนวรรณกรรม พบว่า ปัจจัยเหล่านี้ไม่ได้ถูกนำมาเพื่อประมวลผลในเครื่องจักรการเรียนรู้แต่ผู้เชี่ยวชาญยืนยันว่ามีผลกระทบทำให้เกิดมลพิษได้ ยกตัวอย่าง เช่น ตัวแปร O_3 หากมีค่ามากกว่า 50 หมายความว่าค่าดัชนีคุณภาพอากาศ AQI จะอยู่ในระดับเสี่ยงปานกลางและตัวแปรอื่น ๆ ข้างต้น ที่ได้กล่าวมาไม่ได้มีน้ำหนักมากเท่าตัวแปร $PM_{2.5}$ หรือ PM_{10} ซึ่งส่วนใหญ่จะใช้ตัวแปรนี้ในการทำนาย ผู้วิจัยจึงได้นำผลลัพธ์ที่ได้จากแบบจำลองของต้นไม้ตัดสินใจที่สร้างจากแรนดอมฟอร์เรสไปใช้ในการการจำแนก [8] เพื่อเป็นแนวในการสนับสนุนการตัดสินใจทางสิ่งแวดล้อมและควบคุมมลพิษในการจำแนกคุณภาพอากาศและได้นำผลการวิจัยมาใช้ในการด้านการป้องกันและพัฒนาคุณภาพสังคมจะช่วยให้สังคมมีความพร้อมในการรับมือกับมลพิษ [11] มีระบบแจ้งเตือนและมาตรการป้องกันที่เหมาะสม อีกทั้งยังช่วยส่งเสริมให้ประชาชนมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับปัญหามลพิษ เพื่อให้เกิดการดูแลสิ่งแวดล้อมร่วมกัน

6.สรุปผล

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างแบบจำลองการการจำแนก โดยใช้เทคนิคเหมือนข้อมูลและเปรียบเทียบประสิทธิภาพของการหาค่าความถูกต้อง (Accuracy) ด้วยเทคนิคเหมือนข้อมูล 6 วิธี โดยใช้วิธี 10-Fold Cross Validation เพื่อหาแบบจำลองที่เหมาะสมที่สุดในการจำแนก จากผลการวิจัยสามารถสรุปได้ดังนี้ วิธีแรนดอมฟอร์เรส มีประสิทธิภาพในการการจำแนกมากที่สุดโดยมีค่าความถูกต้อง 98.03% วิธีต้นไม้ตัดสินใจมีค่าความถูกต้อง 91.83% วิธีนออีฟเบย์มีค่าความถูกต้อง 88.35% วิธี K-NN เพื่อนบ้านที่ใกล้ที่สุดมีค่าความถูกต้อง 85.03% วิธี Neural Net มีค่าความถูกต้อง 91.06% และ วิธี SVM มีค่าความถูกต้อง 85.49% ตามลำดับ จะพบว่า วิธีแรนดอมฟอร์เรส มีประสิทธิภาพในการสร้างแบบจำลองมากที่สุดเมื่อเทียบกับวิธี

ที่ใช้เปรียบเทียบร่วมกันเนื่องจากเป็นวิธีที่ไม่มีการแจกแจงหรือไม่ใช้พารามิเตอร์ซึ่งไม่ได้ขึ้นอยู่กับสมมติฐานการแจกแจงความน่าจะเป็นอีกทั้งสามารถจัดการกับข้อมูลที่มีมิติสูงได้อย่างแม่นยำเหมาะสมที่จะนำแบบจำลองไปทำการการจำแนกฝุ่นละออง

เอกสารอ้างอิง

- [1] k. Kritika Thippakhammee, "Article on the efficiency of machine learning techniques for forecasting fine dust particles in air", Kalasin University Journal of Science Technology and Innovation, 58th ed., No. 1, 2023, pp. 6 - 16. (in thai)
- [2] P. Pollution Control Department, Announcement of the National Environment Board on setting air quality index standards for Thailand, 2023, [Online]. <https://www.aqi.in/th/dashboard/thailand/udon-thani/udon-thani>. (Accessed 28 January 2024). (in thai)
- [3] K. Khomkrit Meksakul, "Article on $PM_{2.5}$ dust forecasting model of Phayao Province", 11th ed., Issue 2, *Journal of Engineering and Digital Technology (JEDT)*, 2023, pp. 3 - 11. (in thai)
- [4] J. Jintana Prachumphan, " $PM_{2.5}$, fine dust particles in the air and the health crisis that Thai people will have to exchange", [Online]. [https:// thestandard.com](https://thestandard.com). (Accessed : 20 January 2023). (in thai)
- [5] T. Thoranin Satchaviriyatra, Article on the hybrid model Arima-Support Vector Machine emphasizing positive components for the forecasting of $PM_{2.5}$ particle size less than 10 microns, 27th ed., No. 3, *Science and Technology*, 2019, pp. 5 - 13. (in thai)
- [6] N. Nopparat Nonsiri, Article on Data Forecasting for Diagnosing Disease Risk 2023, 33rd ed., No. 2, pages 543 - 545.

- [7] N. Naruchon Rojanaburanon, “Data analysis guide with Rapid Miner Studio”, [Online] <https://www.gotoknow.org/posts/660127>. (Accessed : 15 March 2024).
- [8] S. Sanya Pantipitham, “An article on the application of time series analysis and geographic information system to assess particulate matter less than 10 microns in Bangkok 2016”, 44th ed., No. 4, pp. 8 – 20. (in thai)
- [9] S. Sutharat Muenmee and Susira Butdee, Article on Health Risk Assessment from PM Dust Exposure, 2022, 14th ed., No. 3, pp. 95 – 108. (in thai)
- [10] S. Samitivej, “Understanding and dust”, [Online]. <https://samitivejchinateown.com/th/article/health/what-is-pm-2.5>. (Accessed : 28 January 2024).
- [11] I. Inthachat Sukkasem, Article on the forecast of particulate matter not exceeding 2.5 microns (PM2.5) in Nakhon Ratchasima Province 2020, 9th printing, issue 21, pages 8-10. (in thai)

รูปแบบการบริหารสถานศึกษาด้วยเทคโนโลยีดิจิทัลของวิทยาลัยเทคนิคร้อยเอ็ด

A model of College Administration based on Digital Technology for Roi Et Technical College

อาคม จันทร์นาม¹ และ วรณวิศา วัฒนสินธุ์^{2*}
Arkorn Channam¹ and Wanwisa Wattanasin^{2*}

¹วิทยาลัยเทคนิคร้อยเอ็ด จังหวัดร้อยเอ็ด 45000

²แผนกวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคร้อยเอ็ด จังหวัดร้อยเอ็ด 45000

¹Roi Et Technical College, Roi Et, 45000

²Department of Electronics, Roi Et Technical College, Roi Et, 45000

Received : 2023-12-11 Revised : 2024-02-07 Accepted : 2024-06-12

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาความต้องการและแนวทางการบริหารสถานศึกษาด้วยเทคโนโลยีดิจิทัล 2) สร้างรูปแบบการบริหารสถานศึกษาด้วยเทคโนโลยีดิจิทัล 3) ทดลองใช้รูปแบบการบริหารสถานศึกษาด้วยเทคโนโลยีดิจิทัล 4) ประเมินผลการใช้รูปแบบการบริหารสถานศึกษาด้วยเทคโนโลยีดิจิทัล เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลแบบสอบถาม แบบประเมิน แบบรายงาน การวิเคราะห์ข้อมูลโดยการหาค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการวิเคราะห์เนื้อหา ผลการวิจัยพบว่า 1. ผลการศึกษาความต้องการการบริหารสถานศึกษาด้วยเทคโนโลยีดิจิทัล ภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด และแนวทางการบริหารสถานศึกษาด้วยเทคโนโลยีดิจิทัล 3 แนวทางประกอบด้วย ปัจจัยนำเข้า (Input : I) กระบวนการ (Process : P) และผลผลิต (Output : O) 2. ผลการสร้างรูปแบบ ได้แก่ องค์ประกอบที่ 1 ปัจจัยนำเข้า (Input : I) องค์ประกอบที่ 2 กระบวนการ (Process : P) 2) กระบวนการบริหารเทคโนโลยีดิจิทัล องค์ประกอบที่ 3 ผลผลิต (Output : O) ผลการประเมินความเหมาะสมและความเป็นไปได้ของรูปแบบ ภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด 3. ผลการทดลองใช้รูปแบบ จำนวน 6 โครงการ ผลสำเร็จของผู้เข้าร่วมโครงการ ทั้ง 6 โครงการภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ความพึงพอใจของผู้เข้าร่วมโครงการ อยู่ในระดับมากที่สุด

4. ผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียน ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตามหลักสูตรปีการศึกษา 2565 ระดับ ปวช. อยู่ในระดับดีเยี่ยม และระดับ ปวส. อยู่ในระดับดีเยี่ยม ผลสัมฤทธิ์การเข้าร่วมกิจกรรมปีการศึกษา 2565 ระดับ ปวช. พบว่า นักเรียนผ่านการเข้าร่วมกิจกรรม คิดเป็นร้อยละ 87.26 และ ไม่ผ่านคิดเป็นร้อยละ 12.74 ระดับ ปวส. นักศึกษาผ่านการเข้าร่วมกิจกรรม คิดเป็นร้อยละ 93.80 และ ไม่ผ่านคิดเป็นร้อยละ 6.20 จำนวนนักเรียนนักศึกษาออกกลางคันในปีการศึกษา 2564 และ 2565 พบว่า ระดับ ปวช. คิดเป็นร้อยละ 36.42 และ 32.73 ตามลำดับ และระดับ ปวส. คิดเป็นร้อยละ 13.53 และ 14.42 ตามลำดับ ผลการมีงานทำและศึกษาต่อของผู้สำเร็จการศึกษา ปีการศึกษา 2565 ระดับ ปวช. และ ระดับ ปวส. พบว่า ระดับ ปวช. ศึกษาต่อ ร้อยละ 84.34 และมีงานทำ ร้อยละ 14.15 และระดับ ปวส. ศึกษาต่อ ร้อยละ 51.93 และมีงานทำ ร้อยละ 65.37 และผลการจัดการเรียนการสอนของครูผู้สอน 1) ผลการปฏิบัติงานของครูผู้สอน พบว่า มีครูผู้สอนทั้ง 12 แผนกวิชา จำนวน 185 คน การเช็คชื่อเข้าเรียน ร้อยละ 99.42 การสร้างแผนการสอน ร้อยละ 100 การบันทึกหลังการสอน ร้อยละ 98.50 และการส่งผลการเรียน ร้อยละ 100 2) ผลการปฏิบัติงานในหน้าที่ครูที่ปรึกษา พบว่า ครูที่ปรึกษา จำนวน 111 คน การเยี่ยมบ้าน ร้อยละ 71.68 เช็คชื่อกิจกรรมหน้าเสาธง ร้อยละ 98.58 และเช็คชื่อโฮมรูม ร้อยละ 96.17 4.3 ผลการบริหารสถานศึกษาด้วยเทคโนโลยีดิจิทัลของผู้บริหาร 1) วิทยาลัย เทคนิคร้อยเอ็ด ได้รับรางวัล สถานศึกษารางวัลพระราชทาน ระดับอาชีวศึกษาขนาดใหญ่ ประจำปีการศึกษา 2565 2) วิทยาลัยเทคนิค

*วรรณวิศา วัฒนสินธุ์

E-mail address : w.wattanasin@gmail.com

ร้อยละได้รับรางวัล รองชนะเลิศอันดับ 2 ระดับภาคตะวันออก เชียงเหนือ และรางวัลชนะเลิศ คลิปสื่อประชาสัมพันธ์ศูนย์ อาชีวะ ช่วยประชาชน (Fix it Center) แบบถาวร ประจำปีงบประมาณ 2565 3) ผลการแข่งขันหุ่นยนต์อาชีวศึกษา บริการทางการแพทย์ พบว่า ได้รับรางวัล ชนะเลิศ ระดับเหรียญทอง ประเภทหุ่นยนต์บริการทางการแพทย์ อาชีวศึกษา ระดับชาติ ประจำปี 2565 4) ศูนย์ความเป็นเลิศทางการอาชีวศึกษา (Excellent Center) 3 สาขา และศูนย์การผลิตและพัฒนา กำลังคนอาชีวศึกษา (CVM) 1 สาขา 4.4 ความคิดเห็นของผู้บริหารสถานศึกษา และครูผู้สอน อยู่ในระดับมากที่สุด 4.5 ความพึงพอใจของผู้เรียน อยู่ในระดับมากที่สุด 4.6 ความพึงพอใจของผู้ปกครอง อยู่ในระดับมากที่สุด

คำสำคัญ : รูปแบบ, การบริหารสถานศึกษา, เทคโนโลยีดิจิทัล

Abstract

This study aimed to 1) examine the needs and guidelines for A model of College Administration based on Digital Technology for Roi Et Technical College; 2) create an College Administration form based on digital technology in Roi Et Technical College; 3) test the College Administration form based on digital technology in Roi Et Technical College; 4) assess the College Administration form based on digital technology in Roi Et Technical College. This study was divided into four parts. Data analysis was done by calculating for the percentage, average, standard deviation, and content analysis. The study found that 1. The study of the needs for A model of College Administration based on Digital Technology revealed the highest overall score and the guideline for such digital technology-based College Administration consisted of three parts: input, process, and output. 2. The result from the creation of the College Administration form based on digital technology in Roi Et Technical College consisted of the input factor, process factor, digital technology-based educational institute management, and the last

one was the output factor. 3. The result of the test of the College Administration form based on digital technology in Roi Et Technical College in six projects revealed that 1) Participants' success in the six projects was highest overall; 2) The six projects received the highest satisfaction scores from the participants. 4. Regarding learner achievement 1) learning achievement of vocational students in the Academic Year 2022 was rated as excellent (27.83%), similar to the higher vocational classes (32.06%); 2) activity-based achievement of vocational students in the Academic Year 2022 was that 87.26% passed the activity assessment while 12.74% did not. On the other hand, 93.80% of the higher vocational students of Academic Year 2022 passed the activity assessment, while 6.20% did not; 3) the number of students abruptly leaving the school in Academic Year 2021 and 2022 was 36.42% and 32.73% for vocational classes, and 13.53% and 14.42% for higher vocational classes respectively; 4) Employment and education continuation of Academic Year 2022 vocational graduates were found to be 14.15% and 84.34% respectively. On the other hand, 65.37% and 51.93% of the higher vocational graduates got employed and continued their education respectively. Result of learning management done by the teachers: 1) Regarding teacher performance, in Academic Year 2022, based on institute management with digital technology, there were 185 teachers for 12 subject departments. Attendance was 99.42%, teaching planning was 100%, post-class recording was 98.50%, and learning grade submission was 100%; 2) Regarding homeroom teacher performance, in Academic Year 2022, based on institute management with digital technology, there were 111 teachers for 12 subject departments. Home visit was 71.68%, assembly area attendance checking was 98.58%, and homeroom attendance checking was 96.17%. 4.3.

Result of College Administration based on digital technology by the management: 1) Roi Et Technical College won a Large-sized Educational Institute Under Royal Patronage Award in Academic Year 2022; 2) Roi Et Technical College won third place in Northeastern Region and first place in the Fix-it Center advertisement media contest in Fiscal Year 2022; 3) Roi Et Technical College won the gold medal in the national medical robot (Vocational school) contest of 2022; 4) Three Vocational Education Excellent Centers and one Center of Vocational Manpower Networking Management (CVM) were formed. 4.4. The opinion of the school management and teachers toward the College Administration form based on digital technology was excellent overall. 4.5. Satisfaction of the students towards the College Administration form based on digital technology was excellent overall. 4.6. Satisfaction of the guardians towards their children's learning achievement monitoring process was excellent overall.

Keywords : Model, college Administration, Digital Technology

1. บทนำ

พระราชบัญญัติการอาชีวศึกษา พ.ศ. 2551 หมวด 1 มาตรา 6 กำหนดให้การจัดการอาชีวศึกษาและการฝึกอบรมวิชาชีพต้องเป็นการจัดการศึกษาในด้านวิชาชีพที่สอดคล้องกับแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติและแผนการศึกษาแห่งชาติ เพื่อผลิตและพัฒนากำลังคนในด้านวิชาชีพระดับฝีมือระดับเทคนิค และระดับเทคโนโลยี รวมทั้งเป็นการยกระดับการศึกษาวิชาชีพให้สูงขึ้นเพื่อให้สอดคล้องกับความต้องการของตลาดแรงงาน โดยนำความรู้ในทางทฤษฎีอันเป็นสากลและภูมิปัญญาไทยมาพัฒนาผู้รับการศึกษาให้มีสมรรถนะจนสามารถนำไปประกอบอาชีพในลักษณะผู้ปฏิบัติหรือประกอบอาชีพโดยอิสระได้ และได้กำหนดมาตรฐานการอาชีวศึกษาให้เป็นข้อกำหนดเกี่ยวกับคุณลักษณะ คุณภาพ และมาตรฐานในการจัดการอาชีวศึกษาที่พึงประสงค์ เพื่อใช้เป็นเกณฑ์ในการส่งเสริม การกำกับดูแล การตรวจสอบ การประเมินผล และ

การประกันคุณภาพการจัดการอาชีวศึกษา ซึ่งสถานศึกษาอาชีวศึกษาจะต้องร่วมกันพัฒนาการอาชีวศึกษา และการฝึกอบรมวิชาชีพให้มีประสิทธิภาพตามเป้าหมาย โดยมุ่งเน้นที่ผู้เรียนหรือนักเรียนนักศึกษาเป็นสำคัญ พัฒนาคุณภาพชีวิตของผู้เรียนให้มีความสมบูรณ์พร้อมอย่างเป็นองค์รวม ทั้งด้านร่างกาย สติปัญญา ความรู้ ความสามารถ คุณธรรม จริยธรรม ตลอดจนให้มีทักษะในการดำรงชีวิต จึงจำเป็นที่ทุกสถานศึกษาในฐานะหน่วยงานที่ต้องรับผิดชอบในการสร้างเสริมคุณภาพชีวิตผู้เรียน และแก้วิกฤตสังคม

วิทยาลัยเทคนิคร้อยเอ็ด เป็นสถาบันการอาชีวศึกษาที่มีหน้าที่ในการป้อนบุคลากรสู่ตลาดแรงงานอย่างมีคุณภาพ มีทักษะ และมีศักยภาพในการประยุกต์ความรู้ที่ได้รับนำไปพัฒนาให้เกิดประโยชน์ต่อการประกอบอาชีพได้อย่างเหมาะสม และเป็นสถาบันที่สร้างแรงงานทักษะชั้นกลาง และชั้นสูงที่จำเป็นอย่างยิ่งต่อการพัฒนาประเทศ โดยเฉพาะต่อความเจริญก้าวหน้า การแข่งขันของประเทศ ไปจนถึงการแก้ไขความยากจนและลดความเหลื่อมล้ำของประเทศ ดังนั้นจึงต้องพัฒนาคุณภาพของผู้เรียนให้เพิ่มขึ้นควบคู่ไปกับปริมาณของผู้เรียนให้สอดคล้องกับนโยบาย ยุทธศาสตร์การผลิต และพัฒนา กำลังคนอาชีว ศึกษาในระยะ 15 ปี พ.ศ. 2555-2569 ตามนโยบายที่ 1 มุ่งสร้าง/ผลิตกำลังคนอาชีวศึกษาให้ตอบสนองความต้องการของตลาดแรงงาน ยุทธศาสตร์ที่ 1 มุ่งพัฒนาคุณภาพ และปริมาณผู้เรียนให้สัมพันธ์กับความต้องการของตลาดแรงงานในประเทศ และระดับสากล ซึ่งปัจจุบันการเรียนในระดับอาชีว ศึกษา หรือการเรียนสายอาชีพ เป็นหนึ่งในโลกขับเคลื่อนตลาดแรงงาน เพราะผู้เรียนได้ศึกษาหาความรู้ตามสิ่งที่ตนเองถนัดและสนใจ และช่วยสร้างบุคลากรเฉพาะทางในสายอาชีพต่าง ๆ ที่ตลาดแรงงานขาดแคลนส่งผลให้ตลาดแรงงาน มีความต้องการผู้สำเร็จการศึกษาในระดับอาชีวศึกษาเพิ่มขึ้น รัฐบาลจึงได้มีนโยบายส่งเสริม และสร้างค่านิยมให้นักเรียนมาเรียนต่อสายอาชีวะมากขึ้น แต่การจัดการศึกษาในระดับอาชีวศึกษาประสบปัญหาเรื่องนักศึกษาออกกลางคันซึ่งปัญหาการออกกลางคันเป็นปัญหาที่ทุกฝ่ายควรให้ความสำคัญ เนื่องจากอัตราการออกกลางคันของนักศึกษามีแนวโน้มสูงขึ้น ปัญหาการออกกลางคันเป็นปัญหาสำคัญต่อการจัดการศึกษาของประเทศที่ต้องเร่งดำเนินการป้องกันและแก้ไขปัญหายอย่างจริงจัง และปัญหาการออกกลางคันของผู้เรียนก่อให้เกิดความสูญเปล่าทางการศึกษา ข้อมูลการออก

กลางคั่นของนักเรียน เปรียบเทียบจำนวนนักเรียนที่ออกกลางคั่นในปี การศึกษา 2562 และ 2563 ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) พบว่า ในปีการศึกษา 2562, 2563 โดยรวมมีนักเรียนออกกลางคั่น คิดเป็นร้อยละ 45.70 และ 56.41 ตามลำดับ และข้อมูลการออกกลางคั่นของนักศึกษา เปรียบเทียบจำนวนนักศึกษาที่ ออกกลางคั่นในปี การศึกษา 2562 และ 2563 ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นสูง (ปวส.) พบว่า ในปีการศึกษา 2562, 2563 โดยรวมมีนักศึกษาออกกลางคั่นคิดเป็นร้อยละ 24.39 และ 53.55 ตามลำดับ จากสภาพปัญหา และความสำคัญของการออกกลางคั่นของนักเรียนนักศึกษาดังกล่าว เป็นส่วนหนึ่งที่ต้องนำมาประกอบการพัฒนา การบริหารจัดการสถานศึกษา

การเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยีปัจจุบัน และที่กำลังจะเกิดขึ้นในอนาคตมีอัตราการ เปลี่ยนแปลงที่รวดเร็วมากเมื่อเปรียบเทียบกับ การเปลี่ยนแปลงในอดีตที่ผ่านมาซึ่งมีผลกระทบต่อ การบริหารจัดการสถานศึกษาเป็นอย่างมาก ดังนั้น ผู้วิจัยในฐานะผู้บริหารสถานศึกษาจึงมีความจำเป็นที่ต้องเปลี่ยนทัศนคติ และแนวคิดการบริหารให้ทันต่อสถานการณ์การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น ทั้งนี้เพื่อให้สถานศึกษา มีความทันสมัยสามารถบริหารจัดการสถานศึกษาได้อย่างมีประสิทธิภาพในทุก ๆ ด้านยุคเทคโนโลยีดิจิทัล คือ ยุคของอิเล็กทรอนิกส์ที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีที่มีความรวดเร็วในการสื่อสารการส่งผ่านข้อมูลความรู้ต่าง ๆ ที่ทุกคนสามารถเข้าถึงได้อย่างรวดเร็วทุกที่และทุกเวลา คุณลักษณะยุคดิจิทัลที่สำคัญ คือ ความรวดเร็วในการสื่อสารไม่ว่าจะเป็นการจัดเก็บ หรือการเข้าถึงแหล่งข้อมูลข่าวสาร ความรู้ต่าง ๆ ของผู้ใช้ ด้านการใช้เทคโนโลยีการสื่อสารที่ไม่มีขอบเขตหรือข้อจำกัดในเรื่องเวลาหรือสถานที่ ทำให้สามารถเข้าถึง รับรู้ และเรียนรู้ได้ทุกที่ และทุกเวลา และการใช้เทคโนโลยีมาบูรณาการเชื่อมโยงเครือข่ายต่าง ๆ ให้ทุกคนสามารถจัดเก็บ เข้าถึง ใช้พัฒนาความรู้ เผยแพร่และแบ่งปันความรู้ได้อย่างทั่วถึง คุณลักษณะสำคัญของยุคดิจิทัลนี้ จึงมีผลต่อการบริหารจัดการสถานศึกษาของผู้บริหารเป็นอย่างมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งในเรื่องของระบบสารสนเทศ (Information System) เพื่อการบริหารที่รวดเร็วของสถานศึกษาซึ่งมีความจำเป็นและมีความสำคัญต่อประสิทธิภาพและประสิทธิผลของการบริหารสถานศึกษา เทคโนโลยีดิจิทัลมีผลกระทบต่อการบริหารงานของสถานศึกษา

ในด้านต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นการบริหารงานวิชาการ การจัดการเรียนการสอน การบริหารทรัพยากรบุคคล การบริหารอาคารสถานที่และสภาพแวดล้อม การบริหารกิจการนักเรียน และการสร้างความสัมพันธ์กับชุมชน ซึ่งงานของสถานศึกษาในทุกด้านจะต้องมีระบบจัดการฐานข้อมูลของสถานศึกษา เพื่อการตัดสินใจในการบริหารงานของผู้บริหารสถานศึกษา จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องใช้เทคโนโลยีมาใช้ในการเพื่อสร้างระบบฐานข้อมูลเพื่อการบริหารและการจัดการความรู้ในงานด้านต่าง ๆ ตามที่กล่าวมาแล้วของสถานศึกษา

ผู้วิจัยได้นำเอายุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี มาตรฐานการอาชีวศึกษา นโยบายและจุดเน้นของกระทรวงศึกษาธิการ นโยบายและจุดเน้นของสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษามาขับเคลื่อน โดยกำหนดเป็นวาระของวิทยาลัยเทคนิค ร้อยเอ็ด ภายใต้ศูนย์ประสานงานและขับเคลื่อนวาระวิทยาลัยเทคนิค ร้อยเอ็ด (REAC : Roi - Et Technical College Agenda Center) ปีงบประมาณ 2564-2566 ให้เป็นสถานศึกษาที่มุ่งมั่นจัดการอาชีวศึกษาเพื่อตอบโจทย์ไทยแลนด์ 4.0 ตามกรอบวาระการขับเคลื่อน วาระวิทยาลัยเทคนิค ร้อยเอ็ด ปีงบประมาณ 2564-2566 “วิทยาลัยเทคนิค ร้อยเอ็ด เป็นสถานศึกษาที่มุ่งมั่นจัดการอาชีวศึกษายกกำลังสองเพื่อตอบโจทย์ไทยแลนด์ 4.0” วิทยาลัยดิจิทัล (Digital College) เป็นหนึ่งในการขับเคลื่อนวาระวิทยาลัยเทคนิค ร้อยเอ็ด ปีงบประมาณ 2564-2566 ที่ช่วยส่งเสริมสนับสนุนด้านดิจิทัลและเทคโนโลยีสารสนเทศ (Digital & information Technology) พัฒนาคุณภาพระบบเครือข่าย (Network) ขับเคลื่อนยกระดับความรู้พัฒนาทักษะ การใช้เทคโนโลยีดิจิทัล วิทยาลัยเทคนิค ร้อยเอ็ดได้ดำเนินการตามนโยบายภายใต้หลักสูตรและการจัดการเรียนรู้ ของสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา พร้อมกับที่จะขับเคลื่อนและปรับเปลี่ยนรูปแบบ การจัดการเรียนการสอนให้ทันสมัยสอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงของสังคมในปัจจุบัน พัฒนาคู่มือสอนให้มีขีดความสามารถในการใช้เทคโนโลยีมาผสมผสานและประยุกต์ใช้เพื่อออกแบบเนื้อหา กิจกรรมการเรียนรู้ ตลอดจนกระบวนการสื่อสาร เชื่อมต่อระบบอินเทอร์เน็ตให้มีความเร็วสูงและครอบคลุมทุกพื้นที่ภายในวิทยาลัย จัดหาวัสดุอุปกรณ์สื่อต่าง ๆ ให้แก่ครูผู้สอนนำโปรแกรมเข้ามาช่วยบริหารจัดการ เพื่ออำนวยความสะดวกในการเช็คชื่อเข้าเรียน เช็คชื่อกิจกรรมหน้าเสาธง กรอกระดาน บันทึกหลังการสอน และการ

ประเมินผลเป็นต้น ซึ่งนอกจากจะอำนวยความสะดวกยังสามารถประยุกต์ใช้และเข้าถึงการจัดกระบวนการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ผู้เรียนได้เรียนรู้ตามความถนัดและความสนใจในรูปแบบของตนเอง ซึ่งยังผลให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างไม่สิ้นสุด



รูปที่ 1 การขับเคลื่อนวาระวิทยาลัยเทคนิคร้อยเอ็ด
ปีงบประมาณ 2564 - 2566

ผู้วิจัยได้ตระหนักถึงความสำคัญในการพัฒนารูปแบบการบริหารสถานศึกษา และการนำเทคโนโลยีดิจิทัลมาใช้ เพื่อให้การบริหารสถานศึกษาสามารถขับเคลื่อนไปตามนโยบาย สอดคล้องกับสภาพปัญหาความต้องการของสถานศึกษา และช่วยแก้ปัญหาต่างข้างต้น ส่งผลต่อการเรียนรู้ การมีทักษะชีวิตที่ดีของผู้เรียน จะได้รับการส่งเสริมพัฒนาเต็มตามศักยภาพ จึงสนใจพัฒนารูปแบบการบริหารสถานศึกษาด้วยเทคโนโลยีดิจิทัล ของวิทยาลัยเทคนิคร้อยเอ็ด ด้วยแนวคิดทฤษฎีระบบ IPO (Input Process Out) [1] แนวคิดทฤษฎีระบบการดูแลช่วยเหลือผู้เรียน [12] และหลักการปฏิบัติด้วยเทคโนโลยีดิจิทัล (Digital literacy) [13] อันจะเป็นประโยชน์ทั้งในการป้องกัน แก้ไขปัญหาในสถานศึกษา และส่งเสริมการพัฒนานักเรียนให้เป็นมนุษย์ที่สมบูรณ์ เป็นคนดี มีปัญญา มีความสุข และรักประเทศชาติ ท้องถิ่น มุ่งทำประโยชน์และสร้างสิ่งที่ดีงามควบคู่ไปกับการมีคุณธรรม จะนำไปสู่การปรับปรุงวิธีการดำเนินงานระบบการบริหารสถานศึกษาด้วยเทคโนโลยีดิจิทัล ของวิทยาลัยเทคนิคร้อยเอ็ด และสามารถนำรูปแบบที่พัฒนาขึ้นไปประยุกต์ใช้ต่อไป

2.วัตถุประสงค์ของการวิจัย

- 2.1 เพื่อศึกษาความต้องการและแนวทางการบริหารสถานศึกษาด้วยเทคโนโลยีดิจิทัล ของวิทยาลัยเทคนิคร้อยเอ็ด
- 2.2 เพื่อสร้างรูปแบบการบริหารสถานศึกษาด้วยเทคโนโลยีดิจิทัล ของวิทยาลัยเทคนิคร้อยเอ็ด
- 2.3 เพื่อทดลองใช้รูปแบบการบริหารสถานศึกษาด้วยเทคโนโลยีดิจิทัล ของวิทยาลัยเทคนิคร้อยเอ็ด
- 2.4 เพื่อประเมินผลการใช้รูปแบบการบริหารสถานศึกษาด้วยเทคโนโลยีดิจิทัล ของวิทยาลัยเทคนิคร้อยเอ็ด

3.วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยเรื่อง รูปแบบการบริหารสถานศึกษาด้วยเทคโนโลยีดิจิทัล ของวิทยาลัยเทคนิคร้อยเอ็ด ครั้งนี้ เป็นการวิจัยและพัฒนา (Research and Development) มีขั้นตอนการดำเนินการวิจัย 4 ขั้นตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 วิจัย (Research : R₁) ศึกษาความต้องการและแนวทางการบริหารสถานศึกษาด้วยเทคโนโลยีดิจิทัล ของวิทยาลัยเทคนิคร้อยเอ็ด แบ่งเป็น 3 ขั้นตอนย่อย ดังนี้

1.1 การศึกษาทฤษฎี หลักการ เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการศึกษา ความต้องการและแนวทางการบริหารสถานศึกษาด้วยเทคโนโลยีดิจิทัล ของวิทยาลัยเทคนิคร้อยเอ็ด โดยการวิเคราะห์เอกสาร

ขอบเขตด้านเนื้อหา เนื้อหาที่ศึกษาได้จากการสังเคราะห์หลักการแนวคิดทฤษฎีจากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการบริหารสถานศึกษาด้วยเทคโนโลยีดิจิทัล แนวคิด ทฤษฎีเกี่ยวกับการบริหารจัดการ แนวคิด ทฤษฎีกระบวนการมีส่วนร่วม แนวคิดทฤษฎีระบบ IPO (Input Process Out) แนวคิดทฤษฎีระบบการดูแลช่วยเหลือผู้เรียน และหลักการปฏิบัติด้วยเทคโนโลยีดิจิทัล (Digital literacy)

ขอบเขตด้านตัวแปร ตัวแปรที่ศึกษา ทฤษฎี หลักการ เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการบริหารสถานศึกษาด้วยเทคโนโลยีดิจิทัล ของวิทยาลัยเทคนิคร้อยเอ็ด

ขอบเขตด้านระยะเวลา ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2564
1.2 ศึกษาความต้องการการบริหารสถานศึกษาด้วยเทคโนโลยีดิจิทัลของวิทยาลัยเทคนิคร้อยเอ็ด โดยใช้แบบสอบถาม

ขอบเขตด้านเนื้อหา เนื้อหาที่ใช้เป็นกรอบในการสอบถามความต้องการการบริหารสถานศึกษาด้วยเทคโนโลยีดิจิทัล ของวิทยาลัยเทคนิคร้อยเอ็ด ดังนี้ 1. ปัจจัยนำเข้า (Input : I) ได้แก่

1) คณะกรรมการบริหารเทคโนโลยีดิจิทัล ของวิทยาลัยเทคนิค ร้อยเอ็ด 2.ซอฟต์แวร์ระบบบริหารสถานศึกษา (EDR) 2) กระบวนการ (Process : P) ได้แก่ 1) ขอบข่ายงานบริหาร เทคโนโลยีดิจิทัล ของวิทยาลัยเทคนิค ร้อยเอ็ด 2) กระบวนการ บริหารเทคโนโลยีดิจิทัล ของวิทยาลัยเทคนิค ร้อยเอ็ด 3) ผลผลิต (Output : O) ได้แก่ 1) การนิเทศ ติดตาม ประเมินผล การบริหารเทคโนโลยีดิจิทัล ของวิทยาลัยเทคนิค ร้อยเอ็ด 2) ผลการดำเนินงานการบริหารเทคโนโลยีดิจิทัล ของวิทยาลัยเทคนิค ร้อยเอ็ด

ขอบเขตด้านแหล่งข้อมูล

ประชากร ได้แก่ ครูผู้สอนของวิทยาลัยเทคนิค ร้อยเอ็ด ในปีการศึกษา 2564 จำนวน 185 คน

กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ ครูผู้สอนของวิทยาลัยเทคนิค ร้อยเอ็ด ในปีการศึกษา 2564 จำนวน 127 คน กำหนดขนาดกลุ่ม ตัวอย่างโดยใช้ตารางเครจซี่และมอร์แกน (Krejcie and Morgan) จากบุญชม ศรีสะอาด [7] และดำเนินการสุ่มอย่าง ง่าย (Simple Random Sampling)

ขอบเขตด้านตัวแปร ตัวแปรที่ศึกษา ความต้องการการ บริหารสถานศึกษาด้วยเทคโนโลยีดิจิทัล ของวิทยาลัย เทคนิค ร้อยเอ็ด

ขอบเขตด้านระยะเวลา ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2564
1.3 ศึกษาแนวทางการบริหารสถานศึกษาด้วยเทคโนโลยีดิจิทัล ของวิทยาลัยเทคนิค ร้อยเอ็ด โดยการสัมภาษณ์ผู้ทรงคุณวุฒิ ใช้แบบสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้าง

ขอบเขตด้านเนื้อหา เนื้อหาที่ใช้เป็นกรอบในการ สัมภาษณ์ผู้ทรงคุณวุฒิเกี่ยวกับแนวทางการบริหารสถานศึกษา ด้วยเทคโนโลยีดิจิทัล ของวิทยาลัยเทคนิค ร้อยเอ็ด ดังนี้

1.ปัจจัยนำเข้า (Input : I) ได้แก่ 1) คณะกรรมการบริหาร เทคโนโลยีดิจิทัล ของวิทยาลัยเทคนิค ร้อยเอ็ด 2.ซอฟต์แวร์ ระบบบริหารสถานศึกษา (EDR) 2) กระบวนการ (Process : P) ได้แก่ 1) ขอบข่ายงานบริหารเทคโนโลยีดิจิทัล ของ วิทยาลัยเทคนิค ร้อยเอ็ด 2) กระบวนการบริหารเทคโนโลยี ดิจิทัล ของวิทยาลัยเทคนิค ร้อยเอ็ด 3) ผลผลิต (Output : O) ได้แก่ 1) การนิเทศ ติดตาม ประเมินผล การบริหารเทคโนโลยี ดิจิทัลของวิทยาลัยเทคนิค ร้อยเอ็ด 2) ผลการดำเนินงานการ บริหารเทคโนโลยีดิจิทัล ของวิทยาลัยเทคนิค ร้อยเอ็ด

ขอบเขตด้านแหล่งข้อมูล

กลุ่มผู้ให้ข้อมูล ได้แก่ ผู้ทรงคุณวุฒิที่มีความรู้และ ประสบการณ์เกี่ยวข้องกับผู้ทรงคุณวุฒิที่มีความรู้และ ประสบการณ์เกี่ยวข้องกับการบริหารสถานศึกษา ได้มาโดย การเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) จำนวน 5 คน

ขอบเขตด้านตัวแปร ตัวแปรที่ศึกษา แนวทางการบริหาร สถานศึกษาด้วยเทคโนโลยีดิจิทัล ของวิทยาลัยเทคนิค ร้อยเอ็ด

ขอบเขตด้านระยะเวลา ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2564

ตอนที่ 2 พัฒนา (Development : D₁) สร้างรูปแบบ การบริหารสถานศึกษาด้วยเทคโนโลยีดิจิทัล ของวิทยาลัย เทคนิค ร้อยเอ็ด แบ่งเป็น 4 ขั้นตอนย่อย ดังนี้

2.1 วิเคราะห์สิ่งที่วิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากรูปแบบการบริหาร สถานศึกษาด้วยเทคโนโลยีดิจิทัล ของวิทยาลัยเทคนิค ร้อยเอ็ด จากการวิเคราะห์เอกสาร แบบสอบถามและแบบสัมภาษณ์ ในตอนที่ 1 กำหนดเป็นองค์ประกอบของรูปแบบ

ขอบเขตด้านเนื้อหา

1.จากผลสรุปเอกสาร หลักการ ทฤษฎี

2.ผลจากการศึกษาความต้องการและแนวทางการบริหาร สถานศึกษาด้วยเทคโนโลยีดิจิทัล ของวิทยาลัยเทคนิค ร้อยเอ็ด ในตอนที่ 1

3.ผลจากแบบสอบถาม และการสัมภาษณ์ นำมาวิเคราะห์ ยกร่างเป็นองค์ประกอบเพื่อนำหลักการสู่การทดลองใช้

ขอบเขตด้านแหล่งข้อมูล ผลจากการศึกษาเอกสาร สภาพ และแนวทางการบริหารสถานศึกษาด้วยเทคโนโลยีดิจิทัล ของ วิทยาลัยเทคนิค ร้อยเอ็ด ในตอนที่ 1

ขอบเขตด้านตัวแปร ตัวแปรที่ศึกษา องค์ประกอบของ รูปแบบการบริหารสถานศึกษาด้วยเทคโนโลยีดิจิทัล ของ วิทยาลัยเทคนิค ร้อยเอ็ด

ขอบเขตด้านระยะเวลา ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564
2.2 (ร่าง)รูปแบบการบริหารสถานศึกษาด้วยเทคโนโลยีดิจิทัล ของวิทยาลัยเทคนิค ร้อยเอ็ดโดยการสนทนากลุ่ม (Focus Group) ผู้ทรงคุณวุฒิ

ขอบเขตด้านเนื้อหา (ร่าง) รูปแบบการบริหารสถานศึกษา ด้วยเทคโนโลยีดิจิทัล ของวิทยาลัยเทคนิค ร้อยเอ็ด โดยใช้ แนวคิด ทฤษฎีเกี่ยวกับการบริหารจัดการ แนวคิด ทฤษฎี กระบวนการมีส่วนร่วม แนวคิดทฤษฎีระบบ IPO (Input Process Output) แนวคิดทฤษฎีระบบการดูแลช่วยเหลือ ผู้เรียนและหลักการปฏิบัติด้วยเทคโนโลยีดิจิทัล ใน 3

องค์ประกอบ ดังนี้ องค์ประกอบที่ 1 ปัจจัยนำเข้า (Input : I) ประกอบด้วย 1. คณะกรรมการบริหารเทคโนโลยีดิจิทัล ของวิทยาลัยเทคนิคร้อยเอ็ด 2. ซอฟต์แวร์บริหารจัดการด้านการอาชีวศึกษา (Education software system for Rcheewa : EDR) องค์ประกอบที่ 2 กระบวนการ (Process : P) ประกอบด้วย 1. ขอบข่ายงานบริหารเทคโนโลยีดิจิทัลของวิทยาลัยเทคนิคร้อยเอ็ด 2. กระบวนการบริหารเทคโนโลยีดิจิทัล ของวิทยาลัยเทคนิคร้อยเอ็ด องค์ประกอบที่ 3 ผลผลิต (Output : O) ประกอบด้วย 1. การนิเทศ ติดตาม ประเมินผล การบริหารเทคโนโลยีดิจิทัล ของวิทยาลัยเทคนิคร้อยเอ็ด 2. ผลการดำเนินงานการบริหารเทคโนโลยีดิจิทัล ของวิทยาลัยเทคนิคร้อยเอ็ด

ขอบเขตด้านแหล่งข้อมูล กลุ่มผู้ให้ข้อมูลโดยผู้ทรงคุณวุฒิ โดยการสนทนากลุ่ม (Focus Group) ได้มาโดยการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) จำนวน 9 คน ในการยกร่างรูปแบบการบริหารสถานศึกษาด้วยเทคโนโลยีดิจิทัลของวิทยาลัยเทคนิคร้อยเอ็ด

ขอบเขตด้านตัวแปร ตัวแปรที่ศึกษา (ร่าง) รูปแบบการบริหารสถานศึกษาด้วยเทคโนโลยีดิจิทัลของวิทยาลัยเทคนิคร้อยเอ็ด

ขอบเขตด้านระยะเวลา ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564
2.3ตรวจสอบประเมินความเหมาะสมและความเป็นไปได้ของรูปแบบการบริหารสถานศึกษาด้วยเทคโนโลยีดิจิทัล ของวิทยาลัยเทคนิคร้อยเอ็ด โดยใช้แบบประเมินสอบถามผู้ทรงคุณวุฒิ

ขอบเขตด้านเนื้อหา ตรวจสอบประเมินความเหมาะสมและความเป็นไปได้ของรูปแบบการบริหารสถานศึกษาด้วยเทคโนโลยีดิจิทัล ของวิทยาลัยเทคนิคร้อยเอ็ด ด้านความเหมาะสมและความเป็นไปได้

ขอบเขตด้านแหล่งข้อมูล กลุ่มผู้ให้ข้อมูล ตรวจสอบประเมินความเหมาะสมและความเป็นไปได้ของรูปแบบโดยผู้ทรงคุณวุฒิ ได้มาโดยการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) จำนวน 9 คน

ขอบเขตด้านตัวแปร ตัวแปรที่ศึกษา ความเหมาะสมและความเป็นไปได้ของรูปแบบการบริหารสถานศึกษาด้วยเทคโนโลยีดิจิทัล ของวิทยาลัยเทคนิคร้อยเอ็ด

ขอบเขตด้านระยะเวลา ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564

2.4จัดทำคู่มือการใช้รูปแบบการบริหารสถานศึกษาด้วยเทคโนโลยีดิจิทัลของวิทยาลัยเทคนิคร้อยเอ็ด และประเมินความเหมาะสมของคู่มือ โดยใช้แบบประเมินสอบถามผู้ทรงคุณวุฒิ

ขอบเขตด้านเนื้อหา เนื้อหาการจัดทำคู่มือรูปแบบการบริหารสถานศึกษาด้วยเทคโนโลยีดิจิทัล ของวิทยาลัยเทคนิคร้อยเอ็ด ประกอบด้วย 1) คำนำ 2) หลักการ 3) วัตถุประสงค์ 4) ปัจจัยที่เกี่ยวข้องในการดำเนินกิจกรรม 5) รายละเอียดโครงการและการดำเนินกิจกรรม และ 6) การรายงานการกำกับ ติดตามและประเมินผล

ขอบเขตด้านแหล่งข้อมูล แหล่งข้อมูล จากการสร้างรูปแบบการบริหารสถานศึกษาด้วยเทคโนโลยีดิจิทัลของวิทยาลัยเทคนิคร้อยเอ็ด ทุกขั้นตอน นำมาเรียบเรียงเพื่อจัดทำเป็นคู่มือรูปแบบการบริหารสถานศึกษาด้วยเทคโนโลยีดิจิทัล ของวิทยาลัยเทคนิคร้อยเอ็ด และตรวจสอบความเหมาะสมของคู่มือ โดยผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 5 คน ได้มาโดยการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling)

ขอบเขตด้านตัวแปร ตัวแปรที่ศึกษา คู่มือการใช้รูปแบบการบริหารสถานศึกษาด้วยเทคโนโลยีดิจิทัล ของวิทยาลัยเทคนิคร้อยเอ็ด

ขอบเขตด้านระยะเวลา ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564

ตอนที่ 3 วิจัย (Research: R₂) ทดลองใช้รูปแบบการบริหารสถานศึกษาด้วยเทคโนโลยีดิจิทัล ของวิทยาลัยเทคนิคร้อยเอ็ด ดำเนินการทดลองใช้ 3 องค์ประกอบ (6 โครงการ) และประเมินผลการทดลองใช้ ดังนี้

ขอบเขตด้านเนื้อหา ดำเนินการทดลองใช้รูปแบบการบริหารสถานศึกษาด้วยเทคโนโลยีดิจิทัล ของวิทยาลัยเทคนิคร้อยเอ็ด ตามคู่มือในการดำเนินกิจกรรมตาม 3 องค์ประกอบ (6 โครงการ) ดังนี้ องค์ประกอบที่ 1 ปัจจัยนำเข้า (Input : I) ประกอบด้วย 2 โครงการ ได้แก่ โครงการที่ 1 คณะกรรมการบริหารเทคโนโลยีดิจิทัล ของวิทยาลัยเทคนิคร้อยเอ็ด โครงการที่ 2 ซอฟต์แวร์บริหารจัดการด้านการอาชีวศึกษา (Education software system for Rcheewa : EDR) องค์ประกอบที่ 2 กระบวนการ (Process : P) ประกอบด้วย 2 โครงการ ได้แก่ โครงการที่ 3 ขอบข่ายงานบริหารเทคโนโลยีดิจิทัล ของวิทยาลัยเทคนิคร้อยเอ็ด โครงการที่ 4 กระบวนการบริหารเทคโนโลยีดิจิทัล ของวิทยาลัยเทคนิคร้อยเอ็ด องค์ประกอบที่ 3 ผลผลิต (Output : O) ประกอบด้วย 2 โครงการ ได้แก่

โครงการที่ 5 การนิเทศ ติดตาม ประเมินผล การบริหารเทคโนโลยีดิจิทัล ของวิทยาลัยเทคนิคร้อยเอ็ด โครงการที่ 6 ผลการดำเนินงานการบริหารเทคโนโลยีดิจิทัล ของวิทยาลัยเทคนิคร้อยเอ็ด

ขอบเขตด้านแหล่งข้อมูล กลุ่มผู้ให้ข้อมูลที่เข้าร่วมโครงการทั้ง 6 โครงการ ดังนี้ องค์ประกอบที่ 1 ปัจจัยนำเข้า (Input : I) โครงการที่ 1 คณะกรรมการบริหารเทคโนโลยีดิจิทัล ของวิทยาลัยเทคนิคร้อยเอ็ด กลุ่มผู้ให้ข้อมูล ผู้บริหารสถานศึกษา และครูผู้สอน จำนวน 29 คน ตามคณะกรรมการที่แต่งตั้ง ได้มาโดยการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) โครงการที่ 2 ซอฟต์แวร์บริหารจัดการด้านการอาชีวศึกษา (Education software system for Rcheewa : EDR) ผู้ให้ข้อมูล ผู้บริหารสถานศึกษาและครูผู้สอน จำนวน 127 คน ได้มาโดยการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling)

องค์ประกอบที่ 2 กระบวนการ (Process : P) โครงการที่ 3 ขอบข่ายการใช้เทคโนโลยีดิจิทัล ของวิทยาลัยเทคนิคร้อยเอ็ด กลุ่มผู้ให้ข้อมูล กลุ่มที่ 1 ผู้บริหารสถานศึกษาและครูผู้สอน จำนวน 127 คน ได้มาโดยการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) กลุ่มที่ 2 ผู้เรียนจำนวน 360 คน และผู้ปกครอง จำนวน 360 คน รวมจำนวน 720 คน ได้มาโดยการกำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างตามตาราง Krejci and Morgan และทำการสุ่มแบบแบ่งชั้น (Stratified Random Sampling) โครงการที่ 4 กระบวนการบริหารเทคโนโลยีดิจิทัล ของวิทยาลัยเทคนิคร้อยเอ็ด กลุ่มผู้ให้ข้อมูล กลุ่มที่ 1 ผู้บริหารสถานศึกษาและครูผู้สอน จำนวน 127 คน ได้มาโดยการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) กลุ่มที่ 2 ผู้เรียนจำนวน 360 คน และผู้ปกครอง จำนวน 360 คน รวมจำนวน 720 คน ได้มาโดยการกำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างตามตาราง Krejci and Morgan และทำการสุ่มแบบแบ่งชั้น (Stratified Random Sampling)

องค์ประกอบที่ 3 ผลผลิต (Output : O) โครงการที่ 5 การนิเทศ ติดตาม ประเมินผล การบริหารเทคโนโลยีดิจิทัล ของวิทยาลัยเทคนิคร้อยเอ็ด กลุ่มผู้ให้ข้อมูล ประกอบด้วย ผู้บริหารสถานศึกษาและครูผู้สอน จำนวน 127 คน ได้มาโดยการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) โครงการที่ 6 ผลการดำเนินงานการบริหารเทคโนโลยีดิจิทัล ของวิทยาลัยเทคนิคร้อยเอ็ด กลุ่มผู้ให้ข้อมูล กลุ่มที่ 1 ผู้บริหารสถานศึกษา

และครูผู้สอน จำนวน 127 คน ได้มาโดยการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) กลุ่มที่ 2 ผู้เรียนและผู้ปกครอง จำนวน 720 คน ได้มาโดยการกำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างตามตาราง Krejci and Morgan และทำการสุ่มแบบแบ่งชั้น (Stratified Random Sampling)

ขอบเขตด้านตัวแปร ตัวแปรที่ศึกษา ผลการทดลองใช้รูปแบบ จำนวน 6 โครงการ ผู้วิจัยประเมินผลโครงการ ดังนี้ 1. ประเมินความสำเร็จของโครงการทดลองใช้รูปแบบการบริหารสถานศึกษาด้วยเทคโนโลยีดิจิทัล ของวิทยาลัยเทคนิคร้อยเอ็ด 2. ประเมินความพึงพอใจที่มีต่อโครงการทดลองใช้รูปแบบการบริหารสถานศึกษาด้วยเทคโนโลยีดิจิทัล ของวิทยาลัยเทคนิคร้อยเอ็ด

ขอบเขตด้านระยะเวลา ภาคเรียนที่ 1 และภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565

ตอนที่ 4 พัฒนา (Development: D₂) ประเมินผลการใช้รูปแบบการบริหารสถานศึกษาด้วยเทคโนโลยีดิจิทัลของวิทยาลัยเทคนิคร้อยเอ็ด

ขอบเขตด้านเนื้อหา ประเมินผลการใช้รูปแบบการบริหารสถานศึกษาด้วยเทคโนโลยีดิจิทัลของวิทยาลัยเทคนิคร้อยเอ็ด จากแบบรายงานและแบบสอบถาม

ขอบเขตด้านแหล่งข้อมูล กลุ่มผู้ให้ข้อมูล ในการประเมินผลการใช้รูปแบบการบริหารสถานศึกษาด้วยเทคโนโลยีดิจิทัล ของวิทยาลัยเทคนิคร้อยเอ็ด ดังนี้

1. ผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียน ประกอบด้วย
 - 1.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตามหลักสูตร ปีการศึกษา 2565
 - 1.2 ผลสัมฤทธิ์การเข้าร่วมกิจกรรมของวิทยาลัยเทคนิคร้อยเอ็ด ปีการศึกษา 2565
 - 1.3 จำนวนนักเรียน นักศึกษาที่ ออกลูกกลางคันใน ปีการศึกษา 2564 และ 2565
 - 1.4 ผลการมีงานทำ และศึกษาต่อของผู้สำเร็จการศึกษา ปีการศึกษา 2565
- ข้อมูล แบบรายงานที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เก็บข้อมูลจากระบบเทคโนโลยีดิจิทัล
2. ด้านการจัดการเรียนการสอนของครูผู้สอนประกอบด้วย
 - 2.1 ผลการปฏิบัติงานของครูผู้สอน
 - 2.2 ผลการปฏิบัติงานในหน้าที่ครูที่ปรึกษา

ข้อมูลแบบรายงานที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เก็บข้อมูลจากระบบเทคโนโลยีดิจิทัล

3.ด้านการบริหารสถานศึกษาด้วยเทคโนโลยีดิจิทัลของผู้บริหาร ประกอบด้วย

3.1ผลการคัดเลือกสถานศึกษาเพื่อรับรางวัลพระราชทานสถานศึกษาขนาดใหญ่

3.2ผลการประเมินศูนย์ซ่อมสร้างเพื่อชุมชน (Fix It Center) แบบถาวร

3.3ผลการแข่งขันหุ่นยนต์อาชีวศึกษา บริการทางการแพทย์

3.4ผลการคัดเลือกศูนย์ความเป็นเลิศทางการอาชีวศึกษา (Excellent Center) และศูนย์การผลิตและพัฒนากำลังคนอาชีวศึกษา (CVM)

ข้อมูล แบบรายงานผลสถานศึกษารางวัลพระราชทาน

4.ความคิดเห็นของผู้บริหารสถานศึกษา และครูผู้สอนที่มีต่อรูปแบบการบริหารสถานศึกษาด้วยเทคโนโลยีดิจิทัลของวิทยาลัยเทคนิคร้อยเอ็ด กลุ่มผู้ให้ข้อมูล คือ ผู้บริหารสถานศึกษาและครูผู้สอน จำนวน 127 คน ได้มาโดยการเลือกแบบเจาะจง (Purposive sampling)

5.ความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อการดำเนินงานระบบการบริหารสถานศึกษาด้วยเทคโนโลยีดิจิทัล ของวิทยาลัยเทคนิคร้อยเอ็ด ประชากร คือ ผู้เรียน จำนวน 5,576 คน กลุ่มตัวอย่าง คือ ผู้เรียน จำนวน 360 คน ได้มาจากการกำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างตามตาราง Krejci and Morgan และทำการสุ่มแบบแบ่งชั้น (Stratified Random Sampling) โดยใช้แบบสอบถามระบบเทคโนโลยีดิจิทัล

6.ความพึงพอใจของผู้ปกครองที่มีต่อความก้าวหน้าในการติดตามผลการเรียนของบุตรหลาน ประชากร คือ ผู้ปกครองของผู้เรียน จำนวน 5,576 คน กลุ่มตัวอย่าง คือ ผู้ปกครองของผู้เรียน จำนวน 360 คน ได้มาจากการกำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างตามตาราง Krejci and Morgan และทำการสุ่มแบบแบ่งชั้น (Stratified Random Sampling) โดยใช้แบบสอบถามระบบเทคโนโลยีดิจิทัล ตัวแปรต้น รูปแบบการบริหารสถานศึกษาด้วยเทคโนโลยีดิจิทัล ของวิทยาลัยเทคนิคร้อยเอ็ด ตัวแปรตาม 1. ผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียน 2. ด้านการจัดการเรียนการสอนของครูผู้สอน 3. ด้านการบริหารสถานศึกษาด้วยเทคโนโลยีดิจิทัลของผู้บริหาร 4. ความคิดเห็นของผู้บริหารสถานศึกษา และครูผู้สอนที่มีต่อรูปแบบการบริหาร

สถานศึกษาด้วยเทคโนโลยีดิจิทัล ของวิทยาลัยเทคนิคร้อยเอ็ด 5. ความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อการดำเนินงานระบบการบริหารสถานศึกษาด้วยเทคโนโลยีดิจิทัล ของวิทยาลัยเทคนิคร้อยเอ็ด 6. ความพึงพอใจของผู้ปกครองที่มีต่อความก้าวหน้าในการติดตามผลการเรียนของผู้เรียน ขอบเขตด้านระยะเวลา ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565

4.ผลการวิจัย

การวิจัยเรื่อง รูปแบบการบริหารสถานศึกษาด้วยเทคโนโลยีดิจิทัล ของวิทยาลัยเทคนิคร้อยเอ็ด ผู้วิจัยแบ่งการนำเสนอผลการวิจัยตามวัตถุประสงค์เป็น 4 ตอน ดังต่อไปนี้

4.1ผลการศึกษาความต้องการและแนวทางการบริหารสถานศึกษาด้วยเทคโนโลยีดิจิทัล ของวิทยาลัยเทคนิคร้อยเอ็ด

ตารางที่ 1 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับความต้องการเกี่ยวกับการบริหารสถานศึกษาด้วยเทคโนโลยีดิจิทัล ของวิทยาลัยเทคนิคร้อยเอ็ด โดยภาพรวม (n = 127)

ด้านที่	รายการ	ความต้องการ		
		$\bar{X}$	S.D.	ระดับความต้องการ
1	ด้านปัจจัยนำเข้า (Input : I)	4.47	0.56	มาก
2	ด้านกระบวนการ (Process : P)	4.50	0.48	มากที่สุด
3	ด้านผลผลิต (Output : O)	4.52	0.45	มากที่สุด
	ค่าเฉลี่ยรวม	4.50	0.47	มากที่สุด

จากตารางที่ 1.1 พบว่า ความต้องการเกี่ยวกับการบริหารสถานศึกษาด้วยเทคโนโลยีดิจิทัล ของวิทยาลัยเทคนิคร้อยเอ็ด ในภาพรวมความต้องการมีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$ = 4.50) เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่า ด้านที่มีค่าเฉลี่ยมากที่สุด ได้แก่ ด้านที่ 3 ด้านผลผลิต ($\bar{X}$ = 4.52) รองลงมาได้แก่ ด้านที่ 2 ด้านกระบวนการ (Process : P) ($\bar{X}$ = 4.50) และ ด้านที่ 1 ด้านปัจจัยนำเข้า (Input : I) ($\bar{X}$ = 4.47)

4.2รูปแบบการบริหารสถานศึกษาด้วยเทคโนโลยีดิจิทัลของวิทยาลัยเทคนิคร้อยเอ็ด

รูปแบบการบริหารสถานศึกษาด้วยเทคโนโลยีดิจิทัลของวิทยาลัยเทคนิคร้อยเอ็ด แสดงดังภาพที่ 1.2 ประกอบด้วย 3 องค์ประกอบหลัก ได้แก่

4.2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการบริหารจัดการ แนวคิดทฤษฎีกระบวนการมีส่วนร่วม แนวคิดทฤษฎีระบบ IPO (Input Process Output) แนวคิดทฤษฎีระบบการดูแลช่วยเหลือผู้เรียน และหลักการปฏิบัติด้วยเทคโนโลยีดิจิทัล

4.2.2 องค์ประกอบของรูปแบบการบริหารสถานศึกษาด้วยเทคโนโลยีดิจิทัล ของวิทยาลัยเทคนิคร้อยเอ็ด ดังนี้ องค์ประกอบที่ 1 ปัจจัยนำเข้า (Input : I) ประกอบด้วย 1) คณะกรรมการบริหารเทคโนโลยีดิจิทัล ของวิทยาลัยเทคนิคร้อยเอ็ด 2) ซอฟต์แวร์บริหารจัดการด้านการอาชีวศึกษา (Education software system for Rcheewa : EDR) องค์ประกอบที่ 2 กระบวนการ (Process : P) ประกอบด้วย 1) ขอบข่ายงานบริหารเทคโนโลยีดิจิทัล ของวิทยาลัยเทคนิคร้อยเอ็ด 2) กระบวนการบริหารเทคโนโลยีดิจิทัล ของวิทยาลัยเทคนิคร้อยเอ็ด องค์ประกอบที่ 3 ผลผลิต (Output : O) ประกอบด้วย 1) คณะกรรมการการนิเทศ ติดตาม ประเมินผล การบริหาร เทคโนโลยีดิจิทัล ของวิทยาลัยเทคนิคร้อยเอ็ด 2) ผลการดำเนินงานการบริหารเทคโนโลยีดิจิทัลของวิทยาลัยเทคนิคร้อยเอ็ด

4.2.3 ผลการใช้รูปแบบการบริหารสถานศึกษาด้วยเทคโนโลยีดิจิทัล ของวิทยาลัยเทคนิคร้อยเอ็ด ประกอบด้วย ผลการประเมิน ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตามหลักสูตร ปีการศึกษา 2565 ผลสัมฤทธิ์การเข้าร่วมกิจกรรมของวิทยาลัยเทคนิคร้อยเอ็ด ปีการศึกษา 2565 จำนวนนักเรียน นักศึกษาที่ออกกลางคันในปีการศึกษา 2564 และ 2565 ผลการมีงานทำ และศึกษาต่อของผู้สำเร็จการศึกษา ปีการศึกษา 2565 ผลการปฏิบัติงานของครูผู้สอน ผลการปฏิบัติงานในหน้าที่ครูที่ปรึกษา ผลการคัดเลือกสถานศึกษาเพื่อรับรางวัลพระราชทานสถานศึกษาขนาดใหญ่ ผลการประเมินศูนย์ซ่อมสร้างเพื่อชุมชน (Fix It Center) แบบถาวรผลการแข่งขันหุ่นยนต์อาชีวศึกษา บริการทางการแพทย์ ผลการคัดเลือกศูนย์ความเป็นเลิศทางการอาชีวศึกษา (Excellent Center) และศูนย์การผลิตและพัฒนากำลังคนอาชีวศึกษา (CVM) ความคิดเห็นของผู้บริหารสถานศึกษา และครูผู้สอนที่มีต่อรูปแบบการบริหารสถานศึกษาด้วยเทคโนโลยีดิจิทัล ของวิทยาลัยเทคนิคร้อยเอ็ด ความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อการดำเนินงานระบบการบริหารสถานศึกษาด้วยเทคโนโลยีดิจิทัล ของวิทยาลัยเทคนิคร้อยเอ็ด ความพึงพอใจของผู้ปกครองที่มีต่อความก้าวหน้าในการติดตามผลการเรียนของผู้เรียน



รูปที่ 2 รูปแบบการบริหารสถานศึกษาด้วยเทคโนโลยีดิจิทัลของวิทยาลัยเทคนิคร้อยเอ็ด

4.3 ผลการทดลองใช้รูปแบบการบริหารสถานศึกษาด้วยเทคโนโลยีดิจิทัล ของวิทยาลัยเทคนิคร้อยเอ็ด

ผลจากการทดลองใช้รูปแบบ โดยดำเนินการตามคู่มือการใช้รูปแบบการบริหารสถานศึกษาด้วยเทคโนโลยีดิจิทัลของวิทยาลัยเทคนิคร้อยเอ็ด และกิจกรรมของโครงการเพื่อทดลองใช้รูปแบบ 6 โครงการ การประเมินผล ประกอบด้วย ผลการวิเคราะห์ข้อมูล ความสำเร็จ และความพึงพอใจเกี่ยวกับโครงการทดลองใช้รูปแบบการบริหารสถานศึกษาด้วยเทคโนโลยีดิจิทัล ทั้ง 6 โครงการ ดังนี้

4.3.1 โครงการที่ 1 โครงการคณะกรรมการบริหารเทคโนโลยีดิจิทัล ของวิทยาลัยเทคนิคร้อยเอ็ด ผลการวิเคราะห์ข้อมูลความสำเร็จผู้เข้าร่วมโครงการ ภาพรวมมีความสำเร็จอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$ = 4.52, S.D. = 0.26) และความพึงพอใจเกี่ยวกับโครงการทดลองใช้รูปแบบการบริหารสถานศึกษาด้วยเทคโนโลยี ผู้เข้าร่วมโครงการ ภาพรวมมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก ($\bar{X}$ = 4.37, S.D. = 0.33)

4.3.2 โครงการที่ 2 โครงการระบบซอฟต์แวร์บริหารจัดการด้านการอาชีวศึกษา (Education software system for Rcheewa : EDR) ผลการวิเคราะห์ข้อมูล ความสำเร็จผู้เข้าร่วมโครงการ ภาพรวมมีความสำเร็จอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$ = 4.52, S.D. = 0.49) และความพึงพอใจเกี่ยวกับโครงการทดลองใช้รูปแบบการบริหารสถานศึกษาด้วยเทคโนโลยี ผู้เข้าร่วมโครงการ ภาพรวมมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$ = 4.58, S.D. = 0.48)

4.3.3 โครงการที่ 3 โครงการขอบข่ายการใช้เทคโนโลยีดิจิทัล ของวิทยาลัยเทคนิคร้อยเอ็ด ผลการวิเคราะห์ข้อมูลความสำเร็จผู้เข้าร่วมโครงการ ภาพรวมมีความสำเร็จอยู่ใน

ระดับมากที่สุด ($\bar{X}$ = 4.54, S.D. = 0.47) และความพึงพอใจเกี่ยวกับโครงการทดลองใช้รูปแบบการบริหารสถานศึกษาด้วยเทคโนโลยี ผู้เข้าร่วมโครงการภาพรวมมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$ = 4.47, S.D. = 0.54)

4.3.4โครงการที่ 4 โครงการกระบวนการบริหารเทคโนโลยีดิจิทัล ของวิทยาลัยเทคนิคร้อยเอ็ด ผลการวิเคราะห์ข้อมูลความสำเร็จ ผู้เข้าร่วมโครงการ ภาพรวมมีความสำเร็จอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$ = 4.57, S.D. = 0.46) และความพึงพอใจเกี่ยวกับโครงการทดลองใช้รูปแบบการบริหารสถานศึกษาด้วยเทคโนโลยี ผู้เข้าร่วมโครงการ ภาพรวมมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$ = 4.46, S.D. = 0.56)

4.3.5โครงการที่ 5 โครงการนิเทศ ติดตาม ประเมินผลการบริหารเทคโนโลยีดิจิทัล ของวิทยาลัยเทคนิคร้อยเอ็ด ผลการวิเคราะห์ข้อมูล ความสำเร็จผู้เข้าร่วมโครงการภาพรวมมีความสำเร็จอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$ = 4.48, S.D. = 0.52) และความพึงพอใจเกี่ยวกับโครงการทดลองใช้รูปแบบการบริหารสถานศึกษาด้วยเทคโนโลยี ผู้เข้าร่วมโครงการภาพรวมมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$ = 4.49, S.D. = 0.63)

4.3.6โครงการที่ 6 โครงการสรุปผลการดำเนินงานการบริหารเทคโนโลยีดิจิทัล ของวิทยาลัยเทคนิคร้อยเอ็ด ผลการวิเคราะห์ข้อมูล ความสำเร็จ ผู้เข้าร่วมโครงการภาพรวมมีความสำเร็จอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$ = 4.52, S.D. = 0.49) และความพึงพอใจเกี่ยวกับโครงการทดลองใช้รูปแบบการบริหารสถานศึกษาด้วยเทคโนโลยี ผู้เข้าร่วมโครงการภาพรวมมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$ = 4.43, S.D. = 0.62)

4.4 ประเมินผลการใช้รูปแบบการบริหารสถานศึกษาด้วยเทคโนโลยีดิจิทัล ของวิทยาลัยเทคนิคร้อยเอ็ด

ผลการประเมินผลการใช้รูปแบบการบริหารสถานศึกษาด้วยเทคโนโลยีดิจิทัล ของวิทยาลัยเทคนิคร้อยเอ็ด ดังนี้

4.4.1 ผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียน

4.4.1.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนตามรูปแบบการบริหารสถานศึกษาด้วยเทคโนโลยีดิจิทัล ของวิทยาลัยเทคนิคร้อยเอ็ด ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) ปีการศึกษา 2565 ของผู้เรียนอยู่ในระดับดีเยี่ยม คิดเป็นร้อยละ 27.83 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนตามรูปแบบการบริหารสถานศึกษาด้วยเทคโนโลยีดิจิทัล ของวิทยาลัยเทคนิคร้อยเอ็ด ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ

ชั้นสูง (ปวส.) ปีการศึกษา 2565 ของผู้เรียนอยู่ในระดับดีเยี่ยม คิดเป็นร้อยละ 32.06

4.4.1.2 ผลสัมฤทธิ์การเข้าร่วมกิจกรรมของวิทยาลัยเทคนิคร้อยเอ็ด ปีการศึกษา 2565 จากแบบรายงานผลสัมฤทธิ์การเข้าร่วมกิจกรรม ปีการศึกษา 2565 ด้วยระบบเทคโนโลยีดิจิทัล ระดับ ประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) พบว่า นักเรียน นักศึกษา ที่ผ่านการเข้าร่วมกิจกรรมของวิทยาลัยเทคนิคร้อยเอ็ด คิดเป็นร้อยละ 87.26 และไม่ผ่านกิจกรรม คิดเป็นร้อยละ 12.74 และระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) ปีการศึกษา 2565 พบว่า นักเรียน นักศึกษา ที่ผ่านการเข้าร่วมกิจกรรมของวิทยาลัยเทคนิคร้อยเอ็ด คิดเป็นร้อยละ 93.80 และไม่ผ่านกิจกรรม คิดเป็นร้อยละ 6.20

4.4.1.3 จำนวนนักเรียน นักศึกษาที่ออกกลางคันในปีการศึกษา 2564 และ 2565 ข้อมูลการออกกลางคันของนักเรียน นักศึกษา เปรียบเทียบจำนวนนักเรียน นักศึกษาที่ออกกลางคันในปีการศึกษา 2564 และ 2565 ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) พบว่า โดยรวมมีนักเรียนออกกลางคันคิดเป็นร้อยละ 36.42 และ 32.73 ตามลำดับ และข้อมูลการออกกลางคันของนักเรียน นักศึกษา เปรียบเทียบจำนวนนักเรียน นักศึกษาที่ออกกลางคันในปีการศึกษา 2564 และ 2565 ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) พบว่า โดยรวมมีนักศึกษาออกกลางคันคิดเป็นร้อยละ 13.53 และ 14.42 ตามลำดับ

4.4.1.4 ผลการมีงานทำและศึกษาต่อของผู้สำเร็จการศึกษา ปีการศึกษา 2565 ร้อยละการมีงานทำและศึกษาต่อของผู้สำเร็จการศึกษา ตามรูปแบบการบริหารสถานศึกษาด้วยเทคโนโลยีดิจิทัล ของวิทยาลัยเทคนิคร้อยเอ็ด ประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) และระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) ปีการศึกษา 2565 พบว่า ร้อยละของผู้สำเร็จการศึกษา ปีการศึกษา 2565 ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) ศึกษาต่อ ร้อยละ 84.34 และมีงานทำ ร้อยละ 14.15 และร้อยละของผู้สำเร็จการศึกษา ปีการศึกษา 2565 ระดับประกาศนียบัตร วิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) ศึกษาต่อ ร้อยละ 51.93 และมีงานทำ ร้อยละ 65.37

4.4.2 ผลการจัดการเรียนการสอนของครูผู้สอน

4.4.2.1 ผลการปฏิบัติงานของครูผู้สอน ข้อมูลการปฏิบัติงานของครูผู้สอน ปีการศึกษา 2565 ตามรูปแบบการบริหารสถานศึกษาด้วยเทคโนโลยีดิจิทัล ของวิทยาลัยเทคนิคร้อยเอ็ด จากแบบรายงานด้วยระบบเทคโนโลยีดิจิทัล พบว่า

มีครูผู้สอนทั้ง 12 แผนกวิชา จำนวน 185 คน การเช็คชื่อเข้าเรียน ร้อยละ 99.42 การสร้างแผนการสอน ร้อยละ 100 การบันทึกหลังการสอน ร้อยละ 98.50 และการส่งผลการเรียน ร้อยละ 100

4.4.2.2 ผลการปฏิบัติงานในหน้าที่ครูที่ปรึกษา ข้อมูลการปฏิบัติงานในหน้าที่ครูที่ปรึกษา ปีการศึกษา 2565 ตามรูปแบบการบริหารสถานศึกษาด้วยเทคโนโลยีดิจิทัล ของวิทยาลัยเทคนิคร้อยเอ็ด จากแบบรายงานด้วยระบบเทคโนโลยีดิจิทัล พบว่า มีครูที่ปรึกษา ทั้ง 12 แผนกวิชา จำนวน 111 คน การเยี่ยมบ้านร้อยละ 71.68 เช็คชื่อกิจกรรมหน้าเสาธงร้อยละ 98.58 และเช็คชื่อโฮมรูม ร้อยละ 96.17

4.4.3 ด้านการบริหารสถานศึกษาด้วยเทคโนโลยีดิจิทัลของผู้บริหาร

4.4.3.1 ผลการคัดเลือกสถานศึกษาเพื่อรับรางวัลพระราชทานสถานศึกษาขนาดใหญ่ พบว่า วิทยาลัยเทคนิคร้อยเอ็ด ได้รับรางวัล สถานศึกษารางวัลพระราชทาน ระดับอาชีวศึกษาขนาดใหญ่ ประจำปีการศึกษา 2565

4.4.3.2 ผลการประเมินศูนย์ซ่อมสร้างเพื่อชุมชน (Fix It Center) แบบถาวร พบว่า วิทยาลัยเทคนิคร้อยเอ็ด ได้รับรางวัล รองชนะเลิศอันดับ 2 ระดับภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และรางวัลชนะเลิศ คลิปสื่อประชาสัมพันธ์ศูนย์อาชีวะช่วยประชาชน (Fix it Center) แบบถาวร ประจำปีงบประมาณ 2565

4.4.3.3 ผลการแข่งขันหุ่นยนต์อาชีวศึกษา บริการทางการแพทย์ พบว่า วิทยาลัยเทคนิคร้อยเอ็ด ได้รับรางวัล ชนะเลิศ ระดับเหรียญทอง ประเภทหุ่นยนต์บริการทางการแพทย์ อาชีวศึกษาระดับชาติประจำปี 2565

4.4.3.4 ผลการคัดเลือกศูนย์ความเป็นเลิศทางการอาชีวศึกษา (Excellent Center) และศูนย์การผลิตและพัฒนากำลังคนอาชีวศึกษา (CVM) พบว่า วิทยาลัยเทคนิคร้อยเอ็ด ได้รับคัดเลือกให้เป็น ศูนย์ความเป็นเลิศทางการอาชีวศึกษา (Excellent Center) จำนวน 3 สาขาวิชา ดังนี้ 1. สาขาวิชาเมคคาทรอนิกส์และหุ่นยนต์ 2. สาขาวิชาเทคนิคการผลิต และ 3. สาขาวิชาไฟฟ้า และได้รับคัดเลือกให้เป็นศูนย์การผลิตและพัฒนากำลังคนอาชีวศึกษา (CVM) จำนวน 1 สาขาวิชา คือ สาขาวิชาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์

4.4.4 ผลการสอบถามความคิดเห็นของผู้บริหารสถานศึกษา และครูผู้สอนที่มีต่อรูปแบบการบริหารสถานศึกษา

ด้วยเทคโนโลยีดิจิทัล ของวิทยาลัยเทคนิคร้อยเอ็ด องค์ประกอบที่ 1 ด้านปัจจัยนำเข้า (Input : I) ภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$ = 4.50, S.D. = 0.56) องค์ประกอบที่ 2 ด้านกระบวนการ (Process : P) ภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$ = 4.54, S.D. = 0.49) และ องค์ประกอบที่ 3 ด้านผลผลิต (Output : O) ภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$ = 4.56, S.D. = 0.50)

4.4.5 ความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อการดำเนินงานระบบการบริหารสถานศึกษาด้วยเทคโนโลยีดิจิทัล ของวิทยาลัยเทคนิคร้อยเอ็ด พบว่า ความพึงพอใจของผู้เรียน ภาพรวมมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$ = 4.51, S.D. = 0.41)

4.4.6 ความพึงพอใจของผู้ปกครองที่มีต่อความก้าวหน้าในการติดตามผลการเรียนของผู้เรียน พบว่า ความพึงพอใจของผู้ปกครองที่มีต่อความก้าวหน้าในการติดตามผลการเรียนของผู้เรียน ภาพรวมมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$ = 4.53, S.D. = 0.38)

5.อภิปรายผลการวิจัย

จากการสรุปผลการวิจัย เรื่อง รูปแบบการบริหารสถานศึกษาด้วยเทคโนโลยีดิจิทัล ของวิทยาลัยเทคนิคร้อยเอ็ด สามารถอภิปรายผลการวิจัย ดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการศึกษาความต้องการและแนวทางการบริหารสถานศึกษาด้วยเทคโนโลยีดิจิทัล ของวิทยาลัยเทคนิคร้อยเอ็ด ผลศึกษาความต้องการ และผลศึกษาแนวทางการบริหารสถานศึกษาด้วยเทคโนโลยีดิจิทัล ของวิทยาลัยเทคนิคร้อยเอ็ด โดยการสัมภาษณ์ผู้ทรงคุณวุฒิ โดยการสัมภาษณ์ผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 5 คน ที่เสนอแนะแนวทางการบริหารสถานศึกษาด้วยเทคโนโลยีดิจิทัล ของวิทยาลัยเทคนิคร้อยเอ็ด สรุปประเด็นได้ดังนี้ ประเด็นที่ 1 ด้านปัจจัยนำเข้า (Input : I) เป็นสิ่งที่นำเข้าไปใช้ในการบริหารสถานศึกษาด้วยเทคโนโลยีดิจิทัลประกอบด้วย คณะกรรมการบริหารเทคโนโลยีดิจิทัล ของวิทยาลัยเทคนิคร้อยเอ็ด ระบบซอฟต์แวร์บริหารจัดการด้านการอาชีวศึกษา ประกอบด้วย 1) คณะกรรมการบริหารเทคโนโลยีดิจิทัล ของวิทยาลัยเทคนิคร้อยเอ็ด 2) ระบบซอฟต์แวร์บริหารจัดการด้านการอาชีวศึกษา ประเด็นที่ 2. ด้านกระบวนการ (Process) เป็นการดำเนินงานและการดำเนินกิจกรรมที่เป็นสื่อกลางความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยนำเข้า และผลผลิตเพื่อทราบข้อบกพร่องของ

กระบวนการดำเนินงานต่าง ๆ ประกอบด้วย 1) ขอบข่ายงานบริหารเทคโนโลยีดิจิทัล ของวิทยาลัยเทคนิคร้อยเอ็ด 2) กระบวนการบริหารเทคโนโลยีดิจิทัล ของวิทยาลัยเทคนิคร้อยเอ็ด และประเด็นที่ 3 ด้านผลผลิต (Output : O) เป็นผลจากการดำเนินงานด้านปัจจัยนำเข้า (Input) และด้านกระบวนการ (Process) ซึ่งผลผลิตที่ประกอบด้วย 1) การนิเทศ ติดตาม ประเมินผล การบริหารเทคโนโลยีดิจิทัล ของวิทยาลัยเทคนิคร้อยเอ็ด 2) ผลการดำเนินงานการบริหารเทคโนโลยีดิจิทัล ของวิทยาลัยเทคนิคร้อยเอ็ด สอดคล้องกับงานวิจัยของ Gloria Bastos [17] ศึกษาการพัฒนา โครงการเกี่ยวกับการรู้ดิจิทัล กรณีศึกษาทักษะด้าน ดิจิทัลของผู้บริหารโรงเรียน โดยเฉพาะการเข้าใจดิจิทัล และเชื่อมโยงกับการดำเนินการตามแนวทาง การสอนเทคโนโลยีดิจิทัลพบว่าการดำเนินการตาม แผนพัฒนาเทคโนโลยีเพื่อการศึกษา มีทรัพยากรทาง เทคโนโลยีที่เหมาะสม และครูได้พัฒนาทักษะการรู้ดิจิทัล นักเรียนได้เรียนรู้และพัฒนาทักษะดิจิทัล ผู้บริหารมีทักษะการรู้ดิจิทัล และมีทัศนคติที่ดีในการสร้างสภาพแวดล้อมที่ดี การสร้างวัฒนธรรมดิจิทัลเป็นการเพิ่มโอกาสของการเข้าถึงการศึกษา มีเสรีภาพในการเรียนรู้ สร้างความสัมพันธ์แบบใหม่ในสังคม ลดพื้นที่ส่วนตัวและเพิ่มพื้นที่การทำงาน วัฒนธรรมดิจิทัลเปิดโอกาสกับกลุ่มคนได้แสดงตัวตน หรือสร้างผลงานได้ง่ายขึ้น การปรับเปลี่ยนวัฒนธรรมการใช้เทคโนโลยีต้องผ่านกระบวนการคิด การพัฒนาทัศนคติ ความเป็นผู้นำที่ส่งเสริมการใช้เทคโนโลยีให้เกิดการสร้างนวัตกรรม ผู้นำลักษณะนี้จึงถือว่าเป็นผู้นำที่รู้ดิจิทัลและรู้เท่าทันการเปลี่ยนแปลง

ตอนที่ 2 ผลการสร้างรูปแบบการบริหารสถานศึกษาด้วยเทคโนโลยีดิจิทัล ของวิทยาลัยเทคนิคร้อยเอ็ด ผลการร่างรูปแบบการบริหารสถานศึกษาด้วยเทคโนโลยีดิจิทัล ของวิทยาลัยเทคนิคร้อยเอ็ด มี 3 องค์ประกอบหลัก ได้แก่ องค์ประกอบที่ 1 ปัจจัยนำเข้า (Input) 1) คณะกรรมการบริหารเทคโนโลยีดิจิทัล ของวิทยาลัยเทคนิคร้อยเอ็ด 2) ระบบซอฟต์แวร์บริหารจัดการด้านการอาชีวศึกษา องค์ประกอบที่ 2 กระบวนการ (Process) 1) ขอบข่ายงานบริหารเทคโนโลยีดิจิทัล ของวิทยาลัยเทคนิคร้อยเอ็ด 2) กระบวนการบริหารเทคโนโลยีดิจิทัล ของวิทยาลัยเทคนิคร้อยเอ็ด และองค์ประกอบที่ 3 ผลผลิต (Output) การนิเทศ ติดตาม ประเมินผล การบริหารเทคโนโลยีดิจิทัลของวิทยาลัยเทคนิค

ร้อยเอ็ด 2) ผลการดำเนินงานการบริหารเทคโนโลยีดิจิทัล ของวิทยาลัยเทคนิคร้อยเอ็ด สอดคล้องกับแนวคิดของ จินตนา ศักดิ์ภู่อารัม [16] ได้กล่าวถึงกระบวนการบริหารไว้ว่าเป็นกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการนำทรัพยากรการบริหารมาใช้ให้บรรลุวัตถุประสงค์ขององค์การ ผู้บริหารที่ประสบความสำเร็จต้องทำหน้าที่บริหาร 4 ประการ ประกอบด้วย การวางแผน (Planning) การจัดองค์การ (Organizing) การนำ (Leading) และการควบคุม (Controlling)

ตอนที่ 3 การทดลองใช้รูปแบบการบริหารสถานศึกษาด้วยเทคโนโลยีดิจิทัล ของวิทยาลัยเทคนิคร้อยเอ็ด ผลการศึกษาความสำเร็จของผู้ร่วมโครงการทั้ง 6 โครงการ ที่ทดลองใช้รูปแบบการบริหารสถานศึกษาด้วยเทคโนโลยีดิจิทัลของวิทยาลัยเทคนิคร้อยเอ็ด พบว่า ผู้เข้าร่วมโครงการ 6 โครงการ ภาพรวมมีค่าเฉลี่ยความสำเร็จอยู่ในระดับมากที่สุด สอดคล้องกับแนวคิดของ ธนาภรณ์ เมทนีสุดดี [4] และมณฑล จันทร์แจ่มใส [8] ได้กล่าวว่า การมีส่วนร่วมของบุคคลจะต้องมีและเกิดขึ้นมาโดยตลอด ทั้งนี้เริ่มตั้งแต่ 1. การร่วมคิด หมายถึง การมีส่วนร่วมในการประชุมปรึกษาหารือในการ วางโครงการ วิธีการติดตามผล การตรวจสอบและการดูแลรักษา เพื่อให้กิจกรรม โครงการสำเร็จผลตามวัตถุประสงค์ 2. การร่วมตัดสินใจ หมายถึง เมื่อมีการประชุมปรึกษาหารือเรียบร้อยแล้ว ต่อมาจะต้องร่วมกันตัดสินใจเลือกกิจกรรมหรือแนวทางที่เห็นว่าดีที่สุดหรือเหมาะสมที่สุด 3. การร่วมปฏิบัติตามโครงการ หมายถึง การเข้าร่วมในการดำเนินงานตาม โครงการต่าง ๆ เช่น ร่วมออกแรง ร่วมบริจาคทรัพย์ เป็นต้น และ 4. การร่วมติดตามและประเมินผลโครงการ หมายถึง เมื่อโครงการเสร็จสิ้นแล้ว ได้เข้ามามีส่วนร่วมในการตรวจตราดูแล รักษา และประเมินผลประโยชน์ที่เกิดขึ้นจากโครงการ ผลการศึกษาความพึงพอใจของผู้ร่วมโครงการทั้ง 6 โครงการ ที่ทดลองใช้รูปแบบการบริหารสถานศึกษาด้วยเทคโนโลยีดิจิทัล ของวิทยาลัยเทคนิคร้อยเอ็ด พบว่า ผู้เข้าร่วมโครงการ 6 โครงการ ภาพรวมมีค่าเฉลี่ยความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด สอดคล้องกับงานวิจัยของ นิรุตต์ บุตรแสนลี [5] ศึกษาเรื่อง การพัฒนารูปแบบการจัดการอาชีวศึกษาระบบทวิภาคีที่มุ่งเน้นประสิทธิผลของสถานศึกษา สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา ด้วยกระบวนการวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วม พบว่า ผลการทดลองใช้ และการประเมินประสิทธิผลการ

ดำเนินงานของวิทยาลัยที่ทดลองใช้รูปแบบตามคู่มือผลการประเมินประสิทธิภาพในภาพรวมอยู่ในระดับดีมาก

ตอนที่ 4 ผลการประเมินการใช้รูปแบบการบริหารสถานศึกษาด้วยเทคโนโลยีดิจิทัล ของวิทยาลัยเทคนิคร้อยเอ็ด

4.1 ผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียน ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนตามรูปแบบการบริหารสถานศึกษาด้วยเทคโนโลยีดิจิทัล ของวิทยาลัยเทคนิคร้อยเอ็ด เป็นผลจากวิทยาลัยเทคนิคร้อยเอ็ดได้ส่งเสริมสนับสนุนให้นักเรียน นักศึกษามีความรู้ความสามารถทางวิชาการและวิชาชีพตามสาขาที่เรียนโดยกำหนดเป็นปรัชญา วิสัยทัศน์ พันธกิจ อัตลักษณ์ เอกลักษณ์ แผนงาน ปฏิบัติการประจำปี 2563 -2565 มีการเตรียมความพร้อมจัดสอบปลายภาคเรียน การเตรียมความพร้อมแข่งขันทักษะวิชาชีพและการทดสอบมาตรฐานวิชาชีพสอดคล้องกับราชกิจจานุเบกษา ประกาศคณะกรรมการการอาชีวศึกษา [11] เรื่อง เกณฑ์มาตรฐานคุณวุฒิอาชีวศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พ.ศ. 2562 กล่าวถึง การจัดการศึกษา การประเมินผลการเรียน และการสำเร็จการศึกษา ต้องได้จำนวนหน่วยกิตสะสมครบถ้วนตามโครงสร้าง ที่กำหนด ไว้ในหลักสูตรได้คะแนนเฉลี่ยสะสมไม่ต่ำกว่า 2.00 จากระบบ 4 ระดับคะแนน และผ่านเกณฑ์การประเมินมาตรฐานวิชาชีพ ผลสัมฤทธิ์การเข้าร่วมกิจกรรมของวิทยาลัยเทคนิคร้อยเอ็ดของวิทยาลัยเทคนิคร้อยเอ็ด สอดคล้องกับจิรวัดณ์ วิริงกร กล่าวถึงในอันวดี ดอนวิเศษ [2] ได้กล่าวว่า การเข้าร่วมกิจกรรมนักศึกษาของนักศึกษา ทำให้นักศึกษาเพียบพร้อมไปด้วย ความรู้ ความสามารถ มีวิจารณญาณ เสียสละต่อส่วนรวม มีคุณธรรม และสุขภาพอนามัยที่แข็งแรงส่งผลไปสู่การเป็นบัณฑิตที่มีความสมบูรณ์ทุกด้าน พร้อมทั้งรู้จักการเป็นผู้นำและผู้ตามที่ดี รู้จักการแก้ไขปัญหาเฉพาะหน้า รู้จักควบคุมอารมณ์ จึงอาจส่งผลให้นักศึกษาทั้งชายและหญิงมีความคิดเห็นกับการเข้าร่วมกิจกรรมไม่แตกต่างกัน จำนวนนักเรียน นักศึกษาที่ออกกลางคันในปีการศึกษา 2564 และ 2565 ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) ลดลงจาก ปีการศึกษา 2562 และ 2563 ทั้งนี้ อาจเป็นเพราะว่ารูปแบบการบริหารสถานศึกษาด้วยเทคโนโลยีดิจิทัล ของวิทยาลัยเทคนิคร้อยเอ็ด เป็นระบบที่ตอบสนองความต้องการทั้งในส่วนของครู ผู้ปกครอง รวมถึงนักเรียน นักศึกษาเป็นระบบที่สามารถใช้งานได้ตลอด 24 ชั่วโมงผ่าน Cloud Server สามารถติดต่อสื่อสารกันได้อย่างทันท่วงที

ลดปัญหาที่เกิดขึ้นระหว่างการศึกษา ผู้ปกครองสามารถรับการแจ้งเตือนการเช็คชื่อ ขาวประชาสัมพันธ์ ตรวจสอบสถิติการขาดเรียน ตรวจสอบความประพฤติของบุตรหลาน และสามารถแชทพูดคุยกับครูผู้สอน และครูที่ปรึกษาได้ ผลการมีงานทำ และศึกษาต่อของผู้สำเร็จการศึกษา ปีการศึกษา 2565 ผู้วิจัยมีการส่งเสริม พัฒนาทักษะอาชีพและการเป็นผู้ประกอบการ ของนักเรียนนักศึกษาและประชาชน ให้มีองค์ความรู้ และทักษะใหม่ ๆ ที่จำเป็นต่อการเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยีและนวัตกรรมอย่างต่อเนื่อง รวมถึงมี คุณลักษณะที่พึงประสงค์และประสบการณ์วิชาชีพ ตรงกับความต้องการของภาคประกอบการ รวมทั้งได้รับการรับรองมาตรฐาน อาชีพจากหน่วยงานที่ได้รับการยอมรับ สอดคล้องกับงานวิจัยของศุภโชค ปิยะสันต์ [10] ศึกษาเรื่อง รูปแบบการจัดการศึกษาขั้นพื้นฐานเพื่อการประกอบอาชีพสำหรับโรงเรียนในพื้นที่สูงและถิ่นทุรกันดารบทเรียนจากโรงเรียนที่มีวิธีปฏิบัติที่ดี พบว่าปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการศึกษาเพื่อการประกอบอาชีพสามส่วนได้แก่ ปัจจัยด้านศักยภาพของพื้นที่ ปัจจัยด้านการมีส่วนร่วมและเครือข่ายพัฒนาการศึกษา และปัจจัยด้านกระบวนการของสถานศึกษาซึ่งดำเนินการโดยใช้โรงเรียนเป็นฐานของการพัฒนาที่ประกอบด้วยการบริหารจัดการทรัพยากร และแหล่งเรียนรู้การพัฒนาหลักสูตร การจัดการเรียนการสอนและการนิเทศช่วยเหลือ

4.2 ผลการจัดการเรียนการสอนของครูผู้สอน งานครูผู้สอนประกอบด้วย ตรวจสอบนักเรียนนักศึกษาในกลุ่มเรียน ตรวจสอบผลการเรียนกำหนดการสอบ และบันทึกคะแนนสอบส่งผลการเรียนให้งานวัดผล เช็คชื่อนักเรียนนักศึกษาเข้าเรียนรายวิชา และบันทึกคะแนนจิตพิสัย และผู้วิจัยสนับสนุนการพัฒนาครูให้มีสมรรถนะและประสบการณ์วิชาชีพที่ตรงกับความต้องการของภาคประกอบการมีความสามารถในการผลิตสื่อดิจิทัล (Digital Content) และจัดการเรียนการสอนด้วยแพลตฟอร์มดิจิทัลเพื่อการเรียนรู้ (Digital Learning Platform) อย่างมีคุณภาพ รวมทั้งได้รับการรับรองมาตรฐานอาชีพจากหน่วยงานที่ได้รับการยอมรับ และสอดคล้องกับทิววรรณ ล้วนปิลธิ์สกุล [3] ทำการวิจัยเรื่อง ผู้บริหารสถานศึกษาขั้นพื้นฐานสอดคล้องกับเป้าหมายการศึกษาของนโยบายไทยแลนด์ 4.0 ด้านคุณภาพของระบบการศึกษา ผู้บริหารควรกระตุ้นบุคลากรให้พัฒนา และคิดค้นนวัตกรรม การสอนอย่างต่อเนื่อง สร้างบรรยากาศภายในองค์กรที่ส่งเสริม

ความคิดสร้างสรรค์ การใช้เทคโนโลยีและนำไปสู่การสร้างนวัตกรรม สร้างระบบงานที่ทุกคนสามารถเข้าถึงข้อมูลได้อย่างถูกต้องทันสมัยอยู่เสมอ และผลการปฏิบัติงานในหน้าที่ครูที่ปรึกษา เป็นผลจากการรายงานการดำเนินงานผ่านระบบเทคโนโลยีดิจิทัลงานครูที่ปรึกษา ประกอบด้วย ตรวจสอบข้อมูลของนักเรียนนักศึกษาในความดูแล ตรวจสอบตารางเรียนแต่ละกลุ่ม เช็กชื่อนักเรียนนักศึกษาเข้าร่วมกิจกรรมหน้าเสาธง ตรวจสอบข้อมูลผลการเรียน แต่งตั้งครูที่ปรึกษา ตรวจสอบการเข้าชั้นเรียน และมีการสรุปจำนวนครั้งนักศึกษาที่ขาดเรียนในแต่ละรายวิชา ครูที่ปรึกษาสามารถติดตามงานได้อย่างรวดเร็ว และมีความสะดวก สอดคล้องกับแนวคิดของสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน [14] ที่ได้ให้ความหมาย ระบบการดูแลช่วยเหลือผู้เรียนว่าเป็นกระบวนการดำเนินงานดูแลช่วยเหลือผู้เรียนอย่างเป็นระบบขั้นตอน มีครูที่ปรึกษาเป็นบุคลากรหลักในการดำเนินงาน โดยการมีส่วนร่วมของบุคลากรทุกฝ่ายที่เกี่ยวข้องทั้งภายในและภายนอกสถานศึกษา มีวิธีการ และเครื่องมือที่ชัดเจน มีมาตรฐานคุณภาพและมีหลักฐานการทำงาน ที่ตรวจสอบได้ และได้กำหนดวัตถุประสงค์ของการดำเนินงาน 1) เพื่อให้สถานศึกษามีระบบการดูแลช่วยเหลือผู้เรียน โดยมีกระบวนการ วิธีการ และเครื่องมือที่มีคุณภาพ และมีมาตรฐานตรวจสอบได้ 2) เพื่อส่งเสริมให้ครูประจำชั้น/ครูที่ปรึกษา บุคลากรในสถานศึกษา ผู้ปกครองผู้เรียน ชุมชน หน่วยงาน องค์กรภายนอก มีส่วนร่วมในการดูแลช่วยเหลือผู้เรียน 3) เพื่อให้ผู้เรียนได้รับการดูแลช่วยเหลือและส่งเสริมพัฒนาเต็มตามศักยภาพเป็นคนที่สมบูรณ์ทั้งด้านร่างกาย อารมณ์ สังคม และสติปัญญา

4.3ด้านการบริหารสถานศึกษาด้วยเทคโนโลยีดิจิทัลของผู้บริหาร เป็นผลจากการดำเนินงานบริหารสถานศึกษาด้วยเทคโนโลยีดิจิทัลที่มีข้อมูลสนับสนุนการตัดสินใจของผู้บริหาร ประกอบด้วย ข้อมูลจำนวนนักเรียนนักศึกษาที่กำลังศึกษาอยู่ ข้อมูลจำนวนนักเรียนนักศึกษารับเข้า ข้อมูลจำนวนนักเรียน นักศึกษาออกกลางคัน ข้อมูลจำนวนนักเรียนนักศึกษาสำเร็จการศึกษา ข้อมูลจำนวนครูผู้สอนและบุคลากรวิทยาลัย สถิติการรับนักศึกษาเข้าและจบการศึกษา ข้อมูลจำนวนนักศึกษา และครูผู้สอนแต่ละแผนกวิชา วิทยาลัยเทคนิคร้อยเอ็ด สำนักในพระมหากรุณาธิคุณเป็นล้นพ้น และถือเป็นภารกิจสำคัญ จึงได้จัดกิจกรรมทั้ง 6 ด้าน อย่างต่อเนื่อง เพื่อส่งเสริมและเกิดประโยชน์สูงสุดต่อนักเรียน นักศึกษา ให้เป็นบุคลากรที่มี

คุณภาพในสังคม สอดคล้องกับการปฏิรูปการศึกษาตามพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 ที่กล่าวว่า “การศึกษา” เป็นกระบวนการเรียนรู้เพื่อความเจริญงอกงามของบุคคลและสังคมโดยการถ่ายทอดความรู้ การฝึกการอบรม การสืบสานทางด้านวัฒนธรรมการสร้างสร้งสรรค์จรรโลงความก้าวหน้าทางวิชาการ การสร้างองค์ความรู้ขึ้นเกิดจากการจัดสภาพแวดล้อม สังคม การเรียนรู้และปัจจัยเกื้อหนุนให้บุคคลเรียนรู้อย่างต่อเนื่องตลอดชีวิต การดำเนินงานให้เป็นไปตามนโยบายของการปฏิรูปการศึกษาอย่างต่อเนื่องทั้ง 6 ด้าน ได้แก่ คุณภาพนักเรียน นักศึกษา การบริหารหลักสูตรและงานวิชาการ การบริหารการจัดการ ความสัมพันธ์ระหว่างสถานศึกษากับผู้ปกครองและชุมชนบุคลากรและการบริหารงานบุคลากร และความดีเด่นของสถานศึกษา

4.4ผลการสอบถามความคิดเห็นของผู้บริหารสถานศึกษา และครูผู้สอนที่มีต่อรูปแบบการบริหารสถานศึกษาด้วยเทคโนโลยีดิจิทัล ของวิทยาลัยเทคนิคร้อยเอ็ด สอดคล้องกับแนวคิดของเลอพงษ์ วัชรมัย [9] ที่กล่าวถึงระบบหลักที่จะทำให้สถานศึกษามีคุณภาพ เกิดความเชื่อมั่นและศรัทธาของผู้เรียน ผู้ปกครอง และผู้ใช้ผลผลิตของสถานศึกษา คือ ระบบงานวิชาการ ระบบการดูแลช่วยเหลือผู้เรียน และระบบการจัดกิจกรรมเพื่อพัฒนาผู้เรียน ในด้านโครงสร้างการบริหารงานระบบดูแลช่วยเหลือผู้เรียน มีการบริหารงานในรูปของคณะกรรมการที่ประกอบด้วย 1) คณะกรรมการอำนวยการ (ทีมนำ) 2) คณะกรรมการประสานงาน (ทีมประสาน) และคณะกรรมการดำเนินงาน (ทีมทำ) และสอดคล้องกับนิพนธ์ แก้วเกิด [6] ที่ทำวิจัยเรื่อง การพัฒนาระบบการดูแลสนับสนุนนักเรียนเพื่อลดจำนวนการออกกลางคันของนักเรียนอาชีวศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา พบว่า ผลการใช้ระบบการดูแลสนับสนุนนักเรียนโดยนักเรียนทั้งหมดมีความพึงพอใจสูงในการเข้าร่วมกิจกรรมในระบบ ซึ่งกิจกรรมที่นักเรียนมีความพึงพอใจมากที่สุดคือ กิจกรรมเยี่ยมบ้านนักเรียน

4.5ผลความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อการดำเนินงานระบบการบริหารสถานศึกษาด้วยเทคโนโลยีดิจิทัล ของวิทยาลัยเทคนิคร้อยเอ็ด พบว่า ความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อการดำเนินงานระบบการบริหารสถานศึกษาด้วยเทคโนโลยีดิจิทัลของวิทยาลัยเทคนิคร้อยเอ็ด ภาพรวมมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด สอดคล้องกับงานวิจัยด้านพฤติกรรมเด็ก

Generation Z ของ บาร์เลย์ [16] ที่กล่าวไว้ว่า ผู้เรียน Gen Z ไม่ชอบการบรรยายเป็นวิธีการสอนหลัก การบรรยายเป็นเวลานาน เพื่อตอบสนองความต้องการของผู้เรียนสำหรับการสื่อสาร ผู้สอนควรพูดสั้นๆเกี่ยวกับเนื้อหา แล้วให้ผู้เรียนประยุกต์ใช้ข้อมูลและทดสอบความรู้ของพวกเขา

4.6 ผลความพึงพอใจของผู้ปกครองที่มีต่อความก้าวหน้าในการติดตามผลการเรียนของผู้เรียน พบว่า ความพึงพอใจของผู้ปกครองที่มีต่อความก้าวหน้าในการติดตามผลการเรียนของผู้เรียน ภาพรวมมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด เป็นผลมาจากระบบการบริหารสถานศึกษาด้วยเทคโนโลยีดิจิทัลของวิทยาลัยเทคนิคร้อยเอ็ดสามารถแจ้งเตือนข่าวประชาสัมพันธ์ของทางวิทยาลัยถึงผู้ปกครอง และสามารถสนทนากับครูที่ปรึกษาได้ ตรวจสอบข้อมูลการแจ้งเตือนข้อมูลการเข้าเรียนขาดเรียนของนักศึกษาหรือข่าวประชาสัมพันธ์ต่าง ๆ ข้อมูลครูผู้สอนครูที่ปรึกษาเพื่อนร่วมชั้นย้อนหลังได้ส่งข้อมูลการเช็คชื่อเข้าร่วมกิจกรรมหน้าเสาธงของนักศึกษาส่งข้อมูลการเช็คชื่อเข้าเรียนรายวิชาของนักศึกษาไปถึงผู้ปกครองได้สอดคล้องกับงานวิจัยของสมพร ปานดำ [15] ศึกษาเรื่องรูปแบบการพัฒนาระบบการบริหารจัดการอาชีวศึกษาระบบทวิภาคีแนวใหม่ประเภทวิชาช่างอุตสาหกรรมของสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา พบว่า ผลการนำรูปแบบไปใช้ในปีการศึกษา 2561-2562 ใน 50 สถานศึกษาที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง พบว่า มีผลการประเมินความพึงพอใจของผู้เกี่ยวข้องอยู่ในระดับมากที่สุด โดยในปีการศึกษา 2561 มีค่าเฉลี่ยที่ 4.65 และปีการศึกษา 2562 มีค่าเฉลี่ย 4.73

6. ข้อเสนอแนะ

6.1 ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

สถานศึกษาส่งเสริม และสนับสนุนการนำรูปแบบการบริหารสถานศึกษาด้วยเทคโนโลยีดิจิทัล ของวิทยาลัยเทคนิคร้อยเอ็ดไปประยุกต์ใช้กับสถานศึกษาอื่นที่มีบริบทใกล้เคียงกัน เพื่อให้การจัดการอาชีวศึกษามีคุณภาพมากขึ้น ผู้บริหารสถานศึกษานำข้อมูลที่ได้จากงานวิจัยมากำหนดเป็นนโยบายในการพัฒนา การจัดการศึกษาด้วยเทคโนโลยีดิจิทัล ครูผู้สอนนำองค์ประกอบของงานวิจัยทั้ง 3 องค์ประกอบมาเป็นข้อมูลในการจัดการพัฒนาการจัดการเรียนการสอนให้แก่ผู้เรียน ให้ตรงตามความต้องการและสอดคล้องกับสถานประกอบการหรือตลาดแรงงาน

6.2 ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

ควรศึกษาวิจัยเกี่ยวกับความต้องการของชุมชน เกี่ยวกับหลักสูตรที่ส่งเสริมพัฒนาการประกอบอาชีพในชุมชน และศึกษาแนวทางการมีส่วนร่วมในการจัดการศึกษาของผู้ปกครอง ชุมชน และสถานประกอบการในการจัดการศึกษาให้กับผู้เรียน

เอกสารอ้างอิง

- [1] ชานูชัย อาจินสมาจาร. (2550). การบริหารการศึกษา. กรุงเทพฯ : ศูนย์สื่อเสริมกรุงเทพ.
- [2] ธันวดี ดอนวิเศษ.(2560). แนวทางการพัฒนาการจัดกิจกรรมนันทนาการในการเตรียมพร้อมสู่ประชาคมอาเซียน. วารสารวิจัยรำไพพรรณี ปีที่ 11 ฉบับที่ 2 (2017): พฤษภาคม - สิงหาคม 2560.
- [3] ทิพวรรณ ล้วนปลื้มสกุล. (2562). คุณลักษณะผู้บริหารสถานศึกษาขั้นพื้นฐานที่สอดคล้องกับเป้าหมายการศึกษาของนโยบายไทยแลนด์ 4.0. วิทยานิพนธ์ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต : บัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยศิลปากร.
- [4] ธนาภรณ์ เมตตีสวัสดิ์. (2553). ความพึงพอใจของนักท่องเที่ยวต่างชาติ : กรณีศึกษาวัดพระเชตุพนวิมลมังคลารามราชวหาร. วิทยานิพนธ์ วท.ม. มหาวิทยาลัยมหิดล นครปฐม.
- [5] นิรุจน์ บุตรแสนลี. (2561). การพัฒนารูปแบบการจัดการอาชีวศึกษาระบบทวิภาคีที่มุ่งเน้น ประสิทธิภาพของสถานศึกษาสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา ด้วยกระบวนการวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วม. ดุษฎีนิพนธ์ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาวิจัยวัดผลและสถิติการศึกษา มหาวิทยาลัยบูรพา.
- [6] นิพนธ์ แก้วเกิด. (2555). การพัฒนาระบบการดูแลสนับสนุนนักเรียนเพื่อลดจำนวนการออกกลางคันของนักเรียนอาชีวศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรดุษฎีบัณฑิต มหาวิทยาลัยรังสิต.
- [7] บุญชม ศรีสะอาด. (2556). การวิจัยเบื้องต้น. กรุงเทพฯ : สุวีริยาสาส์น.

- [8] มณฑล จันท์แจ่มใส. (2551). ปัจจัยการสื่อสารการตลาดที่มีต่อการเลือกสถานที่ท่องเที่ยวกรณีศึกษา :เกาะมุก จังหวัดตรัง. วิทยานิพนธ์สถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาการวางแผนชุมชนเมืองและสภาพแวดล้อมบัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- [9] เลอพงษ์ วัชรชัย. (2558). ระบบดูแลช่วยเหลือนักเรียนนักศึกษา “อาชีวศึกษา”. [Online].
- [10] ศุภโชค ปิยะสันต์. (2558). รูปแบบการจัดการศึกษาขั้นพื้นฐานเพื่อการประกอบอาชีพสำหรับโรงเรียนในพื้นที่สูงและถิ่นทุรกันดารบทรียนจากโรงเรียนที่มีวิธีปฏิบัติที่ดี. วารสารการวิจัยกาสะลองคำ มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่, 9(2), 175 - 189.
- [11] สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา.(2562). แผนพัฒนาการอาชีวศึกษา พ.ศ. 2560-2579.
- [12] สำนักงานวิชาการและมาตรฐานการศึกษา. (2552). ระบบการดูแลช่วยเหลือนักเรียน หลักการแนวคิดและทิศทางในการดำเนินงาน. กรุงเทพฯ : สำนักฯ.
- [13] สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.). (2557). หลักการปฏิบัติด้วยเทคโนโลยีดิจิทัล (Digital literacy).
- [14] สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. (2562). คู่มือการคัดเลือกสถานศึกษาและสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาเพื่อรับรางวัลระบบการดูแลช่วยเหลือนักเรียน ประจำปี 2562. กรุงเทพมหานคร: สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน.
- [15] สมพร ปานดำ. (2563). ยุทธศาสตร์การผลิตกำลังคนอาชีวศึกษาด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ประเภทอุตสาหกรรมรองรับนโยบายการพัฒนาเศรษฐกิจฐานนวัตกรรม. วารสารพัฒนาเทคนิคศึกษา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, ปีที่ 33 ฉบับที่ 116 ตุลาคม-ธันวาคม 2563, 22-28
- [16] จินตนา ศักดิ์ภู่อารัม. (2553).รายงานการติดตามประเมินผลเพื่อพัฒนาการจัดการศึกษาโดยครอบครัว. สำนักประเมินผลการจัดการศึกษา สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. กรุงเทพมหานคร.
- [17] Gloria Bastos (2015). Digital Literacy of School Leaders: What Impacts in Schools?. Results of Two Studies from Portugal. [Online], January 2015, Available from Conference: European Conference on Information Literacy. University, Lisbon, Portugal.

การพัฒนาระบบสร้างข้อสอบออนไลน์สำหรับครู

The Development of an Online Test Creation System for Teachers

กรรณิกา สายสิญจน์^{1*} และ กฤตเมธ สายสิญจน์²Kannigar Saisin^{1*} and Kittamate Saisin²¹สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ วิทยาลัยเทคนิคหนองคาย สถาบันการอาชีวศึกษาภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 1 จังหวัดหนองคาย 43000²สาขาวิชาเทคโนโลยีไฟฟ้า วิทยาลัยเทคนิคหนองคาย สถาบันการอาชีวศึกษาภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 1 จังหวัดหนองคาย 43000¹Field of Information Technology, Nongkhai Technical College, Institute of Vocational Education : Northeastern Region 1, Nongkhai, 43000²Field of Electrical Technology, Nongkhai Technical College, Institute of Vocational Education : Northeastern Region 1, Nongkhai, 43000

Received : 2025-04-10 Revised : 2025-05-09 Accepted : 2025-05-13

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาระบบสร้างข้อสอบออนไลน์สำหรับครู โดยการออกแบบโครงสร้างผังการทำงานของระบบ และออกแบบโครงสร้างผังการทำงานของระบบฐานข้อมูล ในส่วนของการออกแบบระบบโดยใช้เทคโนโลยี HTML, CSS, JavaScript การพัฒนาระบบผ่านโปรแกรม VS Code สำหรับการพัฒนาเว็บไซต์และฐานข้อมูล MySQL สำหรับจัดเก็บข้อมูล โดยระบบแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ส่วนแรกส่วนสำหรับครู ประกอบด้วย การสร้างข้อสอบ การดูข้อสอบ การแก้ไขข้อสอบ การลบข้อสอบ การตรวจสอบผลคะแนนและการควบคุมการสอบ และการจัดการสอบในรูปแบบออนไลน์กับผู้เรียน และส่วนที่สองสำหรับผู้เรียน ประกอบด้วย การเข้าไปทำข้อสอบ การดูข้อสอบ และการตรวจผลคะแนนสอบ โดยมีการสรุปผลคะแนนของผู้เรียนในรูปแบบของกราฟที่ทำให้เห็นพัฒนาการของผู้เรียนทั้งในภาพรวมและรายบุคคล ผลการวิจัย พบว่า ระบบที่ออกแบบและพัฒนาขึ้นมาสามารถนำไปใช้งานได้ ซึ่งผลการประเมินประสิทธิภาพของระบบ โดยภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด และรายการที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุดของแต่ละด้านประกอบด้วย ความถูกต้องของฟังก์ชันการสร้างข้อสอบ เช่น การเพิ่ม ลบ และแก้ไขข้อสอบ การแสดงผลเว็บไซต์บนอุปกรณ์ที่หลากหลาย (สมาร์ทโฟน, คอมพิวเตอร์, แท็บเล็ต) ความเข้ากันได้ของ

Browser และรูปภาพมีความเหมาะสม ส่วนผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งาน พบว่า ทั้งครูและผู้เรียนมีความพึงพอใจในภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด โดยรายการที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุดของครู คือ ความครบถ้วนของฟังก์ชันการสร้างข้อสอบ และรายการที่มีเฉลี่ยสูงสุดของผู้เรียน คือ ความเร็วในการประมวลผล และขนาดและรูปแบบของตัวอักษร ซึ่งระบบที่พัฒนาขึ้นนี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการเรียนการสอนต่อไปได้

คำสำคัญ : ระบบสร้างข้อสอบออนไลน์, การพัฒนาระบบ, จัดการข้อสอบออนไลน์, ครู, ข้อสอบออนไลน์

Abstract

The objective of this research was to develop an online test creation system for teachers. The system was designed by creating both a system architecture diagram and a database structure diagram. The system development utilized HTML, CSS, and JavaScript technologies, and was implemented using the Visual Studio Code (VS Code) platform for web development, with MySQL used as the database for data storage. The system was divided into two main modules. The first module, designed for teachers, included functions such as creating, viewing, editing, and deleting tests; checking test results; monitoring

*กรรณิกา สายสิญจน์

E-mail address : kannigarsaisin@gmail.com

assessments; and managing online examinations with students. The second module, designed for students, included taking tests, viewing available tests, and checking test results. Student performance was summarized in graphical format, allowing for the visualization of both overall and individual learning progress. The research findings indicated that the developed system was functional and applicable. The overall system performance was evaluated at the highest level. The features that received the highest average scores in the evaluation included the accuracy of the test creation functions (add, delete, and edit), responsive display on various devices (smartphones, computers, tablets), browser compatibility, and the appropriateness of image usage. In terms of user satisfaction, both teachers and students reported the highest levels of satisfaction. The highest-rated feature among teachers was the completeness of the test creation functions, while the students rated the system's processing speed and the font size and style as the most satisfactory. The developed system is therefore suitable for further application in teaching and learning processes.

Keywords : Online Test Creation System, System Development, Online Test Management, Teacher, Online Test

1. บทนำ

ปัจจุบันความก้าวหน้าอย่างรวดเร็วทางด้านเทคโนโลยีด้านคอมพิวเตอร์และอินเทอร์เน็ตได้เข้ามามีบทบาทสำคัญยิ่งในการจัดการศึกษา โดยเฉพาะอย่างยิ่งในช่วงสถานการณ์โรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 (COVID-19) ที่มีการปรับตัวในการจัดการเรียนการสอนจากการเรียนในชั้นเรียนเปลี่ยนมาเป็นการเรียนแบบออนไลน์แทน รวมไปถึงมีการปรับปรุงระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตให้มีคุณภาพสูงขึ้น มีการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้และเทคโนโลยีใหม่ ๆ ทำให้การจัดการเรียนรู้น่าสนใจยิ่งขึ้น และมีการใช้วิธีการวัดประเมินผลใหม่ ๆ มากขึ้น [1] เพราะเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์และอินเทอร์เน็ตได้ทำให้เกิด

รูปแบบการทดสอบที่หลากหลายโดยเฉพาะในการวัดผลทางการศึกษาที่ทราบผลอย่างรวดเร็วผ่านระบบออนไลน์อย่างมีประสิทธิภาพจะได้รับความนิยมอย่างมาก [2] การนำเทคโนโลยีทางคอมพิวเตอร์ มาช่วยในการทดสอบจะทำให้เกิดรูปแบบการทดสอบใหม่ ๆ และส่งผลถึงการพัฒนาด้านข้อสอบ โดยตรง ซึ่งจะต้องมีการสร้างข้อสอบที่มีคุณภาพขึ้นเป็นจำนวนมากเพื่อนำข้อสอบเข้าสู่คลังข้อสอบ ทดแทนข้อสอบที่ถูกใช้ไป เป็นการป้องกันปัญหาการใช้ข้อสอบซ้ำกัน และเพื่อรักษาความเชื่อมั่นในการทดสอบ [3] จากการที่ในยุคดิจิทัลที่เทคโนโลยีเข้ามามีบทบาทสำคัญในการพัฒนาการศึกษา การสร้างและจัดการข้อสอบแบบออนไลน์เป็นหนึ่งในแนวทางที่ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการสอนและการประเมินผลผู้เรียน โดยช่วยลดภาระงานของครูและเพิ่มความสะดวกให้กับผู้เรียน การจัดสอบแบบออนไลน์ยังส่งเสริมให้เกิดความโปร่งใสและลดความผิดพลาดในการประเมินผลเมื่อเปรียบเทียบกับการจัดการข้อสอบแบบเดิม รวมถึงสามารถแจ้งผลคะแนนได้ทันทีที่สอบเสร็จสิ้น ทั้งนี้เทคโนโลยีสารสนเทศยังช่วยให้การจัดเก็บข้อมูลและการวิเคราะห์ผลการสอบสามารถดำเนินการได้อย่างรวดเร็วและเป็นระบบ

จากความสำคัญของการวัดและประเมินผลแบบออนไลน์จึงมีแนวคิดในการหาวิธีในการช่วยครูในกระบวนการจัดทำข้อสอบแบบออนไลน์และการวิเคราะห์ผลการสอบ เพื่อช่วยการลดระยะเวลาที่ใช้ในการเตรียมข้อสอบและการประมวลผลคะแนน ซึ่งเป็นภาระสำคัญของครูในปัจจุบัน [4] อีกทั้งยังช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการวิเคราะห์ผลการเรียนของผู้เรียน เพื่อให้ครูสามารถปรับแผนการสอนได้อย่างเหมาะสมต่อความต้องการของนักเรียนแต่ละคน นอกจากนี้การใช้งานระบบออนไลน์ยังช่วยให้ผู้เรียนสามารถเข้าถึงการสอบได้จากทุกที่ ทุกเวลา ผ่านอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่เชื่อมต่อกับอินเทอร์เน็ต [5] ซึ่งการพัฒนาแบบสร้างข้อสอบออนไลน์นี้จะสามารถช่วยครูสร้างและจัดการข้อสอบออนไลน์ รวมถึงการวิเคราะห์ผลการสอบในรูปแบบกราฟ [6] เพื่อสนับสนุนการเรียนการสอนในสถานศึกษาได้อย่างมีประสิทธิภาพ อีกทั้งยังส่งเสริมการใช้เทคโนโลยีเพื่อการศึกษาที่สามารถขยายผลไปยังสถานศึกษาต่าง ๆ ต่อไป

2.วัตถุประสงค์ของการวิจัย

2.1 เพื่อพัฒนาระบบสร้างข้อสอบแบบออนไลน์สำหรับครู

2.2 เพื่อประเมินประสิทธิภาพของระบบสร้างข้อสอบแบบออนไลน์สำหรับครู

2.3 เพื่อประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานระบบสร้างข้อสอบแบบออนไลน์สำหรับครู

3.ขอบเขตการวิจัย

3.1 กลุ่มเป้าหมาย คือ ครูวิทยาลัยเทคนิคหนองคาย จำนวน 15 คน และผู้เรียนในที่นี่เป็นนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ปีที่ 1 วิทยาลัยเทคนิคหนองคาย จำนวน 13 คน

3.2 ขอบเขตของโปรแกรม

3.2.1 ส่วนของครู ประกอบด้วย การสร้างข้อสอบ การดูข้อสอบ การแก้ไขข้อสอบ การลบข้อสอบ การตรวจสอบผลคะแนน และการควบคุมการสอบ การจัดการสอบในรูปแบบออนไลน์กับผู้เรียน

3.2.2 ส่วนของผู้เรียน เป็นการเข้าไปทำข้อสอบ และดูข้อสอบ และตรวจผลคะแนนสอบ

4.วิธีดำเนินการวิจัย

ระบบสร้างข้อสอบออนไลน์สำหรับครู มีวิธีการดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้

4.1 วิเคราะห์สภาพปัจจุบันของการสอบโดยการสัมภาษณ์จากครูและผู้เรียน

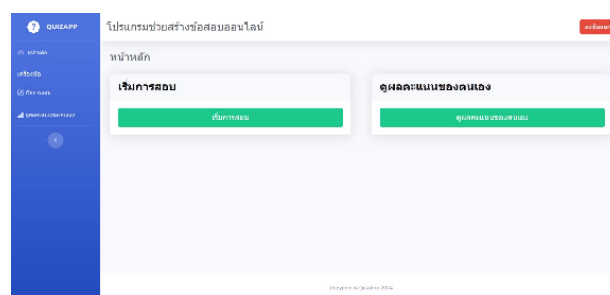
4.2 พัฒนาระบบสร้างข้อสอบออนไลน์สำหรับครู มีวิธีการในการพัฒนาดังนี้

4.2.1 ศึกษาทฤษฎีและเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาและทดสอบประสิทธิภาพจากสื่อประเภทต่าง ๆ เช่น หนังสือ เว็บไซต์และสอบถามข้อมูลการปฏิบัติงานจริงของผู้มีประสบการณ์หรือชำนาญการ

4.2.2 วิเคราะห์ระบบ จากข้อมูลการสัมภาษณ์และจากการศึกษาค้นคว้าวิธีการพัฒนาระบบในแต่ละส่วนเพื่อนำไปใช้ในการกำหนดวัตถุประสงค์ กำหนดขอบเขตในการศึกษา ตลอดจนกำหนดระยะเวลาในการดำเนินงาน เพื่อเป็นแนวทางในการทดสอบประสิทธิภาพ

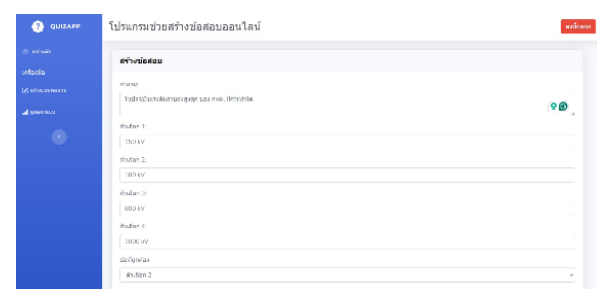
4.2.3 ออกแบบและพัฒนาระบบ โดยออกแบบโครงสร้างผังการทำงานของระบบ และออกแบบโครงสร้างผังการทำงานของระบบฐานข้อมูล ในส่วนของการออกแบบระบบ (System

Design) โดยใช้เทคโนโลยี HTML, CSS, JavaScript การพัฒนาระบบผ่านโปรแกรม VS Code สำหรับการพัฒนาเว็บไซต์ และฐานข้อมูล MySQL สำหรับจัดเก็บข้อมูล และทดสอบการทำงานเบื้องต้นของแต่ละส่วนในระบบ การสร้างข้อสอบ การแสดงผลกราฟ และการจัดเก็บข้อมูลผู้เข้าสอบ ดังรูปที่ 1



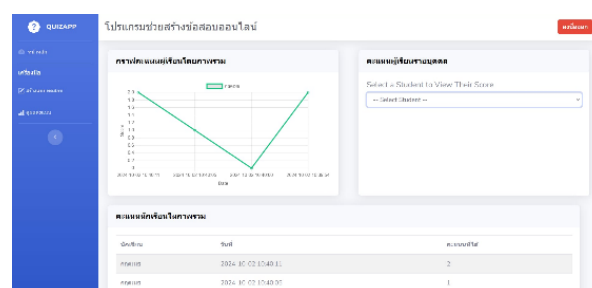
รูปที่ 1 การออกแบบหน้าตาของระบบ

4.2.4 การทดสอบระบบ โดยทดลองใช้งานผ่าน server ที่ตั้งค่าไว้แสดงดังรูปที่ 2



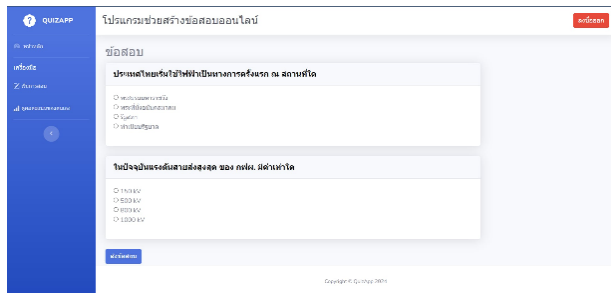
รูปที่ 2 การทดลองใช้งานระบบสร้างข้อสอบออนไลน์

4.2.5 การเก็บข้อมูล นำระบบไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างที่ประกอบด้วยครูและผู้เรียนในวิทยาลัยเทคนิคหนองคาย แสดงดังรูปที่ 3



รูปที่ 3 การทดลองเก็บข้อมูลของผู้เรียน

4.2.6การปรับปรุงแก้ไข ระบบสร้างข้อสอบออนไลน์ให้เหมาะสมกับการนำไปใช้งานและวิเคราะห์ผลจากการเก็บข้อมูลแสดงดังรูปที่ 4



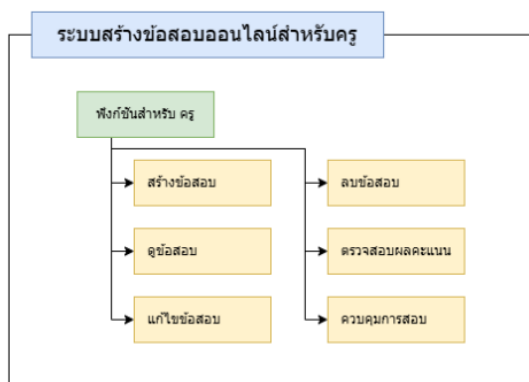
รูปที่ 4 การทดลองใช้งานระบบสร้างข้อสอบออนไลน์

4.2การประเมินคุณภาพ

4.2.1การทดสอบความถูกต้องของวิจัยในครั้งนี้ได้ดำเนินการทดสอบระบบตามการออกแบบตามบล็อกไดอะแกรม

ในการทำงานของระบบสร้างข้อสอบออนไลน์สำหรับครู มีวิธีการใช้งาน และการเก็บข้อมูลโดยแบ่งการใช้งานออกเป็น 2 ส่วนดังนี้ ดังนี้

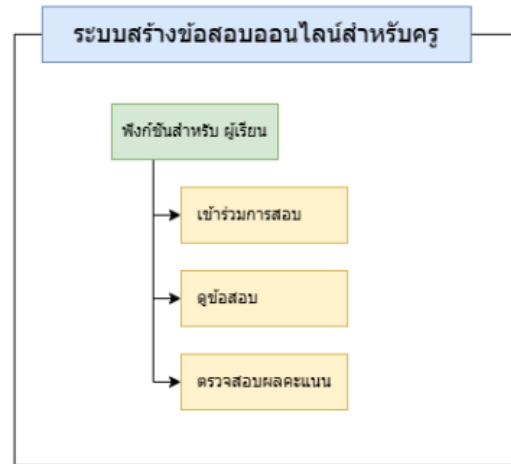
1)ระบบสร้างข้อสอบออนไลน์สำหรับครู ซึ่งเป็นไดอะแกรมที่แสดงถึงลำดับและกระบวนการเข้าใช้งานของครูผู้สอน ที่จะสามารถเข้าไปใช้งานระบบเพื่อสร้างข้อสอบในรายวิชานั้น ๆ และสามารถดูผลคะแนนของผู้เรียนในรายบุคคลได้ดังแสดงในรูปที่ 5



รูปที่ 5 บล็อกไดอะแกรมระบบสร้างข้อสอบออนไลน์สำหรับครู

2)ระบบสร้างข้อสอบออนไลน์สำหรับครู ซึ่งเป็นไดอะแกรมที่แสดงถึงลำดับและกระบวนการเข้าใช้งานของ

ผู้เรียนที่จะเข้าไปใช้งานในการทำข้อสอบ และตรวจดูผลคะแนนสอบของตนเอง แสดงผลดังรูปที่ 6



รูปที่ 6 บล็อกไดอะแกรมระบบสร้างข้อสอบออนไลน์สำหรับครู

4.2.2ประเมินคุณภาพของระบบโดยใช้แบบประเมินซึ่งเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ จำนวน 3 ด้านประกอบด้วย ด้านการออกแบบระบบ ด้านความชัดเจนและถูกต้องของระบบ และด้านการใช้งาน

4.2.3การหาความพึงพอใจของผู้ใช้งานระบบ โดยใช้แบบสอบถามความพึงพอใจซึ่งเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ ในส่วนของครู มีจำนวน 5 รายการ ประกอบด้วย ความสะดวกในการสร้างข้อสอบ ความครบถ้วนของฟังก์ชันการสร้างข้อสอบ ความรวดเร็วในการประมวลผลข้อมูล ความเหมาะสมของการแสดงผลข้อมูลในรูปแบบกราฟ และความพึงพอใจในภาพรวมของระบบ ในส่วนของผู้เรียนมีจำนวน 5 รายการ ประกอบด้วย ความสะดวกในการเข้าไปใช้งานระบบ ขนาดและรูปแบบของตัวอักษร ขนาดและสีของรูปภาพในข้อสอบ ความเร็วในการประมวลผล และความเร็วในการแจ้งผลคะแนนสอบ

โดยมีเกณฑ์ในการให้คะแนนในแต่ละหัวข้อดังนี้ [7]

- 5 หมายถึง มากที่สุด
- 4 หมายถึง มาก
- 3 หมายถึง ปานกลาง
- 2 หมายถึง น้อย
- 1 หมายถึง น้อยที่สุด

การแปลผลใช้เกณฑ์กำหนดระดับค่าคะแนนเฉลี่ยตามเกณฑ์ดังนี้

ค่าเฉลี่ย 4.51-5.00 หมายถึง มากที่สุด

ค่าเฉลี่ย 3.51-4.49 หมายถึง มาก

ค่าเฉลี่ย 2.51-3.49 หมายถึง ปานกลาง

ค่าเฉลี่ย 1.51-2.49 หมายถึง น้อย

ค่าเฉลี่ย 1.00-1.49 หมายถึง น้อยที่สุด

5.ผลการวิจัย

5.1ผลของการสร้างระบบสร้างข้อสอบออนไลน์สำหรับครูพบว่า ระบบประกอบด้วย 2 ส่วน ส่วนแรกสำหรับครูผู้สอนและส่วนที่ 2 สำหรับผู้เรียนซึ่งสามารถทำงานได้ตามจุดมุ่งหมายที่วางไว้โดยระบบสร้างข้อสอบออนไลน์สำหรับครูสามารถให้ครูผู้สอนเข้าไปใช้งานเพื่อสร้างข้อสอบ แก้ไขข้อสอบ อีกทั้งยังสามารถจัดเก็บผลการสอบและแสดงผลในรูปแบบกราฟที่เข้าใจง่าย ทำให้ครูสามารถวิเคราะห์ผลการเรียนรู้ของผู้เรียนได้อย่างรวดเร็วและแม่นยำ

5.2ผลการประเมินประสิทธิภาพของระบบสร้างข้อสอบแบบออนไลน์สำหรับครู แสดงผลได้ดังตารางที่ 1-3

ตารางที่ 1 ผลการประเมินประสิทธิภาพของระบบด้านการออกแบบระบบ

รายการประเมิน	$\bar{X}$	S.D.	ระดับคุณภาพ
1. ความเชื่อมโยงไม่ซับซ้อน	4.60	0.52	มากที่สุด
2. การจัดหน้า Page	4.70	0.48	มากที่สุด
3. การจัดวางรูปแบบ	4.80	0.42	มากที่สุด
4. ระบบไม่ซับซ้อนเข้าใจง่าย	4.70	0.48	มากที่สุด
5. ลำดับการดำเนินงานระบบ	4.70	0.48	มากที่สุด
รวม	4.70	0.19	มากที่สุด

ซึ่งจากตารางที่ 1 จะเห็นว่าในด้านการออกแบบระบบผลการประเมินประสิทธิภาพโดยภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด โดยรายการที่มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุด คือ การจัดวางรูปแบบ และรายการที่มีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุด คือ ความเชื่อมโยงไม่ซับซ้อน

ตารางที่ 2 ผลการประเมินประสิทธิภาพของระบบด้านความชัดเจนและถูกต้องของระบบ

รายการประเมิน	$\bar{X}$	S.D.	ระดับคุณภาพ
1. ตรวจสอบความถูกต้องของฟังก์ชันการสร้างข้อสอบ เช่น การเพิ่ม ลบ และแก้ไขข้อสอบ	5.00	0.00	มากที่สุด
2. การแสดงผลคำถามตัวเลือก และการตั้งค่าคะแนนในแต่ละข้อสอบ	4.70	0.48	มากที่สุด
3. การประมวลผลคะแนนและการจัดเก็บข้อมูลผลการสอบในฐานข้อมูล	4.70	0.48	มากที่สุด
4. การรองรับผู้ใช้งานหลายคนพร้อมกัน	4.60	0.52	มากที่สุด
รวม	4.75	0.32	มากที่สุด

จากตารางที่ 2 จะเห็นว่าในด้านความชัดเจนและถูกต้องของระบบ ผลการประเมินประสิทธิภาพโดยภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด โดยตรวจสอบความถูกต้องของฟังก์ชันการสร้างข้อสอบ เช่น การเพิ่ม ลบและแก้ไขข้อสอบมีค่าเฉลี่ยสูงที่สุด

ตารางที่ 3 ผลการประเมินประสิทธิภาพของระบบด้านการใช้งาน

รายการประเมิน	$\bar{X}$	S.D.	ระดับคุณภาพ
1. ใช้งานง่ายไม่ซับซ้อน	4.80	0.42	มากที่สุด
2. การแสดงผลเว็บไซต์บนอุปกรณ์ที่หลากหลาย (สมาร์ตโฟน, คอมพิวเตอร์, แท็บเล็ต)	4.90	0.32	มากที่สุด
3. ความเข้ากันได้ของ Browser	4.90	0.32	มากที่สุด
4. รูปภาพมีความเหมาะสม	4.90	0.32	มากที่สุด
5. รูปแบบและขนาดของตัวอักษร	4.60	0.52	มากที่สุด
รวม	4.82	0.17	มากที่สุด

จากตารางที่ 3 จะเห็นว่าในด้านการใช้งานระบบ ผลการประเมินประสิทธิภาพโดยภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด โดยการแสดงผลเว็บไซต์บนอุปกรณ์ที่หลากหลาย (สมาร์ทโฟน, คอมพิวเตอร์, แท็บเล็ต) ความเข้ากันได้ของ Browser และรูปภาพมีความเหมาะสม มีค่าเฉลี่ยสูงสุด

5.3 ผลการประเมินความพึงพอใจต่อการใช้งานระบบ

ผลการประเมินความพึงพอใจของครูที่มีต่อการใช้งานระบบออกข้อสอบออนไลน์แสดงผลดังตารางที่ 4 และความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อการใช้งานระบบแสดงผลดังตารางที่ 5

ตารางที่ 4 ผลการศึกษาความพึงพอใจของครูต่อการใช้งานระบบ

รายการประเมิน	$\bar{X}$	S.D.	ระดับคุณภาพ
1. ความสะดวกในการสร้างข้อสอบ	4.70	0.48	มากที่สุด
2. ด้านความครบถ้วนของฟังก์ชันการสร้างข้อสอบ	4.80	0.48	มากที่สุด
3. ความรวดเร็วในการประมวลผลข้อมูล	4.70	0.48	มากที่สุด
4. ความเหมาะสมของการแสดงผลข้อมูลในรูปแบบกราฟ	4.70	0.48	มากที่สุด
5. ความพึงพอใจในภาพรวมของระบบ	4.60	0.51	มากที่สุด
รวม	4.70	0.16	มากที่สุด

จากตารางที่ 4 พบว่า ครูมีความพึงพอใจต่อการใช้งานระบบโดยภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด โดยรายการที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด คือ ความครบถ้วนของฟังก์ชันการสร้างข้อสอบ และรายการที่มีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุด คือ ความพึงพอใจในภาพรวมของระบบ

ตารางที่ 5 ผลการศึกษาความพึงพอใจของผู้เรียนต่อการใช้งานระบบ

รายการประเมิน	$\bar{X}$	S.D.	ระดับคุณภาพ
1. ความสะดวกในการเข้าไปใช้งานระบบ	4.60	0.52	มากที่สุด
2. ขนาดและรูปแบบของตัวอักษร	4.70	0.48	มากที่สุด
3. ขนาดและสีของรูปภาพในข้อสอบ	4.50	0.53	มากที่สุด
4. ความเร็วในการประมวลผล	4.70	0.48	มากที่สุด
5. ความรวดเร็วในการแจ้งผลคะแนนสอบ	4.50	0.53	มากที่สุด
รวม	4.60	0.19	มากที่สุด

จากตารางที่ 5 พบว่า ผู้เรียนมีความพึงพอใจต่อการใช้งานระบบโดยภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด โดยรายการที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด คือ ขนาดและรูปแบบของตัวอักษร และความเร็วในการประมวล ส่วนรายการที่มีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุด คือ ความพึงพอใจในภาพรวมและขนาดและสีของรูปภาพในข้อสอบ

6. สรุปผลการวิจัย

6.1 ผลการออกแบบและสร้างระบบสร้างข้อสอบออนไลน์

ระบบสร้างข้อสอบออนไลน์แบ่งออกเป็น 2 ส่วน ส่วนของครู ประกอบด้วย การสร้างข้อสอบ การดูข้อสอบ การแก้ไขข้อสอบ การลบข้อสอบ การตรวจสอบผลคะแนน และการควบคุมการสอบ การจัดการสอบในรูปแบบออนไลน์กับผู้เรียน ส่วนของผู้เรียน เป็นการเข้าไปทำข้อสอบ และดูข้อสอบ และตรวจผลคะแนนสอบ ซึ่งการสรุปผลคะแนนของผู้เรียนในรูปแบบของกราฟที่จะช่วยให้ครูผู้สอนเห็นพัฒนาการของผู้เรียนรายบุคคลและภาพรวม และปรับปรุงพฤติกรรมการเรียนการสอนให้เหมาะสมกับผู้เรียนนั้น ๆ ได้

6.2 ผลการประเมินประสิทธิภาพระบบสร้างข้อสอบออนไลน์สำหรับครู

ระบบสร้างข้อสอบออนไลน์สำหรับครูในด้านการออกแบบระบบผลประเมินประสิทธิภาพโดยภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด โดยการจัดวางรูปแบบมีค่าเฉลี่ยสูงสุด ด้านความชัดเจนและถูกต้องของระบบ ผลประเมินประสิทธิภาพโดยภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด โดยตรวจสอบความถูกต้องของฟังก์ชันการสร้างข้อสอบ เช่น การเพิ่ม ลบ และแก้ไขข้อสอบมีค่าเฉลี่ยสูงสุด และด้านการใช้งานระบบ ผลประเมินประสิทธิภาพโดยภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด โดยการแสดงผลเว็บไซต์บนอุปกรณ์ที่หลากหลาย (สมาร์ทโฟน, คอมพิวเตอร์, แท็บเล็ต) ความเข้ากันได้ของ Browser และรูปภาพมีความเหมาะสมมีค่าเฉลี่ยสูงสุด

6.3 ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานระบบออกข้อสอบออนไลน์

ครูมีความพึงพอใจต่อระบบการออกข้อสอบออนไลน์โดยภาพรวมพึงพอใจในระดับมากที่สุด โดยความครบถ้วนของการสร้างข้อสอบมีค่าเฉลี่ยสูงสุด ส่วนผู้เรียนที่เข้ามาใช้ระบบการสร้างข้อสอบออนไลน์โดยภาพรวมมีความพึงพอใจต่อการใช้งานระบบโดยภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด โดยขนาดและรูปแบบของตัวอักษร และความเร็วในการประมวลผลมีค่าเฉลี่ยสูงสุด

จากสรุปผลการวิจัยมีประเด็นอภิปรายผลได้ว่าระบบสร้างข้อสอบออนไลน์สำหรับครูที่พัฒนาขึ้นสามารถตอบสนองความต้องการของผู้ใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ระบบมีความถูกต้องในฟังก์ชันการทำงาน ความเสถียรในการรองรับผู้ใช้งานหลายคน และมีความยืดหยุ่นในการแสดงผลบนอุปกรณ์และเบราว์เซอร์ต่าง ๆ นอกจากนี้ ผู้ใช้งานมีความพึงพอใจในระดับมากที่สุด โดยเฉพาะด้านความสะดวก ความรวดเร็ว สอดคล้องกับอภิสิทธิ์ทอง [9] และการแสดงผลในรูปแบบกราฟ ซึ่งช่วยให้ครูวิเคราะห์และปรับปรุงการสอนได้อย่างเหมาะสม สอดคล้องกับกาญจนา รูปคำ [10] และสุรัชย์ รักสมบัติ และคณะ [11] นอกจากนี้ ระบบยังช่วยเพิ่มความสะดวกให้กับผู้เรียนในการเข้าทำข้อสอบออนไลน์ได้ทุกที่ทุกเวลา และได้รับผลสอบทันทีหลังการสอบเสร็จ ผลการทดลองใช้งานพบว่าผู้ใช้งานทั้งครูและนักเรียนมีความพึงพอใจในระดับมากที่สุดต่อความง่าย ความรวดเร็ว และความครบถ้วนของระบบ

7. ข้อเสนอแนะ

- 7.1 ควรเพิ่มฟังก์ชันการวิเคราะห์ผลเชิงลึก เช่น การเปรียบเทียบคะแนนของผู้เรียนในแต่ละหัวข้อ
- 7.2 ควรขยายกลุ่มทดลองให้ครอบคลุมสถานศึกษาที่หลากหลายเพื่อประเมินประสิทธิภาพในบริบทที่แตกต่างกัน
- 7.3 พัฒนาต่อยอดเป็นคลังข้อสอบรวมของสถานศึกษา
- 7.4 พัฒนาต่อยอดในการตรวจสอบคุณภาพของข้อสอบ

เอกสารอ้างอิง

- [1] Tumthong, "Education in the Era of Digital Disruption and the Impact of the COVID-19 Pandemic on Learning Management in Thai Educational Institutions", *Sakthong: Journal of Humanities and Social Sciences*, Vol.28, No.3, p1-3, 2022. (in Thai)
- [2] S. Raksombat, P. Pradutprom, and K. Phanthong, "Development of an Automatic Test Generation System for Creating a Test Bank Categorized by Content and Difficulty Levels: Application of Assessment Engineering Concepts", Ph.D. dissertation, Research and Statistics in Cognitive Science, Burapha University, 2021. (in Thai)
- [3] Gierl, M. J., & Lai, H. "Instructional Topics in Educational Measurement (ITEMS) Module: Using Automated Processes to Generate Test Items", *Educational Measurement : Issues and Practice*, 32(3), 2013, p36-50.

- [4] T. Boonliptanon, K. Khumkaew, A. Preechapanich, and S. Thianmontree, "A Prototype Program of an Online Adaptive Testing System Using the Logistic Model: A Case Study of Basic English", *Thaksin University Journal*, Vol.20, Special Issue from the 27th Thaksin University National Academic Conference and the 3rd National Conference on Business Administration and Economics, p308–316, 2017. (in Thai)
- [5] K. Wattananarong, *Innovation and Technology in Technical Education*, Bangkok: Textbook Production Center, King Mongkut's University of Technology North Bangkok, 2014. (in Thai)
- [6] S. Kanjanawasee, *Modern Test Theories*, 4th ed. Bangkok: Chulalongkorn University Press, 2012. (in Thai)
- [7] Wiersma, W., & Jurs, S. G., "*Educational measurement and testing*", Needham Heights, MA: Allyn and Bacon, 1990.
- [8] S. Thongmak *et al.*, "Learning outcomes analysis using technology", *Journal of Thai Education*, Vol.15, No.3, p112–125, 2019. (in Thai)
- [9] A. Photong, "Development of a borrowing and returning information system for materials and equipment", *Journal of Vocational Education Research and Innovation*, Vol.8, No.2, p72–88, 2024. (in Thai)
- [10] K. Ruptam, "Development of an online testing system for Prachuap Khiri Khan Technology College," M.S. thesis, Information Technology, Dhurakij Pundit University, 2022. (in Thai)
- [11] S. Raksombat *et al.*, "Development of an automatic test generation system for organizing a test bank classified by content and difficulty levels: Applying assessment engineering concepts," *Journal of Educational Measurement Mahasarakham University*, Vol.28, No.1, p311–330, 2022. (in Thai)

การสอนซ่อมเสริมพื้นฐานไฟฟ้า วิชาวงจรไฟฟ้ากระแสสลับ สำหรับนักเรียน ปวช. 1

Remedial Instruction in Fundamental Electricity (AC Circuits) for First-Year Vocational Students

นำโชค วัฒนานัย^{1*}, สมเกียรติ วุฒิธรรมาภิวัฒน์², คุณัญญา รongศรีนะ³, ณภัทร พูลพัฒนา⁴ชินพงษ์ เลื่อยไธสง⁵, จีระวัฒน์ เปรมรัตน์⁶, เมธาพัฒน์ ดีแท้⁷ และ ภัทรพงศ์ พรหมศรี⁸Numchoke Wattananaiya^{1*}, Somkiat Wuttithammapiwat², Khunanya Rongsrinah³, Napat Poolpattana⁴,Chinnapong Lueaithaisong⁵, Jeerawat Permratt⁶, Methapat Deetae⁷ and Pattarapong Promsri⁸^{*1,3,4,5,6,7} คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ กรุงเทพมหานคร 10800² คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาจุฬาราชวิทยาลัย วิทยาเขตอีสาน จังหวัดขอนแก่น 40000^{*1,3,4,5,6,7} Faculty of Technical Education, King Mongkut's University of Technology North Bangkok, Bangkok, 10800² Lecturer, Faculty of Education, Mahamakut Buddhist University Isan Campus, Khonkaen, 40000

Received : 2024-10-14 Revised : 2024-11-24 Accepted : 2024-11-25

บทคัดย่อ

พื้นฐานและมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ที่ถูกต้อง มีความสำคัญต่อนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) สาขาช่างไฟฟ้ากำลัง นักเรียนต้องได้รับความรู้และมีทักษะการใช้คณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือในการคำนวณค่าทางไฟฟ้า การวิจัยนี้เป็นการวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน วางแผนการวิจัยแบบทดลองกลุ่มเดียวศึกษาเฉพาะรายกรณี วัดผลหลังการทดลองวัตถุประสงค์ (1) เพื่อศึกษาผลการสอนซ่อมเสริมพื้นฐานไฟฟ้า วิชาวงจรไฟฟ้ากระแสสลับ สำหรับนักเรียน ปวช. 1 และ (2) เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการสอนซ่อมเสริม กลุ่มเป้าหมายเป็นนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ระดับชั้นปีที่ 1 จำนวน 5 คน สอนซ่อมเสริมบางจุดประสงค์ที่เรียนไม่ผ่านนอกเวลาสอนปกติ ดำเนินการวิจัยเป็นวงจร PAOR (Plan, Act, Observe, Reflect) ซ้ำ 2 ระยะ เครื่องมือที่ใช้ คือ (1) เอกสารสรุปสาระสำคัญทางไฟฟ้า และ (2) แบบฝึกปฏิบัติคำนวณค่าทางไฟฟ้า ใช้สถิติเชิงพรรณนา ผลการวิจัยปรากฏว่า กลุ่มเป้าหมายส่วนใหญ่มีคะแนนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 80 มีพัฒนาการสัมพัทธ์ในระดับสูง (RGS=60.73) พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ระหว่างคะแนนจากทั้งสองระยะที่ระดับ .05 โดยคะแนนในระยะที่ 2 สูงกว่าคะแนนระยะที่ 1 อย่างมีนัยสำคัญ นอกจากนี้ ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการสอนซ่อมเสริมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$ = 4.6, S.D.=0.54).

คำสำคัญ : การวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน, การสอนซ่อมเสริม, แบบฝึกปฏิบัติ

Abstract

A strong foundation in mathematics is crucial for students in the Electrical Power Technology vocational certificate program. Proficiency in mathematics is essential for performing electrical calculations. This classroom action research employed a single-group experimental design with post-test-only measurement, focusing on a case study of five first-year vocational students. The research aimed to: (1) evaluate the effectiveness of remedial instruction in AC circuit theory, targeting specific learning objectives not met during regular classes; and (2) assess student satisfaction with this remedial instruction. The remedial instruction was delivered outside of regular class time. The research followed a

*นำโชค วัฒนานัย

E-mail address : numchoke.w@fte.kmutnb.ac.th

two-cycle PAOR (Plan, Act, Observe, Reflect) process. Data were collected using (1) a summary document outlining key electrical concepts and (2) practice exercises for electrical calculations. Descriptive statistics were used for analysis. The results showed that the majority of participants achieved scores above 80%. A high level of relative growth score was observed (RGS = 60.73). A statistically significant level of .05 was found between the scores from the two measurement periods, with the second period's scores significantly higher than the first. Furthermore, participant satisfaction with the remedial instruction was very high. ($\bar{X}$ =4.6, S.D.=0.54).

Keywords : Classroom Action Research, Remedial teaching, Practice Sheets

1.บทนำ

สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา [1] กำหนดให้หลักสูตรอาชีวศึกษา ประเภทวิชาอุตสาหกรรม สาขาวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) เป็นหลักสูตรหลังมัธยมศึกษาตอนต้นหรือเทียบเท่า นักเรียน ปวช. สาขาวิชาช่างไฟฟ้ากำลังต้องมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับพื้นฐานวงจรไฟฟ้า รู้หลักการและกฎทางไฟฟ้า มีทักษะการต่อวงจรและใช้คณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือในการคำนวณค่าทางไฟฟ้า

ผู้วิจัยสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียน ปวช. ชั้นปีที่ 1 ในภาคเรียนที่ 2/2566 รายวิชา 20104-2003 วงจรไฟฟ้ากระแสสลับโรงเรียนจิตรลดาวิชาชีพขณะทำแบบฝึกหัดระหว่างเรียน และผลคะแนนสอบกลางภาค โดยเฉพาะการเขียนตอบแบบอัตนัย ข้อมูลที่พบและสรุปได้ว่าเป็นปัญหาในชั้นเรียน คือ พื้นฐานความรู้และทักษะการคำนวณคณิตศาสตร์ที่มีความแตกต่างกันในการตีความโจทย์ปัญหาทางไฟฟ้า นักเรียนส่วนใหญ่ไม่แสดงวิธีทำ ไม่ลดรูปตัวเลขด้วยการปัดเศษทศนิยม ไม่ใส่หน่วยทางไฟฟ้า ใช้คำอุปสรรคในการกำหนดค่าทางไฟฟ้าผิด และเมื่อสัมภาษณ์แบบสุ่มอย่างไม่เป็นทางการ พบว่า นักเรียนติดปัญหาในเรื่องของการวิเคราะห์โจทย์ บางคนลืมสัญลักษณ์ทางไฟฟ้า เช่น ตัวเก็บประจุ และตัวเหนี่ยวนำ ทำให้ไม่สามารถวาดวงจรได้ถูกต้องตามโจทย์ และ

ขาดสมาธิในการเรียน เนื่องจากการเล่นโทรศัพท์ระหว่างเรียน เมื่อไม่ได้ตั้งใจฟังจึงเป็นอีกสาเหตุหนึ่งที่เรียนไม่เข้าใจ

ประเด็นสำคัญและจำเป็นเร่งด่วนเพื่อแก้ปัญหาการสอนปลายภาค คือ การช่วยเหลือให้นักเรียนสามารถเรียนรู้และเข้าใจโจทย์ปัญหา สามารถตีความโจทย์ที่กำหนด ใช้สัญลักษณ์ที่ถูกต้องในการวาดวงจรไฟฟ้าได้ ผู้วิจัยจึงค้นคว้าเอกสารงานวิจัยในขอบข่ายที่เกี่ยวข้องกับพื้นฐานคณิตศาสตร์และการเรียนวิชาวงจรไฟฟ้า ศึกษาปัญหาและวิธีการแก้ไข ได้แก่ งานวิจัยของ S. Khamjan [2] กล่าวว่า เนื้อหาสาระของวงจรไฟฟ้า เป็นสิ่งที่สำคัญต่อการพัฒนาทักษะการต่อวงจร และเป็นพื้นฐานที่นักเรียนต้องนำความรู้ไปใช้ต่อยอดเรื่องอื่นต่อไป โดยปัญหาในการจัดการเรียนการสอนรายวิชาไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น พบว่า ขาดสื่อการเรียนรู้ที่เหมาะสมครูส่วนใหญ่ใช้การสอนแบบเดิม สื่อสารเนื้อหาด้วยการใช้กระดานให้นักเรียนจดบันทึกตาม จากนั้นจึงให้ทำแบบฝึกหัดท้ายหน่วยเรียนรู้ ส่วน W. Wattanasinthu and Y. Aabsuwan [3] กล่าวว่า การศึกษาทางด้านช่างอุตสาหกรรมเป็นวิชาที่มีความเกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ ต้องนำความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ใช้และต่อยอดองค์ความรู้ในศาสตร์และเทคโนโลยีตามสาขาวิชาชีพ ปัญหาที่พบในการเรียนการสอนระดับชั้น ปวช. คือ รูปแบบการสอนที่ยึดผู้สอนเป็นสำคัญ ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกระบวนการเรียนน้อย จัดการเรียนการสอนแบบท่องจำมากกว่าการคิดและปฏิบัติ

โดยสรุป งานวิจัยที่ศึกษาข้างต้นนั้น ปัญหาที่เกิดขึ้นกับนักเรียน ปวช. คือ พื้นฐานคณิตศาสตร์และการคำนวณค่าทางไฟฟ้า การขาดแคลนสื่อที่เหมาะสมกับรายวิชาหรือวัสดุประสงค์การเรียนรู้ รูปแบบการสอนของครูที่ไม่ตอบสนองความแตกต่างของผู้เรียน ครูใช้วิธีสอนแบบเดิมถือการบรรยาย และมีกิจกรรมที่สนับสนุนการมีส่วนร่วมในการเรียนรู้น้อย จึงส่งผลต่อการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์กับวิทยาศาสตร์ให้สัมพันธ์กับสาขาวิชาชีพ ครูที่เป็นนักวิจัยหลายท่านจึงได้คิดหาวิธีแก้ปัญหาด้วยการวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน (Classroom Action Research) เท่าที่ค้นพบงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ P. Khansombat [4] ได้พัฒนาสื่อการเรียนรู้แบบสอนเสริมโดยใช้เทคโนโลยีเสมือนจริง เพื่อแก้ปัญหาคำการต่อวงจรไฟฟ้า S. Amornpun [5] พัฒนาสื่อการเรียนรู้แบบสอนเสริมโดยใช้เทคโนโลยีเสมือนจริง เพื่อแก้ปัญหเกี่ยวกับพื้นฐานการอ่านแบบและเขียนแบบสัญลักษณ์ อุปกรณ์ไฟฟ้าและ

อิเล็กทรอนิกส์ตามมาตรฐานสากล ส่วน S. Phuaknoy [6] สอนคณิตศาสตร์เสริมพื้นฐาน เพื่อแก้ปัญหาพื้นฐานทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาที่มีความแตกต่างกัน ทำให้เพิ่มพูนความรู้และพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น

จากประเด็นต่าง ๆ ที่กล่าวมานั้น การแก้ปัญหาในชั้นเรียน ในรายวิชาที่พื้นฐานการคำนวณของนักเรียนมีความแตกต่างกัน ครูนักวิจัยส่วนใหญ่ใช้การสอนเสริมหรือสอนซ่อมเสริม และเลือกใช้สื่อการสอนประเภทต่าง ๆ ที่เหมาะสม เป็นเครื่องมือแก้ปัญหาการเรียนรู้ของผู้เรียนในด้านการออกแบบวงจร การเขียนวงจรไฟฟ้า การคำนวณค่าทางไฟฟ้า และการต่อวงจรไฟฟ้า สอดคล้องกับ I. Dekk, et al. [7] ที่กล่าวว่า “การสอนซ่อมเสริมหรือการเรียนเสริม (Supplemental Instruction; SI)” เป็นวิธีการที่ช่วยให้นักศึกษามีเกรดที่สูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ดังนั้น ปัญหาและวิธีแก้ไขซึ่งได้มาจากการศึกษางานวิจัยในข้างต้น มีความสอดคล้องกับปัญหาในชั้นเรียน ที่ผู้วิจัยกำลังประสบและต้องรีบเร่งแก้ไข ทำให้ผู้วิจัยสนใจที่จะใช้การสอนซ่อมเสริมนักเรียน เพื่อปรับพื้นฐานความรู้ เกี่ยวกับการคำนวณค่าทางไฟฟ้า การตีความโจทย์ การใช้สัญลักษณ์ทางไฟฟ้า การหาค่าตัวแปร การปิดเศษทศนิยม และการใช้หน่วยของค่าทางไฟฟ้า ซึ่งผู้วิจัยเชื่อมั่นว่าการสอนซ่อมเสริมสามารถช่วยแก้ปัญหาได้

2.คำถามการวิจัย

- 2.1การสอนซ่อมเสริมส่งผลต่อการพัฒนาการด้านการคำนวณค่าทางไฟฟ้าของนักเรียนหรือไม่
- 2.2หลังจากสอนซ่อมเสริมแล้วนักเรียนมีพัฒนาการด้านการคำนวณค่าทางไฟฟ้าดีขึ้นหรือไม่

3.วัตถุประสงค์การวิจัย

- 3.1เพื่อศึกษาผลการสอนซ่อมเสริมพื้นฐานไฟฟ้า วิชาวงจรไฟฟ้ากระแสสลับ สำหรับนักเรียน ปวช. 1
- 3.2เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการสอนซ่อมเสริม

4.สมมติฐาน

การสอนซ่อมเสริม ทำให้นักเรียนมีพัฒนาการด้านการคำนวณค่าทางไฟฟ้าดีขึ้น ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 80

5.วรรณกรรมปริทัศน์

ผู้วิจัยทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง โดยได้ศึกษาทฤษฎีจากตำราวิชาการและงานวิจัยต่าง ๆ เพื่อหาแนวทางการแก้ไขปัญหาในชั้นเรียนสำหรับใช้อ้างอิงประกอบการทำวิจัยเพื่อความน่าเชื่อถือ ได้แก่ (1) การวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน (2) การสอนซ่อมเสริม (3) สื่อการสอน และ (4) งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง โดยสรุปดังนี้

5.1การวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน

การวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน มีชื่อเรียกหลายชื่อ เช่น การวิจัยปฏิบัติการ การวิจัยในชั้นเรียน การวิจัยของครูหรือการวิจัยโดยครูเป็นการวิจัยที่ดำเนินการควบคู่กับการปฏิบัติงานสอนในชั้นเรียนปกติของครู มีเป้าหมายเพื่อแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในชั้นเรียน ปรับปรุงและพัฒนาคุณภาพงาน การวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียนเป็นการวิจัยที่มีขนาดเล็ก ไม่สามารถกำหนดหรือควบคุมตัวแปรแทรกซ้อนที่อาจส่งผลกระทบได้ชัดเจน ดำเนินการวิจัยเป็นกระบวนการที่ต่อเนื่องเป็นวงรอบ (Circle) พัฒนาคุณภาพการเรียนการสอนอย่างต่อเนื่องจนกว่าผลการวิจัยจะเป็นที่น่าพอใจหรือแก้ปัญหาได้ [8],[9]

S. Wongwanich [9] กล่าวว่า ลักษณะของงานวิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนการสอนของครู ควรเป็นงานวิจัยขนาดเล็ก มุ่งหาคำตอบเกี่ยวกับการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในห้องเรียน เป็นกระบวนการที่ไม่ใช้เวลาในการดำเนินการนานเกินไป และดำเนินการให้เป็นส่วนหนึ่งของการสอนตามปกติ เพื่อให้การสอนเกิดผลสัมฤทธิ์มากที่สุด เป้าหมายของการวิจัยของครูจึงไม่ใช่การสร้างองค์ความรู้ใหม่เกี่ยวกับศาสตร์การสอน หรือสร้างผลงานทางวิชาการเพื่อตนเอง แต่ควรเป็นงานที่มีผู้เกี่ยวข้องร่วมกันพัฒนาผู้เรียน ซึ่งปัญหาการวิจัยมาจากสภาพปัญหาที่เกิดขึ้นจริงขณะนั้น และไม่สามารถใช้วิธีการเดิม ๆ แก้ปัญหาได้

การนำเสนอผลการวิจัยของครูหรือการวิจัยในชั้นเรียน ไม่ยึดรูปแบบตายตัว สามารถรายงานได้ทั้งที่เป็นทางการในเชิงวิชาการ (Academic research) และไม่เป็นทางการเป็นงานวิจัยที่ทำเสร็จได้อย่างรวดเร็ว ไม่มีความซับซ้อนเหมือนวิธีการวิจัยเชิงวิชาการ และมักใช้วิธีการเชิงอัตวิสัย (Subjectivity) ในการแสวงหาความรู้ โดยให้ความสำคัญกับการตีความสิ่งต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในห้องเรียนด้วยตนเอง ใช้วิธีการเก็บบันทึกข้อมูลที่ไม่เป็นทางการ ไม่ค่อยใช้วิธีการวิจัยเชิงทดลอง ไม่มีระบบการเก็บข้อมูลก่อน-หลังการทดลอง และ

ผลการวิจัยที่ปรากฏนั้นไม่เน้นการสรุปอ้างอิง เพราะประชากรที่ใช้ในการวิจัยไม่เหมือนกับการประชากรอื่น [9] สอดคล้องกับ W. Wongyai and M. Pattapol [10] กล่าวว่า การวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียนไม่มุ่งเน้นการใช้สถิติขั้นสูง เพราะเป็นข้อมูลที่ได้จากการศึกษาสภาพการณ์หรือปรากฏการณ์ตามบริบทจริงของกลุ่มใดกลุ่มหนึ่งเท่านั้น จึงไม่สามารถอ้างอิงไปยังกลุ่มอื่น ๆ ได้ และใช้วิธีการทางสถิติเชิงพรรณนา (Descriptive statistic) เพื่อสรุปข้อมูลขั้นต้นที่ได้จากการเก็บรวบรวม วิเคราะห์และอธิบายผลหรือตีความหมาย ดำเนินการตามลักษณะของการวิจัยในชั้นเรียน (Classroom Action Research) และเน้นไม่ทดสอบนัยสำคัญ ใช้สถิติเชิงพรรณนา และสถิติที่ไม่ใช่พารามิเตอร์ [11] ในการวิจัยได้

5.2 การสอนซ่อมเสริม

การสอนซ่อมเสริม (Supplementary instruction or Remedial Instruction) [12] มี 2 แนวทาง คือ “การสอนเสริม” เพื่อเพิ่มเติมให้นักเรียนที่เรียนเก่งให้สามารถเรียนได้เก่งยิ่งขึ้น กับ “การสอนซ่อม” หรือ “การสอนแก้ไข” เพื่อพัฒนาการเรียนรู้ของผู้เรียนที่บกพร่องในทักษะ กระบวนการ เจตคติ หรือคุณลักษณะอื่นที่ไม่เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด และควรทดสอบซ้ำหลังจากผ่านการเรียนซ่อมเสริมแล้วประมาณ 3-5 วัน

5.3 สื่อการสอนและแบบฝึกปฏิบัติ

C. Promwong, et al. [13] กล่าวว่า “สื่อการสอน” หรือ “เครื่องช่วยสอน” มีความหมายครอบคลุมวัสดุสิ้นเปลือง (Software) เครื่องมือที่มีความคงทนถาวร (Hardware) และวิธีการหรือกิจกรรมการเรียนการสอน (Method) ซึ่งครูสามารถทำขึ้นใหม่ หรือพัฒนาขึ้นจากของเดิมที่มีเพื่อแก้ปัญหาของผู้เรียน และควรมีคู่มือการใช้งานสื่อการสอนด้วย โดยลักษณะของคู่มือกระทำโดย (1) แยกเนื้อหาแต่ละหน่วยการเรียนรู้เป็นกระดาษคำตอบ (Worksheet) สำหรับประกอบกิจกรรมต่าง ๆ หรือ (2) จัดทำรวมเป็นรูปเล่ม (Workbook) เรียงลำดับหน่วยการเรียนรู้ตามแผนการสอนซึ่งแบบฝึกปฏิบัติเป็นสื่อสิ่งพิมพ์ ประเภท Software จัดทำขึ้นในรูปแบบรวมเป็นเล่มหรือแยกเนื้อหาเป็นเอกสารหรือกระดาษคำตอบตามหน่วยการเรียนรู้ สอดคล้องกับ T. Na Nakorn and S. Insathard [14] กล่าวว่า แบบฝึกปฏิบัติ (Practice Sheets) อาจอยู่ในรูปของบทเรียนที่บรรจุลงในกระดาษหรือสมุดที่จัดพิมพ์ มีภาพประกอบเนื้อหาและ

กิจกรรม โดยเนื้อหาของการฝึกปฏิบัติ ต้องเพิ่มทักษะหรือสามารถทดสอบผู้เรียนด้วยกิจกรรมต่าง ๆ ได้ เช่น ตั้งคำถามให้เลือกตอบ ชัดเขียนตามเส้นร่าง เติมคำแบบบรรยาย แสดงวิธีการคำนวณ เขียนแผนผังความคิด ร่างแบบหรือจำลองต้นแบบ (Prototype) หรือต้องจรรยาภาพ เป็นต้น เพื่อให้ผู้เรียนได้ฝึกปฏิบัติตามจนเข้าใจและทรงจำเนื้อหาแน่นได้ดี

จากการอ่านตำราและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง สามารถสรุปสื่อที่ต้องใช้ประกอบการวิจัยครั้งนี้ คือ Practice Sheets (แบบฝึกหัดหรือแบบฝึกปฏิบัติ) มักเน้นการฝึกฝนทักษะเฉพาะอย่างซ้ำ ๆ เพื่อให้เกิดความคล่องแคล่ว โจทย์หรือคำถามมักจะมีรูปแบบคล้ายคลึงกัน เน้นการทำซ้ำเพื่อเสริมสร้างความเข้าใจและความจำ เช่น แบบฝึกหัดการเขียนตัวอักษร การคำนวณเลข หรือการแปลภาษา มักมีคำตอบหรือเฉลยให้ตรวจสอบด้วยตนเอง ส่วน Worksheet (ใบงาน) มีความหลากหลายมากกว่า อาจรวมถึงกิจกรรมต่าง ๆ เช่น การเติมคำ การระบายสี การตอบคำถามแบบเปิด การวิเคราะห์ การแก้ปัญหา หรือการสร้างสรรค์ เน้นการประยุกต์ใช้ความรู้และทักษะที่เรียนรูมาแล้ว อาจไม่มีคำตอบหรือเฉลยให้ หรืออาจมีคำถามที่เปิดกว้างให้ตอบได้หลายแบบ มักใช้ในการประเมินความเข้าใจหรือการเรียนรู้ของนักเรียนหรือใช้เป็นกิจกรรมเสริมในห้องเรียน แปลความในภาพรวมนั้น Practice Sheets เน้นการฝึกฝนซ้ำ ๆ ส่วน Worksheet เน้นการประยุกต์ใช้ความรู้และทักษะแต่ในทางปฏิบัติคำทั้งสองคำมักใช้สลับกันได้ขึ้นอยู่กับบริบทและวัตถุประสงค์ของเอกสารนั้น ๆ

5.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสอนซ่อมเสริมพื้นฐานการคำนวณค่าทางไฟฟ้า ผู้วิจัยสืบค้นด้วยคำสำคัญ คือ “การสอนซ่อมเสริม” จากฐานข้อมูลหนึ่งผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ผลที่ได้จากการสืบค้น คือ เอกสาร 454 เรื่อง ตั้งแต่ พ.ศ. 2517-2565 ประกอบด้วย (1) วิทยานิพนธ์ 429 เรื่อง (2) งานวิจัย 14 เรื่อง และ (3) บทความ 11 เรื่อง ครอบคลุมการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน การใช้บทเรียนสำเร็จรูป การใช้บทเรียนโปรแกรม การใช้ชุดการสอนและแบบฝึกเสริมทักษะ การใช้สื่อกิจกรรมเชิงบูรณาการตามศาสตร์ของรายวิชา การใช้ภูมิปัญญาท้องถิ่น การสอนทางไกล การใช้วีดิโอกับเอกสารสิ่งพิมพ์ การใช้สื่อประสม และการพัฒนาหลักสูตรเสริมกิจกรรมนอกเวลาเพื่อสอนซ่อมเสริมให้นักเรียน โดยรายวิชาที่มีการสอนซ่อมเสริม พบว่า ส่วนมากจัดการสอนซ่อมเสริม

ให้กับนักเรียนระดับประถมศึกษาและมัธยมศึกษาในวิชาคณิตศาสตร์ รองลงมา คือ วิชาวิทยาศาสตร์ ฟิสิกส์ และวิชาทางด้านภาษา ได้แก่ ภาษาไทยกับภาษาอังกฤษ ในขณะที่การสอนซ่อมเสริมสำหรับนักเรียนในสายอาชีวศึกษา ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพหรือสายที่เกี่ยวข้องกับวิศวกรรมมีเพียง 14 เรื่องและดำเนินการวิจัยมากกว่า 5 ปี แต่ผลงานวิจัยเท่าที่พบและมีความใกล้เคียงกับงานวิจัยของผู้วิจัย มีเพียง 3 เรื่อง ซึ่งผู้วิจัยคัดเลือกเฉพาะ “การสอนซ่อมเสริมที่ใช้แบบฝึกปฏิบัติเป็นสื่อการสอน สำหรับแก้ปัญหาการคำนวณค่าทางคณิตศาสตร์” ได้แก่ งานวิจัยของ Y. Chuaynugool [15] C. Theeratchakul [16] และ K. Thipyotha [17] โดยสรุปจากงานวิจัยดังกล่าวนี้ พบว่าการสอนซ่อมเสริมส่งผลให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น

6.วิธีดำเนินการวิจัย

ผู้วิจัยออกแบบการวิจัย วิธีการวิจัย และการเก็บรวบรวมเพื่อนำมาวิเคราะห์ โดยมีรายละเอียดดังนี้

6.1ระเบียบวิธีวิจัย

ออกแบบการวิจัย (Research design) เน้นศึกษาเฉพาะกรณี (Case study) วางแผนการวิจัยแบบทดลองกลุ่มเดียววัดผลหลังการทดลอง (One group posttest only design)

กลุ่มเป้าหมายเป็นนักเรียน ปวช. 1 สาขาช่างไฟฟ้ากำลัง จำนวน 5 คน คัดเลือกจากผู้ที่มีคะแนนสอบกลางภาคต่ำกว่าเกณฑ์ ไม่แสดงวิธีทำ ไม่ลดรูปตัวเลขโดยการปัดเศษทศนิยม ไม่ใส่หน่วยทางไฟฟ้า ใช้คำอุปสรรคกับค่าทางไฟฟ้าผิด

เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่ เอกสารสรุปสาระสำคัญทางไฟฟ้าซึ่งเป็นนวัตกรรมที่ผู้วิจัยออกแบบและพัฒนาขึ้นสำหรับงานวิจัยครั้งนี้ และเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่ แบบฝึกปฏิบัติการคำนวณค่าทางไฟฟ้า (ใบงานซ่อมเสริม)

6.2ขั้นตอนการวิจัย

ดำเนินการวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียนแบบร่วมมือกันทำเป็นหมู่คณะ [8] ตามแนวคิดของ Kemmis and McTaggart ซึ่งประยุกต์มาจากแนวคิดของ Lewin เป็นวงจร PAOR คือ การวางแผน (Planning) การปฏิบัติ (Action) การสังเกต (Observation) และการสะท้อนผล (Reflection) แสดงดังรูปที่ 1 สอนซ่อมเสริมด้วยรูปแบบการสอนซ่อมเสริม

บางจุดประสงค์ที่เรียนไม่ผ่าน ใช้เวลาเรียนนอกชั้นเรียนปกติเก็บข้อมูลด้วยการสังเกตและตรวจผลการทำแบบฝึกปฏิบัติ ผู้วิจัยดำเนินการวิจัยเป็นวงจร 2 รอบ จนเข้าใจปัญหาอย่างแก้ไขไม่หมด



รูปที่ 1 วงจร PAOR ตามแนวคิดของ Kemmis and McTaggart

1)ขั้นการวางแผนวิจัย (Planning) กิจกรรมประกอบด้วย 7 ขั้น คือ (ขั้นที่ 1) สสำรวจสภาพปัจจุบันในชั้นเรียนด้วยการสังเกต สัมภาษณ์รายบุคคล บันทึก สรุปและอภิปรายร่วมกับคณะผู้ร่วมวิจัย (ขั้นที่ 2) วิเคราะห์สภาพปัญหาต่าง ๆ ในชั้นเรียนและหาสาเหตุของปัญหาที่เกิดขึ้น เพื่อแสดงความสัมพันธ์ของปัญหาและสาเหตุของปัญหา โดยกำหนดให้ละเอียดทุกอย่าง (ขั้นที่ 3) เลือกปัญหาที่สำคัญเร่งด่วน และคาดหวังว่าเป็นประโยชน์ต่อการแก้ไข ความเป็นไปได้ในการแก้ไขด้วยการทำวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน [11] (ขั้นที่ 4) บันทึกผลการวิเคราะห์สภาพปัญหาโดยประยุกต์ใช้แบบวิเคราะห์สภาพปัญหาในชั้นเรียนของ W. Wongyai and M. Pattapol [10] ดังรูปที่ 2 (ขั้นที่ 5) กำหนดชื่อการวิจัยเพื่อสื่อความหมายที่ต้องการทำกับกลุ่มเป้าหมายและวิธีดำเนินการวิจัย (ขั้นที่ 6) ออกแบบการวิจัยเพื่อเป็นแนวทางในการศึกษาคำตอบ และ (ขั้นที่ 7) วางแผนการพัฒนาสื่อและกำหนดรูปแบบการสอนซ่อมเสริม ออกแบบแผนการสอนและกำหนดวัตถุประสงค์ที่เป็นผลลัพธ์การเรียนรู้ (OBE) ครอบคลุมปัญหาประกอบด้วย 3 ผลลัพธ์การเรียนรู้ ได้แก่ OBE1 คือ แปลงหน่วยทางไฟฟ้าได้ OBE2 คือ เขียนสัญลักษณ์ทางไฟฟ้าได้ OBE3.1 คือ คำนวณค่า X_L และ X_C ได้ และ OBE3.2 คือ B_L และ B_C ได้

การวิเคราะห์ปัญหาในชั้นเรียน 1. รายวิชา: 20104-2003 วงจรไฟฟ้ากระแสสลับ สาขาวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ 2. วันที่วิเคราะห์: 4 มกราคม 2567 3. สถานศึกษา: โรงเรียนจิตรลดาวิชาชีพ 4. ผู้วิเคราะห์: คุณัญญา รอดศรีนะ, ภรพร พูลพัฒนา, ชินพงษ์ เหลือโฮง, จิระวัฒน์ เปรมรัตน์, เมธาพัฒน์ ดีแท้ และ ภรพรพงศ์ พรหมศรี 5. ปัญหาที่พบ: ไม่มีใจในการกำหนดตัวเลขเพื่อแทนค่าในสูตร สิมชื่อตัวแปรที่ต้องคำนวณ สิมสัญลักษณ์ทางไฟฟ้า ค่าวนค่าได้แต่สรุปค่าที่คำนวณโดยใช้ค่าอุปสรรคกับค่าทางฟิสิกส์ไม่ได้ 6. สาเหตุของปัญหา: สมาธิ ความสนใจ ความเข้าใจ การจดจำ ปริมาณเนื้อหาที่รับได้ในแต่ละวัน		
7. วิธีการแก้ปัญหา		
วิธีการแก้ปัญหา จากเอกสารหรืองานวิจัย ● การทดสอบ ● การสอนซ่อมเสริม ● การใช้สื่อประเภทการเรียนรู้ด้วยตนเอง เช่น คอมพิวเตอร์ช่วยสอน บทเรียนสำเร็จรูป บทเรียนโปรแกรม ชุดการสอนและแบบฝึกเสริมทักษะ ตลอดจนสื่อกิจกรรมเชิงบูรณาการตามศาสตร์ของรายวิชา ภูมิปัญญาท้องถิ่น การสอนทางไกล การใช้สื่อออนไลน์ และการพัฒนาหลักสูตรเสริมกิจกรรมนอกเวลาเพื่อสอนซ่อมเสริมนักเรียน	วิธีการแก้ปัญหา จากคำแนะนำของเพื่อนครู/ครูพี่เลี้ยง ● ทบทวนก่อนการเรียน/เรื่องเดิม ● สอนซ้ำ ● แยกกลุ่มย่อยตัวกับเพื่อนครู	วิธีการแก้ปัญหา จากประสบการณ์ของตนเอง ● หยุดให้เนื้อหาใหม่และสอนซ้ำ ● แยกกลุ่มย่อยตัวกับเพื่อนครู ● ทำเอกสารสรุปสาระสำคัญ
8. สรุปวิธีการแก้ปัญหา: วิธีแก้ไขในครั้งนี้ คือ การสอนซ่อมเสริมร่วมกับการใช้เอกสารสรุปสาระสำคัญ		

รูปที่ 2 แบบวิเคราะห์สภาพปัญหาในชั้นเรียน

2) ขั้นปฏิบัติตามแผนที่กำหนด (Action) ดำเนินการพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการสอนซ่อมเสริม และปฏิบัติการสอนซ่อมเสริมตามแนวทางของ C. Suthirat [12] มีขั้นตอน ดังนี้ คือ ขั้นตอนที่ 1 กำหนดเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ดังรูปที่ 3 นำเสนอผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่านประเมินคุณภาพและความเที่ยงตรงเชิงทฤษฎี ประยุกต์ใช้แบบประเมินคุณภาพนวัตกรรมและเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลของ W. Wongyai and M. Pattapol [10] กำหนดเกณฑ์ประเมิน 3 ระดับ ภาพรวมได้คะแนน 2.67 คะแนน แปลผลได้ว่าแบบฝึกปฏิบัติมีคุณภาพอยู่ในระดับมาก สามารถนำไปใช้สอนซ่อมเสริมได้ และขั้นตอนที่ 2 ปฏิบัติการสอนซ่อมเสริมระยะที่ 1 ร่วมกับการใช้แบบฝึกปฏิบัติ กำหนดการสอนซ่อมเสริมนอกเวลาเรียนของชั้นเรียนปกติ ใช้วิธีการให้นักเรียนได้ศึกษาเอกสารสรุปสาระสำคัญทางไฟฟ้าด้วยตนเอง ให้ความเรียนรู้ 20 นาที จึงทำแบบฝึกปฏิบัติ กำหนดเกณฑ์ผ่านร้อยละ 80 ของคะแนนเต็ม ทำเสร็จแล้วเฉลยดังรูปที่ 4

(ก)

ค่าอุปสรรคที่พบในสาย	หน่วยพื้นฐานทางไฟฟ้า	สัญลักษณ์
10 ⁹ จิกะ (giga) G	ปริมาณ	สัญลักษณ์
10 ⁶ เมกะ (mega) M	แรงดันไฟฟ้า U	โวลต์ (V)
10 ³ กิโล (kilo) k	กระแสไฟฟ้า I	แอมแปร์ (A)
10 ² เฮนตี (centi) cm	กำลังไฟฟ้า P	วัตต์ (W)
10 ⁻¹ มิลลิ (milli) m	ความต้านทาน R	โอห์ม (Ω)
10 ⁻² มิลลิ (milli) m	ความเหนี่ยวนำ L	เฮนรี (H)
10 ⁻⁶ ไมโคร (micro) μ	ความจุไฟฟ้า C	ฟารัด (F)
10 ⁻⁹ นาโน (Nano) n	ความถี่ f	เฮิรตซ์ (Hz)

วงจร R-L-C อย่างง่าย	วงจร R-L-C ขนาน
 $\vec{I}_m = I_m \angle 0^\circ$ $\vec{U}_m = U_m \angle 0^\circ$ $\vec{U}_{Lm} = U_{Lm} \angle 90^\circ$ $\vec{U}_{Cm} = U_{Cm} \angle -90^\circ$ $\vec{U}_m = U_{Lm} + U_{Cm}$ $\vec{U}_m = U_m \angle \phi$	 $\vec{U}_m = U_m \angle 0^\circ$ $\vec{I}_m = I_m \angle 0^\circ$ $\vec{I}_L = I_{Lm} \angle -90^\circ$ $\vec{I}_C = I_{Cm} \angle 90^\circ$ $\vec{I}_m = \vec{I}_L + \vec{I}_C$ $\vec{I}_m = I_m \angle \phi$
สูตร $X_L = 2\pi fL$, $X_C = \frac{1}{2\pi fC}$ $Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$	$B_L = \frac{1}{X_L} = \frac{1}{2\pi fL}$, $B_C = \frac{1}{X_C} = 2\pi fC$ $Y = \sqrt{G^2 + (B_C - B_L)^2}$

(ข)

การแปลงหน่วย	สัญลักษณ์อะไร?
สูตร: $(\text{ค่าตัวเลข}) \times \text{หน่วยเดิม} = \text{หน่วยใหม่}$ 1. 12 kg = _____ g $(12) \times 10^3 = 12,000 \text{ g}$ 2. 0.24 A = _____ mA $(0.24) \times 1 = 0.24 \text{ mA}$ 3. 600 μF = _____ mF $(600) \times (10^{-3}) = 0.6 \text{ mF}$ 4. 200 kΩ = _____ MΩ $(200) \times (10^{-3}) = 0.2 \text{ MΩ}$ 5. 0.874 H = _____ mH $(0.874) \times (10^{-3}) = 0.874 \text{ mH}$	

การคำนวณค่า X_L, X_C	การคำนวณค่า B_L, B_C
1. จงคำนวณค่า X_C ของตัวเก็บประจุ 1 μF ที่ความถี่ 60 Hz วิธีทำ $X_C = \frac{1}{2\pi fC}$ $X_C = \frac{1}{2\pi \times (60) \times (10^{-6})}$ $X_C = \dots\dots\dots$	1. จงคำนวณค่า B_C ของตัวเก็บประจุ 1 μF ที่ความถี่ 60 Hz วิธีทำ $B_C = \frac{1}{X_C} = 2\pi fC$ $B_C = \dots\dots\dots$ $B_C = \dots\dots\dots$

(ค)

คำชี้แจง โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่อง □ และโปรดระบุข้อเสนอแนะเพื่อประโยชน์ในการปรับปรุง

ชื่อวัดกรรม	ชื่อเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล
เอกสารสรุปสาระสำคัญทางไฟฟ้า	ใบงานซ่อมเสริม (จุดเด่นค่าจะ 1 คะแนน)
ตรงปัญหา	ตรงปัญหา
□ (3) มาก □ (2) ปานกลาง □ (1) น้อย	□ (3) มาก □ (2) ปานกลาง □ (1) น้อย
เหมาะสมกับผู้เรียน	เหมาะสมกับผู้เรียน
□ (3) มาก □ (2) ปานกลาง □ (1) น้อย	□ (3) มาก □ (2) ปานกลาง □ (1) น้อย
เป็นไปในเชิงปฏิบัติ	เป็นไปในเชิงปฏิบัติ
□ (3) มาก □ (2) ปานกลาง □ (1) น้อย	□ (3) มาก □ (2) ปานกลาง □ (1) น้อย

เกณฑ์การประเมินและการแปลผล

มาก หมายถึง มีความเหมาะสมในระดับดีมาก หรือเสนอให้ปรับปรุงเพียงเล็กน้อย ซึ่งผู้วิจัยจะรับตามหรือไม่ก็ได้ ได้คะแนนระหว่าง 2.34-3.00

ปานกลาง หมายถึง มีความเหมาะสมในระดับปานกลาง แต่ยังไม่สมบูรณ์ ต้องปรับปรุงตามข้อเสนอของผู้ตรวจสอบเท่านั้นจึงจะนำไปใช้ได้ ได้คะแนนระหว่าง 1.67-2.33

น้อย หมายถึง ต้องปรับปรุงเป็นจำนวนมาก และต้องนำมาให้ผู้ตรวจสอบได้พิจารณาซ้ำอีก ครีครั้งก่อนนำไปใช้ ได้คะแนนระหว่าง 1.00-1.66

ข้อเสนอแนะ (ตอบได้หลายข้อ)

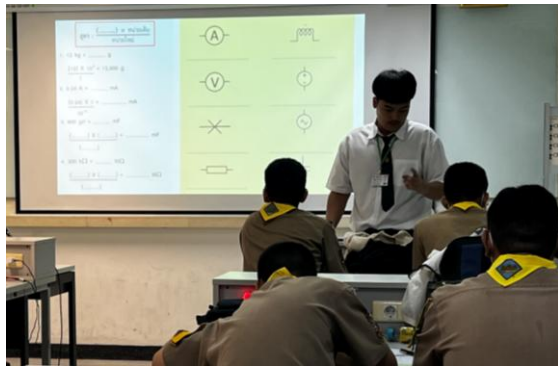
□ มีความถูกต้องและเชื่อถือได้ (ระบุ) _____

□ มีสิ่งควรปรับปรุงแก้ไข (ระบุ) _____

□ ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม (ระบุ) _____

รูปที่ 3 แบบฝึกปฏิบัติ ระยะที่ 1

- (ก) เอกสารสรุปสาระสำคัญทางไฟฟ้า (แบบสมบูรณ์)
- (ข) แบบฝึกปฏิบัติคำนวณค่าทางไฟฟ้า (ใบงานซ่อมเสริม)
- (ค) แบบประเมินคุณภาพเครื่องมือวิจัย



รูปที่ 4 การสอนซ่อมเสริมร่วมกับการใช้แบบฝึกปฏิบัติ

3) ขั้นสังเกตผลที่เกิดขึ้นจากการปฏิบัติการ (Observation) เป็นรายบุคคล จัดบันทึกพฤติกรรมขณะทำแบบฝึกปฏิบัติ สัมภาษณ์แบบไม่เป็นทางการ พบว่า การเรียนรู้และทำแบบฝึกปฏิบัติคำนวณค่าทางไฟฟ้าด้วยตนเองของนักเรียนกลุ่มเดิมยังไม่เข้าใจโจทย์คำถาม ไม่สามารถสรุปผลการคำนวณด้วยการใช้ค่าอุปสรรคได้ นักเรียนส่วนใหญ่คัดลอกเนื้อหาและสัญลักษณ์จากตัวอย่าง จินตนาการสัญลักษณ์ที่ตรงกับอุปกรณ์ทางไฟฟ้าตามโจทย์ไม่ได้

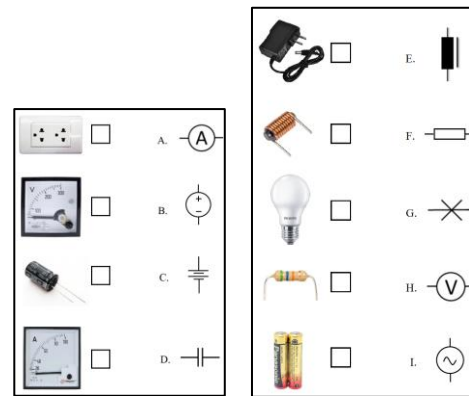
4) ขั้นสะท้อนผลหลังจากการปฏิบัติงาน (Reflection) คณะผู้วิจัยร่วมกันวิพากษ์ผลการสอนซ่อมเสริม สะท้อนว่า ควรปรับปรุงเอกสารและใบงานซ่อมเสริมใหม่ โดยใส่ภาพของจริงที่ตรงกับสัญลักษณ์ทางไฟฟ้าและปรับลดเนื้อหาที่สมบูรณ์ออกบางส่วน เพื่อให้ให้นักเรียนได้เติมคำและเขียนบันทึกเองและปรับเปลี่ยนรูปแบบการสอนซ่อมเสริม โดยการใช้การบรรยายเสริมก่อนให้นักเรียนทำแบบฝึกปฏิบัติ ดังภาพที่ 5 การสอนซ่อมเสริมในระยะที่ 2 เว้นระยะห่าง 7 วันจากระยะแรก

5) ดำเนินการวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียนระยะที่ 2 ตามกระบวนการ PAOR เก็บรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลการวิจัยจากการสังเกต สนทนา และหลักฐานเอกสารซึ่งเป็นแบบฝึกปฏิบัติที่พัฒนาขึ้น ตัวอย่างการใช้แบบฝึกปฏิบัติของนักเรียน แสดงดังรูปที่ 6

7.ผลการวิจัย

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของการสอนซ่อมเสริมวิชาวงจรไฟฟ้ากระแสสลับ ระดับ ปวช. และศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการสอนซ่อมเสริมผลการวิจัย แสดงดังนี้

(ก)



(ข)

ตัวอย่าง	สัญลักษณ์	สัญลักษณ์ (ชื่อไทย)
10^{-3}	T	เทรา (tera)
10^{-1}	G	กิกะ (giga)
10^0	K	กิโล (kilo)
10^{-1}	h	เฮกโต (hecto)
10^{-2}	da	เดคา (deca)
10^{-3}	d	เดซี (deci)
10^{-4}	c	เซนติ (centi)
10^{-5}	m	มิลลิ (milli)
10^{-6}	μ	ไมโคร (micro)
10^{-9}	n	นาโน (nano)
10^{-12}	p	พิโก (pico)

สูตร : $(\dots) \times (\dots)$ หน่วยใหม่

1) $69 \text{ mA} = ? \text{ A}$
$(\dots) \times (\dots) = \dots \text{ A}$
2) $0.047 \text{ F} = ? \text{ μF}$
$(\dots) \times (\dots) = \dots \text{ μF}$
3) $1000 \text{ kΩ} = ? \text{ MΩ}$
$(\dots) \times (\dots) = \dots \text{ MΩ}$
4) $0.125 \text{ cm} = ? \text{ nm}$
$(\dots) \times (\dots) = \dots \text{ nm}$
5) $0.38 \text{ kHz} = ? \text{ MHz}$
$(\dots) \times (\dots) = \dots \text{ MHz}$

(ค)

จดเขียนตัวแปรลงในช่องว่าง	
1. แรตต์ไฟฟ้า (.....)	7. ค่าความเหนี่ยวนำ (.....)
2. กระแสไฟฟ้า (.....)	8. ความจุไฟฟ้า (.....)
3. ความต้านทานไฟฟ้า (.....)	9. อินดักทีฟรีแอกแตนซ์ (.....)
4. กำลังไฟฟ้า (.....)	10. คาปาซิทีฟรีแอกแตนซ์ (.....)
5. ความถี่ไฟฟ้า (.....)	11. พลังงานไฟฟ้า (.....)
6. ความเร็วเชิงมุม (.....)	12. ค่าความนำไฟฟ้า (.....)

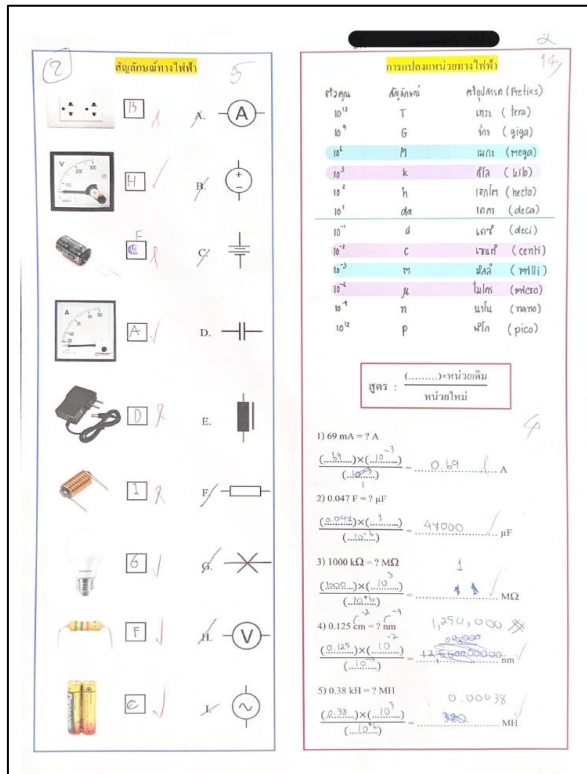
จดบันทึกคำตอบในช่องว่าง	
1. กระแสในวงจรมีค่าเท่าใด เมื่อแหล่งจ่ายมีแรงดัน 18 โวลต์ และต่อกับโหลดที่มีค่าความต้านทาน 1500 โอห์ม	โหลดกำหนดไว้ :
2. จงหาความต้านทานในวงจร เมื่อแหล่งจ่ายมีแรงดัน 6 โวลต์ และมีกระแสไหลในวงจร 2 แอมแปร์	โหลดกำหนดไว้ :
3. หออดไฟฟ้ามีความต้านทาน 5 โอห์ม ต่อกับแบตเตอรี่ขนาด 10 โวลต์ กำลังไฟฟ้าที่โหลดมีค่าเท่าใด	โหลดกำหนดไว้ :
4. จงหาความต้านทานรวมภายในวงจร เมื่อต่อด้วยตัวต้านทานขนาด 10 โอห์ม และ 40 โอห์มต่ออนุกรมกันอยู่	โหลดกำหนดไว้ :
5. กำลังไฟฟ้าของหลอดจะมีค่าเท่าใด เมื่อต่อตามกับกระแส 0.69 แอมแปร์ และต่อเข้ากับไฟบ้าน 220 โวลต์	โหลดกำหนดไว้ :
6. จงหาค่าปรีดีฟรียูแอกแตนซ์ โดยมีแหล่งจ่าย 220 โวลต์ 50 เฮิรตซ์ ต่ออนุกรมกับตัวเก็บประจุขนาด 10 ไมโครฟารัด	โหลดกำหนดไว้ :

รูปที่ 5 แบบฝึกปฏิบัติ ระยะที่ 2

(ก) ภาพของจริงกับสัญลักษณ์

(ข) ค่าอุปสรรค หน่วยและการแปลง

(ค) วิเคราะห์ตัวแปรและโจทย์



รูปที่ 6 ตัวอย่างการใช้แบบฝึกปฏิบัติของนักเรียน

7.1 ผลการสอนซ่อมเสริม

การสอนซ่อมเสริม ยึดหลักการพิทักษ์สิทธิของผู้ให้ข้อมูล ซึ่งเป็นกลุ่มเป้าหมาย และจริยธรรมการวิจัยที่เกี่ยวข้องกับมนุษย์ ให้ความเคารพในบุคคลและความเสมอภาค ดำเนินการวิจัยโดยไม่ก่ออันตรายต่อกลุ่มเป้าหมาย ผลการดำเนินการมีดังนี้

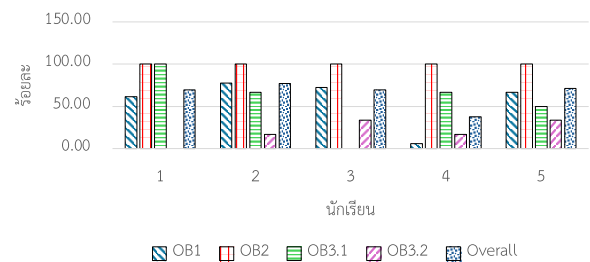
1) การสอนซ่อมเสริมระยะที่ 1 ใช้วิธีการให้ศึกษาจากเอกสารสรุปสาระสำคัญทางไฟฟ้า เนื้อหาที่มีความสมบูรณ์เพื่อให้ใช้เรียนรู้ด้วยตนเอง แล้วทำแบบฝึกปฏิบัติ ผลคะแนนแสดงดังตารางที่ 1 และรูปที่ 7 ปรากฏว่าในภาพรวมทุกคนมีคะแนนต่ำกว่าร้อยละ 80 เมื่อพิจารณารายวัตถุประสงค์พบว่า วัตถุประสงค์ที่ 2 (OBE2) เป็นคำถามเกี่ยวกับสัญลักษณ์ ผลคะแนนผ่านหมดทุกคน เนื่องจากใบเนื้อหาที่ใช้ประกอบการทำแบบฝึกปฏิบัติมีความสมบูรณ์ นักเรียนสามารถคัดลอกคำตอบได้จากใบเนื้อหาขณะทำ

2) การสอนซ่อมเสริมระยะที่ 2 ปรับเปลี่ยนวิธีการสอนใหม่ โดยใช้การสอนแบบบรรยายและถามตอบในเบื้องต้น ร่วมกับการใช้เอกสารสรุปสาระสำคัญทางไฟฟ้าที่พัฒนาขึ้นใหม่ ในลักษณะที่มีเนื้อหาแบบกึ่งสมบูรณ์ ใส่ภาพของจริงและสัญลักษณ์ที่เกี่ยวข้องสอดคล้องกับภาพของจริง แล้วทำแบบฝึกปฏิบัติ ผลคะแนนแสดงดังตารางที่ 2 และรูปที่ 8

ปรากฏว่าในภาพรวมนักเรียนส่วนใหญ่มีคะแนนสูงกว่าร้อยละ 80

ตารางที่ 1 ผลการสอนซ่อมเสริมระยะที่ 1

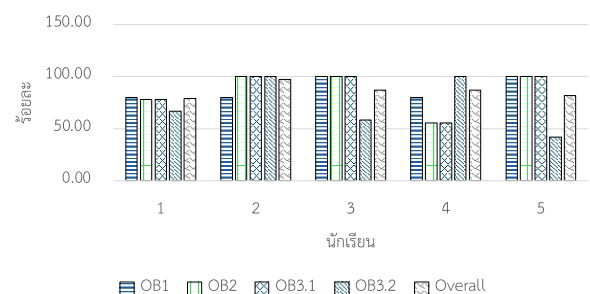
	OB1	OB2	OB3.1	OB3.2	Overall	แปลผล
1	61.11	100.00	100.00	0.00	69.70	ไม่ผ่าน
2	77.78	100.00	66.67	16.67	77.27	ไม่ผ่าน
3	72.22	100.00	0.00	33.33	69.70	ไม่ผ่าน
4	5.56	100.00	66.67	16.67	37.88	ไม่ผ่าน
5	66.67	100.00	50.00	33.33	71.21	ไม่ผ่าน



รูปที่ 7 กราฟคะแนนการสอนซ่อมเสริมระยะที่ 1

ตารางที่ 2 ผลการสอนซ่อมเสริมระยะที่ 2

	OB1	OB2	OB3.1	OB3.2	Overall	แปลผล
1	80.00	77.78	77.78	66.67	78.95	ไม่ผ่าน
2	80.00	100.00	100.00	100.00	97.37	ผ่าน
3	100.00	100.00	100.00	58.33	86.84	ผ่าน
4	80.00	55.56	55.56	100.00	86.84	ผ่าน
5	100.00	100.00	100.00	41.67	81.58	ผ่าน



รูปที่ 8 กราฟคะแนนการสอนซ่อมเสริมระยะที่ 2

3) เปรียบเทียบผลคะแนนการทำแบบฝึกปฏิบัติ หลังการสอนซ่อมเสริมระยะที่ 1 กับระยะที่ 2 ทำแบบฝึกปฏิบัติที่มีคุณลักษณะใกล้เคียงกัน และทดสอบกับผู้เรียนที่มีพื้นฐาน

แตกต่างกัน โดยเกณฑ์คะแนนพัฒนาการสัมพัทธ์ (Relative growth score) คือ (1) คะแนน 76-100 หมายถึง พัฒนาการระดับสูงมาก (2) คะแนน 51-75 หมายถึง พัฒนาการระดับสูง (3) คะแนน 26-50 หมายถึง พัฒนาการระดับกลาง และ (4) คะแนน 0-25 หมายถึง พัฒนาการระดับต่ำ [18],[19] ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 เปรียบเทียบระดับพัฒนาการ

	ระยะที่ 1	ระยะที่ 2	Growth Score	แปลผลพัฒนาการ
1	69.70	78.95	30.53	ระดับกลาง
2	77.27	97.37	88.43	ระดับสูงมาก
3	69.70	86.84	56.57	ระดับสูง
4	37.88	86.84	78.82	ระดับสูงมาก
5	71.21	81.58	36.02	ระดับกลาง
	65.15	86.32	60.73	ระดับสูง

จากตารางที่ 3 คะแนนที่ได้จากแบบฝึกปฏิบัติมีพัฒนาการสัมพัทธ์หรือความก้าวหน้าในการเรียนรู้อยู่ในระดับสูง เท่ากับ 60.73 คะแนน จากนั้นผู้วิจัยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทดสอบสมมติฐานผลต่างของกลุ่มเป้าหมายที่มีความสัมพันธ์กัน (Dependent group) กลุ่มเดียวเก็บข้อมูล 2 ครั้ง ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยทดสอบเปรียบเทียบคะแนนจากแบบฝึกปฏิบัติระยะที่ 1 กับคะแนนจากแบบฝึกปฏิบัติระยะที่ 2 ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 เปรียบเทียบคะแนนระยะที่ 1 กับระยะที่ 2

	Mean	S.D.	ค่าเฉลี่ยของผลต่าง	S.D. ค่าเฉลี่ยผลต่าง	t	df	Sig. 1 tailed
ระยะที่ 1	65.15	15.562	21.16	16.189	2.923 *	4	0.022
ระยะที่ 2	86.32	7.061					

จากตารางที่ 4 พบว่า คะแนนระยะที่ 1 เฉลี่ย เท่ากับ 65.15 คะแนน และคะแนนระยะที่ 2 เฉลี่ยเท่ากับ 86.32 คะแนน เมื่อเปรียบเทียบระหว่างคะแนนทั้งสองครั้ง พบว่า คะแนนระยะที่ 2 สูงกว่าคะแนนระยะที่ 1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

7.2 ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการสอนซ่อมเสริม

หลังจากดำเนินการสอนซ่อมเสริมระยะที่ 2 แล้วให้ตอบแบบสอบถามความพึงพอใจที่มีต่อการสอนซ่อมเสริม

โดยใช้เกณฑ์ประเมินตามแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating scale) ของลิเคอร์ต ใช้ระดับการวัดข้อมูลประเภทอันตรภาคชั้น 5 ระดับ มีความกว้างของอันตรภาคชั้นเท่ากับ 0.5 ผลการประเมินความพึงพอใจ ดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ความพึงพอใจของกลุ่มเป้าหมาย (n=5)

ข้อ	ประเด็น	$\bar{X}$	S.D.
1.	ระดับความรู้พื้นฐานของนักเรียน ก่อนการเรียนซ่อมเสริม		
	1.1 ด้านการคำนวณค่าทางไฟฟ้าและการกำหนดตัวแปร	1.6	0.55
	1.2 ด้านการใช้สัญลักษณ์ทางไฟฟ้า	2.4	0.54
2.	ระดับความรู้พื้นฐานของนักเรียน หลังการเรียนซ่อมเสริม		
	2.1 ด้านการคำนวณค่าทางไฟฟ้าและการกำหนดตัวแปร	4	0.71
	2.2 ด้านการใช้สัญลักษณ์ทางไฟฟ้า	4.8	0.44
3.	ภาพรวม ความพึงพอใจต่อการสอนซ่อมเสริม	4.6	0.54

จากตารางที่ 5 ภาพรวมแสดงให้เห็นว่านักเรียนที่เรียนซ่อมเสริมมีความพึงพอใจในระดับมากที่สุด ($\bar{X}=4.6$, S.D.=0.54) ซึ่งมีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 4.21-5.00 กลุ่มเป้าหมายมีข้อคิดเห็นเพิ่มเติม คือ บางคนยังมีความกังวลเกี่ยวกับการใช้ตัวแปร และการเลือกใช้สูตรการคำนวณค่าทางไฟฟ้า หากเป็นเรื่องใหม่ที่ไม่ใช่เรื่องที่สอนซ่อมเสริม จึงต้องการให้มีการเสริมพื้นฐานความรู้ทางคณิตศาสตร์และวิชาวงจรไฟฟ้ากระแสสลับหัวข้ออื่น ๆ ก่อนสอบปลายภาค

8. สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

การวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียนครั้งนี้ ต้องการแก้ปัญหาพื้นฐานทางคณิตศาสตร์ที่แตกต่างกัน การคำนวณค่าทางไฟฟ้า การตีความโจทย์และการวิเคราะห์โจทย์การหาค่าตัวแปร ความสับสนและหลงลืมสัญลักษณ์ทางไฟฟ้าจากการตีความโจทย์ การปิดเศษและลดรูปทศนิยมด้วยค่าอุปสรรคของนักเรียน สรุปและอภิปรายผลการวิจัย ดังนี้

8.1 ผลการสอนซ่อมเสริมระยะที่ 1

สอนซ่อมเสริมด้วยการให้กลุ่มเป้าหมายเรียนรู้ด้วยตนเอง จำนวน 5 คน ผลการวิจัยปรากฏว่า คะแนนหลังการสอนซ่อมเสริมระยะที่ 1 เกือบทุกวัตถุประสงค์ (OBE) ยังไม่ผ่านเกณฑ์ ในขณะที่วัตถุประสงค์ที่ 2 (OBE2) ซึ่งมีเนื้อหาสาระเกี่ยวกับสัญลักษณ์พื้นฐานทางไฟฟ้า พบว่า สามารถทำได้คะแนนเต็มร้อยละ 100 เนื่องจากเอกสารสรุปสาระสำคัญทางไฟฟ้าเป็นแบบสมบูรณ์ ขณะทำการสามารถเปิดเอกสารคัดลอกได้ ทำให้มีคะแนนสูง

ผู้วิจัยพบว่า กลุ่มเป้าหมายยังไม่ผ่านเกณฑ์ที่กำหนดใน ระยะที่ 1 ทั้งหมด จึงได้ทำการสอนซ่อมเสริมระยะที่ 2 โดยเว้น ระยะห่าง 7 วัน ปรับเปลี่ยนวิธีสอนซ่อมเสริมใหม่โดยใช้การ บรรยายก่อนให้ศึกษาเอกสารด้วยตนเอง ปรับลดเนื้อหา ที่สมบูรณ์ออกบางส่วน ปรับคำถามใหม่โดยเน้นให้นักเรียน วิเคราะห์โจทย์ให้มากขึ้น ผลปรากฏว่า นักเรียนส่วนใหญ่ ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 80 คะแนน มีเพียงคนเดียวที่ทำคะแนน ได้ 78.95

แต่เมื่อเปรียบเทียบพัฒนาการสัมพัทธ์ของนักเรียนทั้งชั้น เรียน หลังการสอนซ่อมเสริม พบว่า นักเรียนทั้งหมด มีพัฒนาการในระดับที่สูง แสดงให้เห็นว่าเกิดมโนทัศน์ทาง คณิตศาสตร์ที่ถูกต้อง สามารถตีความโจทย์ปัญหาและ วาดวงจรได้จากการตีความ ดูได้จากผลคะแนนที่สูงขึ้นในแต่ละ วัตถุประสงค์ สามารถเชื่อมโยงความรู้ที่ได้จากการสอน ซ่อมเสริมเข้ากับการแก้ปัญหาที่ซับซ้อนขึ้นได้ ซึ่งสังเกตจาก ผลคะแนนทดสอบที่ได้จากแบบฝึกปฏิบัติระยะที่ 2 สูงกว่า ระยะที่ 1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ผลการสอนซ่อมเสริมเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัย คือ การสอนซ่อมเสริม สามารถพัฒนาผู้เรียนให้มีพื้นฐานการ คำนวณค่าทางไฟฟ้าดีขึ้นและตีความโจทย์ปัญหาได้ สังเกตได้ จากผลคะแนนและความพึงพอใจของกลุ่มเป้าหมาย เพราะ ผู้วิจัยออกแบบและพัฒนาแบบฝึกปฏิบัติอย่างเป็นระบบ ผ่านการประเมินคุณภาพจากผู้เชี่ยวชาญ ทำให้แบบฝึกปฏิบัติ มีคุณภาพเหมาะสมสามารถใช้เป็นสื่อประกอบการสอน ซ่อมเสริม ให้ผู้เรียนใช้เรียนตามความสามารถและความ ต้องการของตนเองในหัวข้อที่ไม่เข้าใจได้ สามารถใช้เรียนรู้ซ้ำ หรือทบทวนได้ในทุกที่ทุกเวลาที่ต้องการ เนื่องจากออกแบบมา ในลักษณะการสรุปประเด็นหลักที่สำคัญสำหรับการคำนวณ ค่าทางไฟฟ้า

แบบฝึกปฏิบัติที่พัฒนาขึ้นนี้จึงเป็นสื่อที่ตอบสนองความ แตกต่างระหว่างบุคคลได้ ทำให้นักเรียนมีพัฒนาการด้านการ คำนวณค่าทางไฟฟ้า สอดคล้องกับ C. Suthirat [12] กล่าวว่า การใช้แบบฝึกปฏิบัติกับการสอนซ่อมเสริม เป็นการ จัด ประสบการณ์การฝึกหัดให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเองและ สามารถแก้ปัญหาได้ถูกต้อง แบบฝึกปฏิบัติเป็นเครื่องมือที่จะ ช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดพัฒนาการทางความคิดสร้างสรรค์ และแสดงออกมาโดยใช้ภาษาและรูปภาพสามารถช่วยส่งเสริม ทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ดี และสอดคล้องกับ

S. Sindhapanon [20] กล่าวว่า “ชุดการฝึกหรือชุดการ ฝึกทักษะ” เป็นสื่ออย่างหนึ่งที่ช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจบทเรียนหรือ เรื่องที่กำลังเรียน มีประโยชน์ช่วยให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ด้วยตนเอง ตามอัตรา และความสามารถที่แตกต่างกัน อีกทั้งยังสามารถ ช่วยซ่อมเสริมผู้เรียนที่เรียนไม่ผ่านเกณฑ์ หรือใช้เป็นสื่อช่วย เสริมบทเรียนปกติได้

การสอนซ่อมเสริมเป็นกิจกรรมการเรียนการสอนที่สามารถ ปรับพื้นฐานการคำนวณค่าทางไฟฟ้า วิชาวงจรไฟฟ้า กระแสสลับได้อย่างมีประสิทธิภาพต่อการเรียนของนักเรียน ปวช. ทำให้เกิดพัฒนาการด้านทักษะการคำนวณค่าทางไฟฟ้า พิจารณาได้จากคะแนนทดสอบที่เพิ่มขึ้นซึ่งช่วยประเมิน ความก้าวหน้าและพัฒนาการของนักเรียนได้ ตลอดจนความ พึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการสอนซ่อมเสริมที่ได้จากการ แบบสอบถามและการสัมภาษณ์อย่างไม่เป็นทางการ ช่วยให้ นักเรียนเข้าใจในด้านเนื้อหา จึงมีความพึงพอใจต่อวิธีการสอน ซ่อมเสริมและสื่อการสอนที่ออกแบบมาให้เป็นแบบฝึกปฏิบัติ ที่มีทั้งแบบสมบูรณ์และกึ่งสมบูรณ์ สัมภาษณ์และสังเกตได้จาก พฤติกรรมที่มีความกระตือรือร้นและมีส่วนร่วมในชั้นเรียน มากขึ้นหลังจากได้รับการสอนซ่อมเสริม

โดยสรุปธรรมชาติของคณิตศาสตร์ที่ใช้วิชาวงจรไฟฟ้า กระแสสลับ มีลักษณะเป็นนามธรรมและเป็นเรื่องของการใช้ สัญลักษณ์ในการสื่อความหมาย จึงเป็นเรื่องยากที่จะทำให้ นักเรียนเข้าใจและจดจำรายละเอียดของเนื้อหา ตลอดจนต้อง เชื่อมโยงความรู้ของตนเพื่อแก้ปัญหาได้อย่างสมเหตุสมผลได้ ทั้งหมด แนวทางการแก้ไขมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทาง คณิตศาสตร์ สามารถแก้ไขได้ด้วยการสอนซ่อมเสริม และใช้ แบบฝึกปฏิบัติการอ่านตีความ [21] และเป็นวิธีการสนับสนุน วิชาการให้นักเรียนในหลักสูตรวิศวกรรมที่มีความยาก ได้พัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ การตีความโจทย์และสื่อสาร ข้อมูลออกมาเป็นภาพ [22]

8.2 ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการสอนซ่อมเสริม

ปรากฏว่า กลุ่มเป้าหมายจำนวน 5 คน มีความพึงพอใจต่อ การสอนซ่อมเสริม ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}=4.6$, S.D.=0.54) สอดคล้องกับงานวิจัยของ S. Suthivaranngul [23] ซึ่งพัฒนา แบบฝึกวิเคราะห์การแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ ผลการศึกษา ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อแบบฝึกสำหรับการสอน ซ่อมเสริมอยู่ในระดับมาก เช่นเดียวกับ A. Kemppainen, et al. [24] ได้จัดการเรียนการสอนแบบผสมผสานระหว่าง

ผู้ช่วยสอน (Teaching Assistant; TA) กับ การเรียนการสอนเสริม (Supplemental Instruction; SI) ให้กับนักศึกษาหลักสูตรวิศวกรรมชั้นปีที่ 1 ของ Michigan Technological University และงานวิจัยของ P. -H. Chang, et al. [25] พบว่ากลุ่มตัวอย่างที่ได้รับการสอนซ่อมเสริม (Remedial teaching) มีประสิทธิภาพของการเรียนรู้ที่ดีขึ้น ผลการวิจัยของ P. Chang, et al. [25] ชี้ให้เห็นว่าการสอนซ่อมเสริมมีความสัมพันธ์กับระดับความพึงพอใจต่อการเรียนรู้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

9. ปัญหาและข้อเสนอแนะ

9.1 การวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียนนี้ มุ่งหาคำตอบของปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นในชั้นเรียนหรือกลุ่มย่อยขนาดเล็กของผู้วิจัยเท่านั้น ซึ่งไม่สามารถควบคุมตัวแปรอื่น ๆ ขณะวิจัยได้ เช่น การขาดเรียน การไม่ทำแบบฝึกปฏิบัติบางข้อ เป็นต้น วิธีแก้ไขในครั้งต่อไปที่สามารถกระทำได้ คือ ทำการทดสอบซ้ำหลาย ๆ ครั้งเพื่อให้เกิดความจำและทักษะที่พึงประสงค์

9.2 ควรเข้มงวดในการสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ของกลุ่มเป้าหมาย การจดบันทึก และอภิปรายหลังการสอนแต่ละสัปดาห์ของคณะผู้วิจัยให้ละเอียด และตรวจสอบการบ้านหรืองานที่มอบหมายทุกครั้ง เพื่อให้ทราบถึงพื้นฐานและปัญหาการเรียนไม่ทันเพื่อนอันเนื่องมาจากพื้นฐานทางคณิตศาสตร์

9.3 ควรมีการทดลองใช้เครื่องมือหรือนวัตกรรมที่ใช้ในงานวิจัย เพื่อให้ทราบจุดบกพร่องของแบบทดสอบและแบบฝึกปฏิบัติ ก่อนนำไปใช้กับกลุ่มเป้าหมาย

9.4 เพื่อความรวดเร็วของการนำเสนอรายงานวิจัย สำหรับใช้เป็นข้อมูลสำหรับคณะผู้สอน สามารถเขียนรายงานการวิจัยแบบแผ่นเดียว (ไม่เป็นทางการ) โดยระบุปัญหา เครื่องมือ วิธีการแก้ไข และผลการแก้ปัญหาในชั้นเรียนได้

9.5 พัฒนาแบบฝึกทักษะอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องและตรงกับประเด็นของปัญหาที่พบ ตลอดจนเอกสารประกอบการสอนซ่อมเสริมในรูปแบบต่าง ๆ เพื่อให้ให้นักเรียนใช้ทบทวนได้ตลอดเวลาในทุกสถานที่และควรมีทดสอบคุณภาพเครื่องมือเพื่อมีประสิทธิภาพสูงสุด

9.6 การสอนซ่อมเสริมในงานวิจัยครั้งต่อไป สามารถกระทำได้โดยใช้สื่อเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับเรื่องหรือปัญหาที่พบ เพื่อแก้ไขให้ตรงจุดประสงค์

9.7 ปรับปรุงรูปแบบการสอน วิธีการสอนซ่อมเสริมและเอกสารประกอบการสอนซ่อมเสริม เพื่อสนับสนุนการเรียนรู้และพัฒนาทักษะต่าง ๆ ของนักเรียน ซึ่งผลการวิจัยพบว่า ควรมีการแนะนำเนื้อหาสาระให้นักเรียน ปวช. ก่อนมอบหมายให้ศึกษาด้วยตนเอง วิธีการสอนของครูนั้นควรผสมผสานการสอนแบบพี่เลี้ยงควบคู่กับการใช้เอกสาร เพื่อนำทางและเสริมกำลังใจให้นักเรียนทำแบบฝึกปฏิบัติได้อย่างถูกต้องด้วยตนเอง

เอกสารอ้างอิง

- [1] *Diploma Vocational Curriculum B.E. 2562, Industrial Discipline, Electrical Power Technician Program*, Office of the Vocational Education Commission, Ed., Ministry of Education, Thailand, 2019. (In thai)
- [2] S. Khamjan, "Comparison of academic achievement and problem solving the electrical circuit of students in of first year vocational courses electrical power, Between the event focuses on process skills and problem-based learning," *RMUTI Journal Humanities and Social Sciences*, Vol. 1, no. 1, 2014. (In thai)
- [3] W. Wattanasinthu and Yuphee Aabsuwan, "The development of augmented reality learning media on basic electrical circuits," *Journal of Research and Innovation in Vocational Education*, vol. 6, no. 2, 2022. (In thai)
- [4] Patcharaporn Khansombat, "Supplymentary learning media by augmented reality for the connection of circuits and electronic devices on protoboards", A thesis of the Industrial Education Master's Degree Program in Electronics, Faculty of Industrial Education, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, 2018. (In thai)

- [5] S. Amornpun, "Supplementary learning media by augmented reality on symbols and electronic diagram drawing," Master of science in industrial education in electronic faculty of industrial education and technology, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, 2018. (In thai)
- [6] S. Phuaknuy, "The development of learning achievement on calculus 1 for engineers with fundamental mathematics support teaching", Master of Science in Industrial Education. Master's Degree Program in Industrial Education, Major in Innovation and Educational Technology, Faculty of Industrial Education, Rajamangala University of Technology Phra Nakhon, 2013. (In thai)
- [7] I. Dekker, M. Luberti and J. Stam, "Effects of supplemental instruction on grades, mental well-being, and belonging: A field experiment," *ScienceDirect: Learning and instruction*, vol. 87, October 2023.
- [8] P. Nuangchalem, *Action research in teaching and learning, Faculty of Education, Mahasarakham University Ed.*, Khon Kaen : Klang Nana Wittaya Printing House, 2018. (In thai)
- [9] S. Wongwanich. *Classroom Action Research*. Bangkok: Chulalongkorn University Press, pp. 7-30, 2017. (In thai)
- [10] W. Wongyai and M. Pattapol, "Classroom action research driving routine work towards sufficiency and sustainability," [Online]. http://www.curriculumandlearning.com/upload/Books/รวมเล่ม%20การวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน_1550216021.pdf . (Accessed: Dec. 15, 2023). (In thai)
- [11] W. Ketsingh, *Practical Research Guide*. Bangkok: Textbook and Digital Printing Center, King Mongkut's University of Technology North Bangkok, 2023. (In thai)
- [12] C. Suthirat, *Remedial teaching: Fulfilling learners' potential*, Bangkok: V Print (1991) Company Limited, 2014. (In thai)
- [13] C. Promwong, et al., *Media system for teaching (Reprint)*. Bangkok: Faculty of Education, Chulalongkorn University, 1977. (In thai)
- [14] T. Na Nakorn and S. Insathard, *The use of instructional media*. Bangkok: Ramkhamhaeng University, 2015. (In thai)
- [15] Y. Chuaynugool, "Remedial activities for basic mathematical concepts using problem solving for vocational certificate students, Trang Technical College," Master of Education (Curriculum and Instruction), Sukhothai Thammathirat Open University, 2001. (In thai)
- [16] C. Theeratchakul, "The Effects of Remedial Teaching on the Industrial Mechanics Science Topic of Linear and Projectile Movements with the Use of Calculative Thinking Skills Training Package for Vocational Certificate of Phatthalung Technical College," Master of Education (Curriculum and Instruction), Sukhothai Thammathirat Open University, 2005. (In thai)

- [17] K. Thipyotha, "Improvement of learning achievement by remedial teaching and using of specific exercises on mathematical problem solving affecting instructional course of Engineering Mechanics: A case study of electrical engineering students affecting learning of engineering mechanics," (Research report), Faculty of Engineering and Architecture, Rajamangala University of Technology Isan, 2020. (In thai)
- [18] P. Hortrakul, et al., "A Better Way to Assess Learning Process in Anesthesia," *The Journal of Chulabhorn Royal Academy*, vol. 4, no. 3, pp. 95-102, 2024.
- [19] S. Boriboonsub, C. Chianchana and S. Jannim, "The Study of Learning Achievement and Teamwork Skills of MTTS Electronics Students through Student Teams Achievement Division and Conventional Learning Management" , *The 5th National and International Conference, Rasit University, Thailand*, 1 May 2020.
- [20] S. Sindhapanon, *Innovation in Teaching and Learning to Develop the Quality of Youth*. Bangkok: 9119 Technique Printing Limited Partnership, 2010. (In thai)
- [21] T. Na-Sommatruk, et al., "Analysis of mathematical misconception on linear equation in one variable in matayomsueksa 1 students," *Buriram Rajabhat University Academic Journal*, vol. 4, no. 1, 2012. (In thai)
- [22] E. D. Markus, "Supplemental Instruction for Improving Students Formative Assessments in High Risk Engineering Modules," *International Conference on Power Electronics, Control and Automation (ICPECA)*, New Delhi, India, 2019, pp. 1-5.
- [23] S. Suthivaranngul, "Development of Remedial Teaching Model Based on Polya's Concept for the Subject 23101 Basic Science of Matayomsuksa 3 Thachano School Surat Thani" , *Suratthani Rajabhat Journal*, vol. 2, no. 1, 2015. (In thai)
- [24] A. Kemppainen, A. Hamlin and N. Manser, "Supplemental Instruction in a First-Year Engineering Course: A study from the Learning with Academic Partners (LEAP) Program", *IEEE Frontiers in Education Conference (FIE)*, San Jose, CA, USA, 2018, pp. 1-6.
- [25] P. -H. Chang, et al., "The Learning Effectiveness for Worked-Example and Problem-Solving Pairing Combination in Electronics Remedial Teaching and the Impact on It by Cognitive Load" , *IEEE International Conference on Teaching, Assessment, and Learning for Engineering (TALE)*, Takamatsu, Japan, 2020, pp. 23-30.

**การพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ฐานสมรรถนะสู่อาชีพ
รายวิชาการออกแบบระบบไฟฟ้า รหัสวิชา 30104-2002**
**Development of Competency-Based Learning Management Plans Curriculum
for Careers in Electrical System Design Course Subject Code 30104-2002**

เกรียงศักดิ์ ดอนชัย^{1*}

Kriangsak Donchai^{1*}

¹สาขาวิชาเทคโนโลยีไฟฟ้า วิทยาลัยเทคนิคเชียงราย สถาบันการอาชีวศึกษาภาคเหนือ 2 จังหวัดเชียงราย 57000

¹Field of Electrical Technology, Chiangrai Technical College, Institute of Vocational education :
Northern Region 2, Chiangrai, 57000

Received : 2024-05-12 Revised : 2024-09-25 Accepted : 2024-10-03

บทคัดย่อ

จากที่สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษาได้กำหนดกรอบมาตรฐานคุณวุฒิอาชีวศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2562 เพื่อเปิดโอกาสให้สถานศึกษาและสถาบันการอาชีวศึกษา สามารถพัฒนาหลักสูตรได้เอง โดยยึดเกณฑ์มาตรฐานคุณวุฒิอาชีวศึกษาและมาตรฐานการศึกษาวิชาชีพตามระดับคุณวุฒิและสาขาวิชา ในการพัฒนาหลักสูตรการอาชีวศึกษา งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์คือ 1) เพื่อหาประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ฐานสมรรถนะสู่อาชีพ หลักสูตรรายวิชาการออกแบบระบบไฟฟ้า รหัสวิชา 30104-2002 2) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้ฐานสมรรถนะสู่อาชีพ หลักสูตรรายวิชาการออกแบบระบบไฟฟ้า รหัสวิชา 30104-2002 และ 3) เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้ฐานสมรรถนะสู่อาชีพ หลักสูตรรายวิชาการออกแบบระบบไฟฟ้า รหัสวิชา 30104-2002 ผลการวิจัยจากการใช้กลุ่มตัวอย่างจำนวน 22 คน พบว่าแผนการจัดการเรียนรู้ฐานสมรรถนะสู่อาชีพ หลักสูตรรายวิชาการออกแบบระบบไฟฟ้า รหัสวิชา 30104-2002 มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด มีประสิทธิภาพ 81.14/80.24 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 80/80 ที่ตั้งไว้ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้

ฐานสมรรถนะสู่อาชีพหลักสูตรรายวิชาการออกแบบระบบไฟฟ้า รหัสวิชา 30104-2002 สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยการใช้สถิติ t-test ความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้ฐานสมรรถนะสู่อาชีพ หลักสูตรรายวิชาการออกแบบระบบไฟฟ้า รหัสวิชา 30104-2002 อยู่ในระดับมาก ที่ค่าเฉลี่ย 4.22

คำสำคัญ : แผนการจัดการเรียนรู้, ฐานสมรรถนะ, การออกแบบระบบไฟฟ้า

Abstract

From the Office of the Vocational Education Commission has set the National Vocational Education Qualification Standards Framework 2019 to provide opportunities for educational institutions and vocational education institutions. You can develop your own curriculum. By adhering to the criteria for vocational qualification standards and professional education standards according to qualification level and field of study. in developing vocational education curricula The objectives of this research are 1) to find the effectiveness of the competency-based learning management plan for careers; Electrical system design curriculum, subject code 30104-2002 2) to

*เกรียงศักดิ์ ดอนชัย

E-mail address : s5400201@gmail.com

compare academic achievement before and after studying. Using a competency-based learning plan for careers Electrical system design curriculum, course code 30104-2002 and 3) To study student satisfaction with learning management. Using a competency-based learning plan for careers Electrical system design curriculum, subject code 30104-2002. Research results from a sample of 22 people found that the competency-based learning management plan for careers The electrical system design curriculum, subject code 30104-2002, has efficiency according to the specified criteria. Has an efficiency of 81.14/80.24, which is higher than the set criteria of 80/80. Academic achievement after studying Using a competency-based learning plan for careers The Electrical System Design curriculum, subject code 30104-2002, was significantly higher than before, at the .05 level, using t-test statistics on student satisfaction with learning management. Using a competency-based learning plan for careers The electrical system design curriculum, subject code 30104-2002, is at a high level with an average of 4.22

Keywords : Learning Management Plan, Competency-based, Electrical System Design

1. บทนำ

หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2563 ของสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา ได้กล่าวถึงหลักการของหลักสูตรไว้ว่า เพื่อพัฒนากำลังคนระดับเทคนิคให้มีสมรรถนะ มีคุณธรรม จริยธรรมและจรรยาบรรณวิชาชีพ สามารถประกอบอาชีพได้ตรงตามความต้องการของตลาดแรงงานและประกอบอาชีพอิสระ สอดคล้องกับแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 12 พ.ศ. 2560-2564 (ยุทธศาสตร์ที่ 1 : การเสริมสร้างและพัฒนาศักยภาพทุนมนุษย์) [1] แผนการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2560 - 2579 (ยุทธศาสตร์ที่ 2 : การผลิตและพัฒนากำลังคน การวิจัยและนวัตกรรม เพื่อสร้างขีดความสามารถในการแข่งขันของประเทศ) [2] ทั้งในระดับชุมชน ระดับท้องถิ่นและระดับชาติ

เป็นหลักสูตรที่เปิดโอกาสให้เลือกเรียนได้อย่างกว้างขวาง เน้นสมรรถนะด้วยการปฏิบัติจริง สามารถเลือกวิธีการเรียนตามศักยภาพและโอกาสของผู้เรียน เปิดโอกาสให้ผู้เรียนสามารถเทียบโอนผลการเรียนสะสมผลการเรียน เทียบความรู้และประสบการณ์จากแหล่งวิทยาการ สถานประกอบการและการประกอบอาชีพอิสระ เป็นหลักสูตรที่มุ่งเน้นให้ผู้สำเร็จการศึกษามีสมรรถนะในการประกอบอาชีพ มีความรู้เต็มภูมิ ปฏิบัติได้จริง มีความเป็นผู้นำและสามารถทำงานเป็นหมู่คณะ ได้ดีเป็นหลักสูตรที่สนับสนุนการประสานความร่วมมือในการจัดการศึกษาร่วมกันระหว่างหน่วยงานและองค์กรที่เกี่ยวข้องทั้งภาครัฐและเอกชน เป็นหลักสูตรที่เปิดโอกาสให้สถานศึกษา ชุมชน และท้องถิ่นมีส่วนร่วมในการพัฒนาหลักสูตรโดยตรงตามความต้องการและสอดคล้องกับยุทธศาสตร์ของภูมิภาค เพื่อเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันของประเทศ

เนื่องจากการจัดการอาชีวศึกษาเป็นกลไกสำคัญในการขับเคลื่อนและการพัฒนาคุณภาพการศึกษาให้สอดคล้องกับแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ แผนการศึกษาแห่งชาติ ประกอบกับพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 และพระราชบัญญัติการอาชีวศึกษา พ.ศ. 2551 ต้องการให้มีการกระจายอำนาจทางวิชาการสู่สถานศึกษาและสถาบันการอาชีวศึกษา เพื่อให้เกิดความคล่องตัวในการบริหารจัดการศึกษา สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษาจึงกำหนดกรอบมาตรฐานคุณวุฒิอาชีวศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2562 เพื่อเปิดโอกาสให้สถานศึกษา และสถาบันการอาชีวศึกษาสามารถพัฒนาหลักสูตรได้เอง โดยยึดเกณฑ์มาตรฐานคุณวุฒิอาชีวศึกษา และมาตรฐานการศึกษาวิชาชีพตามระดับคุณวุฒิและสาขาวิชา ในการพัฒนาหลักสูตรการอาชีวศึกษาในรูปแบบอาศัยแรงขับเคลื่อนจากผู้ใช้ ทั้งนี้หลักสูตรที่จะพัฒนาจะต้องเป็นหลักสูตรแบบฐานสมรรถนะ “Competency Based Curriculum” ซึ่งนำสมรรถนะที่ผู้ประกอบอาชีพปฏิบัติจริงในงานอาชีพจากมาตรฐานอาชีพหรือมาตรฐานสมรรถนะมาพัฒนาเป็นหลักสูตรการอาชีวศึกษา เพื่อจัดการศึกษาร่วมกันกับสถานประกอบการให้ผู้สำเร็จการศึกษามีสมรรถนะวิชาชีพที่ตรงกับสมรรถนะอาชีพและสามารถประกอบอาชีพได้ทันที [3]

1.1 แนวคิดการจัดทำแผนการจัดการเรียนการสอนฐานสมรรถนะ

การจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ฐานสมรรถนะ หมายถึง การวางแผนการจัดการเรียนรู้ของหลักสูตรรายวิชา ที่เกิดจาก

การศึกษาและกำหนดแนวทาง และวิธีการตั้งแต่ก่อนการสอน ขณะดำเนินการสอน และหลังการสอน โดยมุ่งเน้นให้ผู้เรียนเกิดสมรรถนะด้านความรู้ ทักษะและเจตคติ ที่สอดคล้องกับจุดประสงค์รายวิชา สมรรถนะรายวิชา ส่งผลให้ผู้เรียนที่ได้ผ่านการเรียนจบหลักสูตรรายวิชานั้นแล้วสามารถปฏิบัติงานได้บรรลุเป้าหมายของจุดประสงค์รายวิชาและสมรรถนะรายวิชา

องค์ประกอบของการจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ฐานสมรรถนะ แบ่งได้เป็น 4 องค์ประกอบซึ่งจัดเป็นลำดับขั้นดังนี้

1) ขั้นศึกษาและจัดเตรียมทรัพยากรพื้นฐาน การวางแผนด้วยการเริ่มต้นจากการศึกษาวิเคราะห์ตลอดจนจัดเตรียมทรัพยากร นับเป็นองค์ประกอบที่เป็นขั้นตอนแรกที่มีความสำคัญมาก ภารกิจที่จะต้องทำในขั้นตอนนี้มีดังนี้

(1) ศึกษาหลักสูตร วัตถุประสงค์ของหลักสูตร หัวเรื่องตลอดจนขอบเขตของเนื้อหาที่กำหนดอย่างคร่าว ๆ ในหลักสูตร

(2) สำรวจและวินิจฉัยผู้เรียน

(3) สำรวจทรัพยากรอื่น ๆ เช่น งบประมาณ สนับสนุนสิ่งอำนวยความสะดวกต่อการเรียนการสอน เช่น อุปกรณ์สาธิต อุปกรณ์ช่วยสอน เป็นต้น

(4) ตรวจสอบภาวะแวดล้อม ตลอดจนความรู้ความสามารถของผู้สอนที่จะต้องนำมาเพื่อใช้ในการพิจารณาแนวทางที่เหมาะสมที่สุดต่อไป

2) ขั้นกำหนดแนวทางและวิธีการ ภายหลังจากศึกษาวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้นได้แล้ว ก็จะนำข้อมูลดังกล่าวมากำหนดวิธีการสอนและสื่อการเรียนการสอน ภารกิจที่จะต้องกระทำ ในขั้นนี้ มีดังนี้

(1) กำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

(2) กำหนดวิธีนำเข้าสูบทเรียนและการสร้างแรงจูงใจ

(3) กำหนดวิธีสอนในแต่ละขอบเขตเนื้อหาและวัตถุประสงค์

(4) กำหนดสื่อการเรียนการสอน พร้อมกับการจัดเตรียมสื่อที่จำเป็นไว้อย่างพร้อมเพรียง

(5) กำหนดเวลาที่ใช้ในแต่ละขั้นตอน

(6) กำหนดวิธีการประเมินผลผู้เรียน ตลอดจนเลือกและสร้างเครื่องมือต่าง ๆ ที่เหมาะสม เช่น ใบงาน ใบทดสอบ เป็นต้น

3) ขั้นดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอน เป็นการนำสิ่งที่

ได้ศึกษาจัดเตรียมไว้มาใช้ในขั้นตอนนี้จะต้องพยายามใช้วิธีการที่จัดเตรียมไว้ ผู้สอนจะต้องใช้ความรู้และทักษะในการนำการเรียนให้สำเร็จผลตามเป้าหมายและวิธีการ

4) ขั้นการประเมินผล เป็นขั้นของการตรวจสอบผลว่าปฏิบัติการที่ผ่านมาเป็นเช่นไร ผู้เรียนเข้าใจมากน้อยเพียงใด การเตรียมการในขั้นนี้จะต้องวางแผนไว้ล่วงหน้า เมื่อถึงขั้นตอนนี้ก็จะเป็นขั้นของการนำสิ่งที่เตรียมมาใช้ แล้วเก็บข้อมูลเกี่ยวกับความรู้ความเข้าใจของผู้เรียนในทันทีซึ่งก็จะป้อนข้อมูลกลับไปยังผู้เรียนเพื่อปรับความรู้ความเข้าใจให้เป็นไปตามเป้าหมาย

จากองค์ประกอบของการจัดระบบในการวางแผนการจัดการเรียนรู้ดังกล่าวจะเป็นแนวทางพัฒนาเพื่อกำหนดขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ฐานสมรรถนะให้เป็นระบบโดยดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

1) ศึกษาหลักสูตร วัตถุประสงค์ทั่วไป ตลอดจนขอบเขตเนื้อหา

2) ศึกษาวินิจฉัยเกี่ยวกับตัวผู้เรียน

3) กำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

4) เลือกวิธีการสอนตลอดจนสื่อการเรียนการสอน

5) ดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอน

6) ประเมินผลความก้าวหน้าในการเรียนของผู้เรียน

7) ศึกษาข้อมูลย้อนกลับเพื่อนำมาปรับปรุงวิธีสอนในครั้งต่อไป

ผู้สอนจะต้องมีการวางแผนไว้ในทุกขั้นตอนอย่างละเอียดล่วงหน้า เพื่อช่วยให้ผู้เรียนมีความเข้าใจในบทเรียนได้มากที่สุด และในการดำเนินการจัดการเรียนการสอนจะสามารถดำเนินการได้หลายรูปแบบตามความเหมาะสมกับบริบทของผู้เรียนและสภาพแวดล้อม โดยผู้สอนจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีการเตรียมการอย่างต่อเนื่องตั้งแต่เริ่มต้นก่อนการสอนขณะดำเนินการสอน และการประเมินผลความก้าวหน้าเป็นลำดับสุดท้าย [3]

1.2 การจัดประเภทมาตรฐานอาชีพ (ประเทศไทย)

การจัดประเภทมาตรฐานอาชีพ (ประเทศไทย) เดิมเป็นภารกิจของกรมแรงงาน กระทรวงมหาดไทย จัดพิมพ์เผยแพร่ครั้งแรก เมื่อ พ.ศ. 2512 โดยใช้หลักเกณฑ์การจัดแบ่งหมวดหมู่และกำหนดรหัสตามการจัดประเภทมาตรฐานอาชีพสากล (International Standard Classification of Occupations : ISCO) ขององค์การแรงงานระหว่างประเทศ (International

Labour Organization : ILO) ทั้งนี้เพื่อประโยชน์ในการจัดเก็บสถิติด้านแรงงานและสามารถ เปรียบเทียบข้อมูลกับนานาชาติได้อย่างเป็นสากล ปัจจุบันการจัดประเภทมาตรฐานอาชีพ (ประเทศไทย) เป็นภารกิจของกระทรวงแรงงานและสวัสดิการสังคม โดยกรมการจัดหางานเป็นหน่วยงานหลักในการดำเนินการจัดทำข้อมูล และกำหนดรหัสหมวดหมู่อาชีพตามหลักเกณฑ์เดียวกับการจัดประเภทมาตรฐานอาชีพสากล ISCO ซึ่งทาง ILO ได้ทำการปรับปรุง ISCO มาแล้ว 2 ครั้ง ครั้งล่าสุดคือปี 1988 ซึ่งเป็นฐานของการจัดประเภทมาตรฐานอาชีพของไทยในปัจจุบัน

การจัดประเภทมาตรฐานอาชีพประเทศไทยฉบับนี้ใช้เอกสารการจัดประเภทมาตรฐานอาชีพสากล ฉบับปี 1988 ขององค์การแรงงานระหว่างประเทศ เป็นหลักและแนวทางในการดำเนินงาน โดยกรมการจัดหางาน ได้ดำเนินการดังนี้

1) แปลและศึกษาข้อมูลจากเอกสาร International Standard Classification of Occupation (ISCO) ปี 1990 ซึ่งได้มีการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างให้เหมาะสมกับสภาพข้อเท็จจริง

2) สำรวจ เก็บรวบรวมข้อมูลอาชีพจากกิจการ และสถานประกอบการต่าง ๆ ในประเทศ

3) ศึกษาข้อมูลจากเอกสารต่าง ๆ เพิ่มเติม เช่น เอกสารหลักสูตรการเรียนการสอนในระดับต่าง ๆ เอกสารประกอบการจัดทำโครงสร้างอัตราค่าจ้างและตำแหน่งงานในหน่วยงานรัฐ-เอกชน รวมทั้งการค้นหาคำศัพท์ทางอินเทอร์เน็ต เป็นต้น

4) วิเคราะห์และเขียนร่างนิยามอาชีพ

5) ประชุมผู้ทรงคุณวุฒิในสาขาอาชีพต่าง ๆ ที่ได้รับการแต่งตั้งเป็นคณะกรรมการ ที่ปรึกษาเพื่อการปรับปรุงการจัดประเภทมาตรฐานอาชีพเฉพาะสาขา เพื่อพิจารณาตรวจแก้ไขร่างและให้คำแนะนำ รวมทั้งข้อมูลเพิ่มเติมก่อนนำเสนอคณะกรรมการที่ปรึกษาเพื่อปรับปรุงการจัดประเภทมาตรฐานอาชีพและอุตสาหกรรม

1.2.1 กรอบแนวคิด

งาน (Job) หมายถึง ภารกิจ (Task) หรือหน้าที่ (Duties) ที่ต้องปฏิบัติงานหลายงาน ที่มีลักษณะคล้ายคลึงกันรวมกันเข้าเป็นอาชีพขององค์การแรงงานระหว่างประเทศ (ILO)

“อาชีพ” ในเอกสารฉบับนี้ หมายถึง งานซึ่งบุคคลใดบุคคลหนึ่งปฏิบัติอยู่ไม่หมายรวมถึงอุตสาหกรรม กิจการ สถานะการทำงาน หรือประสบการณ์ในการทำงานของผู้ปฏิบัติงาน

ในการจัดประเภทมาตรฐานอาชีพสากลได้นำเอาทักษะ (skill) ซึ่งหมายถึง ความสามารถในการทำงานที่ได้รับมอบหมายให้สำเร็จ มาพิจารณาโดยดูถึงระดับของทักษะ (Skill Level) และทักษะเฉพาะด้าน (Skill Specialization) แบ่งทักษะออกเป็น 4 ระดับ โดยใช้ระดับการศึกษาเป็นตัวแบ่งหรืออธิบายถึงความสามารถ แต่ทั้งนี้ไม่ได้หมายความว่าการทำงานทั้งหมดนั้นต้องได้รับการศึกษาจากสถานศึกษาหรือการศึกษาในระบบ (Formal Education) เท่านั้น แต่อาจจะได้ทักษะจากการฝึกอบรมอย่างไม่เป็นทางการ (Informal Training) หรือจากประสบการณ์การทำงาน (Experience) ก็ได้ ทักษะที่ต้องการเพียงแต่สามารถปฏิบัติงานหรือทำหน้าที่ได้ โดยไม่คำนึงว่าผู้ประกอบอาชีพนั้นจะมีทักษะในการทำงานมากหรือน้อยกว่าบุคคลอื่นที่อยู่ในอาชีพเดียวกันตามทักษะทั้ง 4 ระดับที่เปรียบเทียบกับการศึกษาของไทยแล้วเป็นดังนี้

1) ทักษะระดับที่ 1 หมายถึง ผู้ที่จบการศึกษาในระดับประถมศึกษา

2) ทักษะระดับที่ 2 หมายถึง ผู้ที่จบการศึกษาในระดับชั้นมัธยมศึกษา

3) ทักษะระดับที่ 3 หมายถึง ผู้ที่จบการศึกษาในระดับชั้นมัธยมศึกษาสายอาชีพ ปวช. ปวส. และอนุปริญญา

4) ทักษะระดับที่ 4 หมายถึง ผู้ที่จบการศึกษาดังแต่ปริญญาตรีขึ้นไป

อาชีพช่างเทคนิควิศวกรรมไฟฟ้า เป็นอาชีพที่เกี่ยวข้องกับรายวิชาการออกแบบระบบไฟฟ้าจะเป็นดังนี้

ตารางที่ 1 ชื่ออาชีพและเลขรหัส

	ชื่ออาชีพ	เลขรหัส
หมวดใหญ่ (Major)	ช่างเทคนิคสาขาต่าง ๆ และผู้ปฏิบัติงานที่เกี่ยวข้อง (Technicians and Associate Professionals)	3
หมวดย่อย (Sub Major)	ผู้ปฏิบัติงานเทคนิคที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์กายภาพและวิศวกรรมศาสตร์ (Physical and Engineering Science Associate Professionals)	31
หมู่ (Group)	ช่างเทคนิคด้านวิทยาศาสตร์กายภาพและวิศวกรรมศาสตร์ (Physical and Engineering Science Technicians)	311
หน่วย (Unit)	ช่างเทคนิควิศวกรรมไฟฟ้า (Electrical Engineering Technicians)	3113
ตัวอาชีพ (Occupation)	ช่างเทคนิควิศวกรรมไฟฟ้ากำลัง (Electrical Engineering Technician , Electric Power)	3113.20

เลขรหัส 3113.20 ช่างเทคนิควิศวกรรมไฟฟ้ากำลัง (Electrical Engineering Technician, Electric Power)

ทำงานทางเทคนิคภายใต้การแนะนำและควบคุมของวิศวกรไฟฟ้า เกี่ยวกับการเขียนแบบ ออกแบบ ติดตั้งระบบไฟฟ้า ระบบแสงสว่าง ระบบควบคุมภายในภายนอกอาคาร และในงานอุตสาหกรรม : วิเคราะห์ ตรวจสอบ แก้ไขอุปกรณ์ไฟฟ้าและเครื่องกลไฟฟ้า รวมถึงการออกแบบและทดสอบอุปกรณ์ไฟฟ้า อิเล็กทรอนิกส์ในงานอุตสาหกรรม ; ออกแบบติดตั้งและประมาณการงานเครื่องทำความเย็นและปรับอากาศ ; ใช้งานและบำรุงรักษาอุปกรณ์ไฟฟ้า ปรับปรุง ดัดแปลงและออกแบบวงจรควบคุมเครื่องกลไฟฟ้า ปฏิบัติงานด้านอื่น ๆ ตามที่ได้รับมอบหมายจากวิศวกรไฟฟ้า [4]

ดังนั้นงานอาชีพที่เกี่ยวข้องกับรายวิชาการออกแบบระบบไฟฟ้า รหัสวิชา 30104-2002 ก็คืองานออกแบบติดตั้งระบบแสงสว่าง ระบบควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในภายนอกอาคาร และในงานอุตสาหกรรม

การจัดการเรียนการสอนตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2563 ประเภทวิชาอุตสาหกรรม สาขาวิชาไฟฟ้า สาขางานไฟฟ้ากำลัง รายวิชาการออกแบบระบบไฟฟ้า รหัสวิชา 30104-2002 นั้น มีจุดประสงค์รายวิชา เพื่อให้ 1) เข้าใจหลักการมาตรฐาน การออกแบบระบบไฟฟ้า 2) คำนวณ กระแสไฟฟ้า แรงดันไฟฟ้า กำลังไฟฟ้า ในระบบไฟฟ้า 3) มีกิจนิสัยในการทำงานร่วมกับผู้อื่นด้วยความประณีต รอบคอบ และปลอดภัย สมรรถนะรายวิชาคือ 1) แสดงความรู้เกี่ยวกับมาตรฐาน การออกแบบระบบไฟฟ้า 2) เลือกใช้ วัสดุ อุปกรณ์ ในงานติดตั้งไฟฟ้า และ 3) เลือกใช้อุปกรณ์ ในงานป้องกันระบบไฟฟ้า

ดังนั้นเพื่อให้ผู้เรียนได้บรรลุจุดประสงค์รายวิชา และมีสมรรถนะรายวิชาที่ได้ตั้งไว้ ครูผู้สอนจึงต้องสามารถออกแบบวิธีการสอน สร้างสื่อและเอกสารการเรียนรู้ได้เอง จะสามารถบรรลุจุดประสงค์รายวิชา และมีสมรรถนะรายวิชาที่ได้ตั้งไว้ ผู้วิจัยจึงพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ฐานสมรรถนะสู่อาชีพ หลักสูตรรายวิชาการออกแบบระบบไฟฟ้า รหัสวิชา 30104-2002 ให้ครอบคลุมจุดประสงค์รายวิชา สมรรถนะรายวิชา และคำอธิบายรายวิชา ตามที่กำหนดในหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2563 เพื่อช่วยให้ผู้เรียนได้พัฒนาความรู้และทักษะ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สูงขึ้น

2.วัตถุประสงค์ของการศึกษา

2.1 เพื่อหาประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ฐานสมรรถนะสู่อาชีพ หลักสูตรรายวิชาการออกแบบระบบไฟฟ้า รหัสวิชา 30104-2002

2.2 เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้ฐานสมรรถนะสู่อาชีพ หลักสูตรรายวิชาการออกแบบระบบไฟฟ้า รหัสวิชา 30104-2002

2.3 เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้ฐานสมรรถนะสู่อาชีพ หลักสูตรรายวิชาการออกแบบระบบไฟฟ้า รหัสวิชา 30104-2002

3.สมมติฐานการวิจัย

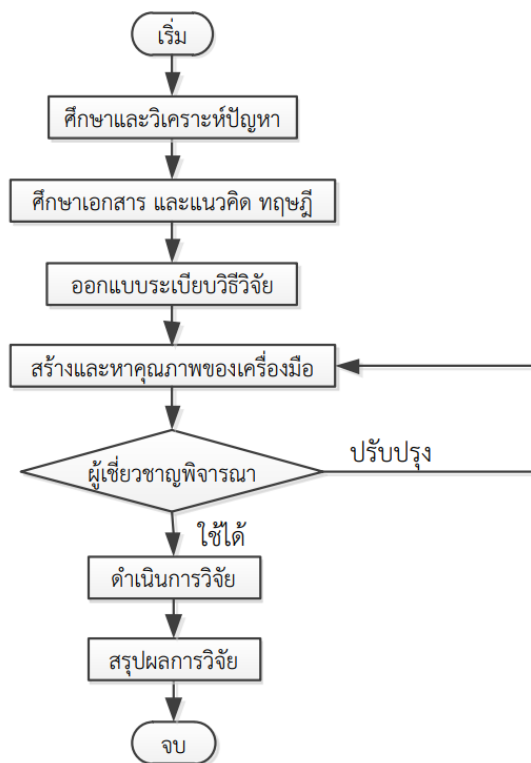
3.1 แผนการจัดการเรียนรู้ฐานสมรรถนะสู่อาชีพ หลักสูตรรายวิชาการออกแบบระบบไฟฟ้า รหัสวิชา 30104-2002 มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด 80/80

3.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้ฐานสมรรถนะสู่อาชีพ หลักสูตรรายวิชาการออกแบบระบบไฟฟ้า รหัสวิชา 30104-2002 หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

3.3 นักศึกษามีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้ฐานสมรรถนะสู่อาชีพ หลักสูตรรายวิชาการออกแบบระบบไฟฟ้า รหัสวิชา 30104-2002 อยู่ในระดับมากตามเกณฑ์มาตราส่วนประเมินค่า 5 ระดับ

4.การดำเนินการวิจัย

การดำเนินการวิจัยจะดำเนินงานตามผังงานที่นำเสนอด้านล่างนี้



รูปที่ 1 ผังงานการดำเนินการวิจัย

4.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร คือ นักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) สาขางานไฟฟ้ากำลังที่ลงทะเบียนเรียนวิชาการออกแบบระบบไฟฟ้า รหัสวิชา 30104-2002 ประจำปีการศึกษา 2566 ภาคเรียนที่ 2 ของวิทยาลัยเทคนิคเชียงราย จำนวน 3 กลุ่มการเรียน ดังนี้ ฟก.(ตรง) 2-1 จำนวน 22 คน, ฟก.(ตรง) 2-2 จำนวน 22 คน และฟก.(ตรง) 2-5 จำนวน 22 คน รวมทั้งสิ้น 66 คน

กลุ่มตัวอย่าง คือ นักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) สาขางานไฟฟ้ากำลัง ที่ลงทะเบียนเรียนรายวิชาการออกแบบระบบไฟฟ้า รหัสวิชา 30104-2002 ประจำปีการศึกษา 2566 ภาคเรียนที่ 2 ของวิทยาลัยเทคนิคเชียงราย ห้อง ปวส. ฟก.(ตรง) 2-5 จำนวน 22 คน โดยวิธีการสุ่มแบบเจาะจง (Purposive Sampling)

4.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1) แผนการจัดการเรียนรู้ฐานสมรรถนะสู่อาชีพ หลักสูตรรายวิชาการออกแบบระบบไฟฟ้า รหัสวิชา 30104-2002 จำนวน 9 หน่วยการเรียนรู้

2) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

3) แบบสอบถามความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อการจัดการเรียนรู้โดยการใช้แผนการจัดการเรียนรู้ฐานสมรรถนะสู่อาชีพ หลักสูตรรายวิชาการออกแบบระบบไฟฟ้า รหัสวิชา 30104-2002

4.3 การสร้างเครื่องมือการวิจัย

1) การสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ฐานสมรรถนะสู่อาชีพ หลักสูตรรายวิชาการออกแบบระบบไฟฟ้า รหัสวิชา 30104-2002

(1) ศึกษาหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) พุทธศักราช 2563

(2) ศึกษาหลักการของหลักสูตร

(3) จุดหมายของหลักสูตร

(4) หลักเกณฑ์การใช้หลักสูตร

(5) จุดประสงค์รายวิชาการออกแบบระบบไฟฟ้า รหัสวิชา 30104-2002

(6) สมรรถนะรายวิชาการออกแบบระบบไฟฟ้า รหัสวิชา 30104-2002

(7) คำอธิบายรายวิชาการออกแบบระบบไฟฟ้า รหัสวิชา 30104-2002

2) ศึกษาทฤษฎีและเอกสารที่เกี่ยวข้อง

(1) ศึกษาค้นคว้าหลักการ แนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องจากเอกสารความรู้ ตำราต่าง ๆ ที่สอดคล้องกับหลักสูตร จุดประสงค์การเรียนรู้และความรู้เกี่ยวกับแผนการจัดการเรียนรู้ฐานสมรรถนะ [5-8]

(2) ศึกษาหลักการและแนวการสอนที่เหมาะสมกับรายวิชาการออกแบบระบบไฟฟ้า รหัสวิชา 30104-2002 และการจัดการเรียนการสอนอาชีวศึกษา

(3) ศึกษาหลักการจัดกิจกรรมการเรียนรู้หรือกิจกรรมการเรียนการสอน

(4) ศึกษาเรื่องการวัดผลและประเมินผล

3) วิเคราะห์คำอธิบายรายวิชาการออกแบบระบบไฟฟ้า รหัสวิชา 30104-2002

4) จัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ฐานสมรรถนะสู่อาชีพ หลักสูตรรายวิชาการออกแบบระบบไฟฟ้า รหัสวิชา 30104-2002 ทำโครงการสอนเพื่อแบ่งเนื้อหาวิชาตามหลักสูตรให้สอดคล้องกับจำนวนชั่วโมง หรือระยะเวลาที่จะทำการสอนตลอดภาคเรียน โดยคำนึงถึงจำนวนชั่วโมงที่สามารถจัดการเรียนการสอนได้จริง แล้วจึงแบ่งเนื้อหาต่าง ๆ ออกเป็นหน่วย

การเรียนรู้ย่อย ๆ โดยพิจารณาตามลำดับความสำคัญ ความยากง่ายและความสัมพันธ์ของเนื้อหา ได้แบ่งเนื้อหาวิชาการเรียนรู้ออกเป็น 9 หน่วย โดยได้พัฒนาหลักสูตรรายวิชาเพิ่มเรื่องมาตรฐานบริภัณฑ์จ่ายไฟยานยนต์ไฟฟ้า เพื่อให้ทันกับสถานการณ์และเทคโนโลยีที่เปลี่ยนไป ได้แก่

หน่วยที่ 1 เรื่อง กฎมาตรฐานทางไฟฟ้า บริภัณฑ์ไฟฟ้า แผงสวิตช์และการติดตั้ง

หน่วยที่ 2 เรื่อง ระยะห่างในการปฏิบัติงาน

หน่วยที่ 3 เรื่อง สายไฟฟ้าและการใช้งาน

หน่วยที่ 4 เรื่อง การออกแบบ ระบบไฟฟ้าภายในอาคาร และภายในโรงงาน

หน่วยที่ 5 เรื่อง การเดินสายอุปกรณ์ประกอบการเดินสายมอเตอร์ไฟฟ้า หม้อแปลงไฟฟ้า เครื่องเชื่อมไฟฟ้า และเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรอง

หน่วยที่ 6 เรื่อง การปรับปรุงตัวประกอบกำลังไฟฟ้า

หน่วยที่ 7 เรื่อง การป้องกันฟ้าผ่าสำหรับสิ่งปลูกสร้าง

หน่วยที่ 8 เรื่อง การต่อลงดิน

หน่วยที่ 9 เรื่อง มาตรฐานบริภัณฑ์จ่ายไฟยานยนต์ไฟฟ้า (ผู้วิจัยได้เพิ่มเติมเป็นประเด็นท้าทายครั้งพัฒนาหลักสูตรปี 2565 ที่ผ่านมาน)

5) ตรวจสอบโดยผู้เชี่ยวชาญ นำแผนการจัดการเรียนรู้ฐานสมรรถนะสู่อาชีพ หลักสูตรรายวิชาการออกแบบระบบไฟฟ้า รหัสวิชา 30104-20022 ให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน ตรวจสอบความถูกต้อง ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา และให้ข้อเสนอแนะเพื่อนำมาปรับปรุงแก้ไข

6) ปรับปรุงแก้ไข การปรับปรุงแก้ไขและพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ฐานสมรรถนะสู่อาชีพ หลักสูตรรายวิชาการออกแบบระบบไฟฟ้า รหัสวิชา 30104-2002 ตามความคิดเห็น และข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ คือให้ใช้คำศัพท์เฉพาะในภาษาอังกฤษต่อท้าย ปรับปรุงแบบการนำเสนอภาพรูปภาพให้ชัดเจนเนื่องจากมีบางแห่งที่ไม่ชัด บางแห่งมีขนาดเล็กเกินไป ควรปรับปรุงให้มีขนาดใกล้เคียงกันทุกภาพ และคำนึงถึงความสะดวกของนักศึกษาเป็นหลัก

7) การทดลองใช้ นำชุดการสอนฐานสมรรถนะสู่อาชีพหลักสูตรที่ได้ปรับปรุง แก้ไขครั้งสุดท้ายจนถูกต้องเหมาะสม และสมบูรณ์แล้วไปใช้กับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) ห้อง ปวส. พก.ม.6) 2/1-2 สาขางานไฟฟ้ากำลัง แผนกวิชาช่างไฟฟ้าของวิทยาลัยเทคนิคเชียงราย จำนวน 40 คน

4.4 การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาการออกแบบระบบไฟฟ้า รหัสวิชา 30104-2002

1) ศึกษาหลักการ ทฤษฎี และเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน [9]

2) วิเคราะห์เนื้อหาและจุดประสงค์ แผนการจัดการเรียนรู้ฐานสมรรถนะสู่อาชีพ หลักสูตรรายวิชาการออกแบบระบบไฟฟ้า รหัสวิชา 30104-2002 เพื่อนำข้อมูลมาสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยการสร้างตารางวิเคราะห์หลักสูตรตามจุดประสงค์ และเนื้อหาแต่ละหน่วยการเรียนรู้ เพื่อกำหนดจำนวนข้อทดสอบในแต่ละจุดประสงค์ทุกหน่วยของชุดการสอนฐานสมรรถนะสู่อาชีพหลักสูตรซึ่งมีจำนวน 9 หน่วย

3) สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตรงตามจุดประสงค์ที่ตั้งไว้ได้ ลักษณะเป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 5 ตัวเลือก ประกอบด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนเรียน (Pre-test) และหลังเรียน (Post-test) โดยให้ครอบคลุมเนื้อหา และจุดประสงค์

4) นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นไปให้ผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน พิจารณาตรวจสอบความถูกต้องและเหมาะสม ด้านความตรงเชิงโครงสร้าง (Construct Validity) และความตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity)

5) คัดเลือกแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่มีความสอดคล้อง (Index of consistency : IOC) ตั้งแต่ 0.6 ขึ้นไป และปรับปรุงแก้ไขแบบทดสอบตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ ตรวจสอบพิจารณาความถูกต้องและความเหมาะสมของภาษาที่ใช้ ข้อคำถามสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ ครอบคลุมเนื้อหา และตรงตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่วิเคราะห์ไว้

6) นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไปทดลองใช้ (Try out) กับนักศึกษาที่เรียนรายวิชาการออกแบบระบบไฟฟ้า รหัสวิชา 30104-2002 มาแล้ว ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง โดยได้ทดลองใช้กับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) แผนกวิชาช่างไฟฟ้า วิทยาลัยเทคนิคเชียงราย จังหวัดเชียงราย สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2566 จำนวน 20 คน

7) ผลการตรวจให้คะแนนของแบบทดสอบมาหาค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) เป็นรายข้อ คัดเลือกเฉพาะข้อที่มีความยากง่าย .20 - .80 และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .20 ขึ้นไป

8) นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั้งหมดที่ได้ไปหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ โดยใช้สูตร

ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบโดยวิธี KR-20 (Kuder Richardson Formula 20) ซึ่งได้ ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับเท่ากับ 0.837

9) จัดทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฉบับสมบูรณ์เพื่อใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลกับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

4.5 การสร้างแบบสอบถามความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้ฐานสมรรถนะสู่อาชีพ หลักสูตรรายวิชาการออกแบบระบบไฟฟ้า รหัสวิชา 30104-2002 โดยมีขั้นตอนการสร้างดังนี้

1) ศึกษารูปแบบการสร้างแบบสอบถามความพึงพอใจของนักศึกษาที่เรียนโดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้ฐานสมรรถนะสู่อาชีพ หลักสูตรรายวิชาการออกแบบระบบไฟฟ้า รหัสวิชา 30104-2002 และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2) สร้างแบบสอบถามความพึงพอใจลักษณะเป็นแบบสอบถามแบบมาตราประมาณค่า 5 ระดับ แบ่งออกเป็น 2 ตอน ประกอบด้วย

ตอนที่ 1 เป็นแบบสอบถามความพึงพอใจของนักศึกษาต่อการจัดการเรียนรู้ โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้ฐานสมรรถนะสู่อาชีพ หลักสูตรรายวิชาการออกแบบระบบไฟฟ้า รหัสวิชา 30104-2002 จำนวนทั้งสิ้น 12 ข้อ

สำหรับเกณฑ์การพิจารณาค่าระดับคะแนนเฉลี่ยของความพึงพอใจ ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) โดยเปรียบเทียบกับเกณฑ์เฉลี่ย บุญชม ศรีสะอาด (2538, หน้า 100) [10]

ตอนที่ 2 เป็นข้อเสนอแนะอื่น ๆ ลักษณะเป็นการแสดงความคิดเห็นแบบปลายเปิดของนักศึกษาที่มีต่อการพัฒนาการเรียนรู้โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้ฐานสมรรถนะสู่อาชีพ หลักสูตรรายวิชาการออกแบบระบบไฟฟ้า รหัสวิชา 30104-2002

3) นำแบบสอบถามความพึงพอใจที่สร้างขึ้นไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คน ตรวจสอบความถูกต้องด้านเนื้อหาและภาษา นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) มีค่าเท่ากับ 0.60–1.00 ถือว่ามีความสอดคล้องกับเกณฑ์ที่ยอมรับได้ โดยมีเกณฑ์การประเมินดังนี้

+1 หมายถึง แน่ใจว่าแบบสอบถามความพึงพอใจสอดคล้องตามประเด็นข้อนั้น

0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่าแบบสอบถามความพึงพอใจสอดคล้องตามประเด็นข้อนั้น

- 1 หมายถึง แน่ใจว่าแบบสอบถามความพึงพอใจไม่สอดคล้องตามประเด็นข้อนั้น

4) ปรับปรุงแก้ไขข้อความในแบบสอบถามความพึงพอใจให้ชัดเจน และเข้าใจง่าย ตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ

5) นำแบบสอบถามความพึงพอใจไปทดลองใช้ (Try out) กับนักศึกษาที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) แผนกวิชาช่างไฟฟ้า ที่วิทยาลัยเทคนิคเชียงราย จังหวัดเชียงราย สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2566 จำนวน 20 คน

6) นำผลของการทดลองใช้ มาหาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) โดยหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (Alpha-Coefficient) ของ ครอนบาค (Cronbachs alpha Coefficient) ผลปรากฏว่าแบบสอบถามความคิดเห็นของนักศึกษาต่อการพัฒนาการเรียนรู้โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้ฐานสมรรถนะสู่อาชีพ หลักสูตรรายวิชาการออกแบบระบบไฟฟ้า รหัสวิชา 30104-2002 ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.837

7) นำแบบสอบถามความพึงพอใจไปใช้เป็นเครื่องมือในการศึกษาความพึงพอใจที่มีต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้ฐานสมรรถนะสู่อาชีพ หลักสูตรรายวิชาการออกแบบระบบไฟฟ้า รหัสวิชา 30104-2002

4.6 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ใช้แบบแผนการทดลองแบบ One-Group Pretest-Posttest Design กลุ่มเดียวสอบก่อนและสอบหลังการทดลอง โดยใช้รูปแบบการทดลอง ดังแสดงในรูปที่ 2

$$\boxed{T_1 \quad X \quad T_2}$$

รูปที่ 2 รูปแบบการทดลองการจัดการเรียนรู้ โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้ฐานสมรรถนะสู่อาชีพ หลักสูตรรายวิชาการออกแบบระบบไฟฟ้า รหัสวิชา 30104-2002

ที่มา : ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2538, หน้า 249 [11]

4.7 การดำเนินการวิจัย

1) ระยะเวลาที่ใช้ในการดำเนินการจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ฐานสมรรถนะสู่อาชีพ หลักสูตรรายวิชาการออกแบบระบบไฟฟ้า รหัสวิชา 30104-2002 ดำเนินการพัฒนาดังแต่ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563 ซึ่งมีการประกาศใช้หลักสูตร

ปวส. 2563 มีการทดลองใช้และปรับปรุงมาโดยตลอดเป็นวงรอบทุกปีการศึกษา จนถึงภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2566 (รายวิชานี้มีการจัดการเรียนการสอนในทุกภาคเรียน)

2)เนื้อหาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้เนื้อหาที่ใช้ในการพัฒนาเป็นเนื้อหาในแผนการจัดการเรียนรู้ฐานสมรรถนะสู่อาชีพ หลักสูตรรายวิชาการออกแบบระบบไฟฟ้า รหัสวิชา 30104-2002 ประกอบด้วยเนื้อหาการเรียน 9 หน่วย

3)กำหนดการในการจัดทำชุดการสอนฐานสมรรถนะสู่อาชีพหลักสูตร

ในการพัฒนาครั้งนี้ เป็นการพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ฐานสมรรถนะสู่อาชีพ หลักสูตรรายวิชาการออกแบบระบบไฟฟ้า รหัสวิชา 30104-2002 ที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้นและทดลองใช้จัดการเรียนการสอนด้วยตนเอง ดังนี้

1)ชี้แจงการใช้แผนการจัดการเรียนรู้ฐานสมรรถนะสู่อาชีพ หลักสูตรรายวิชาการออกแบบระบบไฟฟ้า รหัสวิชา 30104-2002

2)เริ่มจัดการเรียนรู้ ก่อนเรียนให้นักศึกษาทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนเรียน (Pre-test) โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น จำนวน 230 ข้อ ทำการทดสอบหน่วยการเรียนรู้ละ 36, 30, 41, 35, 21, 15, 14, 13, และ 25 ข้อ ตามลำดับ โดยใช้กิจกรรมการเรียนการสอนให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการจัดการเรียนรู้ฐานสมรรถนะเชิงรุก (Active Learning Competency Based) ด้านเทคนิคการจัดการเรียนการสอนแบบ MAIP+การสอนโดยใช้สถานการณ์จำลอง (Simulation-based learning: SBL) โดยมีขั้นตอนในการดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอนดังนี้

(1)กล่าวทักทายนักศึกษา ตรวจสอบรายชื่อและการแต่งกายของนักศึกษาที่เข้าเรียน

(2)ปฐมนิเทศรายวิชา ชี้แจงรายละเอียดการจัดการเรียนรู้ และการใช้เอกสารประกอบการจัดการเรียนรู้

(3)นักศึกษาทำแบบทดสอบก่อนเรียน

3)ดำเนินการจัดการเรียนรู้ ตามขั้นตอนในแผนการจัดการเรียนรู้รายวิชาการออกแบบระบบไฟฟ้า รหัสวิชา 30104-2002 โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้ฐานสมรรถนะสู่อาชีพ หลักสูตรรายวิชาการออกแบบระบบไฟฟ้า รหัสวิชา 30104-2002 เป็นสื่อหลักจัดการเรียนการสอนตามขั้นตอนในชุดการสอนฐานสมรรถนะสู่อาชีพหลักสูตร เก็บคะแนนจากการทำ

ใบงานและแบบฝึกหัดทบทวนความรู้ความเข้าใจในทุกหน่วยการเรียน และคะแนนทดสอบหลังเรียนจบแต่ละหน่วยการเรียนรู้

4)หลังจากการจัดการเรียนรู้ต่าง ๆ ตามแผนการจัดการเรียนรู้ฐานสมรรถนะสู่อาชีพ หลักสูตรรายวิชาการออกแบบระบบไฟฟ้า รหัสวิชา 30104-2002 จบหลักสูตรตามเวลาที่กำหนด ผู้สอนรวบรวมคะแนนทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนแต่ละหน่วยการเรียน เปรียบเทียบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน และให้ทำแบบสอบถามความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้ฐานสมรรถนะสู่อาชีพ หลักสูตรรายวิชาการออกแบบระบบไฟฟ้า รหัสวิชา 30104-2002

5)วิเคราะห์และสรุปผลการพัฒนาการเรียนการสอน

6)เขียนรายงาน สรุปผลการจัดการเรียนรู้

4.8การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้

ศึกษาประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ฐานสมรรถนะสู่อาชีพ หลักสูตรรายวิชาการออกแบบระบบไฟฟ้า รหัสวิชา 30104-2002 ใช้สูตรการหาประสิทธิภาพ E_1/E_2 โดยใช้เกณฑ์ 80/80

1)วิเคราะห์ผลการพัฒนาโดยเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนก่อนและหลังการใช้แผนการจัดการเรียนรู้ฐานสมรรถนะสู่อาชีพ หลักสูตรรายวิชาการออกแบบระบบไฟฟ้า รหัสวิชา 30104-2002 โดยใช้สถิติทดสอบแบบสองกลุ่มสัมพันธ์กัน t-test (Dependent Samples)

2)วิเคราะห์ความพึงพอใจของนักศึกษากลุ่มทดลองที่มีต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้ฐานสมรรถนะสู่อาชีพ หลักสูตรรายวิชาการออกแบบระบบไฟฟ้า รหัสวิชา 30104-2002 โดยใช้ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)

5.ผลการวิจัย

ผลการพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ฐานสมรรถนะสู่อาชีพ หลักสูตรรายวิชาการออกแบบระบบไฟฟ้า รหัสวิชา 30104-2002 โดยเก็บรวบรวมข้อมูลกับนักศึกษาในระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) สาขางานไฟฟ้ากำลัง ปวส. พก.(ตรง) 2-5 วิทยาลัยเทคนิคเชียงราย ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 จำนวน 22 คน ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยแบ่งเป็น 3 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้ฐานสมรรถนะสู่อาชีพ หลักสูตรรายวิชาการออกแบบระบบไฟฟ้า รหัสวิชา 30104-2002 ของนักศึกษา ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) สาขางานไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคเชียงราย มีประสิทธิภาพ 81.14/80.24 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 80/80 ที่ตั้งไว้

ตารางที่ 2 ประสิทธิภาพการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

รายการ	คะแนนเต็มรวม	คะแนนที่ได้รวม	จำนวนผู้เรียน	เฉลี่ยร้อยละ
คะแนนระหว่างเรียน (E_1)	180	3,213	22	81.14
คะแนนหลังเรียน (E_2)	230	4,060	22	80.24

ตอนที่ 2 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียนของนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้ฐานสมรรถนะสู่อาชีพ หลักสูตรรายวิชาการออกแบบระบบไฟฟ้า รหัสวิชา 30104-2002 โดยการใช้สถิติ t-test

ตารางที่ 3 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

การทดสอบ	n	คะแนนเต็ม	คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน		df	t	Sig
			$\bar{X}$	S.D.			
ก่อนเรียน	22	230	113.68	24.53	21	28.51	.00
หลังเรียน	22	230	184.59	22.94			

*นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 3 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนของนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้ฐานสมรรถนะสู่อาชีพ หลักสูตรรายวิชาการออกแบบระบบไฟฟ้า

รหัสวิชา 30104-2002 สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตอนที่ 3 ผลการศึกษาความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้ฐานสมรรถนะสู่อาชีพ หลักสูตรรายวิชาการออกแบบระบบไฟฟ้า รหัสวิชา 30104-2002 จำนวน 12 หัวข้อ พบว่านักศึกษามีความพึงพอใจต่อการเรียนโดยการใช้แผนการจัดการเรียนรู้ฐานสมรรถนะสู่อาชีพ หลักสูตรรายวิชาการออกแบบระบบไฟฟ้า รหัสวิชา 30104-2002 ในภาพรวมอยู่ในระดับมาก และเมื่อพิจารณารายข้อพบว่ารายการที่มีค่าคะแนนเฉลี่ยจากมากที่สุด 3 ลำดับคือ ข้าพเจ้าเห็นว่าการเรียนโดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้ฐานสมรรถนะสู่อาชีพจะช่วยให้การเรียนได้สะดวกมากขึ้นทั้งในเวลาและนอกเวลาเรียน ($\bar{X} = 4.81$, S.D.= 0.403) สรุปข้าพเจ้ามีความพึงพอใจในการเรียน โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้ฐานสมรรถนะสู่อาชีพรหัสวิชา 3104-2202 รายวิชาการออกแบบระบบไฟฟ้า ($\bar{X} = 4.77$, S.D.= 0.437) และมีค่าเฉลี่ยเท่ากันคือข้าพเจ้าเห็นว่าการเรียนโดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้ฐานสมรรถนะสู่อาชีพทำให้เข้าใจเนื้อหาที่เรียนได้มากขึ้นกับข้าพเจ้ามีความสุขกับการเรียนวิชาการออกแบบระบบไฟฟ้า ($\bar{X} = 4.58$, S.D.= 0.508) และข้อเสนอแนะของนักศึกษาที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ คือ นักศึกษาส่วนใหญ่มีข้อเสนอแนะว่า ควรมีการส่งงานเป็นไฟล์คอมพิวเตอร์ รองลงมา คือ ควรอธิบายเพิ่มเติมหรือมีแนะนำการใช้โปรแกรม และควรจัดจำนวนกลุ่มของนักศึกษาที่ปฏิบัติตามใบงานให้มีประมาณกลุ่มละจำนวน 2 คน ตามลำดับ

6.สรุปผลการวิจัย

ในการจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ฐานสมรรถนะสู่อาชีพ หลักสูตรรายวิชาการออกแบบระบบไฟฟ้า รหัสวิชา 30104-2002 ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ระดับชั้นปีที่ 2 ทั้ง 9 หน่วยการเรียนรู้ เป็นการสร้างสื่อการเรียนการสอนเพื่อใช้เป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน รายวิชาการออกแบบระบบไฟฟ้า รหัสวิชา 30104-2002 ของวิทยาลัยเทคนิคเชียงราย ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 ผู้วิจัยได้สรุปตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ดังนี้

1) แผนการจัดการเรียนรู้ฐานสมรรถนะสู่อาชีพ หลักสูตรรายวิชาการออกแบบระบบไฟฟ้า รหัสวิชา 30104-2002

มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด มีประสิทธิภาพ 81.14/80.24 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 80/80 ที่ตั้งไว้

2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้ฐานสมรรถนะสู่อาชีพ หลักสูตรรายวิชาการออกแบบระบบไฟฟ้า รหัสวิชา 30104-2002 สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยการใช้สถิติ t-test

3) ศึกษาความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้ฐานสมรรถนะสู่อาชีพ หลักสูตรรายวิชาการออกแบบระบบไฟฟ้า รหัสวิชา 30104-2002 อยู่ในระดับมาก ที่ค่าเฉลี่ย 4.22

7.อภิปรายผลการวิจัย

1) การหาประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ฐานสมรรถนะสู่อาชีพ หลักสูตรรายวิชาการออกแบบระบบไฟฟ้า รหัสวิชา 30104-2002 ที่ผู้ศึกษาได้เรียบเรียงขึ้น มีประสิทธิภาพ 81.14/80.24 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด ทั้งนี้ อาจเป็นเพราะด้วยสอนโดยมุ่งเน้นวิธีการจัดการเรียนรู้ฐานสมรรถนะเชิงรุก (Active Learning Competency Based) ด้วยการกำหนดวัตถุประสงค์ด้านความรู้ ด้านทักษะ การวัดผล ประเมินผลการเรียนรู้ และคุณลักษณะที่พึงประสงค์ที่ต้องการในแต่ละหน่วยการเรียนรู้ที่ชัดเจน มีผลให้ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ที่บรรลุตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ สอดคล้องกับงานวิจัยของกนกวรรณ ควรสนธิ และคณะ กรรณิกา นรวรธรรม และคณะ ชาญชัย แสวอู พิชญะ พรหมลา, และกฤษ สินธนะกุล รัชพล กลัดชื่น, และกฤษ สินธนะกุล วิชาพรณ กิ่งวัชรพงศ์ และคณะ [12-17]

2) การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน และหลังเรียนด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในแผนการจัดการเรียนรู้ฐานสมรรถนะสู่อาชีพ หลักสูตรรายวิชาการออกแบบระบบไฟฟ้า รหัสวิชา 30104-2002 พบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ ทั้งนี้ อาจเป็นเพราะจากการที่ได้ออกแบบแบบฝึกหัด และใบงานที่ใช้เป็นเครื่องมือผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 ท่าน ตรวจและประเมินความถูกต้อง ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา ด้านความสอดคล้องระหว่างเนื้อหา กับจุดประสงค์การเรียนรู้ และการหาคุณภาพ โดยใช้แบบประเมินที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นแล้ว นำมาปรับปรุงตามข้อเสนอแนะในงานวิจัยนี้ไว้ สอดคล้องกับ

งานวิจัยของกนกวรรณ ควรสนธิ และคณะ กรรณิกา นรวรธรรม และคณะ ชาญชัย แสวอู พิชญะ พรหมลา, และกฤษ สินธนะกุล รัชพล กลัดชื่น, และกฤษ สินธนะกุล วิชาพรณ กิ่งวัชรพงศ์ และคณะ [12-17]

3) ความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้ฐานสมรรถนะสู่อาชีพ หลักสูตรรายวิชาการออกแบบระบบไฟฟ้า รหัสวิชา 30104-2002 พบว่า นักศึกษามีความพึงพอใจในภาพรวมระดับมาก ทั้งนี้ อาจเป็นเพราะเน้นกระบวนการปฏิบัติและการทำงานเป็นทีมตามคุณลักษณะที่พึงประสงค์ สอดคล้องกับงานวิจัยของกนกวรรณ ควรสนธิ และคณะ กรรณิกา นรวรธรรม และคณะ ชาญชัย แสวอู พิชญะ พรหมลา, และกฤษ สินธนะกุล รัชพล กลัดชื่น, และกฤษ สินธนะกุล วิชาพรณ กิ่งวัชรพงศ์ และคณะ [12-17]

หลังจากที่ได้ใช้พัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ฐานสมรรถนะสู่อาชีพ หลักสูตรรายวิชาการออกแบบระบบไฟฟ้า รหัสวิชา 30104-2002 ที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้นผู้วิจัยได้นำนักศึกษาไปทดสอบมาตรฐานฝีมือแรงงาน สาขาช่างไฟฟ้าภายในอาคาร ระดับ 1 ณ สถาบันพัฒนาฝีมือแรงงาน 20 เชียงราย ให้กับนักศึกษาระดับ ปวส. จำนวน 22 คน ในวันอาทิตย์ที่ 11 กุมภาพันธ์ 2567 โดยมีผู้ผ่านการทดสอบทั้งภาคทฤษฎีและปฏิบัติจำนวน 14 คน มีผู้ไม่ผ่านภาคทฤษฎีจำนวน 5 คน และผู้ไม่ผ่านภาคปฏิบัติจำนวน 3 คน ทั้งนี้ผู้วิจัยได้วางแนวทางแก้ไขในอนาคตว่าต้องมีการทบทวนความรู้พื้นฐานที่นักศึกษาเรียนมานานแล้วแต่ไม่ได้ใช้ ทบทวนการปฏิบัติงานให้คล่องและทันเวลาในการสอบในภาคปฏิบัติ และเสริมกำลังใจให้ลดความตื่นเต้นของนักศึกษาที่เข้าทดสอบ

8.ข้อเสนอแนะ

1) ผลที่ได้จากการส่งเสริมให้ทำงานเป็นทีม และนักศึกษาแต่ละคนได้โจทย์ที่ไม่ซ้ำกัน มีส่วนให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเพิ่มขึ้น

2) ควรศึกษาความคิดเห็นของนักศึกษาในเรื่องอื่น ๆ บ้าง เช่น ความต้องการของรูปแบบการเรียนการสอนในรายวิชา เจตคติที่ดีในการเรียนในรายวิชาการออกแบบระบบไฟฟ้า รหัสวิชา 30104-2002 ความรับผิดชอบต่อตนเอง ความภาคภูมิใจในตนเอง เป็นต้น

3) ควบคู่กับผลของการใช้แผนการจัดการเรียนรู้ฐานสมรรถนะสู่อาชีพ ในอาชีพเลขรหัส 3113.20 ช่างเทคนิควิศวกรรมไฟฟ้ากำลัง เนื่องจากยังประกอบด้วยเนื้อหาวิชาอื่น ๆ อีก เช่น รายวิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม รายวิชาระบบปรับอากาศในงานอุตสาหกรรม และรายวิชาเครื่องกลไฟฟ้าเป็นต้น เพื่อเป็นการพัฒนาอาชีพด้วย

กิตติกรรมประกาศ

คุณงามความดีอันเกิดจากงานวิจัยนี้ขอมอบให้กับผู้มีส่วนร่วมในงานวิจัยนี้ทุกท่าน

เอกสารอ้างอิง

- [1] Office of the National Economic and Social Development Council, The Twelfth National Economic and Social Development Plan (2017-2021), 1st printing. Bangkok : 2017. (in Thai)
- [2] Office of the Education Council, Thailand education scheme in brief (2017-2036), 1st printing. Bangkok : 2017. (in Thai)
- [3] Office of the Vocational Education Commission, Development of competency-based curriculum, 1st printing. Bangkok : Bureau of Vocational Education Standards & Qualification, 2019. (in Thai)
- [4] Department of Employment, Thailand Standard Classification of Occupations TSCO, 1st printing. Bangkok : 2001. (in Thai)
- [5] Buddha Dhammasuna and et al., “The Development of the College’s Competency-based Curriculum of Automotive Technology Program in Loei Technical College”, *RMUTP Research Journal*, Vol.5, No.2, p102-115, September 2011. (in Thai)
- [6] Rontichai Sawat and et al., “Competency-Based Education : CBE”, *Journal of Liberal Art of Rajamangala University of Technology Suvannabhumi*, Vol.4, No.1, p187-201, January-April 2022. (in Thai)
- [7] Office of the Education Council Minister of Education, Research and development of curriculum development models and competency-based teaching and learning according to the National Qualifications Framework, 1st printing. Bangkok : Office of Educational Policy and Planning, 2017. (in Thai)
- [8] Suwattana Sanguanrat, and Chuan Parunggul, “Curriculum and competency-based teaching in school”, *The Journal of Sirindhornparidhat*, Vol.22, No.2, p351-364, July-December 2021. (in Thai)
- [9] Ujsara Prasertsin, Kamontip Srihaset, and Areerat Laonoi, “Guidelines for Competency-Based Assessment in 21st Century”, *Journal of Educational Measurement, Mahasarakham University*, Vol.27, No.2, July-December 2021. (in Thai)
- [10] Bunchom Srisa-at, Statistical methods for research, 4th printing, Bangkok : Suweeriyasan, 1995. (in Thai)
- [11] Luan Saiyot, and Angkana Saiyot, Educational Research Techniques, 4th printing, Bangkok : Suweeriyasan, 1995. (in Thai)
- [12] Kanokwan Khuansanit and et al., “Development of a Learning Management Model According to the Professional Standards of a Manager in the Heat Treatment Industry in Thailand”, *Journal of Industrial Education*, Vol. 20, No. 2, p107-119, May-August 2021. (in Thai)

- [13] Kannika Narawaratham and et al., "A Model of Competency-based Education Approach for the Diploma in Logistics Management Programme under the Office of Vocational Education Commission", *Rajapark Journal*, Vol.11, No.23, p11-22, May-August 2017. (in Thai)
- [14] Chanchai Haeoau, "Development of Competency-based Curriculum Instructional Package for Non-destructive Welding Testing Course (30103-2103) Welding Inspection and Testing Brance, Higher Vocational Certificate Program under the Office of Vocational Education Commission", *Institute of Vocational Education : Southern Region 1 Journal*, Vol.7, No.1, p91-100, January-June 2022. (in Thai)
- [15] Pichaya Promla, and Krich Sintanakul, "The Effect of Learning Management by Competency-Based Learning blend with Web-Based Teaching and Problem-Based Learning according to MIAP Process to Develop Computation Thinking Skill of Vocational Certificate Student, Information Technology Subject", *KKU Research Journal of Humanities and Social Sciences (Graduate Studies)*, Vol.9, No.2, p181-194, May-August 2021. (in Thai)
- [16] Ratchapol Kladchuen, and Krich Sinthanakul, "The Development of Blended Learning Model on Competency-Based Lesson Plan by Using MIAP Process for Data Communication and Network Course", *Journal for Research and Innovation Institute of Vocational Education Bangkok*, Vol.2, No.2, p117-127, July-December 2019. (in Thai)
- [17] Vicchapan Kingwatcharapong and et al., "The Model of Competency Based Curriculum Development in Hospitality and Services, Front Office Program According to Hotel Industry Occupational Standard", *The Journal of KMUTNB.*, Vol.21, No.2, p377-386, May-August 2011. (in Thai)

รูปแบบความร่วมมือการจัดการอาชีวศึกษาไทย-จีน สาขาวิชาเทคนิคควบคุมและซ่อมบำรุงระบบขนส่งทางราง
วิทยาลัยเทคนิควาปีปทุมกับวิทยาลัยเทคนิคการรถไฟความเร็วสูงหนานหนานประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน

A Collaborative Model for Thai-Chinese Vocational Education in Rail Transport
System Maintenance and Control : A Case Study of Wapi Pathum Technical
College and Hunan High-Speed Rail Technical College, China

สุกั เวียงชัยภูมิ^{1*}

Suphee Viangchaiyaphum^{1*}

¹วิทยาลัยเทคนิควาปีปทุม สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา กรุงเทพมหานคร 10300

¹Wapipathum Technical College, Office of the Vocational Education Commission, Bangkok, 10300

Received : 2024-11-18 Revised : 2025-01-13 Accepted : 2025-01-17

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาความพร้อมและความต้องการการจัดการเรียนการสอน รูปแบบความร่วมมือการจัดการอาชีวศึกษาไทย-จีน สาขาวิชาเทคนิคควบคุมและซ่อมบำรุงระบบขนส่งทางราง วิทยาลัยเทคนิควาปีปทุมกับวิทยาลัยเทคนิคการรถไฟความเร็วสูงหนานหนานประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน 2) สร้างรูปแบบความร่วมมือการจัดการอาชีวศึกษาไทย-จีน สาขาวิชาเทคนิคควบคุมและซ่อมบำรุงระบบขนส่งทางราง วิทยาลัยเทคนิควาปีปทุมกับวิทยาลัยเทคนิคการรถไฟความเร็วสูงหนานหนานประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน 3) ทดลองใช้รูปแบบความร่วมมือการจัดการอาชีวศึกษาไทย-จีน สาขาวิชาเทคนิคควบคุมและซ่อมบำรุงระบบขนส่งทางราง วิทยาลัยเทคนิควาปีปทุมกับวิทยาลัยเทคนิคการรถไฟความเร็วสูงหนานหนานประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน และ 4) ประเมินผลรูปแบบความร่วมมือการจัดการอาชีวศึกษาไทย-จีน สาขาวิชาเทคนิคควบคุมและซ่อมบำรุงระบบขนส่งทางราง วิทยาลัยเทคนิควาปีปทุมกับวิทยาลัยเทคนิคการรถไฟความเร็วสูงหนานหนานประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน เป็นการวิจัยและพัฒนา (Research and Development) ผลการวิจัยพบว่า รูปแบบความร่วมมือการจัดการอาชีวศึกษาไทย-จีน สาขาวิชาเทคนิคควบคุมและซ่อมบำรุงระบบขนส่งทางราง วิทยาลัยเทคนิควาปีปทุมกับ

วิทยาลัยเทคนิคการรถไฟความเร็วสูงหนานหนานประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน 5 องค์ประกอบ ประกอบด้วย องค์ประกอบที่ 1 การพัฒนา องค์ประกอบที่ 2 การสร้างความร่วมมือทางการศึกษา องค์ประกอบที่ 3 การบริหารทรัพยากรทางการศึกษา องค์ประกอบที่ 4 การจัดการเรียนการสอน และองค์ประกอบที่ 5 การกำกับติดตามและการประเมินผลสูง หนานหนานประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน กลุ่มตัวอย่าง ผลการทดลองใช้รูปแบบความร่วมมือดังกล่าว พบว่าความคิดเห็นของผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับรูปแบบอยู่ในระดับมากที่สุด ความคิดเห็นของหัวหน้างานหรือผู้บังคับบัญชาในฝ่ายงานของสถานประกอบการอยู่ในระดับมากที่สุด ความคิดเห็นของอาจารย์ที่ปรึกษาหรืออาจารย์ผู้สอนอยู่ในระดับมากที่สุด ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนภาพรวมอยู่ในระดับดีมาก และนักศึกษาที่สำเร็จการศึกษา พบว่าส่วนใหญ่ทำงานในสถานประกอบการคิดเป็นร้อยละ 73.33

คำสำคัญ : รูปแบบความร่วมมือ, การจัดการอาชีวศึกษาไทย-จีน, ระบบขนส่งทางราง

Abstract

This research aims to : 1) study the readiness and requirements for the teaching and learning management of the Thai-Chinese vocational education cooperation model in the field of Railway Transportation System

*สุกั เวียงชัยภูมิ

E-mail address : supeeviangchaiyaphum2518@gmail.com

Control and Maintenance Technology between Wapi Pathum Technical College and Hunan High-Speed Railway Technical College, People's Republic of China; 2) develop the Thai-Chinese vocational education cooperation model in the same field; 3) implement the developed cooperation model; and 4) evaluate the effectiveness of the cooperation model. This study employed a Research and Development (R&D) methodology.

The findings revealed that the Thai-Chinese vocational education cooperation model in the field of Railway Transportation System Control and Maintenance Technology consisted of five key components: 1) development, 2) fostering educational cooperation, 3) educational resource management, 4) teaching and learning management, and 5) monitoring and evaluation.

The trial implementation of the cooperation model showed that stakeholders' opinions were at the highest level of satisfaction. Supervisors or managers from related industries also expressed the highest level of agreement. Similarly, academic advisors or instructors rated their satisfaction at the highest level. The overall learning outcomes were very good, with 73.33% of graduates successfully employed in related industries.

Keywords : Collaboration Model, Thai - Chinese Vocational Education, Rail Transport System

1. บทนำ

การจัดการเรียนการสอนสาขาวิชาเทคนิคควบคุมและซ่อมบำรุงระบบขนส่งทางรางวิทยาลัยเทคนิควาปีปทุมได้จัดการเรียนการสอนร่วมกับสถานศึกษาต่างประเทศคือ วิทยาลัยเทคนิคการรถไฟความเร็วสูงหูหนานประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน โดยดำเนินการส่งนักศึกษาไปศึกษาที่วิทยาลัยเทคนิคการรถไฟความเร็วสูงหูหนานประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน ตั้งแต่ปีการศึกษา 2560 เป็นต้นมา มีการดำเนินส่งนักศึกษาไปศึกษาที่วิทยาลัยเทคนิคการรถไฟ

ความเร็วสูงหูหนาน จำนวน 3 รุ่น ใช้ระยะเวลาศึกษาที่วิทยาลัยเทคนิคการรถไฟความเร็วสูงหูหนานรุ่นละ 1 ภาคเรียน ซึ่งผู้วิจัยปฏิบัติหน้าที่รองผู้อำนวยการที่วิทยาลัยเทคนิควาปีปทุม และได้รับมอบหมายจากนายสิระพงศ์ ชูวงศ์เลิศ ตำแหน่งผู้อำนวยการในขณะนั้น ให้เป็นผู้รับผิดชอบการดำเนินการ การจัดการเรียนการสอนสาขาวิชาเทคนิคควบคุมและซ่อมบำรุงระบบขนส่งทางราง วิทยาลัยเทคนิควาปีปทุมกับวิทยาลัยเทคนิคการรถไฟความเร็วสูงหูหนานประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน หลังจากที่ได้เลื่อนตำแหน่งเป็นผู้ผู้อำนวยการสถานศึกษา และได้ย้ายมาปฏิบัติหน้าที่ผู้อำนวยการที่วิทยาลัยเทคนิควาปีปทุม ตั้งแต่การศึกษา 2564 เป็นต้นมา ผู้วิจัยได้มอบหมายให้งานวิจัยพัฒนานวัตกรรมและสิ่งประดิษฐ์ ฝ่ายแผนงานและความร่วมมือ สรุปผลการดำเนินโครงการ การจัดการเรียนการสอนสาขาวิชาเทคนิคควบคุมและซ่อมบำรุงระบบขนส่งทางราง วิทยาลัยเทคนิควาปีปทุมร่วมกับวิทยาลัยเทคนิคการรถไฟความเร็วสูงหูหนานประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีนย้อนหลัง ในช่วงปีการศึกษา พ.ศ. 2560-2562 (เพราะเนื่องจากช่วงปีการศึกษา พ.ศ. 2563 - 2564 ติดสถานการณ์การแพร่ระบาดของไวรัสโควิด-19 ไม่สามารถดำเนินโครงการส่งนักศึกษาไปศึกษาที่วิทยาลัยเทคนิคการรถไฟความเร็วสูงหูหนานประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีนได้) โดยสอบถามความคิดเห็นของผู้บริหารและครูผู้สอนวิทยาลัยเทคนิควาปีปทุม จำนวน 41 คน และผู้บริหารและครูผู้สอนวิทยาลัยเทคนิคการรถไฟความเร็วสูงหูหนาน ประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน จำนวน 23 คน รวมทั้งสิ้น 64 คน

จากรายงานสรุปผลการดำเนินโครงการ การจัดการเรียนการสอนสาขาวิชาเทคนิคควบคุมและซ่อมบำรุงระบบขนส่งทางราง วิทยาลัยเทคนิควาปีปทุมกับวิทยาลัยเทคนิคการรถไฟความเร็วสูงหูหนาน ประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน (ช่วงปีการศึกษา 2560-2562) พบว่า ภาพรวมการดำเนินโครงการมีระดับความคิดเห็นอยู่ในระดับปานกลาง ข้อที่มีความคิดเห็นอยู่ในระดับมากที่สุดคือ ข้อที่ 10 การดำเนินการจัดการเรียนการสอน สาขาวิชาเทคนิคควบคุมและซ่อมบำรุงระบบขนส่งทางรางร่วมกับวิทยาลัยเทคนิคการรถไฟความเร็วสูงหูหนานประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน มีประโยชน์กับนักศึกษาที่เรียนสาขาวิชาเทคนิคควบคุมและซ่อมบำรุงระบบขนส่งทางรางค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$ = 4.51) และข้อที่ 11 การดำเนินการ

จัดการเรียนการสอนสาขาวิชาเทคนิคควบคุมและซ่อมบำรุงระบบขนส่งทางรางกับวิทยาลัยเทคนิคการรถไฟความเร็วสูงสุพรรณบุรี ประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน มีประโยชน์กับวิทยาลัยเทคนิคอาชีวศึกษา (X= 4.51) ส่วนระดับความคิดเห็นที่อยู่ในระดับต่ำสุด มีความระดับความคิดเห็นระดับน้อย คือข้อที่ 6 ความชัดเจนของรูปแบบความร่วมมือการจัดการเรียนการสอนสาขาวิชาเทคนิคควบคุมและซ่อมบำรุงระบบขนส่งทางรางของสถานศึกษาทั้งสองแห่ง (X= 1.53) จากรายงานดังกล่าวผู้วิจัยในฐานะผู้บริหารสถานศึกษา จึงมีความสนใจที่จะทำการวิจัยเรื่อง รูปแบบความร่วมมือการจัดการอาชีวศึกษาไทย-จีน สาขาวิชาเทคนิคควบคุมและซ่อมบำรุงระบบขนส่งทางราง วิทยาลัยเทคนิคอาชีวศึกษาปทุมธานีกับวิทยาลัยเทคนิคการรถไฟความเร็วสูงสุพรรณบุรี ประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน เพื่อใช้เป็นรูปแบบในการยกระดับการจัดการเรียนการสอนหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) สาขาวิชาเทคนิคควบคุมและซ่อมบำรุงระบบขนส่งทางราง โดยความร่วมมือกันระหว่างวิทยาลัยเทคนิคอาชีวศึกษาปทุมธานีกับวิทยาลัยเทคนิคการรถไฟความเร็วสูงสุพรรณบุรี ประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีนต่อไป

2.วัตถุประสงค์ของการวิจัย

- 2.1 เพื่อศึกษาสภาพความพร้อมและความต้องการการจัดการเรียนการสอน รูปแบบความร่วมมือการจัดการอาชีวศึกษาไทย-จีน สาขาวิชาเทคนิคควบคุมและซ่อมบำรุงระบบขนส่งทางราง วิทยาลัยเทคนิคอาชีวศึกษาปทุมธานีกับวิทยาลัย เทคนิคการรถไฟความเร็วสูงสุพรรณบุรี ประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน
- 2.2 เพื่อสร้างรูปแบบความร่วมมือการจัดการอาชีวศึกษาไทย-จีน สาขาวิชาเทคนิคควบคุมและซ่อมบำรุงระบบขนส่งทางราง วิทยาลัยเทคนิคอาชีวศึกษาปทุมธานีกับวิทยาลัยเทคนิคการรถไฟความเร็วสูงสุพรรณบุรี ประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน
- 2.3 เพื่อทดลองใช้รูปแบบความร่วมมือการจัดการอาชีวศึกษาไทย-จีน สาขาวิชาเทคนิคควบคุมและซ่อมบำรุงระบบขนส่งทางราง วิทยาลัยเทคนิคอาชีวศึกษาปทุมธานีกับวิทยาลัย เทคนิคการรถไฟความเร็วสูงสุพรรณบุรี ประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน
- 2.4 เพื่อประเมินผลรูปแบบความร่วมมือการจัดการอาชีวศึกษาไทย-จีน สาขาวิชาเทคนิคควบคุมและซ่อมบำรุงระบบขนส่งทางราง วิทยาลัยเทคนิคอาชีวศึกษาปทุมธานีกับวิทยาลัย เทคนิคการรถไฟความเร็วสูงสุพรรณบุรี ประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน

3.กรอบแนวคิดในการวิจัย

3.1 ตัวแปรต้น

รูปแบบความร่วมมือการจัดการอาชีวศึกษาไทย-จีน สาขาวิชาเทคนิคควบคุมและซ่อมบำรุงระบบขนส่งทางราง วิทยาลัยเทคนิคอาชีวศึกษาปทุมธานีกับวิทยาลัยเทคนิคการรถไฟความเร็วสูงสุพรรณบุรี ประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน 5 องค์ประกอบ ได้แก่

- 3.1.1 การพัฒนาบุคลากรทางการศึกษา
- 3.1.2 การสร้างความร่วมมือทางการศึกษา
- 3.1.3 การบริหารทรัพยากรทางการศึกษา
- 3.1.4 การจัดการเรียนการสอน
- 3.1.5 การกำกับติดตามและการประเมินผล

3.2 ตัวแปรตาม

3.2.1 ความคิดเห็นของผู้บริหาร ครูผู้สอน ผู้ปกครอง และนักศึกษาวิทยาลัยเทคนิคอาชีวศึกษาปทุมธานี ที่เกี่ยวข้องกับรูปแบบความร่วมมือการจัดการอาชีวศึกษาไทย-จีน สาขาวิชาเทคนิคควบคุมและซ่อมบำรุงระบบขนส่งทางราง วิทยาลัยเทคนิคอาชีวศึกษาปทุมธานีกับวิทยาลัยเทคนิคการรถไฟความเร็วสูงสุพรรณบุรี ประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน

3.2.2 ความคิดเห็นของผู้บริหารหัวหน้าคณะวิชาและครูผู้สอนของวิทยาลัยเทคนิคการรถไฟความเร็วสูงสุพรรณบุรี ประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน ที่เกี่ยวข้องกับรูปแบบความร่วมมือการจัดการอาชีวศึกษาไทย-จีน สาขาวิชาเทคนิคควบคุมและซ่อมบำรุงระบบขนส่งทางราง วิทยาลัยเทคนิคอาชีวศึกษาปทุมธานีกับวิทยาลัยเทคนิคการรถไฟความเร็วสูงสุพรรณบุรี ประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน

3.2.3 ความคิดเห็นของนักศึกษาที่สำเร็จการศึกษา เกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) สาขาวิชาเทคนิคควบคุมและซ่อมบำรุงระบบขนส่งทางรางวิทยาลัยเทคนิคอาชีวศึกษาปทุมธานี รูปแบบความร่วมมือการจัดการอาชีวศึกษาไทย-จีน สาขาวิชาเทคนิคควบคุมและซ่อมบำรุงระบบขนส่งทางราง วิทยาลัยเทคนิคอาชีวศึกษาปทุมธานีกับวิทยาลัยเทคนิคการรถไฟความเร็วสูงสุพรรณบุรี ประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน

3.2.4 ความคิดเห็นของครูผู้สอนเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอน หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) สาขาวิชาเทคนิคควบคุมและซ่อมบำรุงระบบขนส่งทางรางของวิทยาลัยเทคนิคอาชีวศึกษาปทุมธานี รูปแบบความร่วมมือการจัดการ

อาชีวศึกษาไทย-จีน สาขาวิชาเทคนิคควบคุมและซ่อมบำรุงระบบขนส่งทางราง วิทยาลัยเทคนิคควาปีปทุมกับวิทยาลัยเทคนิคการรถไฟความเร็วสูงหุหนานประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน

3.2.5 ความคิดเห็นของหัวหน้างานหรือผู้บังคับบัญชาในฝ่ายงานของสถานประกอบการที่รับผู้สำเร็จการศึกษาสาขาวิชาเทคนิคควบคุมและซ่อมบำรุงระบบขนส่งทางรางเข้าทำงาน

3.2.6 ความคิดเห็นของอาจารย์ที่ปรึกษาหรืออาจารย์ผู้สอนของสถานศึกษาที่รับผู้สำเร็จการศึกษา สาขาวิชาเทคนิคควบคุมและซ่อมบำรุงระบบขนส่งทางรางเข้าศึกษาต่อในระดับการศึกษาที่สูงขึ้น

3.2.7 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) สาขาวิชาเทคนิคควบคุมและซ่อมบำรุงระบบขนส่งทางราง วิทยาลัยเทคนิคควาปีปทุม

3.2.8 การมีงานทำและศึกษาต่อของนักศึกษาที่สำเร็จการศึกษา หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) สาขาวิชาเทคนิคควบคุมและซ่อมบำรุงระบบขนส่งทางราง วิทยาลัยเทคนิคควาปีปทุม

3.2.9 รางวัลที่ได้รับจากการดำเนินงานรูปแบบความร่วมมือการจัดการอาชีวศึกษาไทย-จีน สาขาวิชาเทคนิคควบคุมและซ่อมบำรุงระบบขนส่งทางราง วิทยาลัยเทคนิคควาปีปทุมกับวิทยาลัยเทคนิคการรถไฟความเร็วสูงหุหนานประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน

4.วิธีดำเนินการวิจัย

4.1ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

4.1.1ตอนที่ 1 ศึกษาความพร้อมและความต้องการการจัดการเรียนการสอน รูปแบบความร่วมมือการจัดการอาชีวศึกษาไทย-จีน สาขาวิชาเทคนิคควบคุมและซ่อมบำรุงระบบขนส่งทางราง วิทยาลัยเทคนิคควาปีปทุมกับวิทยาลัยเทคนิคการรถไฟความเร็วสูงหุหนานประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน ประกอบด้วย

(1)การศึกษาทฤษฎีหลักการเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง การจัดการศึกษาเพื่อผลิตและพัฒนากำลังคนอาชีวศึกษาด้านระบบขนส่งทางราง กรอบคุณวุฒิอาชีวศึกษาแห่งชาติระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) พ.ศ.2563 แนวคิดทฤษฎีการบริหารการเปลี่ยนแปลง (Change

Management) แนวคิดทฤษฎีเกี่ยวกับรูปแบบและการพัฒนารูปแบบและแนวคิดและหลักการเกี่ยวกับการพัฒนาความร่วมมือ ด้วยการวิเคราะห์เอกสาร

(2)การศึกษาสภาพความพร้อมและความต้องการการจัดการเรียนการสอนรูปแบบความร่วมมือการจัดการอาชีวศึกษาไทย-จีน สาขาวิชาเทคนิคควบคุมและซ่อมบำรุงระบบขนส่งทางราง วิทยาลัยเทคนิคควาปีปทุมกับวิทยาลัยเทคนิคการรถไฟความเร็วสูงหุหนานประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน โดยใช้แบบสอบถาม (Questionnaires) ประชากร ได้แก่ ครูผู้สอนของวิทยาลัยเทคนิคควาปีปทุม ในปีการศึกษา 2565 จำนวน 39 คน กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ ครูผู้สอนของวิทยาลัยเทคนิคควาปีปทุม ในปีการศึกษา 2565 จำนวน 35 คน กำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่าง [1] และดำเนินการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling)

(3)ศึกษาความต้องการการจัดการเรียนการสอนรูปแบบความร่วมมือการจัดการอาชีวศึกษา หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) สาขาวิชาเทคนิคควบคุมและซ่อมบำรุงระบบขนส่งทางราง วิทยาลัยเทคนิคควาปีปทุมกับวิทยาลัยเทคนิคการรถไฟความเร็วสูงหุหนาน ประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน ของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 3 ปีการศึกษา 2565 โดยใช้แบบสอบถาม (Questionnaires) ประชากร ได้แก่ นักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) ชั้นปีที่ 3 ของวิทยาลัยเทคนิคควาปีปทุม ในปีการศึกษา 2565 จำนวน 496 คน กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) ชั้นปีที่ 3 ของวิทยาลัยเทคนิคควาปีปทุม ในปีการศึกษา 2565 จำนวน 216 คน กำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่าง [1] และดำเนินการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling)

(4)ศึกษาแนวทางในการจัดการเรียนการสอน รูปแบบความร่วมมือการจัดการอาชีวศึกษา หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) สาขาวิชาเทคนิคควบคุมและซ่อมบำรุงระบบขนส่งทางราง วิทยาลัยเทคนิคควาปีปทุมกับวิทยาลัยเทคนิคการรถไฟความเร็วสูงหุหนาน ประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน จากการสัมภาษณ์ผู้ทรงคุณวุฒิโดยใช้แบบสัมภาษณ์แบบ มีโครงสร้าง ผู้ให้ข้อมูลในการสัมภาษณ์เป็นผู้ทรงคุณวุฒิและมีคุณสมบัติ คือ ทำการสอนสาขาวิชาเทคนิคควบคุมและซ่อมบำรุงระบบขนส่งทางราง

วิทยาลัยเทคนิควาปีปทุม ไม่น้อยกว่า 3 ปี ใช้วิธีเลือกแบบการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) จำนวน 4 คน

4.1.2 ตอนที่ 2 สร้างรูปแบบความร่วมมือการจัดการอาชีวศึกษาไทย-จีน สาขาวิชาเทคนิคควบคุมและซ่อมบำรุงระบบขนส่งทางราง วิทยาลัยเทคนิควาปีปทุมกับวิทยาลัยเทคนิคการรถไฟความเร็วสูงสุพรรณบุรีประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน ประกอบด้วย

(1)(ร่าง) รูปแบบความร่วมมือการจัดการอาชีวศึกษาหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) สาขาวิชาเทคนิคควบคุมและซ่อมบำรุงระบบขนส่งทางราง วิทยาลัยเทคนิควาปีปทุมกับวิทยาลัยเทคนิคการรถไฟความเร็วสูงสุพรรณบุรีประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน โดยการสนทนากลุ่ม (Focus Group Discussion) กลุ่มผู้ทรงคุณวุฒิผู้ให้ข้อมูลในการเข้าร่วมการสนทนากลุ่ม (Focus Group Discussion) จำนวน 15 คน ได้มาโดยวิธีการเลือกแบบเจาะจง (Purposive sampling) โดยมีเหตุผลในการเลือก คือ 1) ผู้บริหารสถานศึกษาวิทยาลัยเทคนิคการรถไฟความเร็วสูงสุพรรณบุรีประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน จำนวน 4 คน 2) ผู้บริหารสถานศึกษา หรือผู้ที่เกี่ยวข้องกับการจัดอาชีวศึกษาสาขาวิชาเทคนิคควบคุมและซ่อมบำรุงระบบขนส่งทางราง สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา จำนวน 7 คน 3) ผู้บริหารสถาบันขงจื้อมหาวิทยาลัยมหาสารคาม จำนวน 1 คน 4) อาจารย์มหาวิทยาลัยที่เปิดสอนสาขาวิชาระบบขนส่งทางราง จำนวน 1 คน และ ศึกษานิเทศก์สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา จำนวน 2 คน

(2)การประเมินความเหมาะสมความเป็นไปได้และความจำเป็นประโยชน์ของรูปแบบความร่วมมือการจัดการอาชีวศึกษาไทย-จีน สาขาวิชาเทคนิคควบคุมและซ่อมบำรุงระบบขนส่งทางราง วิทยาลัยเทคนิควาปีปทุมกับวิทยาลัยเทคนิคการรถไฟความเร็วสูงสุพรรณบุรีประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน กลุ่มผู้ทรงคุณวุฒิที่ให้ข้อมูลในการประเมินความเหมาะสมความเป็นไปได้และความจำเป็นประโยชน์ของรูปแบบ จำนวน 10 คน ใช้วิธีการเลือกแบบเจาะจง (Purposive) ประกอบด้วย 1) ผู้บริหารสถานศึกษาสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา ที่บริหารสถานศึกษาไม่น้อยกว่า 10 ปี จำนวน 6 คน 2) อาจารย์มหาวิทยาลัยตำแหน่งรองศาสตราจารย์จำนวน 2 คน และ 3) ผู้อำนวยการตำแหน่งวิทยฐานะเชี่ยวชาญจำนวน 2 คน

(3)จัดทำ (ร่าง) คู่มือรูปแบบความร่วมมือการจัดการอาชีวศึกษาไทย-จีน สาขาวิชาเทคนิคควบคุมและซ่อมบำรุงระบบขนส่งทางราง วิทยาลัยเทคนิควาปีปทุมกับวิทยาลัยเทคนิคการรถไฟความเร็วสูงสุพรรณบุรีประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน กลุ่มผู้ทรงคุณวุฒิในการการประเมินความเหมาะสมของ (ร่าง) คู่มือรูปแบบความร่วมมือการจัดการอาชีวศึกษาไทย-จีน สาขาวิชาเทคนิคควบคุมและซ่อมบำรุงระบบขนส่งทางราง วิทยาลัยเทคนิควาปีปทุมกับวิทยาลัยเทคนิคการรถไฟความเร็วสูงสุพรรณบุรีประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน จำนวน 10 คน ได้มาโดยวิธีการเลือกแบบเจาะจง (Purposive sampling) ประกอบด้วย 1) ผู้ทรงคุณวุฒิที่มีวุฒิการศึกษาระดับปริญญาเอก จำนวน 5 คน 2) ผู้บริหารสถานศึกษาสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา ที่บริหารสถานศึกษาไม่น้อยกว่า 10 ปี จำนวน 4 คน และ 3) ศึกษานิเทศก์สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา จำนวน 1 คน

4.1.3 ตอนที่ 3 ทดลองใช้รูปแบบความร่วมมือการจัดการอาชีวศึกษาไทย-จีน สาขาวิชาเทคนิคควบคุมและซ่อมบำรุงระบบขนส่งทางราง วิทยาลัยเทคนิควาปีปทุมกับวิทยาลัยเทคนิคการรถไฟความเร็วสูงสุพรรณบุรีประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน 5 องค์ประกอบ (6 โครงการ) การนำรูปแบบความร่วมมือการจัดการอาชีวศึกษาไทย-จีน สาขาวิชาเทคนิคควบคุมและซ่อมบำรุงระบบขนส่งทางราง วิทยาลัยเทคนิควาปีปทุมกับวิทยาลัยเทคนิคการรถไฟความเร็วสูงสุพรรณบุรีประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน ที่สร้างขึ้นไปทดลองใช้ภาคสนาม (Field Tryout) เพื่อตรวจสอบยืนยัน (Verification) การนำไปใช้ปฏิบัติจริง ดำเนินการดังนี้

(1)การทดลองใช้รูปแบบ

การทดลองใช้รูปแบบความร่วมมือการจัดการอาชีวศึกษาไทย-จีน สาขาวิชาเทคนิคควบคุมและซ่อมบำรุงระบบขนส่งทางราง วิทยาลัยเทคนิควาปีปทุมกับวิทยาลัยเทคนิคการรถไฟความเร็วสูงสุพรรณบุรีประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล ดังนี้

(1.1)กำหนดกลุ่มผู้ให้ข้อมูลในการทดลองใช้รูปแบบ 5 องค์ประกอบ จำนวน 6 โครงการ ใช้วิธีเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling)

(1.2)สร้างความเข้าใจและชี้แจงให้กับผู้บริหารบุคลากรในสถานศึกษาและผู้บริหารบุคลากรวิทยาลัยเทคนิคการรถไฟความเร็วสูงหนานหนานประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน

(1.3)ผู้วิจัยจัดประชุมกลุ่มผู้ให้ข้อมูลที่ใช้ทดลองเพื่อชี้แจงเกี่ยวกับปฏิทินการปฏิบัติงาน วิธีดำเนินการตามคู่มือและวิธีการประเมินผลหลังเสร็จสิ้นการทดลอง

(1.4)การทดลองใช้ รูปแบบความร่วมมือการจัดการอาชีวศึกษาไทย-จีน สาขาวิชาเทคนิคควบคุมและซ่อมบำรุงระบบขนส่งทางราง วิทยาลัยเทคนิควาปีปทุมกับวิทยาลัยเทคนิคการรถไฟความเร็วสูงหนานหนานประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน ได้ดำเนินการในปีการศึกษา 2566 ดำเนินการจำนวน 6 โครงการ ดังนี้

องค์ประกอบที่ 1 การพัฒนาบุคลากรทางการศึกษา จำนวน 1 โครงการ คือ โครงการอบรมเชิงปฏิบัติการพัฒนาการจัดการเรียนการสอนอาชีวศึกษา หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.พ.ศ.2563) สาขาวิชาเทคนิคควบคุมและซ่อมบำรุงระบบขนส่งทางราง กลุ่มผู้ให้ข้อมูล คือผู้เข้าร่วมโครงการ จำนวน 44 คน

องค์ประกอบที่ 2 การสร้างความร่วมมือทางการศึกษา จำนวน 1 โครงการ คือ โครงการพิธีบันทึกข้อตกลงความร่วมมือการจัดการอาชีวศึกษาระหว่างวิทยาลัยเทคนิควาปีปทุมประเทศไทย ร่วมกับ วิทยาลัยเทคนิคการรถไฟความเร็วสูงหนานหนาน ประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน กลุ่มผู้ให้ข้อมูลคือผู้เข้าร่วมโครงการ จำนวน 80 คน

องค์ประกอบที่ 3 การบริหารทรัพยากรทางการศึกษา จำนวน 1 โครงการ คือ โครงการบริหารทรัพยากรทางการศึกษาร่วมกันระหว่างวิทยาลัยเทคนิควาปีปทุมกับวิทยาลัยเทคนิคการรถไฟความเร็วสูงหนานหนาน ประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน กลุ่มผู้ให้ข้อมูลคือ ผู้เข้าร่วมโครงการจำนวน 63 คน

องค์ประกอบที่ 4 การจัดการเรียนการสอน จำนวน 2 โครงการ คือ 1) โครงการการอบรมเตรียมความพร้อมภาษาจีน (Chinese Camp) กลุ่มผู้ให้ข้อมูลคือ ผู้เข้าร่วมโครงการ จำนวน 32 คน 2) โครงการศึกษาที่วิทยาลัยเทคนิคการรถไฟความเร็วสูงหนานหนาน ประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน กลุ่มผู้ให้ข้อมูลคือ ผู้เข้าร่วมโครงการ จำนวน 44 คน

(1.5)องค์ประกอบที่ 5 การกำกับติดตามและการประเมินผล จำนวน 1 โครงการ คือ โครงการ การกำกับติดตาม

และการประเมินผลการจัดการเรียนการสอนที่วิทยาลัยเทคนิคการรถไฟความเร็วสูงหนานหนานประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน กลุ่มผู้ให้ข้อมูลคือ ผู้เข้าร่วมโครงการ จำนวน 20 คน

4.1.4ตอนที่ 4 ประเมินผลการใช้รูปแบบความร่วมมือการจัดการอาชีวศึกษาไทย-จีน สาขาวิชาเทคนิคควบคุมและซ่อมบำรุงระบบขนส่งทางราง วิทยาลัยเทคนิควาปีปทุมกับวิทยาลัยเทคนิคการรถไฟความเร็วสูงหนานหนานประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน

ผู้วิจัยประเมินผลการใช้ รูปแบบความร่วมมือการจัดการอาชีวศึกษาไทย-จีน สาขาวิชาเทคนิคควบคุมและซ่อมบำรุงระบบขนส่งทางราง วิทยาลัยเทคนิควาปีปทุมกับวิทยาลัยเทคนิคการรถไฟความเร็วสูงหนานหนานประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลแบบสอบถาม แบบประเมิน แบบรายงาน การวิเคราะห์ข้อมูลโดยการหาค่าเฉลี่ย ร้อยละ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการวิเคราะห์เนื้อหา ประกอบด้วย

(1)ความคิดเห็นของผู้บริหาร ครูผู้สอน ผู้ปกครอง และนักศึกษาวิทยาลัยเทคนิควาปีปทุม ที่เกี่ยวข้องกับรูปแบบความร่วมมือการจัดการอาชีวศึกษาไทย-จีน สาขาวิชาเทคนิคควบคุมและซ่อมบำรุงระบบขนส่งทางราง วิทยาลัยเทคนิควาปีปทุมกับวิทยาลัยเทคนิคการรถไฟความเร็วสูงหนานหนานประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน กลุ่มผู้ให้ข้อมูลคือ ผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องในการจัดการเรียนการสอน รูปแบบความร่วมมือการจัดการอาชีวศึกษาไทย-จีน สาขาวิชาเทคนิคควบคุมและซ่อมบำรุงระบบขนส่งทางราง วิทยาลัยเทคนิควาปีปทุมกับวิทยาลัยเทคนิคการรถไฟความเร็วสูงหนานหนานประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน ได้แก่ ผู้บริหารจำนวน 4 คน ครูผู้สอนจำนวน 18 คน ผู้ปกครองจำนวน 15 คน และนักศึกษา จำนวน 15 รวมทั้งสิ้น จำนวน 52 คน ได้มาโดยวิธีการเลือกแบบเจาะจง (Purposive sampling)

(2)ความคิดเห็นของผู้บริหารหัวหน้าคณะวิชาและครูผู้สอนของวิทยาลัยเทคนิคการรถไฟความเร็วสูงหนานหนานประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน ที่เกี่ยวข้องกับรูปแบบความร่วมมือการจัดการอาชีวศึกษาไทย-จีน สาขาวิชาเทคนิคควบคุมและซ่อมบำรุงระบบขนส่งทางราง วิทยาลัยเทคนิควาปีปทุมกับวิทยาลัยเทคนิคการรถไฟความเร็วสูงหนานหนานประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน กลุ่มผู้ให้ข้อมูล คือ บุคลากรของวิทยาลัยเทคนิคการรถไฟความเร็วสูงหนานหนานประเทศ

สาธารณรัฐประชาชนจีน ผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องในการจัดการเรียนการสอน รูปแบบความร่วมมือการจัดการอาชีวศึกษาไทย-จีน สาขาวิชาเทคนิคควบคุมและซ่อมบำรุงระบบขนส่งทางรางวิทยาลัยเทคนิคควาปีปทุมกับวิทยาลัยเทคนิคการรถไฟความเร็วสูงกรุงเทพมหานครสาธารณรัฐประชาชนจีน ได้แก่ ผู้บริหารจำนวน 5 คน หัวหน้าคณะวิชาจำนวน 11 คน และครูผู้สอนจำนวน 7 คน รวมทั้งสิ้นจำนวน 23 คน ได้มาโดย วิธีการเลือกแบบเจาะจง (Purposive sampling)

(3)ความคิดเห็นของนักศึกษาที่สำเร็จการศึกษาเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) สาขาวิชาเทคนิคควบคุมและซ่อมบำรุงระบบขนส่งทางรางวิทยาลัยเทคนิคควาปีปทุม รูปแบบความร่วมมือการจัดการอาชีวศึกษาไทย-จีน สาขาวิชาเทคนิคควบคุมและซ่อมบำรุงระบบขนส่งทางรางวิทยาลัยเทคนิคควาปีปทุมกับวิทยาลัยเทคนิคการรถไฟความเร็วสูงกรุงเทพมหานครสาธารณรัฐประชาชนจีน กลุ่มผู้ให้ข้อมูล คือ นักศึกษาที่สำเร็จการศึกษา หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) สาขาวิชาเทคนิคควบคุมและซ่อมบำรุงระบบขนส่งทางรางของวิทยาลัยเทคนิคควาปีปทุม จำนวน 15 คน ได้มาโดยวิธีการเลือกแบบเจาะจง (Purposive sampling)

(4)ความคิดเห็นของครูผู้สอนเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอน หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) สาขาวิชาเทคนิคควบคุมและซ่อมบำรุงระบบขนส่งทางรางของวิทยาลัยเทคนิคควาปีปทุม รูปแบบความร่วมมือการจัดการอาชีวศึกษาไทย-จีน สาขาวิชาเทคนิคควบคุมและซ่อมบำรุงระบบขนส่งทางรางวิทยาลัยเทคนิคควาปีปทุมกับวิทยาลัยเทคนิคการรถไฟความเร็วสูงกรุงเทพมหานครสาธารณรัฐประชาชนจีน กลุ่มผู้ให้ข้อมูล คือ ครูผู้สอนเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอน หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) สาขาวิชาเทคนิคควบคุมและซ่อมบำรุงระบบขนส่งทางรางของวิทยาลัยเทคนิคควาปีปทุม จำนวน 14 คน ได้มาโดยวิธีการเลือกแบบเจาะจง (Purposive sampling)

(5)ความคิดเห็นของหัวหน้างานหรือผู้บังคับบัญชาในฝ่ายงานของสถานประกอบการที่รับผู้สำเร็จการศึกษา สาขาวิชาเทคนิคควบคุมและซ่อมบำรุงระบบขนส่งทางรางเข้าทำงาน กลุ่มผู้ให้ข้อมูล คือ หัวหน้างานหรือผู้บังคับบัญชาในฝ่ายงานของสถานประกอบการที่รับผู้สำเร็จการศึกษา สาขาวิชาเทคนิคควบคุมและซ่อมบำรุงระบบขนส่งทางรางเข้า

ทำงาน จำนวน 18 คน ได้มาโดย วิธีการเลือกแบบเจาะจง (Purposive sampling)

(6)ความคิดเห็นของอาจารย์ที่ปรึกษาหรืออาจารย์ผู้สอนของสถานศึกษาที่รับผู้สำเร็จการศึกษา สาขาวิชาเทคนิคควบคุมและซ่อมบำรุงระบบขนส่งทางรางเข้าศึกษาต่อในระดับการศึกษาที่สูงขึ้น กลุ่มผู้ให้ข้อมูล คือ อาจารย์ที่ปรึกษาหรืออาจารย์ผู้สอนของสถานศึกษาที่รับผู้สำเร็จการศึกษา สาขาวิชาเทคนิคควบคุมและซ่อมบำรุงระบบขนส่งทางรางเข้าศึกษาต่อในระดับการศึกษาที่สูงขึ้น จำนวน 6 คน ได้มาโดย วิธีการเลือกแบบเจาะจง (Purposive sampling)

(7)แบบรายงานผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) สาขาวิชาเทคนิคควบคุมและซ่อมบำรุงระบบขนส่งทางรางวิทยาลัย เทคนิคควาปีปทุม ข้อมูลได้จากแบบรายงานผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) สาขาวิชาเทคนิคควบคุมและซ่อมบำรุงระบบขนส่งทางรางวิทยาลัยเทคนิคควาปีปทุม จำนวน 15 คน

(8)แบบรายงานการปฏิบัติงานทำและศึกษาต่อของนักศึกษาที่สำเร็จการศึกษา หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) สาขาวิชาเทคนิคควบคุมและซ่อมบำรุงระบบขนส่งทางราง วิทยาลัยเทคนิคควาปีปทุม ข้อมูลได้จากแบบรายงานการปฏิบัติงานทำและศึกษาต่อของนักศึกษาที่สำเร็จการศึกษา หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) สาขาวิชาเทคนิคควบคุมและซ่อมบำรุงระบบขนส่งทางรางวิทยาลัยเทคนิคควาปีปทุม จำนวน 15 คน

(9)แบบรายงานรางวัลที่ได้รับจากการจัดการเรียนการสอน รูปแบบความร่วมมือการจัดการอาชีวศึกษาไทย-จีน สาขาวิชาเทคนิคควบคุมและซ่อมบำรุงระบบขนส่งทางรางวิทยาลัยเทคนิคควาปีปทุมกับวิทยาลัยเทคนิคการรถไฟความเร็วสูงกรุงเทพมหานครสาธารณรัฐประชาชนจีน ข้อมูลได้จากรายงานรางวัลที่ได้รับจากการจัดการเรียนการสอน รูปแบบความร่วมมือการจัดการอาชีวศึกษาไทย-จีน สาขาวิชาเทคนิคควบคุมและซ่อมบำรุงระบบขนส่งทางราง วิทยาลัยเทคนิคควาปีปทุมกับวิทยาลัยเทคนิคการรถไฟความเร็วสูงกรุงเทพมหานครสาธารณรัฐประชาชนจีน

4.2การสร้างหาคุณภาพของเครื่องมือ

4.2.1ศึกษาหลักการสร้างแบบสอบถามและแบบสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้าง

4.2.2 สร้างแบบสอบถามและแบบสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้าง โดยพิจารณาข้อคำถามที่เกี่ยวข้องในแต่ละขั้นตอนในการวิจัย รูปแบบความร่วมมือการจัดการอาชีวศึกษาไทย-จีน สาขาวิชาเทคนิคควบคุมและซ่อมบำรุงระบบขนส่งทางราง วิทยาลัยเทคนิคควาปีปทุมกับวิทยาลัยเทคนิคการรถไฟความเร็วสูงหุหนานประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน

4.2.3 นำแบบสอบถามที่สร้างขึ้นเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ 6 ท่าน เพื่อประเมินความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของเครื่องมือ (Content Validity) ใช้เทคนิค IOC (Item Objective Congruence Index) หรือดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับวัตถุประสงค์ ตรวจสอบความสมบูรณ์ของถ้อยคำภาษาที่ใช้

4.2.4 นำผลการประเมินความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา มาคำนวณค่า IOC โดยใช้เกณฑ์การประเมินในการ คัดเลือกข้อคำถามดังนี้

+1 หมายถึง แน่ใจว่า จุดประสงค์สอดคล้องกับเนื้อหาหรือแบบสอบถามนั้นสอดคล้องกับจุดประสงค์

0 หมายถึง ไม่แน่ว่า จุดประสงค์สอดคล้องกับเนื้อหาหรือแบบสอบถามนั้นสอดคล้องกับจุดประสงค์

-1 หมายถึง แน่ใจว่า จุดประสงค์ไม่สอดคล้องกับเนื้อหาหรือแบบสอบถามนั้นไม่สอดคล้องกับจุดประสงค์

แล้วเลือกข้อที่มีค่าดัชนีตั้งแต่ 0.50 [1] ขึ้นไป หากข้อคำถามที่มีค่า IOC ต่ำกว่า 0.50 จะพิจารณาปรับปรุงหรือตัดออกไป ซึ่งผลการประเมินความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาพบว่า ข้อคำถามมีดัชนี IOC อยู่ระหว่าง 0.80-1.00

4.2.5 ปรับปรุงแบบสอบถามตามข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิ

4.2.6 หาความเชื่อมั่นของแบบสอบถาม ดังนี้คัดเลือกข้อคำถามที่ผ่านเกณฑ์การพิจารณาค่า IOC และแก้ไขปรับปรุงตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญแล้ว ไปทดลองใช้ (Try Out) กับครูผู้สอน ของวิทยาลัยการอาชีพบ้านไผ่ที่เปิดสอนสาขาวิชาเทคนิคควบคุมและซ่อมบำรุงระบบขนส่งทางราง จำนวน 30 คน แล้วนำมาวิเคราะห์คุณภาพของเครื่องมือ โดยที่พัฒนาโดยใช้ “โปรแกรมวิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐานจากเครื่องมือวิจัย” IBM SPSS Statistics 26 ได้ค่าอำนาจจำแนกรายข้อมากกว่าหรือเท่ากับ 0.02 ทุกข้อ และค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบสอบถามทั้งฉบับ

4.2.7 จัดพิมพ์แบบสอบถามนำไปเก็บข้อมูลจริง

4.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการในการเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเองในการดำเนินการวิจัย

4.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ในการคำนวณ

4.4.1 ข้อมูลที่เกี่ยวกับสถานภาพของผู้ตอบแบบสอบถาม วิเคราะห์โดยการแจกแจงความถี่ (Frequency) และค่าร้อยละ (Percentage)

4.4.2 ข้อมูลที่เกี่ยวกับความคิดเห็น/ความพึงพอใจ/ผลสัมฤทธิ์ในการวิจัย รูปแบบความร่วมมือการจัดการอาชีวศึกษาไทย-จีน สาขาวิชาเทคนิคควบคุมและซ่อมบำรุงระบบขนส่งทางราง วิทยาลัยเทคนิคควาปีปทุมกับวิทยาลัยเทคนิคการรถไฟความเร็วสูงหุหนานประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน วิเคราะห์โดยหาค่าเฉลี่ย (Mean) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)

เกณฑ์ในการแปลความหมายของคะแนนตามแนวคิดของบุญชม ศรีสะอาด [1] กำหนดเป็นช่วงคะแนน ดังนี้

ค่าเฉลี่ย ความหมาย

4.51-5.00 หมายถึง มีความคิดเห็นอยู่ในระดับมากที่สุด

3.51-4.50 หมายถึง มีความคิดเห็นอยู่ในระดับมาก

2.51-2.50 หมายถึง มีความคิดเห็นอยู่ในระดับปานกลาง

1.51-2.50 หมายถึง มีความคิดเห็นอยู่ในระดับน้อย

1.00-1.50 หมายถึง มีความคิดเห็นอยู่ในระดับน้อยที่สุด

5. ผลการวิจัย

5.1 ตอนที่ 1 การศึกษาสภาพความพร้อมและความต้องการการจัดการเรียนการสอนรูปแบบความร่วมมือการจัดการอาชีวศึกษา หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) สาขาวิชาเทคนิคควบคุมและซ่อมบำรุงระบบขนส่งทางราง วิทยาลัยเทคนิคควาปีปทุมกับวิทยาลัยเทคนิคการรถไฟความเร็วสูงหุหนานประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน

ผลการศึกษาสภาพความพร้อมและความต้องการการจัดการเรียนการสอนรูปแบบความร่วมมือการจัดการอาชีวศึกษาไทย-จีน สาขาวิชาเทคนิคควบคุมและซ่อมบำรุงระบบขนส่งทางราง วิทยาลัยเทคนิคควาปีปทุมกับวิทยาลัยเทคนิคการรถไฟความเร็วสูงหุหนานประเทศสาธารณรัฐ

ประชาชนจีน พบว่า ความคิดเห็นด้านความพร้อมและความต้องการ ภาพรวมอยู่ในระดับมากทุกด้าน และแนวทางในการจัดการเรียนการสอนรูปแบบความร่วมมือการจัดการอาชีวศึกษาไทย-จีน สาขาวิชาเทคนิคควบคุมและซ่อมบำรุงระบบขนส่งทางราง วิทยาลัย เทคนิคควาปีปทุมกับวิทยาลัยเทคนิคการรถไฟความเร็วสูงหุนานประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน มี 5 องค์ประกอบ ได้แก่ 1) การพัฒนาบุคลากรทางการศึกษา 2) การบริหารทรัพยากรทางการศึกษา 3) การจัดการเรียนการสอน 4) การสร้างความร่วมมือทางการศึกษา และ 5) การกำกับติดตามและการประเมินผล

5.2ตอนที่ 2 สร้างรูปแบบความร่วมมือการจัดการอาชีวศึกษา หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) สาขาวิชาเทคนิคควบคุมและซ่อมบำรุงระบบขนส่งทางราง วิทยาลัยเทคนิคควาปีปทุมกับวิทยาลัยเทคนิคการรถไฟความเร็วสูงหุนาน ประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน เก็บรวบรวมข้อมูลโดยการสนทนากลุ่ม (Focus Group) ผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 15 คน

ผลการสร้างรูปแบบความร่วมมือการจัดการอาชีวศึกษาไทย-จีน สาขาวิชาเทคนิคควบคุมและซ่อมบำรุงระบบขนส่งทางราง วิทยาลัยเทคนิคควาปีปทุมกับวิทยาลัยเทคนิคการรถไฟความเร็วสูงหุนานประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน 5 องค์ประกอบ (6 โครงการ) ประกอบด้วย องค์ประกอบที่ 1 การพัฒนาบุคลากรทางการศึกษา โครงการอบรมเชิงปฏิบัติการพัฒนาการจัดการเรียนการสอนอาชีวศึกษา หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส. พ.ศ.2563) สาขาวิชาเทคนิคควบคุมและซ่อมบำรุงระบบขนส่งทางราง องค์ประกอบที่ 2 การสร้างความร่วมมือทางการศึกษา โครงการพิธีบันทึกข้อตกลงความร่วมมือการจัดการอาชีวศึกษาระหว่างวิทยาลัยเทคนิคควาปีปทุม ประเทศไทยร่วมกับวิทยาลัยเทคนิคการรถไฟความเร็วสูงหุนาน ประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน องค์ประกอบที่ 3 การบริหารทรัพยากรทางการศึกษา โครงการบริหารทรัพยากรทางการศึกษาร่วมกันระหว่างวิทยาลัยเทคนิคควาปีปทุมกับวิทยาลัยเทคนิคการรถไฟความเร็วสูงหุนาน ประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน องค์ประกอบที่ 4 การจัดการเรียนการสอน มี 2 โครงการ คือ 1) โครงการการอบรมเตรียมความพร้อมภาษาจีน (Chinese Camp) และ 2) โครงการศึกษาที่วิทยาลัยเทคนิคการรถไฟความเร็วสูงหุนาน ประเทศ

สาธารณรัฐประชาชนจีน และองค์ประกอบที่ 5 การกำกับติดตามและการประเมินผล โครงการการกำกับติดตามและการประเมินผลการจัดการเรียนการสอนที่วิทยาลัยเทคนิคการรถไฟความเร็วสูงหุนานประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน ผลการประเมินความเหมาะสมความเป็นไปได้และความเป็นประโยชน์ ภาพรวมอยู่ในระดับมาก ความเหมาะสมของคู่มือรูปแบบความร่วมมือการจัดการอาชีวศึกษาไทย-จีน สาขาวิชาเทคนิคควบคุมและซ่อมบำรุงระบบขนส่งทางราง วิทยาลัยเทคนิคควาปีปทุมกับวิทยาลัยเทคนิคการรถไฟความเร็วสูงหุนานประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน ภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด

5.3ตอนที่ 3 ทดลองใช้รูปแบบความร่วมมือการจัดการอาชีวศึกษา หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) สาขาวิชาเทคนิคควบคุมและซ่อมบำรุงระบบขนส่งทางราง วิทยาลัยเทคนิคควาปีปทุมกับวิทยาลัยเทคนิคการรถไฟความเร็วสูงหุนาน ประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน 5 องค์ประกอบ (6 โครงการ) ดังนี้

(1)โครงการอบรมเชิงปฏิบัติการพัฒนาการจัดการเรียนการสอนอาชีวศึกษา หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส. พ.ศ.2563) สาขาวิชาเทคนิคควบคุมและซ่อมบำรุงระบบขนส่งทางราง ผู้เข้าร่วมโครงการมีความพึงพอใจของผู้เข้าร่วมภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$ = 4.56, S.D.=0.57) และมีความรู้ความเข้าใจเพิ่มขึ้นหลังจากเข้าร่วมโครงการจากระดับมาก ($\bar{X}$ = 4.17, S.D.=0.51) เป็นระดับมากที่สุด ($\bar{X}$ = 4.85, S.D.=0.31)

(2)โครงการพิธีบันทึกข้อตกลงความร่วมมือการจัดการอาชีวศึกษาระหว่างวิทยาลัยเทคนิคควาปีปทุมร่วมกับวิทยาลัยเทคนิคการรถไฟความเร็วสูงหุนาน ประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน ผู้เข้าร่วมโครงการ มีความพึงพอใจภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$ = 4.73, S.D.= 0.48) และมีความรู้ความเข้าใจเพิ่มขึ้นหลังจากเข้าร่วมโครงการจากระดับมาก ($\bar{X}$ = 3.62, S.D.= 0.62) เป็นระดับมากที่สุด ($\bar{X}$ = 4.96, S.D.= 0.18)

(3)โครงการการบริหารทรัพยากรทางการศึกษาร่วมกันระหว่างวิทยาลัยเทคนิคควาปีปทุมกับวิทยาลัยเทคนิคการรถไฟความเร็วสูงหุนาน ประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน ผู้เข้าร่วมโครงการ มีความพึงพอใจ ภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$ = 4.56, S.D.= 0.43) และ มีความรู้ความเข้าใจเพิ่มขึ้น

หลังจากเข้าร่วมโครงการจากระดับมาก ($\bar{X}$ = 4.16, S.D. = 0.55) เป็นระดับมากที่สุด ($\bar{X}$ = 4.84, S.D. = 0.32)

(4)โครงการการอบรมเตรียมความพร้อมภาษาจีน (Chinese Camp) ผู้เข้าร่วมโครงการมีความพึงพอใจของผู้เข้าร่วมโครงการ การอบรมเตรียมความพร้อมภาษาจีน (Chinese Camp) ภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$ = 4.60, S.D. = 0.50) และมีความรู้ความเข้าใจเพิ่มขึ้นหลังจากเข้าร่วมโครงการจากระดับมาก ($\bar{X}$ = 3.97, S.D. = 0.22) เป็นระดับมากที่สุด ($\bar{X}$ = 4.90, S.D. = 0.50)

(5)โครงการศึกษาที่วิทยาลัยเทคนิคการรถไฟความเร็วสูง หูหนาน ประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน ผู้เข้าร่วมโครงการมีความพึงพอใจภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$ = 4.52, S.D. = 0.48) และ มีความรู้ความเข้าใจเพิ่มขึ้นหลังจากเข้าร่วมโครงการจากระดับมาก ($\bar{X}$ = 3.17, S.D. = 0.44) เป็นระดับมากที่สุด ($\bar{X}$ = 4.79, S.D. = 0.30)

(6)โครงการกำกับติดตามและการประเมินผลการจัดการเรียนการสอนที่วิทยาลัยเทคนิคการรถไฟความเร็วสูง หูหนาน ประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน ผู้เข้าร่วมโครงการมีความพึงพอใจภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$ = 4.67, S.D. = 0.39) และมีความรู้ความเข้าใจเพิ่มขึ้นหลังจากเข้าร่วมโครงการจากระดับมาก ($\bar{X}$ = 4.23, S.D. = 0.61) เป็นระดับมากที่สุด ($\bar{X}$ = 4.79, S.D. = 0.38)

5.4 ตอนที่ 4 ประเมินผลการใช้รูปแบบความร่วมมือการจัดการอาชีวศึกษา หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) สาขาวิชาเทคนิคควบคุมและซ่อมบำรุงระบบขนส่งทางราง วิทยาลัยเทคนิควาปีปทุมกับวิทยาลัยเทคนิคการรถไฟความเร็วสูง หูหนาน ประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน

(1)ความคิดเห็นของผู้บริหารครูผู้สอนผู้ปกครอง และ นักศึกษาวิทยาลัยเทคนิควาปีปทุม ที่เกี่ยวข้องกับรูปแบบความร่วมมือการจัดการอาชีวศึกษาไทย-จีน สาขาวิชาเทคนิคควบคุมและซ่อมบำรุงระบบขนส่งทางราง วิทยาลัยเทคนิควาปีปทุมกับวิทยาลัยเทคนิคการรถไฟความเร็วสูง หูหนาน ประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน ได้แก่ ผู้บริหารจำนวน 4 คน ครูผู้สอนจำนวน 18 คน ผู้ปกครองจำนวน 15 คน และ นักศึกษา จำนวน 15 คน รวมทั้งสิ้นจำนวน 52 คน พบว่าความคิดเห็นของผู้บริหาร ครูผู้สอน ผู้ปกครอง และนักศึกษาวิทยาลัยเทคนิควาปีปทุม ที่เกี่ยวข้องกับ รูปแบบความร่วมมือการจัดการอาชีวศึกษาไทย-จีน สาขาวิชาเทคนิคควบคุมและ

ซ่อมบำรุงระบบขนส่งทางราง วิทยาลัยเทคนิควาปีปทุมกับวิทยาลัยเทคนิคการรถไฟความเร็วสูง หูหนาน ประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน ภาพรวมมีความคิดเห็นอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$ = 4.57, S.D. = 0.47)

(2)ความคิดเห็นของผู้บริหาร หัวหน้าคณะวิชา และ ครูผู้สอนของวิทยาลัยเทคนิคการรถไฟความเร็วสูง หูหนาน ประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน ที่เกี่ยวข้องกับรูปแบบความร่วมมือการจัดการอาชีวศึกษาไทย-จีน สาขาวิชาเทคนิคควบคุมและซ่อมบำรุงระบบขนส่งทางราง วิทยาลัยเทคนิควาปีปทุมกับวิทยาลัยเทคนิคการรถไฟความเร็วสูง หูหนาน ประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน ได้แก่ ผู้บริหารจำนวน 5 คน หัวหน้าคณะวิชาจำนวน 11 คน และครูผู้สอนจำนวน 7 คน รวมทั้งสิ้นจำนวน 23 คน พบว่า ความคิดเห็นของผู้บริหาร หัวหน้าคณะวิชา และครูผู้สอนของวิทยาลัยเทคนิคการรถไฟความเร็วสูง หูหนาน ประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน ภาพรวมมีความคิดเห็นอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$ = 4.52, S.D. = 0.54)

(3)ความคิดเห็นของนักศึกษาที่สำเร็จการศึกษา เกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) สาขาวิชาเทคนิคควบคุมและซ่อมบำรุงระบบขนส่งทางราง รูปแบบความร่วมมือการจัดการอาชีวศึกษาไทย-จีน สาขาวิชาเทคนิคควบคุมและซ่อมบำรุงระบบขนส่งทางราง วิทยาลัยเทคนิควาปีปทุมกับวิทยาลัย เทคนิคการรถไฟความเร็วสูง หูหนาน ประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน ภาพรวมมีระดับความคิดเห็นอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$ = 4.67, S.D. = 0.51)

(4)ความคิดเห็นของครูผู้สอน เกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) สาขาวิชาเทคนิคควบคุมและซ่อมบำรุงระบบขนส่งทางรางรูปแบบความร่วมมือการจัดการอาชีวศึกษาไทย-จีน สาขาวิชาเทคนิคควบคุมและซ่อมบำรุงระบบขนส่งทางราง วิทยาลัยเทคนิควาปีปทุมกับวิทยาลัยเทคนิคการรถไฟความเร็วสูง หูหนาน ประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน ภาพรวมมีระดับความคิดเห็นอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$ = 4.68, S.D. = 0.46)

(5)ความคิดเห็นของหัวหน้างานหรือผู้บังคับบัญชาในฝ่ายงาน ของสถานประกอบการที่รับผู้สำเร็จการศึกษาสาขาวิชาเทคนิคควบคุม และซ่อมบำรุงระบบขนส่งทางรางเข้าทำงาน จำนวน 18 คน พบว่า ภาพรวมมีระดับความคิดเห็นอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$ = 4.57, S.D. = 0.49)

(6)ความคิดเห็นของอาจารย์ที่ปรึกษาหรืออาจารย์ผู้สอนของสถานศึกษาที่รับผู้สำเร็จการศึกษาสาขาวิชาเทคนิคควบคุมและซ่อมบำรุงระบบขนส่งทางรางเข้าศึกษาต่อในระดับการศึกษาที่สูงขึ้น จำนวน 6 คน พบว่า ภาพรวมมีระดับความคิดเห็นอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$ = 4.52, S.D. = 0.58)

(7)ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษา หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) สาขาวิชาเทคนิคควบคุมและซ่อมบำรุงระบบขนส่งทางรางวิทยาลัยเทคนิควาปีปทุมสรุปได้ดังนี้

(7.1)ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) สาขาวิชาเทคนิคควบคุมและซ่อมบำรุงระบบขนส่งทางราง วิทยาลัย เทคนิควาปีปทุมตามโครงสร้างตลอดหลักสูตร พบว่า ค่าเฉลี่ยรวมของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) สาขาวิชาเทคนิคควบคุมและซ่อมบำรุงระบบขนส่งทางราง ตามโครงสร้างหลักสูตรอยู่ในระดับดีมาก ($\bar{X}$ = 3.71)

(7.2)ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) สาขาวิชาเทคนิคควบคุมและซ่อมบำรุงระบบขนส่งทางราง วิทยาลัย เทคนิควาปีปทุมตามโครงสร้างตลอดหลักสูตรแยกตามหมวดวิชา พบว่า หมวดวิชาที่นักศึกษามีระดับผลการเรียนเฉลี่ยสูงสุดคือ หมวดวิชาเลือกเสรีอยู่ในระดับดีมาก ($\bar{X}$ = 3.84)

(8)การปฏิบัติงานและศึกษาต่อของนักศึกษาที่สำเร็จการศึกษา หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) สาขาวิชาเทคนิคควบคุมและซ่อมบำรุงระบบขนส่งทางรางวิทยาลัยเทคนิควาปีปทุม พบว่าส่วนใหญ่ทำงานในสถานประกอบการคิดเป็นร้อยละ 73.33

(9)รางวัลที่ได้รับจากการดำเนินงาน รูปแบบความร่วมมือการจัดการอาชีวศึกษาไทย-จีน สาขาวิชาเทคนิคควบคุมและซ่อมบำรุงระบบขนส่งทางราง วิทยาลัยเทคนิควาปีปทุมกับวิทยาลัยเทคนิคการรถไฟความเร็วสูงหูหนานประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน มีรางวัลที่ได้รับทั้งสิ้นจำนวน 27 รางวัล

6.อภิปรายผล

6.1ความคิดเห็นของผู้บริหารครูผู้สอนผู้ปกครอง และนักศึกษาวิทยาลัยเทคนิควาปีปทุม ที่เกี่ยวข้องกับรูปแบบความร่วมมือ

การจัดการอาชีวศึกษาไทย-จีน สาขาวิชาเทคนิคควบคุมและซ่อมบำรุงระบบขนส่งทางราง วิทยาลัยเทคนิควาปีปทุมกับวิทยาลัยเทคนิคการรถไฟความเร็วสูงหูหนานประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน พบว่า ความคิดเห็นของผู้บริหารครูผู้สอน ผู้ปกครองและนักศึกษาวิทยาลัยเทคนิควาปีปทุม ภาพรวมมีความคิดเห็นอยู่ในระดับมากที่สุด แสดงให้เห็นว่ารูปแบบความร่วมมือการจัดการอาชีวศึกษาไทย-จีน สาขาวิชาเทคนิคควบคุมและซ่อมบำรุงระบบขนส่งทางราง วิทยาลัยเทคนิควาปีปทุมกับวิทยาลัยเทคนิคการรถไฟความเร็วสูงหูหนานประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน มีการบริหารจัดการเครือข่ายความร่วมมือแบบมีส่วนร่วมของบุคลากรทั้งสองสถานศึกษา ทำให้การดำเนินการจัดการเรียนการสอนรูปแบบความร่วมมือดังกล่าวบรรลุวัตถุประสงค์ที่วางไว้ร่วมกัน สอดคล้องกับงานวิจัย ได้เสนอสิ่งที่สนับสนุนให้เกิดความร่วมมือที่มีประสิทธิผล คือ ความเต็มใจของทั้งสองฝ่ายที่จะร่วมมือกัน มีเป้าหมายและจุดหมายที่ตรงกัน รวมทั้งมีวิสัยทัศน์ร่วมกันความเคารพและเชื่อใจกันภาวะผู้นำทั้งสองฝ่ายที่สามารถหลอมรวมบูรณาการเอากลยุทธ์ กลวิธี การปฏิบัติความสัมพันธ์ระหว่างกัน และนวัตกรรมของทั้งสองฝ่ายเข้าด้วยกันการยอมรับความแตกต่างของกันและกัน การยืดหยุ่นด้วยเวลาและอื่น ๆ กับความเต็มใจที่จะยอมทำหาความรู้ใหม่ทักษะใหม่ และวิธีคิดใหม่ที่จะนำไปสู่การปรับ เปลี่ยนในอนาคต [2] และสอดคล้องกับงานวิจัย พบว่าผลการประเมินผลการใช้รูปแบบการพัฒนาเครือข่ายความร่วมมือเพื่อขับเคลื่อนคุณภาพการจัดการอาชีวศึกษาวิทยาลัยเทคนิคลพบุรีพบว่า 1) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนจากการใช้รูปแบบคะแนนเฉลี่ยผลการเรียน ปีการศึกษา 2562 หลังใช้รูปแบบสูงกว่าก่อนใช้ในปีการศึกษา 2561 2) ความคิดเห็นเกี่ยวกับความสำเร็จของการพัฒนารูปแบบการพัฒนาเครือข่ายความร่วมมือ เพื่อขับเคลื่อนคุณภาพการจัดการอาชีวศึกษาวิทยาลัยเทคนิคลพบุรีตามความคิดเห็นของบริหารสถานศึกษา ข้าราชการครู พนักงานราชการ ทำหน้าที่สอน ลูกจ้างชั่วคราว ทำหน้าที่สอนบุคคลในหน่วยงาน องค์กรเครือข่ายโดยภาพรวมมีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมากที่สุด และ 3) ความคิดเห็นเกี่ยวกับรูปแบบการพัฒนาเครือข่ายความร่วมมือเพื่อขับเคลื่อนคุณภาพการจัดการอาชีวศึกษาวิทยาลัยเทคนิคลพบุรี ผู้บริหารสถานศึกษา ข้าราชการครู พนักงานราชการทำหน้าที่สอน ลูกจ้างชั่วคราวทำหน้าที่สอนบุคคลในหน่วยงาน องค์กร

เครือข่ายในกลุ่มทดลองใช้รูปแบบ โดยภาพรวมมีความคิดเห็นต่อรูปแบบในด้านความเหมาะสมความเป็นไปได้ และความเป็นประโยชน์อยู่ในระดับมากที่สุด [3]

6.2 ความคิดเห็นของผู้บริหาร หัวหน้าคณะวิชา และครูผู้สอนของวิทยาลัยเทคนิคการรถไฟความเร็วสูงสุพรรณประเทศ สาธารณรัฐประชาชนจีน ที่เกี่ยวข้องกับรูปแบบความร่วมมือการจัดการอาชีวศึกษาไทย-จีน สาขาวิชาเทคนิคควบคุมและซ่อมบำรุงระบบขนส่งทางราง วิทยาลัยเทคนิควาปีปทุมกับวิทยาลัยเทคนิคการรถไฟความเร็วสูงสุพรรณประเทศ สาธารณรัฐประชาชนจีน พบว่า ความคิดเห็นของผู้บริหาร หัวหน้าคณะวิชาและครูผู้สอนภาพรวมมีความคิดเห็นอยู่ในระดับมากที่สุด จากผลการดำเนินการความร่วมมือในจัดการเรียนการสอนสาขาวิชาเทคนิคควบคุมและซ่อมบำรุงระบบขนส่งทางราง สถานศึกษาทั้งสองแห่งมีการตั้งคณะทำงานร่วมกันมีการติดต่อประสานงานอยู่เป็นประจำและที่สำคัญได้มีการนำข้อมูลสารสนเทศการดำเนินงานของปีการศึกษาที่ผ่านมาประกอบพิจารณาการพิจารณาความร่วมมือดังกล่าวให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้นสอดคล้องกับงานวิจัยพบว่า การดำเนินงานที่ดีควรมีการกำหนดคณะทำงานให้ชัดเจนเพื่อเป็นผู้ประสานงานเครือข่ายความร่วมมือและร่วมกันวางแผนเพื่อเป็นแนวทางในการดำเนินงาน ทำให้เกิดการบริหารจัดการเครือข่ายความร่วมมือที่ต่อเนื่องและมีประสิทธิภาพ พบว่า การพัฒนาเครือข่ายความร่วมมือให้มีประสิทธิภาพที่ดีนั้นควรพัฒนาจากความผิดพลาดหรือข้อมูลสารสนเทศที่ได้รับจากการดำเนินงานก่อนหน้า โดยจัดทำข้อมูลข่าวสารในการดำเนินงานและนำข้อมูลดังกล่าวมารวบรวมกันแลกเปลี่ยนเรียนรู้และให้ข้อเสนอแนะ เพื่อปรับปรุงแก้ไขการดำเนินงานให้ดียิ่งขึ้น [4] และสอดคล้องกับงานวิจัย พบว่า ผลการทดลองใช้รูปแบบการสร้างเสริมความเข้มแข็งเครือข่ายความร่วมมือชุมชนสถานประกอบการด้านวิชาการและวิชาชีพ วิทยาลัยเทคนิคสระแก้ว พบว่า 1) ความสำเร็จของการสร้างเสริมความเข้มแข็งเครือข่ายความร่วมมือชุมชน สถานประกอบการด้านวิชาการและวิชาชีพวิทยาลัยเทคนิคสระแก้ว ตามความคิดเห็นของผู้บริหารสถานศึกษา ครูผู้สอน ชุมชนและสถานประกอบการ โดยภาพรวมมีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมากที่สุด 2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน จากการใช้รูปแบบการสร้างเสริมความเข้มแข็งเครือข่ายความร่วมมือชุมชน สถานประกอบการด้าน

วิชาการและวิชาชีพ วิทยาลัยเทคนิคสระแก้ว คะแนนเฉลี่ยผลการเรียนปีการศึกษา 2561 หลังใช้รูปแบบสูงกว่าก่อนใช้ในปีการศึกษา 2560 3) จำนวนเครือข่ายความร่วมมือจากชุมชนและสถานประกอบการเพิ่มขึ้นหลังใช้รูปแบบ และ 4) ผลจากการดำเนินงานตามรูปแบบ สถานศึกษา ผู้บริหาร และผู้เรียนเป็นที่ยอมรับทางสังคม ได้รับรางวัลและเกียรติบัตรในระดับภาคและระดับชาติ [5]

6.3 ความคิดเห็นของนักศึกษาที่สำเร็จการศึกษา เกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) สาขาวิชาเทคนิคควบคุมและซ่อมบำรุงระบบขนส่งทางราง รูปแบบความร่วมมือการจัดการอาชีวศึกษาไทย-จีน สาขาวิชาเทคนิคควบคุมและซ่อมบำรุงระบบขนส่งทางราง วิทยาลัยเทคนิควาปีปทุมกับวิทยาลัยเทคนิคการรถไฟความเร็วสูงสุพรรณประเทศ สาธารณรัฐประชาชนจีน พบว่า ภาพรวมมีระดับความคิดเห็นอยู่ในระดับมากที่สุด การสร้างเครือข่ายการจัดการเรียนการสอนร่วมกันระหว่างวิทยาลัยเทคนิควาปีปทุมกับวิทยาลัยเทคนิคการรถไฟความเร็วสูง ประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน เป็นสร้างนวัตกรรมทางการศึกษาได้รูปแบบในการจัดการเรียนการสอนร่วมกันเพื่อพัฒนาคุณภาพของผู้เรียนให้มีสมรรถนะวิชาชีพตามมาตรฐานคุณวุฒิวิชาชีพตามหลักสูตรระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) พ.ศ.2563 สอดคล้องกับงานวิจัย พบว่า คุณลักษณะผู้เรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) คุณลักษณะด้านผู้เรียนรู้ ผู้เรียนมีคุณลักษณะด้านนี้ในระดับมาก โดยผู้เรียนส่วนใหญ่เป็นผู้ที่มีความใฝ่รู้ ความคิดริเริ่ม ทักษะที่ดีต่อการเรียนรู้ ทักษะการคิดวิเคราะห์และแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพแสวงหาความรู้อย่างต่อเนื่อง และมีเป้าหมายในชีวิตที่ชัดเจน รวมทั้งมีความสามารถในการปรับตัวเข้ากับสถานการณ์ที่เปลี่ยนแปลงได้ดี มีความสามารถในการใช้เทคโนโลยีดิจิทัลในการเรียนรู้ มีทักษะที่ดีเกี่ยวกับการคิด การตัดสินใจ การจัดการ มีความอดทน และการเอาชนะปัญหาและอุปสรรค [6] และสอดคล้องกับงานวิจัยที่พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางเรียนของผู้เรียนจากการทดลองใช้รูปแบบการพัฒนาสมรรถนะวิชาชีพของผู้เรียนโดยการมีส่วนร่วมของชุมชน วิทยาลัยการอาชีวศึกษาบ้านตาก คะแนนเฉลี่ยผลการเรียนปีการศึกษา 2561 หลังใช้รูปแบบสูงกว่าก่อนใช้ในปีการศึกษา 2560 [7]

6.4 ความคิดเห็นของครูผู้สอน เกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) สาขาวิชา

เทคนิคควบคุมและซ่อมบำรุงระบบขนส่งทางรางรูปแบบความร่วมมือการจัดการอาชีวศึกษาไทย-จีน สาขาวิชาเทคนิคควบคุมและซ่อมบำรุงระบบขนส่งทางราง วิทยาลัยเทคนิควาปีปทุมกับวิทยาลัยเทคนิคการรถไฟความเร็วสูงหุนาน ประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน พบว่า ภาพรวมมีระดับความคิดเห็นอยู่ในระดับมากที่สุด การจัดการเรียนการสอนหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) สาขาวิชาเทคนิคควบคุมและซ่อมบำรุงระบบขนส่งทางราง วิทยาลัย เทคนิควาปีปทุม จัดแผนการเรียนเป็นระบบทวิภาคี นักศึกษาหลักสูตรดังกล่าวศึกษาที่วิทยาลัยเทคนิควาปีปทุมภาคเรียนที่ 1 และศึกษาที่วิทยาลัยเทคนิคการรถไฟความเร็วสูงประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีนภาคเรียนที่ 4 ส่วนภาคเรียนที่ 2 และ 3 ฝึกงานในสถานประกอบการภายในประเทศส่งผลให้นักศึกษาได้ฝึกทักษะประสบการณ์ทางวิชาชีพเกี่ยวกับระบบขนส่งทางรางเป็นระยะเวลา 1 ปีการศึกษาทำให้นักศึกษามีสมรรถนะและทักษะทางวิชาชีพตรงกับความต้องการของสถานประกอบการ [8] สอดคล้องกับงานวิจัย พบว่า 1) การจัดการอาชีวศึกษาระบบทวิภาคีโดยรวมอยู่ในระดับมาก 2) คุณลักษณะของผู้สำเร็จการศึกษาอาชีวศึกษาที่พึงประสงค์โดยรวมอยู่ในระดับมากและ 3) การจัดการอาชีวศึกษาระบบทวิภาคีมีความสัมพันธ์กันทางบวกในระดับสูงขึ้นไปกับคุณลักษณะของผู้สำเร็จการศึกษาอาชีวศึกษาที่พึงประสงค์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และสอดคล้องกับงานวิจัย พบว่า ผลการเปรียบเทียบร้อยละของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหมวดวิชาพื้นฐานประยุกต์ของนักเรียนนักศึกษาระบบทวิภาคี ในปีการศึกษา 2562 สูงกว่าในปีการศึกษา 2561 หมวดวิชาชีพของนักเรียนนักศึกษาระบบทวิภาคี ในปีการศึกษา 2562 สูงกว่าในปีการศึกษา 2561 และครูฝึกในสถานประกอบการมีความเห็นว่าในภาพรวมสมรรถนะนักเรียนนักศึกษาระบบทวิภาคีอยู่ในระดับมากและผ่านเกณฑ์การประเมินทุกข้อส่วนการประเมิน [9]

6.5 ความคิดเห็นหัวหน้างานหรือผู้บังคับบัญชาในฝ่ายงานของสถานประกอบการ ที่รับผู้สำเร็จการศึกษาสาขาวิชาเทคนิคควบคุมและซ่อมบำรุงระบบขนส่งทางราง เข้าทำงานภาพรวมมีระดับความคิดเห็นอยู่ในระดับมากที่สุด พิจารณาเป็นรายด้าน พบว่า ด้านที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุดคือ ด้านคุณธรรม จริยธรรมและจรรยาบรรณในวิชาชีพมีระดับความคิดเห็นภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด สอดคล้องกับงานวิจัย พบว่าการทดลองใช้รูปแบบการเสริมสร้างสมรรถนะผู้เรียน

อาชีวศึกษาในศตวรรษที่ 21 โดยการบริหารแบบมุ่งผลสัมฤทธิ์ วิทยาลัยอาชีวศึกษาสระบุรี ผู้เรียนมีทักษะด้านความรู้ ทักษะการคิด ทักษะการประยุกต์ใช้ ทักษะชีวิตและการทำงานตรงตามศตวรรษที่ 21 โดยความพึงพอใจของชุมชนและสถานประกอบการต่อคุณภาพผู้สำเร็จการศึกษาหลังการใช้รูปแบบโดยภาพรวมสถานประกอบการและชุมชนมีความพึงพอใจในผู้สำเร็จการศึกษาของวิทยาลัยอาชีวศึกษาสระบุรี [10]

6.6 ความคิดเห็นของอาจารย์ที่ปรึกษาหรืออาจารย์ผู้สอนของสถานศึกษาที่รับผู้สำเร็จการศึกษสาขาวิชาเทคนิคควบคุมและซ่อมบำรุงระบบขนส่งทางรางเข้าศึกษาต่อในระดับการศึกษาที่สูงขึ้น ภาพรวมมีระดับความคิดเห็นอยู่ในระดับมากที่สุด พิจารณาเป็นรายด้าน พบว่า ด้านที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุดคือ ความรู้ความสามารถทางวิชาการตามมาตรฐานการเรียนรู้มีระดับความคิดเห็นภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด สอดคล้องกับงานวิจัย พบว่า ความพึงพอใจของผู้ใช้ผู้สำเร็จการศึกษาภาพรวมอยู่ในระดับมากทุกด้านดังนี้ สมรรถนะทั่วไป ทักษะชีวิต สมรรถนะวิชาชีพ และคุณลักษณะที่พึงประสงค์ การบรรลุจุดประสงค์ตามหลักสูตรและสมรรถนะหลักตามลำดับ สรุปผลผู้ใช้ผู้สำเร็จการศึกษามีความพึงพอใจต่อผู้สำเร็จการศึกษาตามสมรรถนะ และกรอบมาตรฐานคุณวุฒิอาชีวศึกษาแห่งชาติของหลักสูตรในระดับมากทุกด้าน [11] และสอดคล้องกับงานวิจัยของ พบว่า ความพึงพอใจของบุคลากรในสถานศึกษาที่มีต่อการฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูชั้นปฏิบัติการสอนในสถานศึกษา ของนักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูคณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏเลย โดยรวมอยู่ในระดับมาก [12]

6.7 ผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนของนักศึกษา หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) สาขาวิชาเทคนิคควบคุมและซ่อมบำรุงระบบขนส่งทางราง วิทยาลัยเทคนิควาปีปทุม หลังการทดลองใช้ รูปแบบความร่วมมือการจัดการอาชีวศึกษาไทย-จีน สาขาวิชาเทคนิคควบคุมและซ่อมบำรุงระบบขนส่งทางราง วิทยาลัยเทคนิควาปีปทุมกับวิทยาลัยเทคนิคการรถไฟความเร็วสูงหุนานประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) สาขาวิชาเทคนิคควบคุมและซ่อมบำรุงระบบขนส่งทางรางวิทยาลัยเทคนิควาปีปทุม ตามโครงสร้างตลอดหลักสูตรพบว่า ค่าเฉลี่ยรวมของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.)

สาขาวิชาเทคนิคควบคุมและซ่อมบำรุงระบบขนส่งทางราง อยู่ในระดับดีมาก การจัดการเรียนสาขาวิชาสาขาวิชาเทคนิค ควบคุมและซ่อมบำรุงระบบขนส่งทางรางซึ่งเป็นสาขาวิชาที่เป็นเลิศทางการอาชีวศึกษา (Excellent Center) นักศึกษา กลุ่มดังกล่าวมีกิจกรรมที่ต้องร่วมมือกันในการดำเนินโครงการ และกิจกรรมต่าง ๆ จำเป็นอย่างยิ่งที่เพื่อนในกลุ่มทุกคนจะต้อง ช่วยเหลือซึ่งกันและกันทั้งการเรียนการสอนในประเทศไทย และการเดินทางไปศึกษาวิทยาลัยเทคนิคการรถไฟความเร็วสูง หูหนานประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีนเป็นส่วนหนึ่งที่จะช่วยให้ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษา หลักสูตรประกาศนียบัตร วิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) สาขาวิชาเทคนิคควบคุมและซ่อมบำรุง ระบบขนส่งทางรางวิทยาลัยเทคนิคอาชีวศึกษาอยู่ในระดับดีมาก สอดคล้องกับงานวิจัย พบว่า การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียนโดยใช้วิธีแบบเพื่อนช่วยเพื่อนในวิชาการจัดหมวดหมู่ ระบบหอสมุดรัฐสภาอเมริกันของนักศึกษาหลักสูตร บรรณารักษศาสตร์และสารสนเทศศาสตร์ หลังการจัดการ เรียนรู้สูงกว่าก่อนการจัดการเรียนรู้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ระดับ .05 และความพึงพอใจของนักศึกษากับการจัดการ เรียนรู้แบบเพื่อนช่วยเพื่อนโดยรวมอยู่ในระดับมาก [13] และ สอดคล้องกับงานวิจัย พบว่า การจัดการเรียนรู้การจัดการ เรียนรู้โดยใช้เทคนิคแบบเพื่อนช่วยเพื่อนร่วมกับบทเรียน สำเร็จรูปเรื่อง การดูแลสุขภาพสภาพเพื่อพัฒนาคุณภาพชีวิต ของตนเองและครอบครัว สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีประสิทธิภาพ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังใช้การจัดการ เรียนรู้โดยใช้เทคนิคแบบเพื่อนช่วยเพื่อนร่วมกับบทเรียน สำเร็จรูปเรื่อง การดูแลสุขภาพสภาพเพื่อพัฒนาคุณภาพชีวิต ของตนเองและครอบครัว สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังเรียนมีค่าเฉลี่ยสูงกว่าก่อนเรียน และนักเรียนมีความ พึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้อาชีวศึกษาโดยใช้เทคนิค แบบเพื่อนช่วยเพื่อนร่วมกับบทเรียนสำเร็จรูป เรื่อง การดูแลสุขภาพสภาพเพื่อพัฒนาคุณภาพชีวิตของตนเองและครอบครัว สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาพรวมอยู่ในระดับมาก [14]

6.8 รายงานการมีงานทำและศึกษาต่อของนักศึกษา หลักสูตร ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) สาขาวิชาเทคนิคควบคุม และซ่อมบำรุงระบบขนส่งทางราง วิทยาลัย เทคนิคอาชีวศึกษา พบว่า นักศึกษาที่สำเร็จการศึกษาหลักสูตรประกาศนียบัตร วิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) สาขาวิชาเทคนิคควบคุมและซ่อมบำรุง ระบบขนส่งทางรางวิทยาลัยเทคนิคอาชีวศึกษา ส่วนใหญ่

เข้าทำงานในสถานประกอบการเพื่อหารายได้ใช้จ่ายใน ครอบครัว สาเหตุจากสภาพทางเศรษฐกิจของครอบครัว ที่มีฐานะยากจน นักศึกษาที่สำเร็จการศึกษาจึงเข้าทำงาน ในสถานประกอบการ ซึ่งสถานประกอบการมีความต้องการ แรงงานที่สำเร็จการศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) และระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) สอดคล้อง กับงานวิจัย พบว่า สถานประกอบการมีความต้องการผู้สำเร็จ การศึกษาวิชาชีพจำนวนมากคือ ผู้สำเร็จการศึกษา ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) รองลงมาคือผู้สำเร็จ การศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) [15] และ สอดคล้องกับงานวิจัยของชวลิต ขอดศิริ และคณะฯ [16] พบว่า ข้อมูลความต้องการของตลาดแรงงานจำแนกตาม ประเภทวิชาพบว่า ลำดับที่ 1 คือ ประเภทวิชาพาณิชยกรรม และบริหารธุรกิจ ลำดับที่ 2 คือ ประเภทวิชาอุตสาหกรรม ลำดับที่ 3 คือ อุตสาหกรรมท่องเที่ยว ลำดับที่ 4 คือ เทคโนโลยี สารสนเทศและการสื่อสาร ลำดับที่ 5 คือประเภท วิชาคหกรรม ลำดับที่ 6 เกษตรกรรม และลำดับที่ 7 ศิลปกรรม

6.9 รางวัลที่ได้รับจากการดำเนินงาน รูปแบบความร่วมมือการ จัดการอาชีวศึกษาไทย-จีน สาขาวิชาเทคนิคควบคุมและ ซ่อมบำรุงระบบขนส่งทางราง วิทยาลัยเทคนิคอาชีวศึกษา หูหนานประเทศ สาธารณรัฐประชาชนจีน พบว่า ได้รับรางวัลที่เข้าแข่งขันทักษะ การแข่งขันทักษะเทคนิคควบคุมและซ่อมบำรุงระบบขนส่งทาง รางระดับชาติ จำนวน 12 รางวัล และเกียรติบัตรที่ได้รับจาก การสำเร็จการศึกษาตามหลักสูตรที่กำหนดและผ่านเกณฑ์การ ประเมินสาขาเทคโนโลยีการบำรุงรักษารถไฟความเร็วสูง จากวิทยาลัยเทคนิคการรถไฟความเร็วสูงหูหนาน ประเทศ สาธารณรัฐประชาชนจีน จำนวน 15 รางวัล รวมทั้งสิ้นจำนวน 27 รางวัล ผลงานและรางวัลที่ได้รับของนักศึกษาสาขาวิชา เทคนิคควบคุมและซ่อมบำรุงระบบขนส่งทางราง วิทยาลัย เทคนิคอาชีวศึกษา เกิดจากการทำงานเป็นทีมมีความร่วมมือกัน ของบุคลากรทุกคนในสถานศึกษาประกอบด้วยผู้บริหาร ครูผู้สอน บุคลากรและนักศึกษาสาขาวิชาดังกล่าว สอดคล้อง กับงานวิจัย พบว่า 1) การทำงานร่วมกันเพื่อก่อให้เกิด ความสำเร็จต้องมีกระบวนการบริหารจัดการที่มีความสอดคล้อง และเป็นไปในทิศทางเดียวกันมีทรัพยากรในการบริหาร ที่เพียงพอพร้อมต่อการดำเนินงาน โดยเฉพาะในด้านของคน (Man) และวัสดุอุปกรณ์ (Material) ได้รับความร่วมมือจาก

ทุกฝ่ายตั้งแต่เริ่มต้นจนเสร็จสิ้นกระบวนการทำงาน ผู้ร่วมงานต้องเข้ามามีส่วนร่วมในการทำงานด้วยความเต็มใจหรือความสมัครใจตามทักษะ ความรู้ความสามารถเปิดโอกาสให้ผู้ร่วมงานสามารถแสดงความคิดเห็นหรือข้อเสนอแนะ ในการทำงานได้อย่างอิสระและเท่าเทียมกัน [17] และสอดคล้องกับงานวิจัย พบว่า ระดับประสิทธิภาพในการปฏิบัติงานของข้าราชการกรมศุลกากรจังหวัดสงขลาอยู่ในระดับมากที่สุด และปัจจัยการทำงานเป็นทีมส่งผลต่อประสิทธิภาพการปฏิบัติงานของข้าราชการกรมศุลกากรจังหวัดสงขลาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ [18]

7. ข้อเสนอแนะ

7.1. ข้อเสนอแนะเชิงนโยบาย

7.1.1 การจัดการเรียนการสอนร่วมกับสถานศึกษาต่างประเทศ ของสถานศึกษาในสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษาเป็นรูปแบบใหม่ในการศึกษาอาชีวศึกษาหน่วยงานต้นสังกัดควรมีมาตรการและแนวทางปฏิบัติที่ชัดเจนเพื่อให้สถานศึกษาในสังกัดที่ดำเนินการจัดการศึกษาอาชีวศึกษาร่วมกับสถานศึกษาต่างประเทศใช้เป็นแนวทางปฏิบัติเป็นไปในแนวทางเดียวกัน เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพและประสิทธิผลกับคุณภาพของผู้สำเร็จการศึกษาต่อไป

7.1.2 สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษาควรส่งเสริมสนับสนุนเรื่องของทุนการศึกษา หรือแหล่งเงินทุนที่ไม่มีดอกเบี้ยสำหรับนักศึกษาที่เดินทางไปศึกษาต่างประเทศและงบประมาณสนับสนุนเพื่อเป็นค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานให้กับสถานศึกษาที่ดำเนินการจัดการเรียนการสอนร่วมกับสถานศึกษาต่างประเทศ

7.2 ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

7.2.1 สถานศึกษาสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา (สอศ.) ที่ดำเนินการจัดการเรียนการสอนร่วมกับสถานศึกษาต่างประเทศ สามารถนำผลการวิจัยนี้ใช้เป็นข้อมูลสารสนเทศในการบูรณาการบริหารจัดการการเรียนการสอนร่วมกับสถานศึกษาต่างประเทศ

7.2.2 การแสวงหาแหล่งของงบประมาณที่จะใช้ในการดำเนินการส่งนักศึกษา ไปศึกษาที่ต่างประเทศเป็นปัจจัยที่สำคัญ เพื่อเป็นการเพิ่มโอกาสให้กับนักศึกษาที่มีความสนใจแต่ขาดทุนทรัพย์เพื่อเป็นค่าใช้จ่ายในการไปศึกษาที่ต่างประเทศ ดังนั้นหากสถานศึกษาใดมีแหล่งเงินทุนสำรอง

ดังกล่าวได้จะเป็นการเพิ่มโอกาสให้กับนักศึกษาที่สนใจได้มีโอกาสไปศึกษาต่อที่ต่างประเทศต่อไป

7.3 ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

การวิจัยรูปแบบการจัดการศึกษาอาชีวศึกษา เพื่อให้ผู้สำเร็จการศึกษาได้รับวุฒิการศึกษาทั้งสองประเทศโดยใช้ระยะเวลาสำเร็จการศึกษาตามหลักสูตรที่กำหนดของสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา

เอกสารอ้างอิง

- [1] Boonchom Srisakad, Principles of Basic Research, 9th ed., Bangkok: Suweeriya Printing House, p. 43, 2011. (in Thai)
- [2] Pattarawut Rakklin, "Development of Cooperation Models with Foreign Educational Institutions for Achieving Educational Excellence in the 21st Century for Demonstration Schools Under Universities in Thailand," Ph.D. Dissertation (Educational Administration), Burapha University, Chonburi, 2019.
- [3] Rewat Srisangaon, "Development Model for Cooperation Networks to Drive the Quality of Vocational Education Management at Lopburi Technical College," 2019. [Online]. Available: <http://research.otepec.go.th>. Accessed: 20 May 2024. (in Thai)
- [4] Khajarawan Phukajorn, "A Collaborative Network Model Between Organizations for Promoting Chinese Language Teaching in Private Schools," Ph.D. Thesis (Educational Administration), Naresuan University, Phitsanulok, 2021.
- [5] Jaras Lehsing, "Strengthening Community and Industry Cooperation Networks for Academic and Professional Development: A Case Study of Sa Kaeo Technical College," 2018. [Online]. Available: <http://research.otepec.go.th>. Accessed: 20 May 2024. (in Thai)

- [6] Office of the Education Council Secretariat, Research on Learners' Attributes Based on National Education Standards Outcome Framework, Nonthaburi: 21 Century Printing Co., Ltd., 2022. (in Thai)
- [7] Walliya Asai, "Professional Competency Development Model for Students Through Community Engagement," 2018. [Online]. Available: <https://research.otepec.go.th/>. Accessed: 20 May 2024. (in Thai)
- [8] Amphol Charoennon, "The Effects of Dual Vocational Education Management on Desired Graduate Characteristics of Vocational Students in Rayong Province," M.Ed. Thesis (Educational Administration), Rambhai Barni Rajabhat University, Chanthaburi, 2023.
- [9] Dechowat Takkhum, "Dual Vocational Education Management Model in the Thai-Myanmar Border Areas: A Case Study of Maesot Technical College, Tak Province," 2019. [Online]. Available: <https://research.otepec.go.th/files.pdf>. Accessed: 20 May 2024. (in Thai)
- [10] Saiwai Sibuchandi, "Enhancing Vocational Students' 21st-Century Skills Through Results-Based Management at Saraburi Vocational College," 2022. [Online]. Available: <https://so06.tci-thaijo.org/index.php/ivebjournal/article/view/251942>. Accessed: 20 May 2024. (in Thai)
- [11] Unjai Khruestat and Colleagues, "User Satisfaction with the Competency Framework of Emergency Medical Technicians in Thailand," Journal of Health and Nursing Research, vol. 37, no. 1, pp. Jan.-Apr., 2021. [Online]. Available: <https://he01.tci-thaijo.org/index.php/bcnbangkok/article/view>. Accessed: 20 May 2024. (in Thai)
- [12] Panitsri Srichuea, Korawika Suwannakul, and Parinya Rapa, "Study on Staff Satisfaction Towards Professional Teaching Internship Practices in Educational Institutions: Faculty of Education, Loei Rajabhat University," Sukhothai Thammathirat Open University Journal of Education, vol.11, no.1, p180, Jan.-Jun., 2018. (in Thai)
- [13] Saisuda Pantakoon, "Developing Learning Achievement Using Peer-Assisted Learning Methods for Students in Library and Information Science Program," 2023. [Online]. Available: <https://so09.tci-thaijo.org/index.php/jted/article/view/2358>. Accessed: 20 May 2024. (in Thai)
- [14] Wuttikorn Koboorn, "Improving Learning Management Through Peer-Assisted Learning and Modular Lessons on Health Care for Life Quality Enhancement: A Case Study of Grade 10 Students," 2021. [Online]. Available: https://www.kroobannok.com/board_view.php?p?b_id=184855&bcat_id=16. Accessed: 20 May 2024. (in Thai)
- [15] Pakarn Tantikarnpan and Colleagues, "Characteristics of Vocational Graduates from Private Institutions to Meet Industry Needs in Southern Thailand," 2016. [Online]. Available: <https://www.hu.ac.th/conference/conference2016/proceedings/data/>. Accessed: 20 May 2024. (in Thai)

- [16] Chawalit Khosiri and Colleagues, “Labor Demand and Workforce Production for Chiang Mai Labor Market,” *Journal of Learning Innovation and Technology*, vol. 2, no. 1, pp. 20, Jan.–Jun., 2022. [Online]. Available: <https://so06.tci-thaijo.org/index.php/JLIT/article/view/254437>. Accessed: 20 May 2024. (in Thai)
- [17] Pisit Boonthanom, “Operational Guidelines for Collaborative Success Between Community Leaders and Local Administrative Organizations: A Case Study of Bang Sakae Subdistrict Administrative Organization, Samut Songkhram Province,” M.A. Thesis (Public and Private Sector Management), Silpakorn University, Nakhon Pathom, 2020. [Online]. Available: <http://ithesis-ir.su.ac.th/dspace/bitstream/123456789/3455/1/621220008.pdf>. Accessed: 20 May 2024. (in Thai)
- [18] Inkrat Chanwong, “Teamwork Factors Affecting Work Efficiency of Customs Officers in Songkhla Province,” Research Paper M.P.A. (Public Administration), Prince of Songkla University, Songkhla, 2022. [Online]. Available: <https://kb.psu.ac.th/psukb/bitstream/2016/18108/1/6410521548.pdf>. Accessed: 20 May 2024. (in Thai)

ปัญหาและความต้องการใช้ระบบบริหารการเงินการคลังภาครัฐแบบอิเล็กทรอนิกส์ใหม่

(New GFMS Thai) ในการปฏิบัติงานการบัญชี การเงิน และพัสดุ

ในสถานศึกษาสังกัด สำนักงานอาชีวศึกษาจังหวัดอุดรธานี

Problems and Needs for New GFMS Thai for Accounting, Finance and Supplies Operations

In educational institutions under the Office of Vocational Education, Udon Thani Province

ณัฐวุฒิ ศรีกันยา^{1*} และ สัมฤทธิ์ ศิริชนะรัตน์²Nutthawut Srikanya^{1*} and Samrith Sirikanerat²^{*1,2}หลักสูตรบัญชีมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยภาคตะวันออกเฉียงเหนือ จังหวัดขอนแก่น 40000^{*1,2}Master of Accountancy, Northeastern University, KhonKaen, 40000

Received : 2024-09-03 Revised : 2024-12-17 Accepted : 2024-12-17

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปัญหาและความต้องการใช้ระบบบริหารการเงินการคลังภาครัฐแบบอิเล็กทรอนิกส์ใหม่ (New GFMS Thai) ในการปฏิบัติงานการบัญชี การเงิน และพัสดุ ในสถานศึกษาสังกัด สำนักงานอาชีวศึกษาจังหวัดอุดรธานี เพื่อเปรียบเทียบระดับปัญหาและความต้องการใช้ระบบ New GFMS Thai ในการปฏิบัติงานการบัญชี การเงิน และพัสดุในสถานศึกษาสังกัด สำนักงานอาชีวศึกษาจังหวัดอุดรธานี จำแนกตาม เพศ อายุ ระดับการศึกษา และระยะเวลาในการทำงาน เพื่อศึกษาแนวทางการพัฒนาการใช้ระบบ New GFMS Thai ในงานการบัญชี การเงิน และพัสดุ ในสถานศึกษาสังกัด สำนักงานอาชีวศึกษาจังหวัดอุดรธานี โดยใช้กลุ่มตัวอย่างซึ่งเป็นผู้ที่ปฏิบัติงานการบัญชี การเงิน และพัสดุ จากสถานศึกษาของรัฐในสังกัด สำนักงานอาชีวศึกษาจังหวัดอุดรธานี จำนวน 97 คน โดยวิธีเลือกแบบเจาะจง เครื่องมือที่ใช้ ในการเก็บรวบรวมข้อมูลการวิจัย คือ ใช้แบบสอบถาม โดยมีค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถามทั้งฉบับ มีค่าเท่ากับ 0.97 สถิติที่ใช้ ในการวิเคราะห์ข้อมูล คือ สถิติเชิงพรรณนาประกอบด้วย ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน t(t-test)แบบ Independent

samples และการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว F-test (One way ANOVA)

ผลการวิจัยพบว่า ปัญหาการใช้ระบบ New GFMS Thai ได้แก่ ด้านการรับเงิน ด้านการนำเงินส่งคลังและฝากคลัง ด้านการเก็บรักษาเงิน ด้านการจ่ายเงิน ด้านการเบิกจ่ายเงินยืม ด้านการจัดซื้อจัดจ้าง ด้านการควบคุมและจำหน่ายพัสดุ อยู่ในระดับน้อย ($\bar{X}=2.39$, S.D.=0.366) และความต้องการใช้ระบบ New GFMS Thai ได้แก่ ด้านการรับเงิน ด้านการนำเงินส่งคลังและฝากคลัง ด้านการเก็บรักษาเงิน ด้านการจ่ายเงิน ด้านการเบิกจ่ายเงินยืม ด้านการจัดซื้อจัดจ้าง ด้านการควบคุมและจำหน่ายพัสดุ อยู่ในระดับมาก ($\bar{X}=3.95$, S.D.=0.329) เมื่อเปรียบเทียบระดับปัญหาและความต้องการใช้ระบบ New GFMS Thai จำแนกตาม เพศ อายุ ระดับการศึกษา ตำแหน่ง และระยะเวลาในการทำงาน พบว่า เพศชาย มีความต้องการใช้ระบบ New GFMS Thai มากกว่าเพศหญิง อย่างมีนัยสำคัญ ครุพิเศษสอน ประสบปัญหาในการใช้ระบบ New GFMS Thai มากกว่า ข้าราชการ และพนักงานราชการ และเจ้าหน้าที่ ประสบปัญหาในการใช้ระบบ New GFMS Thai มากกว่า ข้าราชการ อย่างมีนัยสำคัญ และระดับอายุ ระดับการศึกษา ตำแหน่ง และประสบการณ์ในการทำงาน มีความเห็นต่อปัญหาและความต้องการใช้ระบบ New GFMS Thai ไม่แตกต่างกัน แนวทางการแก้ไขปัญหการใช้ระบบ New GFMS Thai อยู่ในระดับมาก ไม่แตกต่างกัน

^{*}ณัฐวุฒิ ศรีกันยา

Email address : Srikanyanut1978@gmail.com

คำสำคัญ : การใช้ระบบบริหารการเงินการคลังภาครัฐแบบอิเล็กทรอนิกส์ใหม่ (New GFMS Thai), สถานศึกษาสังกัดสำนักงานอาชีวศึกษาจังหวัดอุดรธานี

Abstract

The objective of this research is to study the problems and needs to implement the New electronic Government Financial Management Information System (New GFMS Thai). In the operations of accounting, finance and procurement in educational institutions under the Office of Vocational Education Commission Udon Thani Province. To compare the levels of problems and needs regarding the use of the New Electronic Government Financial Management Information System (New GFMS Thai). In the operations of accounting, finance and procurement in educational institutions under the Office of Vocational Education Commission, Udon Thani Province are conducted. Classified by gender, age, education level, and duration of work experience, the study aims to investigate the approaches for developing the use of the new electronic government financial management information system (New GFMS Thai) in accounting, finance, and procurement in educational institutions under the Office of Vocational Education Commission, Udon Thani Province. Using a sample group of 97 personnel selected specifically who work in accounting, finance, and procurement from state educational institutions under the Office of Vocational Education Commission, Udon Thani Province, the tools used for data collection in the research are a questionnaire that has a reliability coefficient of 0.97. The statistics used for data analysis include descriptive statistics such as percentage, mean, standard deviation, independent samples t-test, and One-way ANOVA (F-test).

The result showed that the problems in using the new electronic government financial management information system. (New GFMS Thai) Include of Receiving cash, terms of revenue collection, Depositing and safekeeping of funds, Loan disbursement, Cash disbursement, Procurement, and Inventory control and disposal, the levels all are low ($\bar{X}=2.39$, S.D.=0.366). The needs for using the New Electronic Government Financial Management Information System (New GFMS Thai) in terms of revenue collection, depositing and safekeeping of funds, cash disbursement, loan disbursement, procurement, and inventory control and disposal are all rated high, with a mean score of 3.95 and a standard deviation of 0.329. When comparing the levels of problems and the needs for using the New electronic Government Financial Management Information System. (New GFMS Thai) Categorized by gender, age, education level, position and work experience, it was found that Males have a significantly higher need to use the new electronic government financial management information system (New GFMS Thai) than females. Contact teachers face more problems in using the new electronic government financial management information system (New GFMS Thai) than government teachers and government employees. And Staff face more problems in using the new electronic government financial management information system (New GFMS Thai) than government teachers for significantly. Additionally, age, education level, position, and work experience which in their opinions regarding the problems and needs for using the new electronic government financial management information system (New GFMS Thai) do not difference. The approaches to solving the problems of using the new electronic

government financial management information system (New GFMS Thai) all are at a high level.

Keywords : The using of the new electronic government financial management information system (New GFMS Thai), Educational institutions under the Office of Vocational Education Commission in Udon Thani Province

1. บทนำ

ปัจจุบันโลกเปลี่ยนแปลงไปรวดเร็ว นวัตกรรมเกี่ยวกับเทคโนโลยีใหม่ ๆ เริ่มเข้ามามีบทบาทสำคัญในการดำรงชีวิตของมนุษย์เป็นอย่างมาก ทำให้ต้องปรับตัวให้ทันต่อการเปลี่ยนแปลงดังกล่าว เพื่อให้สามารถดำรงชีวิตได้อย่างสงบสุข [1] การสนับสนุน ส่งเสริม สถานศึกษาให้มีการพัฒนาเพื่อทันต่อการเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยี ผู้บริหารสถานศึกษาจึงเป็นผู้ที่มีบทบาทสำคัญที่จะต้องวางแผน พัฒนา จัดการระบบการศึกษาให้มีความทันสมัยในยุคที่มีการเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยี โดยการนำเทคโนโลยีสารสนเทศมาใช้เป็นเครื่องมือเพื่อพัฒนาบุคลากรภายในสถานศึกษาให้สามารถนำเทคโนโลยีเข้ามาใช้ในการทำงานกระตุ้นให้เกิดการปรับปรุงแบบความสัมพันธภายในสังคมการแข่งขัน โดยเฉพาะในหน่วยงานสถานศึกษา เทคโนโลยีสารสนเทศจัดว่าเป็นยุทธศาสตร์สำคัญแห่งยุคปัจจุบันและอนาคต เนื่องจากมีความสามารถในการเพิ่ม ประสิทธิภาพในเกือบทุก ๆ กิจกรรมโดยก่อให้เกิดการลดต้นทุนหรือค่าใช้จ่าย ช่วยเพิ่มคุณภาพงาน การสร้างกระบวนการ [2] รัฐบาลได้มีนโยบายพัฒนาการบริหารงานให้ก้าวสู่แนวทางของรัฐบาลอิเล็กทรอนิกส์ (e-Government) จึงได้เร่งระบบปฏิบัติการบริหารและการปฏิบัติงานทางด้านบัญชี การเงิน และพัสดุ ให้มุ่งสู่ระบบอิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งจะเป็นการนำเอาเทคโนโลยีสารสนเทศมาประยุกต์ใช้ในการบริหารจัดการข้อมูลเกี่ยวกับการเงิน บัญชี พัสดุเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานให้รวดเร็ว ทันเวลา และทันสมัยกับยุคที่มีการเปลี่ยนแปลงแบบก้าวกระโดด และสามารถสร้างความพึงพอใจให้แก่ผู้รับบริการ และการทำงานเป็นไปแนวทางเดียวกัน และเกิดการคล่องตัว ในการดำเนินงาน [3]

ระบบสารสนเทศการบริหารการเงินการคลังภาครัฐ มีชื่อเรียกเฉพาะที่กำหนดโดยรัฐบาลว่า “ระบบบริหารการเงินการคลังภาครัฐแบบอิเล็กทรอนิกส์ GFMS” เป็นระบบบริหาร

จัดการข้อมูลที่รัฐบาลนำมาใช้ในการดำเนินการจัดการข้อมูลการเงิน บัญชี และพัสดุในระบบราชการไทยโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อปรับแนวทางดำเนินงานของภาครัฐให้เป็นแนวใหม่เน้นทำงานโดยยึดผลลัพธ์อย่างเป็นรูปธรรม มอบหมายอำนาจหน้าที่แก่ผู้ปฏิบัติงานแทนการควบคุมอย่างเคร่งครัด มีความชัดเจน ตรวจสอบง่าย ตรงไปตรงมา สามารถนำข้อมูลมาใช้อย่างรวดเร็ว นำไปในการแก้ไขปัญหาได้ทันเวลา และสร้างความพึงพอใจให้กับ ผู้บริการ และประชาชน และเป็นระบบที่สามารถขับเคลื่อนเป็นศูนย์กลางของการพัฒนาระบบงานด้านอิเล็กทรอนิกส์อื่น ๆ ในอนาคตหน่วยงานรัฐ ควรมีการวางแผน ควบคุม และวิธีการปรับปรุงระบบสารสนเทศการบริหารการเงิน การคลังหน่วยงานรัฐ จากเดิมลงมือทำมาเป็นระบบออนไลน์ ส่งผลต่อส่วนราชการหน่วยงานรัฐ และรัฐวิสาหกิจ ที่ได้รับจัดสรรงบประมาณแผ่นดินต้องดำเนินการรับส่งข้อมูลทางการเงินด้วยระบบ อิเล็กทรอนิกส์ เพื่อให้งานที่เกี่ยวกับการคลังและการเงิน มีความชัดเจน ตรวจสอบได้มีประสิทธิภาพ และมีประสิทธิผลยิ่งขึ้น [4] จากแนวคิดดังกล่าว วันที่ 22 กรกฎาคม 2546 คณะรัฐมนตรีได้มีมติเห็นชอบให้มีการออกแบบระบบการเงินการคลังแบบอิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งได้สร้างเป็นระบบแห่งชาติ เพื่อให้รัฐบาลควบคุมระบบ ซึ่งหน่วยราชการสามารถนำระบบบริหารการเงินการคลังภาครัฐแบบอิเล็กทรอนิกส์มาปฏิบัติงานแบบออนไลน์ได้ โดยเริ่มเบิกจ่ายตรงในระบบ GFMS เพียงระบบเดียว ตั้งแต่วันที่ 1 มีนาคม 2548 และมีการปรับปรุงตามระเบียบการเบิกเงินจากคลัง เก็บรักษาเงิน และนำเงินส่ง คลัง พ.ศ. 2551 มีความสอดคล้องกับพระราชบัญญัติวินัยการเงินการคลังของรัฐ พ.ศ.2561 พระราชบัญญัติ วิธีการงบประมาณ พ.ศ. 2561 และแผนยุทธศาสตร์การพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานระบบการชำระเงินแบบอิเล็กทรอนิกส์แห่งชาติ (National e-Payment Master Plan) ตลอดจนเพื่อรองรับการปฏิบัติงานด้านการเงินการคลัง ตามระบบการบริหารการเงินการคลังภาครัฐด้วยระบบอิเล็กทรอนิกส์ GFMS เป็น New GFMS Thai เริ่มใช้งานตั้งแต่วันที่ 4 เมษายน 2565 เป็นต้นไป [5]

งานด้านการบัญชี การเงิน และพัสดุ ในหน่วยงานราชการต่าง ๆ นั้น เป็นงานที่สำคัญที่จะช่วยสนับสนุนและขับเคลื่อนให้มีการปฏิบัติงานในด้านต่าง ๆ เพื่อให้ประสบความสำเร็จและบรรลุผล ตามวัตถุประสงค์ของแผนงานที่กำหนดไว้อย่างมีประสิทธิภาพ ประสิทธิผล และมีความสัมพันธ์กับทุก ๆ ส่วนใน

การดำเนินงาน และกิจกรรมในหน่วยงานทุกหน่วยงาน โดยมีภารกิจหลัก คือ การควบคุมและการเบิกจ่ายเงินจากงบประมาณต่าง ๆ ตรวจสอบเอกสารหลักฐานในการเบิกจ่ายเงิน การดูแลและการเก็บรักษาเงิน ตอบปัญหา ชี้แจงและให้รายละเอียดที่เกี่ยวข้องกับข้อมูล ข้อเท็จจริง แนะนำและให้คำปรึกษาต่าง ๆ แก่บุคลากรอื่น ๆ เกี่ยวกับการเบิกจ่ายเงิน การจัดทำรายงานทางการเงิน การเงิน และพัสดุ ให้ถูกต้องตามระเบียบของทางราชการซึ่งการปฏิบัติงานทางการเงิน และพัสดุ จะต้องปฏิบัติตามระเบียบ กฎหมาย และข้อบังคับต่าง ๆ ของงานการเงินการคลังภาครัฐที่กระทรวงการคลังกำหนดอย่างเคร่งครัด เพื่อให้ดำเนินการได้ และสร้างความคุ้มค่าให้แก่หน่วยงานภาครัฐ สามารถปฏิบัติงานให้เกิดข้อผิดพลาด น้อยที่สุด การทำงานมีความชัดเจน โปร่งใส ผู้รับบริการมีความเชื่อมั่น และมั่นใจในองค์กรมากขึ้น [4]

สถานศึกษาในสังกัด สำนักงานอาชีวศึกษาจังหวัดอุดรธานี เป็นอีกหนึ่งหน่วยงานหนึ่งที่นำระบบ New GFMS Thai มาใช้ในการปฏิบัติงานทางการเงิน การเงิน และพัสดุ จากการดำเนินงานพบว่า การใช้ระบบ New GFMS Thai ในการปฏิบัติงานทางการเงิน การเงิน และพัสดุ มีปัญหาและอุปสรรค ในด้านต่าง ๆ ประกอบด้วย ด้านการรับเงิน ด้านการนำเงินส่งคลังและฝากคลัง ด้านการเก็บรักษาเงิน ด้านการจ่ายเงิน ด้านการเบิกจ่ายเงินยืม ด้านการจัดซื้อจัดจ้าง ด้านการควบคุมและการจำหน่ายพัสดุ

จากความสำคัญและปัญหาดังกล่าวจะเห็นว่า การใช้ระบบ New GFMS Thai ในการปฏิบัติงานทางการเงิน การเงิน และพัสดุ เป็นเรื่องที่มีความสำคัญอย่างมากที่ผู้บริหารสถานศึกษาต้องควบคุมให้เป็นไปตามระเบียบที่ถูกต้อง การศึกษาให้รู้ถึงปัญหาและความต้องการที่เป็นอยู่และการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศเข้ามาใช้ในกระบวนการทำงาน เป็นแนวทางการพัฒนาการบริหารที่ถูกต้อง โดยต้องมีการจัดระบบการบริหารโดยใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ ในขอบข่ายของงานเริ่มตั้งแต่กระบวนการ จัดทำ เสนอของงบประมาณ การตรวจสอบติดตาม ประเมินผล การบริหารการเงิน การบริหารการบัญชี และการบริหารพัสดุและสินทรัพย์ ผู้วิจัยจึงสนใจ ศึกษาปัญหาและความต้องการใช้ระบบ New GFMS Thai ในการปฏิบัติงานทางการเงิน การเงิน และพัสดุ ซึ่งผลการวิจัยในครั้งนี้จะเป็นแนวทางในการใช้ระบบเทคโนโลยีต่อการปฏิบัติงานบัญชี การเงิน และพัสดุ ในสถานศึกษาสังกัด สำนักงานอาชีวศึกษา

จังหวัดอุดรธานีเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพและเกิดประสิทธิผล ส่งผลที่ดีในการปฏิบัติงานด้านบัญชี การเงิน และพัสดุ ของสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษาในอนาคตข้างหน้าต่อไป

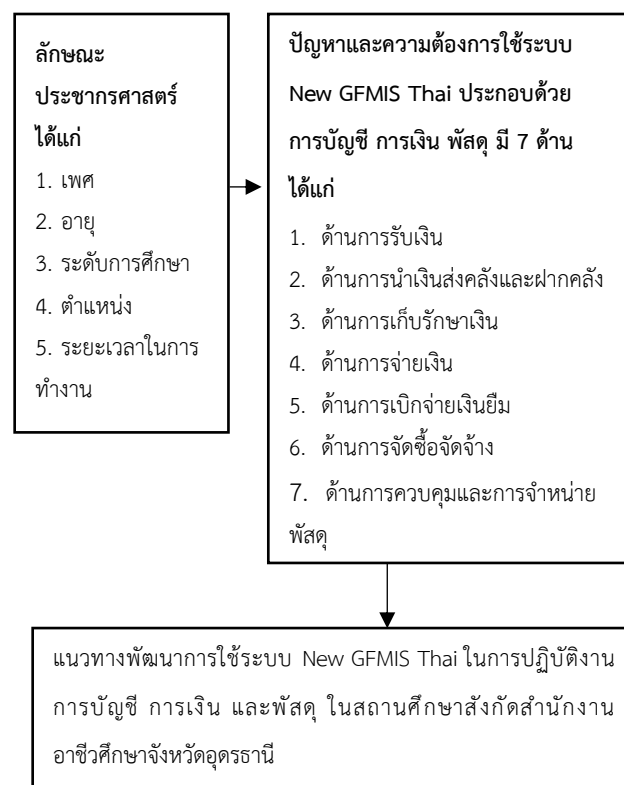
2. วัตถุประสงค์

2.1 เพื่อศึกษาปัญหาและความต้องการใช้ระบบบริหารการเงิน การคลังภาครัฐแบบอิเล็กทรอนิกส์ใหม่ (New GFMS Thai) ในการปฏิบัติงานทางการเงิน การเงิน และพัสดุ ในสถานศึกษาสังกัดสำนักงานอาชีวศึกษาจังหวัดอุดรธานี

2.2 เพื่อเปรียบเทียบระดับปัญหาและความต้องการใช้ระบบบริหารการเงินการคลังภาครัฐแบบอิเล็กทรอนิกส์ใหม่ (New GFMS Thai) ในการปฏิบัติงานทางการเงิน การเงิน และพัสดุ ในสถานศึกษาสังกัดสำนักงานอาชีวศึกษาจังหวัดอุดรธานี จำแนกตามเพศ อายุ ระดับการศึกษา ตำแหน่ง และระยะเวลาในการทำงาน

2.3 เพื่อศึกษาแนวทางการพัฒนาการใช้ระบบ New GFMS Thai ในงานการเงิน การเงิน และพัสดุ ในสถานศึกษาสังกัดสำนักงานอาชีวศึกษาจังหวัดอุดรธานี

3. กรอบแนวคิดที่ใช้ในการวิจัย



รูปที่ 1 กรอบแนวคิด

4.ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

4.1ประชากรที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ ครูและบุคลากรทางการศึกษา ในสถานศึกษาสังกัด สำนักงานอาชีวศึกษาจังหวัดอุดรธานี จำนวน 97 คน

4.2กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ ครูและบุคลากรทางการศึกษา ปฏิบัติหน้าที่เกี่ยวกับหัวหน้างาน ผู้ช่วยหัวหน้างาน และเจ้าหน้าที่งานบัญชี การเงิน และพัสดุ ในสถานศึกษาสังกัด สำนักงานอาชีวศึกษาจังหวัดอุดรธานี จำนวน 97 คน ที่ใช้งานระบบ New GFMS Thai ในการปฏิบัติงาน เลือกแบบเจาะจง

5.เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ แบบสอบถามแบบออนไลน์ ผู้วิจัยได้กำหนดลักษณะของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย และการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยโดยแบบสอบถามนั้น พัฒนามาจาก ถักนา ขาววังกรานต์ [6] ได้ศึกษาเรื่องปัญหาและความต้องการ ใช้ระบบ New GFMS Thai ในการปฏิบัติงานการบัญชี การเงิน และพัสดุในสถานศึกษาสังกัด สำนักงานอาชีวศึกษาจังหวัดอุดรธานี ซึ่งแบ่งออกเป็น 4 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 เป็นแบบสอบถามเกี่ยวกับข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม ประกอบด้วย เพศ อายุ ระดับการศึกษา ตำแหน่ง และระยะเวลาในการทำงาน เป็นสำรวจรายการ (Checklist)

ส่วนที่ 2 เป็นแบบสอบถามเกี่ยวกับระดับปัญหาและความต้องการ ใช้ระบบ New GFMS Thai ในการปฏิบัติงานการบัญชี การเงิน และพัสดุ ในสถานศึกษาสังกัด สำนักงานอาชีวศึกษาจังหวัดอุดรธานี เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ คือ มากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย และน้อยที่สุด [7]

ส่วนที่ 3 เป็นแบบสอบถามเกี่ยวกับระดับแนวทางการแก้ปัญหาและความต้องการใช้ระบบ New GFMS Thai ในการปฏิบัติงานการบัญชี การเงิน และพัสดุในสถานศึกษา สังกัดสำนักงานอาชีวศึกษาจังหวัดอุดรธานีเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ คือ มากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย และน้อยที่สุด [7]

ส่วนที่ 4 เป็นคำถามปลายเปิด โดยให้ผู้ตอบแบบสอบถามให้ข้อเสนอแนะแนวทางการพัฒนาการใช้ระบบ New GFMS Thai ในงานการบัญชี การเงิน และพัสดุในสถานศึกษาสังกัด สำนักงานอาชีวศึกษาจังหวัดอุดรธานี

6.การสร้างและการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ

6.1ศึกษาค้นคว้า หลักการ แนวคิด และทฤษฎีจากเอกสารงานวิจัยเพื่อหาแนวทางในการสร้างแบบสอบถาม

6.2แบบสอบถามที่ใช้ในการศึกษาได้ศึกษา แนวคิด ทฤษฎี ที่เกี่ยวกับศึกษาปัญหาและความต้องการใช้ระบบ New GFMS Thai ในการปฏิบัติงานการบัญชี การเงิน และพัสดุ ในสถานศึกษาสังกัด สำนักงานอาชีวศึกษาจังหวัดอุดรธานี เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างเครื่องมือในการวิจัยให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการวิจัย

6.2.1นำแบบสอบถามที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วเสนอผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน ตรวจสอบสำนวนภาษา ความครอบคลุมเนื้อหา ความเหมาะสมของแบบสอบถาม พิจารณาความเที่ยงตรงเนื้อหา ปรับปรุงแก้ไขภาษา และคำถามให้ชัดเจนเข้าใจง่าย นำมาหาค่าความเที่ยงตรง

6.2.2นำแบบสอบถามที่ได้แก้ไขปรับปรุงเนื้อหาและภาษาไปทดลองใช้เพื่อหา ค่าความเชื่อมั่น ตามวิธีการหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา ของครอนบาค กับสถานศึกษาสังกัดสำนักงานอาชีวศึกษาจังหวัดหนองคาย จำนวน 30 คน ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง ได้ค่าเท่ากับ 0.97

6.2.3ปรับปรุงแก้ไขแบบสอบถามตามข้อเสนอแนะก่อนนำไปใช้ในการศึกษา

6.2.4จัดพิมพ์แบบสอบถามฉบับจริง นำไปเก็บรวบรวมข้อมูลจำนวน 97 คนต่อไป

7.ผลการวิจัย

ตารางที่ 1 จำนวนและร้อยละของผู้ตอบแบบสอบถาม จำแนกตามเพศ

เพศ	จำนวน	ร้อยละ
ชาย	15	15.50
หญิง	82	84.50
รวม	97	100.00

จากตารางที่ 1 พบว่า ผู้ที่ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง จำนวน 82 คน คิดเป็นร้อยละ 84.5 และเพศชายจำนวน 15 คน คิดเป็นร้อยละ 15.50

ตารางที่ 2 จำนวนและร้อยละของผู้ตอบแบบสอบถาม
จำแนกตามอายุ

อายุ	จำนวน	ร้อยละ
ต่ำกว่า 30 ปี	22	22.68
30-39 ปี	31	31.96
40-49 ปี	34	35.05
50 ปี ขึ้นไป	10	10.31
รวม	97	100.00

จากตารางที่ 2 พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่ มีอายุระหว่าง 40-49 ปี จำนวน 34 คน คิดเป็นร้อยละ 35.05 รองลงมาคือ มีอายุระหว่าง 30-39 ปี จำนวน 31 คน คิดเป็นร้อยละ 31.96 อายุต่ำกว่า 30 ปี จำนวน 22 คน คิดเป็นร้อยละ 22.68 และอายุ 50 ปี ขึ้นไป จำนวน 10 คน คิดเป็นร้อยละ 10.31 ตามลำดับ

ตารางที่ 3 จำนวนและค่าร้อยละของผู้ตอบแบบสอบถาม
จำแนกตามระดับการศึกษา

ระดับการศึกษา	จำนวน	ร้อยละ
ต่ำกว่าปริญญาตรี	8	8.25
ปริญญาตรี	81	83.50
ปริญญาโท	8	8.25
รวม	97	100.00

จากตารางที่ 3 พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามโดยส่วนใหญ่ สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี จำนวน 81 คน คิดเป็นร้อยละ 83.50 รองลงมาคือ ระดับปริญญาโทและต่ำกว่าปริญญาตรี ระดับละ 8 คน คิดเป็นร้อยละ 8.20

ตารางที่ 4 จำนวนและร้อยละของผู้ตอบแบบสอบถาม จำแนก
ตามตำแหน่ง

ตำแหน่ง	จำนวน	ร้อยละ
ข้าราชการ	53	54.63
ครูพิเศษสอน	12	12.37
เจ้าหน้าที่	16	16.50
พนักงานราชการ	16	16.50
รวม	97	100.00

จากตารางที่ 4 พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่ ตำแหน่งข้าราชการ จำนวน 53 คน คิดเป็นร้อยละ 54.63 รองลงมาคือ เจ้าหน้าที่และพนักงานราชการ ตำแหน่งละ 16 คน คิดเป็นร้อยละ 16.50 และตำแหน่งครูพิเศษสอน จำนวน 12 คน คิดเป็นร้อยละ 12.37

ตารางที่ 5 จำนวนและร้อยละของผู้ตอบแบบสอบถาม จำแนก
ตามระยะเวลาในการทำงาน

ระยะเวลาในการทำงาน	จำนวน	ร้อยละ
ต่ำกว่า 1 ปี	1	1.03
1 - 3 ปี	18	18.56
4 - 6 ปี	22	22.68
7 - 10 ปี	30	30.93
มากกว่า 10 ปีขึ้นไป	26	26.80
รวม	97	100.00

จากตารางที่ 5 พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่ มีระยะเวลาในการทำงาน 7-10 ปี จำนวน 30 คน คิดเป็นร้อยละ 30.93 รองลงมาคือ มีระยะเวลาในการทำงาน มากกว่า 10 ปีขึ้นไป จำนวน 26 คนคิดเป็นร้อยละ 26.80 มีระยะเวลาในการทำงาน 4-6 ปี จำนวน 22 คน คิดเป็นร้อยละ 22.68 มีระยะเวลาในการทำงาน 1-3 ปี จำนวน 18 คน คิดเป็นร้อยละ 18.56 และมีระยะเวลาในการทำงานต่ำกว่า 1 ปี จำนวน 1 คน คิดเป็นร้อยละ 1.03

ตารางที่ 6 ค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
(Standard Deviation) เกี่ยวกับปัญหาการใช้
ระบบฯ New GFMS Thai จำแนกรายด้าน

ปัญหา	$\bar{X}$	S.D.	แปลผล	ลำดับ
ด้านการรับเงิน	2.35	0.486	น้อย	7
ด้านการนำเงินส่งคลังและฝากคลัง	2.39	0.468	น้อย	6
ด้านการเก็บรักษาเงิน	2.40	0.512	น้อย	5
ด้านการจ่ายเงิน	2.43	0.488	น้อย	1
ด้านการเบิกจ่ายเงินยืม	2.40	0.471	น้อย	3
ด้านการจัดซื้อจัดจ้าง	2.40	0.510	น้อย	4
ด้านการควบคุมและการจำหน่ายพัสดุ	2.40	0.461	น้อย	2
รวม	2.39	0.366	น้อย	

จากตารางที่ 6 พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามประสบปัญหาการใช้ระบบฯ New GFMS Thai ทุกหัวข้อในระดับน้อย ($\bar{X}$ = 2.39, S.D. = 0.366) เมื่อพิจารณารายด้านพบว่า ด้านที่มีค่าเฉลี่ยมากที่สุด 3 อันดับแรกคือ ด้านการจ่ายเงิน ($\bar{X}$ = 2.43, S.D. = 0.488) รองลงมาคือ ด้านการควบคุมและการจำหน่ายพัสดุ ($\bar{X}$ = 2.40, S.D. = 0.461) และด้านการเบิกจ่ายเงินยืม ($\bar{X}$ = 2.40, S.D. = 0.471) ตามลำดับ

ตารางที่ 7 ค่าเฉลี่ย(Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) เกี่ยวกับความต้องการใช้ระบบฯ New GFMS Thai จำแนกรายด้าน

ความต้องการ	$\bar{X}$	S.D.	แปลผล	ลำดับ
ด้านการรับเงิน	3.91	0.455	มาก	7
ด้านการนำเงินส่งคลังและฝากคลัง	3.93	0.414	มาก	5
ด้านการเก็บรักษาเงิน	3.98	0.452	มาก	2
ด้านการจ่ายเงิน	3.99	0.451	มาก	1
ด้านการเบิกจ่ายเงินยืม	3.98	0.472	มาก	3
ด้านการจัดซื้อจัดจ้าง	3.96	0.390	มาก	4
ด้านการควบคุมและการจำหน่ายพัสดุ	3.93	0.447	มาก	6
รวม	3.95	0.329	มาก	

จากตารางที่ 7 พบว่าผู้ตอบแบบสอบถามมีความต้องการใช้ระบบฯ New GFMS Thai ทุกหัวข้ออยู่ในระดับมาก ($\bar{X}$ = 3.95, S.D. = 0.329) เมื่อพิจารณารายด้านพบว่า ด้านที่มีค่าเฉลี่ยมากที่สุด 3 ลำดับคือ ด้านการจ่ายเงิน ($\bar{X}$ = 3.99, S.D. = 0.451) รองลงมาคือ ด้านการเก็บรักษาเงิน ($\bar{X}$ = 3.98, S.D. = 0.452) และด้านการเบิกจ่ายเงินยืม ($\bar{X}$ = 3.98, S.D. = 0.472) ตามลำดับ

ตารางที่ 8 ค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) เกี่ยวกับระดับปัญหาการใช้ระบบฯ New GFMS Thai จำแนกรายด้าน

แนวทางการแก้ไขปัญหา	$\bar{X}$	S.D.	แปลผล	ลำดับ
ด้านการรับเงิน	3.63	0.511	มาก	6
ด้านการนำเงินส่งคลังและฝากคลัง	3.66	0.532	มาก	4
ด้านการเก็บรักษาเงิน	3.58	0.505	มาก	7
ด้านการจ่ายเงิน	3.64	0.543	มาก	5
ด้านการเบิกจ่ายเงินยืม	3.72	0.508	มาก	2
ด้านการจัดซื้อจัดจ้าง	3.78	0.561	มาก	1
ด้านการควบคุมและการจำหน่ายพัสดุ	3.72	0.517	มาก	3
รวม	3.68	0.373	มาก	

จากตารางที่ 8 พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามมีระดับปัญหาการใช้ระบบ New GFMS Thai ทุกหัวข้ออยู่ในระดับมาก ($\bar{X}$ = 3.68, S.D. = 0.373) เมื่อพิจารณารายด้านพบว่า ด้านที่มีค่าเฉลี่ยมากที่สุด 3 ลำดับคือ ด้านการจัดซื้อจัดจ้าง ($\bar{X}$ = 3.78, S.D. = 0.561) รองลงมาคือ ด้านการเบิกจ่ายเงินยืม ($\bar{X}$ = 3.72, S.D. = 0.508) และด้านการควบคุมและการจำหน่ายพัสดุ ($\bar{X}$ = 3.72, S.D. = 0.517) ตามลำดับ

ตารางที่ 9 ค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) เกี่ยวกับระดับความต้องการปฏิบัติงาน จำแนกรายด้าน

ความต้องการ	$\bar{X}$	S.D.	แปลผล	ลำดับ
ด้านการรับเงิน	3.97	0.463	มาก	2
ด้านการนำเงินส่งคลังและฝากคลัง	3.99	0.477	มาก	1
ด้านการเก็บรักษาเงิน	3.93	0.512	มาก	4
ด้านการจ่ายเงิน	3.95	0.484	มาก	3
ด้านการเบิกจ่ายเงินยืม	3.91	0.507	มาก	5
ด้านการจัดซื้อจัดจ้าง	3.82	0.498	มาก	7
ด้านการควบคุมและการจำหน่ายพัสดุ	3.88	0.509	มาก	6
ภาพรวม	3.92	0.375	มาก	

จากตารางที่ 9 พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามมีความต้องการปฏิบัติงาน ทุกด้านอยู่ในระดับมาก ($\bar{X}$ = 3.92, S.D. = 0.375) เมื่อพิจารณารายด้านพบว่า ด้านที่มีค่าเฉลี่ยมากที่สุด 3 ลำดับแรกคือ ด้านการนำเงินส่งคลังและฝากคลัง ($\bar{X}$ = 3.99, S.D. = 0.477) รองลงมาคือ ด้านการรับเงิน ($\bar{X}$ = 3.97, S.D. = 0.463) และด้านการจ่ายเงิน ($\bar{X}$ = 3.95, S.D. = 0.484) ตามลำดับ

ตารางที่ 10 ค่าสถิติความคิดเห็นต่อปัญหาและความต้องการใช้ระบบฯ New GFMS Thai และผลการทดสอบสมมติฐานกรณีประชากร 2 กลุ่มที่เป็นอิสระกัน

ความคิดเห็น	เพศ	$\bar{X}$	S.D.	t	P-value
ปัญหาการใช้ระบบ (New GFMS Thai)	ชาย	2.49	0.429	1.066	0.289
	หญิง	2.38	0.353		
ความต้องการใช้ระบบ (New GFMS Thai)	ชาย	4.14	0.327	2.494	0.014*
	หญิง	3.92	0.319		
แนวทางการพัฒนา	ชาย	3.63	0.368	-0.558	0.578
	หญิง	3.68	0.376		

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

จากตารางที่ 10 พบว่า เพศชายมีความต้องการใช้ระบบฯ New GFMS Thai มากกว่าเพศหญิง

ตารางที่ 11 ค่าสถิติความคิดเห็นต่อปัญหาและความต้องการใช้ระบบฯ New GFMS Thai และผลการทดสอบสมมติฐานด้านปัญหาการใช้ระบบฯ New GFMS Thai และผลการทดสอบสมมติฐาน กรณีประชากรมากกว่า 2 กลุ่มที่เป็นอิสระกัน

ปัจจัยประชากรศาสตร์		$\bar{X}$	S.D.	F	P-value
อายุ	ต่ำกว่า 30 ปี	2.45	0.55	0.247	0.864
	30-39 ปี	2.39	0.39		
	40-49 ปี	2.38	0.22		
	50 ปี ขึ้นไป	2.34	0.20		
ระดับการศึกษา	ต่ำกว่าปริญญาตรี	2.53	0.56	0.660	0.519
	ปริญญาตรี	2.39	0.36		
	สูงกว่าปริญญาตรี	2.34	0.21		
ตำแหน่ง	ข้าราชการ	2.31	0.22	5.062	0.003*
	ครูพิเศษสอน	2.69	0.47		
	เจ้าหน้าที่	2.53	0.62		
	พนักงานราชการ	2.30	0.14		
ระยะเวลาในการทำงาน	ต่ำกว่า 1 ปี	2.14		1.065	0.368
	1 - 3 ปี	2.53	0.60		
	4 - 6 ปี	2.35	0.35		
	7 - 10 ปี	2.36	0.27		
	มากกว่า 10 ปีขึ้นไป	2.39	0.25		

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

จากตารางที่ 11 พบว่า ครูพิเศษสอนประสบปัญหาในการใช้งานมากกว่าข้าราชการและพนักงานราชการ และเจ้าหน้าที่ประสบปัญหาในการใช้งานมากกว่าข้าราชการ

6. สรุปผลการวิจัย

6.1 ลักษณะทางประชากรศาสตร์

กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง อายุระหว่าง 40-49 ปี จบการศึกษาระดับปริญญาตรี เป็นข้าราชการและมีประสบการณ์เวลาในการทำงาน 7 -10 ปี

6.2 ปัญหาและความต้องการใช้ระบบบริหารการเงินการคลังภาครัฐแบบอิเล็กทรอนิกส์ใหม่ (New GFMS Thai)

6.2.1 ผู้ตอบแบบสอบถามพบปัญหาการใช้ระบบฯ New GFMS Thai ทุกด้าน อยู่ในระดับน้อย เมื่อพิจารณาทางด้านพบว่า ด้านที่มีค่าเฉลี่ยมากที่สุดคือ ด้านการจ่ายเงิน รองลงมาคือ ด้านการเก็บรักษาเงิน ด้านการเบิกจ่ายเงินยืม ด้านการจัดซื้อจัดจ้าง ด้านการควบคุมและการจำหน่ายพัสดุ และด้าน

การนำเงินส่งคลังและฝากคลัง ตามลำดับเมื่อพิจารณารายข้อพบว่า ข้อที่มีค่าเฉลี่ยมากที่สุดคือ การเบิกจ่ายเงินของหน่วยงานไม่สอดคล้องกับเป้าหมายและภารกิจที่เกี่ยวข้อง รวมทั้งหน่วยงานจ่ายเงินยืมโดยไม่มีความจำเป็นและเหมาะสม นอกจากนั้นไม่มีการเปรียบเทียบราคาหรือคู่เทียบราคาที่เพียงพอต่อการตัดสินใจ และการจัดทำรหัสครุภัณฑ์ของหน่วยงานไม่ถูกต้องไม่ตรงกับทะเบียนครุภัณฑ์ ตามลำดับ

6.2.2 ผู้ตอบแบบสอบถามมีความต้องการใช้ระบบฯ New GFMS Thai ทุกด้านในระดับมาก เมื่อพิจารณาทางด้านพบว่า ด้านที่มีค่าเฉลี่ยมากที่สุดคือด้านการจ่ายเงิน รองลงมาคือ ด้านการเก็บรักษาเงิน และด้านการเบิกจ่ายเงินยืม และด้านการจัดซื้อจัดจ้าง เมื่อพิจารณาข้อ พบว่า ข้อที่มีค่าเฉลี่ยมากที่สุดคือ หลักฐานในการเบิกจ่ายของหน่วยงานไม่ถูกต้องและไม่ครบถ้วน รองลงมาคือ เมื่อสิ้นสุดการรับจ่ายเงินเจ้าหน้าที่ของหน่วยงานไม่ได้นำเงินที่เก็บรักษาส่งต่อกับคณะกรรมการเก็บรักษาเงิน และเมื่อสิ้นสุดการรับจ่ายเงินเจ้าหน้าที่ของหน่วยงานไม่ได้นำเงินที่เก็บรักษาส่งต่อกับคณะกรรมการเก็บรักษาเงิน ตามลำดับ

6.2.3 ผู้ตอบแบบสอบถามเพศชายประสบปัญหาและมีความต้องการใช้ระบบฯ New GFMS Thai มากกว่าเพศหญิง ครูพิเศษสอนและเจ้าหน้าที่ประสบปัญหาต้องการใช้ระบบฯ New GFMS Thai มากกว่าข้าราชการ และพนักงานราชการ ส่วนระดับ อายุ ระดับการศึกษา และระยะเวลาในการทำงาน อยู่ในระดับที่ไม่แตกต่างกัน

6.2.4 ผู้ตอบแบบสอบถามมีแนวทางการแก้ไขปัญหาการใช้ระบบฯ New GFMS Thai ทุกด้านอยู่ในระดับมาก เมื่อพิจารณาทางด้านพบว่า ด้านที่มีค่าเฉลี่ยมากที่สุด คือ ด้านการจ่ายเงิน รองลงมาคือ ด้านการเก็บรักษาเงินด้านการเบิกจ่ายเงินยืม และด้านการจัดซื้อจัดจ้าง ตามลำดับ เมื่อพิจารณาข้อ พบว่า ข้อที่มีค่าเฉลี่ยมากที่สุดคือ การจัดซื้อจัดจ้าง หน่วยงานควรมีการจัดทำเอกสารจัดซื้อจัดจ้างและได้รับอนุมัติจากหัวหน้าส่วนราชการก่อนทุกครั้ง รองลงมาคือ หน่วยงานควรจัดทำคู่มือเพื่อเปรียบเทียบราคาอย่างน้อยสามร้านเป็น อย่างต่ำ และการจ่ายเงินยืมด้วยเงินสดของหน่วยงานควรมีจำนวนไม่เกินที่ระเบียบกำหนดไว้ และการจ่ายเงินยืมด้วยเงินสดของหน่วยงานควรมีจำนวนไม่เกินที่ระเบียบกำหนดไว้ ตามลำดับ

6.2.5 ผู้ตอบแบบสอบถามมีแนวทางการพัฒนาการใช้ระบบฯ New GFMS Thai ทุกด้านอยู่ในระดับมาก เมื่อพิจารณาารายด้านพบว่า ด้านที่มีค่าเฉลี่ยมากที่สุดคือ ด้านการนำเงินส่งคลังและฝากคลัง รองลงมาคือ ด้านการรับเงิน และด้านการจ่ายเงิน เมื่อพิจารณาารายข้อ พบว่า ข้อที่มีค่าเฉลี่ยมากที่สุดคือ การเงินและบัญชีหน่วยงานจะต้องมีการตรวจสอบข้อมูลรายละเอียดในเอกสารก่อนการนำส่งฝากคลังและมีการตรวจทานพร้อมลงนามรับรองโดยผู้บังคับบัญชา รองลงมาคือ เมื่อสิ้นวันทำการหน่วยงานควรมีการกำหนดให้มีการตรวจสอบยอดเงินคงเหลือประจำวันและตรวจสอบการส่งมอบเงินแก่กรรมการเก็บรักษาเงิน และหน่วยงานกำหนดให้มีการตรวจสอบยอดเงินคงเหลือประจำวันทุกวันหากมีเงินสดคงเหลือเกินกว่าเกณฑ์เงินสดขั้นต่ำที่กำหนดไว้ จะต้องมีการรายงานและนำฝากธนาคาร ตามลำดับ

7.อภิปรายผล

จากการศึกษาพบว่า ปัญหาการใช้ระบบบริหารการเงินการคลังภาครัฐแบบอิเล็กทรอนิกส์ New GFMS Thai อยู่ในระดับน้อย ระดับปัญหาที่พบมากที่สุดคือ ปัญหาด้านการจัดซื้อจัดจ้าง รองลงมาคือปัญหาด้านการเบิกจ่ายเงินยืม และปัญหาด้านการควบคุมและการจำหน่ายพัสดุ ระดับความต้องการใช้ระบบฯ มากที่สุดคือ ด้านการนำเงินส่งคลังและฝากคลัง รองลงมาคือ ด้านการรับเงิน และด้านการจ่ายเงิน เพศชายมีความต้องการใช้งานมากกว่าเพศหญิง และครูพิเศษสอนประสบปัญหามากกว่าข้าราชการ พนักงานราชการ และเจ้าหน้าที่ ดังนั้นผู้บริหารหน่วยงานจึงต้องให้ความสำคัญกับการติดตั้งระบบดังกล่าวให้สอดคล้องกับความต้องการของผู้ใช้ โดยเฉพาะผู้ปฏิบัติงานการบัญชี การเงิน และพัสดุ รวมทั้งสอบถามความต้องการในการฝึกอบรม เรื่องการใช้งานของผู้ปฏิบัติในหน่วยงานอย่างสม่ำเสมอ และมีการติดตามผลการปฏิบัติงานจริงหลังจากได้รับการฝึกอบรมเป็นระยะ ๆ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ณีภูฐา จันทรน้อย [8] ได้ทำการศึกษาเรื่อง “ปัญหาและอุปสรรคในการนำงานระบบการบริหารงานการเงินการคลังภาครัฐแบบอิเล็กทรอนิกส์ (Government Fiscal Management Information System) เฉพาะระบบการเงินและบัญชี มาใช้ในการดำเนินงานกรณีศึกษากรมชลประทาน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ “พบว่าการจัดอบรมให้ความรู้กับผู้รับผิดชอบงานเกี่ยวกับโปรแกรมคอมพิวเตอร์การใช้ระบบ การบริหารงานการเงินการ

คลังภาครัฐแบบอิเล็กทรอนิกส์ (Government Fiscal Management Information System) และความรู้ใหม่ ๆ ที่เกี่ยวกับงานการเงินและบัญชีการปรับปรุงระบบอินเทอร์เน็ตให้มีประสิทธิภาพและมีความรวดเร็วมากยิ่งขึ้น การจัดสรรบุคลากรให้สามารถปฏิบัติหน้าที่เพื่อรับผิดชอบงานในระบบบริหารงานการเงินการคลังภาครัฐแบบอิเล็กทรอนิกส์ (GFMS) ให้เพียงพอต่อความต้องการ และการศึกษาของ ณฑุลเงินสวาท [9] ได้ทำการศึกษา เรื่อง “ความสัมพันธ์ของการปฏิบัติงาน การบริหารการเงินการคลังภาครัฐแบบอิเล็กทรอนิกส์ (Government Fiscal Management Information System) ที่มีผลต่อคุณภาพรายงานการเงินของส่วนราชการ ในเขตกรุงเทพมหานคร” พบว่า ผู้บริหารควรให้ความสำคัญเกี่ยวกับการปฏิบัติงาน การบริหาร การเงินการคลังภาครัฐแบบอิเล็กทรอนิกส์ อย่างต่อเนื่อง เพื่อให้การรายงานการเงินมีคุณภาพที่ดียิ่งขึ้น ทั้งในเรื่องความถูกต้อง ความแม่นยำ ความโปร่งใส ความสะดวกรวดเร็ว และประหยัด รวมทั้งตรวจสอบหรือการสอบทานข้อมูลการปฏิบัติงานด้านบัญชีการเงินในระบบดังกล่าว ให้ถูกต้องครบถ้วนอย่างสม่ำเสมอ เพื่อให้การรายงานการเงินมีความถูกต้อง แม่นยำ และมีความโปร่งใส มากยิ่งขึ้น โดยส่งเสริมให้มี การปรับปรุงคู่มือการปฏิบัติงานตามระบบ ให้เป็นปัจจุบัน นอกจากนั้นยังต้องส่งเสริมให้บุคลากรผู้ปฏิบัติงานระบบ New GFMS Thai มีการถ่ายทอด ความรู้และประสบการณ์ เพื่อให้การปฏิบัติงานและการแก้ไขปัญหาเป็นไปอย่างถูกต้องครบถ้วนตามมาตรฐานการบัญชีภาครัฐเพื่อนำไปใช้ประกอบการวางแผน และกำหนดนโยบายในการบริหารงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ และจัดให้มีการอบรมให้แก่ผู้ใช้งานระบบอย่างสม่ำเสมอ เพื่อให้มีความรู้ความเข้าใจ และเพิ่มทักษะการปฏิบัติงานให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น เนื่องจากการปฏิบัติงานตามขั้นตอนที่ถูกต้องจะช่วยให้ผู้ใช้รายงานการเงินมีความเชื่อมั่นต่อคุณภาพรายงานการเงินของหน่วยงานราชการนั้น ๆ

8.ข้อเสนอแนะสำหรับการศึกษาคั้งต่อไป

ควรมีการทำวิจัยในหัวข้อนี้ โดยอาจจะเป็นเขตจังหวัดอื่น ๆ ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ โดยมีการเก็บข้อมูลเพิ่มขึ้นมากกว่าเดิม และมีการเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างจังหวัดต่าง ๆ ว่ามีความคิดเห็นต่อปัญหาและความต้องการใช้ระบบ New GFMS Thai แตกต่างกันหรือไม่ และมีการเปรียบเทียบ

ภายในภาคเดียวกันว่า มีความคิดเห็นต่อปัญหาและความต้องการใช้ระบบ New GFMS Thai ในแต่ละประเด็นแตกต่างกันหรือไม่ ซึ่งจะทำให้ได้ข้อมูลที่มีความชัดเจนและมีความหลากหลายมากขึ้นกว่าเดิม

เอกสารอ้างอิง

- [1] Good Factory Team, "How technology plays a role in solving social problems", [Online]. <https://blog.goodfactory.co/เทคโนโลยีมีบทบาทในการแก้ปัญหาสังคมอย่างไร-9e0158412878>. (Accessed : 20 October 2023).
- [2] Saenkam K., "Problems and Approaches to the Use of Information Technology in Budget Management of Schools under the Office of Buriram Primary Educational Service Area 2", *Master's Thesis in Educational Administration, Buriram Rajabhat University*, Vol. 11, No. 1, January - June 2020, 149-162.
- [3] Changlom K., "Problems and Needs in the Use of Information Technology in Academic Administration According to the Opinions of Educational Administrators and Teachers under Local Government Organizations in Pathum Thani Province." *Master's Thesis in Education, Eastern Asia University*, Vol. 6, No. 2, May – August 2016, 66-78.
- [4] Suessri N. & Yaruna C., "A study of guidelines for the development of financial and accounting practices in the Provincial Education Office, Office of the Permanent Secretary of the Ministry of Education", *Ubon Ratchathani University Journal of Administrative Science*, 10(1), January - June 2021, 75-97.
- [5] Ministry of Finance, "Royal Gazette", 136, *Special Issue 120*, 2019 May, Ng, 9-29.
- [6] Chawwangkran L. (2014). Problems and Solutions in Financial, Accounting, and Procurement Operations of Agencies under the Office of Livestock Development Region 1, Department of Livestock Development. (Master's Thesis). Faculty of Business Administration, Major in Accounting, Rajamangala University of Technology Thanyaburi.
- [7] Boonchom, S., *Basic Research: Revised Edition (10th ed.)*, Bangkok : Suwiriyaarn Company Limited, 2017.
- [8] Jannoi N., "Problems and Obstacles in the Implementation of the Electronic Government Financial Management Information System (GFMS) Specifically for Financial and Accounting Systems: A Case Study of the Royal Irrigation Department", Ministry of Agriculture and Cooperatives, (Master's Thesis), Major in Management Accounting, Burapha University. 2009. (in thai)
- [9] Ngensawat N., "The Relationship of the Implementation of the Electronic Government Financial Management Information System (GFMS) Affecting the Quality of Financial Reports of Government Agencies in the Bangkok Area", (Independent Study for Master of Business Administration), Master of Accountancy, Faculty of Accountancy, Sripatum University, 2019.

การปรับใช้วัฒนธรรมคุณภาพในการพัฒนาองค์กรการศึกษาสู่ความยั่งยืน Applying Quality Culture to Develop Educational Organizations Towards Sustainability

จริยา รัมมณต์^{1*}

Jariya Rammon^{1*}

^{*}ศึกษาศาสตรดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาภาวะผู้นำทางการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสวนดุสิต กรุงเทพมหานคร 10300

¹Doctoral of Education Program in Educational Leadership, Graduate School, Suan Dusit University, Bangkok, 10300

Received : 2024-12-18 Revised : 2025-02-04 Accepted : 2025-02-14

บทคัดย่อ

บทความนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาแนวทาง การปรับใช้ วัฒนธรรมคุณภาพในองค์กรการศึกษา เพื่อส่งเสริมความยั่งยืน โดยอ้างอิงจาก แนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง และการประยุกต์ใช้ใน บริบทของการศึกษาในยุคดิจิทัล ผลการศึกษาพบว่า การพัฒนา องค์กรการศึกษาให้มีความยั่งยืน จำเป็นต้องอาศัยการบูรณาการ วัฒนธรรมคุณภาพอย่างเป็นระบบ ผ่านองค์ประกอบ 4 ด้าน ได้แก่ 1) แนวคิดเกี่ยวกับวัฒนธรรมคุณภาพ ซึ่งครอบคลุมระดับ ของวัฒนธรรมองค์กร ได้แก่ สิ่งที่มีมองเห็นได้ ค่านิยมที่ประกาศใช้ และสมมติฐานพื้นฐาน 2) การประยุกต์ใช้วัฒนธรรมคุณภาพ ในองค์กรการศึกษา โดยเน้นการมีส่วนร่วมของบุคลากร ในการ กำหนดวิสัยทัศน์ ควบคู่กับการบริหารคุณภาพและการประกัน คุณภาพ เพื่อเสริมสร้างมาตรฐานและประสิทธิภาพ 3) แนวคิด เกี่ยวกับความยั่งยืน โดยองค์กรต้องพัฒนา บนพื้นฐานของความ สมดุลระหว่างเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อม ผ่านการใช้ ทรัพยากรอย่างคุ้มค่า และส่งเสริมสังคมแห่งการเรียนรู้ที่เท่าเทียม 4) การศึกษาในยุคดิจิทัล ซึ่งเทคโนโลยีช่วยสร้างสภาพแวดล้อม การเรียนรู้ที่ยืดหยุ่น ปรับแต่งเนื้อหา และนำปัญญาประดิษฐ์ (AI) มาประยุกต์ใช้ ในการวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการศึกษา

เมื่อองค์กรศึกษานำแนวทางดังกล่าวมาปรับใช้ ย่อมเสริมสร้างวัฒนธรรมคุณภาพ ส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียนของผู้เรียนเพิ่มขึ้น การบริหารจัดการมีประสิทธิภาพ และ องค์กรสามารถดำเนินงานได้อย่างมั่นคงและยั่งยืน ระบบ การศึกษาที่พร้อมปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงของโลก จะเป็น

รากฐานสำคัญในการผลิตบุคลากรที่มีศักยภาพ และขับเคลื่อน สังคมสู่การพัฒนาที่ยั่งยืน

คำสำคัญ : วัฒนธรรมคุณภาพ, ความยั่งยืน, ดิจิทัล, การบริหารคุณภาพ

Abstract

This article examines the implementation of a quality culture in educational institutions to promote sustainable development through relevant theories and digital-age applications. Findings highlight that sustainability requires systematic integration of quality culture across four key areas: 1) Quality culture concepts, including organizational artifacts, values, and assumptions; 2) Practical application, focusing on stakeholder participation, quality management, and assurance to enhance standards; 3) Sustainability principles, emphasizing economic, social, and environmental balance, resource efficiency, and equitable learning; and 4) Digital-age education, leveraging technology and AI to create flexible learning environments and improve outcomes.

Adopting these strategies fosters a quality-driven education system, enhancing student achievement, institutional efficiency, and long-term sustainability. A resilient education framework ensures skilled graduates ready to navigate future challenges and contribute to sustainable societal progress.

*จริยา รัมมณต์

E-mail address : plarammon@gmail.com

Keywords : Quality Culture, Sustainability, Digital, Quality Management

1. บทนำ

ในโลกที่ การศึกษาเป็นรากฐานสำคัญของการพัฒนาสังคม และเศรษฐกิจ การส่งเสริมวัฒนธรรมคุณภาพ (Quality Culture) ในองค์กรการศึกษาเป็นกลไกสำคัญที่ช่วยยกระดับมาตรฐานการเรียนรู้ และเพิ่มประสิทธิภาพการบริหารจัดการองค์กรที่มีวัฒนธรรมคุณภาพเข้มแข็งสามารถปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงทางสังคม เทคโนโลยี และเศรษฐกิจได้อย่างมีประสิทธิภาพ นำไปสู่การพัฒนาอย่างยั่งยืน กิตติคุณ กาญจนวัฒน์ [1] กล่าวว่า การศึกษาในยุคดิจิทัลมีบทบาทสำคัญในการพัฒนาคุณภาพการศึกษาและการบริหารจัดการ โดยต้องมุ่งเน้น การสร้างค่านิยม แนวทางปฏิบัติ และ วัฒนธรรมการเรียนรู้ที่ยั่งยืน ในทุกภาคส่วนของการศึกษา ไม่ว่าจะเป็น การเรียนการสอน การพัฒนาหลักสูตรการใช้ เทคโนโลยีดิจิทัล และการบริหารจัดการ เพื่อให้เกิดผลลัพธ์ที่มีคุณค่าแก่ผู้เรียน บุคลากร และองค์กรโดยรวม พิริยะ พรหมบุตร [2] เน้นว่า การสร้างวัฒนธรรมคุณภาพในสถานศึกษา ควรมุ่งเน้นให้ ทุกกระบวนการดำเนินงานเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ สามารถรองรับความเปลี่ยนแปลงของสังคมและเทคโนโลยี โดยต้องพัฒนาบุคลากรให้มีศักยภาพสูงสุด ผ่านการอบรมทักษะดิจิทัล การเสริมสร้างความเป็นผู้นำทางการศึกษา และการพัฒนาทักษะเชิงวิชาชีพ เพื่อให้สามารถขับเคลื่อนองค์กรไปข้างหน้า สมชาย สมบูรณ์ [3] ระบุว่า การพัฒนาวัฒนธรรมคุณภาพ ต้องอาศัยการเรียนรู้และการปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง โดยใช้ข้อมูลเชิงประจักษ์จากการดำเนินงาน เพื่อนำมาปรับใช้กับการพัฒนาหลักสูตร ระบบบริหารงาน และกระบวนการเรียนรู้ ให้สอดคล้องกับความต้องการของผู้เรียนและสังคม เพื่อสร้าง คุณภาพที่ยั่งยืน และสามารถรับมือกับ ความท้าทายในอนาคต ได้อย่างมีประสิทธิภาพ อรทัย อุดมทรัพย์ [4] กล่าวว่า การสร้าง วัฒนธรรมคุณภาพที่แข็งแกร่ง เกี่ยวข้องกับการเสริมสร้างความร่วมมือภายในองค์กร และการทำงานเป็นทีม ที่เน้น การแลกเปลี่ยนความคิดเห็น การพัฒนาความสามารถของบุคลากร และการบูรณาการเทคโนโลยีเข้ากับกระบวนการเรียนรู้ ซึ่งจะช่วยให้ สถานศึกษามีความมั่นคงและความยั่งยืน

ทั้งในด้านโครงสร้างการบริหาร ระบบการเรียนการสอน และการพัฒนาผลลัพธ์ทางการศึกษา

เมื่อทุกภาคส่วนร่วมมือกันในการสร้างวัฒนธรรมคุณภาพ ที่เข้มแข็งจะช่วยให้องค์กรการศึกษาสามารถพัฒนาผลลัพธ์ ที่มีคุณค่า ทั้งในด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน ประสิทธิภาพในการบริหารจัดการ และคุณภาพของบุคลากร ทางการศึกษา นอกจากนี้ยังสามารถเป็นต้นแบบให้กับ สถานศึกษาอื่น ๆ ในการสร้างสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ ที่มีคุณภาพ ยั่งยืน และสามารถแข่งขันในเวทีโลก ซึ่งจะช่วยขับเคลื่อนระบบการศึกษาให้เติบโตอย่างมั่นคง และพัฒนาไปสู่ความยั่งยืนในระยะยาว

2. วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาแนวทางการปรับใช้วัฒนธรรมคุณภาพในองค์กร การศึกษา เพื่อส่งเสริมการพัฒนาสู่ความยั่งยืน โดยอ้างอิง จากแนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง รวมถึงการประยุกต์ใช้ ในบริบทของการศึกษาในยุคดิจิทัล

3. ทฤษฎีและกรอบแนวคิด

ทฤษฎีและกรอบแนวคิดนี้ เป็นการปรับใช้วัฒนธรรม คุณภาพเพื่อพัฒนาองค์กรการศึกษาสู่ความยั่งยืน โดยใช้แนวคิดและทฤษฎีที่ครอบคลุม 4 ด้าน ได้แก่ 1) แนวคิด และทฤษฎีเกี่ยวกับวัฒนธรรมคุณภาพ ประกอบด้วย วัฒนธรรมองค์กร และทฤษฎี การบริหารคุณภาพ 2) การประยุกต์ใช้วัฒนธรรมคุณภาพในองค์กรการศึกษา ประกอบด้วย การมีส่วนร่วมของบุคลากร และการจัดทำ แผนพัฒนาคุณภาพ 3) แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับ ความยั่งยืน ประกอบด้วย การพัฒนาที่ยั่งยืน และการศึกษา เพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืน 4) การศึกษาในยุคดิจิทัล ประกอบด้วย การใช้เทคโนโลยีในการศึกษาและการพัฒนาทักษะดิจิทัล องค์กรประกอบทั้ง 4 ด้าน ทำให้การปรับใช้วัฒนธรรมคุณภาพ มีความสมบูรณ์มากขึ้น โดยมีแนวคิดที่เป็นระบบ การปฏิบัติ ที่เป็นรูปธรรม และการเชื่อมโยงกับแนวทางสู่ความยั่งยืน

4. การทบทวนวรรณกรรม

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาแนวทางการปรับใช้ วัฒนธรรมคุณภาพในองค์กรการศึกษา เพื่อส่งเสริมการพัฒนา สู่ความยั่งยืน โดยอ้างอิงจากแนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

รวมถึงการประยุกต์ใช้ในบริบทของการศึกษาในยุคดิจิทัล การทบทวนวรรณกรรมในส่วนนี้มุ่งเน้นการวิเคราะห์ทฤษฎี แนวคิด และกรณีศึกษาที่เกี่ยวข้องกับวัฒนธรรมคุณภาพ และความยั่งยืนในองค์กรการศึกษา โดยสามารถแบ่งหัวข้อออกเป็น 4 ส่วนใหญ่ ได้แก่

4.1 แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับวัฒนธรรมคุณภาพ

4.1.1 วัฒนธรรมองค์กร

4.1.2 ทฤษฎีการบริหารคุณภาพ

4.2 การประยุกต์ใช้วัฒนธรรมคุณภาพในองค์กรการศึกษา

4.2.1 การมีส่วนร่วมของบุคลากร

4.2.2 การจัดทำแผนพัฒนาคุณภาพ

4.3 แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับความยั่งยืน

4.3.1 การพัฒนาที่ยั่งยืน

4.3.2 การศึกษาเพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืน

4.4 การศึกษาในยุคดิจิทัล

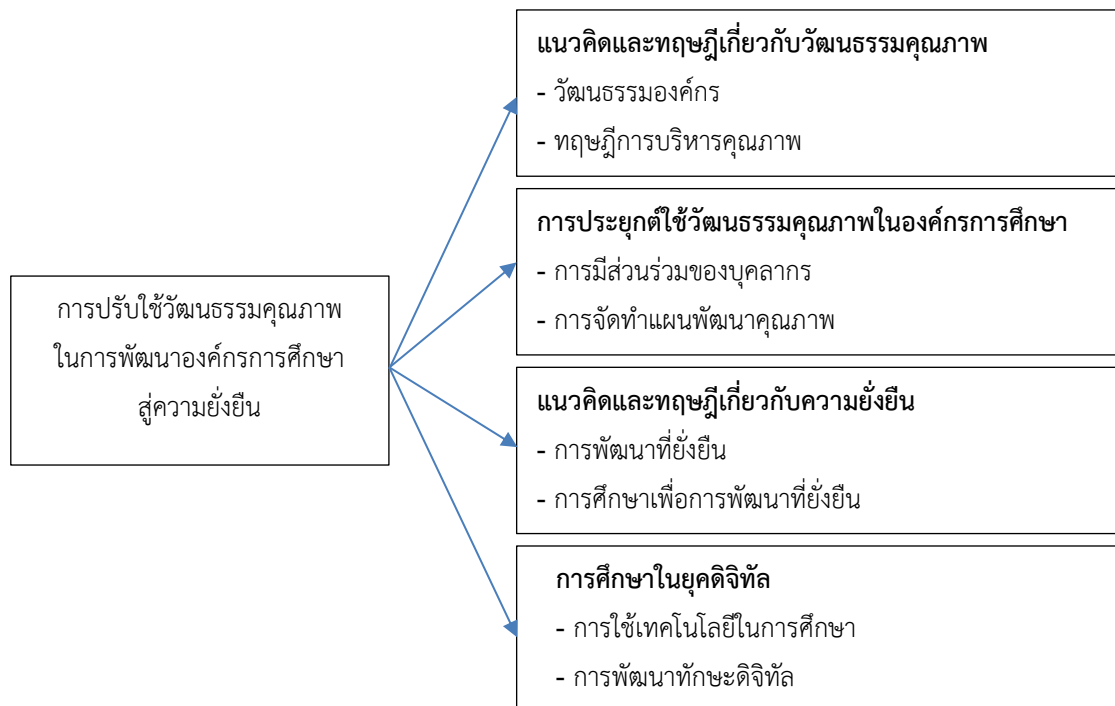
4.4.1 การใช้เทคโนโลยีในการศึกษา

4.4.2 การพัฒนาทักษะดิจิทัล

4.1 แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับวัฒนธรรมคุณภาพ

4.1.1 วัฒนธรรมองค์กร

สมชาย สมบูรณ์ [5] กล่าวว่า การสร้างวัฒนธรรมที่ส่งเสริมการเรียนรู้และการพัฒนาที่ยั่งยืน ประกอบด้วย 1) การเปิดโอกาสให้บุคลากรทุกระดับมีส่วนร่วมในการกำหนดวิสัยทัศน์ เรียนรู้ร่วมกันระหว่างครู นักเรียน และผู้บริหาร เน้นการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นและการทำงานเป็นทีม เพื่อให้การพัฒนาคุณภาพเป็นไปอย่างยั่งยืน 3) การสร้างระบบที่สามารถและพันธกิจของสถานศึกษา เพื่อเสริมสร้างความรู้สึกรักเป็นเจ้า ของ และความมุ่งมั่นในการพัฒนาคุณภาพ 2) การปรับตัวและพัฒนาไปตามการเปลี่ยนแปลงของสังคมและเทคโนโลยี โดยให้ความสำคัญกับการพัฒนาทักษะที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21 และการใช้เทคโนโลยีในการเรียนการสอน สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในองค์กรการศึกษา โดยการจัดห้องเรียนและสภาพแวดล้อมที่เอื้อต่อการเรียนรู้ เป็นการสร้างบรรยากาศที่ส่งเสริมการเรียนรู้ พัฒนาบุคลากรด้วยการจัดอบรมและพัฒนาทักษะของครูและบุคลากรในด้านการใช้เทคโนโลยีและการเรียนรู้ตลอดชีวิต เพื่อให้สามารถปรับตัวและพัฒนาตามการเปลี่ยนแปลงของสังคมและเทคโนโลยี รวมทั้งเก็บรวบรวมข้อมูลและประเมินผลการดำเนินงานอย่างต่อเนื่อง เพื่อใช้ในการปรับปรุงและพัฒนาคุณภาพการศึกษาให้ดียิ่งขึ้น



รูปที่ 1 ทฤษฎีและกรอบแนวคิด

Schein, E. H. [6] ได้เสนอทฤษฎีเกี่ยวกับการแบ่งวัฒนธรรมองค์กรออกเป็นสามระดับ ได้แก่ 1) สิ่งที่มีมองเห็นได้ (Artifacts) เช่น การตกแต่งสำนักงาน, การแต่งกายของพนักงาน, พิธีกรรม, เทคโนโลยีที่ใช้, การจัดห้องเรียน, การใช้สื่อการสอนดิจิทัล, และกิจกรรมที่ส่งเสริมการเรียนรู้ การปรับปรุงสิ่งเหล่านี้สามารถช่วยสร้างบรรยากาศที่ส่งเสริมการเรียนรู้และการพัฒนาคุณภาพ 2) ค่านิยมที่ประกาศใช้ (Espoused Values) เช่น วิสัยทัศน์, พันธกิจ, และนโยบายต่าง ๆ ในบริบทของการศึกษา อาจรวมถึงการเน้นการเรียนรู้ตลอดชีวิต, การส่งเสริมความยั่งยืน, และการใช้เทคโนโลยี ในการเรียนการสอน จะช่วยให้บุคลากรและนักเรียนมีแนวทางที่ชัดเจนในการพัฒนาคุณภาพการศึกษา และ 3) สมมติฐานพื้นฐาน (Fundamental Assumptions) เป็นการให้ความสำคัญกับการเรียนรู้ร่วมกัน, ความเชื่อในความสามารถของนักเรียนทุกคนในการเรียนรู้ พัฒนา, และการสนับสนุนการพัฒนาทักษะที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21 สมมติฐานพื้นฐานเหล่านี้จะช่วยสร้างวัฒนธรรมคุณภาพที่ยั่งยืนในองค์กรการศึกษา การนำทฤษฎีนี้มาใช้ในองค์กรการศึกษาจะช่วยให้สามารถวิเคราะห์และปรับปรุงวัฒนธรรมองค์กรได้อย่างมีประสิทธิภาพ การปรับปรุงสิ่งที่มีมองเห็นได้, ค่านิยมที่ประกาศใช้, และสมมติฐานพื้นฐานจะช่วยสร้างบรรยากาศที่ส่งเสริมการเรียนรู้และการพัฒนาคุณภาพ นอกจากนี้การยึดถือค่านิยมที่เน้นความยั่งยืนและการใช้เทคโนโลยีในการเรียนการสอนจะช่วยให้การพัฒนาคุณภาพเป็นไปอย่างยั่งยืนในยุคดิจิทัล

วัฒนธรรมคุณภาพในองค์กรการศึกษาสามารถจำแนกออกเป็นสามระดับ ได้แก่ สิ่งที่มีมองเห็นได้ ค่านิยมที่ประกาศใช้ และสมมติฐานพื้นฐาน ซึ่งล้วนเป็นองค์ประกอบสำคัญในการเสริมสร้างรากฐานขององค์กรให้มั่นคงและเข้มแข็ง แนวทางดังกล่าวมุ่งเน้นให้บุคลากรทุกระดับมีส่วนร่วมในการกำหนดวิสัยทัศน์และเป้าหมายร่วมกัน เพื่อส่งเสริมการพัฒนาอย่างเป็นระบบและต่อเนื่อง นอกจากนี้ การสร้างสภาพแวดล้อมที่เอื้อต่อการเรียนรู้ควบคู่กับการบูรณาการเทคโนโลยีและการส่งเสริมการเรียนรู้ตลอดชีวิตยังเป็นปัจจัยสำคัญที่ช่วยขับเคลื่อนการพัฒนาคุณภาพขององค์กรการศึกษาให้สอดคล้องกับบริบทของยุคดิจิทัล อันนำไปสู่ความยั่งยืนในระยะยาว

4.1.2 ทฤษฎีการบริหารคุณภาพ

Deming, W. E. [7] เป็นหนึ่งในผู้ริเริ่มแนวคิด Total Quality Management (TQM) ซึ่งเน้นการพัฒนาคุณภาพในทุกระดับขององค์กร โดยเน้นให้บุคลากรทุกระดับมีความ

รับผิดชอบต่อคุณภาพในหน้าที่ของตนเอง หลักการสำคัญที่ Deming นำเสนอคือ วงจร PDCA (Plan-Do-Check-Act) ซึ่งเป็นกระบวนการที่สนับสนุนการพัฒนาคุณภาพอย่างต่อเนื่องและยั่งยืน

วิจิตร ศรีสอาน [8] ได้เน้นถึงการบริหารคุณภาพว่าเป็นกระบวนการที่บุคคลตั้งแต่สองคนขึ้นไปร่วมมือกันดำเนินการเพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ร่วมกัน โดยใช้กระบวนการและทรัพยากรทางการบริหารอย่างมีประสิทธิภาพ ประกอบด้วย 1) การมีส่วนร่วมของบุคลากรทุกคนในการกำหนดเป้าหมายที่ชัดเจนและการวางแผนที่มีประสิทธิภาพ จะช่วยสร้างความรู้สึกเป็นเจ้าของและความรับผิดชอบร่วมกันในทุกระดับขององค์กร ทำให้การดำเนินงานเป็นไปตามทิศทางที่กำหนดไว้อย่างมีประสิทธิภาพและยั่งยืน 2) การบริหารจัดการทรัพยากรที่มีอยู่อย่างมีประสิทธิภาพจะช่วยให้การดำเนินงานเป็นไปอย่างราบรื่นและมีประสิทธิผล ช่วยลดการสูญเสียทรัพยากรและเพิ่มประสิทธิภาพในการดำเนินงาน และ 3) การประเมินผลการดำเนินงานและการปรับปรุงอย่างต่อเนื่องจะช่วยให้องค์กรสามารถพัฒนาคุณภาพได้อย่างยั่งยืน ช่วยให้การดำเนินงานมีความต่อเนื่องและสามารถปรับตัวเข้ากับการเปลี่ยนแปลงได้อย่างรวดเร็ว

จุฑา เทียนไทย และ จินตนา ชาญชัยศิลป์ [9] กล่าวว่า การบริหารคุณภาพ เป็นแนวทางที่สอดคล้องกับการประกันคุณภาพการศึกษา ซึ่งเป็นกระบวนการหรือกลไกที่มุ่งเน้นการรักษาและพัฒนาคุณภาพการศึกษาอย่างต่อเนื่องผ่านระบบการควบคุมและตรวจสอบคุณภาพ เพื่อให้มั่นใจว่าการดำเนินงานเป็นไปตามมาตรฐานที่กำหนด องค์กรการศึกษาที่มีระบบประกันคุณภาพที่มีประสิทธิภาพจะสามารถดำเนินงานได้อย่างต่อเนื่อง มีมาตรฐานที่มั่นคง และสามารถรักษาคุณภาพได้อย่างยั่งยืน การตรวจสอบคุณภาพในทุกขั้นตอนของกระบวนการดำเนินงานช่วยให้มั่นใจว่าผลลัพธ์ที่ได้รับเป็นไปตามมาตรฐานที่กำหนด อีกทั้งการดำเนินงานที่ต่อเนื่องยังเอื้อให้เกิดการระบุดูจุดที่ต้องปรับปรุงและพัฒนาได้อย่างรวดเร็ว ส่งผลให้การดำเนินงานมีความยืดหยุ่นและสามารถปรับตัวให้สอดคล้องกับบริบทที่เปลี่ยนแปลงได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้การประเมินคุณภาพอย่างเป็นระบบยังช่วยเสริมสร้างความมั่นใจให้แก่บุคลากรและผู้มีส่วนเกี่ยวข้องในองค์กร ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญในการสร้างวัฒนธรรมคุณภาพที่ยั่งยืน

การบริหารคุณภาพเป็นกระบวนการที่บุคลากรทุกระดับในองค์กรร่วมมือกันเพื่อบรรลุวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้อย่างมีประสิทธิภาพและยั่งยืน โดยอาศัยการมีส่วนร่วมในการกำหนด

เป้าหมายการบริหารจัดการทรัพยากรอย่างเหมาะสม และการประเมินผลเพื่อพัฒนาอย่างต่อเนื่อง แนวทางนี้สอดคล้องกับการประกันคุณภาพการศึกษา ซึ่งเป็นกลไกสำคัญในการควบคุม ติดตาม และพัฒนาคุณภาพให้เป็นไปตามมาตรฐานที่กำหนด การตรวจสอบคุณภาพในทุกขั้นตอนช่วยให้องค์กรสามารถระบุจุดที่ต้องปรับปรุงได้อย่างทันทั่วถึง ส่งผลให้เกิดความยืดหยุ่นและสามารถปรับตัวให้สอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยสรุป การบริหารคุณภาพและการประกันคุณภาพการศึกษามีความสัมพันธ์กันอย่างใกล้ชิด ทั้งสองแนวทางมุ่งเน้นการพัฒนาองค์กรการศึกษาให้เป็นระบบ มีมาตรฐานที่ชัดเจน และสามารถปรับปรุงคุณภาพได้อย่างต่อเนื่อง ซึ่งเป็นรากฐานสำคัญของความมั่นคงและความยั่งยืนในระยะยาว

4.2 การประยุกต์ใช้วัฒนธรรมคุณภาพในองค์กรการศึกษา

4.2.1 การมีส่วนร่วมของบุคลากร

F. Herzberg [10] กล่าวถึงปัจจัยที่ส่งผลต่อความพึงพอใจและความไม่พึงพอใจในการทำงานสามารถจำแนกออกเป็นสองกลุ่มหลัก ได้แก่ ปัจจัยที่สร้างความพึงพอใจ (Motivators) ซึ่งมีบทบาทสำคัญในการส่งเสริมความร่วมมือและความรับผิดชอบร่วมกันในทุกระดับขององค์กร และ ปัจจัยที่ทำให้ ไม่พึงพอใจ (Hygiene Factors) ซึ่งครอบคลุมประเด็นด้านสภาพแวดล้อมในการทำงาน นโยบายขององค์กร และความสัมพันธ์ระหว่างเพื่อนร่วมงาน การบริหารจัดการปัจจัยเหล่านี้อย่างเหมาะสมไม่เพียงช่วยป้องกันความไม่พึงพอใจแต่ยังส่งเสริมบรรยากาศการทำงานที่เอื้อต่อการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง การมีส่วนร่วมของบุคลากร ถือเป็นองค์ประกอบสำคัญในการสร้างวัฒนธรรมองค์กรที่เน้นคุณภาพและความยั่งยืน เมื่อบุคลากรได้รับโอกาสในการมีส่วนร่วมในการกำหนดนโยบายและกระบวนการตัดสินใจ ย่อมส่งผลให้เกิดความรู้สึกเป็นเจ้าขององค์กร และเพิ่มระดับความพึงพอใจในการทำงานอย่างมีนัยสำคัญ นอกจากนี้ การส่งเสริมให้บุคลากรมีความรับผิดชอบต่อคุณภาพของการทำงานยังช่วยสร้างแรงจูงใจในการพัฒนาตนเองและองค์กรอย่างต่อเนื่อง การประยุกต์ใช้วัฒนธรรมคุณภาพในองค์กรการศึกษาเป็นแนวทางสำคัญที่ช่วยส่งเสริมความพึงพอใจและความร่วมมือของบุคลากร โดยอาศัยระบบและกลไกที่มีประสิทธิภาพ ในการควบคุม ตรวจสอบ และประเมินคุณภาพอย่างเป็นระบบ การใช้ทรัพยากรอย่างคุ้มค่า และการจัดการองค์ประกอบต่าง ๆ ให้มีความสมดุล จะช่วยให้องค์กร

สามารถดำเนินงานได้อย่างต่อเนื่อง มีมาตรฐานที่มั่นคง และรักษาคุณภาพได้อย่างยั่งยืน

อดิพันธ์ บัวภักดี [11] กล่าวถึง เน้นให้บุคลากรมีส่วนร่วมในการตัดสินใจและการดำเนินงานขององค์กร ซึ่งนำไปสู่การเสริมสร้างความรู้สึกเป็นเจ้าของ (Sense of Ownership) และ ความรับผิดชอบร่วมกัน (Shared Responsibility) ในทุกระดับขององค์กรการศึกษา การนำแนวคิดนี้มาปรับใช้ในการบริหารและพัฒนาวัฒนธรรมคุณภาพสามารถช่วยให้เกิดความร่วมมือที่มีประสิทธิภาพ และนำไปสู่ความยั่งยืนในองค์กรการศึกษาได้อย่างเป็นระบบโดยมีองค์ประกอบสำคัญดังนี้ 1) การมีส่วนร่วมในการกำหนดมาตรฐานคุณภาพ การพัฒนาระบบการสื่อสารและการแลกเปลี่ยนความคิดเห็น และการใช้แนวคิดการบริหารแบบมีส่วนร่วม 2) การสร้างวัฒนธรรมการเรียนรู้ตลอดชีวิตภายในองค์กร การบริหารงานที่โปร่งใส มีความรับผิดชอบ และการบูรณาการเทคโนโลยีเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพ 3) การเสริมสร้างความเป็นเจ้าของความรับผิดชอบร่วมกัน การสร้างเครือข่ายความร่วมมือเพื่อความยั่งยืน และการใช้กรอบแนวคิด SDGs ในการบริหารองค์กรการศึกษา

การมีส่วนร่วมของบุคลากร เป็นปัจจัยสำคัญในการสร้างวัฒนธรรมองค์กรที่เข้มแข็งและยั่งยืน การเปิดโอกาสให้บุคลากรมีส่วนร่วมในการตัดสินใจและกำหนดทิศทางขององค์กรช่วยเสริมสร้างความรู้สึกเป็นเจ้าของและความรับผิดชอบร่วมกัน ซึ่งนำไปสู่ความร่วมมือที่มีประสิทธิภาพ การบริหารที่เปิดกว้าง โปร่งใส และคำนึงถึงสภาพแวดล้อมในการทำงานที่เหมาะสม จะช่วยส่งเสริมบรรยากาศที่เอื้อต่อการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง นอกจากนี้การบูรณาการเทคโนโลยีและการสร้างเครือข่ายความร่วมมือภายในและภายนอกองค์กรจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการดำเนินงาน และทำให้การพัฒนาองค์กรเป็นไปอย่างมั่นคงและยั่งยืนในระยะยาว

4.2.2 การจัดทำแผนพัฒนาคุณภาพ

สมหวัง พิธิยานุวัฒน์ [12] ได้เสนอว่า การพัฒนาคุณภาพการศึกษาควรอาศัยแนวคิด การบริหารเชิงกลยุทธ์ ซึ่งเน้นการวางแผนระยะยาว การกำหนดเป้าหมายที่ชัดเจน และการใช้ทรัพยากรอย่างมีประสิทธิภาพ ทั้งนี้การจัดทำแผนพัฒนาคุณภาพจำเป็นต้องอิงหลักการบริหารที่เป็นระบบและสามารถวัดผลได้ โดยพิจารณาองค์ประกอบสำคัญ 4 ประการ ได้แก่ 1) การวิเคราะห์สภาพแวดล้อมภายในและภายนอก (SWOT Analysis) เพื่อประเมินจุดแข็ง จุดอ่อน โอกาส และอุปสรรค

ขององค์กรการศึกษา ซึ่งจะช่วยให้สามารถกำหนดยุทธศาสตร์ที่ตอบสนองต่อบริบทขององค์กรได้อย่างเหมาะสม 2) การกำหนดพันธกิจ วิสัยทัศน์ และเป้าหมายของสถานศึกษา ซึ่งเป็นกรอบแนวทางในการขับเคลื่อนองค์กรให้มุ่งสู่ความเป็นเลิศและสอดคล้องกับเป้าหมายการพัฒนาอย่างยั่งยืน 3) การพัฒนายุทธศาสตร์และแผนดำเนินงาน โดยใช้ข้อมูลเชิงประจักษ์และหลักการบริหารจัดการที่มีประสิทธิภาพเพื่อให้สามารถขับเคลื่อนแผนพัฒนาคุณภาพได้อย่างเป็นรูปธรรม 4) การติดตามและประเมินผล เพื่อให้มั่นใจว่าการดำเนินงานเป็นไปตามเป้าหมายที่กำหนด และสามารถปรับปรุงแนวทางให้สอดคล้องกับสภาวะแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลง นอกจากนี้แนวคิด Balanced Scorecard (BSC) ยังถูกนำมาใช้เป็นเครื่องมือสำคัญในการกำหนด ตัวชี้วัดคุณภาพ (Key Performance Indicators : KPIs) ซึ่งช่วยให้สามารถประเมินผลสำเร็จของแผนพัฒนาได้อย่างเป็นระบบ ทั้งในด้านผลสัมฤทธิ์ขององค์กร ผลลัพธ์ทางการศึกษาและความพึงพอใจของผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย การประยุกต์ใช้แนวคิดดังกล่าวในการจัดทำแผนพัฒนาคุณภาพ มิได้มุ่งเน้นเพียงการบริหารจัดการเชิงโครงสร้างเท่านั้น แต่ยังเป็นแนวทางสำคัญในการปรับใช้ วัฒนธรรมคุณภาพ ภายในองค์กรการศึกษา โดยสร้างกระบวนการทำงานที่เป็นระบบ สนับสนุนการมีส่วนร่วมของบุคลากรทุกระดับ และส่งเสริมการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง ซึ่งจะนำไปสู่การพัฒนาที่ยั่งยืนขององค์กรในระยะยาว

Daniel L. Stufflebeam [13] ได้นำเสนอ ทฤษฎี CIPP Model ซึ่งเป็นโมเดลการประเมินที่มีบทบาทสำคัญในการพัฒนา แผนคุณภาพและการบริหารจัดการ ในองค์กรการศึกษา โดยแนวคิดนี้ได้รับการออกแบบเพื่อสนับสนุนการตัดสินใจและปรับปรุงคุณภาพของแผนงานผ่านกระบวนการประเมินอย่างเป็นระบบและครอบคลุมทุกมิติ ประกอบด้วย 4 องค์ประกอบหลัก ได้แก่ 1) Context Evaluation (การประเมินบริบท) เป็นการศึกษาสภาพแวดล้อมทางการศึกษา ความต้องการของผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย และปัจจัยภายนอกที่อาจส่งผลกระทบต่อแผนพัฒนากระบวนการนี้ช่วยให้สามารถกำหนดเป้าหมายและกลยุทธ์ที่สอดคล้องกับบริบทขององค์กรได้อย่างเหมาะสม 2) Input Evaluation (การประเมินปัจจัยนำเข้า) มุ่งเน้นการวิเคราะห์ทรัพยากรที่มีอยู่ เช่น งบประมาณ บุคลากร โครงสร้างพื้นฐานและเทคโนโลยี เพื่อให้มั่นใจว่าปัจจัยเหล่านี้สามารถสนับสนุนการดำเนินโครงการและการพัฒนาคุณภาพได้อย่างมีประสิทธิภาพ

3) Process Evaluation (การประเมินกระบวนการ) เป็นการตรวจสอบและติดตามการดำเนินแผนงานและโครงการว่ามีความสอดคล้องกับเป้าหมายและแนวทางที่วางไว้หรือไม่โดยเน้นการปรับปรุงอย่างต่อเนื่องเพื่อเพิ่มประสิทธิผลของการดำเนินงาน 4) Product Evaluation (การประเมินผลลัพธ์) เป็นการวัดผลสัมฤทธิ์ของแผนพัฒนา โดยพิจารณาถึงผลกระทบทางการศึกษา ความพึงพอใจของผู้เรียนและผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย ตลอดจนคุณภาพและความยั่งยืนของผลลัพธ์ที่เกิดขึ้น โมเดล CIPP ไม่เพียงแต่ช่วยให้สามารถประเมินประสิทธิภาพของแผนพัฒนาคุณภาพได้อย่างรอบด้าน แต่ยังมีบทบาทสำคัญในการสนับสนุนการ จัดทำแผนพัฒนาคุณภาพสถานศึกษา ให้มีความสอดคล้องกับเป้าหมายขององค์กร และสามารถตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อมได้อย่างยืดหยุ่น นอกจากนี้ แนวคิดดังกล่าวยังเอื้อต่อการ ปรับใช้วัฒนธรรมคุณภาพ ภายในองค์กรการศึกษา โดยเน้นให้เกิดการพัฒนาอย่างต่อเนื่องผ่านการประเมินและการปรับปรุงที่เป็นระบบ การนำ CIPP Model ไปประยุกต์ใช้ในการบริหารและพัฒนาคุณภาพในองค์กรการศึกษาจะช่วยเสริมสร้างความโปร่งใสในการดำเนินงาน ส่งเสริมการใช้ทรัพยากรอย่างมีประสิทธิภาพ และสร้างวัฒนธรรมการบริหารที่มุ่งเน้นคุณภาพในทุกระดับ ซึ่งจะเป็รากฐานสำคัญในการพัฒนาองค์กรการศึกษาให้เติบโตอย่างมั่นคงและยั่งยืนในระยะยาว

การจัดทำแผนพัฒนาคุณภาพในองค์กรการศึกษาจำเป็นต้องอาศัยกระบวนการบริหารจัดการที่เป็นระบบ มีการกำหนดเป้าหมายที่ชัดเจน และใช้ทรัพยากรอย่างมีประสิทธิภาพ เพื่อให้การพัฒนาที่มีทิศทางที่สอดคล้องกับบริบทขององค์กรและสามารถปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงได้อย่างเหมาะสม การวิเคราะห์สภาพแวดล้อม การกำหนดยุทธศาสตร์ การดำเนินแผนงาน และการประเมินผล ล้วนเป็นองค์ประกอบสำคัญที่ช่วยให้การพัฒนาคุณภาพเป็นไปอย่างเป็นรูปธรรมและต่อเนื่อง นอกจากนี้ การปรับใช้วัฒนธรรมคุณภาพในองค์กรถือเป็นปัจจัยสำคัญที่ช่วยเสริมสร้างการทำงานที่มีมาตรฐาน สนับสนุนการมีส่วนร่วมของบุคลากรทุกระดับ และส่งเสริมการเรียนรู้ตลอดชีวิต ซึ่งจะนำไปสู่ความยั่งยืนขององค์กรการศึกษาในระยะยาว

4.3 แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับความยั่งยืน

4.3.1 การพัฒนาที่ยั่งยืน

พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว รัชกาลที่ 9 [14] ได้พัฒนาปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง (SEP) เป็นแนวคิดสำคัญในการพัฒนาที่ยั่งยืนที่มุ่งเน้น ความสมดุล การพึ่งพาตนเอง และการเติบโต

อย่างมั่นคง โดยมีหลักการสำคัญ 3 ประการ ได้แก่ความพอประมาณ ซึ่งหมายถึงการดำเนินชีวิตและการพัฒนาโดยไม่สุดโต่ง คำนึงถึงศักยภาพและข้อจำกัดของทรัพยากรที่มีอยู่ ความมีเหตุผล ซึ่งเน้นการตัดสินใจที่ตั้งอยู่บนข้อมูลที่รอบคอบและการพิจารณาผลกระทบในระยะยาว และการมีภูมิคุ้มกัน ที่ช่วยให้บุคคล องค์กร และสังคมสามารถปรับตัวและเตรียมพร้อมรับมือกับการเปลี่ยนแปลงและความเสี่ยงที่อาจเกิดขึ้น แนวคิดนี้ได้รับการประยุกต์ใช้ในหลายระดับ ตั้งแต่บุคคล ชุมชน องค์กร ไปจนถึงระดับประเทศ โดยให้ความสำคัญกับการสร้างสมดุลระหว่าง เศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อม อันเป็นองค์ประกอบหลักของการพัฒนาที่ยั่งยืน นอกจากนี้ปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงยังสามารถนำมาปรับใช้ในบริบทขององค์กรการศึกษา เพื่อพัฒนาวัฒนธรรมคุณภาพ ที่ส่งเสริมความมั่นคงทางการบริหารและการจัดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ การนำหลักการของ SEP มาใช้ในองค์กร การศึกษาจะช่วยให้เกิดการบริหารจัดการที่เป็นระบบ ลดความเสี่ยงจากการใช้ทรัพยากรอย่างไม่เหมาะสม และส่งเสริมการเรียนรู้ตลอดชีวิตผ่านแนวทางที่สอดคล้องกับบริบทของสังคมเมื่อพิจารณาในเชิง ทฤษฎีเกี่ยวกับความยั่งยืน จะพบว่าปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงมีความสอดคล้องกับแนวคิด Triple Bottom Line (TBL) ซึ่งให้ความสำคัญกับเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อม ตลอดจนแนวคิด Limits to Growth ที่มุ่งเน้นการควบคุมและใช้ทรัพยากรอย่างคุ้มค่าเพื่อป้องกันผลกระทบในระยะยาว ดังนั้น การบูรณาการ SEP เข้ากับวัฒนธรรมคุณภาพในองค์กรการศึกษา จะช่วยให้เกิดการพัฒนามุ่งเน้นความยั่งยืนทั้งในแง่ของการบริหารจัดการ การจัดการเรียนรู้ และการสร้างสภาพแวดล้อมที่เอื้อต่อการพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ที่มีคุณภาพ ซึ่งจะเป็นรากฐานสำคัญในการพัฒนาองค์กรการศึกษาให้สามารถเติบโตได้อย่างมั่นคงและยั่งยืนในอนาคต

John Elkington [15] ได้นำเสนอแนวคิด Triple Bottom Line (TBL) ซึ่งเป็นกรอบแนวคิดสำคัญในการพัฒนาที่ยั่งยืน โดยเน้นการบริหารจัดการที่คำนึงถึง สามมิติหลัก ได้แก่ เศรษฐกิจ (Profit), สังคม (People), และสิ่งแวดล้อม (Planet) ทั้งสามมิตินี้มีความเชื่อมโยงกันและต้องดำเนินไปอย่างสมดุล เพื่อให้เกิดการพัฒนาอย่างยั่งยืนในระยะยาวเศรษฐกิจ (Profit): การเติบโตทางเศรษฐกิจต้องดำเนินควบคู่ไปกับการใช้ทรัพยากรอย่างมีประสิทธิภาพ องค์กรต้องบริหารจัดการงบประมาณอย่างรอบคอบ ลงทุนในโครงสร้างพื้นฐานและเทคโนโลยีที่ช่วยเพิ่มคุณภาพและประสิทธิภาพในการ

ดำเนินงาน พร้อมทั้งกำหนดนโยบายที่ส่งเสริมความคุ้มค่าและความยั่งยืนในระยะยาว สังคม (People) : การพัฒนาทรัพยากรมนุษย์เป็นหัวใจสำคัญของการสร้างสังคมที่มั่นคง โดยเน้นการเสริมสร้างคุณภาพชีวิต การลดความเหลื่อมล้ำ และการส่งเสริมความเสมอภาคทางการศึกษา การพัฒนา ศักยภาพของนักศึกษา คณาจารย์ และบุคลากร จะช่วยให้เกิดระบบการเรียนรู้ที่แข็งแกร่งและยั่งยืน สิ่งแวดล้อม (Planet) : การลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมเป็นปัจจัยสำคัญในการสร้างความสมดุลในการพัฒนา โดยเน้นการใช้ทรัพยากรอย่างคุ้มค่า สนับสนุนการใช้พลังงานหมุนเวียน และลดของเสีย เช่น การลดการใช้กระดาษผ่านระบบดิจิทัล รวมถึงการปลูกฝังจิตสำนึกด้านสิ่งแวดล้อมให้แก่ผู้เรียน การบูรณาการ Triple Bottom Line (TBL) กับวัฒนธรรมคุณภาพจะช่วยให้องค์กร การศึกษาสามารถดำเนินงานได้อย่างมีประสิทธิภาพในทุกมิติ โดยการกำหนดเป้าหมายและแนวทางการพัฒนาที่สามารถวัดผลได้ การสร้างระบบการติดตามผลและประเมินความ คืบหน้าจะช่วยให้สามารถปรับปรุงแนวทางการดำเนินงานให้เหมาะสมกับสภาวะแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลง และช่วยให้องค์กร การศึกษาสามารถ สร้างคุณค่าที่ยั่งยืน ทั้งในด้านเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อม ซึ่งจะส่งผลให้เกิดระบบการเรียนรู้ที่มีคุณภาพ มีความรับผิดชอบต่อสังคม และสามารถตอบสนองต่อ ความท้าทายในอนาคตได้อย่างมีประสิทธิภาพและยั่งยืน

การพัฒนาที่ยั่งยืนในองค์กรการศึกษาควรดำเนินไปบน พื้นฐานของความสมดุลระหว่างเศรษฐกิจ สังคม และ สิ่งแวดล้อม โดยต้องให้ความสำคัญกับการใช้ทรัพยากรอย่าง คุ้มค่า ควบคู่กับการพัฒนาคุณภาพบุคลากรและการสร้างสังคม แห่งการเรียนรู้ที่เท่าเทียม องค์กรการศึกษาควรมีแนวทางการ บริหารจัดการที่เป็นระบบ โปร่งใส และสามารถปรับตัวต่อการ เปลี่ยนแปลงได้อย่างมีประสิทธิภาพผ่านกลไกการติดตามและ ประเมินผลอย่างต่อเนื่อง นอกจากนี้การบูรณาการแนวคิด ความยั่งยืนเข้ากับ วัฒนธรรมคุณภาพ จะช่วยเสริมสร้างแนว ปฏิบัติที่มุ่งเน้นการพัฒนาที่ยั่งยืนในทุกมิติ ส่งเสริมการเรียนรู้ ตลอดชีวิต และปลูกฝังจิตสำนึกความรับผิดชอบต่อสังคมและ สิ่งแวดล้อม การดำเนินงานในลักษณะนี้จะช่วยให้องค์กร การศึกษาสามารถเติบโตได้อย่างมั่นคง มีประสิทธิภาพ และสามารถตอบสนองต่อความท้าทายของอนาคตได้อย่างยั่งยืน

4.3.2 การศึกษาเพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืน

ไพฑูรย์ สีนารัตน์ [16] ได้เสนอแนวคิดการศึกษาเชิงสร้างสรรค์และผลิตภาพ (Creative and Productive Education) ซึ่งมุ่งเน้นการบูรณาการความรู้จากหลากหลายสาขา เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ที่ลึกซึ้งและการแก้ปัญหาในระดับมหภาค ช่วยให้ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้และทักษะจากหลายด้านเพื่อแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ แนวคิดนี้สนับสนุนให้ผู้เรียนพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ ความคิดสร้างสรรค์ และความรับผิดชอบต่อสังคมและสิ่งแวดล้อม ช่วยให้ผู้เรียนมีความตระหนักถึงความรับผิดชอบต่อสังคมและสิ่งแวดล้อม การศึกษาลักษณะนี้สามารถนำไปใช้ในสถานศึกษาเพื่อสร้างวัฒนธรรมคุณภาพที่สนับสนุนการเรียนรู้ตลอดชีวิตและการพัฒนาอย่างยั่งยืน

A. Wals [17] ได้นำเสนอ หลักการสำคัญ 7 ประการสำหรับการสร้างระบบการเรียนรู้ที่สนับสนุนการพัฒนาที่ยั่งยืน ซึ่งมุ่งเน้นให้การศึกษาที่มีความครอบคลุม เชื่อมโยงบริบททางสังคม และส่งเสริมการเรียนรู้เชิงบูรณาการ โดยมีองค์ประกอบหลัก ได้แก่ (1) การเรียนรู้ตลอดชีวิต (Lifelong Learning) ที่ช่วยให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาทักษะและปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงของโลกได้อย่างต่อเนื่อง (2) การเรียนรู้ที่เชื่อมโยงบริบททางสังคม (Context-based Learning) ซึ่งเน้นให้การศึกษาเชื่อมโยงกับสภาพแวดล้อมจริง (3) การเรียนรู้แบบมีส่วนร่วม (Participatory Learning) ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีบทบาทสำคัญในการสร้างองค์ความรู้ (4) การเรียนรู้ที่นำไปสู่การเปลี่ยนแปลง (Transformative Learning) โดยกระตุ้นให้เกิดการคิดเชิงวิพากษ์และการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม (5) การเรียนรู้ผ่านปฏิสัมพันธ์กับธรรมชาติ (Ecological Literacy) เพื่อสร้างจิตสำนึกด้านสิ่งแวดล้อม (6) การเรียนรู้ที่มีมิติทางจริยธรรมและสังคม (Ethical and Value-based Learning) ซึ่งเน้นการพัฒนาคุณธรรมและจิตสำนึกสาธารณะ และ (7) การเรียนรู้เชิงบูรณาการ (Interdisciplinary Learning) ที่ช่วยให้ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงองค์ความรู้จากหลากหลายศาสตร์เพื่อนำไปประยุกต์ใช้ได้อย่างเหมาะสม แนวคิดนี้ถูกนำไปประยุกต์ใช้ในสถานศึกษาทั่วโลกเพื่อพัฒนา หลักสูตรการเรียนรู้ที่มีความสมดุลระหว่างเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อม อีกทั้งยังช่วยส่งเสริม วัฒนธรรมคุณภาพในองค์กรการศึกษา โดยมุ่งเน้นให้เกิดการเรียนรู้ที่มีความเชื่อมโยงกับบริบทของผู้เรียน สร้าง

ความตระหนักถึงถึงความสำคัญของความยั่งยืน และพัฒนาศักยภาพของผู้เรียนในทุกมิติ การบูรณาการหลักการเหล่านี้เข้ากับระบบการศึกษาจะช่วยให้สถานศึกษาสามารถผลิตบุคลากรที่มีความรู้ความสามารถ และจิตสำนึกในการพัฒนาองค์กรและสังคมอย่างยั่งยืน ซึ่งเป็นรากฐานสำคัญของการพัฒนาองค์กรการศึกษาให้เติบโตอย่างมั่นคงและสามารถปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงของโลกในอนาคตได้อย่างมีประสิทธิภาพ

การศึกษาเพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืนควรมุ่งเน้นการบูรณาการองค์ความรู้จากหลากหลายศาสตร์ เพื่อนำไปสู่การเรียนรู้ที่ลึกซึ้งและสามารถแก้ปัญหาในระดับมหภาคได้อย่างมีประสิทธิภาพ ระบบการศึกษาควรสนับสนุนให้ผู้เรียนพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ ความคิดสร้างสรรค์ และจิตสำนึกต่อสังคมและสิ่งแวดล้อม ควบคู่ไปกับการส่งเสริมการเรียนรู้ตลอดชีวิตผ่านกระบวนการที่มีส่วนร่วมและเชื่อมโยงกับบริบททางสังคม การสร้างวัฒนธรรมคุณภาพภายในองค์กรการศึกษาจะช่วยให้เกิดการเรียนรู้ที่มีความหมายสร้างจิตสำนึกความรับผิดชอบต่อสังคมและพัฒนาผู้เรียนให้เป็นกำลังสำคัญในการขับเคลื่อนสังคมอย่างยั่งยืน การบูรณาการแนวทางเหล่านี้เข้ากับระบบการบริหารและหลักสูตรการศึกษา จะช่วยให้องค์กรการศึกษาสามารถผลิตบุคลากรที่มีคุณภาพ ตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงของโลก และเป็นรากฐานสำคัญในการพัฒนาองค์กรการศึกษาสู่ความยั่งยืนในระยะยาว

4.4 การศึกษาในยุคดิจิทัล

4.4.1 การใช้เทคโนโลยีในการศึกษา

วรลักษณ์ หิมะกลัส [18] กล่าวว่า การนำปัญญาประดิษฐ์ (AI) เข้าสู่ระบบการศึกษา เป็นแนวทางสำคัญในการยกระดับคุณภาพการเรียนรู้และการบริหารจัดการศึกษา โดย AI ช่วยสร้างสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ที่ชาญฉลาด (Smart Learning Environment) และปรับแต่งเนื้อหาให้เหมาะสมกับผู้เรียนแต่ละคนผ่าน ระบบการเรียนรู้แบบปรับเฉพาะบุคคล (Personalized Learning) รวมถึงการวิเคราะห์ข้อมูลขนาดใหญ่ (Big Data) เพื่อช่วยครูและผู้บริหารในการออกแบบหลักสูตรที่มีประสิทธิภาพ AI ยังถูกนำมาใช้ใน Chatbot และผู้ช่วยเสมือน เพื่อสนับสนุนการเรียนรู้ตลอด 24 ชั่วโมง รวมถึงแพลตฟอร์มการเรียนรู้อัจฉริยะ (AI-powered Learning Platforms) ที่ช่วยแนะนำ เนื้อหาได้อย่างเหมาะสม อีกทั้งยังมีบทบาทสำคัญใน STEM และ Coding Education ผ่าน AI Tutor ที่ช่วยวิเคราะห์แนวคิดและพัฒนา

ทักษะของนักเรียนการนำ AI เข้าสู่ระบบการศึกษาช่วยลดความเหลื่อมล้ำทางการศึกษา ทำให้ผู้เรียนทุกพื้นที่เข้าถึงแหล่งความรู้คุณภาพสนับสนุนการเรียนรู้ตลอดชีวิต (Lifelong Learning) โดยเปิดโอกาสให้ผู้เรียนสามารถศึกษาได้ตามจังหวะของตนเอง AI ช่วยบริหารจัดการข้อมูลอย่างแม่นยำ ปรับกลยุทธ์การสอนให้สอดคล้องกับผู้เรียน และส่งเสริม การพัฒนาที่ยั่งยืน ซึ่งช่วยให้องค์กรการศึกษาสามารถเติบโตได้อย่างมีประสิทธิภาพและรองรับความเปลี่ยนแปลงของโลกในอนาคต

รัตนาวดี เทียงตรง [19] ศึกษาการนำเทคโนโลยีดิจิทัลมาใช้ในการจัดการเรียนรู้ของครูและพบว่า เทคโนโลยีดิจิทัลมีบทบาทสำคัญในการเพิ่มประสิทธิภาพการสอนและการประเมินผล ครูที่สามารถบูรณาการเทคโนโลยีดิจิทัลเข้ากับการสอน มีแนวโน้มที่จะออกแบบการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น โดยสามารถ ปรับเปลี่ยนเนื้อหาและกระบวนการสอนให้สอดคล้องกับบริบทของผู้เรียน ตลอดจนสามารถใช้ ข้อมูลเชิงลึกจากระบบดิจิทัลมาช่วยในการวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการศึกษา และปรับปรุงแนวทางการเรียนรู้ให้มีความเหมาะสมยิ่งขึ้น ผลการศึกษายังชี้ให้เห็นว่า การใช้เทคโนโลยีดิจิทัลช่วยสร้างวัฒนธรรมคุณภาพในองค์กรการศึกษา โดยสนับสนุนให้เกิดการพัฒนาทักษะดิจิทัลของครูและผู้เรียน ส่งเสริมการเรียนรู้ที่มีความยืดหยุ่นและเปิดโอกาสให้ผู้เรียนสามารถเข้าถึงแหล่งข้อมูลได้หลากหลาย อีกทั้งยังช่วยปรับปรุงกระบวนการประเมินผลให้มีความแม่นยำ โปร่งใส และสะท้อนผลลัพธ์ทางการศึกษาได้อย่างแท้จริง ในบริบทของ การศึกษาในยุคดิจิทัล ผลการวิจัยนี้ตอกย้ำความสำคัญของการปรับใช้เทคโนโลยีเพื่อพัฒนากระบวนการสอนให้มีความทันสมัย ยืดหยุ่น และสอดคล้องกับความต้องการของผู้เรียน ในศตวรรษที่ 21 นอกจากนี้ยังเป็นแนวทางสำคัญในการส่งเสริม การพัฒนาองค์กรการศึกษาสู่ความยั่งยืน โดยมุ่งเน้นการใช้เทคโนโลยีดิจิทัลเป็นเครื่องมือในการขับเคลื่อนคุณภาพ การศึกษา สร้างการเรียนรู้ที่ต่อเนื่อง และสนับสนุนการจัดการศึกษาที่มีประสิทธิภาพในระยะยาว

การบูรณาการเทคโนโลยีดิจิทัลในการศึกษาเป็นปัจจัยสำคัญในการยกระดับคุณภาพการเรียนรู้และการบริหารจัดการ การศึกษา เทคโนโลยีสามารถช่วยปรับแต่งเนื้อหาให้เหมาะสมกับผู้เรียนแต่ละคน สร้างสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ที่ยืดหยุ่น และเปิดโอกาสให้ทุกคนสามารถเข้าถึงองค์ความรู้ได้อย่างเท่าเทียม นอกจากนี้การใช้ข้อมูลดิจิทัลและระบบ

อัจฉริยะยังช่วยให้ครูสามารถวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการศึกษา และปรับกลยุทธ์การสอนให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น เทคโนโลยีดิจิทัลจึงไม่เพียงแต่เพิ่มประสิทธิภาพของระบบการเรียนรู้ แต่ยังช่วยส่งเสริมวัฒนธรรมคุณภาพในองค์กรการศึกษา โดยสนับสนุนการเรียนรู้ตลอดชีวิตและสร้างการพัฒนาที่ยั่งยืน ซึ่งเป็นรากฐานสำคัญในการขับเคลื่อนองค์กรการศึกษาให้สามารถเติบโตและรองรับความเปลี่ยนแปลงของโลกในอนาคต

4.4.2 การพัฒนาทักษะดิจิทัล

วิฑิตา จันทรวารีเลขา [20] ได้ศึกษานโยบายการพัฒนาทักษะการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีดิจิทัลและพบว่า การรับรู้แนวทางการเสริมสร้างทักษะดิจิทัลของบุคลากรยังคงเป็นประเด็นสำคัญ เนื่องจากบุคลากรส่วนใหญ่ไม่ได้รับทราบแนวทางดังกล่าวอย่างชัดเจน อันเป็นผลมาจากการสื่อสารนโยบายที่ยังไม่ครอบคลุมและเข้าถึงกลุ่มเป้าหมายได้อย่างมีประสิทธิภาพ อย่างไรก็ตาม บุคลากรทุกระดับตระหนักถึงความสำคัญของทักษะดิจิทัลต่อการปฏิบัติงานและประสิทธิภาพโดยรวมขององค์กร แต่ปัญหาหลักที่เป็นอุปสรรคต่อการพัฒนาทักษะดิจิทัลคือ ทักษะคิดหรือกรอบความคิด (Mindset) ของบุคลากรบางกลุ่มที่ยังไม่เปิดรับการเรียนรู้และการเปลี่ยนแปลงทำให้ขาดแรงจูงใจในการนำเทคโนโลยีดิจิทัลมาปรับใช้ในการทำงานอย่างเต็มศักยภาพทั้งนี้ องค์กรมีความคาดหวังให้บุคลากรสามารถใช้งานโปรแกรมพื้นฐานที่จำเป็นได้อย่างมีประสิทธิภาพ พร้อมทั้งพัฒนาทักษะดิจิทัลให้สอดคล้องกับสมรรถนะหลักขององค์กร (Core Competency) เพื่อให้สอดคล้องกับแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยีในปัจจุบัน ดังนั้น การปรับเปลี่ยนวัฒนธรรมองค์กรให้เป็น Digital Culture จึงเป็นสิ่งที่จำเป็น โดยต้องเริ่มจากการสื่อสารนโยบายด้านการพัฒนาทักษะดิจิทัลให้ชัดเจนและทั่วถึง เพื่อให้คณาจารย์และบุคลากรตระหนักถึงความสำคัญของการใช้เทคโนโลยีดิจิทัลในการเรียนการสอน นอกจากนี้ ควรมีการปรับเปลี่ยนทัศนคติของบุคลากร โดยส่งเสริมกรอบความคิด (Growth Mindset) ซึ่งช่วยให้เกิดการเปิดรับการเรียนรู้และพัฒนาตนเองอย่างต่อเนื่อง ควบคู่ไปกับการออกแบบโปรแกรมฝึกอบรมที่มุ่งเน้นการใช้เทคโนโลยีดิจิทัลในการจัดการเรียนการสอน เพื่อให้บุคลากรสามารถประยุกต์ใช้เครื่องมือดิจิทัลได้อย่างมีประสิทธิภาพและเกิดประโยชน์สูงสุดต่อการพัฒนา ผู้เรียน ที่สำคัญผู้บริหารมีบทบาทสำคัญในการผลักดันการพัฒนาทักษะดิจิทัลของบุคลากร โดยควรสนับสนุนและเปิดโอกาสให้

คณาจารย์และบุคลากรได้มีส่วนร่วมในการเรียนรู้และฝึกอบรมด้านเทคโนโลยีดิจิทัลอย่างต่อเนื่อง รวมถึงการสร้างสภาพแวดล้อมที่เอื้อต่อการนำเทคโนโลยีมาใช้ในการกระบวนการเรียนรู้นำแนวทางเหล่านี้ไปปรับใช้ในองค์กรการศึกษาจะส่งเสริม วัฒนธรรมคุณภาพ (Quality Culture) ให้เกิดขึ้นในสถาบันการศึกษา ซึ่งจะช่วยสร้างมาตรฐานในการใช้เทคโนโลยีดิจิทัลเพื่อพัฒนาการเรียน การสอนให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ทั้งยังสนับสนุนการพัฒนาทักษะที่จำเป็นสำหรับบุคลากรในยุคดิจิทัล อันจะนำไปสู่ความยั่งยืนในองค์กรการศึกษาในระยะยาว

สุทธิลักษณ์ สุทธิผล [21] ได้ศึกษาการพัฒนาทักษะดิจิทัลสำหรับครูในยุค Thailand 4.0 และพบว่า ทักษะดิจิทัลที่จำเป็น สำหรับครูในยุคปัจจุบันนั้น ครอบคลุมหลายมิติสำคัญ ได้แก่ 1) ความสามารถในการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร (ICT) เพื่อสนับสนุนการจัดการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น 2) การสร้างและจัดการสื่อการเรียนการสอนดิจิทัล ที่ช่วยให้การเรียนรู้มีความหลากหลายและตอบสนองต่อความต้องการของผู้เรียนในแต่ละระดับ 3) การใช้แพลตฟอร์มการเรียนรู้ออนไลน์และระบบการจัดการเรียนรู้ (LMS) ซึ่งช่วยให้ครูสามารถออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ที่มีความยืดหยุ่น และเอื้อต่อการเรียนรู้แบบเปิดกว้าง 4) การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ (Learner-Centered Learning) โดยใช้แนวทางการสอนที่ผสมผสานเทคโนโลยีดิจิทัลเข้ากับการเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์ การนำแนวทางเหล่านี้มาปรับใช้ในองค์กรการศึกษา ไม่เพียงช่วยเสริมสร้างวัฒนธรรมคุณภาพให้เกิดขึ้นในสถาบันการศึกษา แต่ยังช่วยให้กระบวนการเรียนการสอนมีประสิทธิภาพและสอดคล้องกับบริบทของยุคดิจิทัลมากขึ้น ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญที่ช่วยยกระดับคุณภาพการศึกษาให้สามารถตอบสนองต่อความต้องการของผู้เรียนในศตวรรษที่ 21 ได้อย่างแท้จริง นอกจากนี้ การพัฒนาทักษะดิจิทัลของครูจะเกิดขึ้นได้อย่างมีประสิทธิภาพเมื่อได้รับการสนับสนุนจากผู้บริหารสถานศึกษา ที่ให้ความสำคัญกับการพัฒนาองค์ความรู้ด้านเทคโนโลยีในภาคการศึกษา โดยการส่งเสริมให้มีนโยบายที่ชัดเจน การจัดหา ทรัพยากรและเครื่องมือที่เพียงพอ รวมถึงการจัดอบรม พัฒนาศักยภาพครูอย่างต่อเนื่อง ที่สำคัญการสร้างชุมชนการเรียนรู้ทางวิชาชีพ (Professional Learning Community - PLC) ในสถานศึกษาจะช่วยให้ครูสามารถ

แลกเปลี่ยนองค์ความรู้ ประสบการณ์ และแนวทางการใช้เทคโนโลยีเพื่อพัฒนาการเรียนการสอนร่วมกัน ซึ่งจะส่งผลต่อการพัฒนาทักษะดิจิทัลของครูอย่างเป็นระบบ และนำไปสู่การยกระดับคุณภาพการศึกษาในภาพรวม เมื่อมีการสนับสนุนที่เหมาะสมและการบูรณาการเทคโนโลยีอย่างมีประสิทธิภาพ ระบบการศึกษาจะสามารถ ขับเคลื่อนสู่องค์กรดิจิทัลที่มีความยั่งยืน ซึ่งไม่เพียงช่วยให้การจัดการเรียนรู้มีความทันสมัยและมีคุณภาพมากขึ้นเท่านั้น แต่ยังสร้างรากฐานสำคัญที่ช่วยให้องค์กรการศึกษาสามารถพัฒนาอย่างต่อเนื่องและปรับตัวให้สอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงของโลกยุคดิจิทัล

ในยุคดิจิทัลที่เทคโนโลยีเข้ามามีบทบาทสำคัญในทุกภาคส่วน การศึกษาไม่สามารถหยุดนิ่งอยู่กับรูปแบบเดิมได้ การพัฒนาทักษะดิจิทัลของบุคลากรทางการศึกษาเป็นปัจจัยสำคัญที่ช่วยให้กระบวนการเรียนการสอนมีประสิทธิภาพ และตอบสนองต่อความต้องการของผู้เรียนในศตวรรษที่ 21 ได้อย่างแท้จริง ทั้งนี้ การส่งเสริมการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร (ICT) การใช้แพลตฟอร์มออนไลน์ และการพัฒนาแนวทางการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง ล้วนเป็นองค์ประกอบที่ช่วยเสริมสร้างวัฒนธรรมคุณภาพในองค์กรการศึกษา อย่างไรก็ตาม การพัฒนาทักษะเหล่านี้จะเกิดขึ้นได้อย่างมีประสิทธิภาพ ก็ต่อเมื่อได้รับการสนับสนุนจากผู้บริหาร ผ่านการจัดสรรทรัพยากรที่เหมาะสม การกำหนดนโยบายที่ชัดเจน และการส่งเสริมให้บุคลากรมีทัศนคติที่เปิดกว้างต่อการเรียนรู้และการเปลี่ยนแปลง นอกจากนี้การสร้างชุมชนแห่งการเรียนรู้ทางวิชาชีพ (PLC) จะช่วยให้บุคลากรสามารถแลกเปลี่ยนความรู้และแนวทางปฏิบัติที่ดีร่วมกัน ซึ่งจะนำไปสู่การยกระดับมาตรฐานการศึกษาในภาพรวม การนำแนวทางดังกล่าวมาปรับใช้จะช่วยให้องค์กรการศึกษาสามารถขับเคลื่อนสู่ความเป็นองค์กรดิจิทัลที่มีความยั่งยืน ซึ่งไม่เพียงช่วยให้ระบบการศึกษาทันสมัยและมีคุณภาพมากขึ้น แต่ยังสร้างรากฐานที่มั่นคงสำหรับการพัฒนาที่ยั่งยืนในระยะยาว

5. ผลการศึกษา

สรุปผลการศึกษาพบว่า การปรับใช้วัฒนธรรมคุณภาพในองค์กรการศึกษาสู่ความยั่งยืน จำเป็นต้องมี 4 องค์ประกอบหลัก ได้แก่ 1) แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับวัฒนธรรมคุณภาพ ประกอบด้วยวัฒนธรรมองค์กร และทฤษฎีการบริหารคุณภาพ 2) การประยุกต์ใช้วัฒนธรรมคุณภาพในองค์กรการศึกษา

ประกอบด้วยการมีส่วนร่วมของบุคลากร และการจัดทำแผนพัฒนาคุณภาพ 3) แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับความยั่งยืน ประกอบด้วยการพัฒนาที่ยั่งยืน และการศึกษาเพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืน 4) การศึกษาในยุคดิจิทัล ประกอบด้วยการใช้เทคโนโลยีในการศึกษา และการพัฒนาทักษะดิจิทัล

การพัฒนาองค์กรการศึกษาให้มีความยั่งยืนจำเป็นต้องอาศัย การบูรณาการวัฒนธรรมคุณภาพอย่างเป็นระบบและต่อเนื่อง โดยเริ่มจากการกำหนดวิสัยทัศน์และเป้าหมายร่วมกัน เพื่อสร้างแนวทางการดำเนินงานที่ชัดเจนและเป็นรูปธรรม ทั้งนี้ องค์กรต้องส่งเสริม การเรียนรู้ตลอดชีวิต ควบคู่ไปกับการบูรณาการเทคโนโลยีดิจิทัล ในกระบวนการจัดการเรียนการสอน เพื่อให้การพัฒนาเป็นไปอย่างสอดคล้องกับบริบทของโลกยุคใหม่ นอกจากนี้ การบริหารจัดการที่โปร่งใสและเปิดกว้าง จะช่วยส่งเสริมการมีส่วนร่วมของบุคลากร ในการกำหนดแนวทางการดำเนินงานร่วมกัน ซึ่งนำไปสู่ความต่อเนื่องและความยั่งยืนขององค์กร อย่างไรก็ตาม การมีส่วนร่วมของบุคลากรถือเป็นปัจจัยสำคัญในการสร้าง วัฒนธรรมองค์กรที่เข้มแข็ง ซึ่งเอื้อต่อการพัฒนาอย่างมั่นคงและยั่งยืน โดยการเปิดโอกาสให้บุคลากรมีบทบาทในการตัดสินใจ รวมถึงการสร้างเครือข่ายความร่วมมือทั้งภายในและภายนอกองค์กร จะช่วยเสริมสร้างความสามารถในการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงทางการศึกษาได้อย่างมีประสิทธิภาพ ดังนั้น องค์กรการศึกษาควรให้ความสำคัญกับ การพัฒนาทักษะดิจิทัลของบุคลากร เพื่อให้สามารถนำเทคโนโลยีมาใช้ในการบริหารจัดการและจัดการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น นอกจากนี้ การจัดทำแผนพัฒนาคุณภาพในองค์กรการศึกษา จำเป็นต้องมี การบริหารจัดการที่เป็นระบบ โดยกำหนดเป้าหมายที่ชัดเจน และใช้ทรัพยากรอย่างคุ้มค่า เพื่อให้สามารถปรับตัวให้สอดคล้องกับบริบทที่เปลี่ยนแปลงได้อย่างเหมาะสม ทั้งนี้ การวิเคราะห์สภาพแวดล้อม การกำหนดยุทธศาสตร์ การดำเนินแผนงาน และการประเมินผล ถือเป็นองค์ประกอบสำคัญที่ช่วยให้การพัฒนาเป็นไปอย่างเป็นรูปธรรมและต่อเนื่องยิ่งไปกว่านั้น การบูรณาการแนวคิดความยั่งยืนเข้ากับ วัฒนธรรมคุณภาพ จะช่วยเสริมสร้างมาตรฐานในการดำเนินงาน เปิดโอกาสให้บุคลากรทุกระดับมีส่วนร่วม และส่งเสริมการเรียนรู้ตลอดชีวิต ซึ่งเป็นรากฐานสำคัญของการพัฒนาองค์กรการศึกษาให้เติบโตอย่างมั่นคงและยั่งยืน ขณะเดียวกันการศึกษาในยุคดิจิทัลมีบทบาทสำคัญในการ

ยกระดับคุณภาพขององค์กรการศึกษา โดยเทคโนโลยีสามารถช่วยสร้างสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ที่ยืดหยุ่นปรับแต่งเนื้อหาให้เหมาะสมกับผู้เรียน และเพิ่มโอกาสในการเข้าถึงองค์ความรู้ได้อย่างเท่าเทียม อีกทั้งการนำข้อมูลดิจิทัลและปัญญาประดิษฐ์ (AI) มาประยุกต์ใช้ยังช่วยให้ครูสามารถวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการศึกษาได้แม่นยำขึ้นพร้อมปรับกลยุทธ์การสอนให้เหมาะสมกับบริบทของผู้เรียนมากขึ้น

ดังนั้น เมื่อองค์กรการศึกษาได้นำแนวทางดังกล่าวมาปรับใช้ ย่อมช่วยเสริมสร้างวัฒนธรรมคุณภาพในระบบการศึกษา ส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนเพิ่มขึ้น ประสิทธิภาพในการบริหารจัดการสูงขึ้น และองค์กรสามารถดำเนินงานได้อย่างมั่นคงและยั่งยืนในระยะยาวระบบการศึกษาที่มีความพร้อม และสามารถปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงของโลก จะเป็นรากฐานสำคัญในการผลิตบุคลากรที่มีศักยภาพ พร้อมเผชิญกับความท้าทายในอนาคต และช่วยขับเคลื่อนสังคมไปสู่การพัฒนาที่ยั่งยืน ได้อย่างแท้จริง

เอกสารอ้างอิง

- [1] Kittikhun Kanjanawat, "Education in the digital era," *Journal of Educational Technology*, vol. 8, no. 3, pp. 30–45, 2022. [in Thai]
- [2] Piriya Phrombuth, "Creating a quality culture in educational institutions," *Journal of Education*, vol. 10, no. 2, pp. 45–60, 2021. [in Thai]
- [3] Somchai Sombun, "Sustainable development in education," *Journal of Sustainable Development*, vol. 5, no. 1, pp. 12–25, 2020. [in Thai]
- [4] Orathai Udomsap, "Educational management in institutions," *Journal of Educational Administration*, vol. 12, no. 4, pp. 50–65, 2019. [in Thai]
- [5] Somchai Sombun, "Organizational culture in Thai education," *Journal of Educational Management*, vol. 12, no. 4, pp. 50–65, 2019.

- [6] E. H. Schein, *"Organizational Culture and Leadership,"* 4th ed., San Francisco, CA: Jossey-Bass, 2010.
- [7] W. E. Deming, *Out of the Crisis.* Cambridge, MA: Massachusetts Institute of Technology, 1986, pp. 1–507.
- [8] Wichit Srisaan, *Theory of Quality Management by Prof. Dr. Wichit Srisaan.* [in Thai].
- [9] Jutha Thienthai and Jintana Chanchaisilp, *Title of the Work.* Year: Publisher, 2001, p. 5. [in Thai]
- [10] F. Herzberg, *Work and the Nature of Man.* Cleveland, OH: World Publishing, 1966.
- [11] Adinan Buaphakdee, *Title of the Work.* Publisher, 2009. [in Thai]
- [12] Somwang Pithiyanuwat, *Strategic Management in Educational Quality Development.* Publisher, Year. [in Thai]
- [13] D. H. Meadows, D. L. Meadows, and J. Randers, *Beyond the Limits: Confronting Global Collapse, Envisioning a Sustainable Future.* White River Junction, VT: Chelsea Green Publishing, 1992.
- [14] His Majesty King Bhumibol Adulyadej, *The Philosophy of Sufficiency Economy.* Bangkok: Office of the National Economic and Social Development Council (NESDC), Year. [in Thai]
- [15] J. Elkington, *Cannibals with Forks: The Triple Bottom Line of 21st Century Business.* Oxford, U.K.: Capstone, 1997.
- [16] Paitoon Sinlarat, "Education for sustainable development: An integrated approach," *Journal of Education for Sustainability,* vol. 10, no. 2, pp. 15–30, 2021. [in Thai]
- [17] A. Wals, "Sustainability in higher education: From doublethink and newspeak to critical thinking and meaningful learning," *Int. J. Sustain. High. Educ.,* vol. 15, no. 3, pp. 248–270, 2014.
- [18] Woralak Himaklat, "Literature review on the use of AI in education," *Spearhead Strategy Project, Thai People 4.0 Program,* supported by the National Research Council of Thailand (NRCT), Nov. 2023. [in Thai]
- [19] Rattanawadee Thienstrong, "A study on the use of digital technology for learning management among teachers in schools under Sukhothai Primary Educational Service Area Office 2," M.Ed. independent study, Faculty of Graduate Studies, Naresuan University, Phitsanulok, Thailand, 2021. [in Thai]
- [20] Witita Chantrawareelakha, "Guidelines for supporting personnel skill development in applying digital technology (Digital Savvy) under the Digital Competency framework: A case study of the Electricity Generating Authority of Thailand (EGAT)," M.Sc. thesis, [University Name], 2020. [in Thai]
- [21] Suthilak Suthiphon, "Developing digital skills for teachers in the Thailand 4.0 era," *J. Educ. Soc. Dev.,* vol. 15, no. 2, pp. 45–58, 2019. [in Thai]

การศึกษากรอบแนวคิดเกี่ยวกับการกำหนดนโยบาย

การบริหารวิทยาลัยอาชีวศึกษาเพื่อการพัฒนาวิทยาลัยขนาดเล็กพิเศษ

A Study on the Conceptual Framework for Policy Formulation in the Administration of Vocational Colleges for the Development of Specialized Small Vocational Colleges

อิทธิพัทธ์ สมจู^{1*}, สุนทรผไท จันทระ², ธนาкар คุ่มภัย³ และ รัตนภรณ์ ชิยางคบุตร⁴Ittipat Somju^{1*}, Soontornpathai Chantara², Thanakarn Khumphai³ and Rattanaphorn Chiyangkabud⁴¹สำนักงานนโยบายและแผนการอาชีวศึกษา สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา กรุงเทพมหานคร 10300²สถาบันการอาชีวศึกษาภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 1 จังหวัดหนองคาย 43000³วิทยาลัยเทคนิคเชิงเตรา สถาบันการอาชีวศึกษาภาคกลาง 3 จังหวัดนครนายก 26000⁴วิทยาลัยการอาชีพอุดรธานี จังหวัดอุดรธานี 41150¹The office of Vocational Education Commission, Bangkok, 10300²Institute of Vocational Education Northeastern Region 1, Nongkhai, 43000³Chachoengsao Technical College, Institute of Vocational Education Central Region 3, Nakhon Nayok, 26000⁴Udonthani Industrial and Community Education College, Udonthani, 41150

Received : 2025-04-03 Revised : 2025-05-17 Accepted : 2025-05-19

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเพื่อศึกษากรอบแนวคิดเกี่ยวกับการกำหนดนโยบายการบริหารวิทยาลัยอาชีวศึกษาเพื่อการพัฒนาวิทยาลัยขนาดเล็กพิเศษ โดยมีขั้นตอนการดำเนินงาน 2 ขั้นตอน ประกอบไปด้วย 1) ศึกษาเอกสาร (Document Study) โดยการวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis) 2) โดยสัมภาษณ์เชิงลึกผู้เชี่ยวชาญ ทั้งจากภายในและภายนอกวิทยาลัย จำนวน 7 คน โดยผู้ทรงคุณวุฒิ ดังนี้ กลุ่มที่ 1 ผู้บริหารสถานศึกษา ซึ่งเป็นข้าราชการครูและบุคลากรทางการศึกษา ตำแหน่งผู้อำนวยการของวิทยาลัยอาชีวศึกษาขนาดเล็กพิเศษ จำนวน 3 คน กลุ่มที่ 2 ผู้ทรงคุณด้านการบริหารการศึกษา จำนวน 2 คน กลุ่มที่ 3 ผู้บริหารระดับสูงของสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา ซึ่งเป็นข้าราชการพลเรือนสามัญตั้งแต่ประเภทวิชาการ ระดับทรงคุณวุฒิ ประเภทบริหาร ระดับต้นและระดับสูง ขึ้นไป

จำนวน 2 คน เครื่องมือที่ใช้คือ แบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง (Semi - Structured Interview) ผลการวิจัยพบว่า

1. การสังเคราะห์การบริหารวิทยาลัยอาชีวศึกษาจากงานวิจัยของนักวิชาการ 13 ท่าน พบว่า เมื่อพิจารณาความถี่ขององค์ประกอบการบริหารวิทยาลัยอาชีวศึกษาได้ องค์ประกอบการบริหารวิทยาลัยอาชีวศึกษาที่มีความถี่ตั้งแต่ 8 ความถี่ขึ้นไป ประกอบไปด้วย 1) การบริหารทรัพยากร 2) การบริหารแผนงานและความร่วมมือ 3) การพัฒนาผู้เรียน 4) การบริหารวิชาการและการจัดการเรียนรู้

2. ผลการสัมภาษณ์เชิงลึกผู้เชี่ยวชาญ พบว่า องค์ประกอบการบริหารวิทยาลัยอาชีวศึกษาที่สำคัญ 4 ด้าน ได้แก่ (1) การบริหารทรัพยากรเพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุด (2) การบริหารแผนงานและความร่วมมือโดยเฉพาะกับภาคอุตสาหกรรม (3) การพัฒนาผู้เรียนให้มีทักษะและคุณลักษณะที่เหมาะสม และ (4) การบริหารวิชาการและการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการพัฒนาหลักสูตรให้สอดคล้องกับมาตรฐานการอาชีวศึกษาประกอบไปด้วย มาตรฐานที่ 1 คุณลักษณะของผู้สำเร็จการอาชีวศึกษาที่พึงประสงค์ มาตรฐานที่ 2 การจัดการอาชีวศึกษา มาตรฐานที่ 3 การสร้างสังคมแห่งการเรียนรู้

*อิทธิพัทธ์ สมจู

E-mail address : somjuittipat@gmail.com

การศึกษานี้เป็นการศึกษารอบแนวคิดเกี่ยวกับการกำหนด นโยบาย เพื่อนำไปสู่การบริหารเพื่อการพัฒนาวิทยาลัยขนาดเล็กพิเศษให้ตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงของสังคมและเศรษฐกิจในยุคใหม่อย่างมีประสิทธิภาพและยั่งยืน

คำสำคัญ : การกำหนดนโยบาย, การบริหารวิทยาลัยอาชีวศึกษา, การพัฒนาวิทยาลัย, วิทยาลัยขนาดเล็กพิเศษ

Abstract

This research aims to study vocational education management approaches and synthesize the key components of vocational college administration to align with labor market demands, community needs, and national development goals. The findings emphasize that vocational education encompasses the production and development of skilled personnel at basic, technical, and technological levels through long-term education and short-term training programs. Its primary objective is to enhance skills, knowledge, and competencies that meet the needs of industries and support self-employment.

Vocational education management must align with the National Economic and Social Development Plan, the National Education Plan, the National Qualifications Framework, national education standards, and occupational standards. Curriculum development and management are vital tools for achieving these goals. Vocational institutions should focus on developing curricula that promote practical learning, encourage industry participation, and ensure quality assurance to build confidence in vocational graduates.

The synthesis from 13 academic experts identifies four critical components of vocational college administration: (1) resource management to maximize efficiency, (2) planning and collaboration management, especially with industries, (3) student development to cultivate relevant skills and desirable

qualities, and (4) academic and instructional management, emphasizing curriculum alignment with national standards.

This study suggests that vocational institutions adopt these components to enhance management effectiveness, ensuring vocational education responds to societal and economic changes in a sustainable and efficient manner.

Keywords : Policy Formulation, the Administration of Vocational Colleges, College Development, Specialized Small Vocational Colleges

1.บทนำ

การศึกษาเป็นรากฐานสำคัญที่ช่วยยกระดับคุณภาพชีวิตสังคม และเศรษฐกิจของประเทศ โดยเฉพาะในบริบทของโลกที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วในศตวรรษที่ 21 ประเทศต่าง ๆ ทั่วโลกต่างให้ความสำคัญกับการพัฒนาการศึกษาเพื่อสร้างความได้เปรียบทางการแข่งขัน และสามารถก้าวทันกับกระแสการเปลี่ยนแปลงทางเศรษฐกิจและสังคม รวมถึงสามารถดำรงรักษาสถานะของชาติไว้ได้อย่างมั่นคง สำหรับประเทศไทย ปัจจุบันมีอันดับการแข่งขันด้านการศึกษาอยู่ในระดับปานกลางจากการจัดอันดับของ World Economic Forum และ IMD [1], [2] ซึ่งชี้ให้เห็นถึงความจำเป็นในการเร่งพัฒนาคุณภาพการศึกษาอย่างเป็นระบบ กระทรวงศึกษาธิการได้กำหนดนโยบายการศึกษาเพื่อพัฒนาศักยภาพและขีดความสามารถของคนไทยให้มีทักษะ ความรู้ และสมรรถนะที่ตอบสนองความต้องการของตลาดแรงงานและการพัฒนาประเทศ โดยเฉพาะในด้านอาชีวศึกษา ซึ่งสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษามีบทบาทหน้าที่สำคัญในการกำหนดนโยบาย แผนงาน และแนวทางการบริหารเพื่อผลิตและพัฒนากำลังคนด้านอาชีวศึกษาให้สอดคล้องกับยุทธศาสตร์ชาติ และแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ โดยกระทรวงศึกษาธิการได้กำหนดนโยบายจุดเน้นในการส่งเสริมการเรียนรู้ตลอดชีวิต การยกระดับคุณภาพและมาตรฐานการศึกษา การเสริมสร้างทักษะอาชีพและทักษะแห่งอนาคต (Future Skills) และการสร้างเครือข่ายความร่วมมือระหว่างสถานศึกษาและภาคส่วนต่าง ๆ นอกจากนี้ สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษายังได้กำหนดนโยบายเร่งด่วน

(Quick win) ที่มุ่งเน้นการเพิ่มจำนวนผู้เรียนอาชีวศึกษา การพัฒนาหลักสูตรที่ตอบโจทย์ตลาดแรงงาน และการเสริมสร้างความร่วมมือกับภาคเอกชนในการจัดการเรียนการสอนและ ฝึกประสบการณ์วิชาชีพ [3]

อย่างไรก็ตาม จากสถานการณ์ปัจจุบันยังพบว่าการจัดการอาชีวศึกษา โดยเฉพาะสถานศึกษาขนาดเล็กพิเศษซึ่งมีผู้เรียนน้อยกว่า 300 คน มีปัญหาหลายประการที่เป็นอุปสรรคสำคัญในการพัฒนาคุณภาพและมาตรฐาน ทั้งในด้านการบริหารจัดการที่มีทรัพยากรจำกัด การขาดแคลนบุคลากรที่มีความเชี่ยวชาญเฉพาะด้าน งบประมาณไม่เพียงพอต่อการดำเนินกิจกรรมและการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง อีกทั้งยังประสบปัญหาการแข่งขันในการรับนักศึกษา กับสถาบันที่มีขนาดใหญ่กว่า ซึ่งสามารถดึงดูดนักศึกษาและทรัพยากรได้มากกว่า ส่งผลให้สถานศึกษาขนาดเล็กพิเศษเสี่ยงต่อการลดลงของจำนวนนักเรียนอย่างต่อเนื่อง [4] หากไม่ได้รับการสนับสนุนและแนวทางการบริหารจัดการที่เหมาะสมอย่างเร่งด่วนก็อาจส่งผลกระทบต่อคุณภาพของบุคลากรที่ผลิตออกสู่ตลาดแรงงาน และไม่สามารถตอบสนองต่อเป้าหมายเชิงยุทธศาสตร์ชาติได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ดังนั้น ผู้วิจัยจึงเล็งเห็นถึงความจำเป็นในการศึกษาวิเคราะห์ และนำเสนอกรอบแนวคิดในการกำหนดนโยบายการบริหารวิทยาลัยอาชีวศึกษาเพื่อการพัฒนาวิทยาลัยขนาดเล็กพิเศษ โดยมุ่งเน้นการศึกษาสภาพปัจจุบัน สภาพที่พึงประสงค์ และนำเสนอแนะนโยบายที่เหมาะสม มีส่วนร่วมจากผู้เกี่ยวข้อง สามารถนำไปปฏิบัติจริง เพื่อช่วยพัฒนาวิทยาลัยอาชีวศึกษาขนาดเล็กพิเศษให้มีคุณภาพ มีมาตรฐาน สามารถแข่งขันและสร้างความแตกต่างเฉพาะด้าน ตลอดจนสามารถสร้างทรัพยากรมนุษย์ที่มีศักยภาพ คุณธรรม จริยธรรม พร้อมนำพาประเทศไปสู่การเป็นประเทศที่พัฒนาแล้วอย่างยั่งยืนต่อไป

2.วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษารอบแนวคิดเกี่ยวกับการกำหนดนโยบายการบริหารวิทยาลัยอาชีวศึกษาเพื่อการพัฒนาวิทยาลัยขนาดเล็กพิเศษ

3.กลุ่มเป้าหมาย

กลุ่มเป้าหมาย ได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญจากภายในและภายนอกวิทยาลัยอาชีวศึกษาขนาดเล็กพิเศษ จำนวน 7 คน ประกอบด้วยผู้บริหารสถานศึกษา จำนวน 3 คน ผู้ทรงคุณด้านการบริหารการศึกษา จำนวน 2 คน และผู้บริหารระดับสูงของสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา จำนวน 2 คน ซึ่งได้มาโดยการเลือกแบบเจาะจง

4.วิธีการวิจัย

ขั้นตอนที่ 1 การศึกษาเอกสาร

วิธีการดำเนินการวิจัย : เพื่อศึกษาแนวคิดเกี่ยวกับการกำหนดนโยบาย การบริหารวิทยาลัยอาชีวศึกษาการพัฒนาวิทยาลัยขนาดเล็กพิเศษที่ผ่านมา การกำหนดนโยบายเกี่ยวกับการพัฒนาการบริหารวิทยาลัยอาชีวศึกษาในปัจจุบัน งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

แหล่งข้อมูล : หนังสือ ตำรา บทความ วารสาร งานวิจัย รายงาน เว็บไซต์ เอกสารทางวิชาการ

เครื่องมือ : ศึกษาเอกสาร (Document Study)

การวิเคราะห์ข้อมูล : การวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis)

ผลลัพธ์ : กรอบแนวคิดการวิจัย

ขั้นตอนที่ 2 สัมภาษณ์เชิงลึกผู้เชี่ยวชาญ (In-Depth Interview of Experts)

วิธีการดำเนินการวิจัย : เพื่อศึกษาความเห็นเกี่ยวกับสภาพทั่วไป สภาพปัจจุบัน และสภาพที่พึงประสงค์ของการบริหารวิทยาลัยอาชีวศึกษาขนาดเล็กพิเศษ ในสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา โดยสัมภาษณ์เชิงลึกผู้เชี่ยวชาญทั้งจากภายในและภายนอกวิทยาลัย จำนวน 7 คน

แหล่งข้อมูล : เลือกจากกลุ่มตัวอย่างที่ต้องการเฉพาะเจาะจง (Purposive Sampling) โดยเป็นผู้ทรงคุณวุฒิที่เหมาะสมกับเรื่องที่ศึกษาและกำหนดเกณฑ์การคัดเลือก ดังนี้

1)กลุ่มที่ 1 ผู้บริหารสถานศึกษา ซึ่งเป็นข้าราชการครูและบุคลากรทางการศึกษา ตำแหน่งผู้อำนวยการของวิทยาลัยอาชีวศึกษาขนาดเล็กพิเศษ จำนวน 3 คน

2)กลุ่มที่ 2 ผู้ทรงคุณด้านการบริหารการศึกษา จำนวน 2 คน

3)กลุ่มที่ 3 ผู้บริหารระดับสูงของสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา ซึ่งเป็นข้าราชการพลเรือน

สามัญตั้งแต่ประเภทวิชาการ ระดับทรงคุณวุฒิ ประเภทบริหาร ระดับต้นและระดับสูง ขึ้นไป จำนวน 2 คน

เครื่องมือ : แบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง (Semi - Structured Interview)

การวิเคราะห์ข้อมูล : การวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis)

ผลลัพธ์ : กรอบแนวคิดการวิจัย

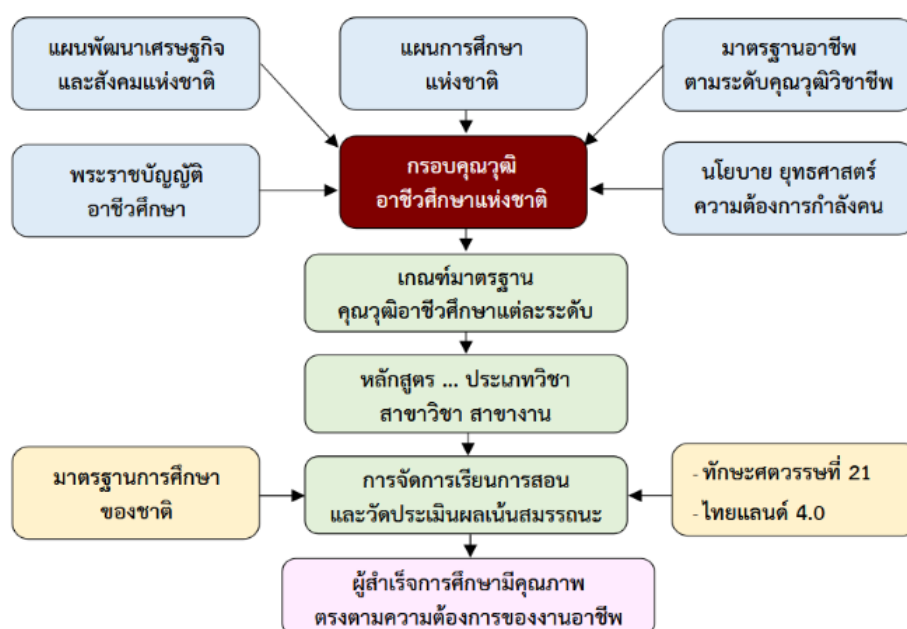
5.ผลการวิจัย

5.1ผลการศึกษาเอกสาร

ผลการศึกษาเอกสาร พบสาระสำคัญดังนี้

การจัดการอาชีวศึกษาเป็นการจัดการศึกษาในด้านวิชาชีพ เพื่อผลิตและพัฒนาากำลังคนในระดับฝีมือ (ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ หรือ ปวช.) ระดับเทคนิค (ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง หรือ ปวส.) และระดับเทคโนโลยี (ระดับปริญญาตรีสายเทคโนโลยีหรือสายปฏิบัติการ หรือ ทล.บ.) ซึ่งเป็นการจัดการศึกษาระยะยาว และการฝึกอบรมวิชาชีพซึ่งเป็นการจัดการศึกษาระยะสั้น โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้ผู้เรียนและผู้สำเร็จการศึกษามีคุณภาพสอดคล้องกับความต้องการของสถานประกอบการ ชุมชน ตลาดแรงงานและการประกอบอาชีพอิสระ โดยในการจัดการศึกษา เพื่อผลิตและพัฒนาากำลังคนอาชีวศึกษานั้นจะต้องสอดคล้องกับแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ แผนการศึกษาแห่งชาติ

กรอบคุณวุฒิแห่งชาติ มาตรฐานการศึกษาของชาติและมาตรฐานอาชีพ ที่ได้กำหนดให้ผู้เรียนและผู้สำเร็จการศึกษาต้องมีทักษะ ความรู้และความสามารถที่เข้มแข็ง และมีส่วนร่วมในการพัฒนาประเทศ มีการวิจัยและพัฒนานวัตกรรมและเทคโนโลยี รวมถึงมีระบบบริหารจัดการที่มีความคล่องตัว ที่ทำให้ทุกคนสามารถเข้าถึงการศึกษาอาชีวศึกษาได้อย่างกว้างขวาง การจัดการอาชีวศึกษาจึงต้องให้ความสำคัญกับการมีส่วนร่วมของสถานประกอบการในการพัฒนาหลักสูตรและการจัดการเรียน การสอนที่เน้นการเรียนรู้สู่การปฏิบัติ ในการจัดการศึกษาอาชีวศึกษาให้บรรลุวัตถุประสงค์ตามจุดมุ่งหมายดังกล่าว หลักสูตรและการบริหารจัดการศึกษาตามหลักสูตรถือเป็นเครื่องมือสำคัญในการผลิตและพัฒนาากำลังคน โดยต้องดำเนินการให้สอดคล้องกับกรอบคุณวุฒิแห่งชาติ กรอบคุณวุฒิอาชีวศึกษาแห่งชาติ มาตรฐานการศึกษาของชาติ เกณฑ์มาตรฐานคุณวุฒิอาชีวศึกษาแต่ละระดับ รวมทั้งมาตรฐานอาชีพตามระดับคุณวุฒิ เพื่อให้ผู้สำเร็จการศึกษาทุกระดับคุณวุฒิมีคุณภาพทั้งด้านคุณธรรม จริยธรรมและคุณลักษณะที่พึงประสงค์ ด้านความรู้ ด้านทักษะ และด้านความสามารถในการประยุกต์ใช้และความรับผิดชอบ เป็นไปตามมาตรฐานการศึกษาวิชาชีพของประเภทวิชา สาขาวิชาและสาขางาน ที่ศึกษา ซึ่งสถานศึกษาต้องจัดให้มีการประกันคุณภาพของหลักสูตรและการจัดการเรียนการสอน เพื่อให้สังคมมีความเชื่อมั่นต่อคุณภาพผู้สำเร็จการศึกษาอาชีวศึกษา ดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 ความเชื่อมโยงของแผนนโยบายยุทธศาสตร์และมาตรฐานที่เกี่ยวข้องกับการผลิตและพัฒนาากำลังคนด้านอาชีวศึกษา [5]

5.2 ผลการวิเคราะห์ สังเคราะห์เอกสาร แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการบริหารวิทยาลัยอาชีวศึกษา

ตารางที่ 1 สรุปการสังเคราะห์การบริหารวิทยาลัยอาชีวศึกษาจากนักวิชาการ

องค์ประกอบ การบริหาร วิทยาลัย อาชีวศึกษา	รัชต์ ไตรมกลัย [6]	ปรีชา มังคละพิศกุล [7]	วิรัตน์ มุ่งคุณ [8]	จริญญา ผลา [9]	อดิสร ลินประสงค์ [10]	กฤษณะ จันดาจ [11]	นิพนธ์ ปุณณจันทร์ [12]	พงษ์ศักดิ์ วงษ์ป้อม [13]	สมยศ ตีรพิษฐ์ [14]	เดโชชัย ลิ่มทอง [15]	นวลอนงค์ อุบุภาพ [16]	Zhang, Y. [17]	Liu, J., & Li, X. [18]	รวมความถี่
การบริหาร ทรัพยากร	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	13
การบริการ วิชาการและ บริการ วิชาชีพ		✓	✓		✓			✓						4
นวัตกรรม สิ่งประดิษฐ์ งาน สร้างสรรค์ หรืองานวิจัย	✓	✓	✓											3
งานวิชาการ และการ จัดการเรียนรู้	✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	12
พัฒนา กิจการ ผู้เรียนและ ผู้สำเร็จ การศึกษา	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓		✓	✓	✓	11
การบริหาร แผนงานและ ความร่วมมือ	✓		✓	✓	✓	✓	✓				✓	✓	✓	9
การติดตาม ประเมินผล และการ ประกัน คุณภาพ		✓	✓	✓	✓									4

จากตารางที่ 1 การสังเคราะห์การบริหารวิทยาลัยอาชีวศึกษา จากนักวิชาการ 13 ท่าน พบว่า เมื่อพิจารณาความถี่ขององค์ประกอบการบริหารวิทยาลัยอาชีวศึกษา ได้องค์ประกอบการบริหารวิทยาลัยอาชีวศึกษาที่มีความถี่

ตั้งแต่ 8 ความถี่ขึ้นไป ประกอบไปด้วย 1) การบริหารทรัพยากร 2) การบริหารแผนงานและความร่วมมือ 3) การพัฒนาผู้เรียน 4) การบริหารวิชาการและการจัดการเรียนรู้

5.3 ผลการสัมภาษณ์เชิงลึกผู้เชี่ยวชาญ

จากการสัมภาษณ์เชิงลึกผู้เชี่ยวชาญด้านการบริหารวิทยาลัยอาชีวศึกษาขนาดเล็กพิเศษ สามารถสรุปเป็นตารางได้ดังนี้

ตารางที่ 2 สรุปผลการสัมภาษณ์เชิงลึกผู้เชี่ยวชาญ

ผู้เชี่ยวชาญ	คุณลักษณะของผู้สำเร็จการศึกษา	การจัดการอาชีวศึกษา	การสร้างสังคมแห่งการเรียนรู้	การบริหารทรัพยากร	การบริหารแผนงานและความร่วมมือ	การพัฒนาบุคลากรนักศึกษา	การบริหารวิชาการ	เทคโนโลยีดิจิทัลและ AI	ความร่วมมือกับภาคอุตสาหกรรม	การพัฒนาเศรษฐกิจฐานชุมชน	การเป็นต้นแบบและการพึ่งพาตนเอง
คนที่ 1	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
คนที่ 2	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓
คนที่ 3	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		
คนที่ 4	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		
คนที่ 5	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		
คนที่ 6	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓			
คนที่ 7	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓			

จากตารางที่ 2 สรุปได้ว่า วิทยาลัยอาชีวศึกษาขนาดเล็กพิเศษควรมีการบริหารที่มีความยืดหยุ่นและคล่องตัวโดยเน้นการกระจายอำนาจและการบริหารทรัพยากรอย่างมีประสิทธิภาพ ควบคู่ไปกับการใช้เทคโนโลยีทันสมัย เช่น AI, Big Data, และ Blockchain ในการจัดการข้อมูลการบริหารแผนงาน และการพัฒนาคุณภาพการศึกษา

ด้านการจัดหลักสูตร ควรมุ่งเน้นหลักสูตรฐานสมรรถนะที่สอดคล้องกับเศรษฐกิจท้องถิ่นและตลาดแรงงาน โดยเฉพาะการนำแนวคิด Work-based Learning, Micro-credentials, Modular Learning, Dual System และ Metaverse Vocational Training มาใช้เพื่อเพิ่มทักษะและศักยภาพของผู้เรียน รวมทั้งให้ความสำคัญกับ Soft Skills, จริยธรรม และ Green Skills

ด้านการบริหารทรัพยากร ควรใช้แนวทาง Decentralized Budgeting, Green Economy และ Data-driven Resource Management เพื่อการใช้ทรัพยากรอย่างยั่งยืน นอกจากนี้

ควรพัฒนา Vocational Business Unit เพื่อสร้างรายได้เสริมและลดการพึ่งพางบประมาณจากรัฐ

ด้านความร่วมมือ ควรจัดตั้งเครือข่ายความร่วมมือกับภาคอุตสาหกรรม ชุมชน และสถาบันการศึกษาระดับภูมิภาคและนานาชาติ เพื่อสนับสนุนโอกาสฝึกงาน การจ้างงาน และการแลกเปลี่ยนนักศึกษาในระดับอาเซียน

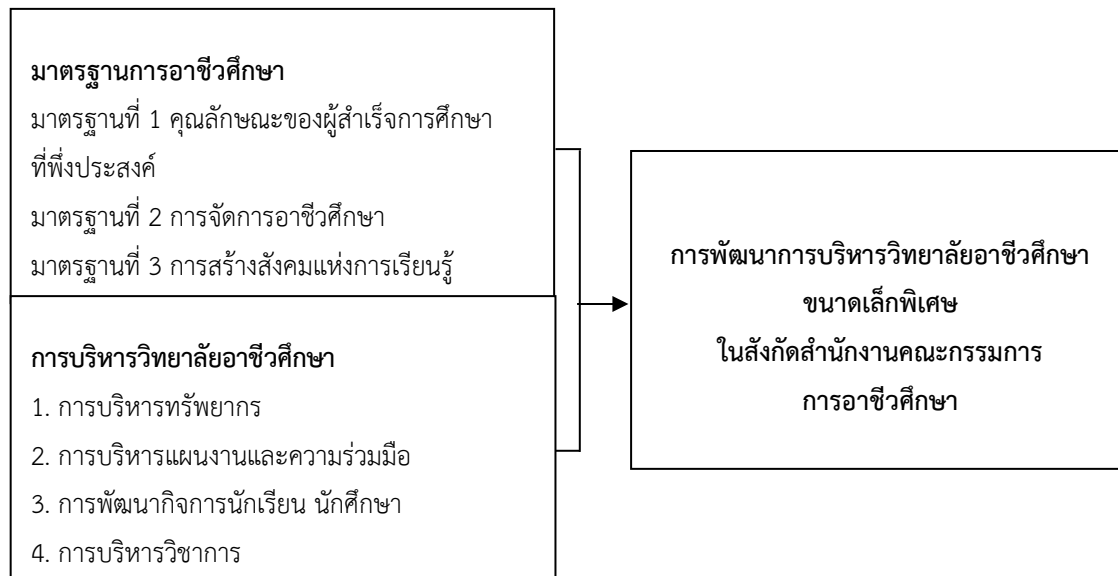
ด้านการพัฒนากิจการนักศึกษา ควรสนับสนุนโครงการ Vocational Startup Incubator, Upskilling & Reskilling, และการใช้ AI-based Student Profiling เพื่อพัฒนาศักยภาพของนักศึกษาและสนับสนุนอาชีพ

โดยสรุป วิทยาลัยอาชีวศึกษาขนาดเล็กพิเศษต้องพัฒนาอย่างองค์รวม ใช้นวัตกรรมและเทคโนโลยีเป็นกลไกหลักในการขับเคลื่อนเพื่อยกระดับคุณภาพการศึกษาให้สามารถแข่งขันในระดับประเทศและนานาชาติได้

ซึ่งจากผลการศึกษาเอกสาร และสังเคราะห์การบริหารวิทยาลัยอาชีวศึกษาจากนักวิชาการ 13 ท่าน รวมถึงสัมภาษณ์

เชิงลึกผู้เชี่ยวชาญ ทั้งจากภายในและภายนอกวิทยาลัย จำนวน 7 คน สามารถสรุปเป็นกรอบแนวคิดเกี่ยวกับการกำหนด

นโยบาย การบริหารวิทยาลัยอาชีวศึกษาเพื่อการพัฒนา วิทยาลัยขนาดเล็กพิเศษ ได้ดังนี้



รูปที่ 2 สรุปผลการศึกษารอบแนวคิดเกี่ยวกับการกำหนดนโยบายการบริหารวิทยาลัยอาชีวศึกษา เพื่อการพัฒนาวิทยาลัยขนาดเล็กพิเศษ

6.อภิปรายผล

จากการศึกษาความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 7 ท่าน เกี่ยวกับแนวทางการบริหารวิทยาลัยอาชีวศึกษาขนาดเล็กพิเศษ พบว่า ผู้เชี่ยวชาญทุกท่านเห็นตรงกันว่ากรอบแนวคิดที่สำคัญในการกำหนดนโยบายสามารถแบ่งออกเป็นสองประเด็นหลัก ได้แก่ มาตรฐานการอาชีวศึกษา และการบริหารวิทยาลัยอาชีวศึกษา

มาตรฐานการอาชีวศึกษา การพัฒนามาตรฐานการอาชีวศึกษายังคงเป็นหัวใจสำคัญของการยกระดับวิทยาลัยอาชีวศึกษาขนาดเล็กพิเศษ โดยครอบคลุม 3 ด้านหลัก ได้แก่ มาตรฐานที่ 1: คุณลักษณะของผู้สำเร็จการศึกษาที่พึงประสงค์ ผู้เชี่ยวชาญทุกท่านเน้นย้ำถึงความจำเป็นในการพัฒนาผู้เรียนให้มีสมรรถนะทางวิชาชีพที่ตรงกับตลาดแรงงาน โดยเฉพาะการส่งเสริม Soft Skills, Digital Skills, Green Skills ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Hager & Beckett [19] ที่เน้นว่าการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะเหล่านี้จะช่วยให้ผู้เรียนสามารถปรับตัวในสภาพแวดล้อมการทำงานที่เปลี่ยนแปลงอยู่เสมอ และการเรียนรู้ตามแนวทาง Work-based Learning ได้รับการสนับสนุนจาก Billett [20] ระบุว่ากรอบผสมผสานการเรียนรู้

ในสถานศึกษากับการปฏิบัติในสถานที่ทำงานจะช่วยเพิ่มความเข้าใจและความสามารถของผู้เรียนในการทำงานจริง มาตรฐานที่ 2 : การจัดการอาชีวศึกษา วิทยาลัยต้องปรับปรุงรูปแบบการจัดการศึกษาให้มีความยืดหยุ่นและสามารถตอบสนองต่ออุตสาหกรรมและเศรษฐกิจยุคใหม่ การนำเทคโนโลยีมาใช้ เช่น AI, Big Data, Blockchain และ Smart Classroom จะช่วยเพิ่มคุณภาพการจัดการศึกษาให้มีประสิทธิภาพและทันสมัย สอดคล้องกับงานของ Schwab [21] ที่เน้นว่าการปฏิวัติอุตสาหกรรมครั้งที่สี่ (Industry 4.0) ได้เปลี่ยนแปลงระบบเศรษฐกิจและแรงงานทั่วโลก การสร้าง Smart Classroom และการใช้เทคโนโลยีเพื่อการเรียนรู้อย่างสอดคล้องกับงานวิจัยของ Hwang et al. [22] ที่แสดงให้เห็นว่าเทคโนโลยีช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการเรียนรู้และการจัดการ ห้องเรียน มาตรฐานที่ 3: การสร้างสังคมแห่งการเรียนรู้ การเรียนรู้ตลอดชีวิตเป็นแนวทางที่ได้รับการสนับสนุนจากผู้เชี่ยวชาญทุกท่าน โดยเน้นการส่งเสริม Upskilling & Reskilling ให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาทักษะเพิ่มเติมได้ตลอดเวลา สอดคล้องกับแนวคิดของ Drucker [23] ที่ชี้ให้เห็นว่าความสามารถในการเรียนรู้และปรับตัวของบุคคลเป็นปัจจัยสำคัญในยุคของเศรษฐกิจ

ฐานความรู้ นอกจากนี้การพัฒนาเครือข่าย TVET 4.0 เพื่อสร้างระบบนิเวศทางการศึกษาให้เชื่อมโยงกับอุตสาหกรรมยังสอดคล้องกับแนวทางของ UNESCO [24] ที่สนับสนุนการสร้างระบบนิเวศทางการศึกษาที่เชื่อมโยงกับอุตสาหกรรมเพื่อพัฒนาผู้เรียนให้ตอบสนองต่อความต้องการของตลาดแรงงาน

การบริหารวิทยาลัยอาชีวศึกษาขนาดเล็กพิเศษจำเป็นต้องมีแนวทางที่ชัดเจนและสอดคล้องกับเป้าหมายเชิงยุทธศาสตร์ของการอาชีวศึกษา ซึ่งสามารถแบ่งออกเป็น 4 ด้าน ได้แก่ การบริหารทรัพยากร ผู้เชี่ยวชาญทุกท่านให้ความสำคัญกับการใช้ทรัพยากรให้เกิดประโยชน์สูงสุด โดยเน้นแนวทาง Green Economy, Circular Economy สอดคล้องกับงานวิจัยของ Stahel [25] ที่เน้นการใช้ทรัพยากรอย่างมีประสิทธิภาพเพื่อลดของเสียและสร้างมูลค่าเพิ่ม และ Vocational Business Model ซึ่งจะช่วยลดการพึ่งพางบประมาณจากรัฐและเพิ่มความสามารถในการพึ่งพาตนเองของวิทยาลัย การบริหารแผนงานและความร่วมมือ ความร่วมมือกับภาคอุตสาหกรรมและเครือข่ายระดับนานาชาติมีความสำคัญอย่างยิ่ง สอดคล้องกับแนวคิดของ Porter & Kramer [26] ที่ชี้ให้เห็นว่าการพัฒนารูปแบบสร้างคุณค่าร่วม (Shared Value) จะช่วยเพิ่มขีดความสามารถทางการเงินขององค์กร โดยผู้เชี่ยวชาญส่วนใหญ่เห็นว่าการสร้าง Cluster-based Vocational Network สอดคล้องกับแนวคิดของ Michael E. Porter [27] ที่กล่าวถึงความสำคัญของ Cluster ในการสร้างความได้เปรียบเชิงแข่งขัน นอกจากนี้ การเข้าร่วม ASEAN TVET Network จะช่วยเพิ่มโอกาสให้นักศึกษาและเสริมศักยภาพของสถานศึกษา สนับสนุนการแลกเปลี่ยนองค์ความรู้และสร้างโอกาสการจ้างงานระดับภูมิภาค ซึ่งเป็นไปตามแนวทางของ UNESCO [24] การพัฒนากิจการนักศึกษา ผู้เชี่ยวชาญทุกท่านเน้นให้ความสำคัญกับการพัฒนาทักษะด้าน Soft Skills, Digital Skills และการเป็นผู้ประกอบการ เพื่อให้ผู้เรียนสามารถเข้าสู่ตลาดแรงงานหรือสร้างธุรกิจของตนเองได้อย่างมั่นคง สอดคล้องกับงานของ Heckman & Kautz [28] ที่ระบุว่าทักษะด้าน Soft Skills มีผลสำคัญต่อความสำเร็จของบุคคลในชีวิตการทำงาน การเน้นการเป็นผู้ประกอบการยังสอดคล้องกับแนวทางของ Drucker [29] ที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนมีความสามารถในการสร้างโอกาสและความมั่นคงทาง

เศรษฐกิจ การบริหารวิชาการ การพัฒนา Outcome-based Education (OBA) เป็นแนวคิดที่ได้รับการยอมรับอย่างกว้างขวาง [30] ว่าช่วยเน้นการเรียนรู้ที่มุ่งสู่ผลลัพธ์ที่ต้องการ การใช้ AI-based Adaptive Learning และ Blockchain-based Credentialing System จะช่วยให้การบริหารวิชาการมีความแม่นยำ โปร่งใส และสามารถแข่งขันในระดับนานาชาติได้ สอดคล้องกับงานของ Huang et al. [31] ที่แสดงให้เห็นว่าเทคโนโลยีเหล่านี้สามารถเพิ่มความแม่นยำ โปร่งใส และสร้างมาตรฐานสากลให้กับระบบการศึกษา

7. ข้อเสนอแนะ

7.1 ข้อเสนอแนะ

7.1.1 วิทยาลัยอาชีวศึกษาขนาดเล็กพิเศษควรสร้างระบบนิเวศทางการศึกษาที่เชื่อมโยงกับภาคอุตสาหกรรมและชุมชนอย่างเป็นรูปธรรม เพื่อให้เกิดการพัฒนาทักษะที่ตอบสนองต่อความต้องการของตลาดแรงงาน

7.1.2 ควรสนับสนุนการนำ Outcome-based Education และระบบ AI-based Adaptive Learning มาใช้อย่างจริงจัง เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของการเรียนการสอนและการบริหารวิชาการ

7.1.3 ควรพัฒนาศักยภาพของผู้บริหารและบุคลากรทางการศึกษาให้สามารถใช้เทคโนโลยีสมัยใหม่และบริหารจัดการทรัพยากรได้อย่างมีประสิทธิภาพ

7.2 ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

7.2.1 ควรศึกษาความเป็นไปได้และประสิทธิผลของการนำระบบ Blockchain-based Credentialing มาใช้ในวิทยาลัยอาชีวศึกษาขนาดเล็กพิเศษ

7.2.2 ควรทำการวิจัยเชิงปฏิบัติการเกี่ยวกับการใช้เทคโนโลยี Metaverse ในการฝึกทักษะวิชาชีพและผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นกับผู้เรียน

7.2.3 ควรศึกษาความสำเร็จของการสร้าง Cluster-based Vocational Network ในการเพิ่มขีดความสามารถของสถานศึกษาและนักศึกษาในระดับภูมิภาค

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยเรื่อง “การศึกษากรอบแนวคิดเกี่ยวกับการกำหนดนโยบายการบริหารวิทยาลัยอาชีวศึกษาเพื่อการพัฒนาวิทยาลัยขนาดเล็กพิเศษ” นี้สำเร็จลุล่วงด้วยความช่วยเหลือและการสนับสนุนจากบุคคลและหน่วยงานหลายฝ่าย

ผู้วิจัยขอแสดงความขอบคุณอย่างสูงขอขอบคุณอาจารย์ที่ปรึกษาที่ได้ให้คำปรึกษา แนะนำ และตรวจสอบงานวิจัยด้วยความเอาใจใส่และความทุ่มเทอย่างเต็มที่ตลอดระยะเวลาการดำเนินงานวิจัย

ขอขอบคุณผู้บริหารและบุคลากรของวิทยาลัยอาชีวศึกษาที่เข้าร่วมการศึกษานี้ ซึ่งได้ให้ข้อมูลและข้อคิดเห็นที่มีคุณค่าเป็นอย่างยิ่ง รวมทั้งแสดงความร่วมมืออย่างดียิ่งในการตอบแบบสอบถามและการสัมภาษณ์

นอกจากนี้ ขอขอบคุณหน่วยงานและองค์กรต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องในด้านการพัฒนาการศึกษาระดับอาชีวศึกษา ซึ่งได้ให้การสนับสนุนข้อมูลและทรัพยากรที่จำเป็นต่อการศึกษารังนี้

สุดท้ายนี้ ผู้วิจัยขอขอบคุณครอบครัว เพื่อน และผู้ที่อยู่เบื้องหลังทุกท่าน ที่ได้ให้กำลังใจและสนับสนุนผู้วิจัยอย่างต่อเนื่อง จนงานวิจัยฉบับนี้เสร็จสมบูรณ์

เอกสารอ้างอิง

- [1] World Economic Forum, “The Global Competitiveness Report,” World Economic Forum, Geneva, Switzerland, 2021.
- [2] IMD World Competitiveness Center, “IMD World Competitiveness Yearbook,” IMD, Lausanne, Switzerland, 2021.
- [3] Office of Vocational Education Commission, “Quick win policies for vocational education development,” Ministry of Education, Bangkok, Thailand, 2022.
- [4] Ministry of Education, “Challenges of Small Vocational Colleges in Thailand,” Ministry of Education, Bangkok, Thailand, 2023.
- [5] Office of the Vocational Education Commission, Regulations and Guidelines for Vocational Education Management at the Certificate and Higher Certificate Levels: Topic 1 – Vocational Education Management, Minburi Technical College, 2019. (in Thai)
- [6] R. Traimalai, P. Polsaram, and P. Nilsuk, “Development of a management model for vocational education institutions toward excellence in response to Thailand 4.0,” *Chulalongkorn University Journal of Education*, vol. 47, no. 1, pp. 294–314, 2019. (in Thai)
- [7] P. Mungkalapisankul, “Administrative guidelines based on vocational education standards of large private vocational schools in Bangkok,” *Electronic Journal of Education*, vol. 10, no. 1, pp. 358–367, 2015. (in Thai)
- [8] W. Mungkun et al., “Development of a quality management model for private vocational colleges,” *Journal of Social Science Academic and Research*, vol. 10, no. 28, pp. 65–80, 2015. (in Thai)
- [9] J. Phala and W. Siririt, “Strategic management of private vocational education administrators in the upper northern region,” *Journal of Education, Khon Kaen University*, no issue info, pp. 132–142, 2015. (in Thai)
- [10] A. Sinprasong and M. Chaichit, “Risk management model in private colleges of technology and vocational education,” *Far Eastern University Academic Journal*, vol. 9, no. 2, pp. 204–216, 2015. (in Thai)

- [11] K. Chanda-art and W. Prasertporn, "Guidelines for educational administration according to vocational education standards under Khon Kaen Provincial Vocational Education Office," *Roi Kaen Sam Sun Journal of Academic*, vol. 6, no. 6, pp. 233–246, 2021. (in Thai)
- [12] N. Buranachan, "Factors affecting the effectiveness of educational administration in private vocational schools," *Eastern Asia University Academic Journal: Social Sciences and Humanities Edition*, vol. 5, no. 1, pp. 153–160, 2015. (in Thai)
- [13] P. Wongpom, P. Pongnimmit, and S. Sroinam, "A model of educational administration toward international standards for institutions under the Office of the Vocational Education Commission," *Mahachula Nakhon Journal*, vol. 6, no. 8, pp. 3826–3842, 2019. (in Thai)
- [14] S. Treephet *et al.*, "A management model for science-based technology colleges in vocational education institutions," *Naresuan University Journal of Education*, vol. 17, no. 4, pp. 52–63, 2015. (in Thai)
- [15] D. Limthong, Y. Buawed, and P. Yuenyaw, "Administration of vocational education institutions in the field of fine arts based on the concept of Jintanawattana innovation," *Journal of MCU Peace Studies Review*, vol. 10, no. 5, pp. 2248–2259, 2022. (in Thai)
- [16] N. Uchupap, "Marketing strategies for vocational education administration in the Thailand 4.0 era," *Journal of Education, Prince of Songkla University, Pattani Campus*, vol. 30, no. 1, pp. 1–11, 2022. (in Thai)
- [17] Y. Zhang, "The organizational structure of vocational education colleges in the United States," *International Journal of Educational Management*, 2022.
- [18] J. Liu and X. Li, "The impact of organizational structure on the effectiveness of vocational education," *Journal of Vocational Education and Training*, 2021.
- [19] P. Hager and D. Beckett, *The Learning Workplace: Bridging Work and Education*, Routledge, 2020.
- [20] S. Billett, *Learning in the Workplace: Strategies for Effective Practice*, Routledge, 2014.
- [21] K. Schwab, *The Fourth Industrial Revolution*, Crown Business, 2016.
- [22] G. J. Hwang *et al.*, "Innovative technologies for education and learning," *Educational Technology & Society*, 2018.
- [23] P. F. Drucker, *Post-Capitalist Society*, HarperBusiness, 1993.
- [24] UNESCO, *TVET for Sustainable Development Goals: A Framework for Action*, Paris: UNESCO, 2016.
- [25] W. R. Stahel, "Circular economy," *Nature*, vol. 531, no. 7595, pp. 435–438, 2016.
- [26] M. E. Porter and M. R. Kramer, "Creating shared value," *Harvard Business Review*, 2011.
- [27] M. E. Porter, "Clusters and the new economics of competition," *Harvard Business Review*, 1998.
- [28] J. J. Heckman and T. Kautz, "Hard evidence on soft skills," *Labour Economics*, vol. 19, no. 4, pp. 451–464, 2012.
- [29] P. F. Drucker, *Innovation and Entrepreneurship*, Harper & Row, 1985.
- [30] W. G. Spady, *Outcome-Based Education: Critical Issues and Answers*. Arlington, VA: American Association of School Administrators, 1994.
- [31] R. Huang *et al.*, *Emerging Technologies for Education: AI, Blockchain, and Adaptive Learning*, Springer, 2020.

ความท้าทายและกลยุทธ์ในการบริหารจัดการอาชีวศึกษาในประเทศไทย : การวิเคราะห์เชิงลึก
Challenges and Strategies for Vocational Education Management
in Thailand : An In-depth Analysis

กิตติพงษ์ เพียรพิทักษ์^{1*}

Kittipong Pearnpitak^{1*}

^{*}คณะรัฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี จังหวัดอุบลราชธานี 34190

¹Faculty of Political Science, Ubon Ratchathani University, Ubon Ratchathani, 34190

Received : 2024-08-26 Revised : 2024-09-27 Accepted : 2024-10-22

บทคัดย่อ

การศึกษาครั้งนี้ต้องการทราบถึงปัญหาที่แท้จริงของการบริหารจัดการอาชีวศึกษาที่เกิดขึ้นในประเทศไทย โดยการเก็บข้อมูลกับผู้บริหารสถานศึกษา 18 คน และนักเรียน 300 คนที่กำลังศึกษาอยู่ในสถานศึกษาอาชีวศึกษาที่ได้รับการจัดตั้งเป็นศูนย์ประสานงานการผลิตและพัฒนากำลังคนอาชีวศึกษาทั่วประเทศ ซึ่งใช้วิธีการวิจัยเชิงคุณภาพเป็นหลัก ประกอบกับการนำข้อเสนอแนะจากคำถามปลายเปิดเชิงปริมาณมาสังเคราะห์ร่วมเพื่อให้ถึงจุดร่วมของปัญหา ผลการศึกษาพบว่า ปัญหาสำคัญมาจากการนโยบายนโยบายไปปฏิบัติที่ขาดความต่อเนื่อง ส่งผลทำให้งบประมาณที่ได้รับไม่สามารถจัดสรรไปยังโครงการที่วางแผนไว้ได้ทั้งหมด ประกอบกับครูและบุคลากรทางการศึกษายังไม่มีความพร้อมเพื่อให้สามารถบรรลุเป้าหมายในทางปฏิบัติได้ ถึงแม้ว่าจะขอความร่วมมือจากสถานประกอบการในการสร้างหลักสูตรและการสนับสนุนด้านเครื่องมือการฝึกอบรมแล้วก็ตาม ด้วยเหตุนี้ ข้อเสนอแนะที่เป็นไปได้ในทางปฏิบัติจะต้องเริ่มจากการพัฒนาศักยภาพของครูในสถานศึกษาอาชีวศึกษาให้มีความเข้มแข็งก่อน หลังจากนั้นจึงใช้ความร่วมมือกับสถานประกอบการเพื่อสนับสนุนการฝึกอบรมนักเรียนให้ตรงกับความต้องการของตลาดแรงงาน พร้อมทั้งกระตุ้นให้ภาครัฐเข้ามามีส่วนร่วมในการสร้างกลไกและวางแผนการขับเคลื่อนแนวทางการพัฒนาอาชีวศึกษาให้เกิดผลสัมฤทธิ์อย่างเป็นรูปธรรม

คำสำคัญ : ความท้าทายและกลยุทธ์, การบริหารจัดการอาชีวศึกษา, การวิเคราะห์เชิงลึก

Abstract

This study aimed to pinpoint the actual problems in vocational education management in Thailand. The data were collected from 18 school administrators and 300 students under vocational education institutions that were established as Center of Vocational Manpower Networking Management (CVM) across the country. Qualitative research was mainly employed. Suggestions from open-ended quantitative questions were synthesized to solve problems. The findings revealed that the main problem was the lack of constant policy implementation, causing a poor budget allocation for planned projects. Moreover, teachers and educational personnel were not ready to achieve the goals even though cooperation was asked from the establishments in developing the curriculum and support in terms of training instruments. Therefore, the potential and practical recommendations include the development of teacher potential in vocational education institutions. Then, cooperation with business establishments should be formed to support student training to meet the needs of the labor market and encourage the

*กิตติพงษ์ เพียรพิทักษ์

E-mail address : kittipong.p@ubu.ac.th

public sector to participate in developing mechanisms and driving the vocational education development approach to achieve tangible outcomes.

Keywords : Challenges and strategies, Vocational education management, In-depth analysis

1. บทนำ

ทิศทางการจัดการอาชีวศึกษาของประเทศไทยเป็นผลสืบเนื่องมาจากการแรงกดดันของสังคม ความต้องการของอุตสาหกรรม และการเปลี่ยนผ่านกระแสโลกาภิวัตน์ที่ถูกขับเคลื่อนด้วยเป้าหมายการพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศ ซึ่งหัวใจสำคัญของอาชีวศึกษาที่ผ่านมา คือ การเสนอทางเลือกให้แก่นักเรียนที่มีความสนใจในการฝึกฝนทักษะผ่านการฝึกอบรมเพื่อเตรียมความพร้อมสำหรับการประกอบอาชีพเฉพาะ [1] ถึงแม้ว่าความตั้งใจของนักเรียนจะมีอยู่อย่างท่วมท้น แต่ถึงกระนั้นความพยายามส่วนใหญ่ของนักเรียนมักถูกลดทอนด้วยมิติที่มีความซับซ้อนของระบบการศึกษาและสถานศึกษาอาชีวศึกษาที่ไม่สามารถจัดการกับปัญหาที่กำลังเผชิญอยู่ได้อย่างเป็นรูปธรรม [2] ซึ่งปัญหาที่เกิดขึ้นนี้สะท้อนให้เห็นถึงผลกระทบต่อการวางแผนและการจัดสรรกำลังคนแรงงานในอนาคต

สิ่งที่สามารถพิสูจน์ให้เห็นได้อย่างชัดเจนถึงปัญหาและอุปสรรคต่าง ๆ ในการพัฒนาอาชีวศึกษาของไทยตลอดระยะเวลา 20 ปีที่ผ่านมา คือ 1) ความสามารถในการเพิ่มกำลังคนที่มีทักษะวิชาชีพ 2) บทบาทของนักเรียนอาชีวศึกษาที่กำลังสำเร็จการศึกษา และ 3) ความร่วมมือระหว่างผู้ประกอบการวิชาชีพและภาคอุตสาหกรรม [3] เมื่อวาทกรรมเชิงนโยบายเหล่านี้ไม่สามารถบรรลุความสำเร็จตามที่ตั้งเป้าหมายไว้ได้และสืบเนื่องมาจนถึงปัจจุบัน ข้าแล้วผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นตลอดระยะเวลาที่ผ่านมายังไม่ได้สะท้อนให้เห็นถึงเป้าหมายร่วมของผู้ที่มีส่วนได้ส่วนเสียอย่างแท้จริง สิ่งนี้ทำให้เกิดเป็นความตระหนักและความรับผิดชอบต่อทิศทางการเติบโตของอาชีวศึกษาภายใต้แรงกดดันจากการแข่งขันทางด้านทักษะอาชีพที่เพิ่มสูงขึ้น [4] ในทางกลับกันการเสริมสร้างทักษะและองค์ความรู้ของนักเรียนด้วยกระบวนการที่ถูกต้องถือเป็นจุดเริ่มต้นของความสำเร็จในการพัฒนาประเทศ

สำหรับประเทศไทยได้มีการกำหนดยุทธศาสตร์ชาติโดยมุ่งเน้นการเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันของประเทศ

ซึ่งเป็นกลไกหนึ่งสำหรับการบรรลุเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน โดยมีการจัดลำดับความสำคัญของปัญหาที่ครอบคลุมถึงการพัฒนาอาชีวศึกษาไปพร้อมกับการรองรับการขยายตัวของอุตสาหกรรมเป้าหมายที่สำคัญต่อการขับเคลื่อนค่าเฉลี่ยผลิตภัณฑ์มวลรวมของประเทศ (Gross Domestic : GDP) แต่ความเป็นพลวัตของการพัฒนาอาชีวศึกษาถือเป็นความท้าทายต่อการกำหนดทิศทางการพัฒนาทุนมนุษย์ซึ่งไม่สามารถหลีกเลี่ยงได้หากต้องการผลิตกำลังคนอาชีวศึกษาที่มีศักยภาพสูงอย่างต่อเนื่อง [5] โดยเฉพาะอย่างยิ่งการยกระดับคุณค่าของแรงงานภายใต้มิติที่เชื่อมโยงกับทิศทางการพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศ

อย่างไรก็ตาม การทำความเข้าใจเกี่ยวกับมิติของปัญหาที่ซับซ้อนของความสำเร็จของการพัฒนาอาชีวศึกษาในประเทศไทยจะทำให้เกิดการรับรู้ถึงข้อบกพร่องของการนำนโยบายเป้าหมาย และยุทธศาสตร์การผลิตและพัฒนากำลังคนอาชีวศึกษาไปปฏิบัติ โดยได้เริ่มมีการขับเคลื่อนมาตั้งแต่ปี พ.ศ. 2555 จนถึงปัจจุบัน ซึ่งสะท้อนให้เห็นถึงช่องว่างที่เป็นอุปสรรคต่อการบรรลุผลสัมฤทธิ์ของการบริหารจัดการศึกษาทั้งในระดับภูมิภาคและระดับประเทศ ดังนั้น การนำเสนอมุมมองความท้าทายและกลยุทธ์ในการบริหารจัดการอาชีวศึกษาในประเทศไทย จะเป็นข้อมูลสำคัญต่อการนำไปพิจารณาเพื่อกำหนดแนวทางการยกระดับคุณภาพการจัดการเรียนการสอนให้สอดคล้องและเชื่อมโยงกับความต้องการของสถานประกอบการ พร้อมทั้งยังเป็นแนวทางการพัฒนาอาชีวศึกษาตามมาตรฐานในระดับสากล

2. วัตถุประสงค์

2.1 เพื่อวิเคราะห์ปัญหาและอุปสรรคในการบริหารจัดการอาชีวศึกษาทั้งในด้านนโยบาย การปฏิบัติ และการสนับสนุนจากภาครัฐและภาคเอกชน

2.2 เพื่อประเมินความต้องการและทัศนคติของนักเรียนอาชีวศึกษาในการพัฒนาหลักสูตรและการฝึกอบรมให้ตรงกับความต้องการของตลาดแรงงาน

2.3 เพื่อเสนอแนะกลยุทธ์ในการพัฒนาอาชีวศึกษาโดยมุ่งเน้นการประสิทธิภาพในการดำเนินงาน การสนับสนุนจากรัฐบาล และการสร้างความร่วมมือกับสถานประกอบการสำหรับการพัฒนาอาชีวศึกษาอย่างยั่งยืน

3.การทบทวนวรรณกรรม

จุดเริ่มต้นของการศึกษาปัญหาของการพัฒนาอาชีวศึกษา มาจากเล็งเห็นถึงความสำคัญของการผลิตกำลังคนที่มีทักษะ เฉพาะภายใต้บทบาทของสถานศึกษาอาชีวศึกษา พร้อมทั้งยัง เป็นการผลักดันให้นักเรียนที่จบการศึกษาเข้าสู่ตลาดแรงงาน ตามความคาดหวังของรัฐบาล โดยผู้วิจัยได้ทำการทบทวน วรรณกรรมอย่างครอบคลุมเรียงตามประเด็นสำคัญ ดังนี้

3.1การนำนโยบายอาชีวศึกษาไปปฏิบัติ

จุดเน้นของการศึกษาด้านเทคนิคอาชีวศึกษาและ การฝึกอบรม (Technical Vocational Education and Training : TVET) ภายใต้ความคาดหวังของรัฐบาล คือ การลดปัญหาการว่างงานและการส่งเสริมแรงงานที่มีทักษะสูง โดยการกำหนดนโยบายจะมุ่งเน้นไปที่เป้าหมาย 3 ประการ ได้แก่ 1) การฝึกงานแบบทวิภาคีโดยใช้วิธีการประสานงานและ การเพิ่มการมีส่วนร่วมของผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย 2) การเรียนรู้ จากการทำงานในสถานศึกษาอาชีวศึกษาอย่างลึกซึ้ง และ 3) การสร้างนวัตกรรมและการเป็นผู้ประกอบการรุ่นใหม่เพื่อ ประโยชน์ทางด้านเศรษฐกิจของประเทศ [6] นอกจากนี้ การ นำนโยบายอาชีวศึกษาไปปฏิบัติจะต้องคำนึงถึงช่องว่างของ การพัฒนานโยบายการศึกษาที่รัฐบาลทำอย่างต่อเนื่อง [7], [8] และการแสดงออกซึ่งเจตนารมณ์ของรัฐบาลภายใต้ ทรัพยากรที่มีอยู่อย่างจำกัดเพื่อตอบสนองความต้องการของ การพัฒนาอาชีวศึกษาในภาพรวมประเทศ

3.2ปัญหาและอุปสรรคของการพัฒนาอาชีวศึกษา

ในหลายประเทศการเผชิญกับความท้าทายของการจัดการ อาชีวศึกษามาจากการวางแผนภายใต้นโยบายที่ไม่ได้คำนึงถึง ช่องว่างทางการศึกษา การขาดแคลนบุคลากรทางการศึกษา และการจัดสรรงบประมาณที่ไม่สอดคล้องกับความก้าวหน้าของ เทคโนโลยี [9] [10] โดยสามารถกำหนดมิติของปัญหาการ พัฒนาอาชีวศึกษา ดังนี้

3.2.1ปัญหาด้านนโยบาย มีสาเหตุมาจากการละเลยบริบท ของความความน่าจะเป็นต่อทิศทางการพัฒนาโดยไม่ได้นำ แนวความคิดร่วมสมัยมาปรับใช้เพื่อลดช่องว่างระหว่าง เป้าหมายของการจัดการศึกษากับมาตรฐานการสอนที่เป็นอยู่ ในปัจจุบัน [11] โดยสิ่งนี้ สะท้อนให้เห็นถึงมุมมอง ที่ตลาดเคลื่อนไปจากความเป็นจริงและยากต่อความสำเร็จ ในเชิงนโยบาย รวมถึงยังส่งผลต่อการรับรู้ของสาธารณชนและ

ข้อเท็จจริงเกี่ยวกับความต้องการเลือกเรียนอาชีวศึกษาที่ ลดน้อยลงของสังคมในระยะยาว [12]

3.2.2ปัญหาด้านการปฏิบัติ สามารถพิจารณาได้จาก กระบวนการผลิตนักเรียนอาชีวศึกษาที่ไม่สอดคล้องกับ ความ ต้องการของตลาดแรงงาน โดยไม่เล็งเห็นถึงความสำคัญ ของ การฝึกอบรม เนื้อหาของหลักสูตร การขาดแคลนครู อุปกรณ์ และอื่น ๆ ถึงแม้ว่าภาวะเศรษฐกิจและตลาดแรงงานจะมีการ แข่งขันเพิ่มสูงขึ้น แต่การถ่ายทอดทักษะให้กับนักเรียนยังขาด ความเชื่อมโยงกับภาคส่วนต่าง ๆ [13] [14] ภายใต้ความเป็น พลวัตของเทคโนโลยี

3.2.3ปัญหาด้านการสนับสนุนและส่งเสริม มาจากการ แทรกแซงของรัฐบาลเพื่อสร้างโอกาสในการถ่ายทอดทักษะ ที่จำเป็นผ่านรูปแบบการศึกษาด้าน TVET ส่งผลทำให้มีการ เคลื่อนย้ายทรัพยากรและการสร้างเครือข่ายที่เป็นทางการ [15] โดยสถานศึกษาอาชีวศึกษาส่วนใหญ่ในปัจจุบันขาดการ ได้รับการสนับสนุนจากรัฐบาลทั้งในเรื่องเงิน โครงสร้างพื้นฐาน สื่อการสอน และแรงจูงใจเกี่ยวกับความก้าวหน้าในสายอาชีพ [16] นอกจากนี้ นักเรียนยังขาดโอกาสในการแสดงความ คิดเห็นและมีส่วนร่วมในการวางแผนที่เป็นประโยชน์ต่อการ พัฒนาอาชีวศึกษาในอนาคต

3.3กลไกการพัฒนาอาชีวศึกษา

ความท้าทายอย่างต่อเนื่องสำหรับการขับเคลื่อน อาชีวศึกษาทั่วโลกได้มีการคาดหวังผลลัพธ์ผ่านกลไกการสร้าง วิสัยทัศน์ร่วมกันในการเปลี่ยนแปลงตลาดแรงงาน เศรษฐกิจ และสังคม โดยถือเป็นพันธกิจที่เชื่อมโยงกิจกรรมของ TVET ทั้งในระดับประเทศและระดับโลก ซึ่งจำเป็นต้องอาศัยมุมมอง จากภาครัฐ ภาคเอกชน และภาคประชาชนสังคม รวมถึงผู้ที่ มีส่วนได้ส่วนเสีย [17] สำหรับการกำหนดแนวทางการพัฒนา ความเป็นไปได้ในแต่ละบริบทของพื้นที่ที่แตกต่างกัน

อย่างไรก็ตาม การศึกษาครั้งนี้มุ่งเน้นการนำเสนอ ความท้าทายและกลยุทธ์การยกระดับอาชีวศึกษาโดยมุ่งเน้น การแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นในหลายประเด็นทั้งด้านนโยบาย ด้านการปฏิบัติ และด้านการสนับสนุนและส่งเสริมภายใต้ นโยบายของรัฐบาล ดังนั้น จำเป็นต้องมีการพัฒนากลไกและ วิธีการที่มีส่วนร่วมของทุกภาคส่วนในการขับเคลื่อนนโยบาย การผลิตและพัฒนาอาชีวศึกษาเพื่อให้สามารถตอบสนอง ต่อความต้องการทางเศรษฐกิจและสังคมเป็นสำคัญ

4.ขอบเขตการวิจัย

การศึกษาวิจัยครั้งนี้ครอบคลุมมิติสำคัญหลายประการของการพัฒนาอาชีวศึกษาในประเทศไทย โดยเน้นย้ำถึงกระบวนการนำนโยบายไปปฏิบัติ กลยุทธ์การสนับสนุน และแนวทางที่นำไปสู่การพัฒนากำลังคนอย่างยั่งยืน ซึ่งมีจุดมุ่งหมายเพื่อตรวจสอบความท้าทายและแนวทางแก้ไขที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานอาชีวศึกษาอย่างลึกซึ้งผ่านระเบียบวิธีวิจัยทั้งเชิงคุณภาพและเชิงปริมาณ โดยให้ผู้บริหารสถานศึกษาและนักศึกษามีส่วนร่วมเพื่อรวบรวมมุมมองที่หลากหลาย อย่างไรก็ตาม ประเด็นสำคัญที่มุ่งเน้นภายในขอบเขตของการวิจัยนี้ กล่าวคือ 1) การประเมินความต่อเนื่องของการนำนโยบายอาชีวศึกษาไปปฏิบัติ 2) ความท้าทายในการดำเนินงานของสถานศึกษาอาชีวศึกษาในแง่มุมต่าง ๆ เช่น ความพร้อมของโปรแกรมฝึกอบรม ความสอดคล้องของเนื้อหาหลักสูตร 3) ความร่วมมือระหว่างสถานศึกษาอาชีวศึกษาและสถานประกอบการ 4) ความพร้อมของครูและนักเรียน และ 5) การสนับสนุนจากรัฐบาลและสังคม

ด้วยเหตุนี้ งานวิจัยจึงมีวัตถุประสงค์เพื่อนำเสนอข้อมูลเชิงลึกที่ครอบคลุมเกี่ยวกับความซับซ้อนของอาชีวศึกษาในประเทศไทย โดยถือเป็นข้อเสนอแนะเชิงปฏิบัติสำหรับผู้กำหนดนโยบาย ผู้บริหารสถานศึกษา และผู้มีส่วนได้ส่วนเสียอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการฝึกอบรมสายอาชีพและการพัฒนาบุคลากร

5.วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นใช้วิธีการวิจัยคุณภาพนำเชิงปริมาณ (qualitative research with quantitative support) กล่าวคือ ผู้วิจัยเริ่มต้นจากการทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องทั้งหมด จนได้ตัวแปรที่นำมาใช้สำหรับการศึกษาทั้งในประเด็นด้านนโยบายการปฏิบัติ และการสนับสนุนและส่งเสริมประกอบกับได้นำข้อมูลในส่วนนี้ไปใช้สร้างเครื่องมือการวิจัยที่ผ่านการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือในด้านความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (content validity) จากผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน โดยได้ค่าความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์การวิจัย เท่ากับ 0.93 และค่าความเชื่อมั่น (reliability) เท่ากับ 0.77 ตามมาตรฐานการวิจัย โดยสามารถอธิบายรายละเอียดดังนี้

5.1ผู้เข้าร่วมการวิจัย

สำหรับผู้เข้าร่วมการวิจัยเชิงคุณภาพ คือ ผู้บริหารของสถานศึกษาอาชีวศึกษาที่ได้รับการจัดตั้งเป็นศูนย์ประสานงานการผลิตและพัฒนากำลังคนอาชีวศึกษาทั้งหมดในประเทศไทย โดยแบ่งออกเป็นภาคเหนือ 3 แห่ง ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 5 แห่ง ภาคกลาง 4 แห่ง ภาคตะวันออก 3 แห่ง ภาคใต้ 2 แห่ง และชายแดนใต้ 1 แห่ง รวม 18 คน ที่รับผิดชอบตามศูนย์กลุ่มจังหวัด ส่วนการวิจัยเชิงปริมาณ คือ นักเรียนที่กำลังศึกษาอยู่ในระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) ปี 3 และกำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างโดยใช้กฎแห่งความชัดเจน (Rule of Thumb) หรือเป็นรูปแบบการคำนวณโดยอิงจากประสบการณ์จริงมากกว่าทฤษฎี ได้จำนวน 300 คน โดยเฉลี่ยตามสัดส่วนในแต่ละศูนย์ประสานงาน

5.2การเก็บข้อมูลการวิจัย

การศึกษานี้ใช้วิธีการวิจัยแบบผสมผ่านการออกแบบการวิจัยแบบคู่ขนาน (convergent design) เพื่อนำมาวิเคราะห์เปรียบเทียบผลลัพธ์สำหรับประเด็นที่สอดคล้องกัน ข้อมูลเชิงคุณภาพถูกเก็บรวบรวมผ่านการสัมภาษณ์เชิงลึกจากผู้บริหารสถานศึกษาอาชีวศึกษาที่เต็มใจเข้าร่วมการวิจัย โดยผู้วิจัยมีส่วนร่วมในทุกกระบวนการเก็บรวบรวมข้อมูล ส่วนข้อมูลเชิงปริมาณถูกเก็บรวบรวมโดยใช้แบบสอบถามปลายเปิดกับนักเรียนที่สมัครใจในการตอบคำถามเท่านั้น เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ปราศจากอคติเกี่ยวกับประเด็นปัญหาและแนวทางการแก้ไขภายใต้มุมมองของผู้เรียนมากที่สุด

5.3การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์เชิงลึกเป็นการนำข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์เชิงลึกและการสังเกตผู้ให้ข้อมูลสำคัญมาสังกัดประเด็นหลักที่น่าสนใจ เพื่อใช้ในการวิเคราะห์ร่วมกับข้อมูลเชิงปริมาณอย่างเป็นระบบ ประกอบกับการใช้วิธีการจัดลำดับความสำคัญของข้อมูลผ่านกระบวนการสังเคราะห์ เพื่อให้สามารถเชื่อมโยงกับข้อเท็จจริงที่ปรากฏในแต่ละสถานการณ์ที่ผู้ให้ข้อมูลทุกกลุ่มต้องเผชิญ โดยการคำนวณจะพิจารณาตามสัดส่วนของผู้ตอบแบบสอบถาม เพื่อให้ได้ผลรวมและเปอร์เซ็นต์ที่ชัดเจนและแม่นยำ ทั้งนี้ เพื่อสรุปเป็นข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์สำหรับการพัฒนาการอาชีวศึกษาให้สอดคล้องกับบริบทของประเทศไทยอย่างแท้จริง

6.ผลการวิจัยและการอภิปรายผล

การศึกษาประเด็นเรื่องมิติของปัญหาที่มาขัดขวางความสำเร็จของการพัฒนาอาชีวศึกษาในประเทศไทยเกิดจากความพยายามในการสังเคราะห์ข้อมูลทั้ง 2 ผังจากมุมมองทั้งผู้บริหารสถานศึกษาอาชีวศึกษาและนักเรียนภายใต้ข้อเท็จจริงและความเป็นไปได้ โดยมิติของปัญหาประกอบด้วย 3 ประเด็นสำคัญ ดังนี้

6.1มิติของปัญหาด้านนโยบาย

การกำหนดนโยบายอาชีวศึกษาถือเป็นเครื่องมือหนึ่งในการสร้างความเชื่อมั่นให้กับสังคมและอุตสาหกรรมที่จำเป็นต้องใช้แรงงานทักษะ โดยมีการสำรวจแนวนโยบายให้สอดคล้องกับทิศทางการพัฒนาประเทศและมีการมอบอำนาจจากรัฐบาลกลางให้กับท้องถิ่นโดยเฉพาะการผลิตนักเรียนอาชีวศึกษาเพื่อตอบสนองต่อความต้องการของอุตสาหกรรม [18] นอกจากนี้ ยังเป็นการกระจายอำนาจเพื่อยกระดับขีดความสามารถในการแข่งขันของประเทศในภาพรวมอีกด้วย

สำหรับปัญหาด้านนโยบายอาชีวศึกษาของประเทศไทยนั้นสามารถพิจารณาได้จากยุทธศาสตร์และนโยบายการผลิตและพัฒนากำลังคนอาชีวศึกษาที่ได้รับแรงกดดันจากผู้มีส่วนได้ส่วนเสียทุกภาคส่วน โดยมีเป้าหมายในการเพิ่มสัดส่วนผู้เรียนอาชีวศึกษามากขึ้น 70 เปอร์เซ็นต์ ในปี พ.ศ. 2569 แต่ความเป็นจริงเรื่องนี้เกิดขึ้นได้ยาก เนื่องจากสัดส่วนในปัจจุบันคือ 50 เปอร์เซ็นต์เมื่อเทียบกับผู้เรียนในสายสามัญ ประกอบกับนักเรียนมีมุมมองเรื่องการประกอบอาชีพที่เปลี่ยนไปจากอดีตซึ่งจากผลสำรวจระหว่างการเก็บข้อวิจยพบว่านักเรียนมากถึง 60 เปอร์เซ็นต์ที่ต้องการประกอบอาชีพส่วนตัว มีอิสระในการใช้ชีวิต และไม่อยากอยู่ภายใต้กฎระเบียบและข้อบังคับของสถานประกอบการ นอกจากนี้ นโยบายไม่ได้มุ่งแก้ไขปัญหในเรื่องของภาพลักษณ์อาชีวศึกษาที่มีต่อสังคม และผู้ประกอบการยังมองว่าการส่งลูกไปเรียนในสายสามัญเพื่อเรียนต่อในระดับปริญญาตรีมีความภาคภูมิใจมากกว่า พร้อมทั้งยังไม่อยากให้ลูกได้รับอันตรายหากเกิดจากความเสี่ยงเรื่องการยกพวกตีกันระหว่างสถานศึกษา

อีกหนึ่งปัญหาด้านนโยบาย คือ การไม่ได้วางแผนเรื่องการป้อนแรงงานอาชีวศึกษาเข้าสู่อุตสาหกรรมในพื้นที่เศรษฐกิจพิเศษได้อย่างเป็นรูปธรรมและมีหลายพื้นที่ที่ทดลองนโยบาย (sandbox) หากไม่สามารถรักษาและเพิ่มกำลังคนแรงงานที่มี

ทักษะได้เพียงพอส่งผลต่อกลไกการพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศ ถึงแม้ว่าจะมีการจัดตั้งศูนย์ความเป็นเลิศทางอาชีวศึกษา (Excellent Center College) เพื่อเพิ่มทักษะนักเรียน แต่สามารถทำได้เพียง 50 เปอร์เซ็นต์ เนื่องจากสถานศึกษาอาชีวศึกษาบางแห่งไม่สามารถทำได้เพราะมีจำนวนนักเรียนที่น้อยและไม่มีครูที่เชี่ยวชาญในการฝึกอบรมประกอบกับนักเรียนเลือกเรียนเฉพาะในสาขาที่นิยมเท่านั้น เช่น ช่างไฟฟ้า ช่างยนต์ แต่ถ้านักเรียนไม่สามารถเลือกลงเรียนในสาขาเหล่านี้ได้ก็จะกลับไปเรียนสายสามัญ

จากมุมมองของสถานศึกษาอาชีวศึกษายังเห็นว่าการดำเนินนโยบายยังขาดความต่อเนื่อง มีความไม่แน่นอน และมีการเปลี่ยนแปลงบ่อย เนื่องจากผลกระทบทางการเมือง ถึงแม้ว่ารัฐบาลจะมุ่งสนับสนุนการจัดการอาชีวศึกษา แต่ยังไม่สามารถบรรลุได้ตามเป้าหมายทั้งในเรื่องของบุคลากรงบประมาณ วัสดุครุภัณฑ์ยังไม่ได้รับการแก้ไขอย่างถูกวิธี อย่างไรก็ตาม ในส่วนมุมมองของนักเรียนที่มีต่อปัญหาด้านนโยบายสามารถพิจารณาได้จากตารางด้านล่างนี้

ตารางที่ 1 มุมมองของนักเรียนต่อปัญหาและแนวทางแก้ไขในมิติด้านนโยบาย

มุมมองของนักเรียนต่อมิติของปัญหาด้านนโยบาย		จำนวนนักเรียน	
ปัญหา	แนวทางแก้ไข	รวม	ร้อยละ
นโยบายไม่สามารถดึงดูดความสนใจของผู้ปกครองและนักเรียนให้หันมาสนใจเลือกเรียนอาชีวศึกษา	ควรกำหนดนโยบายที่สร้างความเชื่อมั่นให้กับนักเรียน และมีแนวทางส่งเสริมแรงงานไทยมากกว่าแรงงานต่างชาติ	12	37.5
นโยบายขาดการสนับสนุนด้านงบประมาณและความร่วมมือระหว่างหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง	ควรกำหนดนโยบายการส่งเสริมความร่วมมือระหว่างสถานศึกษาอาชีวศึกษากับสถานประกอบการมากขึ้น	9	28
หลักสูตรไม่ตรงกับความต้องการของสถานประกอบการและมีการจัดการเรียนการสอนไม่เหมาะสม	ควรสำรวจความต้องการของสถานประกอบการและมีการจัดการเรียนการสอน	7	22

มุมมองของนักเรียนต่อมิติของปัญหาด้านนโยบาย		จำนวนนักเรียน	
ปัญหา	แนวทางแก้ไข	รวม	ร้อยละ
แล้วทำงานไม่ตรงกับสายงานที่จบมา	สอนในสาขาที่ขาดแคลนเพิ่มมากขึ้น		
การจัดการศึกษาขาดความเสมอภาคเท่าเทียมและไม่ตรงกับความต้องการของนักเรียน	ควรสำรวจแนวโน้มและความต้องการของนักเรียนก่อนสำเร็จการศึกษา	4	12.5
ผลรวม		32	100.0

ที่มา: จากการสังเคราะห์ของผู้วิจัย (นักเรียนตอบแบบสอบถามด้วยความสมัครใจในประเด็นนี้ 32 คน คิดเป็นสัดส่วน 10.67 เปอร์เซ็นต์จากกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด)

จากมุมมองของนักเรียนที่มีต่อปัญหาด้านนโยบายอาชีวศึกษาได้ให้ความสำคัญมากที่สุดเกี่ยวกับการดึงดูดความสนใจของผู้ปกครองและนักเรียนให้มาเลือกเรียนอาชีวศึกษาเพิ่มมากขึ้น คิดเป็นร้อยละ 37.5 ซึ่งในประเด็นนี้สอดคล้องกับมุมมองของผู้บริหารสถานศึกษาในเรื่องของภาพลักษณ์ความรุนแรงของอาชีวศึกษาในอดีตและจำเป็นต้องสร้างภาพลักษณ์ใหม่ [19] พร้อมกันนั้นนโยบายยังขาดการสนับสนุนในหลายด้าน คิดเป็นร้อยละ 28 ซึ่งสอดคล้องกับมุมมองผู้บริหารเกี่ยวกับเรื่องความต่อเนื่องที่เป็นผลมาจากบริบทของระบบการศึกษา การเมือง และเศรษฐกิจ ในขณะเดียวกันหลักสูตรที่ไม่ตรงกับความต้องการทำให้เมื่อนักเรียนที่เรียนจบแล้วไม่มีงานทำ คิดเป็นร้อยละ 22 แสดงให้เห็นว่ามีปัญหาเกี่ยวกับความเชื่อมโยงระหว่างสถานศึกษาอาชีวศึกษากับโลกของการทำงาน [20] นอกจากนี้ ยังมีประเด็นเรื่องความเสมอภาคในการจัดการศึกษาที่ไม่ตรงกับความต้องการของนักเรียน คิดเป็นร้อยละ 12.5 ซึ่งขึ้นอยู่กับทางเลือกตัดสินใจของภาครัฐที่ยังมีช่องว่างเกี่ยวกับทิศทางการเรียนรู้ของนักเรียนอาชีวศึกษา [21]

อย่างไรก็ตาม ข้อเสนอแนะในมิติด้านนโยบายคือทุกภาคส่วนต้องเล็งเห็นถึงความสำคัญของปัญหาที่เกิดขึ้นในปัจจุบันก่อนเป็นอันดับแรก โดยควรกำหนดนโยบายเป็นแผนแม่บทเพื่อให้สามารถดำเนินการตามแผนได้อย่างชัดเจน และมีการจัดทำวาระสำคัญของหน่วยงานต้นสังกัด โดยจะต้องมีการประชุมเพื่อสร้างความเข้าใจร่วมกันทั้งคณะกรรมการบริหาร

สถานศึกษา ผู้ปกครอง ชุมชนใกล้เคียง และสถานประกอบการที่เกี่ยวข้อง นอกจากนี้ การนำมุมมองของนักเรียนมาใช้ในการขับเคลื่อนนโยบายถือเป็นการยอมรับปัญหาและสามารถสร้างความเชื่อมั่นให้แก่ ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียทุกภาคส่วนได้

6.2 มิติของปัญหาด้านการปฏิบัติ

ภายใต้บริบทของประเทศไทยที่มีการบริหารราชการแบบรวมศูนย์ทำให้ไม่สามารถตอบสนองความหลากหลายของสถานศึกษาอาชีวศึกษาได้ทั้งหมด ประกอบกับสถานศึกษาอาชีวศึกษามีอำนาจเพียงการรับแนวทางการปฏิบัติและการจัดสรรทรัพยากรเท่านั้น ส่งผลทำให้บุคลากรในสถานศึกษาอาชีวศึกษาขาดโอกาสในการคิดค้นนวัตกรรมการสอนที่สอดคล้องกับความก้าวหน้าทางเทคโนโลยี หลักสูตรไม่มีความน่าสนใจ และมีผลต่อการเลือกเข้าศึกษาต่อของนักเรียน นอกจากนี้ ยังได้รับผลกระทบจากโรงเรียนมัธยมศึกษาพยายามดึงเด็กไว้ไม่ให้เข้าเรียนต่อในสายอาชีพ โดยใช้วิธีการต่าง ๆ เช่น ไม่เปิดโอกาสให้ครูอาชีวศึกษามาแนะแนว ซึ่งมีผลต่อรายได้สนับสนุนรายหัวของนักเรียนที่รัฐมอบให้แก่สถานศึกษา

แน่นอนว่าปัญหาสำคัญส่วนใหญ่นั้นมาจากเรื่องของงบประมาณและส่วนใหญ่แล้ว 70-80 เปอร์เซ็นต์ถูกนำไปใช้เป็นเงินเดือนของครู แต่คุณภาพของครูกลับไม่สอดคล้องกับงบประมาณที่ได้รับหรือต่ำกว่าที่ควรจะเป็น และสิ่งที่นำมาสอนไม่ก่อให้เกิดคุณค่าแก่นักเรียน ประกอบกับปัญหาโครงสร้างระบบราชการไม่เปิดโอกาสให้เพิ่มจำนวนครู ทำให้มีครูอัตราจ้างมากถึง 23 เปอร์เซ็นต์จึงไม่สามารถควบคุมคุณภาพการสอนได้เพราะมีการหมุนเวียนและมีการย้ายงานเพื่อหางานให้ที่มั่นคงตลอดเวลา ซึ่งครูอาชีวศึกษามีความละเอียดและมีความสามารถเฉพาะทางจึงหาได้ยาก นอกจากนี้การจัดสรรงบประมาณส่วนใหญ่ถูกนำไปใช้สำหรับการปรับปรุงและสร้างอาคารใหม่ โดยมุ่งเน้นที่ภาพลักษณ์ของสถานศึกษามากกว่าคุณภาพของนักเรียน

อีกหนึ่งปัญหา คือ ภาระงานของครูอาชีวศึกษาเกี่ยวข้องกับการประเมินผลในการปฏิบัติงาน [22] ซึ่งปัจจุบันครูมีงานธุรการมากและมีหนี้สินมากจึงต้องประกอบอาชีพเสริมทำให้ไม่มีเวลาเตรียมการสอนที่ดีให้แก่ นักเรียน ส่วนครูที่เพิ่งได้รับตำแหน่งใหม่ยังไม่มี ความเข้าใจในนักเรียนและไม่ใส่ใจในนักเรียนที่มากพอทำให้นักเรียนไม่สนใจเรียน ซึ่งครูผู้สอนในระดับอาชีวศึกษาถือว่ามีความสำคัญต่อการ

ผลิตนักเรียนที่มีคุณภาพ กล่าวคือ แม้ว่าจะเป็นหลักสูตรเดียวกัน แต่ครูที่สอนต่างกัน สถานศึกษาต่างกันทำให้ทักษะและความเชี่ยวชาญต่างกัน อีกทั้งยังมีปัญหาเรื่องของหลักสูตรและเครื่องมือในการฝึกอบรมที่มีผลต่อการผลิตนักเรียนให้ตรงกับความต้องการของอุตสาหกรรม

สำหรับในพื้นที่เศรษฐกิจพิเศษ โดยเฉพาะภาคตะวันออก ซึ่งเป็นพื้นที่ส่งเสริมของอุตสาหกรรมเป้าหมาย มีการกำหนดหลักสูตรที่ต้องอาศัยความร่วมมือ แต่กลับพบปัญหาสำคัญในเรื่องของความยั่งยืนของหลักสูตร เช่น หลักสูตรบรรจบที่มีพื้นฐานมาจากแมคคานิคเป็นการนำองค์ความรู้หลาย ๆ อย่างมารวมกันและได้รับความร่วมมือจากหลายหน่วยงาน เมื่อสร้างหลักสูตรมาแล้วจำเป็นต้องผลิตนักเรียนครั้งละมาก ๆ เพื่อให้คุ้มกับงบประมาณ แต่ผ่านมา 5 ปี ผู้เรียนที่สำเร็จการศึกษากลับไม่มีงานทำ เนื่องจากภาวะการขาดแคลนแรงงานมีเพียงไม่กี่ปีหรือมีความต้องการระยะสั้น ดังนั้น ปัญหาอย่างหนึ่งคือ “Demand เทียม” ซึ่งภาครัฐไม่เคยมองเรื่องความคุ้มค่าในการลงทุนจริง ๆ แต่เป็นเพียงความต้องการของสถานประกอบการที่อยากให้ภาครัฐร่วมลงทุนเท่านั้น

จากมุมมองของสถานศึกษาอาชีวศึกษายังได้สะท้อนให้เห็นว่านักเรียนอาชีวศึกษาส่วนใหญ่ไม่ใช่เด็กเรียนเก่ง ผู้ปกครองไม่มีเวลาให้คำแนะนำหรือสอนการบ้านจึงขาดโอกาสในการรับรู้ถึงปัญหาของผู้เรียนที่แท้จริง สำหรับสถานศึกษาอาชีวศึกษาขนาดเล็กย่อมมีจำนวนนักเรียนน้อยสาขาที่เรียนไม่หลากหลาย ทำให้เกิดข้อจำกัดในการขอความร่วมมือกับสถานประกอบการ และสถานประกอบการก็ไม่อยากลงทุนเพราะไม่มีแรงจูงใจในการรับนักเรียนเข้ามาฝึกอบรม ทั้งนี้ มุมมองของนักเรียนที่มีต่อปัญหาด้านการปฏิบัติพิจารณาได้จากตารางด้านล่างนี้

ตารางที่ 2 มุมมองของนักเรียนต่อปัญหาและแนวทางแก้ไข
ในมิติด้านการปฏิบัติ

มุมมองของนักเรียนต่อมิติของปัญหาด้านการปฏิบัติ		จำนวนนักเรียน	
ปัญหา	แนวทางแก้ไข	รวม	ร้อยละ
วัสดุอุปกรณ์ไม่เพียงพอสำหรับการฝึกอบรม โดยเฉพาะสาขาที่	ควรเปิดรับบริจาคหรือให้หน่วยงานภาครัฐซื้อเพิ่มร่วมกับสถาน	42	48

มุมมองของนักเรียนต่อมิติของปัญหาด้านการปฏิบัติ		จำนวนนักเรียน	
ปัญหา	แนวทางแก้ไข	รวม	ร้อยละ
เปิดใหม่ อีกทั้ง ยังมีปัญหาในเรื่องการชำรุด ล้าสมัย และใช้งานไม่ได้	ประกอบการ โดยจะต้องตรวจสอบคุณภาพก่อนนำมาใช้ฝึกอบรม		
นักเรียนไม่มีความพร้อมทั้งในด้านความรู้ ทักษะ ความเชื่อมั่น ความเข้าใจในเทคโนโลยี และกำลังทรัพย์	ควรเน้นการฝึกอบรมเพื่อเตรียมความพร้อมให้นักเรียน และสร้างมาตรฐานการเรียนรู้ การใช้เทคโนโลยี	30	34
ครูและบุคลากรทางการศึกษาไม่มีความพร้อมและไม่เพียงพอ	ควรจัดหาบุคลากรที่มีความรู้และสามารถตรงกับสาขามาสอน	11	12.5
โครงการที่สถานศึกษาจัดให้ไม่มีความน่าสนใจ และนักเรียนบางกลุ่มไม่เข้าร่วมโครงการ	ควรเอาโครงการที่ไม่จำเป็นออกและเพิ่มโครงการที่เหมาะสมกับนักเรียนทุกกลุ่ม	5	5.5
ผลรวม		88	100.0

ที่มา: จากการสังเคราะห์ของผู้วิจัย (นักเรียนตอบแบบสอบถามด้วยความสมัครใจในประเด็นนี้ 88 คน คิดเป็นสัดส่วน 29.33 เปอร์เซ็นต์จากกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด)

จากมุมมองของนักเรียนที่มีต่อปัญหาด้านการปฏิบัติได้ให้ความสำคัญมากที่สุดเกี่ยวกับเครื่องมือที่ชำรุด ล้าสมัย และไม่เพียงพอสำหรับการฝึกอบรม คิดเป็นร้อยละ 48 ซึ่งในประเด็นนี้สอดคล้องกับข้อเท็จจริงในเชิงปฏิบัติที่ได้รับข้อมูลจากสถานศึกษาอาชีวศึกษาและเป็นอุปสรรคในการอำนวยความสะดวกสำหรับนักเรียนที่กำลังศึกษาอยู่ [23] ประกอบกับนักเรียนไม่มีความพร้อมในหลายด้าน คิดเป็นร้อยละ 34 ซึ่งสามารถพิจารณาได้จากความสัมพันธ์ระหว่างแรงจูงใจในการบรรลุผลสำเร็จกับผลการฝึกอบรม [24] โดยสะท้อนให้เห็นถึงการขาดความเชื่อมั่นในการหางานทำหลังสำเร็จการศึกษา

ประกอบกับครูและบุคลากรทางการศึกษาที่มีไม่เพียงพอและไม่พร้อมต่อการปฏิบัติงาน คิดเป็นร้อยละ 12.5 ซึ่งสอดคล้องกับมุมมองของสถานศึกษาอาชีวศึกษาที่กำลังเผชิญกับความท้าทายกับการพัฒนาครูให้มีความพร้อมต่อระบบการศึกษาที่มีความทันสมัยภายใต้การเปลี่ยนแปลงของสังคมและเศรษฐกิจ [25] ทั้งนี้ ในมุมมองของนักเรียนยังชี้ให้เห็นว่าโครงการต่าง ๆ ที่สถานศึกษาจัดให้ไม่มีความน่าสนใจ คิดเป็นร้อยละ 5.5 ซึ่งส่งผลให้นักเรียนไม่ยอมเข้าร่วมกิจกรรมหรือโครงการที่สถานศึกษาจัดไว้ให้ เนื่องจากยังไม่เห็นถึงความสำคัญของกิจกรรมที่มีผลต่อการเพิ่มทักษะทางวิชาชีพ

อย่างไรก็ตาม ข้อเสนอแนะในมิติด้านการปฏิบัติงาน คือ การทำข้อตกลงร่วมกันกับสถานประกอบการในการจัดการศึกษาและการสร้างหลักสูตรร่วมกัน โดยมีการส่งครูและนักเรียนที่สนใจไปฝึกปฏิบัติในอุตสาหกรรม พร้อมทั้งส่งนักเรียนไปศึกษาดูงานก่อนสำเร็จการศึกษาเพื่อเตรียมความพร้อมเข้าสู่โลกการทำงาน ประกอบกับภาครัฐจะต้องจัดสรรงบประมาณตามแผนปฏิบัติงานประจำปี นอกจากนี้ จะต้องปรับโครงสร้างของสถานศึกษาที่เอื้อต่อการฝึกอบรมและส่งเสริมให้นักเรียนสอบวัดมาตรฐานวิชาชีพเพื่อเป็นการรับรองคุณสมบัติของนักเรียนที่พร้อมต่อการทำงานในอนาคต

6.3 มิติของปัญหาด้านการสนับสนุนและส่งเสริม

ภาครัฐได้ให้ความสำคัญกับการมองภาพใหญ่ของการขับเคลื่อนนโยบายอาชีวศึกษาที่มุ่งเน้นการผลิตและพัฒนากำลังคนอาชีวศึกษา โดยพยายามผลักดันให้นักเรียนอาชีวศึกษาเข้าทำงานในอุตสาหกรรมตามที่ภาครัฐส่งเสริมเพื่อกระตุ้นเศรษฐกิจของประเทศ ถึงแม้ว่าจะมีการขับเคลื่อนทางความคิด แต่ในทางปฏิบัติภาครัฐไม่ได้ให้สิทธิพิเศษแก่นักเรียนที่เลือกเรียนต่ออาชีวศึกษา และไม่เห็นถึงแนวทางคู่ขนานสำหรับการปฏิรูปอาชีวศึกษาไปพร้อมกับมัธยมศึกษา [26] โดยหากเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายของผู้เรียนในระดับมัธยมศึกษาตอนปลายเฉลี่ยอยู่ที่คนละ 5,665 ต่อปี ส่วนระดับอาชีวศึกษาอยู่ที่คนละ 6,845-14,505 ต่อปี ซึ่งมีค่าใช้จ่ายสูงกว่ามาก แต่ภาครัฐกลับไม่มีมาตรการใด ๆ ที่แตกต่างเพียงสนับสนุนรายได้ต่อหัวของนักเรียนซึ่งใกล้เคียงกันมากระหว่าง ม.4 กับ ปวช. 1 ดังนั้นภาครัฐมีการส่งเสริมทางความคิดจริง แต่ไม่ได้สนับสนุนให้เกิดผลลัพธ์ที่เป็นรูปธรรม

จากการสัมภาษณ์พบประเด็นที่น่าสนใจ คือ การจัดสรรงบประมาณขาดความต่อเนื่อง และได้น้อยกว่าที่สถานศึกษา

อาชีวศึกษาขอมาก ส่งผลทำให้การดำเนินงานในหลายโครงการไม่ได้สร้างผลลัพธ์ได้อย่างชัดเจน นำนอนว่าการเรียนอาชีวศึกษามีค่าใช้จ่ายสูงกว่าสายสามัญ และสถานศึกษาอาชีวศึกษาส่วนใหญ่อยู่ในอำเภอเมืองหรืออำเภอขนาดใหญ่ ปัจจุบันมีทั้งหมด 867 แห่ง แต่โรงเรียน สพฐ. มี 30,000 กว่าแห่งทุกอำเภอ ส่งผลทำให้ผู้ปกครองที่อยู่ในอำเภอขนาดเล็กและมีฐานะทางเศรษฐกิจที่ไม่ดีเลือกส่งลูกไปเรียนในโรงเรียน สพฐ. มากกว่า เนื่องจากคำนึงทางสังคมและระยะทางที่ใกล้กว่าทำให้ไม่ต้องเสียเวลาเดินทางสำหรับผู้ปกครองที่ต้องหาเช่ากินค่า ถึงแม้ว่าผู้ปกครองบางส่วนต้องการที่จะส่งลูกไปเรียนอาชีวศึกษาเพื่อให้มันในการได้งานทำหลังสำเร็จการศึกษาก็ตาม

ต่อมาในกรณีของค่าแรงขั้นต่ำในปัจจุบันที่มีผลต่อการคำนวณค่าเบี่ยงเบนของสถานประกอบการให้แก่ นักเรียนในโครงการอาชีวศึกษาระบบทวิภาคี โดยจะต้องจ่ายค่าเบี่ยงเบนไม่น้อยกว่าครึ่งหนึ่งของค่าแรงขั้นต่ำแยกตามพื้นที่ เช่น พื้นที่กรุงเทพและปริมณฑล ค่าแรงขั้นต่ำ 325 บาทต่อวัน ค่าเบี่ยงเบนต้องมากกว่า 162.5 บาทต่อวัน พื้นที่เศรษฐกิจพิเศษ ค่าแรงขั้นต่ำ 330 บาทต่อวัน ค่าเบี่ยงเบนต้องมากกว่า 165 บาทต่อวัน เป็นต้น ปัญหา คือ สถานประกอบการส่วนใหญ่ไม่ยอมแบกรับนักเรียนในโครงการระบบทวิภาคี เนื่องจากต้องแบกรับภาระค่าเบี่ยงเบนตลอด 1-3 ปี และบางแห่งยังต้องจัดหาสถานที่พักและอาหารกลางวันด้วยจึงไม่คุ้มกันการลงทุนในระยะยาว ถึงแม้ว่าภายใต้พระราชบัญญัติส่งเสริมการพัฒนาฝีมือแรงงาน พ.ศ. 2545 กำหนดให้สถานประกอบการสามารถนำค่าใช้จ่ายส่วนนี้ไปลดหย่อนภาษีได้ 200 เปอร์เซ็นต์โดยทั่วไป และพื้นที่เศรษฐกิจพิเศษลดหย่อนได้ 250 เปอร์เซ็นต์ก็ตาม อย่างไรก็ตาม ในส่วนมุมมองของนักเรียนที่มีต่อปัญหาด้านการสนับสนุนและส่งเสริมสามารถพิจารณาได้จากตารางด้านล่างนี้

ตารางที่ 3 มุมมองของนักเรียนต่อปัญหาและแนวทางแก้ไข
ในมิติด้านการสนับสนุนและส่งเสริม

มุมมองของนักเรียนต่อมิติของปัญหา ด้านการสนับสนุนและส่งเสริม		จำนวน นักเรียน	
ปัญหา	แนวทางแก้ไข	รวม	ร้อยละ
นักเรียนไม่ได้ไป ศึกษาดูงานใน สถานประกอบการ ตามสาขาที่เรียนมา หรือไปแต่ที่เดิม ซึ่งไม่เหมาะต่อการ เรียนรู้	ควรส่งเสริมให้ นักเรียนไปศึกษาดู งานทุกคน และควร เป็นสถาน ประกอบการขนาดใหญ่ที่มีเทคโนโลยี ทันสมัย	39	55
สถานศึกษา อาชีวศึกษาไม่ได้รับ การสนับสนุนด้าน งบประมาณและ อุปกรณ์การเรียน มากเท่าที่ควร	ควรสร้างความ ร่วมมือระหว่าง สถานศึกษา อาชีวศึกษากับ สถานประกอบการ มากขึ้น	24	34
นักเรียนไม่ทราบ รายละเอียดของ งานที่ต้องทำใน อนาคต และเมื่อ สำเร็จการศึกษา แล้วไม่มีสถานประ กอบการเปิดรับสาขา ที่เรียนมา	ควรให้ครูนิเทศ ตรวจสอบ รายละเอียดก่อน นำมาให้นักเรียน เลือกสมัคร และให้ วิทยากรจากสถาน ประกอบการมา แนะแนวการสมัคร งานด้วยตนเอง	8	11
ผลรวม		71	100.0

ที่มา: จากการสังเคราะห์ของผู้วิจัย (นักเรียนตอบแบบสอบถามด้วยความสมัครใจในประเด็นนี้ 71 คน คิดเป็นสัดส่วน 23.67 เปอร์เซ็นต์จากกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด)

จากมุมมองของนักเรียนที่มีต่อปัญหาด้านการสนับสนุนและส่งเสริมได้ให้ความสำคัญมากที่สุดเกี่ยวกับการศึกษาดูงานที่ไม่เหมาะสมกับการเรียนรู้ของนักเรียน คิดเป็นร้อยละ 55 ซึ่งในประเด็นนี้สอดคล้องกับประสบการณ์ที่นักเรียนควรจะได้รับระหว่างกำลังศึกษา แต่การเรียนรู้ในสถานประกอบการเป็นจุดมุ่งหมายของหลักสูตรที่ไม่เป็น

ทางการจึงถือได้ว่าเป็นการลดช่องว่างทางทักษะให้กับนักเรียนเท่านั้น [27] สิ่งนี้เป็นผลสืบเนื่องมาจากการไม่ได้รับการสนับสนุนด้านงบประมาณที่มากเพียงพอ คิดเป็นร้อยละ 34 ซึ่งสอดคล้องกับข้อมูลที่ได้รับจากผู้บริหารสถานศึกษา ประกอบกับงบประมาณส่วนใหญ่ไม่ได้ขึ้นอยู่กับวิสัยทัศน์ พันธกิจ หรือเป้าหมายของสถานศึกษา แต่เป็นทุนสำหรับกิจกรรมในการเรียนการสอนเท่านั้น [28] อีกทั้ง ก่อนสำเร็จการศึกษานักเรียนไม่ทราบรายละเอียดของงานที่ต้องทำและไม่มีสถานประกอบการเข้ามาแนะนำการสมัครงาน คิดเป็นร้อยละ 11 ซึ่งสะท้อนให้เห็นว่าการแนะแนวอาชีพเป็นสิ่งที่สำคัญในการกระตุ้นให้เกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของนักเรียน [29] และนำไปสู่การสร้างโอกาสในการเข้าทำงานในอุตสาหกรรมที่ส่งผลต่อการเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันของประเทศ

อย่างไรก็ตาม ข้อเสนอแนะในมิติด้านการสนับสนุนและส่งเสริม คือ ควรมีการจัดการประชุมคณะกรรมการบริหารสถานศึกษา ชุมชน สังคมและสถานประกอบการร่วมกันเพื่อขอความช่วยเหลือด้านทรัพยากรและองค์ความรู้จากผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย โดยมุ่งเน้นการปรับปรุงหลักสูตรให้มีความยืดหยุ่นและตรงกับความต้องการของสถานประกอบการ นอกจากนี้ควรให้ความสำคัญกับการศึกษาดูงานของนักเรียนเพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุด รวมถึงต้องมีการส่งเสริมให้นักเรียนสามารถเข้าทำงานในอุตสาหกรรมเป้าหมายภายใต้การแนะแนวของผู้รับผิดชอบอย่างเหมาะสม

7.สรุปและข้อเสนอแนะ

การศึกษามิติของปัญหาที่ส่งผลต่อทิศทางการพัฒนาอาชีวศึกษาของไทยถือเป็นการคำนึงถึงผลลัพธ์ในระยะยาวเกี่ยวกับการเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันของประเทศ โดยอยู่บนพื้นฐานของการพัฒนาศักยภาพของนักเรียนเพื่อเป็นกำลังแรงงานที่สำคัญของอุตสาหกรรมในอนาคต แต่สำหรับปัญหาที่กำลังเผชิญอยู่เป็นสิ่งที่ไม่สามารถหลีกเลี่ยงได้เนื่องจากมีความเกี่ยวข้องกับด้านนโยบายที่ขาดความต่อเนื่องและขาดการวางแผนเรื่องการขับเคลื่อนกำลังคนเข้าสู่พื้นที่เศรษฐกิจพิเศษ พร้อมทั้งในด้านการปฏิบัติยังมีปัญหาเรื่องหลักสูตรและความไม่พร้อมของครูและบุคลากรทางการศึกษาสำหรับการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้ในด้านของการสนับสนุนและส่งเสริมยังสะท้อนให้เห็นว่าภาครัฐไม่ได้ให้ความสำคัญที่พอเพียงต่อการสร้างผลลัพธ์อย่าง

เป็นรูปธรรม เนื่องจากมีข้อจำกัดในด้านทรัพยากรที่เป็นตัวดัดรั้งไม่ทำให้สามารถบรรลุเป้าหมายของการพัฒนาอาชีวศึกษา

สำหรับแนวทางการแก้ไขที่เกิดขึ้นควรมองจากภาพรวมของประเทศไทย กล่าวคือ การบริหารจัดการอาชีวศึกษายังคงอยู่ภายใต้ระบบราชการแบบบนลงล่าง ซึ่งจำเป็นต้องปรับเปลี่ยนโดยให้ทุกภาคส่วนเล็งเห็นถึงความสำคัญของแผนแม่บทและวาระสำคัญของหน่วยงานเพื่อสร้างจุดร่วมในการแก้ไขปัญหาในลักษณะล่างขึ้นบน ประกอบกับการทำข้อตกลงร่วมกับสถานประกอบการในการสร้างหลักสูตรควรมีความยืดหยุ่นมากขึ้น โดยจะต้องมีการปรับโครงสร้างและวัฒนธรรมองค์กรของสถานศึกษาอาชีวศึกษาเพื่อให้เอื้อต่อการเรียนรู้ของนักเรียน พร้อมทั้งจะต้องมีการประชุมคณะกรรมการและผู้มีส่วนได้ส่วนเสียอย่างต่อเนื่องเพื่อให้เกิดความโปร่งใสทุกด้าน

แน่นอนว่าการบรรลุเป้าหมายของการพัฒนาอาชีวศึกษาในประเทศไทยจำเป็นต้องพิจารณาจากปัญหาที่เป็นอุปสรรคในอดีตเพื่อกำหนดแนวทางการแก้ไขที่มีความเป็นไปได้มากที่สุด หากมองจากปัญหาด้านนโยบาย การปฏิบัติ และการสนับสนุน และส่งเสริมควรเริ่มจากการกำหนดแผนแม่บทที่ชัดเจน โดยเป้าหมายของการพัฒนาอยู่บนพื้นฐานของการมุ่งเน้นการเรียนการสอนเกี่ยวกับสายอาชีพที่เฉพาะเจาะจงและเป็นที่ต้องการของตลาดแรงงาน ดังนั้น แผนแม่บทจะต้องให้ความสำคัญกับความทันสมัยและสอดคล้องกับบริบทของการพัฒนาประเทศ ซึ่งปัจจุบันได้มีการกำหนดพื้นที่เศรษฐกิจพิเศษเอาไว้หลายพื้นที่ เช่น ภาคตะวันออก (ระยอง ชลบุรี ฉะเชิงเทรา) ชายแดน (ตาก มุกดาหาร สระแก้ว ตราด สงขลา) เป็นต้น ในแต่ละพื้นที่จะมีอุตสาหกรรมที่แตกต่างกันขึ้นอยู่กับบริบทของพื้นที่และนโยบายส่งเสริมการลงทุน เมื่อแผนงานมีความชัดเจนขึ้นตอนต่อมาก็ควรให้ความสำคัญกับการสร้างความเข้าใจผ่านการประชุมทุกภาคส่วนตั้งแต่คณะกรรมการบริหารศึกษา ผู้ปกครอง ชุมชนใกล้เคียง และสถานประกอบการที่เกี่ยวข้อง นอกจากนี้ การกำหนดนโยบายควรสำรวจความต้องการของนักเรียนและสถานประกอบการไปพร้อมกันเพื่อให้ทิศทางของการผลิตแรงงานและการนำแรงงานไปใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมเกิดผลลัพธ์สูงสุด

นอกจากนี้ ภาครัฐจะต้องจัดสรรงบประมาณที่เพียงพอต่อการพัฒนาการเรียนการสอนในสถานศึกษาผ่านเทคโนโลยีและนวัตกรรมที่ทันสมัย พร้อมทั้งสร้างระบบการส่งครูและนักเรียน

ไปฝึกปฏิบัติในอุตสาหกรรมอย่างเข้มข้นเพื่อยกระดับองค์ความรู้ทั้งในเชิงวิชาการและเชิงปฏิบัติตามมาตรฐานทางวิชาชีพสำหรับรองรับคุณสมบัติของนักเรียนต่อการทำงานในอนาคต แต่ความเป็นไปได้ของการขับเคลื่อนแนวทางการแก้ไขปัญหที่เกิดขึ้นนี้ จะต้องมุ่งเน้นการสร้างความเข้มแข็งจากบุคลากรที่มีศักยภาพสูงในสถานศึกษาอาชีวศึกษา ก่อน จากนั้นจึงค่อยขยายมิติในการสร้างความร่วมมือไปยังสถานประกอบการ และกระตุ้นให้ภาครัฐเข้ามามีบทบาทในการสร้างกลไกการวางแผนและขับเคลื่อนนโยบายให้สัมฤทธิ์ผลภายใต้การพัฒนาอาชีวศึกษาในทิศทางเดียวกัน

อย่างไรก็ตาม ทิศทางการพัฒนาอาชีวศึกษาในประเทศไทยจำเป็นต้องมีการวางแผนในระยะยาวและสร้างความตระหนักให้กับผู้ที่มีส่วนได้ส่วนเสียทุกภาคส่วน ในประเด็นของความเป็นพลวัตทางสังคมโลกในมิติของการเคลื่อนย้ายกำลังคนแรงงานผ่านแพลตฟอร์มและการเข้ามาของปัญญาประดิษฐ์ที่มีความสามารถในการทดแทนแรงงานของมนุษย์ ดังนั้น สิ่งสำคัญคือการสร้างความร่วมมือทางด้านการพัฒนาแรงงานระหว่างประเทศเพื่อเตรียมความพร้อมสำหรับการเปลี่ยนผ่านในทุกด้านของการพัฒนาอาชีวศึกษาของไทยให้ไปสู่ระดับสากล

เอกสารอ้างอิง

- [1] Thianthai, C. & Sutamchai, K., "Skills That Matter: Qualitative Study Focusing on the Transfer of Training Through the Experience of Thai Vocational Students", *Frontiers in Education*, 7, 2022, 1-14.
- [2] Mack, A.J. & White, D., "Challenges Affecting Technical Vocational Education and Training in Trinidad and Tobago: Stakeholders' Perspective", *Journal of Technical Education and Training*, 11(3), 2019, 136-143.
- [3] Chalapati, N. & Chalapati, S., "Building a skilled workforce: Public discourses on Vocational education in Thailand". *International Journal for Research in Vocational Education and Training (IJRVET)*, 7(1), 2020, 67-90.

- [4] Hua, Z., Harris, A., & Ollin, R. "Student autonomy and awareness: Vocational education and student-centred learning in China". *Journal of Vocational Education and Training*, 63(2), 191-203, 2011.
- [5] Ismail, A. & Abiddin, N.Z., "Issues and Challenges of Technical and Vocational Education and Training in Malaysia Towards Human Capital Development". *Middle-East Journal of Scientific Research* 19, 7-11, 2014.
- [6] Cedefop, *Entrepreneurship Competence in Vocational Education and Training*, Luxembourg: Publications Office of the European Union. 2023.
- [7] Nurhadi, D., Zahro, S., & Lyau, N. "A Retrospective on Educational Policies and Their Implementation in the Vocational Teacher Education Provision", *Croatian Journal of Education*, 19(3), 947-980, 2017.
- [8] Zhang, Y., "Analysis and Reflection of German Higher Vocational Education Training Mode", *International Conference on Informatization in Education, Management and Business (IEMB)*, 285-287, 2014.
- [9] Bano, N., Yang, S., & Alam, E., "Emerging Challenges in Technical Vocational Educational and Training of Pakistan in the Context of CPEC". *Economies*, 10, 153. 2022.
- [10] Tarat, S. & Sindecharak, T. "The Vocational Education System in Thailand and Singapore: A Sociological Perspective", *Thammasat Review*, 23(2), 192-211, 2020.
- [11] Oladejo, M.T. "Challenges of Technical and Vocational Education and Training in Nigerian History", *Makerere Journal of Higher Education*, 11(1), 67-81, 2019.
- [12] Cathelina, S. & Mala, K., "Problems of Vocational Education and Sustainability Through National Education Policy 2019". *Ilkogretim Online - Elementary Education Online*, 18(4), 2240-2250, 2019.
- [13] Shrestha, B.R.P., "Vocational Education and Training Graduates: Challenges in Practical Skills to the Job Market". *International Journal of Social Sciences and Management*, 3(3), 141-145, 2016.
- [14] Dahil, L., Karabulut, A., & Mutlu, I., "Problems and solution offers related to the vocational and technical orientation in Turkey", *Social and Behavioral Sciences*, 174, 3572-3576, 2015.
- [15] Mathur, A., Sharan, M., Chakraborty, S., & Mullick, S., "Technical and Vocational Education and Training: Examining Changing Conditions in India". *Environmental Sciences Proceedings*, 15, 31, 2022.
- [16] Acheampong, E., Atta-Osei, G., Nadutey, A., Bredu-Darkwa, P., & Boateng, G., "Challenges Associated with Vocational Rehabilitation for Persons with Disability in the Kumasi Metropolis of Ghana", *Disability CBR & Inclusive Development*, 32(2), 88-103, 2021.
- [17] United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization [UNESCO]. "UNESCO Strategy for TVET (2022-2029) Transforming TVET for successful and just transitions". Paris: United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization, 2021.
- [18] Yahya, M. & Yasir, Y. "Patterns of Vocational Education Partnership in the Era of Decentralization". *Atlantis Press*, 143-146, 2015.

- [19] Okorafor, A.O. & Okarafor, P.N., "Building the Image of Technical, Vocational Education and Training for Fighting Terrorism and Enhancing Economic Development in Nigeria", *African Education Indices*, 7(1), 1-12, 2014.
- [20] Ohara, E. Harto, S.P., & Maruanaya, R.F., "Policy Shift to Reduce Unemployment of Vocational Secondary School Graduates in Indonesia (A National Study)". *Jurnal Pendidikan Teknologi dan Kejuruan*, 26(2), 129-139, 2020.
- [21] Gannon, S., Jacobs, R., & Tracey, D. "Reducing Vocational Education Inequality for Students from Refugee Backgrounds". *International Journal of Inclusive Education*, 1-17, 2021.
- [22] Pajung, K.K.M., Soemarto, & Setiawan, A., "Workload Self-evaluation base on Expert System for vocational Teacher". *IOP Conference Series Materials Science and Engineering*, 434(1), 1-5, 2018.
- [23] Audu, R., Musta, A.H.B, Kamin, Y.B., & Saud, M.S.B., "Provision of Workshop Tools and Equipment: Necessity for Technical Vocational Education Graduates Skill Acquisition". *2nd International Seminar on Quality and Affordable Education*, 74-78, 2013.
- [24] Sojow, L., Wajong, A., & Sangi, N., "Vocational Students' Motivation for Professional Skills". *Materials Science and Engineering*, 306(1), 1-7, 2018.
- [25] Irianti, A.H.S., Sulisty, S., & Nafiah, A., "Teacher Preparedness and Education Personnel Facing the Revitalization of Vocational Secondary Schools", *Advances in Social Science, Education and Humanities Research*, 116, 196-201, 2017.
- [26] Rintala, H. & Nokelainen, P., "Vocational Education and Learner's Experienced Workplace Curriculum", *Vocations and Learning*, 13, 113-130, 2020.
- [27] Sandal, A.K., Smith, K., & Wangensteen, R., "Vocational Students Experiences with Assessment in Workplace Learning", *Vocations and Learning*, 7, 241-261, 2014.
- [28] Wahyudin, A., Yulianto, A., & Solikhah, B., "An Exploratory Study of Performance-Based Budgeting Practices in Indonesian Private School", *Advances in Social Science, Education and Humanities Research*, 251, 462-465, 2018.
- [29] Magee, M., Kuijpers, M., & Runhaar, P., "How Vocational Education Teachers and Manages Make Sense of Career Guidance", *British Journal of Guidance & Counselling*, 50(2), 273-289, 2021.

คำแนะนำสำหรับผู้เขียน

สารสังเขปของวารสาร

วารสารวิจัยและนวัตกรรมอาชีวศึกษา จัดทำโดยสถาบันการอาชีวศึกษาภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 1-5 รับบทความจากผู้เขียนทั้งในและนอกสถาบันฯ บทความที่เสนอเพื่อขอรับการพิจารณาอาจเป็นภาษาไทยหรือภาษาอังกฤษก็ได้ บทความต้องมีสองภาษา เอกสารอ้างอิงและแบบฟอร์มตามที่วารสารกำหนด ใช้ผู้ทรงคุณวุฒิทั้งภายในและภายนอกสถาบันฯ ที่เกี่ยวข้อง จำนวนไม่น้อยกว่า 3 ท่าน กำหนดตีพิมพ์ ปีละ 2 ฉบับ (มกราคม-มิถุนายน และ กรกฎาคม-ธันวาคม)

วัตถุประสงค์ (Aim and Scope)

วารสารวิจัยและนวัตกรรมอาชีวศึกษา มีนโยบายเพื่อเป็นสื่อกลางในการเผยแพร่ผลงานวิจัยและนวัตกรรม ที่นำไปสู่การพัฒนาการอาชีวศึกษา หรือ การนำองค์ความรู้ด้านการอาชีวศึกษาที่ผ่านกระบวนการวิจัยและนวัตกรรม แล้วนำไปสู่การพัฒนาสถานประกอบการ ชุมชน เศรษฐกิจ สังคม สิ่งแวดล้อม ประกอบไปด้วยขอบเขตเนื้อหา ด้านเทคโนโลยีอุตสาหกรรม เทคโนโลยีสารสนเทศ บริหารธุรกิจ และอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับการอาชีวศึกษา

ข้อกำหนดเกี่ยวกับบทความวิชาการที่จะส่งตีพิมพ์ในวารสารนี้

1. เป็นผลงานวิชาการที่ไม่เคยเผยแพร่ที่ไหนมาก่อน
2. เป็นผลงานที่ผ่านการพิจารณาจากผู้ทรงคุณวุฒิไม่น้อยกว่า 3 ท่าน
3. ผลงานที่ส่งต้องเรียบเรียงถูกต้องตามรูปแบบที่วารสารวิจัยและนวัตกรรมอาชีวศึกษากำหนดอย่างเคร่งครัด

การเตรียมต้นฉบับ

บทความต้องมีความยาวประมาณ 8-10 หน้ากระดาษ A4 ส่วนการกำหนดคอลัมน์ การตั้งค่านำกระดาษ รายละเอียดขนาดอักษร แบบอักษร การกำหนดหัวข้อ รายละเอียดการพิมพ์ รูปภาพ ตารางและเอกสารอ้างอิง ให้ศึกษาจากคำแนะนำในการจัดทำบทความตามที่วารสารกำหนด โดยสามารถดาวน์โหลดแบบฟอร์มสำเร็จรูป (template) ได้ที่ <http://www.iven1.ac.th/pdf/Template.docx>

บทคัดย่อ (Abstract) ให้มีทั้งภาษาไทย และภาษาอังกฤษ แปลจากบทคัดย่อภาษาไทย ควรได้รับการตรวจสอบและแก้ไขจากผู้สอน/ผู้เชี่ยวชาญภาษาอังกฤษก่อนส่งบทความ และควรมีคำสำคัญ (Key words) จำนวน 4-6 คำ

เนื้อเรื่อง (Text) ประกอบด้วย

- 1) บทนำ (Introduction)
- 2) วิธีดำเนินการวิจัย (Methodology)
- 3) ผลการวิจัยหรือผลการทดลอง (Result)
- 4) อภิปรายผลการวิจัย (Discussion)
- 5) สรุปผลการวิจัย (Conclusion)
- 6) ข้อเสนอแนะ (Suggestion)
- 7) เอกสารอ้างอิง (Reference) การอ้างอิงในบทความใช้การอ้างอิงแบบตัวเลข ตามมาตรฐานสากล โดยใช้หมายเลขในเครื่องหมายก้ามปู ดังที่แสดงไว้ในส่วนท้ายของประโยคนี้ [1] การอ้างอิงท้ายบทความ จะต้องมีการอ้างอิงหรือกล่าวถึงในบทความ และจัดเรียงตามลำดับการอ้างอิงที่ปรากฏในบทความ ใช้การอ้างอิงตามรูปแบบของ IEEE

ตัวอย่าง [] ชื่อผู้แต่ง, “ชื่อบทความ,” ชื่อวารสาร, ปีที่, ฉบับที่, เลขหน้าบทความที่อ้างอิง, ปีที่พิมพ์.

- [1] นิตยา เงินประเสริฐศรี, “องค์การมหาชน,” วารสารสังคมศาสตร์และมนุษยศาสตร์, ปีที่ 27, ฉบับที่ 15, หน้า 37-42, มกราคม-มิถุนายน, 2554.
- [2] มนุญกิตต์ คำทอง, ขวัญชัย กรพันธ์ และ นิชมนันท์ ห้องสินหลาก, “การเสริมกำลังเสาคอนกรีต,” วารสารวิจัย ม.ช. ปีที่ 5, หน้า 100-106, 2554.
- [3] Buis, A. and Lynch, P. 2016. NASA Releases New Eye-Popping View of Carbon Dioxide. <https://www.jpl.nasa.gov/news/news.php?feature=6701>. Accessed 14 January 2017.
- [4] J.K. Author, “Title of chapter in the book,” in *Title of His Published Book*, xth ed. City of Publisher, Country if not USA: Abbrev. of Publisher, year, ch. x, sec. x,

สถาบันการอาชีวศึกษาภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 1-5

Institute of Vocational Education : Northeastern Region 1-5

สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา

Vocational Education Commission

กระทรวงศึกษาธิการ

Ministry of Education



042-411-445 , 042-411-447 , 080- 758-4343



306 หมู่ 5 ต.โพธิ์ชัย อ.เมือง จ.หนองคาย 43000



WWW.IVENE1.AC.TH



IVENER1