



วารสารวิจัยและนวัตกรรม การอาชีวศึกษา

VE-IRJ

Vocational Education Innovation and Research Journal:

ปีที่ 1 ฉบับที่ 2 กรกฎาคม - ธันวาคม 2560

Vol.1 No.2 July - December 2017



บทความพิเศษ

- สถานประกอบการกับขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนภาคปฏิบัติของระบบทวิภาคีอย่างมีคุณภาพ



บทความวิจัยและนวัตกรรมอาชีวศึกษา

- อุปกรณ์เตือนการขโมยรถจักรยานยนต์
- การสร้างและพัฒนาชุดฝึกอบรมการใช้โปรแกรม TPOS
- เครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นและตรวจสอบสภาพด้วยกล้อง Snake Scope
- พัฒนารูปแบบการเรียน การสอนโดยใช้กรณีศึกษาในการส่งเสริมความสามารถการคิดวิเคราะห์ วิชาอาชีวอนามัยและความปลอดภัย รหัส 2001-1004 หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556
- ผลของการปรับผิวเส้นใยต่อสมบัติเชิงกลและสัณฐานวิทยาของคอมโพสิต เส้นใยใบสับปะรดและพอลิแล็กติกแอซิด
- การบูรณาการโครงการบริการทางวิชาการกับกระบวนการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมจิตสาธารณะ
- การพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ ในการเขียนโปรแกรมงานระบบอุตสาหกรรมและงานคลังสินค้า ในโรงงานอุตสาหกรรม สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี ด้วยการสอนบน Padlet
- การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้เชิงรุกทางเทคโนโลยีสารสนเทศ เพื่อการจัดการอาชีพ สำหรับหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงทางการบัญชี
- การสร้างและหาประสิทธิภาพเครื่องจ่ายคลอรีนจากปริมาณน้ำ
- ผลของนโยบายลดภาษีนิติบุคคลต่อ GDP ของประเทศไทย



ISSN : 2586-9302

VE-IRJ วารสารวิจัยและนวัตกรรม การอาชีวศึกษา

Vocational Education Innovation and Research Journal:

เจ้าของ สถาบันการอาชีวศึกษาภาคตะวันออกเฉียงเหนือ สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา

ที่ปรึกษา รศ.ดร.ศักดิ์ กองสุวรรณ นายกสถาบันการอาชีวศึกษาภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 1
 ดร.สุเทพ ขิตยวงษ์ เลขาธิการคณะกรรมการการอาชีวศึกษา
 ดร.มงคลชัย สมอุดร ที่ปรึกษาสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา
 ดร.พีระพล พูลทวี ผู้ช่วยเลขาธิการคณะกรรมการการอาชีวศึกษา
 ดร.มนูญ แก้วแสนเมือง ผู้อำนวยการสถาบันการอาชีวศึกษาภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 2
 นายสมใจ เข้าวพานิช ผู้อำนวยการสถาบันการอาชีวศึกษาภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 3
 นายลิขิต พลเหลา ผู้อำนวยการสถาบันการอาชีวศึกษาภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 4
 ดร.สำเริง วงศ์ศักดิ์ ผู้อำนวยการสถาบันการอาชีวศึกษาภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 5

บรรณาธิการอาวุโส ศ.ดร.สัมพันธ์ ฤทธิเดช อธิการบดี มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

รองบรรณาธิการอาวุโส ศ.ดร.มนต์ชัย เทียนทอง คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
 ศ.พล.ต.ต.ดร.เกียรติพงษ์ มีเพียร มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

บรรณาธิการ ดร.วรวิทย์ ศรีตระกูล ผู้อำนวยการสถาบันการอาชีวศึกษาภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 1

รองบรรณาธิการ นายโชค อ่อนพรม รองผู้อำนวยการสถาบันการอาชีวศึกษาภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 1
 ดร.สุนทรผลไท จันทระ รองผู้อำนวยการสถาบันการอาชีวศึกษาภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 1

ผู้ช่วยบรรณาธิการ นายพงศวิวัฒน์ ฮงทอง ผู้ช่วยผู้อำนวยการสถาบันการอาชีวศึกษาภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 1
 ดร.อาทิตย์ จิรวัดผล สถาบันการอาชีวศึกษาภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 1
 ดร.อนิรุทธ์ จันทมูล สถาบันการอาชีวศึกษาภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 3

กองบรรณาธิการ

รศ.ดร.ธเนศ ธนิตย์ธีรพันธ์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี รศ.ดร.ไพโรจน์ สติริยากร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
 รศ.ดร.ศิริ ถิอาสนา มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ดร.พุทธ ธรรมสุณา สถาบันการอาชีวศึกษาภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 1
 รศ.ดร.กฤตติกา แสนโภชน มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี ดร.วิชิต สงวนไกรพงษ์ สถาบันการอาชีวศึกษาภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 2
 ผศ.ดร.ชูชัย สุจิรวงศ์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ดร.เฉลิมศักดิ์ นามเชียงใหม่ สถาบันการอาชีวศึกษาภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 3
 ผศ.ดร.กนกอร บุญมี มหาวิทยาลัยภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ดร.วิบูลย์ พันธุ์สะอาด สถาบันการอาชีวศึกษาภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 3
 ดร.ศัชชญาส์ ดวงจันทร์ มหาวิทยาลัยสวนดุสิต ดร.รวีกร แสงขำนิ สถาบันการอาชีวศึกษาภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 5
 ดร.สนิท หลุทธราชวาสิน วิทยาลัยอาชีวศึกษาสันติราษฎร์ ในพระอุปถัมภ์ ผศ.ดร.นิรันดร์ วิทิตอนันต์ มหาวิทยาลัยบูรพา

เลขานุการกองบรรณาธิการ นางกรรณิกา สายสิญจน์ สถาบันการอาชีวศึกษาภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 1

ผู้ช่วยเลขานุการกองบรรณาธิการ นางวิไลลักษณ์ ราษฎร์น้อย สถาบันการอาชีวศึกษาภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 4
 นางปารณีย์ สุขช่วย สถาบันการอาชีวศึกษาภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 1

ที่อยู่กองบรรณาธิการ 306 หมู่ 5 ภายในวิทยาลัยเทคนิคหนองคาย ต.โพธิ์ชัย อ.เมือง จ.หนองคาย 43000

ผู้ประสานงาน นางอนุสรณ์ พุกกะศรี สถาบันการอาชีวศึกษาภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 1

โทร. 042-411447, 084-602-9320 โทรสาร 042-411447 Email : ivene1journal@gmail.com

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



	หน้า
- สถานประกอบการกับขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนภาคปฏิบัติของระบบทวิภาคีอย่างมีคุณภาพ ไพโรจน์ สติรยากร	1
- อุปกรณ์เตือนการขโมยรถจักรยานยนต์ ชัชวาลย์ ป้อมสุวรรณ	6
- การสร้างและพัฒนาชุดฝึกอบรมการใช้โปรแกรม TPOS สุทธิสรา ประดิษฐ์, รัตน์วี ชัยพัฒน์เสรี, ทองทิพย์ พรเพียรวิชานนท์ และสุภาพร ชนะชัย	14
- เครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอตตอนเย้นและตรวจสอบสภาพด้วยกล้อง Snake Scope ชินภัทร์ แก้วโกมินทวงษ์, ภาณุกร ภูมิลา และสุชาวัชร ธรรมจารุรัตน์	19
- พัฒนารูปแบบการเรียน การสอนโดยใช้กรณีศึกษาในการส่งเสริมความสามารถการคิดวิเคราะห์ วิชาอาชีวอนามัยและความปลอดภัย รหัส 2001-1004 หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556 ไพฑูรย์ ยศเตา	33
- ผลของการปรับผิวเส้นใยต่อสมบัติเชิงกลและสัณฐานวิทยาของคอมโพสิตเส้นใยใบสับปะรด และพอลิแล็กติกแอซิด พุทธชาติ สร้อยสน และศุภัตรา ประทุมชาติ	48
- การบูรณาการโครงการบริการทางวิชาการกับกระบวนการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมจิตสาธารณะ กั๊งกาญจน์ ทองงอก, ศัชนยาส์ ดวงจันทร์ และสุระสิทธิ์ ทรงม้า	55
- การพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ ในการเขียนโปรแกรมงานระบบอุตสาหกรรมและงานคลังสินค้า ในโรงงานอุตสาหกรรม สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี ด้วยการสอนบน Padlet สุนิพันธ์ ศรีสุพจนานนท์ และปวิณวงศ์ บำรุงจันทร์	61
- การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้เชิงรุกทางเทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อการจัดการอาชีว สำหรับหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงทางการบัญชี ดวงใจ สมภักดี	67
- การสร้างและหาประสิทธิภาพเครื่องจ่ายคลอรีนจากปริมาณน้ำ สุธีร์ ก่อบุญขวัญ, โกมล เทโหปการ และจิรพล บุญยัง	80
- ผลของนโยบายลดภาษีนิติบุคคลต่อ GDP ของประเทศไทย เบญจวรรณ โชติช่วงนิรันดร์	94



วารสารวิจัยและนวัตกรรม การอาชีวศึกษา VE-IRJ

Vocational Education Innovation and Research Journal



วารสารวิจัยและนวัตกรรมการอาชีวศึกษาโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเผยแพร่ข้อมูล ข่าวสารทางด้านอาชีวศึกษาและการฝึกอาชีพ รวมทั้งความก้าวหน้าทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเป็นวารสารราย 6 เดือน จัดพิมพ์เผยแพร่ปีละ 2 ฉบับ หากท่านประสงค์จะสมัครเป็นสมาชิก โปรดกรอกรายละเอียดในใบสมัครสมาชิกและส่งมาที่ สถาบันการอาชีวศึกษาภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 1 ภายในวิทยาลัยเทคนิคหนองคาย เลขที่ 306 หมู่ 5 ต.โพธิ์ชัย อ.เมือง จ.หนองคาย โทรศัพท์ / โทรสาร 042-411445 , 042-411447

ใบสมัครสมาชิก

วารสารวิจัยและนวัตกรรมการอาชีวศึกษา

☐ สมาชิกใหม่ 500 บาท/ปี/2 ฉบับ

.....

ชื่อ.....นามสกุล.....

ที่อยู่.....

.....รหัสไปรษณีย์ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐

โทรศัพท์.....E-mail.....

- หมายเหตุ
- โอนเงินค่าสมัครสมาชิกเข้าบัญชี รายได้สถาบันการอาชีวศึกษาภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 1 ธนาคารกรุงไทย สาขาสุวรรณ คอมเพล็กซ์ หนองคาย เลขที่บัญชี 4966001218
 - เมื่อท่านชำระค่าสมัครสมาชิก เรียบร้อยแล้ว กรุณาส่งสำเนาการโอนเงิน/พร้อมใบสมัคร มาที่ สถาบันการอาชีวศึกษาภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 1 ตามที่อยู่ข้างต้น

สถานประกอบการกับขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนภาคปฏิบัติ
ของระบบทวิภาคีอย่างมีคุณภาพ

รศ.ดร.ไพโรจน์ สติรยากร*

*รองศาสตราจารย์ คณบดีคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ



การจัดอาชีวศึกษาระบบทวิภาคี (*Dual Vocational Training: DVT*) เพื่อให้ภาคเอกชนมีส่วนร่วมในการจัดการเรียนการสอน เพื่อแก้ปัญหาแก้ปัญหาในด้านคุณภาพของแรงงานระดับฝีมือที่มุ่งเน้น ทักษะและประสบการณ์ตรง เพื่อให้ผู้สำเร็จการศึกษามีคุณภาพได้มาตรฐานสอดคล้องตามความต้องการของตลาดแรงงานและเป็นรูปแบบที่ตอบสนองความต้องการของสถานประกอบการมากที่สุด

บทนำ

จากการศึกษาของสิริชัย (2554) การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนการสอนอาชีวศึกษาระบบทวิภาคีโดยบูรณาการการสอนในสถานประกอบการ ผลการวิจัยพบว่าการฝึกอาชีพในสถานประกอบการครูฝึกและครูนิเทศก์ จะเป็นผู้ที่มีบทบาทมากที่สุดในการฝึกอาชีพให้แก่นักศึกษาหากครูฝึกและครูนิเทศก์ได้รับการพัฒนาเพื่อเพิ่มขีดความสามารถให้มีความรู้ความเข้าใจในการดำเนินงานจัดการฝึกอาชีพตามรูปแบบที่พัฒนาขึ้นมา ก็จะส่งผลไปถึงสมรรถนะของนักศึกษาตามที่คาดหวังไว้ด้วยเช่นกัน ส่วนการบูรณาการการสอนจะบูรณาการแบบสหวิทยาการที่ครูฝึกและครูนิเทศก์จะต้องวาง

แผนการสอนร่วมกัน ซึ่งสถานประกอบการแต่ละแห่งจะมีความแตกต่างของลักษณะงาน อาจจะส่งผลให้การฝึกอาชีพของนักศึกษาไม่ครบถ้วนก็เป็นได้ ฉะนั้นจะต้องมีการวางแผนจัดเตรียมการเติมเต็มของหัวเรื่องที่ไม่สามารถจัดฝึกอาชีพได้ในสถานประกอบการแห่งนั้นไว้ด้วย

วิธีการสอนแบบให้ผู้เรียนฝึกปฏิบัติ (Student Performance Method)

คุณลักษณะวิธีการสอนแบบให้ผู้เรียนฝึกปฏิบัติ การสอนด้วยวิธีนี้เป็นการสอนแบบให้ผู้เรียนลงมือปฏิบัติ โดยผู้เรียนจะลงมือปฏิบัติหลังจากที่ได้ดูการสาธิตจากอาจารย์ผู้สอน หรือได้ทำการศึกษาในห้องเรียนมาแล้ว โดยมีอาจารย์ผู้สอนคอยดูแลให้การศึกษาย่างใกล้ชิด การสอนแบบนี้ เรียกว่า S.P.M. ส่วนมากจะใช้ในห้องปฏิบัติการ หรือ โรงฝึกงาน ถ้านำไปเปรียบเทียบกับ วิทยาการศึกษา จะเข้าหลักการหลักของปรัชญาการศึกษา (Psychomotor Domain) ซึ่ง Domain นี้จะเน้นให้ผู้เรียนปฏิบัติได้เช่นกัน ทำให้การเรียนรู้เป็นไปด้วยความรวดเร็วยิ่งขึ้น เพราะว่าผู้เรียนนั้นได้โอกาสทดสอบความสามารถเฉพาะตัวต่อหน้าผู้สอน

ประเภทของการสอนแบบฝึกปฏิบัติ

1. Independent Practice หรือ Individual Learning ประเภทนี้ผู้เรียนจะฝึกปฏิบัติงานแต่เพียงลำพัง เพื่อทดสอบความสามารถของตนเอง
2. Group Performance of controlled practice หรือ Group learning ประเภทนี้จะแบ่งออกเป็นกลุ่มย่อย ๆ (Task group) ทำงานด้วยกันตามคำสั่งของผู้สอน และผู้เรียนแต่ละคนจะมีทักษะแตกต่างกัน
3. Instructor and pupil ประเภทนี้ให้ผู้เรียนสองคนจับคู่กัน โดยที่ผู้เรียนจะทำงานสลับกันไป ผลัดกันเป็นผู้สอนและ ผลัดกันเป็นผู้เรียน
4. Team performance ประเภทนี้ผู้เรียนทั้งหมดจะทำงานกันเป็นทีม แต่กลุ่มผู้เรียนแต่ละกลุ่มอาจจะทำงานต่างกันแต่สุดท้ายงานที่ได้มาประกอบกัน จะเป็นชิ้นงานเดียวกัน

สิ่งจำเป็นอย่างมากในการสอนแบบฝึกปฏิบัติ

1. สถานที่ฝึกปฏิบัติ
 - สถานที่ฝึกปฏิบัตินั้นจะต้องเหมาะสมกับจุดมุ่งหมายและวิธีการ
 - ต้องเป็นสถานที่ที่มีความพร้อมและยืดหยุ่นได้ตามสมควร

เพราะในการปฏิบัติบางครั้งจะเกิดการเปลี่ยนแปลง

แผนการเดิมที่ตั้งไว้ได้ ทำให้การฝึกปฏิบัติจะต้องเปลี่ยนไปด้วย

2. อุปกรณ์และเครื่องมือ
 - จะต้องมีจำนวนพอเพียงกับจำนวนผู้เรียน
 - ต้องมีสภาพพร้อมที่จะทำงานได้
 - เครื่องมือและอุปกรณ์ต่าง ๆ นั้นไม่ควรจำกัดเวลา

เพราะการฝึกปฏิบัติบางครั้งอาจจะกินเวลามากกว่าที่ตั้งไว้



3. เอกสารการฝึกปฏิบัติ

- คู่มือฝึกปฏิบัติ
- Job sheet
- Operation sheet
- Lab sheet
- เอกสารแนะนำประกอบการฝึก เช่น เอกสารเรื่องความปลอดภัย



4. การเตรียมตัวของผู้เรียนและผู้สอน

- ผู้สอนจะต้องจัดกิจกรรมของผู้สอนที่จะต้องทำเป็นขั้น ๆ ไป รวมทั้งเนื้อหาในวิชาการที่จะสอนด้วย หรือจะเรียกว่าการ เตรียมการสอนก็ได้
- ผู้สอนต้องเตรียม Pre – test (ข้อทดสอบก่อนเรียน)ข้อสอบนี้ เพื่อที่จะสำรวจความพร้อมของผู้เรียน



- เตรียมกิจกรรมให้ผู้เรียนร่วมเพื่อให้บรรลุจุดมุ่งหมาย

เชิงพฤติกรรมของการเรียนกิจกรรมนั้นผู้เรียนจะต้องทำได้เมื่อผู้สอนอธิบายเสร็จ

จากการศึกษาข้อมูลการจัดการเรียนการสอนของสุชาติ ศิริสุขไพบูลย์ บุญญศักดิ์ ใจจงกิจ ไพโรจน์ ติรันธนากุล และซิมพ์สัน (Simpson) สามารถสรุปขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนภาคปฏิบัติของระบบทวิภาคีอย่างมีคุณภาพของสถานประกอบ โดยมีรายละเอียด ดังนี้

ขั้นตอน	กิจกรรม
1. ขั้นการกล่าวนำ (Introduction)	เป็นขั้นตอนเริ่มต้นของขบวนการเรียนรู้ ทดสอบพื้นฐานความรู้เดิมของผู้เรียน สร้างความสนใจ สร้างปัญหา สร้างแรงจูงใจ จัดตำแหน่งของผู้เรียนให้เหมาะสม เป็นการกระทำเพื่อให้ข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับเรื่องที่จะเรียนก่อนการเริ่มต้นให้เนื้อหาวิชา
2. ขั้นการสาธิตจากครู (Demonstration from the Teacher)	หลังจากนำเข้าสู่บทเรียนแล้ว ซึ่งหมายถึงว่าได้ข้อมูลจากผู้เรียนแล้ว ได้ชี้แจงให้ผู้เรียนได้ทราบเป้าหมายที่จะเรียนจะฝึกกันแล้ว ผู้เรียนได้มีปัญหามีความพร้อม มีความสนใจที่จะแก้ปัญหานั้นกันแล้ว ผู้สอนก็ควรที่จะเริ่มให้เนื้อหาด้วยการกล่าวถึงหลักทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง อธิบายลักษณะงานวิธีการทำงาน โดยมีรายละเอียดตามลำดับดังนี้ - แสดงให้ผู้เรียนดูว่าทักษะที่จะเรียนกันนั้นปฏิบัติได้จริง - สาธิตพร้อม ๆ กับอธิบายงานว่า จะทำอะไร (What), ทำอย่างไร (How), และทำไมจึงต้องทำเช่นนั้น (Why) อาจจะทำการอธิบายประกอบคำถามก็ได้

ขั้นตอน	กิจกรรม
	- สาธิตซ้ำอีกครั้ง แต่สรุปเท่าที่จำเป็นที่สำคัญจริง ๆ - ทวนซ้ำอีกครั้ง (ถ้าจำเป็น)
3. ขั้นการสาธิตจากผู้เรียน (Demonstration from the Learner)	- ให้ผู้เรียนลองปฏิบัติให้ดูว่าทำได้หรือไม่ พร้อมกับให้การตรวจ – ปรับ - อาจให้ผู้เรียนปฏิบัติพร้อมกับการอธิบาย โดยผู้สอนต้องคอยถามจุดสำคัญของเนื้อหาในแต่ละช่วงด้วยคำถาม “ทำอะไร” “ทำอย่างไร” “ทำไมต้องทำอย่างนั้น” - ให้ผู้เรียนหมุนเวียนกันสาธิต พร้อมอธิบายสรุปเฉพาะจุดสำคัญ - ผู้สอนต้องมั่นใจว่าผู้เรียนทำได้โดยไม่ผิดพลาด หากไม่แน่ใจให้ผู้เรียนทำซ้ำให้ดูใหม่จนแน่ใจ
4. ขั้นให้แบบฝึกหัดและตรวจผลสำเร็จ (Exercise and Progress)	เมื่อแน่ใจว่า ผู้เรียนทำได้แล้วโดยไม่ผิดพลาด จึงจะมอบหมายให้ทำงานได้เพราะการฝึกทักษะปฏิบัติโดยการใช้เครื่องจักรมีอันตรายมาก และอีกประการหนึ่งคือ ทักษะที่ฝึกจะลืมได้ยากดังนั้นหากฝึกในทางที่ผิด ย่อมแก้ไขให้ไม่ได้ยาก ในขั้นนี้ผู้สอนอาจทำตามลำดับขั้นตอน ดังนี้ - มอบงานฝึกให้ผู้เรียนไปปฏิบัติ - คอยตรวจสอบขณะปฏิบัติอยู่เสมอด้วยการถาม สังเกตพฤติกรรมและตรวจดูชิ้นงานที่ฝึก - ชมเชย เสริมกำลังใจ เมื่อผู้เรียนทำได้สำเร็จ และให้การตรวจ – ปรับแก้ไข เมื่อผลงานไม่สำเร็จผล
5. ขั้นการปรับปรุงและประยุกต์ใช้ (Adaptation)	เป็นขั้นที่ช่วยให้ผู้เรียนปรับปรุงทักษะหรือการปฏิบัติของตนให้ดียิ่งขึ้น และประยุกต์ใช้ทักษะที่ตนได้รับการพัฒนาในสถานการณ์ต่าง ๆ
6. ขั้นการคิดริเริ่ม (Origination)	เมื่อผู้เรียนสามารถปฏิบัติหรือกระทำได้สิ่งหนึ่งอย่างชำนาญ และสามารถประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ที่หลากหลายแล้ว ผู้ปฏิบัติจะเริ่มเกิดความคิดใหม่ ๆ ในการกระทำหรือปรับการกระทำนั้นให้เป็นไปตามที่ตนต้องการ

สรุป

ในการจัดการเรียนการสอนภาคปฏิบัติในสถานประกอบการ จะให้ผล ดีกว่าการฝึกจากสถานศึกษา เพราะการเรียนรู้จากการปฏิบัติงานจริงทำได้ง่าย ทั้งยังสอดคล้องกับ ความต้องการของสถานประกอบการได้มากกว่า อย่างไรก็ตาม เพื่อให้การจัดการเรียนการสอน ในสถานประกอบการต่างๆ เป็นไปในทิศทางเดียวกันจะต้องจัดทำรายการงานที่จะฝึก แล้ว ดำเนินจัดสร้างเครื่องมือวัดและประเมินผลให้สถานประกอบการต่างๆ ใช้เป็นแนวทางในการฝึกทักษะและ การวัด ประเมินผลด้วย ดังนั้นขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนภาคปฏิบัติของระบบทวิภาคีควรมีคุณภาพ ควรมีขั้นตอน ดังนี้

1. Prepare คือ ครูต้องเตรียม วัสดุ เครื่องมือ อุปกรณ์ เครื่องจักรให้พร้อม หลังจากนั้นครูผู้สอนต้องสอนทฤษฎี ปฏิบัติ สอนขั้นตอนการปฏิบัติงาน อันตรายที่อาจเกิดขึ้นขณะปฏิบัติงาน สอนสิ่งที่ควรระวังที่จะทำให้เกิดความสูญเสียใน ชิ้นงานหรือบริการและต้องกล่าวนำให้ผู้เรียนเกิดแรงจูงใจในการปฏิบัติงานถึงความสำคัญของงานที่กำลังจะปฏิบัติ

2. Demonstrate ครูต้องแสดงการปฏิบัติงานให้ผู้เรียนดูตามลำดับขั้นตอนที่ครูผู้สอนกำหนด พร้อมทั้งตอบข้อ สงสัยของผู้เรียนจนกว่าผู้เรียนจะคลายข้อสงสัยทั้งหมด ทั้งนี้ครูผู้สอนเองอาจตั้งคำถามผู้เรียนเพื่อกระตุ้นการเรียนรู้ ระหว่างการสาธิต

3. Copy ครูให้ผู้เรียนฝึกปฏิบัติตามขั้นตอนการทำงานที่กำหนด ตามคู่มือ ห้ามดัดแปลง และให้ผู้เรียนทำซ้ำ ๆ จนเกิด ทักษะตามสมรรถนะ ผู้เรียนที่ยังปฏิบัติไม่ได้ตามกำหนด ครูควรใช้หลัก “เพื่อนสอนเพื่อน” แต่ครูต้องควบคุมอยู่ในสายตาหาก ทำเสร็จแล้วเวลายังไม่หมดให้ทำซ้ำอีกจนกว่าจะหมดเวลา เนื่องจากการทำซ้ำ ๆ เป็นส่วนสำคัญที่จะทำให้ผู้เรียนเกิด ทักษะ (Skill)

4. Practice ครูผู้สอนให้ผู้เรียนฝึกปฏิบัติตามขั้นตอนการทำงานที่กำหนด ตามคู่มือ ตามล้าพัง ทำจนเสร็จ สมบูรณ์ และใช้ประโยชน์ได้

5. Evaluation ครูผู้สอนให้ผู้เรียนปฏิบัติงานตามใบสั่งงาน(Job sheet) เพื่อวัดผลด้านทักษะ พร้อมกับพัฒนา ใบประเมินผลการปฏิบัติงาน เพื่อใช้สำหรับประเมินผลการปฏิบัติงานที่ได้มาตรฐาน



อุปกรณ์เตือนการขโมยรถจักรยานยนต์ Motorcycle devices warning steal

ชัชวาลย์ ป้อมสุวรรณ

สาขาวิชาเทคโนโลยียานยนต์ วิทยาลัยเทคนิคเลย สถาบันการอาชีวศึกษาภาคตะวันออกเฉียง 1

บทคัดย่อ

จากสภาพในปัจจุบันรถจักรยานยนต์เป็นยานพาหนะใช้งานในประเทศไทยอยู่เป็นจำนวนมาก และมีสถิติเกี่ยวกับการขโมยรถจักรยานยนต์ เม.ย. 2556 - เม.ย. 2557 มีผู้เสียหายเข้าแจ้งความกับเจ้าหน้าที่ตำรวจกรณีรถจักรยานยนต์ 2,583 คดี (ประชาชาติธุรกิจ 31 ต.ค. 2560) ซึ่งก่อให้เกิดความเสียหายแก่เจ้าของรถ เกิดความสูญเสียทางเศรษฐกิจ เกิดอาชญากรรม ผลที่ตามมานี้เป็นปัญหาใหญ่ของประเทศชาติ จากข่าวทีวีและในสื่อออนไลน์เผยแพร่ภาพวิดีโอที่บันทึกวิธีการขโมยรถจักรยานยนต์ไว้ได้ ขโมยใช้เวลาไม่ถึง 1 นาที ในการขโมยรถจักรยานยนต์ โดยใช้วิธีการต่างๆ ที่จะนำรถไปจากที่จอดรถของเจ้าของรถ เช่น ใช้กุญแจพิเศษ หักคอรถเพื่อให้ล้อคอรถหักออก ถาสตาร์ทรถได้ก็จะขับไป ถาสตาร์ทรถไม่ได้ก็ใช้วิธีการลากจูงไป ซึ่งทุกวิธีเป็นการใช้รถที่ผิดเงื่อนไขปกติที่ควรจะเป็น ผู้วิจัยจึงได้ประดิษฐ์อุปกรณ์เตือนการขโมยรถจักรยานยนต์ขึ้นเพื่อเป็นการแจ้งเตือนว่ารถได้ถูกใช้งานผิดเงื่อนไขหรืออาจกำลังถูกขโมย รถจักรยานยนต์ที่ติดตั้งอุปกรณ์นี้เมื่อมีการใช้รถผิดเงื่อนไข เช่น ไม่ใช้กุญแจประจำรถ ไม่ยกเลิกระบบเตือนจะมีเสียงไซเรนดังขึ้นเพื่อให้เป็นจุดสนใจของคนที่อยู่ใกล้เคียง อุปกรณ์นี้จะถูกติดตั้งไว้ในรถเป็นอุปกรณ์วงจรไฟฟ้าที่ออกแบบมาให้ติดตั้งได้กับรถจักรยานยนต์ที่ประเภท โดยดัดแปลงและติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้าเพิ่มจากวงจรไฟฟ้าเดิมของรถเป็นอุปกรณ์ไฟฟ้าพื้นฐานราคาถูกติดตั้งง่าย และ

สามารถแจ้งเตือนได้จริง งานวิจัยนี้มีจุดประสงค์เพื่อสร้าง และ ประเมินความเหมาะสมอุปกรณ์เตือนการขโมยรถจักรยานยนต์ ผลจากการประเมินความเหมาะสมของอุปกรณ์เตือนการขโมยรถจักรยานยนต์ โดยผู้เชี่ยวชาญพบว่าคุณภาพด้านโครงสร้าง และ ด้านการใช้งาน โดยรวมพบว่าค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับดี ($\bar{X} = 4.418$, S.D. = 0.597)

Abstract

At the present, the most of vehicles are used in Thailand, including the motorcycles that were stolen. There is the data about motorcycle stealing on April 2014 to April 2015 complained to the police 2,583 cases. (Prachachat Thurakit News 31 October 2017) which caused damage to the owner of the motorcycles. It is the big problem in the country. From TV news and the online media released the video how to steal a motorcycle that the thefts took less than 1 minute to steal. They used different ways to take motorcycle such as using the special keys breaking the motorcycle lock. So the researcher invented the motorcycle alarm for warning before be stolen. This equipment is installed in the motorcycle that is an electrical circuit. It is not expensive and easy to install. And can be

real alert. The purposes of this study to make and assess the motorcycle alarm suitability. The results of the study were as follows the quality of the structure and the using were statistically significant at 0.597. It was good.

1. บทนำ

1.1 ความจำเป็นและความสำคัญของปัญหา

เนื่องจากในปัจจุบันรถจักรยานยนต์เป็นยานพาหนะที่จำเป็นในครัวเรือนเพราะใช้งานง่ายสะดวก รวดเร็ว และทุกครัวเรือนต้องมีรถจักรยานยนต์ไว้ใช้อย่างน้อยหนึ่งคันต่อครัวเรือน รถจักรยานยนต์ใหม่มีราคาตั้งแต่ สี่หมื่นบาทไปจนถึงหลายแสนบาท จุดอ่อนของรถจักรยานยนต์คือ ไม่มีระบบเตือนภัยจากการขโมยรถ ทำให้ขโมยได้ง่าย โดยมีให้เห็นอยู่เป็นประจำทั้งในสื่อออนไลน์และสื่อทางทีวี คือภาพการขโมยรถจักรยานยนต์ โดยเฉพาะรถจักรยานยนต์ที่จอดไว้ในที่ลับสายตาคน ทำให้มีความเสี่ยงสูงที่จะถูกขโมยรถ วิธีการขโมยรถนั้นมีหลายวิธี เช่น การยกรถ การใช้กุญแจพิเศษ การหมุนคอรถอย่างรุนแรงเพื่อคลายล็อก หรือพยายามที่จะนำรถไปโดยไม่ได้สตาร์ทเครื่องยนต์ วิธีการขโมยดังกล่าวเป็นวิธีที่ง่ายและใช้เวลาน้อย การขโมยรถแต่ละวิธีเป็นการใช้รถโดยผิดไปจากเงื่อนไขที่ควรจะเป็น เช่น สตาร์ทเครื่องยนต์โดยไม่ใช้กุญแจเปิดสวิทช์ สตาร์ทรถโดยใช้กุญแจปลอม ขึ้นขาค้างโดยไม่เปิดสวิทช์ และใช้เบรกโดยไม่เปิดสวิทช์ ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้ศึกษาหาแนวทางป้องกันการขโมยรถจักรยานยนต์ขึ้น โดยหาข้อมูลระบบป้องกันขโมยรถจักรยานยนต์ ที่มีอยู่ เช่น สัญญาณกันขโมยจากโทรศัพท์มือถือ วิทยาลัยสารพัดช่างนครศรีธรรมราช อาชีวศึกษาจังหวัดนครศรีธรรมราช เมื่อมีการขโมยรถจักรยานยนต์จะมีระบบแจ้งเตือนไปยังเจ้าของรถ ถ้าเจ้าของรถอยู่ใกล้จากรถก็ไม่สามารถป้องกันการขโมยรถไปได้ ผู้วิจัยจึงศึกษา

วงจรไฟฟ้ารถยนต์ (งานไฟฟ้ารถยนต์ ประภาส พงษ์ชื่น) เพื่อคิดค้นวงจรไฟฟ้าแจ้งเตือนการขโมยรถแก่เจ้าของรถหรือบุคคลอื่น ให้เป็นจุดสังเกต จุดสนใจในบริเวณใกล้เคียงโดยจะมีเสียงไซเรนดังขึ้นถ้าหากว่ารถถูกใช้งานที่โดยไม่ใช้กุญแจของรถ หรือ ใช้รถ จักรยานยนต์โดยผิดปกติไปจากเงื่อนไขที่เจ้าของรถอนุญาต

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 เพื่อสร้างและประเมินความเหมาะสมอุปกรณ์เตือนการขโมยรถจักรยานยนต์

1.2.2 เพื่อศึกษาวิธีการป้องกันการขโมยรถจักรยานยนต์

1.3 สมมุติฐานของการวิจัย

1.3.1 ระดับผลการประเมินความเหมาะสมอุปกรณ์เตือนการขโมยรถจักรยานยนต์ โดยผู้เชี่ยวชาญอยู่ในระดับดีขึ้นไป

1.3.2 อุปกรณ์เตือนการขโมยรถจักรยานยนต์สามารถนำไปใช้งานได้เหมาะสม

1.4 ขอบเขตของการวิจัย

1.4.1 อุปกรณ์เตือนการขโมยรถจักรยานยนต์เป็นวงจรไฟฟ้าแจ้งเตือนการใช้งานรถผิดเงื่อนไขด้วยเสียงเท่านั้น

1.4.2 การติดตั้งอุปกรณ์เตือนการขโมยรถจักรยานยนต์ดัดแปลงจากวงจรไฟฟ้าเดิมของรถ

1.5 ระยะเวลาดำเนินงาน

ระยะเวลาการดำเนินงาน เดือนกันยายน 2557 – เดือนมีนาคม 2558

1.6 นิยามศัพท์

1.6.1 อุปกรณ์เตือนการขโมยรถจักรยานยนต์ หมายถึง วงจรไฟฟ้าแจ้งเตือนการใช้งานรถจักรยานยนต์ผิดเงื่อนไขด้วยเสียงเท่านั้น

1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

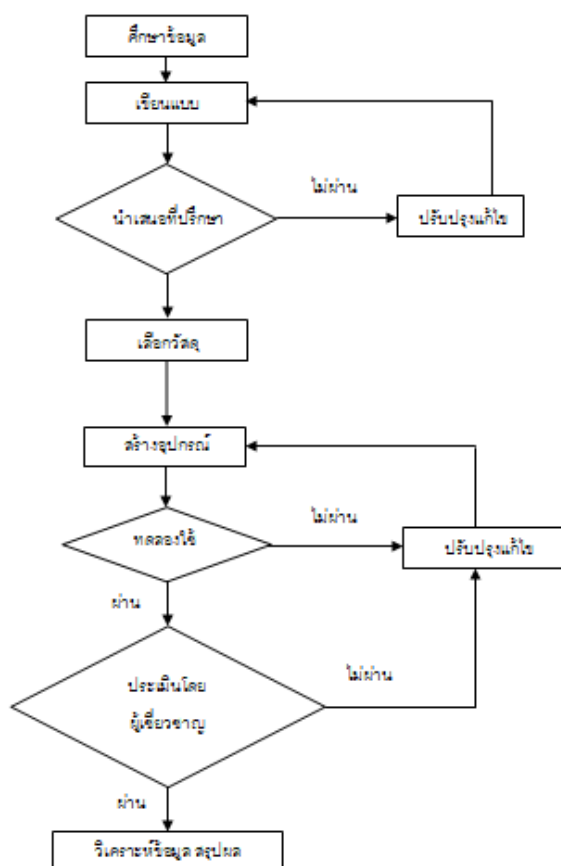
1.7.1 ได้อุปกรณ์เตือนการขโมยรถจักรยานยนต์

- 1.7.2 ได้วิธีการป้องกันการขโมย
รถจักรยานยนต์
- 1.7.3 ประยุกต์การนำผลการวิจัยพัฒนา
ขยายไปใช้ในเชิงพาณิชย์ได้

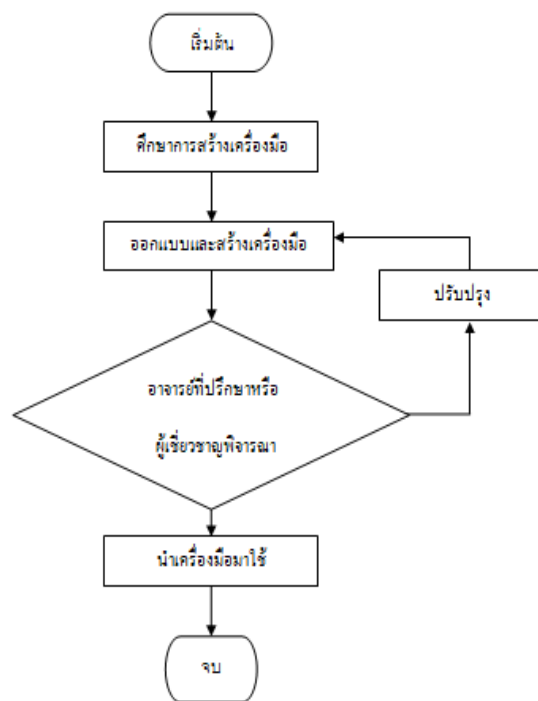
2. วิธีดำเนินการวิจัย

- 2.1 ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
- 2.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
- 2.3 เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาวิจัย
- 2.4 การทดลองและการศึกษาข้อมูล
- 2.5 การวิเคราะห์และการนำเสนอข้อมูล

3. ขั้นตอนการดำเนินการ



รูปที่ 1 แสดงขั้นตอนการสร้างอุปกรณ์เตือน
การขโมยรถจักรยานยนต์



รูปที่ 2 แสดงขั้นตอนการสร้างเครื่องมือ

3.1 วิเคราะห์ลักษณะข้อมูลที่ต้องการเป็นขั้นแรก
ของการสร้างแบบสอบถามก็คือ ทำการวิเคราะห์
ลักษณะของข้อมูลที่ต้องการวิจัยโดยวิเคราะห์จาก
จุดประสงค์ของการวิจัย กำหนดโครงสร้างเนื้อหา
แบบสอบถามแบ่งออกเป็น 2 ตอน คือ

ตอนที่ 1 เป็นข้อมูลแบบสอบถามความคิดเห็น
แบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) กำหนด
น้ำหนักคะแนน (Weight) แบ่งออกเป็น 5 ระดับ ดังนี้

ระดับที่ 5 หมายถึง มีความเหมาะสมมาก
ที่สุด ดีมาก เห็นด้วยอย่างยิ่ง

ระดับที่ 4 หมายถึง มีความเหมาะสม
มาก ดี เห็นด้วย

ระดับที่ 3 หมายถึง มีความเหมาะสม
ปานกลาง ไม่แน่ใจ

ระดับที่ 2 หมายถึง มีความเหมาะสม
น้อย ยังไม่ดี ไม่เห็นด้วย

ระดับที่ 1 หมายถึง มีความเหมาะสม
น้อยที่สุด ต้องปรับปรุง ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง

3.2 ขั้นตอนการสร้างแบบสอบถาม

3.2.1 กำหนดรูปแบบของคำถามศึกษาวิธีการ
สร้างแบบสอบถามจากตำรา หรือในงานวิจัยอื่นที่มีเรื่อง
ในการวิจัยคล้ายกันแล้วกำหนดแบบสอบถาม

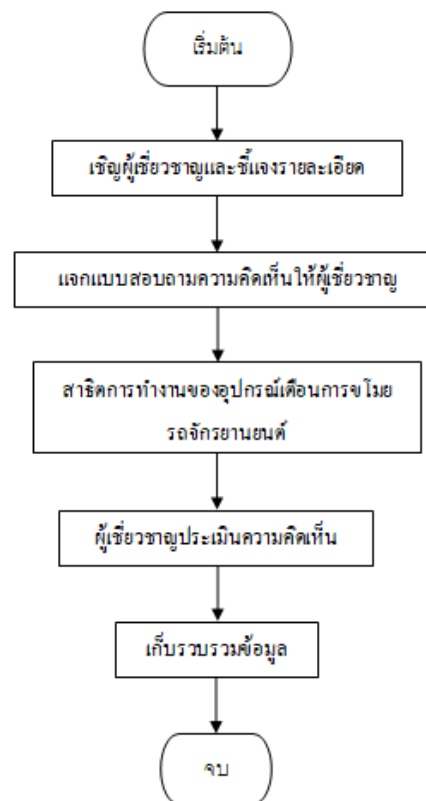
3.2.2 เขียนแบบสอบถามฉบับร่าง ลงมือเขียน
แบบสอบถามฉบับร่างตามโครงสร้างของเนื้อหาของ
แบบสอบถามและตามหลักการสร้างและรูปแบบที่
กำหนดไว้

3.2.3 ให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาแบบสอบถาม
ไปให้ผู้เชี่ยวชาญในด้านที่จะศึกษาและด้านวัดผล
พิจารณาความถูกต้องของคำถามแต่ละข้อ แล้วนำข้อ
วิจารณ์เหล่านั้นมาพิจารณาแก้ไขให้เหมาะสม

3.2.4 ทดลองใช้และปรับปรุงแบบสอบถาม
ไปทดลองใช้กับผู้ที่มีลักษณะคล้ายกลุ่มตัวอย่างหรือกลุ่ม
ประชากรจำนวน 8 ท่าน เพื่อพิจารณาความชัดเจนของ
ข้อคำถามต่างๆ ปัญหาที่อาจจะพบในขณะตอบแล้วนำ
ข้อวิจารณ์เหล่านั้นมาพิจารณาปรับปรุงแก้ไข
แบบสอบถาม

3.2.5 พิมพ์แบบสอบถามฉบับจริง ทำการ
พิมพ์แบบสอบถามที่จะใช้จริงหลังจากปรับปรุงแล้ว ใน
การพิมพ์จะต้องคำนึงถึงความชัดเจนในการอธิบาย
จุดประสงค์และวิธีการตอบความถูกต้องในเนื้อหาสาระ
และจัดรูปแบบให้สวยงาม

3.3 ทดสอบการทำงานของอุปกรณ์เตือนการขโมย
รถจักรยานยนต์



รูปที่ 3 แสดงการสาธิตการทำงานของอุปกรณ์เตือนการขโมยรถจักรยานยนต์และเก็บข้อมูล

3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

3.4.1 เก็บรวบรวมข้อมูลผลการทดลอง
อุปกรณ์เตือนการขโมยรถจักรยานยนต์ และทดลองใช้
งาน

3.4.2 ปรับปรุงแก้ไขเมื่อผู้เชี่ยวชาญแนะนำ

3.5 การวิเคราะห์ข้อมูลและสรุปผล

ข้อมูลที่ได้จากแบบสอบถามความคิดเห็นของ
ผู้เชี่ยวชาญมาวิเคราะห์ข้อมูลและนำเสนอค่าสถิติต่าง ๆ
โดยใช้ค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
(Standard Deviation) จุดประเมินที่มีค่าเฉลี่ย 3.51-
5.00 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานไม่เกิน 1.00 ถือว่า
ผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นสอดคล้องกันในจุดประเมินที่
ระบุไว้ (บุญชม, 2543 : 60)

ในการหาค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) สามารถกระทำดังนี้ (บุญชม, 2543 : 60)

3.5.1 วิเคราะห์ข้อมูลจากกลุ่มผู้เชี่ยวชาญที่ได้กระทำการประเมินอุปกรณ์ต้นแบบ โดยใช้ค่าเฉลี่ย (Mean) โดยใช้สูตร

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{N}$$

เมื่อ $\bar{X}$ = ค่าเฉลี่ยของคะแนนระดับความคิดเห็น

$\sum X$ = ผลรวมคะแนนระดับทั้งหมดของผู้เชี่ยวชาญ

N = จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

3.5.2 วิเคราะห์ข้อมูลของผู้เชี่ยวชาญที่ได้กระทำการประเมินอุปกรณ์โดยการวิเคราะห์ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) เป็นการกระจายของระดับความคิดเห็นโดยใช้สูตร

$$S.D. = \sqrt{\frac{N \sum X^2 - (\sum X)^2}{N(N-1)}}$$

เมื่อ S.D. = ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนระดับความคิด

$\sum X^2$ = ผลรวมคะแนนทั้งหมดของผู้เชี่ยวชาญ

N = จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

3.5.3 เกณฑ์การวิเคราะห์

จากข้อมูลที่ได้รับจากแบบความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่นำมาวิเคราะห์ข้อมูล และนำเสนอค่าสถิติต่าง ๆ โดยใช้ค่าเฉลี่ย (Mean) โดยแบ่งชั้นความคิดเห็นเป็นคะแนนเฉลี่ย มีค่า ต่ำสุดและสูงสุดออกเป็น 5 ระดับ ดังนี้

4.51-5.00 หมายถึง มีความเหมาะสมมากที่สุด ดีมาก เห็นด้วยอย่างยิ่ง

3.51-4.50 หมายถึง มีความเหมาะสมมาก ดี เห็นด้วย

2.51-3.50 หมายถึง มีความเหมาะสม ปานกลาง ไม่แน่ใจ

1.51-2.50 หมายถึง มีความเหมาะสมน้อย ยังไม่ดี ไม่เห็นด้วย

1.00-1.50 หมายถึง ไม่เหมาะสม ต้องปรับปรุง แก้ไข ไม่เห็นด้วยอย่าง

4. ผลการดำเนินการวิจัย

4.1 ผลการสร้างและประเมินความสามารถของอุปกรณ์เตือนการขโมยรถจักรยานยนต์พบว่า เป็นวงจรไฟฟ้าประกอบในกล่องเก็บไว้ได้เบาะรถจักรยานยนต์ ผลการประเมินความเหมาะสมจากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คน แสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการประเมินความเหมาะสมด้านโครงสร้างและการออกแบบ

รายการ	รายการประเมิน	$\bar{X}$	S.D.	ผล
1	ขนาดโครงสร้างรูปร่างมีความเหมาะสมต่อการใช้งาน	3.8	0.837	ดี
2	ใช้เทคโนโลยีที่ไม่ซับซ้อนในการทำงาน	4.6	0.548	ดีมาก
3	การจัดวางตำแหน่งอุปกรณ์มีความเหมาะสม	4.2	0.837	ดี

ตารางที่ 1 ผลการประเมินความเหมาะสม
ด้านโครงสร้างและการออกแบบ (ต่อ)

รายการ	รายการประเมิน	$\bar{X}$	S.D.	ผล
4	วัสดุที่ใช้มีความเหมาะสม	4.6	0.548	มาก
5	การติดตั้งอุปกรณ์ง่าย การบำรุงรักษาง่าย	3.8	0.837	ดี
6	ราคาต้นทุนมีความเหมาะสม	4.6	0.548	ดีมาก
7		4.4	0.548	ดี
รวมค่าเฉลี่ย		4.286	0.672	ดี

ตารางที่ 2 ผลการประเมินความเหมาะสม
ด้านการใช้งาน

รายการ	รายการประเมิน	$\bar{X}$	S.D.	ผล
1	ทำงานได้ตามวัตถุประสงค์	4.8	0.447	ดีมาก
2	เป็นอุปกรณ์เตือนการขโมยรถจักรยานยนต์ได้	4.6	0.548	ดีมาก
3	ง่ายต่อการใช้งาน	4.4	0.548	ดี
4	มีความปลอดภัยในขณะที่ใช้งาน	4.4	0.548	ดี
รวมค่าเฉลี่ย		4.550	0.523	ดีมาก

ตารางที่ 3 สรุปผลการประเมินความเหมาะสม

รายการ	รายการประเมิน	$\bar{X}$	S.D.	ผล
1	ด้านโครงสร้างและการออกแบบ	4.286	0.672	ดี
2	ด้านความเหมาะสมด้านการใช้งาน	4.550	0.523	ดีมาก
รวมค่าเฉลี่ย		4.418	0.597	ดี



รูปที่ 4 แสดงอุปกรณ์เตือนการขโมยรถจักรยานยนต์



รูปที่ 5 แสดงอุปกรณ์เตือนการขโมยรถจักรยานยนต์



รูปที่ 6 แสดงอุปกรณ์เตือนการขโมย
รถจักรยานยนต์



รูปที่ 9 แสดงอุปกรณ์เตือนการขโมยรถจักรยานยนต์



รูปที่ 7 แสดงอุปกรณ์เตือนการขโมย
รถจักรยานยนต์



รูปที่ 8 แสดงอุปกรณ์เตือนการขโมย
รถจักรยานยนต์

5. สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผล

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลการประเมินคุณภาพของอุปกรณ์เตือนการขโมยรถจักรยานยนต์ จากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คนโดยภาพรวมของอุปกรณ์เตือนการขโมยรถจักรยานยนต์ มีคุณภาพอยู่ในระดับดีและเมื่อพิจารณาเป็นรายด้านพบว่าส่วนใหญ่มีคุณภาพอยู่ในระดับ ดี โดยด้านที่ 1 ด้านโครงสร้างและการออกแบบมีคุณภาพอยู่ในระดับดีซึ่งด้านโครงสร้างแบ่งการประเมินออกเป็น 7 ข้อ โดยมีข้อที่ 2 ใช้เทคโนโลยีที่ไม่ซับซ้อนในการทำงาน ข้อที่ 4 วัสดุที่ใช้มีความเหมาะสม และข้อที่ 6 การบำรุงรักษาง่าย มีคุณภาพอยู่ในระดับ ดีมาก ในด้านการใช้งาน แบ่งการประเมินออกเป็น 4 ข้อ โดยมีข้อที่ 1สามารถทดสอบได้ตามเป้าหมาย ข้อที่ 6 ความสะดวกในการทำความสะดวก และข้อที่ 8 ความสะดวกในการจัดเก็บอุปกรณ์ มีคุณภาพอยู่ในระดับดีมากและด้านผลผลิต แบ่งการประเมินออกเป็น 4 ข้อ โดยมีข้อที่ 1 ทำงานได้ตามวัตถุประสงค์ ข้อที่ 2 เป็นอุปกรณ์เตือนการขโมยรถจักรยานยนต์ได้ สรุปสรุปผลการประเมินความเหมาะสมอุปกรณ์เตือนการขโมย

รถจักรยานยนต์ อยู่ในระดับดี ($\bar{X} = 4.418$,
S.D. = 0.597)

5.2 อภิปรายผล

ผลการสร้างและประเมินความเหมาะสมอุปกรณ์
เตือนการขโมยรถจักรยานยนต์ โดยรวมทั้ง 2 ด้าน ได้แก่
ด้านโครงสร้างและการออกแบบ ด้านการใช้งาน มี
ค่าเฉลี่ยผลการประเมินความเหมาะสม อยู่ในระดับดี
($\bar{X} = 4.418$, S.D. = 0.597) ทั้งนี้ อาจเนื่องมาจากการ
ออกแบบโครงสร้างกล่องเก็บวงจรมีความแข็งแรง
เหมาะสมและกะทัดรัด เก็บไว้ได้เบาๆ ป้องกันการตัด
วงจร และด้านการใช้งานมีความปลอดภัยต่อการใช้งาน
จึงทำให้ผลการประเมินความเหมาะสมทั้ง 2 ด้านมี
ค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับดี

5.3 ข้อเสนอแนะ

5.3.1 ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

ควรติดตั้งสวิทช์ที่ขาตั้งรถจักรยานยนต์
ให้ปลอดภัยต่อการตัดสาย

5.3.2 ข้อเสนอแนะการวิจัยครั้งต่อไป

ความทนทานของกล่องเก็บวงจรและอุปกรณ์ให้
สวยงามกว่าเดิม

เอกสารอ้างอิง

- [1] ประชาชาติธุรกิจ 31 ต.ค. 2560
- [2] งานไฟฟ้ารถยนต์ (ประภาส พวงขึ้น)
- [3] สัญญาณกันขโมยจากโทรศัพท์มือถือ.
วิทยาลัยสารพัดช่างนครศรีธรรมราช
อาชีวศึกษา จังหวัดนครศรีธรรมราช
- [4] RFID [ออนไลน์]2555 [อ้างเมื่อ 20 สิงหาคม.
2559].จาก [http://www.thaieasyelec.
com/article-wiki/basic-electronics/
rfid-basic.html](http://www.thaieasyelec.com/article-wiki/basic-electronics/rfid-basic.html)].

การสร้างและพัฒนาชุดฝึกอบรมการใช้โปรแกรม TPOS The Development of Training Program TPOS

สุทธิสรา ประดิษฐ์^{1,*} รัตน์วี ชัยพัฒนเสรี² ทองทิพย์ พรเพ็ญวิชานนท์³ และสุภาพร ชนะชัย⁴

^{*1234}สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ คณะบริหารธุรกิจ สังกัดวิทยาลัยอาชีวศึกษาอุดรธานี จังหวัดอุดรธานี รหัสไปรษณีย์ 41000

บทคัดย่อ

การวิจัยในครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์ (1) เพื่อสร้างและพัฒนาชุดฝึกอบรมการใช้โปรแกรม TPOS (2) เพื่อหาประสิทธิภาพของชุดฝึกอบรมการใช้โปรแกรม TPOS (3) เพื่อประเมินความพึงพอใจของพนักงานแคชเชียร์ ห้างสรรพสินค้าโรบินสัน สาขาอุดรธานี ในการใช้ชุดฝึกอบรมการใช้โปรแกรม TPOS กลุ่มเป้าหมาย คือ พนักงานแคชเชียร์ห้างสรรพสินค้าโรบินสัน สาขาอุดรธานี จำนวน 20 คน โดยการสุ่มแบบเจาะจง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ ชุดฝึกอบรมการใช้โปรแกรม TPOS แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ชุดฝึกอบรมการใช้โปรแกรม TPOS และแบบประเมินความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่างต่อชุดฝึกอบรมการใช้โปรแกรม TPOS

ผลการวิจัย พบว่า พนักงานแคชเชียร์ห้างสรรพสินค้าโรบินสัน สาขาอุดรธานี จำนวน 20 คน ที่เรียนด้วยชุดฝึกอบรมการใช้โปรแกรม TPOS โดยภาพรวมมีความพึงพอใจมาก ($\bar{X} = 4.48$, S.D. = 0.07)

คำสำคัญ : การสร้างและพัฒนาชุดฝึกอบรมการใช้โปรแกรม TPOS

Abstract

The research Objectives are : To create and develop a training program TPOS. To

determine the effectiveness of training programs and to assess TPOS satisfaction cashier Robinson Udon Thani branch in a series of training programs aimed TPOS cashier Robinson Udon 20 branches acquired by specific. The instrument used in the research is a set training program TPOS test achievement. Using a series of training programs and evaluation TPOS satisfaction cashier mall Robinson Udon quality analysis tools. By using the content validity. The results showed that Staff Robinson Udon Thani branch number. 20 people attended a series of training programs TPOS overall very satisfied. ($\bar{X} = 4.48$, S.D. = 0.07)

1. บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ห้างสรรพสินค้าโรบินสัน จำกัด (มหาชน) เริ่มธุรกิจในปี พ.ศ.2522 และได้มีการขยายสาขาเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ อย่างต่อเนื่องทั้งในกรุงเทพมหานคร และต่างจังหวัด ทั้งนี้ภายในปี พ.ศ. 2561 ได้วางแผนขยายการลงทุนเพื่อขยายสาขาให้ถึง 60 สาขา ใน 40 จังหวัด บริษัทฯ ได้เล็งเห็นโอกาสในการขยายธุรกิจ ห้างสรรพสินค้าไปในหลายพื้นที่ของประเทศไทย และได้วางแผนการขยายสาขาไว้อย่างต่อเนื่อง โดยขยายสาขาใน 2

รูปแบบ คือ การขยายสาขาไปในศูนย์การค้าขนาดใหญ่ และการขยายสาขาในรูปแบบ “ไลฟ์ สไตล์ เซ็นเตอร์” (Lifestyle Center) โดยพิจารณาตามศักยภาพของพื้นที่ เพื่อให้สามารถให้บริการแก่ลูกค้าได้อย่างครอบคลุมทั่วถึงทุกพื้นที่ ทั้งนี้ การขยายสาขาที่รวดเร็วไม่เพียงแต่ช่วยให้บริษัทมีสาขาให้บริการในพื้นที่สำคัญในแต่ละภูมิภาคได้ทั่วถึงเท่านั้น บริษัทฯ ยังเป็นผู้ประกอบการห้างสรรพสินค้าสมัยใหม่ ที่เข้ามาทำตลาดเป็นรายแรกๆ ในพื้นที่ต่างจังหวัด ซึ่งได้ช่วยสร้างการรับรู้แบรนด์ห้างฯ โรบินสันให้เป็นที่รู้จัก และสร้าง ความผูกพันกับลูกค้าซึ่งจะช่วยเสริมความได้เปรียบทางการแข่งขันให้แก่บริษัทฯ ในระยะยาวด้วยเช่นกัน

บริษัทฯ ให้ความสำคัญต่อพนักงานเสมอมา โดยมีนโยบายด้านการบริหารงานบุคคล ซึ่งมีการปฏิบัติต่อพนักงานตามข้อบังคับของกฎหมายแรงงานและสวัสดิการสังคม และคำนึงถึงการเคารพต่อสิทธิส่วนบุคคลอย่างเคร่งครัด อีกทั้งบริษัทฯ ได้จัดให้มีหน่วยงานที่ดูแลด้านสวัสดิการพนักงานประจำอยู่ทุกสาขาเพื่อให้พนักงานได้รับการปฏิบัติที่ดีจากบริษัทฯ อย่างเท่าเทียม อีกทั้งได้จัดให้มีสภาพแวดล้อมในการทำงานที่เหมาะสม มีความปลอดภัยต่อชีวิตและทรัพย์สินรวมถึงการสร้างความสัมพันธ์อันดีระหว่างพนักงานและบริษัทฯ อย่างต่อเนื่อง

ปัจจุบันห้างสรรพสินค้าโรบินสัน มีอัตราการลาออกของพนักงานแคชเชียร์ค่อนข้างสูงในทุกสาขา ทำให้มีพนักงานใหม่เป็นจำนวนมาก และยังขาดความชำนาญในการรับชำระค่าสินค้า และ ค่าบริการสาธารณูปโภค ห้างสรรพสินค้าโรบินสัน ได้เปลี่ยนระบบการรับชำระค่าสินค้า เป็นระบบ TPOS ที่ใช้ในการรับชำระค่าสินค้า และค่าบริการสาธารณูปโภค เพื่อเป็นการเพิ่มทักษะการทำงานให้กับพนักงานแคชเชียร์ ผู้วิจัยจึงสร้างและพัฒนาชุดฝึกอบรมการใช้โปรแกรม TPOS เพื่อเพิ่มทักษะในการทำงานให้กับพนักงานแคชเชียร์ให้เข้าใจ

ระบบการรับชำระค่าสินค้าแบบ TPOS ซึ่งจะช่วยให้การทำงาน และการบริการลูกค้ามีประสิทธิภาพมากขึ้น

ชุดฝึกอบรมการใช้โปรแกรม TPOS จัดทำขึ้นเพื่อใช้ประกอบในการทำงานของพนักงานแคชเชียร์ ห้างสรรพสินค้าโรบินสัน สาขาอุดรธานี เพื่อให้พนักงานมีความรู้ ความเข้าใจ ในการทำงานมากขึ้น ส่งผลทำให้งานมีประสิทธิภาพตามมาตรฐานที่บริษัทฯ กำหนด

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 เพื่อสร้างและพัฒนาชุดฝึกอบรมการใช้โปรแกรม TPOS

1.2.2 เพื่อหาประสิทธิภาพของชุดฝึกอบรมการใช้โปรแกรม TPOS

1.2.3 เพื่อประเมินความพึงพอใจของพนักงานแคชเชียร์ ห้างสรรพสินค้าโรบินสัน สาขาอุดรธานี ในการใช้งานชุดฝึกอบรมการใช้โปรแกรม TPOS

1.3 สมมุติฐานของการวิจัย

ความพึงพอใจในการใช้ชุดฝึกอบรมการใช้โปรแกรม TPOS ของพนักงานแคชเชียร์ห้างสรรพสินค้าโรบินสัน สาขาอุดรธานี ที่มีความพึงพอใจมาก

1.4 ขอบเขตของการวิจัย

1.4.1 ขอบเขตด้านเนื้อหา

1.4.1.1 บทที่ 1 Start of Day

1.4.1.2 บทที่ 2 การทำรายการ

1.4.1.3 บทที่ 3 Discounts

1.4.1.4 บทที่ 4 End of Day/Shift

1.4.2 ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย คือ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558

1.4.3 ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่

1.4.3.1 ตัวแปรต้น คือ ชุดฝึกอบรมการใช้โปรแกรม TPOS

1.4.3.2 ตัวแปรตาม ได้แก่

1) ประสิทธิภาพของชุด

ฝึกอบรมการใช้โปรแกรม TPOS

2) ความพึงพอใจของผู้ใช้งาน

ชุดฝึกอบรมการใช้โปรแกรม TPOS

2. วิธีดำเนินการวิจัย

วิธีดำเนินการวิจัย การสร้างและพัฒนาชุดฝึกอบรมการใช้โปรแกรม TPOS ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยโดยมีลำดับขั้นตอนดังนี้

2.1 กลุ่มเป้าหมาย

กลุ่มเป้าหมาย คือ พนักงานแคชเชียร์ห้างสรรพสินค้าโรบินสัน สาขาอุดรธานี จำนวน 20 คน

2.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้พัฒนาเครื่องมือเพื่อใช้ในการวิจัยโดยมีขั้นตอน ประกอบด้วย

2.2.1 ชุดฝึกอบรมการใช้โปรแกรม TPOS

2.2.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ชุดฝึกอบรมการใช้โปรแกรม TPOS

2.2.3 แบบประเมินความพึงพอใจของพนักงานที่มีต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้เอกสารประกอบการเรียน ชุดฝึกอบรมการใช้โปรแกรม TPOS

2.3 การสร้างและตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือในการวิจัย

2.4 วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล

2.4.1 รวบรวมข้อมูลจากการใช้แบบสอบถามประเมินความพึงพอใจของกลุ่มเป้าหมายจำนวน 20 คน ได้มาโดยวิธีการเจาะจง

2.4.2 ผลจากการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้รับแบบสอบถามประเมินความพึงพอใจคืนจำนวน 20 ฉบับ คิดเป็นร้อยละ 100 ของแบบสอบถามที่ส่งไปทั้งหมด

2.4.3 รวบรวมแบบสอบถามทั้งหมดที่ได้มาดำเนินการตามขั้นตอนการวิจัยต่อไป

3. สรุปผลการวิจัย

3.1 ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของชุดฝึกอบรมการใช้โปรแกรม TPOS พบว่า มีประสิทธิภาพเท่ากับ 82.88/84.75 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ประสิทธิภาพที่กำหนดคือ 80/80 แสดงว่า ชุดฝึกอบรมการใช้โปรแกรม TPOS สามารถช่วยให้พนักงานมีผลสัมฤทธิ์ทางด้านการทำงานสูงขึ้น

3.2 ผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจของพนักงานที่มีต่อการจัดกิจกรรมการใช้ชุดฝึกอบรมการใช้โปรแกรม TPOS การประเมินความพึงพอใจมีทั้งหมด 4 ด้าน พบว่า โดยภาพรวมอยู่ในระดับความพึงพอใจมากที่สุด ($\bar{X} = 4.48$, $S.D. = 0.07$) และด้านที่ผู้ตอบแบบสอบถามมีความพึงพอใจเป็นอันดับที่ 1 คือ ด้านความเหมาะสมของการพิมพ์และการนำไปใช้ ($\bar{X} = 4.84$, $S.D. = 0.06$) รองลงมา คือ ด้านความเหมาะสมของการใช้ภาษา ($\bar{X} = 4.83$, $S.D. = 0.07$) ด้านความสอดคล้อง และความเหมาะสมของแบบฝึกหัด ($\bar{X} = 4.82$, $S.D. = 0.07$) และด้านความสอดคล้องและชัดเจนของเนื้อหา ($\bar{X} = 4.81$, $S.D. = 0.08$) ตามลำดับ เมื่อพิจารณาเป็นรายด้านพบว่า

3.2.1 ด้านความเหมาะสมของการพิมพ์และการนำไปใช้ โดยภาพรวม ผู้ตอบแบบสอบถามมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.84$, $S.D. = 0.06$) และเมื่อพิจารณาเป็นรายข้อ พบว่า มีความพึงพอใจเป็นอันดับที่ 1 คือ ตัวอักษร (แบบ/ขนาด) เหมาะสม อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.85$, $S.D. = 0.06$) รองลงมา คือ ขนาดของภาพ ลำดับภาพ หรือเนื้อหาเหมาะสม อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.85$, $S.D. = 0.06$) และความง่ายและสะดวกในการใช้งาน อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.85$, $S.D. = 0.06$) และมีประโยชน์ต่อการทำงานของพนักงาน อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.85$, $S.D. = 0.06$) และภาพประกอบมีความสอดคล้องกับ

เนื้อหา อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.80$, $S.D. = 0.08$) ตามลำดับ

3.2.2 ด้านความเหมาะสมของการใช้ภาษา โดยภาพรวมผู้ตอบแบบสอบถามมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.83$, $S.D. = 0.07$) และเมื่อพิจารณาเป็นรายข้อพบว่ามีความพึงพอใจเป็นอันดับที่ 1 คือ ภาษาที่ใช้สละสลวยเหมาะสมกับเนื้อหา อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.85$, $S.D. = 0.06$) รองลงมาคือ สำเนาภาษาที่ใช้เข้าใจง่าย อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.85$, $S.D. = 0.06$) และภาษาที่ใช้ถูกต้องตามหลักเกณฑ์การใช้ภาษา อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.80$, $S.D. = 0.08$) ตามลำดับ

3.2.3 ด้านความสอดคล้องและความเหมาะสมของแบบฝึกหัดโดยภาพรวม ผู้ตอบแบบสอบถามมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.82$, $S.D. = 0.07$) และเมื่อพิจารณาเป็นรายข้อพบว่ามีความพึงพอใจเป็นอันดับที่ 1 คือ แบบฝึกหัดมีความเหมาะสมกับเนื้อหาอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.85$, $S.D. = 0.06$) รองลงมาคือ แบบทดสอบประจำบทตรงตามจุดประสงค์ อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.85$, $S.D. = 0.06$) และแบบทดสอบมีการระบุคำสั่งและกิจกรรมที่ทำให้ทำอย่างชัดเจนอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.85$, $S.D. = 0.06$) และแบบฝึกหัดตรงตามจุดประสงค์ อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.80$, $S.D. = 0.08$) และคำถามเชื่อมโยงสู่การปฏิบัติจริง อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.75$, $S.D. = 0.09$) ตามลำดับ

3.2.4 ด้านความสอดคล้องและชัดเจนของเนื้อหา โดยภาพรวม ผู้ตอบแบบสอบถามมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.81$, $S.D. = 0.08$) และเมื่อพิจารณาเป็นรายข้อพบว่า มีความพึงพอใจเป็นอันดับที่ 1 คือ เนื้อหามีความชัดเจน เข้าใจง่าย อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.85$, $S.D. = 0.06$) รองลงมาคือ เนื้อหาสอดคล้องกับจุดประสงค์ของบทเรียน อยู่ใน

ระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.80$, $S.D. = 0.08$) และเนื้อหามีความสอดคล้องกันทุกหัวข้อเรื่อง อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.80$, $S.D. = 0.08$) และเนื้อหาจัดลำดับจากง่ายไปยาก ($\bar{X} = 4.80$, $S.D. = 0.08$) และเนื้อหาแต่ละบทเหมาะสมกับเวลาสอนอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.80$, $S.D. = 0.08$) ตามลำดับ

4. อภิปรายผล

ผลจากการทำวิจัย การใช้ชุดฝึกอบรมการใช้โปรแกรม TPOS กลุ่มเป้าหมาย คือ พนักงานแคชเชียร์ห้างสรรพสินค้าโรบินสัน สาขาอุดรธานี จำนวน 20 คน สามารถอภิปรายผลการวิจัยได้ดังนี้

พนักงานแคชเชียร์ห้างสรรพสินค้าโรบินสัน สาขาอุดรธานี ที่เรียนด้วยชุดฝึกอบรมการใช้โปรแกรม TPOS โดยภาพรวมมีความพึงพอใจมาก

5. ข้อเสนอแนะ

5.1 ข้อเสนอแนะในการวิจัย

ผลจากการวิจัย การสร้างและพัฒนาชุดฝึกอบรมการใช้โปรแกรม TPOS ทำให้ทราบความพึงพอใจของผู้ตอบแบบสอบถาม/ผู้ใช้งานในด้านต่างๆ ตลอดจนความต้องการของผู้ตอบแบบสอบถาม/ผู้ใช้งาน ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อห้างสรรพสินค้าโรบินสัน สาขาอุดรธานี โดยผู้ตอบแบบสอบถามมีข้อเสนอแนะดังนี้

5.1.1 ควรมีการใช้คำถามเพื่อโยงเข้าสู่การปฏิบัติงานจริงให้ชัดเจน ตรงประเด็น

5.1.2 ควรจัดระยะเวลาการเรียนการสอนเป็น 2 วัน เพื่อความเหมาะสมกับเนื้อหา

5.1.3 ควรจัดอบรมเพื่อทบทวนเนื้อหาและปัญหาในการปฏิบัติงานจริง

5.2 ข้อเสนอแนะเพื่อการศึกษาวิจัยครั้งต่อไป

จากผลการวิจัย ผู้วิจัยได้มีข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป ดังต่อไปนี้ ผู้วิจัยมีความประสงค์ที่จะ

เผยแพร่ให้ผู้สอนงานพนักงานแคชเชียร์สาขาอื่นๆ
สามารถนำชุดฝึกอบรมการใช้โปรแกรม TPOS นี้ไปใช้
ในการพัฒนาพนักงานแคชเชียร์ให้ได้รับประสิทธิภาพใน
การทำงานมากขึ้น

เอกสารอ้างอิง

- [1] กาญจนา อรุณสุขขุจิ.(2546). **ความพึงพอใจ
ของสมาชิกสหกรณ์ ต่อการดำเนินงานของ
สหกรณ์ การเกษตรไชยปราการจำกัดอำเภอ
ไชยปราการจังหวัดเชียงใหม่**. เชียงใหม่ :
คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ;
2546.
- [2] กิตติมา ปรีดีลล. (2529). **ทฤษฎีการบริหาร
องค์การ**. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ธนการพิมพ์.
เจริญญา จงวสุศรี. (2551). **การสร้างหนังสือ
อิเล็กทรอนิกส์เพื่อพัฒนาความร่วมมือทางการ
อ่านของนักเรียนภาวะเสี่ยงทางการเรียนรู้
ภาษา กรณีศึกษาโรงเรียนวัดสวนดอก.
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่**.
- [3] นงค เชื้อพราหมณ. (2553). **การสร้างและ
พัฒนาชุดสาธิตเพื่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
วิชาดิจิทัลเทคนิค**. สงขลา : แผนกวิชาช่าง
อิเล็กทรอนิกส์, วิทยาลัยเทคนิคหาดใหญ่.
- [4] นภารัตน์ เสือจงพรุ. (2544). **ปัจจัยที่มีผล
ประสิทธิผลในการให้บริการของพนักงาน
ประจำสำนักงานบริการโทรศัพท์. การศึกษา
ค้นคว้าอิสระบริหารธุรกิจมหาบัณฑิต.
กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัย
ศรีปทุม**.
- [5] เทพพนม เมืองแมน และสวิง สุวรรณ.
(2540). **พฤติกรรมองค์การ**.(พิมพ์ครั้งที่ 2).
กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช.
- [6] บุญชม ศรีสะอาด. (2545). **การวิจัยเบื้องต้น**.
พิมพ์ครั้งที่ 6. กรุงเทพฯ : สุวีริยาสาสน์.
- [7] วิรุฬ พรรณเทวี. (2542). **ความพึงพอใจของ
ประชาชนต่อการให้บริการของหน่วยงาน
กระทรวงมหาดไทยในอำเภอเมืองจังหวัด
แม่ฮ่องสอน**. [วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร
มหาบัณฑิตคณะเกษตรศาสตร์]. เชียงใหม่ :
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่; 2542.
- [8] สุเทพ พานิชพันธุ์. (2541). **ความพึงพอใจของ
เกษตรกรในการเข้าร่วมโครงการปรับ
โครงสร้างและระบบการผลิตการเกษตร
จังหวัดอุบลราชธานี**. วิทยานิพนธ์ วท.ม.
(ส่งเสริม การเกษตร).เชียงใหม่ : บัณฑิต
วิทยาลัย มหาวิทยาลัยแม่โจ้.
- [9] สมบัติ ท้ายเรือคำ. (2546). **การวิจัย
การศึกษาเบื้องต้น**. มหาสารคาม : ภาค
วิชาการวัดผลและการวิจัยทางการศึกษา,
มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- [10] ไชยยันท์ ขาญปรีชารัตน์. (2543). **ความพึง
พอใจของนักศึกษาที่มีต่อการจัดการเรียน
การสอนของ โรงเรียนเทคโนโลยีภาค
ตะวันออกเฉียงเหนือจังหวัดขอนแก่น.
การศึกษาค้นคว้าอิสระหลักสูตรการศึกษา
มหาบัณฑิต (บริหารการศึกษา), มหาวิทยาลัย
มหาสารคาม**.

เครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นและตรวจสอบสภาพด้วยกล้อง Snake Scope Evaporator-Washer and Inspection by Snake Scope Camera

ชินภัทร แก้วโกมินทวงศ์^{1*} ภาณุกร ภูมิลา² และสุชาวัชร ธรรมจารรัตน์³

^{1,2,3}สาขาวิชาเทคโนโลยียานยนต์ วิทยาลัยเทคนิคหนองคาย สถาบันการอาชีวศึกษาภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 1

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อออกแบบสร้างและหาประสิทธิภาพ เครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นและตรวจสอบสภาพด้วยกล้อง Snake Scope กำหนดใช้เหล็กกล่องขนาด 2 นิ้ว กว้าง x ยาว x สูง เท่ากับ 59 x 58.5 x 70 เซนติเมตร พร้อมด้วยอุปกรณ์ผู้วิจัยได้ทำการเปรียบเทียบอุณหภูมิและความเร็วลมก่อนล้างและหลังล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็น โดยใช้เครื่องวัดความเร็วลมและตรวจ จับอุณหภูมิ รุ่น DA 40 ทำการวัดอุณหภูมิ และความเร็วลมภายในห้องโดยสารรถยนต์ ในตำแหน่งความเร็วพัดลมที่ 1-4 และจับเวลาทุกๆ 1 นาที จนครบ 5 นาที โดยเริ่มต้นการทดลองใช้กล้อง Snake Scope ตรวจสอบความสกปรกของชุดคอยล์เย็นก่อนทำการล้าง และใช้น้ำฉีดล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็น จากปั๊มแรงดันต่ำ ประมาณ 35 บาร์ เพื่อล้างทำความสะอาดสิ่งสกปรก ที่เกาะติดอยู่ที่ชุดคอยล์เย็นให้เกิดการอ่อนตัว ใช้น้ำยาล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็น ฉีดล้างทำความสะอาด และทิ้งไว้ประมาณ 3-5 นาที เสร็จแล้วใช้น้ำฉีดล้างทำความสะอาดอีกครั้ง และใช้ลมเป่าชุดคอยล์เย็นให้แห้ง จากนั้นใช้กล้อง Snake Scope ตรวจสอบความสะอาดของชุดคอยล์เย็นอีกครั้ง ผลการวิจัยพบว่าตำแหน่งที่ 1 อุณหภูมิลดลง 1.2 °C ความเร็วลมสูงขึ้น 2.2 m/s ตำแหน่งที่ 2 อุณหภูมิลดลง 1.5 °C ความเร็วลมสูงขึ้น 1.7 m/s ตำแหน่งที่ 3 อุณหภูมิลดลง 1.3 °C ความเร็วลม

สูงขึ้น 10.8 m/s ตำแหน่งที่ 4 อุณหภูมิลดลง 4.2 °C ความเร็วลมสูงขึ้น 3.9 m/s จากการเปรียบเทียบอุณหภูมิและความเร็วลมหลังล้างชุดคอยล์เย็นพบว่าประสิทธิภาพในการทำงานของระบบปรับอากาศรถยนต์นั้นดีขึ้น อุณหภูมิต่ำลงและมีความเร็วลมสูงขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับก่อนล้างแล้วมีผลแตกต่าง อยู่ที่ 32%
คำสำคัญ : ชุดคอยล์เย็น, กล้อง Snake Scope, ปั๊มน้ำ

Abstract

The purpose of this research was to design and efficiency a evaporator-wash and inspection by snake scope camera. It made of 2 inch steel box (wide x long x high = 59 x 58.5 x 70 centimeters) and equipment. The researchers compared temperature and wind speed before and after clean an evaporator set. We got an anemometer and temperature detector (Models DA 40) measured temperature and wide speed in passenger seat in the first-fourth fan speed position, and we have reckoned time every a minute until five minutes. The researchers checked evaporator that dirty before cleaning. We spayed an evaporator by a pump light pressure (about 35 bar) to make the dirty stain stuck weaken. Then, we cleaning

solution and soak an evaporator (prepare to soak about 3-5 minutes). After that, it was sprayed and dried again, and we used Snake Scope camera for check cleanliness. The results showed that the first position, the temperature get 1.2°C dropped and the wind speed get 2.2 m/s increased. The second position, the temperature get 1.5°C dropped and the wind speed get 1.7 m/s increased. The third position, the temperature get 1.3°C dropped and the wind speed get 10.8 m/s increased. And the last position, the temperature get 4.2°C dropped and the wind speed get 3.9 m/s increased. From the information, we found that the performance of the automotive air conditioning system is better. The temperature is dropped and the wind speed is increased. It is compared with the pre-wash, then there is 32% difference.

Keywords : Evaporator, Snake scope camera, Pumps.

1. บทนำ

เนื่องจากสภาพอากาศที่ร้อน และมลภาวะทางอากาศที่มี มากในปัจจุบันนั้น ทำให้รถยนต์ทุกคันมีความจำเป็นในการติดตั้งเครื่องปรับอากาศไว้ภายในรถยนต์ และเปิดใช้งานเป็นประจำทุกวัน ในขณะที่เครื่องปรับอากาศทำงาน ไม่ว่าจะจากภายในหรือภายนอกห้องโดยสารจะมีฝุ่นละออง สิ่งสกปรก และกลิ่นไม่พึงประสงค์ปะปนเข้ามา เมื่อเปิดสวิตช์พัดลมทำงาน ก็จะถูกดูดอากาศและเป่าผ่านครีบบชุดคอยล์เย็นที่เปื้อนขึ้น เพราะดูดความชื้นจากอากาศ จึงทำให้ฝุ่นละอองและสิ่งสกปรกที่ปะปนมากับอากาศ ผสมกับความชื้น จึงแปรสภาพเป็นคราบโคลนสกปรก เกาะติดที่ครีบบชุด

คอยล์เย็นเครื่องปรับอากาศ เป็นสาเหตุทำให้ชุดคอยล์เย็น เกิดการ อุดตัน และทำให้ลมเย็นนั้น ไม่สามารถไหลผ่านได้สะดวก ทำให้ประสิทธิภาพ การทำงานของระบบปรับอากาศลดลง ถ้าสะสมไว้นานๆ จะส่งผลเสียต่อระบบปรับอากาศ และสุขภาพของผู้ขับขี่รถยนต์ และส่งผลกระทบต่ออีกหลายๆอย่าง เช่น ลื่นเปื้อนน้ำมัน เชื้อเพลิง มากขึ้น เพราะ คอมเพรสเซอร์ เครื่องปรับอากาศรถยนต์ทำงานหนักขึ้น เพื่อให้ได้ความเย็นเท่าเดิม และถ้าหากปล่อยทิ้งไว้เป็นเวลานาน ชุดคอยล์เย็นจะเกิดการอุดตันมากขึ้น ละมเลนไม่สามารถเป่าผ่านไป ได้ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ธรรมฤทธิ์ วณิชเรืองชัย [2] เทคโนโลยีเครื่องปรับอากาศรถยนต์ มีการเปลี่ยนแปลงก้าว หน้าไปอย่างรวดเร็ว เมื่อเราใช้ไประยะเวลาหนึ่งจำเป็นจะ ต้องทำการซ่อมบำรุง หรือ การบริการเครื่องปรับอากาศรถยนต์ ดังนั้นเพื่อให้เกิดความถูกต้องแม่นยำ สะดวก และรวดเร็ว ในการให้บริการซ่อมให้ทันกับปริมาณรถยนต์ที่เพิ่ม ขึ้น และเทคโนโลยีสมัยใหม่ ที่นำมาใช้กับเครื่องปรับอากาศรถยนต์ ซึ่งมีขั้นตอนในการให้บริการเครื่องปรับอากาศรถยนต์ และมีความจำเป็นที่จะต้องทำการถอดล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นโดยการถอดชุดคอนโซลและอุปกรณ์ต่างๆ เพื่อถอดชุดคอยล์เย็นออกมาล้างทำความสะอาดภายนอก และจะต้องปล่อยสารความเย็นออกจากระบบ ซึ่งเป็นสาเหตุทำให้เกิดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก และเกิดภาวะโลกร้อนตามมา

จากการศึกษา วิธีการล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ในปัจจุบันที่นิยมใช้กันอยู่จะมีอยู่ 2 แบบ คือ แบบถอดคอยล์เย็นออกมาล้างภายนอก และแบบไม่ต้องถอดชุดคอยล์เย็น ซึ่งผู้วิจัยได้ทำการศึกษาทั้ง 2 แบบพบว่า แบบถอดคอยล์เย็นออกมาล้างภายนอกจะมีข้อเสียมากกว่า คือมีขั้นตอนยุ่งยาก และใช้เวลานานในการให้บริการในแต่ละครั้ง ต้องถอดชุดคอนโซลออกก่อน ถึงจะทำการถอดชุดคอยล์เย็นออกมา

ล้างทำความสะอาดภายนอกได้ ซึ่งอาจจะทำให้อุปกรณ์ชำรุดเสียหายได้ และจะต้องมีการปล่อยสารความเย็นออกจากระบบก่อน จะส่งผลเสียต่อระบบนิเวศทำให้เกิดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก เป็นสาเหตุของภาวะโลกร้อน และจะต้องเติมสารทำความเย็นกลับเข้าไปใหม่อีกถ้าช่วงขาดความชำนาญ อาจจะทำให้อุปกรณ์อย่างอื่นชำรุดเสียหายได้ ในการให้บริการแต่ละครั้งค่าบริการประมาณ 3,000 - 6,000 บาท ขึ้นอยู่กับความยากง่ายของการถอด-ประกอบเมื่อนำรถยนต์ไปทำการล้างคอยล์เย็นแต่ละครั้ง จะใช้เวลา นานในการให้บริการ 3-5 ชั่วโมง แต่วิธีการล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ แบบไม่ต้องถอด จะมีข้อดีมาก กว่า คือไม่ต้องปล่อยสารความเย็นทิ้งจากระบบ ไม่ต้องถอดชุดคอนโซลออกทั้งหมด เพื่อทำการถอดชุดคอยล์เย็น ช่วยลดขั้นตอนในการปฏิบัติงาน จะใช้เวลาประมาณ 1 ชั่วโมง

จากการศึกษาค้นคว้าพบว่า บริษัทเอกชนได้ผลิตเครื่องล้างแอร์รถยนต์ ยี่ห้อคูลเทค (Cool-TEX) [10] การล้างแอร์แบบไม่ต้องถอดตู้แอร์ เป็นเทคโนโลยีใหม่ในการล้างแอร์รถยนต์ที่ประหยัดเวลาและค่าใช้จ่าย และยังได้ความสะอาดที่ทัดเทียมกับการล้างแอร์รถยนต์แบบเก่า ซึ่งจะเสียเวลา นานกว่า เสียค่าใช้จ่ายมากกว่า และยังมีโอกาสทำให้เกิดความเสียหายกับอุปกรณ์บางชนิดได้ ซึ่งมีความสอดคล้องกับงานวิจัย คือ ระบบล้างแอร์รถยนต์แบบไม่ต้องถอดชุดคอยล์เย็น ออกมาทำการล้างภายนอก จะใช้ปั้มน้ำแรงดันสูงฉีดล้างทำความสะอาดที่ชุดคอยล์เย็น ใช้น้ำยาล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็น และปล่อยทิ้งประมาณ 5-10 นาที ก็จะใช้น้ำสะอาดฉีดล้างทำความสะอาดอีกครั้ง ซึ่งจะช่วยลดขั้นตอน ในการล้างชุดคอยล์เย็น และจะใช้เวลาน้อยกว่าการล้างแบบเดิม

ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้คิดค้นออกแบบและสร้างเครื่องล้างชุดคอยล์เย็นและตรวจสอบสภาพด้วยกล้อง

Snake Scope ขึ้นเพื่อช่วยลดปัญหาต่างๆ ที่เกิดขึ้นจากขั้นตอน การล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็น ที่มีขั้นตอนในการปฏิบัติที่ยุ่งยาก ทำให้ช่วยลดขั้นตอน และช่วยลดระยะเวลา ในการถอดล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็น ซึ่งจะใช้เวลา น้อยกว่าและมีความสะดวกสบายมากกว่า โดยจะใช้กล้อง Snake Scope ส่งตรวจสอบสภาพภายในห้องชุดคอยล์เย็นที่มองไม่เห็นด้วยตาเปล่า ซึ่งจะใช้สำหรับตรวจสอบสภาพ ของชุดคอยล์เย็นใน เครื่องปรับอากาศของรถยนต์ ก่อนทำการล้าง และหลังทำการล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็น โดยจะใช้ปั้มน้ำแรงดันต่ำฉีดน้ำ เพื่อล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็น โดยฉีดน้ำให้เป็นฝอยละออง ฉีดล้างคราบสกปรกให้เกิดการอ่อนตัว และ ใช้น้ำยา ล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็น ฉีดล้างทำความสะอาดอีกครั้ง โดยการฉีดให้เป็นฝอยละอองที่ชุดคอยล์เย็น แล้วปล่อยทิ้งไว้ประมาณ 3-5 นาที จากนั้นปล่อยให้น้ำยา ย่อยสลายคราบสกปรก ออกจากชุดคอยล์เย็น แล้วใช้น้ำสะอาดจากปั้มน้ำแรงดันต่ำฉีดล้างทำความสะอาดคราบสกปรก ออกจากชุดคอยล์เย็นให้หมด เสร็จแล้วใช้กล้อง Snake Scope ส่งตรวจสอบสภาพของชุดคอยล์เย็น หลังทำการล้างอีกครั้ง ซึ่งจะสามารถแสดงภาพการตรวจสอบได้บนจอ มอนิเตอร์ เมื่อเห็นว่าชุดคอยล์เย็น มีความสะอาดพอแล้ว ก็จะใช้ลมเป่าทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นให้แห้งอีกครั้ง รวมทุกขั้นตอนแล้ว จะใช้เวลาในการปฏิบัติงานประมาณ 1 ชั่วโมง ต่อรถยนต์ 1 คัน ซึ่งจะทำให้ช่วยลดขั้นตอน ในการถอดล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็น ทำให้ประหยัดเวลาในการปฏิบัติงาน ส่งผลดีต่อผู้ใช้รถยนต์ให้มีสุขภาพที่ดี ลดปัญหาการปล่อยสารความเย็นทิ้ง ไม่ก่อให้เกิดผลกระทบต่อ สิ่งแวดล้อม ช่วยลดค่าใช้จ่ายในการให้บริการ แต่ละครั้งเหลือแค่ 500-800 บาท

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

2.1 เพื่อออกแบบสร้างเครื่องล้างชุดคอยล์เย็นและตรวจสอบสภาพด้วยกล้อง Snake Scope

2.2 เพื่อหาประสิทธิภาพของเครื่องล้างชุดคอยล์เย็นและตรวจสอบสภาพด้วยกล้อง Snake Scope

3. สมมติฐานการวิจัย

3.1 เมื่อล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์แล้วจะทำให้ประสิทธิภาพ ในการทำความเย็นในห้องโดยสารเพิ่มสูงขึ้น โดยใช้เครื่องวัดความเร็วลมและวัดอุณหภูมิ ทำการวัดเปรียบเทียบก่อน-หลัง

3.2 ไม่ต้องถอดชุดคอยล์เย็นของระบบปรับอากาศรถยนต์ ออกมาล้างทำความสะอาดภายนอก

3.3 ล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นในระบบปรับอากาศรถยนต์ ใช้เวลาไม่เกิน 1 ชั่วโมง 30 นาที ต่อรถยนต์ 1 คัน

4. วิธีดำเนินการวิจัย

4.1 ขั้นตอนการดำเนินงาน
ในการวางแผนปฏิบัติงานนั้น ผู้วิจัยได้ดำเนินงานตามขั้นตอนดังนี้

4.1.1 ศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย
ศึกษาทฤษฎีต่างๆที่เกี่ยวข้องจากหนังสือเรียน วารสาร สื่อสิ่งพิมพ์ เว็บไซต์ เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

4.1.2 ขอคำแนะนำจากผู้เชี่ยวชาญ
ขอคำแนะนำจากครู อาจารย์ ประจำสาขาวิชาเครื่องกล วิทยาลัยเทคนิคหนองคาย และช่างประจำศูนย์ บริการรถยนต์ต่างๆในจังหวัดหนองคาย

4.2 การออกแบบโครงสร้าง
ขั้นตอนการดำเนินงานการออกแบบและสร้างเครื่องล้างชุดคอยล์เย็นและตรวจสอบสภาพด้วยกล้อง Snake Scope ผู้จัดทำได้แบ่งลำดับขั้นตอนดังต่อไปนี้

4.2.1 เหล็กเสาหลัก

กำหนดขนาดความสูงเท่ากับ 70 เซนติเมตร ตัดให้ได้จำนวน 4 ท่อน

4.2.2 เหล็กยึดโครงสร้างด้านขนาน

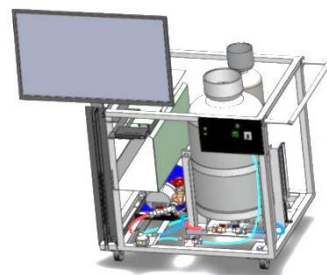
กำหนดขนาดความยาวเท่ากับ 59 เซนติเมตร ตัดให้ได้จำนวน 4 ท่อน

4.2.3 เหล็กยึดโครงด้านข้าง

กำหนดขนาดความยาวเท่ากับ 58.5 เซนติเมตร แล้วตัดให้ได้จำนวน 4 ท่อน

4.2.4 ออกแบบโครงสร้างของชิ้นส่วนเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นและตรวจสอบสภาพด้วยกล้องกล้อง Snake scope

ผู้จัดทำจึงได้ออกแบบยึดหลักการของการออกแบบ คือ คงทน โครงสร้างไม่สลับซับซ้อน ใช้งานได้ดี ต้นทุนในการผลิตต่ำ และมีความปลอดภัยในการใช้งานสูง



รูปที่ 1 โครงสร้างและส่วนประกอบของเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นและตรวจสอบสภาพด้วยกล้อง Snake scope

4.3 ขั้นตอนการสร้าง

เตรียมวัสดุอุปกรณ์ ที่ใช้ในการสร้างเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นและตรวจสอบด้วยกล้อง Snake scope และเริ่มดำเนินการสร้างเครื่องนี้ขึ้น ตามขั้นตอน ดังต่อไปนี้

4.3.1 สร้างแท่นยึดปั๊มน้ำแรงดันต่ำ

ใช้เหล็กฉากหนาขนาด 2 มิลลิเมตร วัดความยาวได้ 50 เซนติเมตร จำนวน 2 ท่อน จากนั้นให้เจาะรูยึดปั๊มน้ำ ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของรูยึดปั๊มน้ำเท่ากับ 10 มิลลิเมตร วัดขนาดความกว้างจากเหล็กคานด้านข้าง ให้มีความยาว 45 เซนติเมตร และเหล็กแท่นยึดปั๊มน้ำชั้นที่ 1 ให้มีขนาด 14 เซนติเมตร จากนั้นทำการเชื่อมยึดให้แน่น ส่วนเหล็กแท่นยึดปั๊มน้ำชั้นที่ 2 วัดระยะห่างจากเหล็กแท่นยึดชั้นที่ 1 ออกมาให้มีระยะห่างเท่ากับ 9 เซนติเมตร จากนั้นทำการเชื่อมยึดติดให้แน่น

4.3.2 สร้างแท่นยึดถังบรรจุน้ำยาล้างชุดคอยล์เย็นและถังบรรจุน้ำล้างทำความสะอาด

ถังบรรจุน้ำล้างทำความสะอาด มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเท่ากับ 30 เซนติเมตร ความสูง 55 เซนติเมตร และถังบรรจุน้ำยาล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็น มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเท่ากับ 15 เซนติเมตร สูงประมาณ 35 เซนติเมตร ใช้เหล็กฉากหนา 2 เซนติเมตร ความยาวเท่ากับ 45 เซนติเมตร ตัดเหล็กให้ได้จำนวน 4 ท่อน เพื่อทำเป็นเสาหลักของแท่นจับยึด ตัดเหล็กจับยึดถัง จำนวน 4 เส้น โดยใช้เหล็กแผ่นเรียบที่มีขนาดความหนา 2 มิลลิเมตร ยึดถังบรรจุน้ำล้างชุดคอยล์เย็น และถังบรรจุน้ำยาล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็น โดยกำหนดขนาดความกว้าง x ยาว x สูง เท่ากับ $20 \times 30 \times 45$ เซนติเมตร ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเท่ากับ 30 เซนติเมตร และ 15 เซนติเมตร เชื่อมยึดติดเข้าด้วยกัน

4.3.3 สร้างชุดพับเก็บจอมอนิเตอร์

ใช้เหล็กหนาขนาด 2 มิลลิเมตร มีความกว้าง 2 เซนติเมตร มีความยาว 70 เซนติเมตร ตัดจำนวน 2 ท่อน และตัดเหล็กความยาว 30 เซนติเมตร จำนวน 2 ท่อน และเจาะรูที่เหล็กฉากมีความยาวเท่ากับ 30 เซนติเมตร เพื่อสร้างเป็นเสาหลักของคานเลื่อนโดยนำมุมฉากของเหล็กด้าน นอกประกอบเข้าด้วยกันทั้ง 2

ข้าง โดยมีแผ่นรองชั้นกลาง ขนาดความกว้างเท่ากับ 2 เซนติเมตร และ ความยาว 4 เซนติเมตร ใช้รองด้านปลายสุดของเหล็กฉากทั้ง 2 ด้าน เพื่อให้มีช่องว่างพอดีกับคานเลื่อน ขนาดความยาวเท่ากับ 30 เซนติเมตร จากนั้นทำการยึดด้วยสกรูให้แน่น ทำคานเลื่อน ความยาวขนาด 30 เซนติเมตร ประกอบเข้าด้วยกันทั้ง 2 ด้าน ใช้แผ่นรองสอดคั่นตรงกึ่งกลาง เพื่อให้มีช่องว่างประกอบเข้ากับเสาเลื่อนให้พอดี เพื่อให้จังหวะทำการเลื่อนขึ้นลง จะได้ไม่แกว่งไปมา หรือ เกิดการสั่นคลอน ตัดเหล็กความยาว 4.5 เซนติเมตร เพื่อนำมายึดติดกับเหล็กคานเลื่อน มีความยาว 30 เซนติเมตร เพื่อทำเป็นปลอกรับเสาเลื่อนสำหรับจอมอนิเตอร์ จากนั้นใช้เหล็กกลมขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1.5 เซนติเมตร วัดให้ได้ขนาดความยาว 30 เซนติเมตร แล้วตัดมาทำเป็นเสาเลื่อนจอมอนิเตอร์ นำมาประกอบเข้ากับเหล็กบานพับที่จอมอนิเตอร์ให้แน่น

4.3.4 ประกอบแท่นยึดถังบรรจุน้ำยาและถังน้ำล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็น

ประกอบแท่นจับยึด ถังบรรจุน้ำยาและถังบรรจุน้ำล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นเข้ากับที่จับยึดที่ได้ สร้างขึ้นให้แน่น

4.3.5 ประกอบวาล์วน้ำ

ประกอบวาล์วน้ำทางด้านส่งออกไปยังปั๊มน้ำแรงดันต่ำเข้ากับถังบรรจุน้ำยาล้างชุดคอยล์เย็น

4.3.6 ประกอบวาล์ว 3 ทาง

ประกอบวาล์ว 3 ทาง เพื่อป้อนน้ำเข้าปั๊มน้ำ โดยผ่านทางสายยาง เข้าสู่ถังน้ำยา และถังน้ำล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็น

4.3.7 ประกอบปั๊มน้ำแรงดันต่ำ

ประกอบปั๊มน้ำแรงดันต่ำเข้ากับแท่นจับยึดปั๊มน้ำให้แน่น โดยใช้แผ่นยางรองป้องกันการสั่นสะเทือนจากการทำงาน

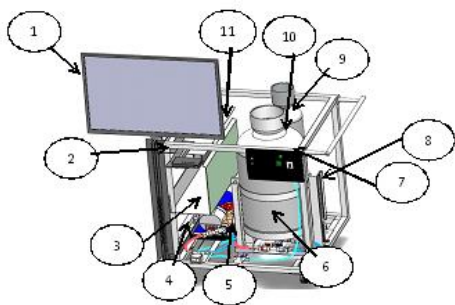
4.3.8 ประกอบกล่องแปลงสัญญาณ XGA to TV box เข้ากับจอมอนิเตอร์

4.3.9 ประกอบชิ้นวางกล่องเครื่องมือ ประกอบชิ้นวางกล่องเครื่องมือ และกล่องกล้อง Snake scope เข้ากับเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็น

4.3.10 ประกอบชุดวงจรไฟฟ้า ประกอบชุดวงจรไฟฟ้าเข้ากับเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็น และตรวจสอบสภาพด้วย Snake scope

4.3.11 ส่วนประกอบเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นและตรวจสอบสภาพด้วยกล้อง Snake scope ประกอบด้วยอุปกรณ์ดังต่อไปนี้

1. จอมอนิเตอร์
2. กล่องแปลงสัญญาณ
3. ป้อนน้ำแรงดันต่ำ
4. วาล์วสายหัวฉีด
5. วาล์วน้ำไหลกลับ
6. วาล์วปล่อยน้ำเข้าปั๊มแรงดันต่ำ
7. ชุดสวิทช์ควบคุมการทำงาน
8. เกจวัดระดับน้ำ
9. ถังบรรจุน้ำยาล้างคอยล์เย็น 4.5 ลิตร
10. ถังบรรจุน้ำล้างทำความสะอาด 35 ลิตร
11. ชิ้นวางเครื่องมือ



รูปที่ 2 ส่วนประกอบเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นและตรวจสอบสภาพด้วยกล้อง Snake scope

4.4 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในโครงการวิจัยครั้งนี้ การเก็บรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบและสร้างเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นและตรวจสอบสภาพด้วยกล้อง Snake scope ซึ่งมีอุปกรณ์ที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูลดังต่อไปนี้

4.4.1 เครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็น และตรวจสอบสภาพด้วย Snake scope

4.4.2 เครื่องวัดความเร็วลมและตรวจจับอุณหภูมิ

4.4.3 นาฬิกาจับเวลา

4.4.4 น้ำยาล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็น

4.4.5 ถาดรองน้ำทิ้ง

4.5 ขั้นตอนการทดลอง

การทดลองหาประสิทธิภาพเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นและตรวจสอบสภาพด้วยกล้อง Snake Scope มีขั้นตอนดังต่อไปนี้

4.5.1 เตรียมเครื่องมือและวัสดุอุปกรณ์

เครื่องมือและวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ได้แก่

1. เครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นและตรวจสอบสภาพด้วยกล้อง Snake Scope
2. น้ำยาล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็น
3. เครื่องมือวัดอุณหภูมิและความเร็วลม
4. นาฬิกาจับเวลา
5. ถาดรองน้ำทิ้ง
6. ปลั๊กไฟฟ้า
7. น้ำสะอาดใช้ล้างชุดคอยล์เย็น
8. น้ำยาล้างชุดคอยล์เย็น
9. ไขควงแบน
10. ไฟส่องสว่าง
11. ผ้าเช็ดมือ
12. ปืนลมทำความสะอาด

4.5.2 วิธีการทดลองเพื่อหาประสิทธิภาพของ
เครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นและตรวจสอบ
สภาพด้วยกล้อง Snake Scope

1) ขั้นตอนที่ 1

ทำการตรวจวัดอุณหภูมิและวัด
ความเร็วลมภายนอกรถยนต์แล้วทำการเก็บผลนำค่า
ที่วัดได้ไปเปรียบ เทียบกับอุณหภูมิและความเร็วลม
ภายในห้องโดยสาร ก่อนทำการล้างทำความสะอาด ด้วย
เครื่องล้างทำความสะอาด ชุดคอยล์เย็นและตรวจสอบ
สภาพด้วยกล้อง Snake Scope



รูปที่ 3 วัดอุณหภูมิและความเร็วลมภายนอกห้อง
โดยสารรถยนต์

2) ขั้นตอนที่ 2

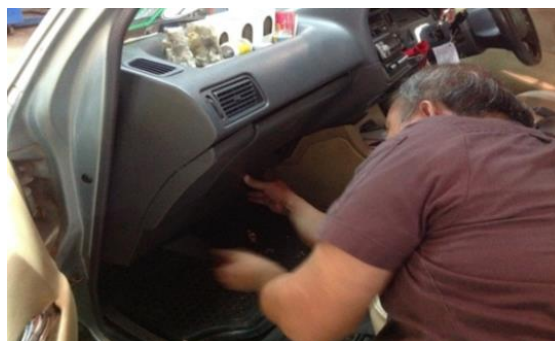
ทำการตรวจวัดอุณหภูมิและ
ความเร็วลมในแต่ละตำแหน่งของพัดลม ความเร็ว 1-4
และทำการบันทึกค่าเอาไว้ก่อนทำการล้าง ชุดคอยล์เย็น
ด้วยเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นและตรวจ
สอบสภาพด้วยกล้อง Snake Scope เพื่อนำค่าที่วัดได้
ก่อนทำการล้าง ไปเปรียบ เทียบหาประสิทธิภาพกับค่า
ที่วัดได้ หลังจากทำการล้างด้วยเครื่องนี้



รูปที่ 4 เก็บผลการทดลองวัดค่าอุณหภูมิและความเร็ว
ลมภายในห้องโดยสารก่อนทำการล้างทำความสะอาด
ชุดคอยล์เย็น

3) ขั้นตอนที่ 3

ทำการถอดชุดคอนโซลด้านหน้า
ตำแหน่งที่นั่งด้านข้างคนขับ เพื่อทำการล้างทำความสะอาด
ชุดคอยล์เย็น



รูปที่ 5 ถอดชุดคอนโซลด้านหน้าตำแหน่งที่นั่งด้านข้าง
คนขับออก

4) ขั้นตอนที่ 4

หลังจากทำการถอดชุดคอนโซล
ออกเรียบร้อยแล้ว ให้ถอดลิ้นชักที่เก็บของออกมาไว้ด้าน
นอกด้วย เพื่อให้ มีพื้นที่ในการปฏิบัติงานได้อย่าง
สะดวกและสามารถมองเห็น ชุดคอยล์เย็นได้อย่าง
ชัดเจน



รูปที่ 6 ถอดลิ้นชักที่เก็บของออกจากคอนโซลหน้ารถยนต์

5) ขั้นตอนที่ 5

ถอดเทอร์โมสแตตออกจากชุดคอยล์เย็นเพื่อใช้ในการตรวจสอบและล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็น



รูปที่ 7 ถอดเทอร์โมสแตตออกก่อนทำการตรวจสอบและล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็น

6) ขั้นตอนที่ 6

ใช้กล้อง Snake Scope ตรวจสอบสภาพภายในชุดคอยล์เย็น เพื่อทำการประเมินก่อนว่ามีความสกปรก มากน้อยเพียงใดภายในชุดคอยล์เย็นก่อนจะทำการล้างทำความสะอาดด้วยเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นและตรวจสอบสภาพด้วยกล้อง Snake Scope



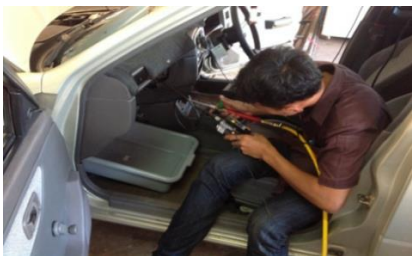
รูปที่ 8 การตรวจสอบชุดคอยล์เย็นด้วยกล้อง Snake Scope ก่อนทำการล้าง



รูปที่ 9 ตรวจสอบสภาพชุดคอยล์เย็นก่อนทำการล้างทำความสะอาดด้วยกล้อง Snake Scope

7) ขั้นตอนที่ 7

ทำการล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็น ด้วยเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็น และตรวจสอบสภาพด้วยกล้อง Snake Scope และใช้น้ำสะอาดฉีดล้างคราบโคลนสิ่งสกปรกที่ติดฝังแน่นอยู่ที่คอยล์เย็น ให้เกิดการอ่อนตัวก่อน เสร็จแล้วใช้น้ำยาล้างทำความสะอาดคอยล์เย็นฉีดซ้ำเข้าไปอีกครั้ง และปล่อยทิ้งไว้ประมาณ 3-5 นาที



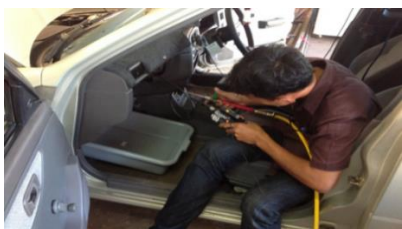
รูปที่ 10 ฉีดล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นด้วยน้ำยา



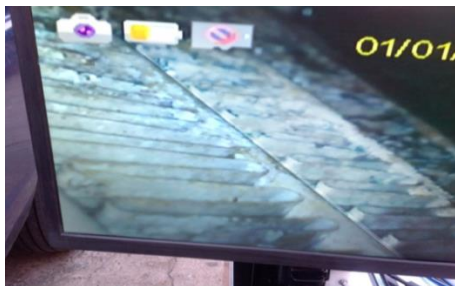
รูปที่ 11 การฉีดล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นด้วยน้ำยา และทำการตรวจสอบด้วยกล้อง Snake Scope ผ่านจอมอนิเตอร์

8) ขั้นตอนที่ 8

เมื่อน้ำยาฉีดล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นและปล่อยทิ้งไว้ประมาณ 3-5 นาทีแล้วให้น้ำสะอาดฉีดล้างคราบสกปรกจะหลุดออกจากคอยล์เย็นจนหมด จากนั้นใช้กล้อง Snake Scope ตรวจสอบชุดคอยล์เย็นอีกครั้งว่าสะอาดพอหรือยัง ถ้าสะอาดดีแล้วใช้ลมเป่าคอยล์เย็นให้แห้ง แล้วทำการประกอบอุปกรณ์กลับเข้าไปเหมือนเดิม



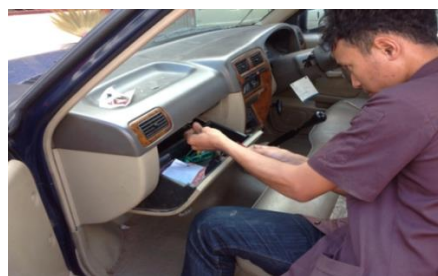
รูปที่ 12 ใช้น้ำสะอาดฉีดล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นและใช้กล้อง Snake Scope ตรวจสอบอีกครั้งผ่านจอมอนิเตอร์



รูปที่ 13 ใช้กล้อง Snake Scope ตรวจสอบทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นอีกครั้งผ่านจอมอนิเตอร์ก่อนทำการประกอบอุปกรณ์อื่นๆ

9) ขั้นตอนที่ 9

ประกอบสวิตช์เทอร์โมสตัท และลิ้นชักที่เก็บของเข้ากับชุดคอนโซลหน้ารถยนต์ และทำการตรวจสอบความเรียบร้อยอีกครั้ง



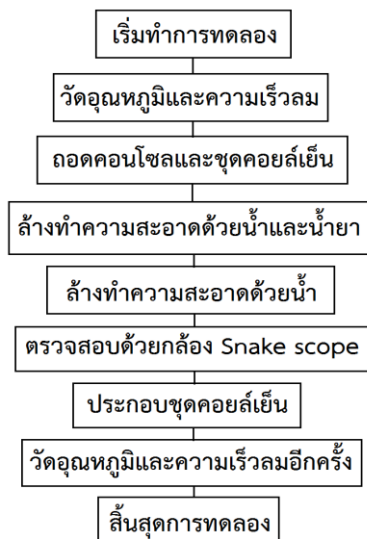
รูปที่ 14 ประกอบลิ้นชักที่เก็บของเข้ากับชุดคอนโซลหน้ารถยนต์และทำการตรวจสอบความเรียบร้อยอีกครั้ง

10) ขั้นตอนที่ 10

เก็บผลการทดลองจากการตรวจวัดอุณหภูมิและความเร็วลมในแต่ละตำแหน่งพัดลม ความเร็ว 1-4 และทำการบันทึกค่าหลังทำการล้างชุดคอยล์เย็นด้วยเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็น และตรวจสอบสภาพด้วยกล้อง Snake Scope เพื่อนำค่าที่วัดได้หลังทำการล้างไปเปรียบ เทียบหาประสิทธิภาพกับค่าที่วัดได้ก่อนทำการล้าง



รูปที่ 15 เก็บผลการทดลองวัดค่าอุณหภูมิและความเร็วลมภายในห้องโดยสารหลังทำการล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็น

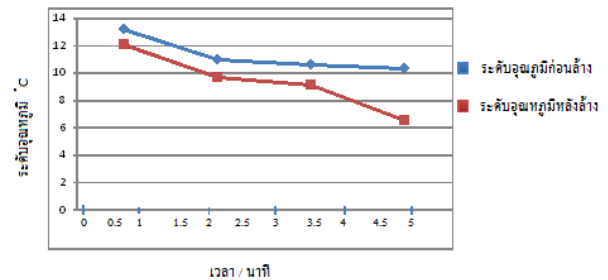


รูปที่ 16 แผนภูมิขั้นตอนการทดลอง

5. ผลการวิจัย

จากผลการทดลอง การล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็น โดยทำการวัดอุณหภูมิและความเร็วลมก่อนและหลัง ทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นโดยวัดวัดอุณหภูมิและความเร็วลมตำแหน่งละ 1 นาที ภายใน 5 นาที ซึ่งการทดลองได้ทำการหาตัวแปรที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลง ของการทำงานของระบบปรับอากาศรถยนต์ ได้แก่ น้ำยาล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็น และ แรงดันใน

การฉีดล้าง ของเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็น และตรวจสอบสภาพด้วยกล้อง Snake Scope



รูปที่ 17 เปรียบเทียบอุณหภูมิก่อนล้างและหลังล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ทดสอบยี่ห้อ TOYOTA รุ่น VIGO CHAMP

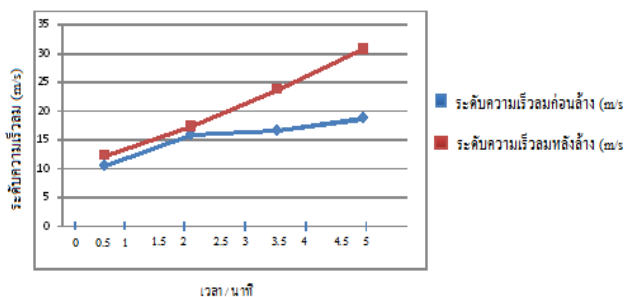
จากรูปที่ 17 จากผลการทดลองจะเห็นได้ว่าการทดลองเปรียบเทียบอุณหภูมิก่อนล้าง และหลังล้างชุดคอยล์เย็นทดสอบกับรถยนต์ทดสอบ ยี่ห้อ TOYOTA รุ่น VIGO CHAMP รถยนต์ประเภทกระบะ ในช่วงก่อนทำการล้างคอยล์เย็น ได้ทำการวัดค่าอุณหภูมิก่อนล้างเพื่อเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงกับระดับอุณหภูมิ ก่อนและหลังล้าง โดยการจับเวลา ตำแหน่งของระดับความเย็นของสวิทช์ควบคุม ตำแหน่งละ 1 นาที ภายในระยะเวลา 5 นาที

ตารางที่ 1 เปรียบเทียบอุณหภูมิก่อนล้างและหลังล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ทดสอบยี่ห้อ TOYOTA รุ่น VIGO CHAMP

เวลา / นาที	Speed 1	Speed 2	Speed 3	Speed 4
	อุณหภูมิ °C	อุณหภูมิ °C	อุณหภูมิ °C	อุณหภูมิ °C
ก่อน	13.2	11.0	10.6	10.3
หลัง	12.0	9.5	9.3	6.1

ผลที่ได้จากการวัดอุณหภูมิก่อนล้าง คือ ตำแหน่ง Speed ที่ 1 = 13.2°C ตำแหน่ง Speed ที่ 2 = 11.0°C ตำแหน่ง Speed ที่ 3 = 10.6°C ตำแหน่ง Speed ที่ 4 = 10.3°C จากการวิเคราะห์พบว่า ประสิทธิภาพในการทำงานของระบบปรับอากาศอุณหภูมิภายในห้องโดยสาร ยังไม่ได้ตามเกณฑ์มาตรฐาน ที่กำหนด อาจเป็นเพราะประสิทธิภาพการเป่าลมเย็น ยังไม่เต็มที่ เพราะการอุดตันที่ครีบกอยล์เย็น จึงได้ทำการตรวจสอบด้วยกล้อง Snake Scope พบว่ามีคราบสกปรกเกาะติดตันที่ช่องลมเย็น ทำให้ไม่สามารถระบายลมเย็นออกมาได้ ต่อมาทำการล้างทำความสะอาดคอยล์เย็น สะอาดเรียบร้อย แล้วทำการวัดค่าอุณหภูมิ หลังล้างทำความสะอาดได้ค่าดังต่อไปนี้ ตำแหน่ง Speed ที่ 1 = 12.0°C ตำแหน่ง Speed ที่ 2 = 9.5°C ตำแหน่ง Speed ที่ 3 = 9.3°C ตำแหน่ง Speed ที่ 4 = 6.1°C

จากการเปรียบเทียบอุณหภูมิหลังล้างพบว่า ประสิทธิภาพในการทำงานของระบบปรับอากาศนั้นดีขึ้น และอุณหภูมิลดต่ำลงความเร็วลมสูงขึ้น ไม่มีการอุดตันในระบบ ทำให้การทำงานของระบบปรับอากาศรถยนต์ มีประสิทธิภาพสูงขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับก่อนล้าง



รูปที่ 18 เปรียบเทียบความเร็วลมก่อนล้างและหลังล้าง ทำความสะอาดคอยล์เย็นรถยนต์ทดสอบ ยี่ห้อ TOYOTA รุ่น VIGO CHAMP

จากรูปที่ 18 จากผลการทดลองจะเห็นได้ว่าผลการทดลองเปรียบเทียบ ความเร็วลมก่อนและหลังล้างชุดคอยล์เย็น ทดสอบกับรถยนต์ทดสอบ ยี่ห้อ TOYOTA รุ่น VIGO CHAMP รถยนต์ประเภทกระบะอุณหภูมิภายนอก เท่ากับ 34.7°C ความเร็วลมภายนอก เท่ากับ 45 m/s ก่อนทำการล้างคอยล์เย็น ได้ทำการวัดค่าความเร็วลมก่อนล้างเพื่อนำไปเปรียบเทียบความเปลี่ยนแปลงกับความเร็วลมหลังล้าง โดยการจับเวลาแต่ละตำแหน่งของระดับความเย็น ของสวิทช์ควบคุมตำแหน่งละ 1 นาที ภายในระยะเวลา 5 นาที

ตารางที่ 2 เปรียบเทียบความเร็วลมก่อนล้างและหลังล้างทำความสะอาดคอยล์เย็นรถยนต์ทดสอบ ยี่ห้อ TOYOTA รุ่น VIGO CHAMP

เวลา 5 นาที	Speed 1	Speed 2	Speed 3	Speed 4
	ความเร็ว ลม m/s	ความเร็ว ลม m/s	ความเร็ว ลม m/s	ความเร็ว ลม m/s
ก่อน	10.2	15.4	16.5	18.4
หลัง	12.4	17.1	29.2	30.8

ผลที่ได้จากการวัดความเร็วลมก่อนล้าง คือ ตำแหน่ง Speed ที่ 1 = 10.2 m/s ตำแหน่ง Speed ที่ 2 = 15.4 m/s ตำแหน่ง Speed ที่ 3 = 18.4 m/s ตำแหน่ง Speed ที่ 4 = 26.9 m/s จากการวิเคราะห์พบว่าประสิทธิภาพเย็นอยู่ในระดับระดับต่ำ เนื่องจากเกิดการอุดตันที่แผงคอยล์เย็น จึงทำการล้างทำความสะอาด แล้วทำการเก็บผลทดลองค่าความเร็วลมหลังล้าง ค่าที่วัดได้คือ ตำแหน่ง Speed ที่ 1 = 12.4 m/s ตำแหน่ง Speed ที่ 2 = 17.1 m/s ตำแหน่ง Speed ที่ 3 = 29.2 m/s ตำแหน่ง Speed ที่ 4 = 30.8 m/s จากการเปรียบเทียบอุณหภูมิหลังล้างพบว่า ประสิทธิภาพใน

ทำงานสูงขึ้นทำให้อุณหภูมิลดต่ำลง ความเร็วลมเพิ่มสูงขึ้นปราศจากคราบอุดตันที่เคยมีจึงทำให้การทำงานของระบบ ปรับอากาศมีประสิทธิภาพดีขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับก่อนล้าง

6. สรุปผล

6.1 สมรรถนะในการฉีดล้างของเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นและตรวจสอบสภาพด้วยกล้อง Snake Scope

จากการใช้งานพบว่า อัตราการฉีดล้างของแรงดันน้ำที่ใช้จริงจะอยู่ที่ 4.2 บาร์ โดยสังเกตจากเกจวัดความดัน ที่ถูกติดตั้งระหว่างวาล์วฉีดกับปั้มน้ำแรงดันต่ำแบบลูกสูบชัก ประสิทธิภาพในการทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นอยู่ในระดับที่ดีที่สุด สามารถทำความสะอาดคราบสิ่งสกปรกสะอาดที่สุด ไม่มีผลต่อการเกิดความเสียหายต่อชิ้น ส่วนของชุดคอยล์เย็น

6.2 อุณหภูมิและความเร็วลมภายในห้องโดยสาร

มีการเปลี่ยนแปลงในระดับที่ดีที่สุดหลังจากทำการล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็น เก็บผลทดลองได้จากการวัดด้วยเครื่องวัดความเร็วลมและตรวจจับอุณหภูมิ โดยทำการวัด ที่ระดับความเย็นจากสวิทช์ควบคุมความเย็น 4 ระดับ ใช้เวลาทำการวัดช่วงละ 1 นาที รวมเป็น 5 นาที โดยนำค่าก่อนล้างและหลังล้าง มาทำการสร้างกราฟ เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพจากการทดลองของงานวิจัยครั้งนี้ จึงสรุปได้ว่า ความแรงของกระแสลมในระบบมีน้อยเพราะเกิดจากการอุดตันในระบบ ทำให้ประสิทธิภาพในการทำงาน ของระบบปรับอากาศลดลง ส่วนความเร็วลมหลังทำการล้างพบว่าระดับความเร็วลมเพิ่มขึ้น ทำให้ระบบปรับอากาศรถยนต์สามารถทำงานได้เต็มประสิทธิภาพอุณหภูมิลดลงทำให้อุณหภูมิภายในห้องโดยสารเย็นลง ความเร็วลมเพิ่มขึ้นทำให้อากาศภายในห้องโดยสารหมุนเวียนได้มากขึ้นในระดับที่ดีที่สุด

เมื่อเปรียบเทียบกับการล้างชุดคอยล์เย็นแบบเดิมคือการถอดชุดคอยล์เย็นออกมาล้างทำความสะอาดข้างนอก กับการใช้เครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็น และตรวจสอบสภาพด้วยกล้อง Snake Scope ในการทำงานจะใช้เวลาในการล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นน้อยกว่า ลดขั้นตอนการถอดประกอบชิ้นส่วนและอุปกรณ์และช่วยให้ผู้ใช้บริการ ประหยัดค่าใช้จ่ายมากกว่า

เครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็น และตรวจสอบสภาพด้วยกล้อง Snake Scope สามารถใช้ทำความสะอาด คอยล์เย็นระบบปรับอากาศรถยนต์ได้ อยู่ในเกณฑ์ดีมากโดยการทดสอบจากผู้ทดลองใช้



รูปที่ 19 เก็บผลทดลองที่สถานประกอบการที่บริษัท มิตรชุบิซิเจียงหนองคาย จำกัด



รูปที่ 20 เก็บผลหลังล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็น เครื่องปรับอากาศรถยนต์ที่สถานประกอบการ บริษัทหนองคายฮอนด้าอโตบิลจำกัดกับรถยนต์ ยี่ห้อ HONDA รุ่น CIVIC SEDAN COMPACT CAR



รูปที่ 21 เก็บผลทดลองที่สถานประกอบการบริษัท
หนองคายฮอนด้าอโตบิล จำกัด

7. ข้อเสนอแนะ

7.1 การสร้าง

1) วัสดุที่นำมาใช้สร้างเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นและตรวจสอบสภาพด้วยกล้อง Snake scope ควรจะหาวัสดุที่มีความทนทานต่อแรงดัน และการกัดกร่อนของน้ำยาล้างคอยล์เย็น มีราคาถูก เพื่อที่จะพัฒนาในเชิงพาณิชย์ต่อไป

2) หัวฉีดล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นโดยเฉพาะท่อฉีดล้าง ซึ่งไม่สามารถดัดงอได้ จึงเป็นการยากที่จะ ล้างทำความสะอาดกับรถยนต์หลายๆ ยี่ห้อได้ เนื่องจากรถยนต์สมัยใหม่ๆ ที่ใช้ในปัจจุบันจะมีแบบในการติดตั้งชุดคอยล์เย็นที่ซับซ้อนมากขึ้น จึงขอแนะนำให้ออกแบบสร้างท่อฉีดล้างให้สามารถดัดงอได้ จึงจะช่วยให้การเข้าถึงล้างชุดคอยล์เย็นได้ดีขึ้น เพื่อการทำงานสะดวกมากยิ่งขึ้น

7.2 การออกแบบ

1) ควรออกแบบเพื่อนำไปประยุกต์ใช้ในสถานที่ต่างๆ ได้สะดวกและดียิ่งขึ้น โดยเฉพาะเรื่องของน้ำหนักโดยสภาพปัจจุบันนั้น เรื่องการขนย้ายอุปกรณ์ยังเป็นประเด็นสำคัญที่ควรจะต้องปรับปรุง โดยเฉพาะวัสดุที่นำมาใช้สร้าง ควรมีขนาดเบาและสามารถทนทานต่อ

การรองรับได้ดี จึงจะช่วยแก้ปัญหาเรื่องของน้ำหนักของตัวอุปกรณ์ในเรื่องการขนย้ายได้ดียิ่งขึ้น

2) ขนาดของตู้ ควรจะปรับขนาดเล็กลงเพื่อลดพื้นที่ในการจัดเก็บ และสะดวกสบายในการเคลื่อนย้าย

3) ควรเสริมอุปกรณ์ทำความสะอาดเข้าไปด้วยเพื่อใช้ในการล้างทำความสะอาดได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยเฉพาะเรื่องคราบสกปรกที่ตกค้างในห้องชุดคอยล์เย็น

เอกสารอ้างอิง

- [1] ชนัตพล วิโชติกรุงไกร. 2548, การสร้างและหาประสิทธิภาพ ชุดฝึกอบรมเครื่องปรับอากาศรถยนต์, วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- [2] ธรรมฤทธิ์ วณิชเรืองชัย. 2554, การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดฝึกอบรมอาชีพช่างซ่อมเครื่องปรับอากาศรถยนต์, บทความวิจัย ปีที่ 23 ฉบับที่ 78 เมษายน-มิถุนายน 2554, พัฒนาเทคนิคศึกษา หน้า 83.
- [3] วีระศักดิ์ มะโนน้อม, 2549, งานปรับอากาศรถยนต์, กรุงเทพฯ : เอมพันธ์.
- [4] สวัสดิ์ บุญเลื่อน, 2541, เครื่องปรับอากาศรถยนต์, กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดเคชั่น.
- [5] สมศักดิ์ สุ่มตยกุล, 2545, เครื่องปรับอากาศรถยนต์, กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดเคชั่น.
- [6] สอนง อิมเอม, 2528, เครื่องทำความเย็นและปรับอากาศรถยนต์, กรุงเทพฯ : อัมรินทร์การพิมพ์.

- [7] ทวีผล แปะณิวงศ์, 2553, การลดการใช้พลังงานใน ระบบปรับอากาศรถยนต์โดยการขับคูล, วารสารวิจัย ปีที่ 3 ฉบับที่ 1 มกราคม-มิถุนายน 2553, หน้า 78-91: <http://ird.rmutto.ac.th> [23 กุมภาพันธ์ 2560].
- [8] นัฐวุฒิ มงคล, 2554, ชุดฝึกปฏิบัติระบบปรับอากาศ รถยนต์, ปรินญาพนธ์อุตสาหกรรมศาสตร์บัณฑิต สาขาเทคโนโลยีเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านน่าน, หน้า 15-25.
- [9] อัครรัตน์ พูลกระจ่าง, 2553, การหาประสิทธิภาพระบบทำความเย็นแบบระเหยชนิดโดยตรงและโดยอ้อม, คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี.
- [10] เครื่องล้างแอร์รถยนต์ คลูเทค (Cool-TEX) สืบค้นเมื่อ 23 กุมภาพันธ์ 2560 <http://www.autocare.co.th/cool-tex.php>.

พัฒนารูปแบบการเรียนรู้ การสอนโดยใช้กรณีศึกษาในการส่งเสริมความสามารถการคิดวิเคราะห์

วิชาอาชีวอนามัยและความปลอดภัย รหัสวิชา 2001-1004

หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556

The Development of Instructional Model based on Case Study to enhance

Critical Thinking Abilities of Students Occupational and Safety

The 2013 Curriculum Certificate of Vocational Education

ไพฑูรย์ ยศเตา¹

¹สาขาวิชาช่างกลโรงงาน วิทยาลัยเทคนิคอุดรธานี สถาบันการอาชีวศึกษาภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 1 อุดรธานี 41000

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์การวิจัย 1) เพื่อศึกษาและพัฒนารูปแบบกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กรณีศึกษา ในการส่งเสริมความสามารถการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนที่เรียนรายวิชาอาชีวอนามัยและความปลอดภัย 2) เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้กรณีศึกษาวิชาอาชีวอนามัยและความปลอดภัย ให้มีประสิทธิภาพ E_1/E_2 ตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ 80/80 3) เพื่อศึกษาดัชนีประสิทธิผลของนักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กรณีศึกษาวิชาอาชีวอนามัยและความปลอดภัย 4) เพื่อประเมินความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์ และลักษณะของผู้ที่มีการคิดวิเคราะห์ที่เกิดขึ้นจากรูปแบบกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กรณีศึกษา วิชาอาชีวอนามัยและความปลอดภัย และ 5) เพื่อประเมินความพึงพอใจของนักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กรณีศึกษา วิชาอาชีวอนามัยและความปลอดภัย กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยคือนักเรียนชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2560 สาขาวิชาช่างกลโรงงาน วิทยาลัยเทคนิคอุดรธานี 1 ห้องโดยวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) ใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยสุ่ม

เครื่องมือในการวิจัย คือ 1) แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้กรณีศึกษาทางด้านความปลอดภัย วิชาอาชีวอนามัยและความปลอดภัย 2) เอกสารประกอบการสอนวิชาอาชีวอนามัยและความปลอดภัย 3) แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาอาชีวอนามัยและความปลอดภัยแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก 4) แบบประเมินความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนที่เรียนวิชาอาชีวอนามัยและความปลอดภัย 5) แบบประเมินคุณลักษณะของผู้ที่มีการคิดวิเคราะห์ของที่เรียนวิชาอาชีวอนามัยและความปลอดภัย และ 6) ประเมินความพึงพอใจของนักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กรณีศึกษา วิชาอาชีวอนามัยและความปลอดภัย สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลใช้ คือ ค่าเฉลี่ย (Mean) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) และ ร้อยละ (Percentage)

ผลการวิจัย พบว่า

1. ผลการพัฒนารูปแบบกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กรณีศึกษา เพื่อส่งเสริมความสามารถการคิดวิเคราะห์ ผู้วิจัยนำเสนอเป็นรูปแบบการสอนพีซีเอเอส เอ็นอี (PCASNE Model) ซึ่งมี 4 องค์ประกอบ คือ 1) หลักการรูปแบบการสอน 2) วัดวัตถุประสงค์การสอน

3) กระบวนการสอน 4) ผลของการใช้รูปแบบการสอน ในส่วนของกระบวนการสอนประกอบด้วย กระบวนการ 6 ขั้นตอนดังนี้ ขั้นที่ 1 : เตรียมการเรียนรู้ (Preparation : P) เป็นการเตรียมจัดกิจกรรมการเรียนรู้ซึ่งเป็นหน้าที่ของครูที่จะต้องจัดเตรียมสิ่งต่าง ขั้นที่ 2 : นำเข้าสู่กรณีศึกษา (Case Presentation : C) เป็นการนำเข้าสู่กระบวนการเรียนรู้ด้วยกรณีศึกษา ขั้นที่ 3 : วิเคราะห์กรณีศึกษา (Analysis : A) การวิเคราะห์กรณีศึกษา ขั้นที่ 4 : แบ่งปันประสบการณ์ (Sharing with Group : S) การนำเสนอผลงาน แนวทางการวิเคราะห์ เป็นการแบ่งปันความรู้ ประสบการณ์ และแลกเปลี่ยนเรียนรู้ใน ขั้นที่ 5 : สรรหาวิธีการแก้ไข (New Knowledge : N) เป็นการอภิปรายสาระสำคัญของหน่วยการเรียนรู้ และสรุปแนวทางการนำเอาความรู้ไปประยุกต์ใช้ในการทำงาน และขั้นที่ 6 : การประเมินผล (Evaluation : E) เป็นการประเมินความก้าวหน้าของผู้เรียน ประสิทธิภาพของสื่อและเครื่องมือที่ใช้ในกิจกรรมการเรียนรู้ การสอนประกอบด้วย แบบฝึกหัด แบบทดสอบหลังเรียน แบบวัดผลสัมฤทธิ์ แบบประเมินความสามารถการคิดวิเคราะห์ และ แบบประเมินคุณลักษณะของผู้ที่มีการคิดวิเคราะห์

2. ผลการหาประสิทธิภาพการเรียนรู้โดยใช้กรณีศึกษาในการส่งเสริมความสามารถการคิดวิเคราะห์ วิชาอาชีวอนามัยและความปลอดภัย พบว่าค่าประสิทธิภาพ มีค่าเฉลี่ย E_1/E_2 เท่ากับ 79.46/78.82 สรุปได้ว่านักเรียนที่เรียน มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 ที่ตั้งไว้

3. ดัชนีประสิทธิผลทางการเรียน ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้กรณีศึกษาในการส่งเสริมความสามารถการคิดวิเคราะห์ วิชาอาชีวอนามัยและความปลอดภัย มีค่าดัชนีประสิทธิผล เท่ากับ 0.61 แสดงว่าผู้เรียนมีความก้าวหน้าทางการเรียน คิดเป็นร้อยละ 61

4. ผลการวิเคราะห์ความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์ ที่เกิดขึ้นจากรูปแบบกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กรณีศึกษาวิชาอาชีวอนามัยและความปลอดภัย หลังการทดลองมีคะแนนเฉลี่ยเพิ่มขึ้นทุกด้าน การวิเคราะห์ในภาพรวมหลังการทดลองมีค่าเฉลี่ยอยู่ระดับสูง ($\bar{X} = 3.49$) แสดงว่านักเรียนมีความสามารถในการคิดวิเคราะห์สูง

5. ผลการวิเคราะห์คุณลักษณะของผู้ที่มีการคิดวิเคราะห์ที่เกิดขึ้นจากรูปแบบกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กรณีศึกษาวิชาอาชีวอนามัยและความปลอดภัย พบว่าหลังการทดลองมีคะแนนเฉลี่ยเพิ่มขึ้นทุกด้าน การวิเคราะห์ในภาพรวมหลังการทดลองมีค่าเฉลี่ยอยู่ระดับมาก ($\bar{X} = 4.32$) แสดงว่านักเรียนมีคุณลักษณะของผู้ที่มีการคิดวิเคราะห์มาก

6. ผลการประเมินความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ โดยใช้โดยใช้กรณีศึกษา วิชาอาชีวอนามัยและความปลอดภัย พบว่าคะแนนเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานในภาพรวม นักเรียนมีความพึงพอใจมากที่สุด ($\bar{X} = 4.50$)

คำสำคัญ : รูปแบบการเรียนการสอน, การเรียนรู้ด้วยกรณีศึกษา, การคิดวิเคราะห์

Abstract

The purposes of the study were : 1) to study and develop the learning activity styles by using case study in order to encourage the ability in Critical Thinking of the students who studied occupational health and safety 2) to study the learning activities by using the case study of occupational health and safety to meet the E_1/E_2 efficiency accordance with the 80/80 criteria 3) to study the efficiency index of the students who studied through learning activities

by using the case study of OHS 4) to assess the ability in Critical Thinking and the aspects of the students who had the Critical Thinking which took place from the learning activity styles by using the case study of OHS and 5) to assess the satisfaction of the students who studied through learning activities by using the case study of OHS the sample in this study were the first year certificate machine shop students of the first semester in the academic year 2017, Udonthani Technical College the office of Vocational Education commission. The method of cluster random sampling was used for the sample participants and a classroom was a random unit. The tools for the study were : 1) the learning plan using the case study of the safety in OHS 2) the teaching handouts of OHS 3) the 100 – item achievement test of OHS with four multiple choices 4) The Critical Thinking ability assessment test for the students who studies OHS 5) The Critical Thinking characteristic assessment test for the students who studied OHS and 6) the satisfaction assessment test for the students who studies the learning activities used in data the case study of OHS. The statistics used in data analysis were mean, standard deviation and percentage.

The study findings were as follows :

1. The development results of learning activity styles by using case study in order to encourage the ability in Critical Thinking of the students who studied OHS : The researcher presented. PCASNE Model which consisted of 4

factor – 1) the principle of the teaching models 2) the teaching objectives 3) the teaching process 4) the results of the teaching styles which the teaching process consisted of 6 steps Step1 was preparation : P that was learning activities preparation. It was the duty of the teacher who prepared everything. Step 2 was the leading to the case presentation : c which led to the learning process by using the case study. Step 3 was case study Analysis = A which was analysing the case study. Step 4 was sharing with groups : S which was the work presentation, analytical methods and the group problem solving in the classroom which were the knowledge and experience share together with the share of learning Step 5 was new knowledge : N which was the essence discussion of learning units and the method summary which applied the knowledge for the job. Step 6 was evaluation : E which was the progress assessment of the students. The media and instrument efficiency which were used in learning and teaching activities consisted of the exercises, post-test, achievement tests, Critical Thinking ability assessment and personality assessment of the person who had the Critical Thinking.

2. The results of the student efficiency by using the case study in order to encourage the ability in Critical Thinking of OHS were as follows : the efficiency value (E_1/E_2) Arithmetic Mean was $79.46/78.82$ In conclusion, The students who studied OHS by using the case

study in order to encourage the ability in Critical Thinking in OHS, in the Vocational Education Certificate curriculum of 2013 reached the set criteria efficiency of 80/80

3. Learning effectiveness index of the students who studied by using case study in order to encourage the ability in analytical thinking of OHS had effectiveness index of 0.61 which means the students, progress of 61 %

4. The analysed result of the ability in Critical thinking in studying OHS by using the case study showed that after the experiment, the average score increased in every aspect. The mean was in a high level ($\bar{X} = 3.49$) which showed that the students had high ability in analysis individually.

5. The analysed results of the characteristic of Critical Thinking in studying OHS by using the case study revealed that after the experiment, the average score increased in every aspect. The mean as a whole was in a very high level ($\bar{X} = 3.42$) which means the students had much characteristic of a person with Critical Thinking.

6. The results of the students satisfaction assessment on learning arrangement by using the case study in OHS showed that the students had the most satisfaction with the mean of 4.50 Individually.

Keywords : Instructional model, Case study Learning, Critical Thinkking

1. บทนำ

เป้าหมายที่สำคัญของการวิจัยสมัยใหม่ คือ การช่วยให้ผู้เรียนมีความรู้เกี่ยวกับการคิด ซึ่งได้แก่ การคิดวิเคราะห์ ความคิดสร้างสรรค์ การคิดแก้ปัญหา การคิดอย่างมีวิจารณญาณ เป็นต้น ซึ่งสอดคล้องกับที่ วัชรรา เล่าเรียนดี (2552 : 1) กล่าวถึงความสำคัญของการคิดในศตวรรษที่ 21 ว่าทักษะที่สำคัญที่สุดคือ ทักษะการคิดของบุคคลและทักษะชีวิต เพื่อที่จะสามารถดำรงชีวิตอยู่ได้อย่างสันติสุขในสังคมที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วในทุกด้าน

การคิด คือ กิจกรรมทางจิตใจหรือทางปัญญา ที่เกี่ยวข้องกับจิตสำนึกเฉพาะคน หมายถึง กระบวนการ การรับรู้ ความรู้สึก ความมีจิตสำนึกและจินตนาการ การคิดทำให้นักเรียนสามารถเข้าใจโลกหรือออกแบบชีวิต ได้แตกต่างกัน ทั้งยังทำให้นักเรียนเสนอหรือแปลความหมาย สิ่งต่าง ๆ ไปตามความเข้าใจ หรือเชื่อมโยงไม่ถึงความต้องการ ความปรารถนาข้อผูกมัด วัตถุประสงค์และเป้าหมายของเราได้

วัชรรา เล่าเรียนดี (2552 : 31) ได้กล่าวถึง ยุทธวิธีการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมทักษะการคิด วิเคราะห์ ประกอบด้วย เทคนิค CATS (Classroom Assessment Techniques) เทคนิคการร่วมมือกับ เรียนรู้ (Cooperative Learning strategies) เทคนิค การใช้คำถาม (Using Question) และเทคนิค กรณีศึกษาและการอภิปราย (Case Study/Discussion Method) สำหรับวิธีการที่ได้รับการยอมรับว่ามี ประสิทธิภาพมากที่สุดวิธีหนึ่งทั้งในวงการธุรกิจและวงการ วิจัย คือการใช้กรณีศึกษา (Case Study) ซึ่งเสริมศรี ไชยศรี (2535: 106-107) ได้กล่าวไว้ว่า การใช้ กรณีศึกษาประกอบการสอน เป็นวิธีหนึ่งที่ส่งเสริมให้ ผู้เรียนรู้จักวิเคราะห์สถานการณ์แวดล้อมทั้งทางสังคม และทางการสอนแบบเฉพาะเรื่อง กรณีศึกษาที่นำมาใช้ ในการสอนจะเป็นเรื่องที่สมมติขึ้นหรือเป็นเรื่องจริงก็ได้

โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจในเนื้อหาและเกิดความรู้สึกนึกคิดต่าง ๆ ขึ้น

การเก็บรวบรวมข้อมูลของสำนักงานกองทุนเงินทดแทน สำนักงานประกันสังคม กระทรวงแรงงาน สถานการณ์การประสบอันตรายหรือเจ็บป่วยเนื่องจากการทำงาน ปี 2555-2559 พบว่า จำนวนลูกจ้างประสบอันตรายหรือเจ็บป่วยเนื่องจากการทำงานรวม 634,939 จำนวนการประสบอันตรายเฉลี่ยของแต่ละความรุนแรงพบว่าส่วนใหญ่เป็นกรณีหยุดงานไม่เกิน 3 วันเฉลี่ยร้อยละ 69.07 ต่อปี รองลงมา คือ กรณีหยุดงาน เกิน 3 วัน เฉลี่ยร้อยละ 28.64 ต่อปี กรณีสูญเสียอวัยวะบางส่วน เฉลี่ยร้อยละ 1.01 ต่อปี ของจำนวนลูกจ้างที่ประสบอันตรายจากการทำงานทั้งหมด

จากข้อมูลของอุบัติเหตุดังกล่าว ตำแหน่งหน้าที่ที่มีจำนวนการประสบอันตรายสูงสุด คือ ผู้ปฏิบัติงานในโรงงาน ผู้ควบคุมเครื่องจักร ผู้ปฏิบัติงานด้านการประกอบ เฉลี่ยร้อยละ 31.24 ต่อปี ซึ่งน่าจะเป็นแนวทางที่สำเร็จการวิจัยด้านช่างอุตสาหกรรมจากสถานศึกษาของสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา

หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) ด้านช่างอุตสาหกรรมของสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษาได้จัดทำมีรายวิชาอาชีวอนามัยและความปลอดภัยไว้ในหลักสูตร ซึ่งมีจุดประสงค์และคำอธิบายรายวิชา ศึกษาและปฏิบัติเกี่ยวกับอาชีวอนามัยและความปลอดภัยในการปฏิบัติงานอาชีพ มลพิษ โรค และอุบัติเหตุ ที่เกิดจากการทำงาน และการควบคุมป้องกันการปรับปรุงสภาพการทำงาน ตามหลักการยศาสตร์ การจัดการอาชีวอนามัยและความปลอดภัยเบื้องต้น เครื่องหมายและสัญลักษณ์ความปลอดภัย เครื่องป้องกันอันตราย การปฐมพยาบาลเบื้องต้น กฎหมาย และหน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับงานอาชีวอนามัยและความปลอดภัย

ซึ่งจะเห็นได้ว่าในคำอธิบายรายวิชาจะเน้นในการป้องกันอุบัติเหตุจากการปฏิบัติงาน การประกอบอาชีพต่าง ๆ จากสถานการณ์การประสบอันตรายจากการทำงาน มีความสอดคล้องกับสรุปผลการเรียนวิชาอาชีวอนามัยและความปลอดภัย ซึ่งเป็นวิชาเรียนที่เกี่ยวข้องกับการป้องกันอุบัติเหตุ มีความเกี่ยวข้องเชื่อมโยงกันคือ ผู้ประกอบการบาดเจ็บเฉลี่ยร้อยละ 31.24 ต่อปี ผู้ปฏิบัติงานในโรงงาน ผู้ควบคุมเครื่องจักรและผู้ปฏิบัติด้านการประกอบ ซึ่งมีตัวเลขสัมพันธ์กันกับผู้ที่ไม่ผ่านเกณฑ์ (ผลการเรียนต่ำกว่าเกรด 2) เฉลี่ยร้อยละ 50.24

จากการประมวลปัจจัยต่าง ๆ ที่กล่าวมา ทำให้ผู้วิจัยมีความประสงค์ที่จะพัฒนารูปแบบการสอนโดยใช้กรณีศึกษาเพื่อส่งเสริมความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนที่เรียนวิชาอาชีวอนามัยและความปลอดภัยโดยการบูรณาการรูปแบบการสอนดังกล่าวไว้ในแผนการจัดการเรียนรู้ นักศึกษากลุ่มที่เรียนจะได้มีความรู้และประสบการณ์เพียงพอที่จะทราบข้อมูลพื้นฐานการคิดวิเคราะห์ในการป้องกันอุบัติเหตุจากการทำงานเป็นอย่างดี

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

2.1 เพื่อศึกษาและพัฒนารูปแบบกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กรณีศึกษา เพื่อส่งเสริมความสามารถการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนที่เรียนรายวิชาอาชีวอนามัยและความปลอดภัย

2.2 เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยใช้กรณีศึกษา วิชาอาชีวอนามัยและความปลอดภัย ให้มีประสิทธิภาพ E_1/E_2 ตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ 80/80

2.3 เพื่อศึกษาดัชนีประสิทธิผลของนักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กรณีศึกษาวิชาอาชีวอนามัยและความปลอดภัย

2.4 เพื่อประเมินความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์ และลักษณะของผู้ที่มีการคิดวิเคราะห์ที่เกิดขึ้นจากรูปแบบกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กรณีศึกษา วิชาอาชีวอนามัยและความปลอดภัย

2.5 เพื่อประเมินความพึงพอใจของนักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กรณีศึกษา วิชาอาชีวอนามัยและความปลอดภัย

3. ประโยชน์ที่ได้รับ

3.1 ได้ทราบถึงความสามารถของผู้เรียนในการคิดวิเคราะห์ แนวทางในการแก้ไขปัญหาและการตัดสินใจ

3.2 ได้ทราบถึงทัศนคติของผู้เรียนต่อการจัดการเรียนรู้ด้วยกรณีศึกษา

3.3 สร้างเสริมและสร้างกิจกรรมการเรียนรู้ให้นักศึกษาในการทำงานเป็นทีม ได้ความรู้ ความสามารถ อย่างหลากหลาย

3.4 ส่งเสริมให้นักศึกษาสามารถใช้สื่อเทคโนโลยี หรือนวัตกรรมการเรียนรู้ได้อย่างหลากหลายและเหมาะสม

3.5 เป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ

4. ขอบเขตการวิจัย

4.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง ประชากรในการวิจัย เป็นนักเรียน ชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2560 สาขาวิชาช่างกลโรงงาน วิทยาลัยเทคนิคอุดรธานีและกลุ่มตัวอย่างในการวิจัยคือนักเรียนชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2560 จำนวน 1 ห้องโดยวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling)

4.2 เนื้อหาที่นำมาจัดทำเป็นแผนการจัดการเรียนรู้ รายวิชาอาชีวอนามัยและความปลอดภัย ประกอบด้วย

ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับอาชีวอนามัย การป้องกันและควบคุมมลพิษจากการทำงาน การป้องกันและควบคุมโรคจากการทำงาน เครื่องหมายและสัญลักษณ์ความปลอดภัย อุบัติเหตุจากการทำงานและการป้องกัน การป้องกันอันตรายจากเครื่องจักรกล ความปลอดภัยในการใช้ไฟฟ้า การป้องกันและระงับอัคคีภัย อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล ความปลอดภัยในการเคลื่อนย้ายและจัดเก็บวัสดุ การจัดการอนามัยสิ่งแวดล้อมและความปลอดภัยโรงงาน หลักเออร์โกโนมิกส์กับความปลอดภัยในการ การปฐมพยาบาลผู้บาดเจ็บจากการทำงาน และกฎหมายที่เกี่ยวข้องกับอาชีวอนามัยและความปลอดภัย

4.3 ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย

4.3.1 ตัวแปรต้น ได้แก่ กิจกรรมการเรียนรู้ด้วยกรณีศึกษาวิชาอาชีวอนามัยและความปลอดภัย

4.3.2 ตัวแปรตาม ได้แก่ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะปฏิบัติ และความพึงพอใจ ของนักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยกรณีศึกษา วิชาอาชีวอนามัยและความปลอดภัย

4.4 ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยดำเนินการวิจัยในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2560 จำนวน 18 สัปดาห์ ๆ ละ 3 ชั่วโมง รวม 54 ชั่วโมง

5. นิยามศัพท์เฉพาะ

5.1 การพัฒนาการเรียนการสอน หมายถึง กิจกรรมการพัฒนารูปแบบโดยใช้กรณีศึกษาเพื่อส่งเสริมความสามารถการคิดวิเคราะห์ วิชาอาชีวอนามัยและความปลอดภัย ด้วยการนำแบบแผนการวิจัยและพัฒนาและออกแบบการสอนเชิงระบบมาประยุกต์ใช้ในการดำเนินการวิจัย ประกอบด้วย ขั้นตอนที่ 1 การวิจัยข้อมูลพื้นฐาน (Research : R₁) ขั้นตอนที่ 2 การพัฒนา (Design : D₁) ขั้นตอนที่ 3 การนำไปใช้ (Research :

R₂) และขั้นที่ 4 การปรับปรุงแก้ไขรูปแบบการสอน (Development : D₂)

5.2 กรณีศึกษา หมายถึง ลักษณะข้อความ เหตุการณ์จริงหรือเหตุการณ์จำลองที่ผู้วิจัยได้สร้าง หรือ รวบรวมและสร้างขึ้นเกี่ยวกับความปลอดภัยในการ ประกอบอาชีพ ทำมาเป็นสื่อกระตุ้นให้นักเรียนได้เรียนรู้ และใช้ประกอบในการเรียนรู้ วิชาอาชีวอนามัยและความปลอดภัย

5.3 รูปแบบการสอนโดยใช้กรณีศึกษา หมายถึง รูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้และการสอนโดยใช้ กรณีศึกษา วิชาอาชีวอนามัยและความปลอดภัย เพื่อ ส่งเสริมความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์ซึ่ง ประกอบด้วยขั้นตอน 1) เตรียมการเรียนรู้ (Preparation : P) 2) นำเข้าสู่กรณีศึกษา (Case Presentation : C) 3) วิเคราะห์กรณีศึกษา (Analysis : A) 4) แบ่งปัน ประสบการณ์ (Sharing with Group : S) 5) สรรหา วิธีการแก้ไข (New Knowledge : N) 6) การประเมินผล (Evaluation : E)

5.4 ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ หมายถึง พฤติกรรมที่นักเรียนแสดงออกหลังเรียนด้วยกิจกรรม การเรียนรู้ด้วยกรณีศึกษา ประกอบด้วยพฤติกรรม ที่ แสดงออก 6 ด้าน คือ การนิยามปัญหา การรวบรวม ข้อมูล การจัดระบบข้อมูล การตั้งสมมติฐาน การสรุป

5.5 ลักษณะของผู้ที่มีการคิดวิเคราะห์ หมายถึง ลักษณะที่เกิดขึ้นกับนักเรียนที่เรียนรู้โดยใช้กรณีศึกษา ซึ่งประกอบด้วยกำหนัดสิ่งที่จะต้องวิเคราะห์ กำหนดจุดประสงค์ที่ต้องการจะวิเคราะห์ แล้วจึง วิเคราะห์อย่างมีหลักเกณฑ์ โดยใช้วิธีการพิจารณา แยกแยะ เทคนิควิธีการในการวิเคราะห์ เพื่อรวบรวม ประเด็นสำคัญหาคำตอบให้กับคำถาม

6. วิธีดำเนินการวิจัย

6.1 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยผู้วิจัยใช้เครื่องมือต่อไปนี้

6.1.1 แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้กรณีศึกษา ทางด้านความปลอดภัยวิชาอาชีวอนามัยและความปลอดภัย จำนวน 16 แผน

6.1.2 เอกสารประกอบการสอนวิชาอาชีวอนามัยและความปลอดภัย จำนวน 14 หน่วย

6.1.3 แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาอาชีวอนามัยและความปลอดภัย แบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก

6.1.4 แบบประเมินความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนที่วิชาอาชีวอนามัยและความปลอดภัย

6.1.5 แบบประเมินคุณลักษณะของผู้ที่มีการคิดวิเคราะห์ของที่วิชาอาชีวอนามัยและความปลอดภัย

6.1.6 แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียน ที่วิชาอาชีวอนามัยและความปลอดภัย

6.2 รูปแบบการวิจัย การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research) ซึ่งผู้วิจัยได้ ดำเนินการทดลองตามแผนการทดลองกลุ่มเดียวสอบก่อนสอบหลัง (One Group Pretest–Posttest design) แสดงดังแบบทดลอง

T₁ x T₂

โดย T₁ แทนการทดสอบก่อนทดลองโดยใช้แบบทดสอบ

x แทนการตัวแปรทดลอง (Treatment) ด้วยกิจกรรมการสอนด้วยกรณีศึกษา

T₂ แทนการทดสอบหลังทดลองโดยใช้แบบทดสอบ

6.3 การจัดทำและการวิเคราะห์ข้อมูลการวิจัย
ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติพื้นฐาน
ดังต่อไปนี้

6.3.1 หาประสิทธิภาพของกิจกรรมการสอน
ด้วยกรณีศึกษาวิชาอาชีวอนามัยและความปลอดภัยโดย
นำคะแนนทดสอบหลังเรียนของนักเรียนทุกคนมาหา
ค่าเฉลี่ย แล้ว นำคะแนนเฉลี่ยจากการทดสอบหลังเรียน
ของนักเรียนทุกคนมาหาค่าร้อยละจากคะแนนเต็ม
ทั้งหมดเป็นค่าประสิทธิภาพ (E_1)

6.3.2 นำคะแนนทดสอบจากแบบทดสอบวัด
ผลสัมฤทธิ์หลังเรียนของนักเรียนทุกคนมาหาค่าร้อยละ
จากคะแนนเต็มทั้งหมดเป็นค่าประสิทธิภาพของผลลัพธ์
(E_2) แล้ว เปรียบเทียบประสิทธิภาพ E_1/E_2

6.3.3 หาค่าดัชนีประสิทธิผล (Effectiveness
Index : E.I.) ของกิจกรรมการเรียนรู้โดยการวิเคราะห์
จากคะแนนเฉลี่ยที่นักเรียนทำได้ กับคะแนนเต็มทั้ง
ก่อนเรียนและหลังเรียน ซึ่งเกณฑ์การยอมรับว่ากิจกรรม
การสอนมีประสิทธิภาพ จะต้องมียุทธศาสตร์ตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป

6.3.4 วิเคราะห์ความสามารถในการคิด
วิเคราะห์ จากแบบประเมินที่ผู้วิจัยจัดทำขึ้นโดยใช้
ค่าความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
การวิเคราะห์ข้อมูล ทำการเปรียบเทียบก่อนเรียนและ
หลังเรียน

6.3.5 วิเคราะห์คุณลักษณะผู้ที่มีทักษะการคิด
วิเคราะห์ จากแบบประเมินที่ผู้วิจัยจัดทำขึ้นโดยใช้
ค่าความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
การวิเคราะห์ข้อมูล ทำการเปรียบเทียบก่อนเรียนและ
หลังเรียน

6.3.6 วิเคราะห์ความพึงพอใจของนักเรียน
ที่เรียนโดยใช้กรณีศึกษา ใช้สถิติ ค่าความถี่ ร้อยละ
ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ทำการวิเคราะห์
ข้อมูล

7. ผลการวิจัย

เพื่อให้เกิดความเข้าใจในการสื่อสารการแปล
ความหมายและการแปรผลการวิเคราะห์ข้อมูลตรงกัน
ผู้วิจัย ได้กำหนดสัญลักษณ์ในการนำเสนอ ดังนี้

$\bar{X}$	แทน	คะแนนเฉลี่ย
S.D.	แทน	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
ΣX	แทน	ผลรวมของคะแนนทุกคน
E_1	แทน	ประสิทธิภาพของการจัด กิจกรรมการเรียนรู้
E_2	แทน	ประสิทธิภาพของผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียน
E.I.	แทน	ดัชนีประสิทธิผล

8. สรุปผล

8.1 ผลการพัฒนารูปแบบกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้
กรณีศึกษา เพื่อส่งเสริมความสามารถการคิดวิเคราะห์
ของนักเรียนที่เรียนรายวิชาอาชีวอนามัยและความ
ปลอดภัย ผู้วิจัยนำเสนอเป็นรูปแบบการสอนพีซีเอเอส
เอ็นอี (PCASNE Model) ซึ่งมีองค์ประกอบ 4
องค์ประกอบ คือ 1) หลักการรูปแบบการสอน 2)
วัตถุประสงค์การสอน 3) กระบวนการสอน 4) ผลของ
การใช้รูปแบบการสอน กระบวนการสอนประกอบด้วย
กระบวนการ 6 ขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 : เตรียมการเรียนรู้ (Preparation : P)
เป็นการเตรียมจัดกิจกรรมการเรียนรู้ซึ่งเป็นหน้าที่ของครู
ที่จะต้องจัดเตรียมสิ่งต่าง

ขั้นที่ 2 : นำเข้าสู่กรณีศึกษา (Case
Presentation : C) เป็นการนำเข้าสู่กระบวนการเรียน
ด้วยกรณีศึกษา

ขั้นที่ 3 : วิเคราะห์กรณีศึกษา (Analysis : A)
การวิเคราะห์กรณีศึกษา

ขั้นที่ 4 : แบ่งปันประสบการณ์ (Sharing with
Group : S) เป็นการนำเสนอผลงาน แนวทางการ

วิเคราะห์ แก้ปัญหาของแต่ละกลุ่มในห้องเรียน เป็นการแบ่งปันความรู้ ประสบการณ์ และแลกเปลี่ยนเรียนรู้

ขั้นที่ 5 : สรรหาวิธีการแก้ไข (New Knowledge : N) เป็นการอภิปรายสาระสำคัญของหน่วยการเรียนรู้ และสรุปแนวทางการนำเอาความรู้ไปประยุกต์ใช้ในการทำงาน

ขั้นที่ 6 : การประเมินผล (Evaluation : E) เป็นการประเมินความก้าวหน้าของผู้เรียน ประสิทธิภาพของสื่อและเครื่องมือที่ใช้ในกิจกรรมการเรียนรู้ การสอนประกอบด้วย แบบฝึกหัด แบบทดสอบหลังเรียน แบบวัดผลสัมฤทธิ์ แบบประเมินความสามารถการคิดวิเคราะห์ และแบบประเมินคุณลักษณะของผู้ที่มีการคิดวิเคราะห์

8.2 ผลการหาประสิทธิภาพของนักเรียนโดยใช้กรณีศึกษาในการส่งเสริมความสามารถการคิดวิเคราะห์ วิชาอาชีวอนามัยและความปลอดภัย พบว่าค่าประสิทธิภาพ E_1/E_2 คือ หน่วยที่ 1 $E_1/E_2 = 80.88/81.18$ หน่วยที่ 2 $E_1/E_2 = 79.12/76.72$ หน่วยที่ 3 $E_1/E_2 = 80.59/82.94$ หน่วยที่ 4 $E_1/E_2 = 77.06/78.68$ หน่วยที่ 5 $E_1/E_2 = 81.47/77.70$ หน่วยที่ 6 $E_1/E_2 = 81.18/78.19$ หน่วยที่ 7 $E_1/E_2 = 79.71/76.96$ หน่วยที่ 8 $E_1/E_2 = 81.76/81.57$ หน่วยที่ 9 $E_1/E_2 = 81.18/77.06$ หน่วยที่ 10 $E_1/E_2 = 78.68/79.61$ หน่วยที่ 11 $E_1/E_2 = 77.45/81.18$ หน่วยที่ 12 $E_1/E_2 = 75.83/76.47$ หน่วยที่ 13 $E_1/E_2 = 76.96/77.65$ หน่วยที่ 14 $E_1/E_2 = 77.94/77.65$ สรุปได้ว่านักเรียนที่เรียนโดยใช้กรณีศึกษาในการส่งเสริมความสามารถการคิดวิเคราะห์ วิชาอาชีวอนามัยและความปลอดภัย มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 ตามที่ตั้งไว้

8.3 ผลการวิเคราะห์หาค่าดัชนีประสิทธิผล ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้กรณีศึกษาในการส่งเสริมความสามารถการคิดวิเคราะห์ วิชาอาชีวอนามัยและ

ความปลอดภัย พบว่าดัชนีประสิทธิผล เท่ากับ 0.61 แสดงว่าผู้เรียนมีความก้าวหน้าทางการเรียนคิดเป็นร้อยละ 61

8.4 ผลการวิเคราะห์ความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์ ที่เกิดขึ้นจากรูปแบบกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กรณีศึกษาวิชาอาชีวอนามัยและความปลอดภัย พบว่าหลังการทดลองมีคะแนนเฉลี่ยเพิ่มขึ้นทุกด้าน การวิเคราะห์ในภาพรวมหลังการทดลองมีค่าเฉลี่ยอยู่ระดับสูง ($\bar{X} = 3.49$) แสดงว่านักเรียนมีความสามารถในการคิดวิเคราะห์สูง

8.5 ผลการวิเคราะห์คุณลักษณะของผู้ที่มีการคิดวิเคราะห์ที่เกิดขึ้นจากรูปแบบกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กรณีศึกษาวิชาอาชีวอนามัยและความปลอดภัย พบว่าหลังการทดลองมีคะแนนเฉลี่ยเพิ่มขึ้นทุกด้าน การวิเคราะห์ในภาพรวมหลังการทดลองมีค่าเฉลี่ยอยู่ระดับมาก ($\bar{X} = 4.32$) แสดงว่านักเรียนมีคุณลักษณะของผู้ที่มีการคิดวิเคราะห์มาก

8.6 ผลการประเมินความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ โดยใช้โดยใช้กรณีศึกษา วิชาอาชีวอนามัยและความปลอดภัยพบว่าคะแนนเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานในภาพรวม นักเรียนมีความพึงพอใจมากที่สุด ($\bar{X} = 4.50$)

9. อภิปรายผลการวิจัย

การวิจัยเรื่องพัฒนารูปแบบการเรียนรู้ การสอน โดยใช้กรณีศึกษาในการส่งเสริมความสามารถการคิดวิเคราะห์วิชาอาชีวอนามัยและความปลอดภัย ผู้วิจัยอภิปรายการวิจัยดังนี้

9.1 ผลการพัฒนารูปแบบกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กรณีศึกษา เพื่อส่งเสริมความสามารถการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนที่เรียนรายวิชาอาชีวอนามัยและความปลอดภัย ผู้วิจัยนำเสนอเป็นรูปแบบการสอนพีซีเอเอส เอ็นอี (PCASNE Model) ซึ่งมีองค์ประกอบ 4

องค์ประกอบ คือ 1) หลักการรูปแบบการสอน 2) วัตถุประสงค์การสอน 3) กระบวนการสอน 4) ผลของการใช้รูปแบบการสอน ในส่วนของกระบวนการสอน ประกอบด้วย กระบวนการ 6 ขั้นตอนคือ ขั้นที่ 1 : เตรียมการเรียน (Preparation : P) ขั้นที่ 2 : นำเข้าสู่กรณีศึกษา (Case Presentation : C) ขั้นที่ 3 : วิเคราะห์กรณีศึกษา (Analysis : A) ขั้นที่ 4 : แบ่งปันประสบการณ์ (Sharing with Group : S) ขั้นที่ 5 : สรรหาวิธีการแก้ไข (New Knowledge : N) และขั้นที่ 6 : การประเมินผล (Evaluation : E) รูปแบบการสอนนี้ถูกพัฒนาจากแนวคิดการสอนเชิงระบบของ ครูส (Kruse 2007 : 1) ที่ชื่อ ADDIE MODEL กับแบบการสอนเชิงของ ดิกค์ แครีย์ และแคเรีย (Dick, Carey and Carey, 2004 : 38) และกระบวนการจัดการเรียนรู้โดยใช้กรณีศึกษา เมลลิช และบริงค์ (Mellish and Brink 1990) โดยใช้กระบวนการวิจัยและพัฒนาเป็นกระบวนการในการพัฒนาส่งผลให้ผลลัพธ์ของการออกแบบกระบวนการเรียนการสอนดังกล่าวมีความเป็นไปได้ ในการนำไปใช้สอน ทั้งนี้เนื่องจากการนำวิธีการเชิงระบบ (System Approach) มาช่วยในการดำเนินงานต่างจนเกิดผลสัมฤทธิ์ตามเป้าหมายที่ศึกษา แชมมณี (2551: 362) ซึ่งสอดคล้องกับ จอยซ์และเวลล์ (Joyce and weil : 2009 : 9) ที่เสนอรูปแบบการจัดการเรียนการสอนเริ่มจากการเสนอภาพเห็นเหตุการณ์ในห้องเรียน (scenario) โดยใช้การเล่าเรื่อง มีครูและนักเรียนเป็นผู้แสดง โดยจำลองเหตุการณ์จริงที่เกิดขึ้นในห้องเรียนเพื่อนำไปสู่รูปแบบการสอน และจากผลของการทดลองใช้รูปแบบการสอนมีความสอดคล้องกับงานวิจัยของมนต์ชัย พงศกรณฤงษ์ (2553 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาวิจัยเรื่อง การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามทฤษฎีการสร้างความรู้เพื่อส่งเสริมความสามารถในการสร้างความรู้ของนักเรียนช่วงอุตสาหกรรม การวิจัยมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนารูปแบบ

การเรียนการสอนตามทฤษฎีการสร้างความรู้เพื่อส่งเสริมความสามารถในการสร้างความรู้ของนักเรียนช่วงอุตสาหกรรม ประยุกต์ใช้ ADDIE Model ตามแนวคิดของ เควิน ครูส (Kevin Kruse) ร่วมกับกรอบการวิจัยและพัฒนา (Research and Development) และแนวคิดของทฤษฎีการสร้างความรู้ มีชื่อเรียกว่า MARCE Model ซึ่งรูปแบบที่ได้มาเป็นรูปแบบที่มีประสิทธิภาพและประสิทธิผล และยังสอดคล้องกับปรัญญ์ กิจรุ่งเรือง ที่ได้ศึกษาวิจัยเรื่อง การพัฒนารูปแบบการสอนโดยใช้กรณีศึกษาทางศาสตร์การเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมความสามารถด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักศึกษาวิชาชีพรู ที่ได้ผลการวิจัยสรุปเป็น รูปแบบการสอน มีชื่อว่ารูปแบบการสอนพีซีเอสเอสซี (PCSSC Model)

9.2 ผลการหาประสิทธิภาพของรูปแบบการสอนโดยใช้กรณีศึกษาในการส่งเสริมความสามารถการคิดวิเคราะห์วิชาอาชีวอนามัยและความปลอดภัย พบว่าค่าประสิทธิภาพ E_1/E_2 มีค่าเฉลี่ย E_1/E_2 เท่ากับ 79.46/78.82 แสดงว่ารูปแบบการสอนพีซีเอสเอสเอ็นอี (PCASNE Model) ที่ผู้ศึกษาจัดทำขึ้นมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ 80/80 ซึ่งเป็นไปตามวัตถุประสงค์เป็นเพราะผู้วิจัยได้ศึกษารูปแบบการสอนโดยใช้กระบวนการวิจัยและพัฒนา ซึ่งรูปแบบการสอนดังกล่าวเป็นการสอนด้วยกรณีศึกษา ซึ่งศึกษา แชมมณี (2551 : 362) กล่าวว่า การสอนแบบกรณีศึกษา หมายถึง กระบวนการที่ผู้สอนใช้ในการช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ที่กำหนด โดยให้ผู้เรียนศึกษาเรื่องที่สมมติขึ้นจากความเป็นจริงและตอบประเด็นคำถามเกี่ยวกับเรื่องนั้น แล้วนำคำตอบและเหตุผลที่มาของคำตอบนั้นมาใช้เป็นข้อมูลในการอภิปราย เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ ทำให้ผลสัมฤทธิ์ของรูปแบบการสอน สอดคล้องกับการวิจัยของ มนต์ชัย พงศกรณฤงษ์ ได้ศึกษาวิจัยเรื่อง การพัฒนารูปแบบ

การเรียนการสอนตามทฤษฎีการสร้างความรู้เพื่อส่งเสริมความสามารถในการสร้างความรู้ของนักเรียนช่วงอุตสาหกรรม การวิจัยมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามทฤษฎีการสร้างความรู้เพื่อส่งเสริมความสามารถในการสร้างความรู้ของนักเรียนช่วงอุตสาหกรรม ประยุกต์ใช้ ADDIE Model ตามแนวคิดของเควิน ครูส (Kevin Kruse) ร่วมกับการรอบการวิจัยและพัฒนา (Research and Development) และแนวคิดของทฤษฎีการสร้างความรู้ ที่ผลการวิจัยพบว่ารูปแบบการเรียนการสอนมีประสิทธิภาพ เท่ากับ 83.79/85.13

9.3 ดัชนีประสิทธิผลของของรูปแบบการสอนโดยใช้กรณีศึกษาในการส่งเสริมความสามารถการคิดวิเคราะห์วิชาอาชีวอนามัยและความปลอดภัย มีค่าดัชนีประสิทธิผล เท่ากับ 0.61 แสดงว่า ผู้เรียนมีความก้าวหน้าทางการเรียนคิดเป็นร้อยละ 61 มีพัฒนาการทางการเรียนทุกขั้นตอน จึงทำให้ประสบผลสำเร็จในการเรียนมีความสอดคล้องกับแนวคิดของ วารินทร์ แก้วอุไร (2541 : 78) กล่าวว่า การประเมินผลการสอนแบบกรณีตัวอย่างจะเน้นให้ผู้เรียนได้ประเมินตนเอง (Self - Evaluation) และประเมินการปฏิบัติงานของสมาชิกกลุ่ม (Peer Evaluation) ฉะนั้น การประเมินจึงใช้เพื่อการประเมินผลความก้าวหน้าของผู้เรียน เพื่อให้ผู้เรียนได้รู้ว่าตนเรียนรู้อะไรและยังบกพร่องในจุดใด โดยเน้นการประเมินกระบวนการเรียนรู้ (Learning Process) และนำข้อมูลเสนอให้ผู้เรียนได้ทราบเพื่อพัฒนาการเรียนการสอนต่อไปมากกว่าที่จะ ประเมินผลรวม (Summative Evaluation) แต่เพียงอย่างเดียว และสอดคล้องกับ พัฒนา ศิริโชติ ได้ศึกษาวิจัยเรื่อง การวิจัยผลสัมฤทธิ์ของการใช้กรณีศึกษาในการสอนวิชาการโฆษณาและการส่งเสริมการขายของนักศึกษา คณะศิลปกรรมศาสตร์ ในโปรแกรมบริหารธุรกิจมหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา ที่ผลการวิจัยพบว่า

คะแนนเฉลี่ยการสอบกลางภาคและการสอบปลายภาคของนักศึกษาทั้งสองกลุ่มมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในระดับที่ 0.01 ด้วยการทดสอบสถิติ paired t -test และยังสอดคล้องกับ พรศิริ พันธสี และอรพินท์ สีขาว ที่ได้ศึกษาวิจัยเรื่อง ผลของการจัดการเรียนการสอนโดยใช้กรณีศึกษาต่อการพัฒนาความสามารถในการใช้กระบวนการพยาบาลในคลินิกของนักศึกษาพยาบาล ที่ผลการวิจัยพบว่าคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการใช้กระบวนการพยาบาลในคลินิกของนักศึกษาที่ประเมินโดยนักศึกษาและอาจารย์หลังการจัดการเรียนการสอนโดยใช้กรณีศึกษาทั้งสถานการณ์จำลองและสถานการณ์จริงสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และ .001 ตามลำดับ

9.4 ผลการวิเคราะห์ความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์ ที่เกิดขึ้นจากรูปแบบกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กรณีศึกษาวิชาอาชีวอนามัยและความ พบว่าหลังการทดลองมีคะแนนเฉลี่ยเพิ่มขึ้นทุกด้าน การวิเคราะห์ในภาพรวมหลังการทดลองมีค่าเฉลี่ยอยู่ระดับสูง ($\bar{X}$ = 3.49) ผลการวิจัยนักเรียนความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์เฉลี่ยอยู่ในระดับสูง ซึ่งทิศนา ขัมมณี (2552 : 364) กล่าวถึง การจัดการเรียนรู้โดยใช้กรณีศึกษาไว้ว่า เป็นวิธีการสอนที่ช่วยให้ผู้เรียนได้พัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ และการคิดแก้ปัญหา ช่วยให้ผู้เรียนมีมุมมองที่กว้างขึ้น สอดคล้องกับงานวิจัยของ นิยม กิมา ที่ได้ศึกษาวิจัยเรื่อง การพัฒนารูปแบบการสอนเพื่อพัฒนากระบวนการคิดเชิงระบบสำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษา ซึ่งผลการวิจัยพบว่ากระบวนการคิดเชิงระบบของนักเรียนหลังใช้รูปแบบการสอนมีคะแนนสูงกว่าก่อนใช้รูปแบบการสอนเพื่อพัฒนากระบวนการคิดเชิงระบบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

9.5 ผลการวิเคราะห์คุณลักษณะของผู้ที่มีการคิดวิเคราะห์ที่เกิดขึ้นจากรูปแบบกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กรณีศึกษาวิชาอาชีวอนามัยและความ พบว่าหลังการทดลองมีคะแนนเฉลี่ยเพิ่มขึ้นทุกด้าน การวิเคราะห์ในภาพรวมหลังการทดลองมีค่าเฉลี่ยอยู่ระดับมาก ($\bar{X} = 4.32$) แสดงว่านักเรียนมีคุณลักษณะของผู้ที่มีการคิดวิเคราะห์ดีมาก มีความสัมพันธ์กับวาริรัตน์ แก้วอุไร (2541 : 72) กล่าวถึงการสอนแบบกรณีศึกษา ว่าเป็นการเรียนรู้ที่ยึดผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง ซึ่งหมายถึง การเรียนการสอนจัดขึ้นโดยเน้นการเรียนรู้ที่ผู้เรียนเป็นผู้กำหนดสิ่งที่ตนต้องการจะเรียน ผู้เรียนควบคุมการเรียนรู้ของตนเองโดยการกำหนดเนื้อหาวิชาที่จะนำมาใช้ประกอบการเรียนรู้ในการแก้ปัญหาหรือเสนอแนะแนวทางที่จะนำไปใช้อย่างได้ผลดีที่สุดด้วยตนเองและตามความเห็นร่วมกันของกลุ่ม ทำให้นักเรียนมีคุณลักษณะที่เอื้อต่อความสามารถในการคิดซึ่งสอดคล้องกับ วิฑูรย์ สิมะโชคดี ที่กล่าวถึงขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้กรณีศึกษาอย่างมีประสิทธิภาพ ทำให้เกิดทักษะ 9 ประการ คือ ทักษะด้านความรู้ ทักษะด้านการวิเคราะห์ ทักษะด้านการนำไปประยุกต์ใช้ ทักษะด้านความคิดสร้างสรรค์ ทักษะด้านการตัดสินใจ ทักษะด้านการติดต่อสื่อสาร ทักษะด้านสังคม ทักษะด้านการวิเคราะห์ตนเอง และทักษะด้านทัศนคติ

9.6 ผลการประเมินความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ โดยใช้โดยใช้กรณีศึกษา วิชาอาชีวอนามัยและความปลอดภัย พบว่าคะแนนเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานในภาพรวม นักเรียนมีความพึงพอใจมากที่สุด ($\bar{X} = 4.50$) เพราะว่าการใช้กรณีศึกษาประกอบการเรียนการสอนว่าเป็นการพัฒนาทักษะต่อไปนี้ ความคิดเกี่ยวกับการปฏิบัติ (Learning by Doing) ทักษะการแก้ปัญหา (Problem Solving Skills) การคิดอย่างมีวิจารณญาณ (Critical Thinking) การคิดและดำเนินการด้วยตนเอง (Self-Direction) มีความรู้

ความเข้าใจเนื้อหาวิชาที่ลึกซึ้งถ่องแท้และกว้างขวาง ความเต็มใจที่จะรับผิดชอบการเรียนรู้ของตนเอง ความเชื่อมั่นว่าการตัดสินใจของตนเองมีความสำคัญและเชื่อถือได้ และ ความสามารถวิเคราะห์ปฏิสัมพันธ์ในกลุ่มทั้งในด้านเนื้อหาและกระบวนการ สอดคล้องกับการกล่าวของจินตนา ยูนิพันธุ์ (2537 : 61-64) ที่กล่าวถึง การใช้กรณีศึกษาไว้ดังนี้ ช่วยให้ผู้เรียนมีการเรียนรู้ที่พึงประสงค์ในด้านต่าง ๆ ประกอบด้วย 1) การเรียนรู้เชิงการคิด (Cognitive Learning) 2) การเรียนรู้เชิงเจตคติ (Affective Learning) 3) การเรียนรู้การตัดสินใจและการแก้ปัญหา (Decision Making and Problem Solving) 4) ช่วยให้ผู้เรียนพัฒนาลักษณะเฉพาะ (Attribute) ของผู้ประกอบการวิชาชีพที่ 5) ช่วยให้ผู้เรียนได้ฝึกฝนการเรียนรู้ด้วยตนเอง เป็นการสร้างลักษณะนิสัยของการเป็นนักวิชาการ ซึ่งจำเป็นในการประกอบวิชาชีพในอนาคต และ 6) ช่วยให้ผู้เรียนขยายขอบเขตความรู้ด้วยตนเองอย่างต่อเนื่อง ซึ่งเป็นบทบาทหน้าที่สำคัญอย่างหนึ่งของการสร้างองค์ความรู้

10. ข้อเสนอแนะ

10.1 ข้อเสนอแนะในการนำไปใช้

10.1.1 การจัดการการสอนด้วยรูปแบบการสอนพีซีเอสเอ็นอี (PCASNE Model) ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น เป็นกระบวนการเรียนการสอนที่ยึดผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง ให้ความสำคัญกับความสามารถกับผู้เรียน โดยเน้นสร้างประสบการณ์ในการฝึกการคิดวิเคราะห์ ผ่านการจัดการเรียน การสอน โดยใช้กรณีศึกษาทางด้านความปลอดภัยที่มีลักษณะเป็นเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นจากการทำงาน เป็นการฝึกการคิดตั้งแต่ระดับต่ำถึงระดับสูง ผู้สอนต้องบรรยายภาคในชั้นเรียนให้เป็นยาคาสเชิงบวกเพื่อลดความเครียดที่อาจจะเกิดขึ้น

10.1.2 การจัดการการสอนด้วยรูปแบบการสอนพีซีเอเอสเอ็นอี (PCASNE Model) ที่พัฒนาขึ้นครูผู้สอนจะเป็นเป็นคนคนสำคัญในการพัฒนาทักษะการและกระบวนการคิดวิเคราะห์ให้กับผู้เรียน ผู้สอนต้องทำความเข้าใจกับกระบวนการสอนด้วยรูปแบบการสอนพีซีเอเอสเอ็นอี (PCASNE Model) ให้กระจ่างชัด

10.1.3 จากผลการวิจัยด้านความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์ พบว่านักเรียนมีความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์ในด้านการ กำหนดปัญหาหรือวัตถุประสงค์ ต่ำกว่าความสามารถในด้านอื่น ๆ ในการนำรูปแบบการสอนไปใช้ครูสอนต้องช่วยชี้แนะแนวทางให้กับนักเรียนในการกำหนดปัญหา การมองปัญหาในภาพรวม ตามความรู้พื้นฐานของนักเรียน

10.1.4 จากผลการวิจัยด้านคุณลักษณะของผู้ที่มีการคิดวิเคราะห์พบว่านักเรียนมีคุณลักษณะด้าน ความสามารถ นักเรียนมีความสามารถเข้าถึงประเด็นสำคัญของปัญหา โดยไม่สับสนกับรายละเอียดปลีกย่อยต่าง ๆ ต่ำกว่าคุณลักษณะด้านอื่น การนำรูปแบบการสอนไปใช้ครูสอนต้องให้ความสำคัญในการฝึกอ่านกรณีศึกษา การฝึกอ่านจับประเด็นในการวิเคราะห์ ช่วยชี้แนะแนวทางในระหว่างกระบวนการเรียนรู้ให้มากยิ่งขึ้น

10.1.5 จากผลการวิจัยความพึงพอใจของนักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กรณีศึกษาวิชาอาชีวอนามัยและความปลอดภัย ด้านมีการปรับพื้นฐานความรู้ก่อนช่วยให้เกิดการเรียนรู้ได้เร็วขึ้นมีคะแนนความพึงพอใจต่ำสุด ซึ่งอาจจะเกิดจากในกระบวนการสอนมีการปรับพื้นฐานในการวิเคราะห์น้อยเกินไป ดังนั้นการนำรูปแบบการสอนไปใช้ ต้องเน้นกระบวนการพื้นฐานในการฝึกทักษะการคิดวิเคราะห์ให้กับนักเรียน

10.2 ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

10.2.1 ผลการวิจัยด้วยรูปแบบการสอนพีซีเอเอสเอ็นอี (PCASNE Model) แสดงให้เห็นว่าการ

สอนโดยใช้กรณีศึกษาในการฝึกทักษะการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนมีผลสัมฤทธิ์สูง ดังนั้นควรพัฒนารูปแบบการสอนให้มีประสิทธิภาพมากขึ้นโดยนำรูปแบบการสอนไปทดลองเปรียบเทียบกับรูปแบบการสอนเพื่อฝึกทักษะการคิดวิเคราะห์รูปแบบอื่น ๆ เพื่อให้ได้รูปแบบการสอนในการฝึกคิดวิเคราะห์ที่เหมาะสมและประสิทธิภาพสูงที่สุด

เอกสารอ้างอิง

- [1] ประกันสังคม. (2559). สำนักงาน. รายงานประจำปี ฝ่ายสถิติและรายงาน, กองวิจัยและพัฒนา, กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์องค์การสงเคราะห์ทหารผ่านศึก.
- [2] จินตนา ยูนิพันธุ์. (2537). “กรณีศึกษา : นวัตกรรมการเรียนการสอนทางพยาบาลศาสตร์.” วารสารคณะพยาบาลศาสตร์มหาวิทยาลัยบูรพา.
- [3] ทิศนา แคมมณี. (2544). วิทยาการด้านการคิด. กรุงเทพฯ : เดอะมาสเตอร์กรุ๊ปแมนเนจเม้นท์.
- [4] _____. (2545). ศาสตร์การสอน. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- [5] _____. (2551). ศาสตร์การสอน : องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ. พิมพ์ครั้งที่ 8. กรุงเทพฯ : ด้านสุทธาการพิมพ์.
- [6] _____. (2552). ศาสตร์การสอน. พิมพ์ครั้งที่ 9. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

- [7] นิยม กิমানุวัฒน์. (2559). การพัฒนารูปแบบการสอนเพื่อพัฒนากระบวนการคิดเชิงระบบสำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษา. โรงเรียนไทยรัฐวิทยา 42, นักงานเขตพื้นที่การศึกษา ประถมศึกษาชลบุรี เขต 2.
- [8] ประณัฐ กิจรุ่งเรือง. (2553). การพัฒนารูปแบบการสอนโดยใช้กรณีศึกษาทางศาสตร์การเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมความสามารถด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักศึกษาวิชาชีพครู. วิทยานิพนธ์ ปริญญาปรัชญาดุษฎีบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- [9] พัฒนา ศิริโชติบัณฑิต. (2553). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ของการใช้กรณีศึกษาในการสอนวิชาการโฆษณา และการส่งเสริมการขายของนักศึกษา. คณะศิลปกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา.
- [10] พรศิริ พันธสี และ อรพินท์ สีขาว. (2552). ผลของการจัดการเรียนการสอนโดยใช้กรณีศึกษาต่อการพัฒนาความสามารถในการใช้กระบวนการพยาบาลในคลินิกของนักศึกษาพยาบาล. คณะพยาบาลศาสตร์, มหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ.
- [11] มนต์ชัย พงศกรณฤงษ์. (2552). การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามทฤษฎีการสร้างความรู้เพื่อส่งเสริมความสามารถในสร้างความรู้ของนักเรียนช่างอุตสาหกรรม. วิทยานิพนธ์ปริญญาปรัชญาดุษฎีบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- [12] มาเรียม นิลพันธุ์. (2554). แนวคิดและหลักการดำเนินงานทางวิชาการในรูปแบบการวิจัยและพัฒนา. ในเอกสารประกอบการอบรมโครงการประชุมเชิงปฏิบัติการจัดทำผลงานทางวิชาการเพื่อ เลื่อนสู่วิทยฐานะเชี่ยวชาญ. สำนักพัฒนาระบบบริหารงานบุคคลส่วนท้องถิ่น กรมส่งเสริมการปกครองส่วนท้องถิ่น.
- [13] ราชบัณฑิตยสถาน. (2546). พจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน พ.ศ. 2542. กรุงเทพฯ : นานมีบุ๊คส์พับลิเคชั่น.
- [14] วัชรรา เล่าเรียนดี. (2552). รูปแบบและกลยุทธ์การจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะการคิด. นครปฐม : โรงพิมพ์ มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- [15] วัฒนาพร ระงับทุกข์. (2552). การจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ. กรุงเทพฯ : เลิฟแอนด์ลิฟเพรส.
- [16] วาริรัตน์ แก้วอุไร. (2541). การพัฒนารูปแบบการสอนสำหรับวิชาวิธีสอนทั่วไปแบบเน้นกรณีตัวอย่างเพื่อ ส่งเสริมความสามารถของนักศึกษาครูด้านการคิดวิเคราะห์แบบตอบโต้ในศาสตร์การสอน. วิทยานิพนธ์ ค.ด. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- [17] วิฑูรย์ สิมะโชคดี. (2542). การเรียนรู้ด้วยกรณีศึกษา” อย่างมีประสิทธิภาพ. รังสิตบิวลีเนสรีวิว 2.
- [18] เสริมศรี ไชยศร. (2535). พื้นฐานการสอน. เชียงใหม่ : ลานนาการพิมพ์.
- [19] เสี่ยม โตรัตน์. (2546). “การสอนเพื่อสร้างเสริมทักษะการคิดวิเคราะห์” ศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร.

- [20] Dick, Walter. Lou Carey. And James O. Carey. The Systematic Design of Instruction. 6th ed. Boston : Pearson, 2004.
- [21] Joyce, B. & Weil, M. (2009). Models of Teaching. (6th ed.) Boston: Allyn and Bacon. Kruse, Kevin.(2007)Instruction to Instruction Design and ADDIE model [online].
- [22] McDonald.N.C. "A Critical Thinking/ Learning Model for Educating Adults." Proceedings International phoenix, Arizona U.S.A.
- [23] Santos, K.E Student Teachers' and Cooperating Teacher's Use to Promote Reflection and Classroom Action Research (Field Experience) Of Virginia 1994.
- [24] Wassermann, S. 1994. Introduction to Case Method Teaching. New York: Teachers College Press.

ผลของการปรับผิวเส้นใยต่อสมบัติเชิงกลและสัณฐานวิทยาของคอมโพสิตเส้นใยใบสับปะรด
และพอลิแล็กติกแอซิด

Effect of Surface Modifications of Fiber on the Mechanical properties and
Morphology of Poly (lactic acid) and Pineapple Leaf Fiber Composite

พุทธรชาติ สร้อยสน^{1,*} และ ศุภัตรา ประทุมชาติ²

¹ สาขาวิชาทักษะชีวิต วิทยาลัยเทคโนโลยีและอุตสาหกรรมการต่อเรือหนองคาย สถาบันการอาชีวศึกษาภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 1

² ภาควิชาเคมี สาขาวิชาเคมีอุตสาหกรรม คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ได้ทำการศึกษานำเส้นใยใบสับปะรดมาใช้เป็นวัสดุเสริมแรงในพอลิแล็กติกแอซิดในอัตราส่วนต่างๆ โดยศึกษา 1) ผลของการปรับผิวเส้นใยใบสับปะรดด้วยสารเคมี คือ สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 4% โดยน้ำหนัก 2) ศึกษาผลของการทดสอบสมบัติเชิงกลของวัสดุคอมโพสิต และ 3) ศึกษาสัณฐานวิทยาของเส้นใยหลังการปรับผิว และสัณฐานวิทยาของวัสดุคอมโพสิตหลังการทดสอบสมบัติเชิงกลในอัตราส่วนต่างๆ โดยก่อนการเตรียมคอมโพสิตนั้นทำการปรับผิวเส้นใยใบสับปะรดด้วยสารละลายสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์และผสมกับพอลิแล็กติกแอซิดในอัตราส่วน 0%, 5%, 10% และ 20% ก่อนขึ้นรูปและทดสอบสมบัติเชิงกล และศึกษาสัณฐานวิทยาของเส้นใย และบริเวณรอยแตกของวัสดุคอมโพสิตพบว่า 1) ผลการปรับผิวเส้นใยทำให้ผิวของเส้นใยมีความขรุขระมากกว่าเส้นใยที่ไม่ผ่านการปรับผิวใน 2) ขณะที่การทดสอบสมบัติเชิงกล เช่น การทนแรงดึงของวัสดุคอมโพสิต พบว่า ค่าการทนแรงดึง และร้อยละการยืด ณ จุดขาดมีค่าลดลงเมื่อเทียบกับพอลิแล็กติกแอซิดบริสุทธิ์ โดยผลจากการทดสอบความต้านทานแรงกระทำ พบว่า ค่าความต้านทานแรงกระทำของวัสดุ

คอมโพสิตมีค่าสูงกว่าพอลิแล็กติกแอซิดบริสุทธิ์ ซึ่งสมบัติการทนแรงดึง และความต้านทานแรงกระทำของคอมโพสิตขึ้นอยู่กับอัตราส่วนของเส้นใยใบสับปะรดที่ใส่ลงในพอลิแล็กติกแอซิด และ 3) จากการศึกษาสัณฐานวิทยาผลของการปรับผิวของเส้นใยใบสับปะรดด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน (Scanning Electron Microscope, SEM) ของคอมโพสิตหลังจากทดสอบแรงดึงและความต้านทานแรงกระทำ แสดงลักษณะผิวที่แตกพบว่าเส้นใยใบสับปะรดที่ไม่ผ่านการปรับผิวมีลักษณะหลุดออกจากเมทริกซ์เมื่อเทียบกับคอมโพสิตที่ใส่เส้นใยที่ปรับผิวด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์

คำสำคัญ : เส้นใยใบสับปะรด, การปรับผิวเส้นใย, สมบัติเชิงกล

Abstract

The objective of this research was study on the effect of the addition of Pineapple Leaf Fiber (PALF) to reinforce polylactic acid (PLA) composite (PALF/PLA). This work aimed to study 1. effect of fiber surface modification by sodium hydroxide solution. 2. The effects of untreated and pretreated fiber on the

mechanical properties. And the studies of SEM micrographs of surface treatment PALF and surface morphologies after mechanical tested. The result showed a rough surface while untreated PALF revealed less roughness. The tensile testing showed the tensile strength at break and percentile of elongation at break of PALF/PLA composite are lower than that of neat PLA. While the impact strength of composites are higher than neat PLA. The Mechanical properties of PALF/PLA composites are depend on the amount of fiber added into PLA and surface treatment of the fiber. Result from scanning electron microscopy (SEM) showed of the composite samples after mechanical testing showed more fiber pull out behavior of untreated fiber than the pretreated fiber composite sample.

Keywords : Pineapple leaf fiber(PALF),
fiber surface treatment, Mechanical
properties

1. บทนำ

เส้นใยธรรมชาติเป็นเส้นใยที่ได้จากวัตถุดิบจากธรรมชาติ ซึ่งมีข้อดีคือเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม และมีความราคาถูกกว่าเส้นใยสังเคราะห์ อาทิ เส้นใยใบสับปะรด (Pineapple leaf fiber, PALF) ได้จากการเตรียมจากใบสับปะรดสดที่เป็นวัสดุเหลือทิ้งจากการเกษตร ซึ่งภายในมีปริมาณเส้นใยปริมาณมากและมีคุณสมบัติเหมาะสมในการนำมาใช้เป็นวัสดุเสริมแรง เนื่องจากมีค่า tensile strength เท่ากับ 413-672 MPa และ Young's Modulus เท่ากับ 34.5-82.51 GPa เมื่อเทียบกับเส้นใยปอ หรือเส้นใยอื่นๆซึ่งเป็นเส้นใยที่มีความสำคัญทาง

เศรษฐกิจพบว่า tensile strength เท่ากับ 46.4 MPa และ Young's Modulus เท่ากับ 7.2 GPa [1] เส้นใยใบสับปะรดมีค่าสูงกว่าเส้นใยปอ เนื่องจากมีปริมาณของเซลลูโลสถึง 70-82% และเส้นใยมีขนาดเล็ก จากสมบัติข้างต้นทำให้เหมาะแก่การนำมาใช้เป็นวัสดุเสริมแรงเมื่อเทียบกับเส้นใยธรรมชาติชนิดอื่น โดยนิยมนำมาเป็นวัสดุเสริมแรงในพอลิเมอร์ ทำให้ได้วัสดุที่น้ำหนักเบา โดยมากนำมาเป็นวัสดุขึ้นรูปชิ้นส่วนรถยนต์ เครื่องบิน หรือวัสดุที่เกี่ยวข้องกับพาหนะ นอกจากนี้วัสดุยังมีความสามารถในการย่อยสลายได้เองทางธรรมชาติ ซึ่งทำให้วัสดุนั้นเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม อาทิ พอลิแล็กติกแอซิด (Poly(lactic acid), หรือ PLA ซึ่งเป็นพลาสติกที่มีสมบัติเฉพาะในการย่อยสลายได้ในทางธรรมชาติ นอกจากนี้พอลิแล็กติกแอซิดยังมีสมบัติอื่นที่น่าสนใจ อาทิ มีลักษณะใส มีความแวววาวสูง มีความแข็งแรง ทนต่อแรงกระแทก ด้วยสมบัติดังกล่าวจึงทำให้เป็นอีกทางเลือกในการเลือกใช้เป็นส่วนประกอบในคอมโพสิต อย่างไรก็ตามจากงานวิจัยที่ผ่านมาพบว่าเมื่อมีการใส่เส้นใยลงในพอลิเมอร์แล้วทำให้คุณสมบัติ tensile strength, flexural และ impact ของคอมโพสิตมีสมบัติลดลง จึงมีงานวิจัยที่เกี่ยวกับการปรับผิวของเส้นใยก่อนนำไปผสมเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของเส้นใยเมื่อนำไปผสมกับพอลิเมอร์ชนิดอื่น ๆ เช่น การศึกษาการปรับผิวเส้นใยธรรมชาติด้วยสารเคมี อาทิ Alkaline Treatment, Silane Treatment และ Isocyanate Treatment เป็นต้น พบว่าผลจากการปรับผิวเส้นใยช่วยเพิ่มผิวสัมผัสระหว่างเมทริกซ์กับผิวเส้นใยได้มากขึ้น และลดความสามารถในการดูดซับน้ำได้ [2] สำหรับการศึกษาผลของการปรับผิวเส้นใยใบสับปะรดด้วย Alkaline Treatment และเส้นใยใบสับปะรดที่ผ่านการเคลือบด้วย epoxy resin พบว่าผลการปรับผิวด้วย Alkaline Treatment ทำให้ค่า tensile strength และ modulus ของเส้นใยใบสับปะรดมีค่าสูงขึ้น [3]

นอกจากนี้ได้มีศึกษาถึงผลของการปรับผิวเส้นใยธรรมชาติด้วยสารเคมีชนิดต่าง ๆ พบว่า เส้นใยที่ผ่านการปรับผิวด้วยสารละลายโซเดียม ไฮดรอกไซด์ มีค่า tensile strength ลดลงแต่เส้นใยที่ผ่านการปรับผิวด้วยสารละลายโซเลน benzoylation และ peroxide treatment มี ค่า fiber strength, fiber-matrix adhesion สูงขึ้น [4]

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

งานวิจัยนี้เพื่อศึกษา 1) ผลของการปรับผิวเส้นใยใบสับปะรดด้วยสารเคมี คือ สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 4% โดยน้ำหนัก 2) ศึกษาผลของการทดสอบสมบัติเชิงกลของวัสดุคอมโพสิต และ 3) ศึกษาสัณฐานวิทยาของเส้นใยหลังการปรับผิว และสัณฐานวิทยาของวัสดุคอมโพสิตหลังการทดสอบสมบัติเชิงกลในอัตราส่วนต่าง ๆ

3. สมมติฐาน

ผลของการปรับผิวเส้นใยใบสับปะรดด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ สามารถเพิ่มความเข้ากันได้ของพอลิเมอร์เมทริกซ์และเส้นใย โดยส่งผลต่อการเพิ่มสมบัติเชิงกลของวัสดุคอมโพสิตได้มากขึ้นกว่าพอลิแล็กติกแอซิด และผลจากการศึกษาสัณฐานวิทยาของวัสดุคอมโพสิตนั้น พบว่าความสามารถในการยึดติดระหว่างผิวเส้นใยและเมทริกซ์มีสูง

4. วิธีดำเนินการวิจัย

4.1 การเตรียมเส้นใยใบสับปะรดและการปรับผิวเส้นใย

4.1.1 การเตรียมเส้นใยใบสับปะรด

นำใบสับปะรดสดล้างให้สะอาด ตัดใบสับปะรดให้มี ขนาด 6 มิลลิเมตร จากนั้นนำไปผสมน้ำและปั่นด้วยเครื่องปั่นเส้นใยนาน 10 วินาที กรองและแยกเอาเฉพาะกากและเส้นใย ซึ่งเส้นใยที่ได้เรียก เส้นใย

หยาบ นำเส้นใยหยาบทำให้แห้ง ณ อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 3 วัน จากนั้นนำเส้นใยหยาบแห้งมาทำการปั่นด้วยเครื่องปั่นเส้นใยแห้ง ที่อัตราเร็ว 25,000 rpm เป็นเวลา 1 นาที ทำการร่อนเพื่อแยกเส้นใยแห้ง

4.1.2 การปรับผิวเส้นใยใบสับปะรดด้วย

สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์

นำเส้นใยใบสับปะรดแห้งอบที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง แขนในสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 4%โดยน้ำหนัก นาน 3 ชั่วโมง กรองและล้างเส้นใยใบสับปะรดด้วยน้ำกลั่น 1 ลิตร กรองและนำเส้นใยที่ได้อบให้แห้งที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

4.2 การเตรียมชิ้นงาน

นำเส้นใยใบสับปะรดมาผสมกับเม็ดพลาสติก Polylactic acid (Neat PLA) เกรด 5060B น้ำหนักโมเลกุล 136,357 g/mol ตามอัตราส่วนของเส้นใยใบสับปะรดแห้ง (0, 5, 10 และ 20 % โดยน้ำหนัก) ด้วยเครื่องผสมแบบให้ความร้อนแบบ 2 ลูกกลิ้ง โดยความเร็วลูกกลิ้งหน้า 3 rpm และลูกกลิ้งหลัง 4 rpm อุณหภูมิลูกกลิ้งหน้า 165 ± 5 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิลูกกลิ้งหลัง 90 ± 5 องศาเซลเซียส โดยเวลาในการผสม 25-30 นาที จากนั้นนำคอมโพสิตที่ได้ทำการอัดแผ่นด้วยเครื่องกดอัด (compression molding) ให้มีความหนา 1 และ 3 mm ที่อุณหภูมิ 165 องศาเซลเซียส เวลา 3 นาที ที่ความดัน 110 kg/cm^3

4.3 การวิเคราะห์หมู่ฟังก์ชัน การทดสอบสมบัติเชิงกลและการศึกษาสัณฐานวิทยา

4.3.1 การวิเคราะห์หมู่ฟังก์ชันของเส้นใยใบสับปะรด

นำเส้นใยใบสับปะรดที่ไม่ผ่านการปรับผิว (untreated PALF) การปรับผิวด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (pretreated PALF) อบที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง จากนั้นนำมาทำ

การวิเคราะห์หมู่ฟังก์ชันด้วยเทคนิค Fourier transform infrared spectroscopy (FTIR) ช่วงเลขคลื่น 4,000-400 cm^{-1}

4.3.2 การทดสอบสมบัติเชิงกล

การทนแรงดึงของ PALF/PLA

Composites นำแผ่น PALF/PLA composites และ PLA บริสุทธิ์ ตัดให้ได้ขนาดตามการทดสอบ ASTM D638 type I ด้วยเครื่อง Tensile โดยใช้ load cell 1kN, อัตราเร็วในการดึง 5 mm/min และ gauge length 50 mm จำนวนชิ้นงานที่ใช้ทดสอบ 7 ชิ้น จากนั้นนำบริเวณรอยแตกของชิ้นงาน มาทำการศึกษา สันฐานวิทยาต่อไป

ความต้านทานแรงกระแทกของ PALF/ PLA composites นำ แผ่น PALF/ PLA composites และ PLA บริสุทธิ์ ตัดให้ได้ขนาดตามการทดสอบ ASTM D256 Izod Impact โดยนำชิ้นงานมา ทำการบาก 45° V-notch และทดสอบด้วยเครื่อง impact machine (ITR-2000 Radmana) ทำการทดสอบที่ 1 kN-load จากนั้นนำบริเวณรอยแตกของ ชิ้นงานมาทำการศึกษาสันฐานวิทยาต่อไป

4.3.3 การศึกษาสันฐานวิทยาของเส้นใยใบ สับปะรด และ PALF/PLA composites

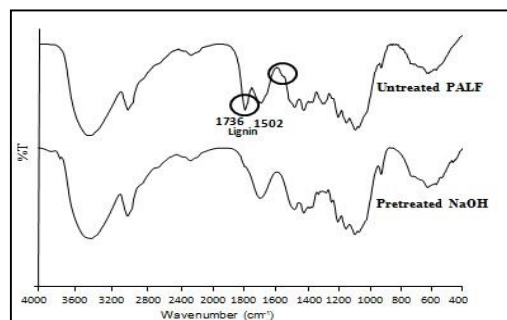
นำเส้นใยใบสับปะรดที่ผ่านและไม่ผ่านการปรับผิว และชิ้นงานหลังการทดสอบสมบัติเชิงกล ตัดบริเวณรอยแตกของชิ้นงานโดยระยะห่างจากรอย แตกประมาณ 2 มิลลิเมตร และทำการศึกษาสันฐาน วิทยาด้วยเทคนิค Scanning Electron Microscope (SEM) รุ่น Leo 1455vp ที่สนามไฟฟ้าในช่วง 1-40 keV

5. ผลและอภิปราย

5.1 การวิเคราะห์หมู่ฟังก์ชันและสันฐานวิทยาของ เส้นใย

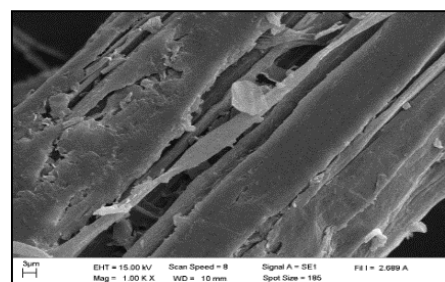
การวิเคราะห์หมู่ฟังก์ชันของเส้นใยใบสับปะรด

ด้วยเทคนิค FTIR เส้นใยใบสับปะรดทั้งหมด 2 ประเภท ได้แก่ 1) เส้นใยที่ไม่ผ่านการปรับผิว (untreated PALF) 2) เส้นใยใบสับปะรดที่ผ่านการปรับผิวด้วย สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (pretreated PALF)

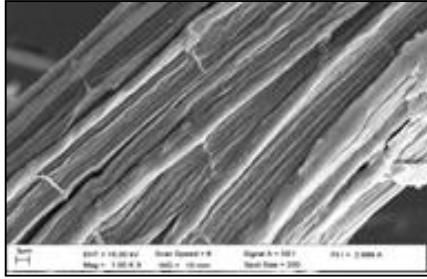


รูปที่ 1 IR spectra ของเส้นใยสับปะรดที่ไม่ผ่านการปรับผิว (Untreated PALF) และผ่านการปรับผิวเส้นใยด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (Pretreated PALF)

จากรูปที่ 1 พบว่า หลังจากเส้นใยใบสับปะรด ผ่านการปรับผิวด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์แล้ว ไม่พบเลขคลื่นที่ตำแหน่ง 1736 cm^{-1} และ 1502 cm^{-1} ซึ่งเป็นของ lignin โดยเลขคลื่นที่ตำแหน่งดังกล่าวแสดง ถึงองค์ประกอบของเส้นใยที่ไม่ผ่านการปรับผิว เนื่องจากการปรับผิวเส้นใยเป็นการกำจัดส่วนที่ไม่ใช่ cellulose ออกจากโครงสร้าง เช่น lignin, wax และ hemicelluloses เป็นต้น ซึ่งจากโครงสร้างพบว่าเส้นใย ที่ผ่านการปรับผิวนั้นคงเหลือเฉพาะโครงสร้างของ เซลลูโลส [3]



(a)



(b)

รูปที่ 2 SEM micrographs ของเส้นใยโพลีแลคติกแอซิดที่ไม่ผ่านการปรับผิว (a) ไม่ผ่านการปรับผิว (b) ปรับผิวด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 4% โดยน้ำหนัก

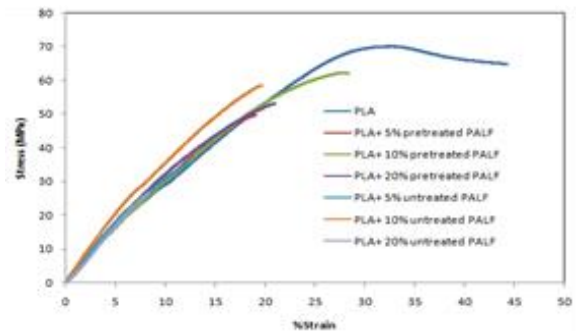
จากการศึกษาสัณฐานวิทยาเปรียบเทียบลักษณะผิวของเส้นใยโพลีแลคติกแอซิดที่ไม่ผ่านการปรับผิว และผ่านการปรับผิวด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 4% โดยน้ำหนัก แสดงในรูปที่ 2 พบว่าผิวเส้นใยที่ปรับผิวมีลักษณะขรุขระ และสามารถมองเห็นร่องลึกได้ชัดเจนกว่าเส้นใยโพลีแลคติกแอซิดที่ไม่ผ่านการปรับผิว ซึ่งเกิดจากการกำจัดสิ่งที่ไม่ใช่ cellulose ของเส้นใยออกไป

5.2 การทดสอบสมบัติเชิงกลและสัณฐานวิทยาของ PALF/PLA composites

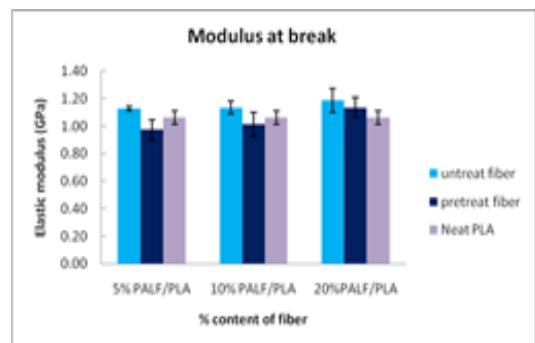
5.2.1 การทนแรงดึงและสัณฐานวิทยาของ PLA บริสุทธิ์และ PALF/PLA composites

การทนแรงดึงของ PLA บริสุทธิ์และ PALF/PLA composite ค่า modulus at break และ tensile strength at break โดยศึกษาได้จากรูปที่ 3 เมื่อเทียบค่า stress-strain ระหว่าง PLA บริสุทธิ์ และ PALF/PLA composites พบว่าการใส่เส้นใยโพลีแลคติกแอซิดลงใน PLA ทำให้ค่า modulus at break ของคอมโพสิตมีค่าเพิ่มขึ้นเล็กน้อยเมื่อเพิ่มปริมาณเส้นใยในอัตราส่วน 20% ซึ่งส่งผลต่อสมบัติของ PLA บริสุทธิ์เปลี่ยนไปจากแข็งเหนียวเป็นแข็งเปราะ ในขณะที่ค่า

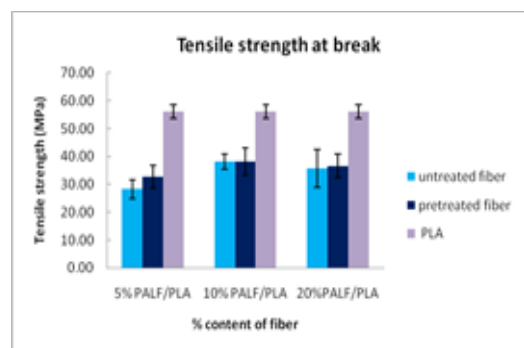
tensile strength at break และ %elongation at break ของคอมโพสิตมีค่าลดลงเมื่อเทียบกับ PLA บริสุทธิ์ (รูปที่ 3 (C)) เนื่องจากเส้นใยในคอมโพสิตนั้นทำหน้าที่เป็นตัวขัดขวางสายโซ่โมเลกุลของ PLA ทำให้สมบัติของ PLA เปลี่ยนไป



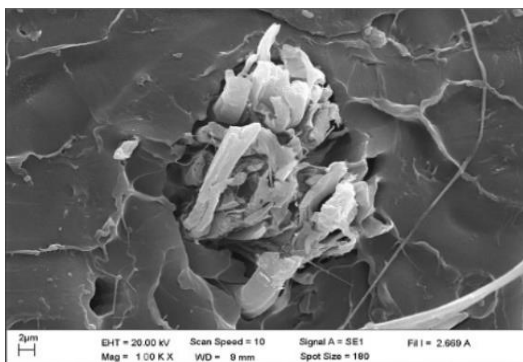
รูปที่ 3 กราฟ stress – strain



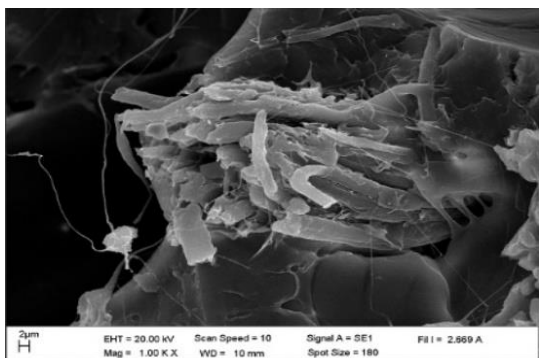
รูปที่ 4 modulus at break



รูปที่ 5 tensile strength at break ของ PLA บริสุทธิ์ และ PALF/PLA คอมโพสิต ตามอัตราส่วนต่าง ๆ



(a)

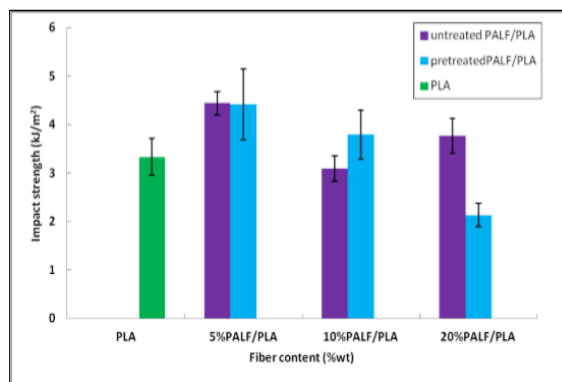


(b)

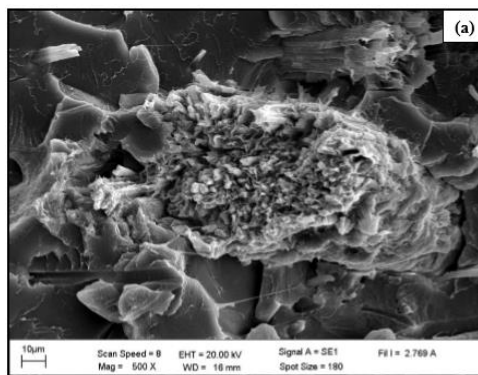
รูปที่ 6 SEM micrographs ของ PLA บริสุทธิ์ และ PALF/PLA composite หลังจากผ่านการทดสอบสมบัติการทนแรงดึง ที่กำลังขยาย 1000x (a) 10%untreated PALF/PLA composite และ (b) 10%pretreated PALF/PLA composite

ผลการศึกษาพื้นฐานวิทยาของ PALF/PLA composite ด้วยเทคนิค SEM จากการศึกษาบริเวณรอยขาดจากการทดสอบสมบัติการทนแรงดึงด้วยเทคนิค tensile แสดงในรูปที่ 6 SEM micrographs พบว่าเส้นใยไบโอสปประดมีการหลุดออกจาก PLA อย่างชัดเจน และเกิดช่องว่างระหว่างผิวของเส้นใยและเมทริกซ์ ส่งผลทำให้ค่า tensile strength at break ของคอมโพสิตมีค่าลดลง

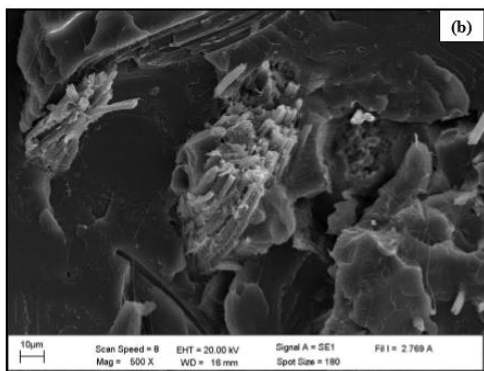
5.2.2 ความต้านทานแรงกระแทกและสัญญาณวิทยาของ PLA บริสุทธิ์และ PALF/PLA composites ความต้านทานแรงกระแทกของ PLA บริสุทธิ์และ PALF/PLA composite ค่า impact strength โดยศึกษาได้จากรูปที่ 8 เมื่อเทียบค่า impact strength ระหว่าง PLA บริสุทธิ์ และ PALF/PLA composites พบว่าการใส่เส้นใยไบโอสปประดลงใน PLA ทำให้มีค่าเพิ่มขึ้น โดยเฉพาะการใส่เส้นใยลงไปปริมาณ 5%โดยน้ำหนัก แต่หากมีการใส่เส้นใยมากเกินไปจะไปทำให้เกิดการทนแรงได้น้อยลง เนื่องจากเส้นใยในคอมโพสิตนั้นทำหน้าที่เป็นตัวเสริมความแข็งแรงในการทนแรงกระแทกให้แก่ PLA ดังรูปที่ 8



รูปที่ 7 กราฟ impact strength ของ PLA บริสุทธิ์ และ PALF/PLA composites ตามอัตราส่วนต่างๆ



(a)



รูปที่ 8 SEM micrographs ของ PALF/PLA composite หลังจากผ่านการทดสอบสมบัติความต้านทานแรงกระแทก ที่กำลังขยาย 500x(a) 10%untreated PALF/PLA composite และ (b) 10%pretreated PALF/PLA composite

ผลการศึกษาสันฐานวิทยาของ PALF/PLA composite บริเวณรอยขาดที่เกิดจากการทดสอบสมบัติความต้านทานแรงกระแทก แสดงในรูปที่ 6 SEM micrographs พบว่าเห็นได้ว่าเส้นใยโพลิแลกติกหลุดออกจาก PLA อย่างชัดเจน ทำให้ค่า impact strength ของคอมโพสิตมีค่าลดลง แต่จะพบบางบริเวณเท่านั้นที่มีการยึดติดระหว่างพื้นผิวของเส้นใยและเนื้อของเมทริกซ์

เอกสารอ้างอิง

[1] Bhanu K. Goriparthi, K. N. S. Suman and Nalluri Mohan Rao. Effect of fiber surface treatments on mechanical and abrasive wear performance of polylactide/ jute composites. *Composites Part A: Applied Science and Manufacturing*, 2012, pp. 1800-1808.

[2] Xue Li, Lope G. Tabil and Satyanarayan Panigrahi. Chemical treatments of natural fiber for use in natural fiber- reinforced composites: A review. *Polymer Environment Journal*. (15), 2007, pp. 25–33.

[3] Yusran Payae and Natinee Lopattananon. Adhesion of pineapple-leaf fiber to epoxy matrix: The role of surface treatments. *Songklanakarin J. Sci. Technol.* 31 (2), 2009, pp. 189-194.

[4] Susheel Kalia, B.S. Kaith and Inderjeet Kaur. Pretreatments of natural fibers and their application as reinforcing material in polymer composites--A review. *Polymer Engineering Science*, 49, 2009, pp. 1253–1272.

การบูรณาการโครงการบริการทางวิชาการกับกระบวนการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมจิตสาธารณะ
Integrating Academic Service Projects with Learning Process to Promote Public Mind

กิงกาญจน์ ทองงอก^{1,*} ศัชชญาส์ ดวงจันทร์² และสุระสิทธิ์ ทรงมา²

^{*12}หลักสูตรเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยสวนดุสิต กรุงเทพมหานคร 10300

บทคัดย่อ

จิตสาธารณะเป็นเรื่องที่ผู้คนในสังคมต้องตระหนักและให้ความสำคัญเป็นอย่างยิ่ง เพราะหากสังคมใดมีแต่คนเห็นแก่ประโยชน์ส่วนตัวมากกว่าประโยชน์ส่วนรวม สังคมนั้นรวันรุ่มสลาย จิตสาธารณะถือเป็นเรื่องที่ต้องปลูกฝังให้เกิดขึ้นและติดตัวผู้คนในสังคม บทความนี้กล่าวถึงบทบาทของสถาบันการศึกษาที่จะต้องมีส่วนร่วมในการสร้างเสริมให้เกิดอุปนิสัยจิตสาธารณะกับนักเรียน นักศึกษา ซึ่งจะเป็นอนาคตของชาติต่อไป โดยการสอดแทรกเนื้อหาให้ผสมกลมกลืนไปกับการเรียนการสอน โดยการบูรณาการการบริการวิชาการเข้ากับการจัดการเรียนการสอนด้วยโครงการจัดเป็นวิธีการที่ได้ผลและนิยมใช้ กระบวนการหลักคือ 1) กำหนดโจทย์หัวข้อโครงการบริการวิชาการสู่สังคมที่สอดคล้องกับเนื้อหาในรายวิชา ซึ่งได้จากการระดมสมองและนำเสนอหัวข้อ 2) วางแผนสำหรับการดำเนินงานเพื่อการแก้ปัญหา โดยผู้สอนเป็นผู้ควบคุมให้คำแนะนำ 3) ลงมือปฏิบัติโครงการบริการวิชาการตามที่วางแผนไว้ และให้ผู้เข้าร่วมกิจกรรม หรือผู้มีส่วนเกี่ยวข้องทุกภาคส่วนประเมินผลการจัดโครงการ และ 4) สรุปวิเคราะห์ผลของการดำเนินโครงการบริการวิชาการสู่สังคม โดยการบูรณาการผ่านกิจกรรมด้วยกล่าวจะช่วยส่งเสริมการเรียนรู้และพัฒนาการ พร้อมปลูกฝังจิตสาธารณะ ความโอ้อ้อมในฐานะผู้ให้แก่นักศึกษา

ได้เป็นอย่างดีผ่านเรื่องราวที่ตัวผู้เรียนให้ความสนใจและเต็มใจช่วยสังคม

คำสำคัญ : กระบวนการเรียนรู้, การส่งเสริมจิตสาธารณะ, การบริการวิชาการ

Abstract

Public mind involves a matter of which the public and society should have recognized and valued. A society where the citizens are in pursuit of self-interest rather than public interest, such society waits for a time of function collapse. The public mind is necessitated to be cultured in public consciousness. This article discusses the participatory role of the educational institutions in promoting the public mind attributes to the students and youths who will become the future of the nation. The 'public mind' subject is integrated with the instruction, that is; academic services have been integrated into instructional arrangement through the projects. The integration is one of the effective and popular methods, consisting of the main process; 1) define a topic of the academic service project consistently with subject content, using the brainstorming and

presentation of topics, 2) planning for solutions under the supervision of the instructor, 3) implement the planned academic service program and encourage the participants across all sectors to evaluate the project, and lastly 4) summarize the results of the implementation of the academic service project to society, integrating through activities to promote learning and development, coupled with culturing the public mind and generosity as a giver on topics the students pay attention and are willing to provide a meaningful contribution to society.

Keywords : learning process, public mind promotion, academic services

1. บทนำ

สภาพสังคมไทยในปัจจุบัน ก้าวเข้าสู่การเป็นสังคมเดี่ยวที่ต่างคนต่างอยู่โดยไม่สนใจผลกระทบที่จะเกิดกับบุคคลรอบข้าง ซึ่งส่วนหนึ่งเกิดจากสภาพเศรษฐกิจ และสังคมที่เปลี่ยนแปลงไปทำให้ทุกคนต้องเร่งรีบในการดำเนินชีวิต ดังนั้น การปลูกจิตสำนึกด้านจิตสาธารณะ (Public Mind) จึงถือได้ว่าเป็นเรื่องเร่งด่วนที่ควรปลูกฝังลงในจิตใจให้ทุกคนมีความรับผิดชอบต่อตนเอง สังคม และประเทศชาติ โดยเฉพาะเยาวชนซึ่งจะกลายเป็นกำลังของชาติในอนาคต

อ้อมใจ วงษ์มณฑา [1] ได้อธิบายว่า จิตสาธารณะ หมายถึง ความตระหนักของบุคคลถึงปัญหาที่เกิดขึ้นในสังคม ทำให้เกิดความรู้สึกปรารถนาที่จะช่วยเหลือสังคม โดยรับรู้ถึงสิทธิควบคู่ไปกับหน้าที่และความรับผิดชอบ สำนึกถึงพลังของตนเองที่สามารถร่วมแก้ไขปัญหาด้วยวิธีการต่าง ๆ โดยการเรียนรู้และแก้ไขปัญหาพร้อมกับคนในสังคม การกระทำที่แสดงออก

ถึงความรับผิดชอบต่อสาธารณะสมบัติด้วยการเอาใจใส่ดูแลเป็นธุระและเข้าร่วมในเรื่องส่วนรวมที่เป็นประโยชน์ร่วมกันของกลุ่ม โดยพิจารณาจากการที่บุคคลหลีกเลี่ยงการใช้หรือการกระทำที่ทำให้เกิดการชำรุดเสียหายต่อของส่วนรวม การถือเป็นหน้าที่ที่จะมีส่วนร่วมในการดูแลรักษาของส่วนรวม นอกจากนี้ ปรีชา คำมาดี และประสพชัย พสุนนท์ [2] อธิบายเพิ่มเติมว่า จิตสาธารณะ หมายถึง การเห็นประโยชน์ส่วนรวม โดยการอุทิศตนทำงานเพื่อสังคมและส่วนรวม การรู้จักมีน้ำใจ แบ่งปันช่วยเหลือผู้อื่น ทั้งด้านทรัพย์สิน สิ่งของ ความรู้และแรงงาน รวมทั้งตระหนักถึงปัญหาที่เกิดขึ้นในสังคมและมีความปรารถนาที่จะเข้าไปกระทำการช่วยเหลือป้องกัน แก้ไขปัญหาในสังคม ดังนั้น และสอดคล้องกับ ทิพมาศ เศวตวร [3] ที่ได้กล่าวว่า จิตสาธารณะ หมายถึง ความรู้สึกตระหนักของบุคคลถึงปัญหาที่เกิดขึ้นในสังคม ทำให้เกิดความรู้สึกที่ปรารถนาจะร่วมและมีส่วนร่วมช่วยเหลือสังคม โดยรับรู้ถึงสิทธิควบคู่ไปกับหน้าที่และความรับผิดชอบ สำนึกถึงพลังของตนเองสามารถร่วมแก้ไขปัญหาได้ และลงมือกระทำเพื่อให้เกิดการแก้ปัญหาด้วยวิธีการต่างๆ โดยการเรียนรู้และแก้ไขปัญหาพร้อมกับคนในสังคมเพราะการอยู่ร่วมกันในสังคมทุกวันนี้ จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องอาศัยความมีน้ำใจ ไม่ตรีการเอื้อเฟื้อเผื่อแผ่ การช่วยเหลือเกื้อกูลกันโดยไม่หวังผลตอบแทน การดำรงชีวิตในสังคมที่มีการช่วยเหลือกันถึงแม้ว่าเรื่องราวหรือเหตุการณ์นั้นไม่ได้มีความเกี่ยวข้องกับเรา หรือเราไม่ได้เดือดร้อนด้วย แต่ก็เต็มใจที่จะแบ่งปันให้การช่วยเหลือเอื้ออาทรกัน นั่นคือ การแสดงออกที่มีจิตสาธารณะนั่นเอง จากนั้นความหมายข้างต้นจึงสรุปได้ว่า จิตสาธารณะ หมายถึง ความตระหนักถึงประโยชน์ส่วนรวมและปัญหาที่เกิดขึ้นในสังคม แล้วประพฤติตนหรือมีส่วนร่วมในกิจการหรืองานที่เป็นประโยชน์แก่ส่วนรวม รวมถึงมีส่วนร่วมในการช่วยเหลือแก้ปัญหาของส่วนรวม

2. องค์ประกอบของจิตสาธารณะ

ลัดดาวัลย์ เกษมเนตร [4] ได้แบ่งองค์ประกอบของจิตสาธารณะเป็น 3 องค์ประกอบ 6 ตัวชี้วัด คือ

1. การหลีกเลี่ยงการใช้ หรือการกระทำที่จะทำให้เกิดความเสียหายต่อสมบัติของส่วนรวมในโรงเรียนที่ใช้ประโยชน์ร่วมกันของกลุ่ม หมายถึง การกระทำของนักเรียนในการรักษาทรัพย์สินการดูแลรักษาความสะอาด การไม่ทำลายทรัพย์สินที่เป็นสาธารณสมบัติในโรงเรียน ทั้งในห้องเรียนเช่น โต๊ะ เก้าอี้ กระดานดำ ชั้นวางหนังสือ ถึงขยะ ไม่กวาด เป็นต้น และสมบัตินอกห้องเรียน เช่น ห้องอาหาร ห้องสุขา ห้องปฏิบัติการต่างๆ ห้องสมุด สวนหย่อมในบริเวณโรงเรียน สนามเด็กเล่น เป็นต้น โดยวัดได้จาก 2 ตัวชี้วัดคือ

1.1 การดูแลรักษาสมบัติของส่วนรวมในโรงเรียน คือ เมื่อมีการใช้แล้ว มีการเก็บรักษา ใช้แล้วเก็บเข้าที่เดิม การไม่ทิ้งเศษขยะในห้องเรียนและบริเวณโรงเรียน การไม่ขีดเขียนหรือทำลายวัสดุและอุปกรณ์ในห้องเรียนและในโรงเรียน เพื่อให้ของส่วนรวมอยู่ในสภาพดี เช่น การใช้ไม้กวาดแล้วเก็บเข้าที่เดิม การใช้หนังสือในห้องสมุดแล้วเก็บเข้าที่ การใช้อุปกรณ์กีฬาแล้วนำส่งคืน การใช้เครื่องคอมพิวเตอร์แล้วปิดเครื่องและจัดเข้าที่เดิม

1.2 ลักษณะของการใช้ คือ การใช้ของส่วนรวมในโรงเรียนอย่างประหยัด ใช้อย่างทะนุถนอม ใช้อย่างระมัดระวัง เพื่อให้ของส่วนรวมมีความคงทนใช้ได้นาน เช่น การเปิดอ่านหนังสือเบาๆ การใช้แก้วน้ำรองน้ำดื่ม การปิดไฟและพัดลมก่อนออกจากห้อง การใช้แป้นเครื่องคอมพิวเตอร์เบาๆ

2. การถือเป็นหน้าที่ที่จะมีส่วนร่วมในการดูแลรักษาของส่วนรวมในวิสัยที่ตนสามารถทำได้ หมายถึง พฤติกรรมที่แสดงออกถึง การมุ่งปฏิบัติเพื่อส่วนรวมในการดูแลรักษาของส่วนรวมในโรงเรียน ทั้งในห้องเรียน

และนอกห้องเรียนที่ตนสามารถทำได้ โดยวัดได้จาก 2 ตัวชี้วัด คือ

2.1 การปฏิบัติตามหน้าที่ ที่ถูกกำหนดในการดูแลรักษาสมบัติของส่วนรวม ในโรงเรียน คือ การทำตามหน้าที่ที่ได้รับมอบหมายในการให้ดูแลรักษาสมบัติของโรงเรียน เช่น การทำหน้าที่เวรทำความสะอาดอาคารห้องเรียน การทำความสะอาดบริเวณโรงเรียน การดูแลห้องสมุด และการดูแลห้องปฏิบัติการอื่นๆที่ได้รับมอบหมาย

2.2 การอาสาปฏิบัติหน้าที่บางอย่างเพื่อส่วนรวมในโรงเรียน คือ การช่วยทำหน้าที่อื่นที่ไม่ใช่หน้าที่ที่ได้รับมอบหมายในวิสัยที่ตนสามารถทำได้ เช่น การอาสาช่วยไปทิ้ง การอาสาช่วยเก็บสิ่งของ การอาสากวาดห้องเรียนหรือบริเวณโรงเรียน

3. การเคารพสิทธิในการใช้ของส่วนรวมในโรงเรียนที่ใช้ประโยชน์ร่วมกันของกลุ่มโดยไม่ยึดครองของส่วนรมนั้นมาเป็นของตนเอง ตลอดจนไม่ปิดกั้นโอกาสของบุคคลอื่นที่จะใช้ของส่วนรมนั้น หมายถึง พฤติกรรมที่แสดงออกถึง การเคารพสิทธิในการใช้ของส่วนรวม โดยวัดได้จาก 2 ตัวชี้วัด คือ

3.1 การไม่ยึดครองของส่วนรวมในโรงเรียนมาเป็นสมบัติของตนเองคือ การไม่นำสมบัติของโรงเรียนมาเก็บไว้ที่ตน เช่น การไม่นำสีของโรงเรียนไประบายภาพที่บ้านการไม่นำอุปกรณ์กีฬาไปเล่นที่บ้าน

3.2 การแบ่งปัน หรือการเปิดโอกาสให้ผู้อื่นได้ใช้ของส่วนรวมในโรงเรียน คือ การแบ่งปันสิ่งของกับผู้อื่น การไม่แสดงอาการหึงหวงสมบัติของส่วนรวม เช่น การไม่นำหนังสือห้องสมุดมาเก็บไว้ที่ตนหลายๆ เล่ม การเปลี่ยนให้เพื่อนใช้เครื่องคอมพิวเตอร์เมื่อตนใช้เสร็จ

3. รูปแบบของจิตสาธารณะ

รูปแบบของจิตสาธารณะหรือจิตสำนึกสาธารณะนั้น มีการแบ่งรูปแบบที่แตกต่างกันไปตามระดับอายุ โดยแบ่งรูปแบบของจิตสำนึกไว้ ดังนี้ [5]

3.1 จิตสำนึกเกี่ยวกับตนเอง (Self Consciousness) เป็นจิตสำนึกเพื่อพัฒนานตนเอง ทำให้ตนเองเป็นบุคคลที่สมบูรณ์ยิ่งขึ้น จิตสำนึกด้านนี้ การศึกษาไทยมุ่งเน้นปลูกฝังมานานเกิดบ้างไม่เกิดบ้างไปตามสภาพการณ์ เป็นจิตสำนึกแบบคลาสสิกที่ทุกสังคมพยายามเหมือนกันที่จะสร้างให้เกิดขึ้นให้ได้ เช่น ความขยัน ความรับผิดชอบ ความมานะอดทน เป็นต้น เป็นจิตสำนึกที่ถูกปลูกฝังและมีมานานตามสภาพสังคมไทย

3.2 จิตสำนึกเกี่ยวกับผู้อื่น (Others Oriented Consciousness) เป็นจิตสำนึกของความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลของคนในกลุ่มชนหนึ่ง สังคมหนึ่ง เช่น ความเห็นอกเห็นใจ ความเอื้อเฟื้อเผื่อแผ่ ความสามัคคี เป็นต้น เป็นจิตสำนึกที่คนไทยส่วนใหญ่ถูกหล่อหลอมมาจากพื้นฐานดั้งเดิมของวัฒนธรรมไทยอยู่แล้วสร้างกันได้ไม่ยากนัก

3.3 จิตสำนึกเกี่ยวกับสังคมหรือจิตสำนึกสาธารณะ (Social or Public Consciousness) เป็นจิตสำนึกที่ตระหนักถึงความสำคัญในการอยู่ร่วมกัน หรือคำนึงถึงผู้อื่นที่ร่วมความสัมพันธ์เป็นกลุ่มเดียวกัน เป็นจิตสำนึกที่คนไทยยังไม่ค่อยมี และขาดกันอยู่มาก เพราะพื้นฐานความเป็นมาของสังคมไทยสมควรที่จะรีบพัฒนาขึ้นโดยเร็ว เช่น จิตสำนึกด้านเศรษฐกิจ จิตสำนึกด้านการเมือง จิตสำนึกด้านสิ่งแวดล้อม จิตสำนึกด้านสุขภาพ เป็นต้น

การส่งเสริมให้บุคคลรู้จักเสียสละ ร่วมแรงร่วมใจและร่วมมือในการทำกิจกรรมที่เป็นประโยชน์เพื่อส่วนรวมหรือกิจกรรมที่ช่วยลดปัญหาที่เกิดขึ้นแล้วในสังคม ต้องอาศัยปัจจัยหลายประการ แต่ปัจจัยหลักที่มีส่วนส่งเสริมให้บุคคล โดยเฉพาะนักเรียนและนักศึกษา

คือ การสนับสนุนจากครอบครัว การสนับสนุนจากอาจารย์และเพื่อน ๆ รวมถึงการเรียนรู้ด้วยตนเอง ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของอ้อมใจ วงษ์มณฑา [1] ปรีชา คำมาดี [2] ประสพชัย พสุนนท์ [6] และ ภูมิพิพัฒน์ รักพรหมงคล [7] ที่พบว่า การประพฤติเป็นแบบอย่างของคณาจารย์และเพื่อน ๆ การสั่งสอนปลูกฝังจากคณาจารย์ การคล้อยตามการชักจูงของเพื่อน ความสัมพันธ์ระหว่างนักศึกษากับอาจารย์ รวมถึงความสัมพันธ์ระหว่างนักศึกษากับเพื่อน ๆ ส่งผลทางบวกอย่างมากต่อจิตสาธารณะของนักศึกษา ดังนั้น หากคณาจารย์มีการอบรมสั่งสอนและสถาบันการศึกษา มีการจัดกิจกรรมหรือส่งเสริมให้นักศึกษาทำกิจกรรมจิตสาธารณะ จะส่งผลให้นักศึกษาเกิดจิตสาธารณะมากขึ้น

การบริการวิชาการแก่สังคม เป็น 1 ใน 4 พันธกิจหลักของสถาบันอุดมศึกษา ดังที่สำนักงานรับรองมาตรฐานและประเมินคุณภาพการศึกษา [8] ได้เน้นย้ำว่า สถานศึกษาระดับอุดมศึกษาอยู่ในฐานะที่เป็นที่พึ่งของชุมชนหรือสังคม เป็นแหล่งอ้างอิงทางวิชาการหรือทำหน้าที่ใดที่มีผลต่อการพัฒนาชุมชนในด้านวิชาการหรือการพัฒนาความรู้ ตลอดจนความเข้มแข็งประเทศชาติและนานาชาติ โดยนำความรู้และประสบการณ์มาใช้พัฒนาหรือบูรณาการเข้ากับการเรียนการสอนและการวิจัย จะเห็นได้ว่า สถาบันอุดมศึกษาสามารถใช้การบริการวิชาการ ซึ่งเป็นพันธกิจของสถาบันอุดมศึกษาอยู่แล้ว เป็นกลไกขับเคลื่อนการส่งเสริมจิตสาธารณะ ด้วยการบูรณาการเข้ากับกระบวนการจัดการเรียนการสอนให้นักศึกษาเข้ามามีส่วนร่วมในการพัฒนาชุมชนและสังคมได้ ดังที่ภูมิพิพัฒน์ รักพรหมงคล [7] ได้ให้ข้อเสนอแนะไว้ว่า สถาบันอุดมศึกษาควรตระหนักในเรื่องการพัฒนาจิตสาธารณะด้านความเสียสละ ความมุ่งมั่นพัฒนาของนักศึกษา โดยร่วมมือกับชุมชนด้วยการจัดกิจกรรมตามหลักสูตรหรือกิจกรรมเสริมหลักสูตร โดยจัดกิจกรรมให้นักศึกษา

ลงพื้นที่เรียนรู้ โดยการสำรวจ สังเกต และสัมภาษณ์คน
ที่มีจิตสาธารณะ รวมถึงจัดกิจกรรมให้นักศึกษาได้ฝึกฝน
การให้บริการและการพัฒนาสังคม ซึ่งแนวทางการจัด
กิจกรรมบูรณาการการบริการวิชาการเข้ากับ
กระบวนการจัดการเรียนการสอนที่นิยมกัน ได้แก่ การ
จัดการเรียนรู้ด้วยการทำโครงการ (Project-based
Learning)

4. การเรียนแบบโครงการเป็นฐาน (Project-based Learning)

การเรียนแบบโครงการเป็นฐาน (Project-based Learning) เป็นการจัดการเรียนการสอนที่
อาจารย์ต้องไม่สอน แต่ต้องออกแบบการเรียนรู้และ
อำนวยความสะดวก (Facilitate) การเรียนรู้ให้นักเรียน
หรือนักศึกษาสามารถเรียนรู้จากการเรียนแบบลงมือทำ
หรือปฏิบัติ แล้วการเรียนรู้จะเกิดจากภายในและสมอง
ของตนเอง จะช่วยให้เด็กเรียนรู้โดยการสร้างความรู้ไป
พร้อม ๆ กันกับการประยุกต์ใช้ความรู้ เพื่อทำโครงการที่
รับมอบหมาย ยิ่งเป็นการทำโครงการแบบที่ทำกันเป็น
ทีม ยิ่งจะเกิดการเรียนรู้อย่างเป็นธรรมชาติมากขึ้น
เพราะมีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้กับเพื่อนในทีม [9] โดย
สำนักงานคณะกรรมการการประถมศึกษาแห่งชาติ [10]
อธิบายว่า การจัดการเรียนรู้ด้วยโครงการ ตั้งอยู่บน
พื้นฐานความเชื่อและหลักการปฏิรูปกระบวนการเรียนรู้
คือ เชื่อมโยงในศักยภาพการเรียนรู้ของผู้เรียนภายใต้
หลักการจัดการเรียนรู้ที่ยึดผู้เรียนเป็นสำคัญ และ
สอดคล้องกับสภาพความเป็นจริงในท้องถิ่น ซึ่งมีขั้นตอน
ดังนี้

4.1 ผู้เรียนเลือกเรื่องหรือประเด็น หรือปัญหาที่
ต้องการจะศึกษาด้วยตนเอง

4.2 ผู้เรียนเลือกและหาวิธีการตลอดจน
แหล่งข้อมูลที่หลากหลายด้วยตนเอง

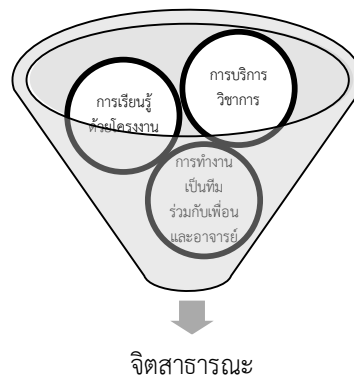
4.3 ผู้เรียนลงมือปฏิบัติเรียนรู้ด้วยตนเอง

4.4 ผู้เรียนบูรณาการทักษะ ประสบการณ์ ความรู้
และสิ่งแวดล้อมรอบตัวตามสภาพจริง

4.5 ผู้เรียนเป็นผู้สรุปและสร้างองค์ความรู้ด้วย
ตนเอง

4.6 ผู้เรียนแลกเปลี่ยนเรียนรู้กับผู้อื่น

4.7 ผู้เรียนนำความรู้ไปใช้จริง



รูปที่ 1 แนวคิดการส่งเสริมจิตสาธารณะด้วยการ
บริการวิชาการผ่านกระบวนการเรียนรู้
ด้วยโครงการ

กล่าวได้ว่า สถาบันอุดมศึกษา อาจารย์ และ
เพื่อน ๆ ล้วนมีบทบาทในการส่งเสริมจิตสาธารณะของ
นักศึกษา ซึ่งกระบวนการที่สถาบันอุดมศึกษาสามารถ
ประยุกต์ใช้ได้ คือ การบูรณาการการจัดการเรียนรู้ด้วย
โครงการกับการบริการวิชาการ ซึ่งสามารถทำได้โดยการ
มอบหมายงานให้นักศึกษาทำงานร่วมกันเป็นทีม
ดังแนวคิดในรูปที่ 1 ในการมอบหมายงานให้นักศึกษา
ทำงานร่วมกันเป็นทีมเพื่อบริการวิชาการ โดยสามารถ
ออกแบบกระบวนการให้นักศึกษาดำเนินการดังนี้

1. กำหนดโจทย์หัวข้อโครงการบริการวิชาการ
สู่สังคมที่สอดคล้องกับเนื้อหาในรายวิชา ซึ่งได้จากการ
ระดมสมองและนำเสนอหัวข้อ โดยนักศึกษาเป็นผู้
นำเสนอหัวข้อและประสานงานเพื่อสอบถามความ
ต้องการจากหน่วยงานภายนอก

2. นักศึกษาวางแผนสำหรับการดำเนินงานเพื่อการแก้ปัญหาที่นั้น ๆ ตามหัวข้อที่กำหนดขึ้น โดยผู้สอนเป็นผู้ควบคุม ดูแลและให้คำแนะนำก่อนดำเนินการปฏิบัติตามกิจกรรม

3. นักศึกษาลงมือปฏิบัติโครงการบริการวิชาการตามที่วางแผนไว้ และให้ผู้เข้าร่วมกิจกรรมผู้ดูแลหรือหัวหน้าหน่วยงานที่ดำเนินการโครงการบริการวิชาการประเมินผลการจัดโครงการ

4. สรุปวิเคราะห์ผลของการดำเนินโครงการบริการวิชาการสู่สังคมสรุปผลรายงานผลการดำเนินงานและถอดบทเรียนจากการจัดกิจกรรม

5. บทสรุป

จิตสาธารณะเป็นเรื่องที่ทุกคนควรตระหนักและต้องมีติดตัวไว้เป็นอย่างน้อย โดยมีใช้มีไว้เพราะตนเองแต่มีเพื่อให้สังคมอยู่ร่วมกันอย่างเป็นสุข อนึ่งหากสังคมใดเป็นสังคมที่เห็นแก่ประโยชน์ส่วนตนมากกว่าประโยชน์ส่วนรวม สังคมนั้นรอวันล่มสลาย ฉะนั้นสถาบันการศึกษาตั้งแต่ระดับพื้นฐานจนถึงระดับอุดมศึกษา ในฐานะที่เป็นหน่วยงานที่เป็นที่พึ่งของสังคมจึงจำเป็นต้องช่วยส่งเสริมให้นักศึกษามีจิตสาธารณะมากยิ่งขึ้น ซึ่งกระบวนการที่สถาบันอุดมศึกษาต้องมีการผสมกลมกลืนไปกับการเรียนการสอน โดยการบูรณาการการบริการวิชาการเข้ากับการจัดการเรียนการสอนด้วยโครงการเป็นวิธีการที่ได้ผลและนิยมใช้ ซึ่งจะมีลักษณะส่งเสริมการเรียนรู้และพัฒนาการ พร้อมปลูกฝังจิตสาธารณะ ความโอปอ้อมในฐานะผู้ให้ ให้แก่นักศึกษาได้เป็นอย่างดีผ่านเรื่องส่วนตัวผู้เรียนสนใจ

6. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยสวนดุสิต ในการสนับสนุนทุนวิจัย

เอกสารอ้างอิง

- [1] อ้อมใจ วงษ์มณฑา. "ปัจจัยที่ส่งผลต่อจิตสาธารณะของนักศึกษามหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์". *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์วิทยาเขตปัตตานี*, 23(1),พ.ศ.2555, หน้า 6-79.
- [2] ปรีชา คำมาดี และประสพชัย พสุนนท์. "มูลเหตุจูงใจในการมีจิตสาธารณะของนักศึกษาระดับอุดมศึกษาในจังหวัดระยอง", *เอกสารประกอบการประชุมหาดใหญ่วิชาการ ระดับชาติ ครั้งที่ 6*,พ.ศ.2558. หน้า 87-95.
- [3] ทิพมาศ เสวตวรโชติ. *จิตสาธารณะ*. [Online]. Available: จาก [http://taamkru.com/th/จิตสาธารณะ/\[2560, พฤษภาคม 10\], พ.ศ.2556](http://taamkru.com/th/จิตสาธารณะ/[2560, พฤษภาคม 10], พ.ศ.2556).
- [4] ลัดดาวัลย์ เกษมเนตร และคณะ. "รูปแบบการพัฒนานักเรียนระดับประถมศึกษาให้มีจิตสาธารณะ : การศึกษาระยะยาว". *เอกสารประกอบการประชุมวิชาการเนื่องในวันสถาปนาสถาบันวิจัยพฤติกรรมศาสตร์ครบรอบปี*, พ.ศ.2547. หน้า 1-3.
- [5] สมพงษ์ สิงหะพล. "ต้องสอนให้เกิดจิตสำนึกใหม่". *วารสารสืมาจารย์*,13(27), พ.ศ.2542, หน้า 15-16.
- [6] ปรีชา คำมาดี และประสพชัย พสุนนท์. "ปัจจัยที่ส่งผลต่อการมีจิตสาธารณะของนักศึกษาระดับอุดมศึกษาในจังหวัดระยอง". *วารสารวิจัยรำไพพรรณี จันทบุรี*. 7(2), พ.ศ.2558, หน้า 27-40.
- [7] สำนักงานรับรองมาตรฐานและประเมินคุณภาพการศึกษา. *คู่มือผู้ประเมินเพื่อการประเมินคุณภาพภายนอก รอบสาม ระดับอุดมศึกษา* (พ.ศ.2554-2558). กรุงเทพฯ, สำนักงานรับรองมาตรฐานและประเมินคุณภาพการศึกษา (องค์การมหาชน), พ.ศ.2555.
- [8] ชินภัทร ภูมิรัตน. *แนวคิดการจัดการเรียนรู้ศตวรรษที่ 21*. [Online]. Available: จาก <http://www.oknation.net/blog/niwat/2013/07/25/entry-1> [2556, สิงหาคม 9]., พ.ศ. ม.ป.ป.

การพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ในการเขียนโปรแกรมงานระบบอุตสาหกรรมและงานคลังสินค้า
ในโรงงานอุตสาหกรรม สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี ด้วยการสอนบน Padlet
Development analytical thinking skill for industrial program and
inventory systems of undergraduates by teaching on padlet

สุนิพันธ์ ศรีสุพจนานนท์^{1*} และปวิณวงศ์ บำรุงจันทร์²

¹สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ คณะบริหารธุรกิจ มหาวิทยาลัยธนบุรี กรุงเทพฯ 10260

²ภาควิชาอุตสาหกรรมศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ กรุงเทพฯ 10110

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เพื่อพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ด้านการเขียนโปรแกรมงานระบบอุตสาหกรรมและงานคลังสินค้าในโรงงานอุตสาหกรรม ที่เรียนวิชาการเขียนโปรแกรมแบบวิซวล เรื่องการเขียนโปรแกรมงานระบบอุตสาหกรรมและงานคลังสินค้าในโรงงานอุตสาหกรรม ผ่านการสอนบนเว็บเครือข่าย Padlet และศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาหลักสูตรต่อเนื่องชั้นปีที่ 2 ของสาขาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ ศูนย์การศึกษามหาวิทยาลัยธนบุรี วิทยาลัยเทคโนโลยีศรีวัฒนาบริหารธุรกิจ ปีการศึกษา 2559 โดยแบ่งกลุ่มทดลองออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่เรียนด้วยการสอนบนเว็บเครือข่าย Padlet กับกลุ่มที่ไม่ได้เรียนด้วยการสอนบนเว็บเครือข่าย Padlet กลุ่มละ 30 คน โดยเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือ การสอนบนเว็บเครือข่าย Padlet แผนการเรียนรู้ แบบทดสอบความสามารถการคิดวิเคราะห์ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจำนวน 30 ข้อ ส่วนการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติใช้ Paired Sample t-test ค่าเฉลี่ย และค่าร้อยละ พบว่าการสอนบนเว็บเครือข่าย Padlet มีประสิทธิภาพ (E_1/E_2) เท่ากับ 80.24/80.11 นักศึกษากลุ่มที่จัดการสอนบนเว็บเครือข่าย Padlet มีคะแนนความสามารถ

คิดวิเคราะห์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักศึกษา
กลุ่มที่ไม่ได้จัดการสอนบนเว็บเครือข่าย Padlet อย่างมี
นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น .05

คำสำคัญ : เว็บเครือข่าย Padlet, การคิดวิเคราะห์,
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

Abstract

The research for development and analysis of industry system for undergraduate with method of teaching on Padlet network by using writing on Visual program. How to writing program for industry and warehouse system that this research studied and analyzed thinking from the result of students who studied on Padlet network for continuously program of freshmen to sophomore. There are 2 groups, 30 students per group. Group 1, they are students who studied on Padlet network but group 2 they didn't study, from Computer business Thonburi University Sriwattana Business Administration Technological Education Center year 2016. The material for this research is

teaching on Padlet network, learning management, ability for analyst test and accomplishment test 30 items. For analysis of statistic, Paired Sample t-test can analyst to be average 80.24/ 80.11 (E_1/E_2) that the students who studied on Padlet network have the scoring more than other students 0.05.

Keywords : Padlet network, Analytical thinking, Learning achievement

1. บทนำ

ด้วยเป้าหมายของ พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ คนไทยทุกคนจะได้รับการศึกษาขั้นพื้นฐานอย่างเท่าเทียมกัน และจะมีความสามารถในทักษะกระบวนการ เรียนรู้ด้วยตนเองทำให้สามารถพัฒนาตนเองได้อย่างต่อเนื่องตลอดชีวิต โดยในส่วนของ การศึกษาปัจจุบัน เทคโนโลยีเพื่อการศึกษาได้เข้ามามี บทบาทสำคัญ ร่วมไปถึงความก้าวหน้าด้านเทคโนโลยี สารสนเทศ และนโยบายในการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ เป็นเครื่องมือ สนับสนุนการจัดการเรียนการสอน ผ่าน เครือข่ายอินเทอร์เน็ตในรูปแบบของการเรียน อิเล็กทรอนิกส์ (E-Learning) [1] ด้วยระบบการจัดการ เรียนการสอน ที่ถือว่ายืดหยุ่นและรวดเร็ว เปิดโอกาสให้ ผู้เรียนได้เรียนรู้อย่างต่อเนื่องไม่จำกัดสถานที่และเวลา ดังนั้นเทคโนโลยีบนเครือข่ายเป็นการศึกษาที่ผู้เรียน สามารถ เลือกเวลาเรียน และสถานที่ที่ผู้เรียนมีความ สะดวกและรวดเร็ว [2-3] บนการเรียนที่มีปฏิสัมพันธ์กับ ผู้สอนผ่าน เทคโนโลยีเว็บ มีการสื่อสารระหว่างผู้เรียนกับ ผู้สอน และบุคคลอื่นที่เกี่ยวข้อง ซึ่งเทคโนโลยีเครือข่ายมี ความสำคัญมากต่อการศึกษา สามารถเป็นกระบวนการ ขับเคลื่อนทั้งการศึกษาในระบบและการศึกษานอกระบบ ช่วยในการถ่ายทอดการศึกษา สำหรับยกระดับคุณภาพ การจัดการเรียนการสอน ทำให้เกิดการเรียนรู้ใหม่ๆ

นอกจากนี้ เทคโนโลยีเครือข่าย ยังมีระบบติดตามบันทึก ข้อมูลของผู้เรียน เช่น เวลาเข้าเรียน คะแนนเก็บ และ คะแนนทดสอบ ดังนั้นผู้เรียนสามารถตรวจสอบตัวเองได้ ตลอดเวลา ส่วนทางด้านผู้สอนก็สามารถติดตามความ เคลื่อนไหวของผู้เรียนได้อย่างละเอียดตามความต้องการ ด้วยการสอนบนเทคโนโลยีเครือข่าย เป็นกระบวนการ ของนวัตกรรมในการพัฒนาการเรียนรู้ต่อผู้เรียนโดยใช้ เว็บเป็นสื่อกลาง สำหรับการจัดการเรียนการสอนในโลก สมัยใหม่ เพื่อกำหนดการเรียนรู้ ข่าวสาร ข้อมูล ตลอดจน การจัดกิจกรรมที่รวดเร็ว และเข้าถึงได้ง่าย สะดวกต่อ ผู้สอนและผู้เรียน สำหรับการบรรลุถึงความสำเร็จของ เป้าหมายการเรียนรู้ที่เหมาะสม โดยยุคปัจจุบันนี้มีการ พัฒนาโปรแกรมบทเรียน (Courseware) เครือข่าย ออนไลน์ทางการศึกษา ในลักษณะสื่อประสม (Multimedia) สำหรับผู้เรียนและผู้สอนได้เลือกตาม ความสามารถและความถนัด ตามความต้องการในการ พัฒนาของตน โดยเนื้อหาบทเรียนจะประกอบด้วย ข้อความ รูปภาพ เสียง วิดีทัศน์ และการมีปฏิสัมพันธ์ (Interactive) ระหว่างการจัดการเรียนการสอน [4] รวมทั้งผู้เรียนสามารถแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกัน ระหว่างผู้เรียนกันทั้งรายบุคคลและแบบกลุ่ม หรือแม้แต่ ระหว่างผู้สอนกับผู้เรียน จะส่งผลให้เกิดการพัฒนา กระบวนการคิด วิเคราะห์ให้กับผู้เรียน เพื่อส่งเสริมให้ เกิดการเรียนรู้อย่างมีกระบวนการคิด วิเคราะห์และ แก้ปัญหา รวมถึงการพัฒนาสติปัญญา การคิดวิเคราะห์ เชิงลึก สามารถจำแนกจัดหมวดหมู่ อย่างมีหลักเกณฑ์ สามารถตัดสินใจ [5-6] ได้อย่างเหมาะสมและถูกต้อง ผ่านเทคโนโลยีเครือข่ายบนเว็บ ด้วยการเรียนรู้โดยใช้ เทคโนโลยีเครือข่ายออนไลน์บนเว็บเป็นข้อได้เปรียบ สำคัญประการหนึ่งของการพัฒนาการคิดวิเคราะห์กับ ผู้เรียน [7] ด้วยเหตุผลที่กล่าวมานั้น ผู้วิจัยจึงเล็งเห็นการ นำเทคโนโลยีเครือข่ายออนไลน์บนเว็บ เป็นเครื่องมือ มุ่งเน้นที่จะพัฒนาการคิดวิเคราะห์ โดยทำการเรียนผ่าน

เครือข่ายออนไลน์บนเว็บที่มีชื่อ Padlet สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี(หลักสูตรต่อเนื่อง) ในรายวิชา การเขียนโปรแกรมแบบวิซวล ทางด้านงานอุตสาหกรรมขนาดกลางและขนาดเล็ก

2. วัตถุประสงค์

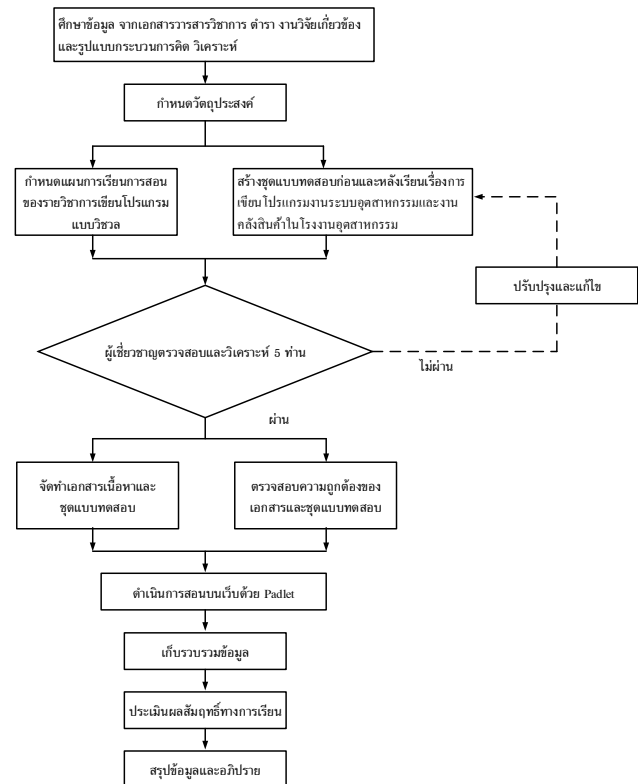
2.1 เพื่อศึกษาการคิดวิเคราะห์ของนักศึกษาระดับปริญญาตรีต่อเนื่องชั้นปีที่ 2 ที่เรียนด้วยการสอนบนเว็บเครือข่าย Padlet กับที่ไม่ได้ใช้การสอนบนเว็บเครือข่าย Padlet

2.2 เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาระดับปริญญาตรีต่อเนื่องชั้นปีที่ 2 ที่เรียนด้วยการสอนบนเว็บเครือข่าย Padlet กับที่ไม่ได้ใช้การสอนบนเว็บเครือข่าย

3. วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 กลุ่มเป้าหมาย

เป็นนักศึกษาระดับปริญญาตรีต่อเนื่องชั้นปีที่ 2 แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม จำนวนกลุ่มละ 30 คน ของศูนย์การศึกษามหาวิทยาลัยธนบุรี วิทยาลัยเทคโนโลยีศรีวัฒนาบริหารธุรกิจ มหาวิทยาลัยธนบุรี สาขาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ ปีการศึกษา 2559 โดยกลุ่มที่ 1 ใช้การเรียนการสอนบนเว็บเครือข่าย Padlet และกลุ่มที่ 2 ไม่ได้ใช้การเรียนการสอนบนเว็บเครือข่าย Padlet



รูปที่ 1 แผนการดำเนินงานวิจัย

3.2 ตัวแปรในการวิจัย

ตัวแปรต้น คือ การเรียนการสอนโดยใช้ การสอนบนเว็บเครือข่าย Padlet ตัวแปรตาม คือ

3.2.1 การคิดวิเคราะห์

3.2.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน

3.3 สมมติฐานของการวิจัย

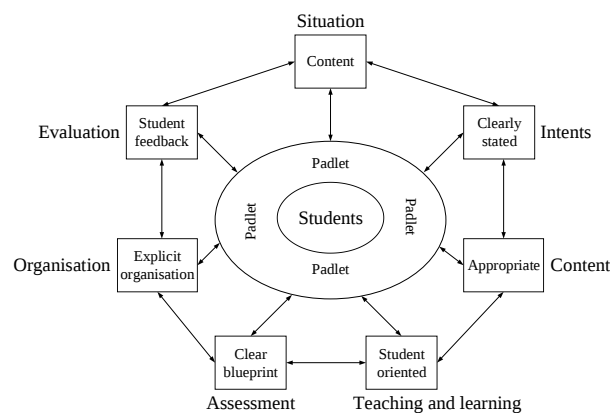
3.3.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของวิชาการ เขียนโปรแกรมแบบวิซวล ทางด้านการเขียนโปรแกรม งานระบบอุตสาหกรรมและงานคลังสินค้าในโรงงาน อุตสาหกรรมระหว่างกลุ่มนักศึกษาที่ผ่านการสอนบนเว็บ เครือข่าย Padlet กับกลุ่มนักศึกษาที่ไม่ได้สอนด้วยบน เว็บเครือข่าย Padlet มีความแตกต่างกัน

3.3.2 ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของ วิชาการเขียนโปรแกรมแบบวิซวล ทางด้านการเขียน โปรแกรมงานระบบอุตสาหกรรมและงานคลังสินค้าใน

โรงงานอุตสาหกรรม ระหว่างกลุ่มนักศึกษาที่ผ่านการสอนบนเว็บเครือข่าย Padlet กับกลุ่มนักศึกษาที่ไม่ได้สอนด้วยบนเว็บเครือข่าย Padlet มีความแตกต่างกัน

3.4 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย การวิจัยในครั้งนี้ได้กำหนดเครื่องมือได้ดังนี้

3.4.1 แผนการจัดการเรียนรู้วิชาการเขียนโปรแกรมแบบวิซวลเรื่องการเขียนโปรแกรมงานระบบอุตสาหกรรมและงานคลังสินค้าในโรงงานอุตสาหกรรม จำนวน 2 แผนการเรียนรู้ ซึ่งยึดตามหลักการโมเดลรูปแบบของ Prideaux, (2003)



รูปที่ 2 รูปแบบการผสมผสานการเรียนรู้ของ Prideaux ร่วมกับ Padlet

3.4.2 การสอนบนเว็บเครือข่าย Padlet ของวิชาการเขียนโปรแกรมแบบวิซวลเรื่องการเขียนโปรแกรมงานระบบอุตสาหกรรมและงานคลังสินค้าในโรงงานอุตสาหกรรม

3.4.3 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของวิชาการเขียนโปรแกรมแบบวิซวลเรื่องการเขียนโปรแกรมงานระบบอุตสาหกรรมและงานคลังสินค้าในโรงงานอุตสาหกรรม เป็นแบบปรนัย 5 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ มีค่าความยากง่าย (p) อยู่ระหว่าง .20 – .90 ค่า

อำนาจจำแนก (r) อยู่ระหว่าง .13–.95 และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับเท่ากับ 0.91

3.4.4 แบบทดสอบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ เป็นแบบปรนัย 5 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ ผ่านผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบจำนวน 5 ท่าน มีค่าความสอดคล้อง (IOC) มีค่าเท่ากับ 1.00

3.4.5 ศึกษาและทดสอบความสัมพันธ์ของทั้ง 2 กลุ่ม เพื่อใช้วิเคราะห์ Paired Sample t-test

3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ผ่านกระบวนการทางสถิติ เพื่อได้การวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

3.5.1 วิเคราะห์หาประสิทธิภาพของการสอนบนเว็บเครือข่าย Padlet ตามเกณฑ์ 80/80 ซึ่งใช้สูตร $E1/E2$

3.5.2 เปรียบเทียบความสามารถการคิดวิเคราะห์ของนักศึกษาระดับปริญญาตรีต่อเนื่องชั้นปีที่ 2 ระหว่าง 2 กลุ่ม ที่ใช้การสอนบนเว็บเครือข่าย Padlet และไม่ใช้การสอนบนเว็บเครือข่าย Padlet วิเคราะห์โดยใช้ t-test (Paired Sample t-test) และประเมินผลเป็นร้อยละ

3.5.3 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนนักศึกษาระดับปริญญาตรีต่อเนื่องชั้นปีที่ 2 ระหว่าง 2 กลุ่ม ที่ใช้การสอนบนเว็บเครือข่าย Padlet และไม่ใช้การสอนบนเว็บเครือข่าย Padlet วิเคราะห์โดยใช้ t-test (Paired Sample t-test)

4. สรุปผล

4.1 การเรียนการสอนบนเว็บเครือข่ายด้วย Padlet ของวิชาการเขียนโปรแกรมแบบวิซวล เรื่องการเขียนโปรแกรมงานระบบอุตสาหกรรมและงานคลังสินค้าในโรงงานอุตสาหกรรม ได้ผลทดลองจากภาคสนาม (Field Tryout) กับนักศึกษาระดับปริญญาตรี จำนวน 30 คนได้ค่าประสิทธิภาพ (E_1/E_2) เท่ากับ 80.65/80.21 และ

จากการนำการสอนบนเว็บเครือข่ายด้วย Padlet ไปใช้กับกลุ่มเป้าหมายจริงจำนวน 30 คน พบว่าผลการหาค่าประสิทธิภาพ (E_1/E_2) สื่อการสอนเท่ากับ 80.24/80.11 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์

4.2 นักศึกษาระดับปริญญาตรีต่อเนื่องชั้นปีที่ 2 ของกลุ่มที่ผ่านการสอนบนเว็บเครือข่าย Padlet มีคะแนนความสามารถการคิดวิเคราะห์สูงกว่ากลุ่มที่ไม่ได้ทำการสอนบนเว็บเครือข่าย Padlet อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ดังตารางที่ 1

4.3 นักศึกษาระดับปริญญาตรีต่อเนื่องชั้นปีที่ 2 ที่เรียนด้วยการสอนบนเว็บเครือข่าย Padlet มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่ากลุ่มที่ไม่ได้ทำการสอนบนเว็บเครือข่าย Padlet อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 1 การเปรียบเทียบการคิด วิเคราะห์ของ
นักศึกษาระดับปริญญาตรีต่อเนื่องชั้นปีที่ 2

รายการ	จำนวน	$\bar{X}$	S.D.	ร้อยละ
กลุ่มที่สอนบน Padlet	30	10.57	1.45	88.53
กลุ่มที่ไม่ได้สอนบน Padlet	30	5.23	1.08	64.77

หมายเหตุ: $p \leq .05$

ตารางที่ 2 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของ
นักศึกษาระดับปริญญาตรีต่อเนื่องชั้นปีที่ 2

รายการ	จำนวน	$\bar{X}$	S.D.	%	t
กลุ่มที่สอนบน Padlet	30	10.72	1.54	91.27	24.5
กลุ่มที่ไม่ได้สอนบน Padlet	30	6.33	1.28	79.88	17.4

หมายเหตุ: $p \leq .05$

5. อภิปรายผล

สำหรับการวิจัยในครั้งนี้เป็นการพัฒนาการสอนบนเว็บเครือข่ายเพื่อส่งเสริมความสามารถการคิดวิเคราะห์และเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาระดับปริญญาตรีต่อเนื่องชั้นปีที่ 2 โดยแบ่งออกเป็นประเด็นได้ดังนี้

5.1 ในการนำเทคโนโลยีสารสนเทศมาใช้สำหรับพัฒนาการสอน ที่มีการวางแผนและลำดับขั้นตอนอย่างเป็นระบบ กลุ่มผู้เรียนจากการสอนบนเว็บเครือข่าย Padlet มีพัฒนาการด้านทักษะการคิดวิเคราะห์ สูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งสอดคล้องกับ ไพรัช นพ วิริยวรกุล และคณะ ถึงรูปแบบการจัดการเรียนการสอนโดยใช้เทคโนโลยีเครือข่ายออนไลน์เป็นนวัตกรรมทางการศึกษาที่ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพสำหรับการเรียนการสอน

5.2 จากการเปรียบเทียบความสามารถการคิดวิเคราะห์ของผู้เรียน 2 กลุ่ม ทำให้ทราบว่ากลุ่มที่ทำการสอนบนเว็บเครือข่าย Padlet มีระดับคะแนนที่สูงกว่ากลุ่มที่ไม่ได้สอนบนเว็บเครือข่ายอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เนื่องมาจากการเรียนการสอนผ่านเว็บเครือข่าย Padlet ผู้เรียนสามารถแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับผู้สอนรวมถึงกับผู้ร่วมเรียนด้วยตนเอง ได้ทุกที่ทุกเวลา เกิดกระบวนการคิดที่กว้างมากขึ้น และวิเคราะห์ปัญหาด้วยตนเองและแก้ปัญหาเป็นกลุ่มได้ในเวลาเดียวกัน ต่างจากกลุ่มที่ไม่ได้สอนบนเว็บเครือข่าย ผู้เรียนสามารถแก้ปัญหากระบวนการคิดได้เพียงตนเองอย่างเดียว จึงส่งผลให้ผู้เรียนต้องดำเนินการแก้ปัญหาได้ในเฉพาะเวลาเรียนเท่านั้น

5.3 ผลการเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของของนักศึกษาระดับปริญญาตรีต่อเนื่อง ชั้นปีที่ 2 ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนทั้ง 2 กลุ่ม กลุ่มที่ทำการสอนบนเว็บเครือข่าย Padlet มีระดับคะแนนที่สูงกว่ากลุ่มที่ไม่ได้สอนบนเว็บเครือข่ายอย่างมีนัยสำคัญ

ทางสถิติที่ระดับ .05 เนื่องจากการสอนบนเว็บเป็นตัวกลางที่ช่วยถ่ายทอดและนำความรู้จากผู้สอน หรือจากแหล่งความรู้ไปยังผู้เรียนเพื่อให้ผู้เรียนสามารถบรรลุถึงวัตถุประสงค์ของการเรียนที่ตั้งไว้ และผู้เรียนสามารถถามตอบในส่วนของเนื้อหาที่สงสัย หรือโจทย์งานคำถามที่สงสัยได้ตลอดเวลา ซึ่งสอดคล้องกับ วิจารณ์ ใหญ่สมบูรณ์และคณะ (2554) ที่พบว่า การสอนบนเว็บทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนผ่านเกณฑ์ที่กำหนด และการสอนบนเว็บทำให้นักเรียนเกิดความพึงพอใจในการเรียนรู้ในระดับดี

6. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ มหาวิทยาลัยธนบุรีและมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒที่ให้การสนับสนุน รวมถึงอาจารย์ปิติพร รุ่งนเวช คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรีที่ให้คำปรึกษาในการทำวิจัยในครั้งนี้ให้สำเร็จลุล่วงด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

- [1] Michael R. Harwell, Amanuel Medhanie, and Thomas R. Post, "Preparation of Students Completing a Core-Plus or Commercially Developed High School Mathematics Curriculum for Intense College Mathematics Coursework". *THE JOURNAL OF EXPERIMENTAL EDUCATION*, No. 1, Vol. 80, pp. 96-112, 2012.
- [2] Harwell, M. R., Post, T. P., Cutler, A., Maeda, Y, Anderson, E., Norman, K. W., & Medhanie, A. , "The preparation of students from National Science Foundation-funded and commercially developed high school mathematics curricula for their first university mathematics course". *American Educational Research Journal*, Vol. 46, pp. 203-231, 2009.
- [3] ปวีณวงศ์ บำรุงขันท์, ฤชงค์ จันทร์จิระ, นิกุล ชุ่มมัน และปัญญพงษ์ เจริญศรี, "การพัฒนาการเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายเรื่องการคิด วิเคราะห์เพื่อเตรียมความพร้อมในการศึกษาต่อสายวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี", *วารสารวิชาการอุตสาหกรรมศึกษา*, ปีที่ 10 ฉบับที่ 2, พ.ศ.2559, หน้า 9-19.
- [4] วิจารณ์ ใหญ่สมบูรณ์และวชิระ อินทร์อุดม, "ผลของการสอนบนเว็บที่มีต่อการพัฒนาการคิดวิเคราะห์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2", *วารสารศึกษาศาสตร์*, ปีที่ 5 ฉบับที่ 2, พ.ศ.2554, หน้า 107-112.
- [5] ไพรัช นพ วิริยวรกุล และดวงกมล โพธิ์นาค, "Google Apps for Education นวัตกรรมทางการศึกษายุคดิจิทัล", *วารสารวิจัย มสท สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี*, ปีที่ 7 ฉบับที่ 3, พ.ศ.2557, หน้า 103-112.
- [6] มนต์ชัย เทียนทอง, *นวัตกรรม: การเรียนและการสอนด้วยคอมพิวเตอร์*, สำนักพิมพ์แดเน็กซ์ อินเทอร์เน็ตคอร์ปอเรชั่น กรุงเทพฯ, พ.ศ.2556.
- [7] ใจทิพย์ ณ สงขลา, *วิธีวิทยาการออกแบบการเรียนรู้การสอนอิเล็กทรอนิกส์*, สำนักพิมพ์ศูนย์ตำราและเอกสารทางราชการ คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, พ.ศ.2550.

การพัฒนาแบบการจัดการเรียนรู้เชิงรุกทางเทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อการจัดการอาชีพ
สำหรับหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงทางการบัญชี
Development of Active Learning Instructional Model on Information Technology for
Career Management for High Vocational Certificate in Accounting

ดวงใจ สมภักดี^{1*}

สาขาวิชา/ภาควิชาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ คณะบริหารธุรกิจ สังกัดวิทยาลัยอาชีวศึกษาร้อยเอ็ด จังหวัดร้อยเอ็ด รหัสไปรษณีย์ 45000

บทคัดย่อ

การวิจัยและพัฒนาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาแบบการจัดการเรียนรู้เชิงรุก (Active learning) ทางเทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อการจัดการอาชีพ สำหรับหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงทางการบัญชีศึกษาประสิทธิภาพของแบบการจัดการเรียนรู้เชิงรุกตามเกณฑ์ (E_1/E_2) เท่ากับ 80/80 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และศึกษาความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อรูปแบบการจัดการเรียนรู้เชิงรุกทางเทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อการจัดการอาชีพ การวิจัยแบ่งออกเป็น 2 ระยะ คือ ระยะที่ 1 พัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้เชิงรุกเป็นการศึกษาสภาพการจัดการเรียนการสอนรายวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อการจัดการอาชีพประชากรเป้าหมายเป็นครูผู้สอน จำนวน 13 คนและนักศึกษา จำนวน 207 คน ที่ได้มาจากการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) เก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้แบบสอบถาม เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ ระยะที่ 2 การประเมินคุณภาพแบบการจัดการเรียนรู้เชิงรุกกลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงทางการบัญชีชั้นปีที่ 1/3 ภาคเรียนที่ 1/2560 จำนวน 37 คน ซึ่งได้มาจากสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster random sampling) เครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนาเป็นแบบการจัดการเรียนรู้

เชิงรุกทางเทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อการจัดการอาชีพ เก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแบบประเมินความพึงพอใจ วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และสถิติทดสอบที (Paired t-test)

ผลการวิจัยพบว่า 1) รูปแบบการจัดการเรียนรู้เชิงรุกทางเทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อการจัดการอาชีพ ประกอบด้วย 7 ขั้นตอน (ETBOPRA model) 7 ขั้นตอน คือ (1) ขั้นสร้างความสนใจ (2) ขั้นเชื่อมโยงปัญหา (3) ขั้นระดมสมอง (4) ขั้นสังเกตการณ์ (5) ขั้นนำไปปฏิบัติ สร้างชิ้นงาน (6) ขั้นสะท้อนคิด และ (7) ขั้นนำไปใช้งานจริง 2) คุณภาพของแบบการจัดการเรียนรู้เชิงรุกพบว่า รูปแบบการจัดการเรียนรู้เชิงรุกทางเทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อการจัดการอาชีพมีประสิทธิภาพ (E_1/E_2) เท่ากับ 88.11/85.77 ภายหลังการพัฒนาพบว่า นักศึกษาที่ผ่านการเรียนการสอนตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้เชิงรุกทางเทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อการจัดการอาชีพ สำหรับหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงทางการบัญชี มีผลต่างของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเพิ่มขึ้นมากกว่าก่อนการพัฒนาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\text{-value} = 0.001$) โดยมีค่าของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเพิ่มขึ้นเท่ากับ 8.05 คะแนน (95% CI: 7.06 – 9.04) และนักศึกษามีความ

พึงพอใจต่อรูปแบบการจัดการเรียนรู้เชิงรุกทางเทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อการจัดการอาชีพ สำหรับหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงทางการบัญชี โดยรวมอยู่ในระดับมาก (Mean = 4.18, S.D. = 0.28)

คำสำคัญ : การพัฒนารูปแบบ, การจัดการเรียนรู้เชิงรุก, เทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อการจัดการอาชีพ และการบัญชี

Abstract

This research and development design aims to develop active learning instructional model on information technology for career management for high vocational certificate in accounting, study of the effectiveness of active learning instructional model active learning instructional model by criteria (E_1/E_2) was 80/80, compares the achievement, and study student's satisfaction on active learning model of information technology for career management. Research were divided into 2 phases: Stage 1 develops an active learning instructional model, study on state of teaching and learning management of information technology for career management. The target population were 13 teachers and 207 students from purposive sampling. The questionnaires were collected using a 5-level rating scale. Stage 2 : evaluating quality of an active learning instructional model on information technology for career management for high vocational certificate in accounting. The sample consisted of 37 students from the 1/3 of the 1st semester. The tools used in this development were active

learning instructional model in information technology for career management. Data were collected by using achievement test and satisfaction assessment form. Data were analyzed using frequency, percentage, mean, standard deviation, and Paired t-test.

The results of this study showed that : 1) model of active learning instructional in information technology for occupational management consists of 7 stages (ETBOPRA model) : (1) engagement (2) transfer (3) Brainstorming (4) observe (5) practice (6) reflect, and (7) apply. 2) The quality of active learning management model was found to be effective (E_1/E_2) of 88.11/85.77, after development, it was found that students who passed active learning instructional model on information technology for career management, the difference in achievement was higher than before development (p -value = 0.001), difference in achievement scores were 8.05 (95% CI 7.06-9.04), and students were satisfied with level of active learning instructional in information technology for career management at high level.

Keywords : Development of model, Active Instructional, Information technology for Career, accounting

1. บทนำ

ประชาชนของทุกคนในโลกต้องการทักษะสำคัญชุดหนึ่งเพื่อการดำรงชีวิต ทักษะที่จำเป็นนั้นคือทักษะการคิด การได้มาซึ่งทักษะดังกล่าวต้องใช้การศึกษาและการเรียนรู้เป็นยุทธศาสตร์สำคัญ จากที่กล่าวมาข้างต้นนี้เป็นข้อเรียกร้องและความคาดหวังให้การศึกษาของประเทศมีคุณภาพสูง [1] ดังการศึกษาในยุค Thailand 4.0 ที่ต้องการเตรียมมนุษย์ให้เป็นมนุษย์ นอกจากให้ความรู้แล้ว ต้องทำให้คนรักที่จะเรียนรู้ มีคุณธรรม และสามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นได้ด้วย หรือการสร้างคนให้มีทักษะในศตวรรษที่ 21 โดยเน้นทักษะในการคิดวิเคราะห์เป็นหลัก ในขณะเดียวกัน Thailand 4.0 มุ่งหวังพัฒนาประเทศให้มีความทันสมัย มีรายได้มากขึ้น และก้าวพ้นจากกับดักประเทศที่มีรายได้ปานกลาง โดยจะต้องผลิตนวัตกรรมใหม่ๆ เพื่อเป็นฐานในการพัฒนาประเทศ และติดต่อกับนานาชาติ

แต่จากผลการสำรวจสภาพการจัดการเรียนของวิทยาลัยอาชีวศึกษาร้อยเอ็ด โดยครูผู้สอน และนักศึกษา ในปี 2559 ด้านพฤติกรรมการเรียนรู้ พบว่า นักศึกษาส่วนใหญ่ขาดทักษะคิดเชิงระบบ ทักษะการแก้ปัญหา การคิดริเริ่มสร้างสรรค์ การบูรณาการและการประยุกต์ใช้ การนำเสนอ การบรรยาย การแลกเปลี่ยนเรียนรู้ การทำงานเป็นทีม และภาวะผู้นำ ด้านสื่อการเรียนการสอน พบว่า ตำราเรียน และคอมพิวเตอร์ ด้านครูผู้สอน พบว่า สื่อการสอนที่ทันสมัย เทคนิคการจัดการเรียนการสอนไม่จูงใจนักศึกษา การจัดตารางสอนจัดไม่สอดคล้องกับรายวิชาที่มีเนื้อหาเกี่ยวข้องกันตารางสอนไม่มีความยืดหยุ่นการจัดให้อาจารย์มีชั่วโมงสอนติดต่อกันหลายวิชา และจำนวนนักศึกษาแต่ละห้องมากเกินไปประมาณห้องละ 38-40 คน [2]

การแก้ปัญหาดังกล่าวข้างต้นนักการศึกษาหลายท่านได้เสนอให้ใช้จัดการจัดการเรียนแบบการเรียนรู้เชิงรุก (Active Learning) เป็นกระบวนการเรียนรู้ที่ให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ด้วยความหมาย โดยการร่วมมือระหว่างผู้เรียนด้วยกัน ในการนี้ ครูต้องลดบทบาทในการสอนและการให้ข้อความรู้แก่ผู้เรียนโดยตรงลง แต่ไปเพิ่มกระบวนการและกิจกรรมที่จะทำให้ผู้เรียนเกิดความกระตือรือร้นในการจะทำกิจกรรมต่างๆ มากขึ้น และอย่างหลากหลาย ไม่ว่าจะเป็นการแลกเปลี่ยนประสบการณ์ โดยการพูด การเขียน การอภิปรายกับเพื่อนๆ ส่งผลให้ผู้เรียนสามารถรักษาผลการเรียนรู้ให้อยู่คงทนได้มากและนานกว่ากระบวนการเรียนรู้ Passive Learning เพราะกระบวนการเรียนรู้เชิงรุก สอดคล้องกับการทำงานของสมองที่เกี่ยวข้องกับความจำ โดยสามารถเก็บและจำสิ่งที่ผู้เรียนเรียนรู้อย่างมีส่วนร่วม มีปฏิสัมพันธ์กับเพื่อน ผู้สอน สิ่งแวดล้อมการเรียนรู้ได้ผ่านการปฏิบัติจริงจะสามารถเก็บจำในระบบความจำระยะยาว (Long Term Memory) ทำให้ผลการเรียนรู้อยู่คงอยู่ได้ในปริมาณที่มากกว่า ระยะยาวกว่า เช่นเดียวกับบอลเวลล์ และเจมส์ [3] ที่เห็นว่าเป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ภายใต้สมมติฐานพื้นฐานสองประการ คือ การเรียนรู้เป็นความพยายามโดยธรรมชาติของมนุษย์และแต่ละบุคคลมีแนวทางในการเรียนรู้ที่แตกต่างกัน [4] โดยผู้เรียนจะเปลี่ยนบทบาทจากผู้รับความรู้ (Receive) ไปสู่การมีส่วนร่วมในการสร้างความรู้ (Co-creators) [5], [6] กล่าวได้ว่าการจัดการศึกษาต้องยึดหลักว่าผู้เรียนทุกคนมีความสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้และถือว่าผู้เรียนมีความสำคัญที่สุดกระบวนการจัดการศึกษาต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาตามธรรมชาติและเต็มตามศักยภาพจัดเนื้อหาสาระและกิจกรรมให้สอดคล้องกับความสนใจและความถนัดของผู้เรียน โดยคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคลฝึกทักษะกระบวนการคิดการ

จัดการ การเผชิญสถานการณ์และการประยุกต์ความรู้มาใช้เพื่อป้องกันและแก้ไขปัญหาและจัดกิจกรรมให้ผู้เรียน ได้เรียนรู้จากประสบการณ์จริง ฝึกการปฏิบัติให้ทำได้คิดเป็นทำเป็นรักการอ่านและเกิดการใฝ่รู้อย่างต่อเนื่อง [7] เช่นเดียวกับการเรียนการสอนเชิงรุกเป็นวิธีการสอนรูปแบบหนึ่งที่มีความเหมาะสมกับการเรียนรู้ที่มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างความเข้าใจและการนำความรู้ที่ได้มาประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน [8] ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดตื่นตัวต่อการเรียนรู้และสร้างความกระตือรือร้นด้านการรู้คิดมากกว่าการสอนโดยการท่องจำเพียงอย่างเดียว การเรียนการสอนเชิงรุกนี้จึงส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนเพิ่มขึ้น [9] ผู้เรียนจะเกิดความพึงพอใจต่อรูปแบบการเรียนการสอนที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในการกิจกรรมการเรียนการสอนได้ลงมือกระทำ (Active learning) มากกว่าการที่ผู้เรียนเป็นฝ่ายรับความรู้เพียงอย่างเดียว (Passive learning) ผู้เรียนสามารถร่วมกิจกรรมการแสวงหาความรู้ที่ผู้สอนกำหนด อีกทั้งให้ผู้เรียนได้ใช้กระบวนการคิดขั้นสูงได้แก่การวิเคราะห์การสังเคราะห์และการประเมินค่า [10] และเป็นการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้สร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองอย่างแท้จริง [11] เช่นเดียวกับเบญจพร สว่างศรี [12] ซึ่งพบว่า การจัดกิจกรรมการสอนเชิงรุกส่งผลให้พฤติกรรมการเรียนรู้ของนักศึกษาที่ได้รับการสอนคณิตศาสตร์แบบเชิงรุกภาพรวมอยู่ในระดับมาก (Mean = 4.21) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนคณิตศาสตร์แบบเชิงรุกเท่ากับร้อยละ 80.85 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 65.0 และนักศึกษาร้อยละ 80.0 มีเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์เมื่อเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 75.0 สอดคล้องกับบนนทสิพร ธาดาวิทย์ [13] ได้ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้แบบ Active Learning พบว่ากิจกรรมที่ผู้สอนจัดให้กับนักศึกษามีความเหมาะสมในระดับมาก โดยนักศึกษาวาผลที่นักศึกษาได้รับมากที่สุด

คือ กิจกรรมที่ผู้สอนจัดส่งเสริมให้นักศึกษาเรียนรู้ร่วมกัน รองลงมาคือ ช่วยพัฒนาทักษะการทำงานเป็นทีม นักศึกษาสามารถนำกิจกรรมไปประยุกต์ใช้ในการฝึกสอนได้ในอนาคต ฝึกการนำเสนอหน้าชั้นเรียน และมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนการสอน โดยใช้รูปแบบการสอนเชิงรุก 5 ขั้นตอน คือ 1) ขั้นศึกษาค้นคว้า 2) ขั้นเชื่อมโยงปัญหา 3) ขั้นระดมสมอง 4) ขั้นสังเกตการณ์ และ 5) ขั้นสะท้อนคิด [14]

จากการประมวลเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังกล่าวข้างต้น ดังนั้น ผู้วิจัยจึงได้พัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้เชิงรุกทางเทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อการจัดการอาชีพ สำหรับหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงทางการบัญชีขึ้น โดยวิเคราะห์และสังเคราะห์รูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าวข้างต้น ประกอบด้วย 7 องค์ประกอบ คือ ขั้นสร้างความสนใจ ขั้นเชื่อมโยงปัญหา ขั้นระดมสมอง ขั้นสังเกตการณ์ ขั้นนำไปปฏิบัติ สร้างชิ้นงาน ขั้นสะท้อนคิด และขั้นนำไปใช้งานจริง เพื่อเป็นนวัตกรรม สำหรับช่วยให้นักศึกษามีผลสัมฤทธิ์พัฒนาทักษะการเรียนรู้เชิงรุก และสามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการเรียนการสอนต่อไป

2. วัตถุประสงค์

2.1 เพื่อพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้เชิงรุกทางเทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อการจัดการอาชีพ สำหรับหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงทางการบัญชี

2.2 เพื่อศึกษาผลของการใช้พัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้เชิงรุกทางเทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อการจัดการอาชีพสำหรับหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงทางการบัญชีที่พัฒนาขึ้น

2.2.1 เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของรูปแบบการจัดการเรียนรู้เชิงรุกทางเทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อ

จัดการอาชีพสำหรับหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ
ชั้นสูงทางการบัญชีตามเกณฑ์ (E_1/E_2) เท่ากับ 80/80

2.2.2 เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการ
เรียนตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้เชิงรุกทางเทคโนโลยี
สารสนเทศเพื่อจัดการอาชีพสำหรับหลักสูตร
ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงทางการบัญชี

2.2.3 เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักศึกษาที่
มีต่อรูปแบบการจัดการเรียนรู้เชิงรุกทางเทคโนโลยี
สารสนเทศเพื่อจัดการอาชีพสำหรับหลักสูตร
ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงทางการบัญชี

3. วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยเพื่อพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้เชิง
รุกทางเทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อจัดการอาชีพ
สำหรับหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงทางการ
บัญชี เป็นการวิจัยและพัฒนาที่ใช้กระบวนการวิจัยเป็น
พื้นฐานสำคัญในการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้
เพื่อนำไปใช้ในการพัฒนานักศึกษาให้เกิดทักษะการนำ
เทคโนโลยีสารสนเทศไปประยุกต์ในการประกอบอาชีพ
สำหรับหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงทางการ
บัญชีทั้งนี้ผู้วิจัยได้แบ่งการวิจัยออกเป็น 2 ระยะ ดังนี้

3.1 การวิจัยระยะที่ 1 การพัฒนารูปแบบการ
จัดการเรียนรู้เชิงรุกทางเทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อ
จัดการอาชีพ สำหรับหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ
ชั้นสูงทางการบัญชี การวิจัยระยะนี้เป็นการศึกษาเชิง
สำรวจโดยผู้วิจัยได้แบ่งเป็นขั้นตอนย่อย คือ

3.1.1 การศึกษาและวิเคราะห์เอกสาร
ที่เกี่ยวข้อง

3.1.2 การศึกษาบริบทสภาพปัจจุบัน
ประชากรเป้าหมายแบ่งเป็นสองกลุ่มคือ กลุ่มแรกศึกษา
สภาพการจัดการเรียนการสอนรายวิชาเทคโนโลยี
สารสนเทศเพื่อจัดการอาชีพตามความคิดเห็นของ
ครูผู้สอน จำนวน 13 คน และกลุ่มที่สองศึกษาสภาพ

การจัดการเรียนการสอนรายวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ
เพื่อจัดการอาชีพตามความคิดเห็นของนักศึกษา
จำนวน 207 คน ที่ได้มาจากการเลือกแบบเจาะจง เก็บ
รวบรวมข้อโดยใช้แบบสอบถามเป็นแบบมาตรวัด
ประมาณค่า 5 ระดับ และวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ความถี่
(Frequency) ค่าเฉลี่ย (Mean= μ) ค่าเบี่ยงเบน
มาตรฐาน (σ)

3.1.3 การวิเคราะห์และสังเคราะห์

3.1.4 การสร้างรูปแบบการจัดการเรียนรู้เชิง
รุกทางเทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อจัดการอาชีพและ
จัดทำเอกสารประกอบรูปแบบโดยการวิเคราะห์
หลักสูตร การออกแบบเนื้อหา กระบวนการเรียนการ
สอนและจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงรุก

3.1.5 การตรวจสอบคุณภาพและปรับปรุง
รูปแบบ กลุ่มเป้าหมายเป็นผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 คน ซึ่ง
ได้มาจากการเลือกแบบเจาะจงเพื่อประเมินความ
เหมาะสมของรูปแบบการจัดการเรียนรู้เชิงรุก แผนการ
จัดการเรียนรู้ และประเมินความสอดคล้องของรูปแบบ
ตรวจวิเคราะห์โดยใช้ดัชนีความสอดคล้องเป็นเกณฑ์ใน
การพิจารณา

3.2 การวิจัยระยะที่ 2 การประเมินคุณภาพของ
รูปแบบการจัดการเรียนรู้เชิงรุกทางเทคโนโลยี
สารสนเทศเพื่อจัดการอาชีพที่พัฒนาขึ้นการศึกษา
ระยะนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้
เชิงรุกทางเทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อจัดการอาชีพไป
ทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างและศึกษาผลการใช้ซึ่งมี
ขั้นตอนย่อยดังนี้ คือ

3.2.1 การเตรียมการทดลองใช้รูปแบบ
กำหนดประชากรและกลุ่มเป้าหมายและพัฒนา
เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

3.2.2 การดำเนินการทดลองใช้รูปแบบการ
จัดการเรียนรู้เชิงรุก ผู้วิจัยใช้แบบแผนการวิจัยแบบ
One group pretest-posttest design [15] กลุ่ม

ตัวอย่างเป็นนักศึกษาหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นสูงชั้นปีที่ 1/3 ภาคเรียนที่ 1/2560 จำนวน 37 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster random sampling) เก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่มีดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ 0.60-1.00 ค่าความยากตั้งแต่ 0.42-0.76 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.35-0.64 และค่าความเที่ยงโดยใช้สูตรครุเดอร์ริชาร์ดสัน 20 (KR 20) มีค่าเท่ากับ 0.92 และแบบประเมินความพึงพอใจต่อรูปแบบการจัดการเรียนรู้เชิงรุกทางเทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อการจัดการอาชีว

3.2.3 การวิเคราะห์ผลการทดลองใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้เชิงรุกวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณเป็นค่าคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเปรียบเทียบกับค่าเฉลี่ยของคะแนนความรู้เกี่ยวกับเทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อการจัดการอาชีวศึกษาก่อนการพัฒนาและหลังการพัฒนาของนักศึกษากลุ่มตัวอย่างด้วยสถิติทดสอบที (Paired t-test) แบบ one-tailed test for paired samples ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05 และวิเคราะห์ประสิทธิภาพ(Efficiency) ของนวัตกรรมทางการศึกษา (E_1/E_2) เทียบกับเกณฑ์ 80/80 โดยหาค่าร้อยละ (Percentage)

4. ผลการวิจัย

ผู้วิจัยได้สรุปผลการวิจัยตามวัตถุประสงค์ ดังนี้

4.1 รูปแบบการจัดการเรียนรู้เชิงรุกทางเทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อการจัดการอาชีวศึกษา สำหรับหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงทางการบัญชีมีองค์ประกอบคือหลักการวัตถุประสงค์และกระบวนการจัดการเรียนการสอน 7 ขั้นตอน (ETBOPRA model) ได้แก่ (1) ขั้นสร้างความสนใจ เน้นให้นักศึกษาและครูร่วมกันตั้งคำถามในสิ่งที่อยากเรียนรู้โดยครูเป็นผู้กระตุ้นให้ผู้เรียนออกแบบคำถามจากเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นจริงจากการทำงาน (Engagement : E) (2) ขั้นเชื่อมโยง

ปัญหา เป็นกิจกรรมที่ผู้เรียนเชื่อมโยงปัญหาที่ร่วมกันตั้งขึ้นกับหาแนวทางแก้ไขปัญหา(Transfer : T) (3) ขั้นระดมสมอง เป็นกิจกรรมที่ผู้เรียนร่วมกันระดมสมองกับเพื่อนภายในกลุ่มเกี่ยวกับแนวทางแก้ไขปัญหา (Brainstorming : B) (4) ขั้นสังเกตการณ์ เป็นกิจกรรมที่ผู้เรียนร่วมกันสรุปแนวทางแก้ไขปัญหา โดยการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ภายในกลุ่มและระหว่างกลุ่ม โดยการเล่าเรื่องราวเกี่ยวกับขั้นตอนการเรียนรู้และแสดงความรู้สึกต่อชิ้นงาน (Observe : O) (5) ขั้นนำไปปฏิบัติ สร้างชิ้นงาน (Practice : P) เป็นขั้นนำไปสร้างเป็นชิ้นงานเพื่อแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในชั้นสร้างความสนใจ (6) ขั้นสะท้อนคิด เป็นกิจกรรมที่ผู้เรียนต้องสะท้อนสิ่งที่ได้เรียนรู้ตั้งแต่ขั้นแรกไปจนถึงขั้นสร้างชิ้นงานว่า “ผู้เรียนได้เรียนรู้อะไร” แล้วนำชิ้นงานมาแลกเปลี่ยนเรียนรู้และประเมินซึ่งกันและกัน (Reflect : R) และ (7) ขั้นนำไปใช้งานจริง เป็นกิจกรรมที่ผู้เรียนเห็นคุณค่าประโยชน์จากการใช้งานและที่สำคัญ คือ การต่อยอดจากที่สิ่งได้เรียนรู้แล้วนำไปประยุกต์ใช้งานได้ตามสถานการณ์จริง (Apply : A)



รูปที่ 1 รูปแบบการจัดการเรียนรู้เชิงรุกทางเทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อการจัดการอาชีวศึกษา สำหรับหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงทางการบัญชี

4.2 ผลการประเมินคุณภาพของรูปแบบการจัดการเรียนรู้เชิงรุกทางเทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อการจัดการอาชีวะ พบว่า

4.2.1 ประสิทธิภาพของรูปแบบการจัดการเรียนรู้เชิงรุกทางเทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อการจัดการอาชีวะ

ตารางที่ 1 ผลการหาประสิทธิภาพของรูปแบบการจัดการเรียนรู้เชิงรุกทางเทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อการจัดการอาชีวะ

ประสิทธิภาพ	คะแนนเต็ม	คะแนนเฉลี่ย	ค่าเฉลี่ยร้อยละ	ค่าประสิทธิภาพ
E ₁	90	79.30	88.11	88.11
E ₂	60	51.46	85.77	85.77

จากตารางที่ 1 รูปแบบการจัดการเรียนรู้เชิงรุกทางเทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อการจัดการอาชีวะมีประสิทธิภาพ (E₁/E₂) เท่ากับร้อยละ 88.11/85.77 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ 80/80

4.2.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ตารางที่ 2 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้เชิงรุก

	n	Mean	S.D.	Mean	S.D.	95% CI	p-value
				an		Lo Up	
				diff.		wer per	ue
ก่อนการพัฒนา	37	43.43	3.21	8.05	2.98	7.06 9.04	0.001*
หลังการพัฒนา	3	51.49	3.30				
	7						

*p-value < 0.05

จากตารางที่ 2 ภายหลังการพัฒนาพบว่า นักศึกษาที่ผ่านการเรียนการสอนตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้เชิงรุกทางเทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อการจัดการอาชีวะ สำหรับหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงทางการบัญชี มีผลต่างของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเพิ่มขึ้นมากกว่าก่อนการพัฒนาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p-value = 0.001) โดยมีผลต่างของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเพิ่มขึ้นเท่ากับ 8.05 คะแนน (95% CI : 7.06–9.04)

4.2.3 ความพึงพอใจนักศึกษามีความพึงพอใจต่อรูปแบบการจัดการเรียนรู้เชิงรุกทางเทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อการจัดการอาชีวะ สำหรับหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงทางการบัญชีอยู่ในระดับมาก (Mean = 4.18, S.D. = 0.28)

5. อภิปรายผลการวิจัย

5.1 รูปแบบการจัดการเรียนรู้เชิงรุกทางเทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อการจัดการอาชีวะ สำหรับหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงทางการบัญชีมีองค์ประกอบดังนี้คือ หลักการ วัตถุประสงค์ และกระบวนการจัดการเรียนการสอน 7 ขั้นตอน คือ ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement : E) ขั้นเชื่อมโยงปัญหา (Transfer : T) ขั้นระดมสมอง (Brainstorming : B) ขั้นสังเกตการณ์ (Observe : O) ขั้นนำไปปฏิบัติสร้างชิ้นงาน (Practice : P) ขั้นสะท้อนคิด (Reflect : R) และขั้นนำไปใช้งานจริง (Apply : A) ระบบสังคม หลักการตอบสนองสิ่งสนับสนุนและเงื่อนไขการนำไปใช้

การพัฒนากระบวนการจัดการเรียนรู้เชิงรุกทางเทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อการจัดการอาชีวะ สำหรับหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงทางการบัญชีโดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คน ได้ค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ 0.80-1.00 ซึ่งมีความเหมาะสมและสอดคล้องกับจิราภรณ์ พิมพ์ใจ [16] ซึ่งพบว่า 1) รูปแบบการเรียน

การสอนตามทฤษฎีการสร้างความรู้เพื่อส่งเสริมความสามารถในการเรียนรู้ของนักศึกษาพยาบาลที่พัฒนาขึ้นผ่านการตรวจสอบประสิทธิภาพโดยผู้เชี่ยวชาญมีชื่อว่า “รูปแบบการเรียนการสอนพาร์เซ (PARCE Model)” ประกอบด้วยกระบวนการเรียนการสอน 5 ขั้นตอนได้แก่ขั้นเตรียมความพร้อมสำหรับการเรียนรู้ (Preparation : P) ขั้นเรียนรู้และฝึกปฏิบัติ (Action:A) ขั้นสะท้อนความคิด (Reflection : R) ขั้นสร้างความรู้(Construction : C)และขั้นประเมินผล (Evaluation : E); นัทธิรัตน์ พิระพันธุ์ [17] พบว่ารูปแบบของการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเพื่อพัฒนาทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 สำหรับผู้เรียนในระดับอุดมศึกษา ประกอบด้วยลักษณะการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารใน 4 ลักษณะที่สัมพันธ์กัน ได้แก่ การนำเสนอเนื้อหาอย่างมีพลัง การสืบค้นสาระความรู้ การสร้างและเผยแพร่ผลงาน และการปฏิสัมพันธ์และการสะท้อนกลับ ประเมินความเหมาะสมของรูปแบบดังกล่าวโดยผู้ทรงคุณวุฒิทางด้านเทคโนโลยีทางการศึกษา จำนวน 7 ท่าน พบว่า ดัชนีความสอดคล้องอยู่ระหว่าง 0.86-1.00 ; วิชัย กงพลนันท์ [18] ได้พัฒนารูปแบบการเรียนการสอนแบบผสมผสานที่พัฒนาขึ้นมีชื่อเรียกว่า SMOLA Model มีองค์ประกอบของกระบวนการจัดการเรียนการสอน 5 ขั้นตอน ได้แก่ 1) ขั้นตอนจัดการเรียนการสอนแบบสถานการณ์จำลอง (Simulation) 2) ขั้นตอนจัดการเรียนการสอนด้วยวิธีสอนแบบ (MIAP) 3) ขั้นตอนจัดการเรียนการสอนผ่านระบบออนไลน์ (Online) 4) ขั้นฝึกทักษะชีวิตจริงในสถานประกอบการ (Life Skills) และ 5) ขั้นการวัดและประเมินผล (Assessment) ; จิรภา อรรถพร และประกอบ กรณีกิจ [14] ได้พัฒนารูปแบบการสอนเชิงรุกออนไลน์เพื่อส่งเสริมพฤติกรรมการเรียนรู้ 5 ขั้นตอนคือ ขั้นศึกษาค้นคว้า (Action) ขั้นเชื่อมโยงปัญหา (Transfer) ขั้นระดมสมอง (Brainstorming) ขั้น

สังเกตการณ์ (Observation) และขั้นสะท้อนคิด (Reflection)

5.2 รูปแบบการจัดการเรียนรู้เชิงรุกทางเทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อการจัดการอาชีพสำหรับหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงทางการบัญชีมีประสิทธิภาพ (E_1/E_2) เท่ากับ 88.11/85.77 สูงกว่าเกณฑ์ 80/80 ที่ตั้งไว้เช่นเดียวกับจิราภรณ์ พิมพ์ใส [16] ได้พัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามทฤษฎีการสร้างความรู้เพื่อส่งเสริมความสามารถในการเรียนรู้ของนักศึกษาพยาบาลมีประสิทธิภาพเท่ากับร้อยละ 80.88/82.75 เมื่อเทียบกับเกณฑ์ 80/80 ปรากฏว่าสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ; วิชัย กงพลนันท์ [18] ประสิทธิภาพของรูปแบบการเรียนการสอนแบบผสมผสานเท่ากับ 83.87/82.75 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด ; จิรภา อรรถพร และประกอบ กรณีกิจ [14] ผู้เรียนได้เรียนรู้อะไรบ้างจากสิ่งที่เรียนกิจกรรมในทุก ๆ ขั้นตอน นอกจากผู้เรียนจะได้ลงมือปฏิบัติกิจกรรมการเรียนการสอนด้วยตนเองแล้ว ผู้สอนจะเข้ามาสังเกตร่องรอยพฤติกรรม การเรียนของผู้เรียน พร้อมให้คำแนะนำและความช่วยเหลือในการทำกิจกรรมต่างๆ รวมถึงให้ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมอีกด้วย ; นนทสิทธิ์ ธาตาวิทย์ [13] กิจกรรมที่ผู้สอนจัดให้กับนักศึกษา มีความเหมาะสมในระดับมาก โดยนักศึกษาแสดงความคิดเห็นว่าผลที่นักศึกษาได้รับมากที่สุด คือ กิจกรรมที่ผู้สอนจัดส่งเสริมให้นักศึกษาเรียนรู้ร่วมกัน รองลงมาคือ ช่วยพัฒนาทักษะการทำงานเป็นทีม นักศึกษาสามารถนำกิจกรรมไปประยุกต์ใช้ในการฝึกสอนได้ในอนาคต ฝึกการนำเสนอหน้าชั้นเรียน และมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนการสอน ส่วนคุณลักษณะผู้สอน นักศึกษามีความคิดเห็นว่ามีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด คือ ผู้สอนมีความรู้ความสามารถในการสอนมีค่าเฉลี่ยในระดับมากที่สุด รองลงมาคือผู้สอนมีความพร้อมในการสอน ผู้สอนเป็นผู้อำนวยความสะดวกและกระตุ้นให้นักศึกษาเกิดการเรียนรู้และสอดคล้องกับ

อดุลย์ ภัยชำนาญ, วิชัย นภาพงศ์ และผ่องศรี วาณิชยศุภวงศ์ [19] พบว่า รูปแบบการเรียนการสอนแบบผสมผสานในรายวิชาเทคโนโลยีและนวัตกรรมทางการศึกษาที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพ 84.22/83.88

5.3 ภายหลังการพัฒนา พบว่า นักศึกษาที่ผ่านการเรียนการสอนตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้เชิงรุกทางเทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อการจัดการอาชีพ สำหรับหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงทางการบัญชี มีผลต่างของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเพิ่มขึ้นมากกว่าก่อนการพัฒนา โดยมีต่างของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเพิ่มขึ้นเท่ากับ 8.05 คะแนน สอดคล้องสมมติฐานที่ผู้วิจัยตั้งไว้ และสอดคล้องกับงานวิจัยของปณิตา วรณศิริ [20] ซึ่งพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาสุนทรียศาสตร์ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพปีที่ 2 สาขาวิชาคอมพิวเตอร์กราฟิก ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนแตกต่างกันแสดงว่าผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน; จิราภรณ์ พิมพ์ใส [16] ความสามารถในการเรียนรู้ของนักศึกษาพยาบาลที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนตามทฤษฎีการสร้างความรู้กับรูปแบบการเรียนการสอนปกติแตกต่างกันโดยคะแนนความสามารถในการเรียนรู้สูงกว่านักศึกษาพยาบาลที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนปกติ ; วิชัย กองพลนันท์ [18] ; ความรู้ของผู้เรียนหลังเรียนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนแบบผสมผสานเพิ่มขึ้นร้อยละ 51.154 หลังเรียนผู้เรียนที่ด้วยรูปแบบการเรียนการสอนแบบผสมผสานกับรูปแบบการเรียนการสอนแบบปกติมีความรู้แตกต่างกัน โดยผู้เรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่ากลุ่มควบคุมและทักษะของผู้เรียนหลังเรียนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนแบบผสมผสานโดยรวมอยู่ในระดับดีมาก ; เบญจพร สว่างศรี [12] พฤติกรรมการเรียนรู้ของนักศึกษาที่ได้รับการสอนคณิตศาสตร์แบบเชิงรุกภาพรวมอยู่ในระดับมาก (Mean= 4.21) ผลสัมฤทธิ์ทางการ

เรียนของนักศึกษาที่ได้รับจากการจัดกิจกรรมการเรียนแบบเชิงรุกเท่ากับร้อยละ 80.85 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 65.0 ; ปณิตา วรณศิริ และชลิติ กังวาราวุฒิ [21] ความคิดสร้างสรรค์และคุณภาพผลงานสร้างสรรค์ตามแนวเศรษฐกิจสร้างสรรค์ของนักศึกษามีความสัมพันธ์กัน และสอดคล้องกับงานวิจัยของอดุลย์ ภัยชำนาญ, วิชัย นภาพงศ์ และผ่องศรี วาณิชยศุภวงศ์ [19] พบว่า ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนแบบผสมผสานในรายวิชาเทคโนโลยีและนวัตกรรมทางการศึกษา พบว่า ผลการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

5.4 นักศึกษามีความพึงพอใจต่อรูปแบบการจัดการเรียนรู้เชิงรุกทางเทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อการจัดการอาชีพ สำหรับหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงทางการบัญชี โดยรวมอยู่ในระดับมาก (Mean= 4.18, S.D. = 0.28) สอดคล้องกับผลการวิจัยของน้ำลิน เทียมแก้ว และรุ่งเรือง สิทธิจันทร์ [22] พบว่า นิสิตมีความพึงพอใจต่อการจัดบริการเชิงรุก โดยรวมอยู่ในระดับมาก (Mean=4.11) โดยผู้ใช้บริการได้รับประโยชน์ (Mean = 4.48) และได้รับความรู้หลังเข้าร่วมโครงการ (Mean = 4.30) และเสนอแนะให้มีช่องทางในการขอใช้บริการผ่านระบบออนไลน์ ; วิชัย กองพลนันท์ [18] ผู้เรียนมีความพึงพอใจต่อรูปแบบการเรียนการสอนแบบผสมผสานโดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด และสอดคล้องกับงานวิจัยของอดุลย์ภัยชำนาญ, วิชัย นภาพงศ์ และผ่องศรี วาณิชยศุภวงศ์ [19] พบว่า นักศึกษามีความพึงพอใจต่อรูปแบบการเรียนแบบผสมผสาน (Mean =3.79, S.D. = 0.11) ซึ่งอยู่ในระดับความพึงพอใจมาก ผลการวิจัยครั้งนี้ชี้ให้เห็นว่ารูปแบบการเรียนการสอนแบบผสมผสานในรายวิชาเทคโนโลยีและนวัตกรรมทางการศึกษานี้มีประสิทธิภาพเป็นไปตามเกณฑ์และมีความเหมาะสมที่จะนำไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนต่อไป

กล่าวโดยสรุปได้ว่าการเรียนรู้เชิงรุกเป็นรูปแบบการเรียนการสอนที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้ ส่งผลให้นักศึกษาได้พัฒนาทักษะการแสวงหาความรู้ด้วยตนเองทักษะการคิดขั้นสูงการแก้ปัญหาและการนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันหรือต่อยอดในอนาคตทั้งนี้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้จะประสบผลสำเร็จหรือไม่ขึ้นขึ้นอยู่กับองค์ประกอบหลายอย่าง เช่น ครูผู้สอน นักศึกษา และบรรยากาศในการเรียนรู้โดยเฉพาะครูผู้สอนจะต้องมีความเข้าใจถึงธรรมชาติและขั้นตอนของการเรียนรู้เชิงรุกมีทักษะในการเลือกเนื้อหารายวิชาและควรสร้างบรรยากาศในการเรียนให้นักศึกษาได้กล้าพูดกล้าตอบและมีความสุขในการเรียนรู้ต่อไป

6. ข้อเสนอแนะ

6.1 ข้อเสนอแนะเชิงนโยบาย

6.1.1 สถาบันศึกษาที่จัดการศึกษาสายอาชีวศึกษาและเทคโนโลยีควรที่พัฒนาแผนการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ให้เป็นการจัดการเรียนรู้เชิงรุกทุกรายวิชา พัฒนาศักยภาพครูผู้สอน และสร้างแรงจูงใจให้ครูผู้สอนร่วมพัฒนาทักษะการจัดการเรียนรู้เชิงรุกของตนเองและนักศึกษา

6.1.2 พัฒนาเครือข่ายความร่วมมือในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นในเรื่องทักษะการจัดการเรียนรู้เชิงรุก โดยร่วมมือกับสถาบันที่จัดการเรียนการสอนสายอาชีวศึกษาและเทคโนโลยีอื่นๆ เพื่อนำรูปแบบการเรียนการสอนนี้ไปประยุกต์ใช้หรือพัฒนาแบบการเรียนการสอนในลักษณะอื่นๆ ภายใต้อาชีพของรายวิชานั้นๆ

6.2 ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งนี้

6.2.1 การนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้เชิงรุกทางเทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อการจัดการอาชีพ สำหรับหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงทางการบัญชีไป

ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนครูผู้สอนควรกำหนดกิจกรรมย่อยในแต่ละขั้นทั้ง 7 ขั้น เพิ่มเติม คือ ขั้นเตรียมการ ขั้นดำเนินการ และขั้นประเมินผล

6.2.2 หลังการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนในแต่ละครั้งเสร็จ ครูผู้สอนใช้เวลาร่วมกับนักศึกษาประมาณ 5 นาทีเพื่อทบทวนการเรียนการสอนในครั้งที่ผ่านมาในประเด็นที่ว่า “เราทำอะไรได้ดีที่สุด เราทำอะไรได้ไม่ดีเลย และในครั้งต่อไปเราจะปรับปรุงการเรียนการสอนร่วมกันอย่างไร” แจ้งนักศึกษาว่าครั้งต่อไปเราจะเรียนอะไร และจะต้องเตรียมอะไรบ้าง

6.2.3 การจัดการเรียนรู้ควรเป็นกลุ่มขนาดเล็ก 4-6 คน เพื่อให้บรรยากาศแลกเปลี่ยนเรียนรู้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งขึ้นอยู่กับวิธีการที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ด้วยปฏิสัมพันธ์ภายในกลุ่มเป็นสิ่งสำคัญ ผู้สอนควรเอื้อให้เกิดการช่วยเหลือและร่วมมือกันในการเรียนรู้

6.2.4 การเรียนรู้แบบเชิงรุกสามารถช่วยให้นักศึกษาสร้างความรู้ได้ด้วยตนเองก็ตามแต่ครูผู้สอนจะต้องมีส่วนช่วยในการตั้งประเด็นคำถามในชั้นสร้างความสนใจ ซึ่งจะทำให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ดีขึ้น โดยเฉพาะการสอนในช่วงแรกๆ

6.2.5 การจัดกิจกรรมแบบเชิงรุกจะต้องใช้เวลาในการจัดกิจกรรมแต่ละขั้นตอนดังนั้นครูผู้สอนจะต้องมีการกำหนดเวลาอย่างชัดเจนว่าจะใช้เวลาจำนวนกี่นาที และควบคุมเวลาให้นักศึกษารู้จักบริหารเวลาเพื่อไม่ให้กระทบกับเวลาการจัดกิจกรรมในขั้นต่อไป

6.2.6 การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนตามแนวคิดการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้เชิงรุก ครูผู้สอนมีบทบาทสำคัญในการจัดเตรียมกิจกรรมและสิ่งอำนวยความสะดวกต่างๆ ให้พร้อมสำหรับการเรียนการสอนในแต่ละครั้งรวมทั้งจัดหาทีมงานที่จะเสริมพลังในการ

พัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการเรียนรู้
เชิงรุกของนักศึกษาให้มีประสิทธิภาพสูงสุด

6.3 ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยต่อไป

6.3.1 ควรวิจัยและพัฒนา รูปแบบการจัดการ
เรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้เชิงรุก (Active Learning)
เพื่อส่งเสริมทักษะอื่นๆ หรือความสามารถในการเรียนรู้
ด้านต่างๆ หรือใช้วิธีวิทยาอื่นๆ โดยเน้นการวิจัยประยุกต์
เพื่อให้ได้ผลการวิจัยที่นำไปสู่การปฏิบัติได้

6.3.2 ควรวิจัยและพัฒนา รูปแบบการจัดการ
เรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้เชิงรุกในรายวิชาที่เป็น
ภาคทฤษฎี เพื่อพัฒนาทักษะด้านการคิดแบบต่าง ๆ โดย
เลือกใช้กลวิธีการเรียนรู้ที่เหมาะสม

6.3.3 ควรวิจัยและพัฒนา การจัดการเรียนรู้
ที่ส่งเสริมทักษะด้านการคิดของผู้เรียน โดยใช้แนวคิดการ
จัดการเรียนรู้แบบอื่นๆ ที่สามารถนำมาใช้ในการ
พัฒนาการคิดได้

6.3.4 ควรวิจัยและพัฒนา การจัดการเรียน
การสอน โดยใช้วิธีวิทยาที่เน้นการแก้ไขปัญหาและการ
นำไปใช้นั้น ควรใช้กลุ่มตัวอย่างที่ครอบคลุมทั้งผู้เรียน
ผู้สอน และผู้เกี่ยวข้องในเชิงนโยบาย เพื่อให้ได้
ผลการวิจัยที่นำไปสู่ข้อเสนอทั้งในเชิงนโยบายและเชิง
ปฏิบัติได้

6.3.5 ควรวิจัยและพัฒนา รูปแบบการจัดการ
เรียนรู้ เพื่อส่งเสริมให้นักศึกษาสาขาวิชาชีพการบัญชีมี
คุณลักษณะเป็นบุคคลที่มีคุณธรรมจริยธรรม เช่น ความ
ซื่อสัตย์ มีความรับผิดชอบ มีไม่เห็นแก่ตัว มีจิตอาสา
มีน้ำใจกับเพื่อนรอบข้าง มีความละเอียดรอบคอบ
ตลอดจนมีกระบวนการในการนำเสนอ และกล้า
แสดงออก

7. กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยครั้งนี้สำเร็จสมบูรณ์ได้ด้วยดีด้วยความ
กรุณาและความช่วยเหลืออย่างดียิ่งจากอาจารย์ยุพิน พิม

ศร ผู้อำนวยการวิทยาลัยอาชีวศึกษาร้อยเอ็ด และ
อาจารย์ ดร.เสฐียรพงษ์ ศิวินา ที่ได้กรุณาให้คำปรึกษา
คำแนะนำ ข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์ และช่วย
ตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ตลอดจนคอยสนับสนุน
และเป็นกำลังใจมาโดยตลอด จึงขอขอบพระคุณไว้ ณ
โอกาสนี้ ขอขอบพระคุณคณะครูผู้สอนแผนกวิชา
คอมพิวเตอร์ธุรกิจ แผนกวิชาการบัญชีและนักศึกษา
หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง แผนกวิชาการ
บัญชีทุกท่านที่ให้ความร่วมมือในการจัดกิจกรรมการ
เรียนรู้เชิงรุก และเป็นกลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

- [1] สำนักผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิจัยและพัฒนา
การศึกษา.(2559). รายงานการวิจัย
แนวโน้มภาพอนาคตการศึกษาและการ
เรียนรู้ของไทยในปี พ.ศ. 2573. กรุงเทพฯ:
สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. หน้า 1-3.
- [2] วิทยาลัยอาชีวศึกษาร้อยเอ็ด. (2559).รายงาน
การประเมินตนเองประจำปี. วิทยาลัยอาชีว
ศึกษาร้อยเอ็ด.
- [3] Bonwell, Charles C., and James. A. Eison.
(1991). **Active Learning ; Creating
Excitement in the Classroom.**ASHE-
ERIC Higher Education Report No. 1.
Washington, D.C.: The George Washington
University, School of Education and
Human Development.
- [4] Meyers, C. and Jones, T. (1993).
**Promoting active learning: strategies
for the college classroom.**San
Francisco: Jossey-Bass.

- [5] Felder, R. M., & Brent, R. Navigating the Bumpy Road to Student-Centered Instruction. *Journal of College Teaching*. 44 (2), 43-47, 1996.
- [6] เมฆ ทรงอาจ. (2558). รูปแบบการเรียนการสอนรายวิชาจิตวิทยาสำหรับครู (200204) โดยใช้การสอนแบบมีส่วนร่วมของนิสิตปริญญาตรี. มหาวิทยาลัยมหาจุฬาลงกรณราชวิทยาลัย วิทยาเขตขอนแก่น, 300 หน้า.
- [7] สำนักงานรับรองมาตรฐานและประเมินคุณภาพการศึกษา (องค์การมหาชน). (2545). **หลักเกณฑ์และวิธีการประเมินคุณภาพภายนอกของสถานศึกษาขั้นพื้นฐาน**. กรุงเทพฯ : สมศ.
- [8] ปรียา สมพีช. การจัดการเรียนรู้เชิงรุกโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนด้วยกรณีศึกษา. **วารสารวิจัยราชภัฏพระนครสาขามนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์**. 11 (2): กรกฎาคม-ธันวาคม 2559 ; 260-270.
- [9] Colleen, J. **Designing Web-Based Instruction: Research and Rationale**. [Online]. 1996.
- [10] Sweller, J. (2006). The worked example effect and human cognition: Learning and Instruction. New Jersey: Educational Technologies.
- [11] เนาวนิตย์ สงคราม. (2555). การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนแบบผสมผสานด้วยการเรียนรู้เชิงรุกเพื่อสร้างองค์ความรู้และความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ สำหรับนิสิตนักศึกษาครุศาสตร์บัณฑิตในสถาบันอุดมศึกษาของรัฐ. **วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร**. 10 (2) : 2 (พฤศจิกายน 2555-มีนาคม 2556).
- [12] เบญจพร สว่างศรี .(2559). **ผลการจัดกิจกรรมการสอนคณิตศาสตร์เชิงรุกเพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาระดับปริญญาตรี**. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ. 103 หน้า.
- [13] นนทสิทธิ์ ธาดาวิทย์. การพัฒนาการจัดการเรียนรู้เชิงรุกในวิชาการจัดการเรียนรู้สาขาหลักสูตรและการสอน คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ธัญบุรี. **วารสารวิจัย UTK ราชมงคลกรุงเทพ**. 11 (1) : มกราคม-มิถุนายน 2560 ; 85-94.
- [14] จิรภา อรรถพร และประกอบ กรณีกิจ. (2557). การ พัฒนารูปแบบการสอนเชิงรุกออนไลน์ เพื่อส่งเสริม พฤติกรรมการเรียนรู้ของนิสิตปริญญาบัณฑิต. **วารสารอิเล็กทรอนิกส์ทางการศึกษา**. 9 (4) : 2557;122-136.
- [15] Cohen, L.; Manion, L.; & Morrison, K. (2007). **Research Methods in Education**. 6thed. London: Routledge.

- [16] จิราภรณ์ พิมพ์ใจใส .(2553). การพัฒนารูปแบบการเรียน การสอนตามทฤษฎีการสร้างความรู้เพื่อส่งเสริม ความสามารถในการเรียนรู้ของนักศึกษาพยาบาล. หลักสูตรปริญญาปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตร และการสอน บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร ; 231 หน้า.
- [17] นัทธีรัตน์ พิระพันธ์. การพัฒนารูปแบบการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร เพื่อพัฒนาทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 สำหรับผู้เรียนในระดับอุดมศึกษา. วารสารศึกษาศาสตร์. 25 (3) : กันยายน-ธันวาคม 2557; 19-34.
- [18] วิชัย กงพลนันท์ .(2557). การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนแบบผสมผสานเพื่อเสริมสร้างความรู้และทักษะสำหรับผู้เรียนอาชีวศึกษา. การประชุมทางวิชาการของคุรุสภาประจำปี 2557เรื่อง “การวิจัยเพื่อเพิ่มคุณภาพการศึกษาและการพัฒนาวิชาชีพ” กรุงเทพมหานคร: สำนักงานเลขาธิการคุรุสภา ; 241-249.
- [19] อุดุลย์ ภัยชำนาญ, วิชัย นภาพงส์ และ ผ่องศรี วาณิชคุงวงศ์. การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนแบบผสมผสานในรายวิชาเทคโนโลยีและนวัตกรรมทางการศึกษาของนักศึกษาหลักสูตรประกาศนียบัตรบัณฑิต สาขาวิชาชีพครู มหาวิทยาลัยอิสลามยะลา. วารสารวิชาการอัล-ฮิกมะฮฺ. มหาวิทยาลัยอิสลามยะลา.(6) :กรกฎาคม-ธันวาคม 2556; 11-22.
- [20] ปนัดดา วรกานต์วิวัฒน์ .(2558). การศึกษาประสิทธิภาพของชุดการสอนในรายวิชาสุนทรียศาสตร์ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 2 สาขาคอมพิวเตอร์กราฟิก. กลุ่มวิชาคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีวิทยาลัยอาชีวศึกษาสันติราษฎร์ในพระอุปถัมภ์ฯ.
- [21] ปณิดา วรรณพิรุณและชลิต กังวารารุฒิ. การพัฒนารูปแบบการสอนแบบส่งเสริมจินตนาการผ่านสื่อสังคมคลาวด์เพื่อเสริมสร้างทักษะการเรียนรู้ตามแนวเศรษฐกิจสร้างสรรค์. วารสารวิทยาศาสตร์แห่งมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี.13 (1) : มกราคม-มิถุนายน 2559; 72-80.
- [22] น้ำลिन เทียมแก้วและรุ่งเรือง สิทธิจันทร์. (2557). การพัฒนารูปแบบการบริการสารสนเทศเชิงรุกฉบับไว ทันใจผู้ใช้บริการ PULINET Journal.. 1 (3) : กันยายน-ธันวาคม 2557 ; หน้า 37- 43.

การสร้างและหาประสิทธิภาพเครื่องจ่ายคลอรีนจากปริมาณน้ำ
Construction and Performance Verification of Chlorine Dispenser
According to The Quantity of Water

สุธีร์ ก่อบุญขวัญ¹, โกมล เทโหปการ² และจิรพล บุญยัง³

^{1,2,3}สาขาวิชาเทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์ สังกัดวิทยาลัยเทคนิคสุราษฎร์ธานี จังหวัดสุราษฎร์ธานี รหัสไปรษณีย์ 84000

บทคัดย่อ

บทความนี้การวิจัยเรื่อง การสร้างและหาประสิทธิภาพเครื่องจ่ายคลอรีนจากปริมาณน้ำ มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้าง และเพื่อหาประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องจ่ายคลอรีนจากปริมาณน้ำ วิจัยดำเนินการวิจัยประกอบด้วย ศึกษาและรวบรวมข้อมูล ออกแบบ สร้าง และทดสอบเครื่องจ่ายคลอรีนจากปริมาณน้ำ เครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูลวิจัย คือ แบบบันทึกข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูล ใช้ผลการทดลองเปรียบเทียบค่าที่คำนวณได้ โดยการใช้การหาค่าเฉลี่ย และเปอร์เซ็นต์ความถูกต้อง ผลการวิจัยพบว่า

เครื่องจ่ายคลอรีนจากปริมาณน้ำ มีขนาดความกว้าง 20 เซนติเมตร ความยาว 35 เซนติเมตร ความสูง 55 เซนติเมตร มีช่องป้อนน้ำเข้า 1 ช่อง มีช่องป้อนคลอรีนเข้า 1 ช่อง มีช่องจ่ายคลอรีนออก 1 ช่อง และช่องจ่ายน้ำที่ผสมคลอรีนแล้ว 1 ช่อง มีส่วนประกอบสำคัญ คือ ไมโครคอนโทรลเลอร์ เซนเซอร์วัดการไหล และปั๊มแรงดันสูง มีแรงดัน 4.8 บาร์ 31 วัตต์ มีระบบการทำงาน 2 ระบบ

1) ระบบการจ่ายคลอรีนผสมกับน้ำแบบอัตโนมัติตามปริมาณน้ำที่ต้องการ ใช้เซนเซอร์วัดการไหล ของ น้ำ ส่ง สัญ ญาณ พัล ส์ อ อ ก มา ยัง ไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อคำนวณปริมาณน้ำที่เข้ามา และส่งจ่ายคลอรีนผ่านปั๊มแรงดันสูง ในอัตราส่วนที่ตั้งไว้

ซึ่งมีค่าความถูกต้องในระดับสูง คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ความถูกต้องเฉลี่ย เท่ากับ 98.18% และคลอรีนอิสระคงเหลือเฉลี่ย เท่ากับ 1.03 มิลลิกรัมต่อลิตร

2) ระบบการจ่ายคลอรีนจากปริมาณน้ำที่กำหนด ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ส่งจ่ายคลอรีนผ่านปั๊มแรงดันสูง ในปริมาณที่กำหนด ซึ่งมีค่าความถูกต้องในระดับสูง คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ความถูกต้องเฉลี่ย เท่ากับ 96.50% และคลอรีนอิสระคงเหลือเฉลี่ย เท่ากับ 0.52 มิลลิกรัมต่อลิตร

คำสำคัญ : เครื่องจ่ายคลอรีน, คลอรีนอิสระ, การทำลายเชื้อโรค

Abstract

The purpose of this study aims to construction and performance verification of the chlorine dispenser according to the quantity of water. Research methodology was divided into 4 parts as follows. Study and collecting data, designing, constructing and testing chlorine dispenser. Data record form was used as a research instrument to collect the information. The data from experiment results were analysed in term of means and percentage.

The chlorine dispenser is 20 cm. wide, 35 cm. long, and 55 cm. high. It has 1 water inlet, 1 chlorine inlet, 1 chlorine outlet, and 1 water outlet. The dispenser consists of microcontroller, flow sensor and a high pressure pump, 4.8 bar, 31 watt. Chlorine dispenser has 2 systems as follows:

1) Dispensing chlorine and water automatically according to the amount of water we need, using send pulse signal to microcontroller in order to calculate the quantity of water and provide the amount of chlorine through a high pressure pump. The chlorine was dispensed correctly according to the amount of water we need. (98.18%) The left-over free chlorine residual was 1.03 ppm.

2) Dispensing chlorine according to the amount of water specified microcontroller was used for dispensing chlorine through high pressure pump. The chlorine was dispensed correctly according to the amount of water specified. (96.50%) The left-over free chlorine residual is 0.52 ppm.

Keywords : Chlorine dispenser, Free chlorine residual, Disinfection

1. บทนำ

น้ำเป็นสารประกอบที่พบมากถึง 3 ใน 4 ส่วนของพื้นโลก และในร่างกายของมนุษย์ มีอยู่ถึง 2 ใน 3 ของน้ำหนักตัว นอกจากนั้น น้ำยังถูกนำไปใช้ในการอุปโภค และบริโภคในชีวิตประจำวัน จากข้อมูลของการประปาพบว่า ในครัวเรือนทั่วไป จะมีอัตราการใช้น้ำเฉลี่ยสูงถึง 200 ลิตรต่อคนต่อวัน ดังนั้นจะต้องมีปริมาณ

น้ำที่พอเพียงและมีคุณภาพที่เหมาะสมกับการอุปโภค และบริโภค มีใช้น้ำที่มีสารปนเปื้อน ซึ่งอาจเป็นอันตรายต่อสุขภาพได้ ดังนั้นน้ำสะอาดจึงเป็นสิ่งจำเป็นต่อการดำรงชีวิต โดยน้ำสะอาดที่ใช้กันในปัจจุบัน มีการใช้คลอรีนในการกำจัดเชื้อโรคที่อยู่ในน้ำซึ่งเป็นที่นิยมกันมาก ซึ่งส่วนใหญ่จะผสมกับน้ำเพื่อต้องการกำจัดเชื้อโรคที่อยู่ภายในน้ำที่ใช้กันในบ้านเรือน การประปาเป็นอีกหนึ่งแห่งที่มีการใช้คลอรีนในการผสมกับน้ำที่จ่ายน้ำให้กับประชาชน ซึ่งวิธีนี้นิยมนำมาใช้ในการผลิตน้ำประปา เนื่องจากการใช้วิธีอื่น ๆ ในการฆ่าเชื้อโรคที่อยู่ในน้ำ เช่น การฆ่าเชื้อโรคด้วยวิธีการใช้ความร้อน การใช้รังสีอุตราไวโอเลตหรือการใช้โอโซน ซึ่งจะเสียค่าใช้จ่าย และใช้พลังงานสูง การผลิตน้ำประปาจึงนิยมใช้คลอรีนเนื่องจากราคาถูกและใช้งานได้ง่ายกว่าวิธีอื่น ๆ [1] อีกทั้งคลอรีนเป็นที่นิยมใช้กันหลายประเทศทั่วโลก เพื่อฆ่าเชื้อโรคที่อยู่ในน้ำประปาเพื่อนำไปจ่ายให้กับบ้านเรือนของแต่ละพื้นที่ โดยมาตรฐานสากลของสหประชาชาติประกาศให้ปี 2525-2534 เป็นปีทศวรรษน้ำสะอาดทั่วโลก เพื่อจัดทำแผนงานและระบบการประปาให้แก่ประชาชนให้มีมาตรฐานสากลโลก [2] น้ำประปาต้องระมัดระวังการใช้คลอรีน และควบคุมให้อยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสม คลอรีนน้ำใช้งานง่าย และสะดวกไม่มีกากปนขาวตกค้าง และระบายทิ้งให้เกิดสกปรกในบริเวณการประปา เป็นการรักษาสภาพแวดล้อมให้ดูสวยงามและมั่นใจได้ว่าผู้ใช้น้ำต้องปลอดภัยจากเชื้อโรคที่ปะปนมากับน้ำประปา แม้จะมีข้อดีในการกำจัดเชื้อโรคและแบคทีเรียต่าง ๆ ได้ดีแต่ก็สามารถสร้างสารเคมีที่เป็นอันตรายทำให้เกิดมะเร็งได้ถ้าเติมปริมาณคลอรีนไม่ได้สัดส่วนกับปริมาณน้ำ

ปัจจุบันการใช้น้ำมีปริมาณสูงมากขึ้นทุกปี แต่แหล่งน้ำตามธรรมชาติกลับมีน้อยลงโดยเฉพาะในฤดูร้อน ดังนั้นจึงทำให้มีการกำหนดสูตรขึ้นมาเพื่อคำนวณปริมาณคลอรีนที่มีอัตราส่วนที่เหมาะสมกับ

ปริมาณน้ำที่ต้องการ เพื่อป้องกันการเกิดสารเคมี และลดกลิ่นความเป็นกรดของน้ำ แต่ทว่าในการใช้สูตรนั้นยุ่งยาก เนื่องจากคุณภาพของน้ำดิบที่เข้ามาในแต่ละช่วงเวลามีคุณภาพของน้ำที่ต่างกัน ทำให้การกำหนดปริมาณของคลอรีนไม่เป็นไปตามสูตร เป็นผลให้น้ำประปาที่จ่ายให้กับผู้บริโภคมีคุณภาพน้ำที่ไม่คงมีปริมาณคลอรีนน้อยกว่าปกติบ้าง จึงฆ่าแบคทีเรียหรือเชื้อโรคได้ไม่ดี หรือมีปริมาณคลอรีนมากเกินไปที่ต้องการบ้าง ทำให้เกิดอันตรายจากผลของคลอรีนประกอบกับในปัจจุบันประชาชนหรือชุมชนหลายแห่งสามารถหาแหล่งน้ำดิบได้เอง เช่น น้ำบาดาล น้ำบ่อน้ำสระ น้ำจากแหล่งธรรมชาติต่างๆ แต่น้ำดิบเหล่านี้ผู้บริโภคไม่ทราบได้ว่ามีแบคทีเรียหรือเชื้อโรคปะปนอยู่หรือไม่ ซึ่งการใช้คลอรีนในการฆ่าเชื้อโรคจึงเป็นทางเลือกหนึ่งที่สะดวกที่สุด แต่ประชาชนโดยทั่วไปไม่มีความรู้เพียงพอในการใช้ปริมาณคลอรีนให้เหมาะสมกับปริมาณน้ำดิบที่มีอยู่

ดังนั้นทางผู้วิจัย จึงมีแนวคิดที่จะสร้างเครื่องจ่ายคลอรีนจากปริมาณน้ำ เพื่อส่งเสริมให้ประชาชนทั่วไป หรือชุมชนสามารถกำหนดปริมาณคลอรีนให้เหมาะสมกับปริมาณน้ำดิบที่ต้องการปรับปรุงคุณภาพเพื่อนำไปอุปโภค บริโภค และยังช่วยลดความเสี่ยงที่จะก่อให้เกิดแบคทีเรียหรือเชื้อโรค การเป็นกรดของน้ำกลิ่นของคลอรีน รวมถึงช่วยลดความเสี่ยงของสารเคมีที่เป็นอันตรายเข้าสู่ร่างกายของผู้บริโภค

2. วัตถุประสงค์

- 2.1 เพื่อสร้างเครื่องจ่ายคลอรีนจากปริมาณน้ำ
- 2.2 เพื่อหาประสิทธิภาพเครื่องจ่ายคลอรีนจากปริมาณน้ำ

3. แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

3.1 การบำบัดน้ำเสีย

การบำบัดน้ำเสีย (Waste Water Treatment) หมายถึง การดำเนินการเปลี่ยนสภาพของเสียในน้ำเสียให้อยู่ในสภาพที่เหมาะสมพอที่จะไม่ทำให้เกิดปัญหาต่อแหล่งรับน้ำเสียนั้นๆ ซึ่งวิธีการบำบัดน้ำเสียแบ่งได้ 3 ประเภท ได้แก่ การบำบัดน้ำเสียด้วยวิธีทางกายภาพ การบำบัดน้ำเสียด้วยวิธีทางเคมี และการบำบัดน้ำเสียด้วยวิธีทางชีวภาพ

การบำบัดน้ำเสียด้วยวิธีทางเคมี (Chemical Wastewater Treatment) การบำบัดด้วยวิธีทางเคมีเป็นการใช้สารเคมีหรือการทำให้เกิดปฏิกิริยาเคมีเพื่อบำบัดน้ำเสีย โดยมีวัตถุประสงค์ดังนี้

- 1) เพื่อรวมตะกอนหรือของแข็งแขวนลอยขนาดเล็กในน้ำเสียให้มีขนาดโตพอที่จะตกตะกอนได้ง่าย ซึ่งเรียกตะกอนดังกล่าวว่า Floc และกระบวนการดังกล่าวว่า การสร้างตะกอน (Coagulation) และการรวมตะกอน (Flocculation)

- 2) เพื่อให้ของแข็งที่ละลายในน้ำเสียให้กลายเป็นตะกอน หรือทำให้ไม่สามารถละลายน้ำได้ เรียกกระบวนการดังกล่าวว่า การตกตะกอนผลึก (Precipitation)

- 3) เพื่อทำการปรับสภาพน้ำเสียให้มีความเหมาะสมที่จะนำไปบำบัดด้วยกระบวนการอื่นต่อไป เช่น การทำให้น้ำเสียมีความเป็นกลางก่อนแล้วนำไปบำบัดด้วยวิธีทางชีวภาพ เป็นต้น

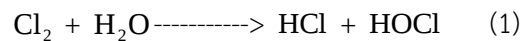
โดยทั่วไปแล้วการบำบัดน้ำเสียด้วยวิธีทางเคมีนี้มักจะทำร่วมกันกับหน่วยบำบัดน้ำเสียทางกายภาพ ตัวอย่างเช่น กระบวนการบำบัดน้ำเสียทางเคมีโดยการใช้สารเคมีเพื่อทำให้เกิดตะกอน เป็นต้น ในปัจจุบันนี้มีการใช้หน่วยบำบัดน้ำเสียด้วยวิธีทางเคมีหลายอย่างด้วยกันแต่ละขอกกล่าวเฉพาะที่ถูกนำมาใช้ในการบำบัดน้ำเสียเป็นส่วนใหญ่ คือ การตกตะกอนโดยใช้สารเคมี

การทำให้เป็นกลาง และการทำลายเชื้อโรค การตกตะกอนโดยใช้สารเคมี (Chemical Coagulation หรือ Precipitation) เป็นการใส่สารเคมีช่วยตกตะกอน โดยให้เติมสารเคมี (Coagulant) ลงไปเพื่อเปลี่ยนสถานะทางกายภาพของของแข็งแขวนลอยที่มีขนาดเล็กให้รวมกันมีขนาดใหญ่ขึ้นเรียกกระบวนการดังกล่าวว่า (Flocculation) การทำให้เป็นกลาง (Neutralization) เป็นการปรับสภาพความเป็นกรด-ด่าง หรือพีเอชให้อยู่ในสภาพที่เป็นกลาง เพื่อให้เกิดความเหมาะสมที่จะนำไปบำบัดน้ำเสียในขั้นอื่นต่อไป โดยเฉพาะกระบวนการบำบัดน้ำเสียด้วยวิธีทางชีวภาพ ซึ่งต้องการน้ำเสียที่มีค่าพีเอชอยู่ในช่วง 6.5-8.5 แต่ก่อนที่จะปล่อยน้ำเสียที่ผ่านกระบวนการบำบัดดีแล้วลงสู่ธรรมชาติ ต้องปรับสภาพพีเอชอยู่ในช่วง 5-9 ถ้าพีเอชต่ำจะต้องปรับสภาพด้วยด่าง ต่างที่นิยมนำมาใช้คือ โซดาไฟ (NaOH) ปูนขาว (CaO) หรือแอมโมเนีย (NH₃) เป็นต้น และถ้ามีค่าพีเอชสูงต้องทำการปรับสภาพพีเอชให้เป็นกลางโดยใช้กรด กรดที่นิยมนำมาใช้ ได้แก่ กรดกำมะถัน (H₂SO₄) กรดเกลือ (HCl) หรือก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) การทำลายเชื้อโรค (Disinfection) การทำลายเชื้อโรคในน้ำเสียเป็นการทำลายจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรคโดยใช้เคมีหรือสารอื่นๆ โดยมีวัตถุประสงค์คือ เพื่อป้องกันกาแพร่กระจายของเชื้อโรคสู่คนและเพื่อทำลายห่วงโซ่ของเชื้อโรคและการติดเชื้อก่อนที่จะถูกปล่อยลงแหล่งน้ำธรรมชาติ ซึ่งสารเคมีที่ใช้ในการกำจัดเชื้อโรค ได้แก่ คลอรีน และสารประกอบคลอรีน ไบรมิน ไฮโอติน ไฮโซนฟีนอลและสารประกอบของฟีนอล แอลกอฮอล์ เป็นต้น ซึ่งคลอรีนเป็นสารเคมีที่นิยมใช้มาก

3.2 คลอรีน [3]

คลอรีน (Chlorine, Cl₂) เป็นก๊าซอีกชนิดหนึ่งที่ถูกนำมาใช้กันอย่างกว้างขวาง ทั้งในโรงงานอุตสาหกรรมและในบ้านเรือนรวมถึงอุบัติเหตุที่เกิดขึ้น

จากก๊าซคลอรีนในประเทศไทยที่เคยเกิดมาแล้วบ่อยครั้ง ดังนั้นจึงขอนำเสนอเรื่องที่น่าสนใจเกี่ยวกับก๊าซคลอรีน คลอรีน ในภาวะปกติเป็นก๊าซที่กลิ่นฉุนและมีความจำเพาะ ซึ่งใครที่เคยได้กลิ่นแล้วจะสามารถจำกลิ่นของมันได้ดี ก๊าซคลอรีนเมื่อทำปฏิกิริยากับน้ำจะให้กรดเกลือ (Hydrochloric Acid) และกรดไฮโปคลอรัส (Hypochlorous Acid) ตามสมการ



กรดไฮโปคลอรัสจะแตกตัวต่อไปเป็นกรดเกลือและออกซิเจนอิสระ (Oxygen Free Radical) ก๊าซคลอรีนจะมีฤทธิ์ระคายเคืองต่อเนื้อเยื่อต่างๆ ภายในของร่างกาย โดยมีฤทธิ์ในการกัดกร่อนมากกว่ากรดเกลือ 10-30 เท่า ความรุนแรงของการกัดกร่อนขึ้นกับปริมาณของก๊าซระยะเวลาที่สัมผัส และ ปริมาณน้ำในอวัยวะที่สัมผัส ก๊าซคลอรีนมีฤทธิ์เป็นสาร Oxidizing และฟอกสีได้ดี จึงมีการใช้ในอุตสาหกรรมผ้า กระดาษ หรือพลาสติก ขบวนการสังเคราะห์สารเคมีตัวอื่นเช่น Carbon Tetrachloride, Trichloroethylene, Trichloroethane, Vinyl Chloride สารเคมีกำจัดแมลง และสารเคมีกำจัดวัชพืชบางชนิด คลอรีนยังใช้เติมฆ่าเชื้อโรคในน้ำประปา สระว่ายน้ำ และบ่อบำบัดน้ำเสีย

3.2.1 ชนิดของคลอรีน

คลอรีนเป็นสารที่นิยมใช้กันมากในการทำลายเชื้อโรคในน้ำ ซึ่งประสิทธิภาพในการทำลายเชื้อโรคได้สูงและราคาถูก มีสีขาว แต่จะมีกลิ่นเหม็นเล็กน้อย สารคลอรีนโดยทั่วไปมี 2 ชนิด คือ คลอรีนชนิดก๊าซคลอรีน และคลอรีนชนิดผง

คลอรีนชนิดก๊าซคลอรีน มีลักษณะเป็นสีเหลืองแกมเขียว มีความหนาแน่นประมาณ 2.5 เท่าของอากาศ ก๊าซคลอรีนที่ผลิตได้จะมีอุณหภูมิและความชื้นสูง มีคุณสมบัติในการกัดกร่อนโลหะ โดยเฉพาะเหล็กอย่างรุนแรง ดังนั้นจึงจำเป็นต้องผ่านขบวนการลด

อุณหภูมิ และจัดความชื้นออกไปก่อนที่จะผ่านก๊าซ คลอรีนที่แห้งเข้าเครื่องเพิ่มความดันและเครื่องควบแน่น เพื่อเปลี่ยนสถานะจาก คลอรีนก๊าซเป็นของเหลว ลงสู่ถังเก็บทนความดันสูง พร้อมนำไปใช้และสะดวกต่อการขนส่ง และเมื่อเป็นของเหลว (คลอรีนน้ำ 99%) จะมีสีเหลืองใส มีความหนาแน่นเป็น 1.44 เท่าของน้ำ ซึ่งเป็นอันตรายต่อปอดและเนื้อเยื่อต่างๆ โดยจะทำให้เกิดการระคายเคืองต่อระบบหายใจ เยื่อจมูก และผิวหนัง ซึ่งผลกระทบที่เป็นอันตรายจากการสัมผัสกับก๊าซ คลอรีนที่จะเริ่มเห็นได้ชัดเจน คือที่ความเข้มข้นประมาณ 5 มิลลิกรัมต่อลิตร ขึ้นไป และที่ความเข้มข้น 5-10 มิลลิกรัมต่อลิตร จะทำให้การหายใจติดขัด น้ำตาไหล ระคายเคืองผิวหนัง ระคายเคืองปอด และเมื่อความเข้มข้นสูงขึ้น เช่น หากได้รับก๊าซคลอรีนในปริมาณ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร จะทำให้เสียชีวิตได้ ดังนั้นจึงต้องใช้ความระมัดระวัง และต้องมีผู้เชี่ยวชาญในการติดตั้งและควบคุมการทำงาน

3.2.2 ประโยชน์ของคลอรีน

ประโยชน์ของคลอรีน ใช้ฆ่าเชื้อแบคทีเรีย และจุลินทรีย์ใน น้ำดื่ม และน้ำในสระว่ายน้ำ ใช้ในอุตสาหกรรมผลิตกระดาษ ทำยาฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ ทำสีผสมอาหาร ยาฆ่าแมลง สี ผลิตภัณฑ์ปิโตรเลียม พลาสติก เวชภัณฑ์ อุตสาหกรรมเท็กไทล์ ฯลฯ ในทางอินทรีย์เคมี ใช้ธาตุนี้ทำปฏิกิริยาออกซิเดชันและทำปฏิกิริยาแทนที่ เพราะคลอรีนมีคุณสมบัติเคมีที่ต้องการใน สารประกอบอินทรีย์ เมื่อเข้าไปแทนที่ไฮโดรเจน (ในการผลิต ยาส่งเคราะห์) ใช้ในการผลิตคลอเรต (Chlorates) เช่น คลอโรฟอร์ม (Chloroform) คาร์บอนเตตระคลอไรด์ (Carbon Tetrachloride) และใช้ในการสกัด โบรมีน

3.2.3 การฆ่าเชื้อโรคด้วยคลอรีน [4]

การฆ่าเชื้อโรคด้วยคลอรีน สิ่งที่สำคัญที่สุดไม่ใช่ปริมาณของคลอรีนที่เติมลงไป ในน้ำ หากแต่

เป็นปริมาณของคลอรีนที่ตกค้างอยู่ในน้ำ (Chlorine Residual) ที่วัดได้หลังจากช่วงเวลาสัมผัส ซึ่งมีผลจากความเข้มข้นของคลอรีนอิสระ (Free Chlorine Residual) ความเข้มข้นและปริมาณของคลอรีนที่เติมลงในน้ำไม่ใช่สิ่งที่สำคัญที่สุดในการฆ่าเชื้อโรค หากแต่เป็นปริมาณคลอรีนอิสระที่เหลืออยู่ในน้ำ ซึ่งวัดได้หลังจากช่วงระยะเวลาสัมผัสอันหนึ่งแต่การเติมคลอรีนน้อยเกินไป จะไม่ทำให้เกิดคลอรีนอิสระขึ้นและอาจจะทำลายเชื้อโรคในน้ำได้ไม่ทั้งหมด แต่การเติมคลอรีนในปริมาณที่มากเกินไป จะทำให้น้ำมีกลิ่นฉุนของคลอรีนและทำให้รสชาติของน้ำเสียไปด้วย ทั้งยังเป็นการสิ้นเปลืองคลอรีนโดยใช่เหตุ นอกจากนี้ คลอรีนยังมีฤทธิ์กัดกร่อน อาจทำให้เครื่องมือและอุปกรณ์ต่างๆ เสียหายได้ ดังนั้น ในการเติมคลอรีนจึงต้องเติมในปริมาณที่พอเหมาะ คือ สามารถฆ่าเชื้อโรคได้หมด รวมทั้งก่อให้เกิดคลอรีนอิสระที่แนะนำ คือระหว่าง 0.2-0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร (0.2-0.5 ppm.) ณ เวลาสัมผัส 30 นาที กล่าวคือภายหลังจากที่ทำการเติมสารละลายคลอรีนไปแล้ว 30 นาที ต้องสามารถวัดปริมาณคลอรีนอิสระได้ระหว่าง 0.2-0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร

ระยะเวลาในการฆ่าเชื้อโรค (Duration of contact) ทั้งนี้โดยเริ่มตั้งแต่เวลาที่เติมสารละลายผงปูนคลอรีนลงไปในน้ำจนถึงเวลาที่ผู้ใช้เริ่มใช้น้ำเป็นรายแรกไม่ควรน้อยกว่า 30 นาที หรือถ้ามากกว่านั้นการฆ่าเชื้อโรคของสารละลายผงปูนคลอรีนก็จะมากขึ้นด้วย และทำให้กลิ่นลดลง

อุณหภูมิ (Temperature) ถ้าอุณหภูมิสูงประสิทธิภาพในการฆ่าเชื้อโรคของผงคลอรีนจะลดลง แต่ในทางตรงข้ามถ้าอุณหภูมิต่ำ ประสิทธิภาพในการฆ่าเชื้อโรคของผงปูนคลอรีนจะดีขึ้น

ความขุ่นของน้ำ (Turbidity) อนุภาคความขุ่นในน้ำอาจเป็นเกราะกำบังให้เชื้อโรค ทำให้คลอรีนไม่สามารถเข้าไปสัมผัสและฆ่าเชื้อโรคได้ ดังนั้น ถ้าต้องการให้คลอรีนมีประสิทธิภาพในการฆ่าเชื้อโรคได้ดี

จึงต้องทำให้น้ำมีความใสสูง คือ ต้องมีความขุ่นน้อยกว่า 10 NTU โดยการเติมสารส้ม เพื่อให้อนุภาคของความขุ่นจับตัวรวมกันตกตะกอน และผ่านถังกรอง

สภาพความเป็นกรด-ด่างของน้ำ (pH) มีผลต่อการฆ่าเชื้อโรคของคลอรีน เนื่องจากคลอรีนจะแตกตัวเป็นไฮโปคลอรัส (Hypochlorous : HOCl) ซึ่งมีอำนาจในการฆ่าเชื้อโรคได้ดีเมื่อน้ำมีสภาพเป็นกรดเล็กน้อย หาก pH สูงกว่า 7.5 จะทำให้เกิด OCl⁻ มากขึ้น ซึ่ง OCl⁻ นี้มีประสิทธิภาพในการฆ่าเชื้อโรคต่ำกว่า HOCl จะทำให้ต้องสิ้นเปลืองคลอรีนมากขึ้น และหากค่า pH สูงถึง 9.5 จะเกิด OCl⁻ ถึง 100%

3.3 บอร์ด Arduino [5]

Arduino อ่านว่า (อา-ดู-อิ-โน้ หรือ อาดูยโน้) เป็นบอร์ดไมโครคอนโทรเลอร์ตระกูล AVR ที่มีการพัฒนาแบบ Open Source คือมีการเปิดเผยข้อมูลทั้งด้าน Hardware และ Software ตัวบอร์ด Arduino ถูกออกแบบมาให้ใช้งานได้ง่าย สามารถดัดแปลง ในการต่ออุปกรณ์เสริมต่างๆ โดยผู้ใช้งานสามารถต่อวงจรอิเล็กทรอนิกส์จากภายนอกแล้วเชื่อมต่อเข้ามาที่ขา I/O ของบอร์ด

บอร์ด Arduino มีรูปแบบคำสั่งพื้นฐานไม่ซับซ้อน สามารถพัฒนาเพิ่มเติม เหมาะสำหรับผู้เริ่มต้นมี Arduino Community กลุ่มคนที่ร่วมกันพัฒนาที่แข็งแกร่ง Open Hardware ทำให้ผู้ใช้สามารถนำบอร์ดไปต่อยอดใช้งานได้หลายด้าน ในหลายๆประเภท ซึ่งเหมาะแก่การออกแบบควบคุมง่าย ๆ รวมไปถึงการออกแบบในงานอุตสาหกรรมที่ใช้ความซับซ้อนในการใช้งาน



รูปที่ 1 การใช้งานบอร์ด Arduino

บอร์ด Arduino นั้นเป็นที่นิยมกันแพร่หลายด้านเทคโนโลยีที่ทันสมัยในยุคปัจจุบันนั้นกลไกการทำงานของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่มีผลต่อการใช้งานในชีวิตประจำวันของมนุษย์จึงมีสิ่งประดิษฐ์มากมายที่ใช้ Arduino ในการออกแบบ และสร้างสิ่งประดิษฐ์เหล่านั้นจึงเหมาะแก่การทำไปฝึกฝนสำหรับมือใหม่ในการทดลองและสร้างสิ่งประดิษฐ์ที่ง่ายยิ่งขึ้น

3.4 เซ็นเซอร์วัดการไหลของน้ำ

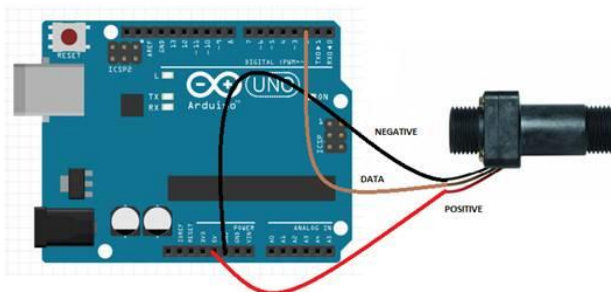
เซ็นเซอร์วัดการไหลของน้ำประกอบด้วย เซ็นเซอร์ผล Hall ที่ส่งสัญญาณพัลส์สำหรับการเปลี่ยนแปลงสนามแม่เหล็ก ภายในตัวเครื่องมีขั้วยึดขนาดเล็กที่มีแม่เหล็กถาวรติดอยู่ เมื่อน้ำไหลผ่านตัวยึด Pinwheel จะเริ่มหมุนและแม่เหล็กที่ต่ออยู่ใกล้กับ เซ็นเซอร์วัด Hall ในทุกๆรอบเซนเซอร์รับภาพ Hall ถูกปกคลุมด้วยโครงพลาสติกแยกต่างหากเพื่อป้องกันไม่ให้น้ำ ผลลัพธ์จะสร้างชีพจรไฟฟ้าที่เปลี่ยนจากแรงดันไฟฟ้าต่ำไปจนถึงแรงดันไฟฟ้าสูงหรือแรงดันไฟฟ้าสูงไปจนถึงแรงดันต่ำซึ่งขึ้นอยู่กับความเร็วของแม่เหล็กถาวรที่แนบมากับตัวเซนเซอร์ และเกิดชีพจรผลลัพธ์ที่สามารถอ่านและนับโดยใช้ Arduino

ในการแสดงผลพัลส์ออกมาเซ็นเซอร์วัดการไหลของของเหลว-ทิศทางการไหลจะมีเครื่องหมายลูกศรแสดงมุมมองด้านในของเซ็นเซอร์การไหลของของเหลวสามารถเห็น Pinwheel ที่อยู่ภายใน



รูปที่ 2 เซ็นเซอร์วัดการไหลของน้ำ

เซ็นเซอร์วัดการไหลของน้ำที่เชื่อมต่อกับ Arduino Ethernet Shield โดยใช้สายไฟสามสายซึ่งสามารถใช้เซ็นเซอร์วัดการไหลของน้ำได้โดยตรงโดยใช้ Arduino เนื่องจากเซ็นเซอร์การไหลของน้ำที่อยู่อาศัยส่วนใหญ่ทำงานภายใต้ 5 โวลต์ และใช้กระแสไฟฟ้าที่ต่ำมาก อ่านคู่มือผลิตภัณฑ์เพื่อดูข้อมูลเพิ่มเติมเกี่ยวกับแรงดันไฟฟ้าและช่วงกระแสไฟฟ้าที่จัดหาเพื่อช่วยประหยัด Arduino ของคุณจากการใช้กระแสไฟฟ้าสูงโดยใช้เซ็นเซอร์วัดการไหลของน้ำ ถ้าเซ็นเซอร์วัดอัตราการไหลของน้ำต้องใช้กระแสไฟฟ้ามากกว่า 200 มิลลิแอมแปร์ หรือแรงดันไฟฟ้ามากกว่า 5 โวลต์ ทำงานได้อย่างถูกต้อง



รูปที่ 3 การต่อเซ็นเซอร์การไหลของน้ำกับบอร์ด Arduino

การอ่านพัลส์ของเซ็นเซอร์การไหลของน้ำเซ็นเซอร์จะผลิตและส่งสัญญาณพัลส์ดิจิทัลซึ่งแสดงถึงปริมาณน้ำที่ไหลผ่าน พัลส์เหล่านี้สามารถตรวจพบและนับได้โดยใช้บอร์ด Arduino สมมติว่าเซ็นเซอร์วัดการไหลของน้ำที่เราใช้สำหรับโครงการนี้จะสร้างประมาณ 450 กะพริบต่อลิตร (ส่วนใหญ่ค่านี้จะอยู่ในแผ่นข้อมูลผลิตภัณฑ์) ดังนั้น 1 ซีพียูประมาณเท่ากับ [1000 ml / 450 pulses] 2.22 มิลลิลิตร. ค่าเหล่านี้อาจแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับความเร็วของการไหลของน้ำ และข้อต่อการติดตั้งของเซ็นเซอร์การไหลของน้ำ Arduino สามารถอ่านพัลส์ดิจิทัลที่สร้างโดยเซ็นเซอร์การไหลของน้ำผ่านสายข้อมูลขอบที่เพิ่มขึ้นและขอบที่ลดลงมีพัลส์

4. วิธิดำเนินการวิจัย

4.1 ศึกษาและรวบรวมข้อมูล

การใช้คลอรีนสำหรับฆ่าเชื้อโรคในน้ำเพื่อวัตถุประสงค์ต่าง ๆ จะมีประสิทธิภาพเมื่อใช้ตามอัตราส่วนที่ถูกต้อง และระยะเวลาเหมาะสม เมื่อเติมสารละลายคลอรีนไปแล้วคลอรีนจะต้องสามารถฆ่าเชื้อโรคในน้ำได้หมดขณะเดียวกันต้องมีคลอรีนอิสระคงเหลืออยู่ในน้ำด้วย ซึ่งถ้าต้องการน้ำดื่ม น้ำใช้ เมื่อใช้คลอรีนผสมกับน้ำดิบ ที่ต้องการปรับปรุงคุณภาพทิ้งไว้ 30 นาที เพื่อฆ่าเชื้อโรค หลังจากนั้นจะต้องมีคลอรีนอิสระคงเหลืออยู่ระหว่าง 0.2-0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร เพื่อฆ่าเชื้อโรคในน้ำต่อไป แต่ในกรณีที่มีการระบาดของโรคระบบทางเดินอาหารที่มีน้ำเป็นสื่อ เช่น โรคอุจจาระร่วงอย่างรุนแรง โรคบิด ฯลฯ ต้องเพิ่มปริมาณคลอรีนอิสระคงเหลือเป็นประมาณ 1.0 มิลลิกรัมต่อลิตร เพื่อป้องกันการปนเปื้อนที่อาจจะเกิดขึ้นได้ในภายหลัง ดังนั้น ในการเติมคลอรีนเพื่อการฆ่าเชื้อโรคในน้ำต้องเติมสารละลายคลอรีนให้มีปริมาณคลอรีนสูงกว่าจำนวนที่จะให้เกิดเป็นคลอรีนอิสระเสมอ สำหรับการเตรียมสารละลายคลอรีนเพื่อฆ่าเชื้อโรคในครัวเรือนมักใช้

คลอรีนน้ำโดยในการวิจัยครั้งนี้ใช้คลอรีนน้ำความเข้มข้น 10% การใช้สูตรในการผสมสัดส่วนระหว่างคลอรีนและน้ำเพื่อนำมาใช้ในการคำนวณคลอรีนที่ใช้งาน มีดังนี้

$$\text{ปริมาณคลอรีน} = \frac{\text{ppm ที่ต้องการ} \times \text{น้ำที่จะใช้ (ลิตร)}}{\% \text{ความเข้มข้นของคลอรีน} \times 10}$$

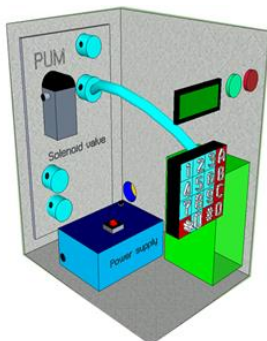
การคำนวณปริมาณคลอรีนที่ต้องใช้ เมื่อต้องการนำคลอรีนน้ำ ความเข้มข้น 10% ไปผสมกับน้ำดิบ 500 ลิตร แล้วยังมีปริมาณคลอรีนอิสระคงเหลือ 1 มิลลิกรัมต่อลิตร วิธีคำนวณ

$$\begin{aligned} \text{ปริมาณคลอรีน} &= (1 \times 500) / (10 \times 10) \\ &= 5 \text{ กรัม} \end{aligned}$$

4.2 การออกแบบและสร้างเครื่องจ่ายคลอรีนจากปริมาณน้ำ

4.2.1 ออกแบบโครงสร้างภายนอก และการวางอุปกรณ์ภายใน

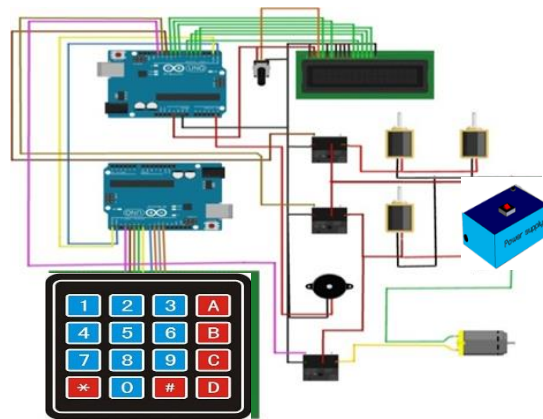
การออกแบบได้คำนึงถึงความเหมาะสมในการใช้งาน โดยได้กำหนดให้ปุ่มกำหนดการสั่งงาน และช่องจ่ายคลอรีนอยู่ด้านหน้า ช่องป้อนน้ำเข้า และคลอรีนเข้า อยู่ด้านขวา ช่องจ่ายน้ำผสมคลอรีนอยู่ด้านซ้าย ส่วนอุปกรณ์ควบคุมต่างๆอยู่ภายในตู้โลหะ



รูปที่ 4 โครงสร้างภายนอกและการวางอุปกรณ์ของเครื่องจ่ายคลอรีนจากปริมาณน้ำ

4.2.2 การออกแบบวงจรควบคุมการจ่ายคลอรีนและเขียนโปรแกรมควบคุม

วงจรควบคุม ประกอบด้วย ไมโครคอนโทรลเลอร์ 2 ตัว ซึ่งถูกเขียนโปรแกรมให้ ไมโครคอนโทรลเลอร์ตัวแรก ทำหน้าที่ในรับสัญญาณจากการสั่งงานของผู้ใช้ผ่านคีย์แพด ส่วน ไมโครคอนโทรลเลอร์ตัวที่สอง ทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของจอ LCD และรับสัญญาณพัลส์จากเซ็นเซอร์การไหลของน้ำแล้วส่งสัญญาณไปควบคุมการทำงานของปั๊มแรงดันสูงในการจ่ายคลอรีน



รูปที่ 5 วงจรควบคุมระบบไฟฟ้าและอุปกรณ์ของเครื่องจ่ายคลอรีนจากปริมาณน้ำ

4.2.3 ติดตั้งอุปกรณ์ทั้งหมดเข้ากับโครงสร้าง



รูปที่ 6 ติดตั้งอุปกรณ์ทั้งหมดเข้ากับตู้โลหะ

4.3 ทำการทดสอบและบันทึกผลการทดสอบ ซึ่งประกอบด้วย

4.3.1 ผลการทดสอบการทำงานของเครื่องจ่ายคลอรีนจากปริมาณน้ำ ระบบการจ่ายคลอรีนผสมกับน้ำแบบอัตโนมัติตามปริมาณน้ำที่ต้องการ และมีปริมาณค่าคลอรีนอิสระคงเหลือ 1 มิลลิกรัมต่อลิตร



รูปที่ 7 ระบบการจ่ายคลอรีนผสมกับน้ำแบบอัตโนมัติ

4.3.2 ผลจากการทดลองหาประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องจ่ายคลอรีนจากปริมาณน้ำในระบบ กำหนดน้ำที่ต้องการเมื่อต้องการน้ำที่มีค่าคลอรีนอิสระคงเหลือ 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร



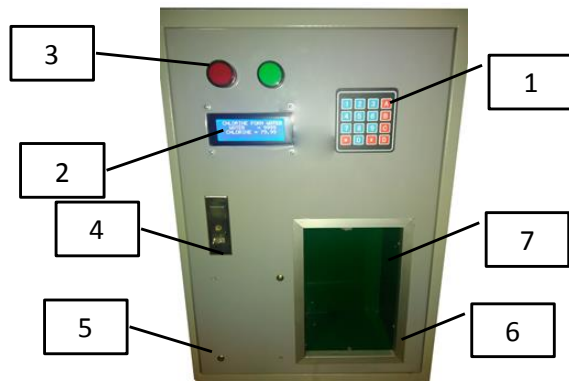
รูปที่ 8 ระบบการจ่ายคลอรีนจากปริมาณน้ำที่กำหนด

5. ผลการวิจัย

5.1 ผลการสร้างเครื่องจ่ายคลอรีนจากปริมาณน้ำ เครื่องจ่ายคลอรีนจากปริมาณน้ำมีขนาดความกว้าง 20 เซนติเมตร ความยาว 35 เซนติเมตร ความสูง 55 เซนติเมตร มีช่องป้อนน้ำเข้า 1 ช่อง มีช่องป้อน

คลอรีนเข้า 1 ช่อง มีช่องจ่ายคลอรีนออก 1 ช่อง และช่องจ่ายน้ำที่ผสมคลอรีนแล้ว 1 ช่อง โดยในการจ่ายคลอรีนจะจ่ายผ่านปั๊มแรงดันสูงซึ่งมีแรงดัน 4.8 บาร์ 31 วัตต์ ถูกควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ เครื่องจ่ายคลอรีนจากปริมาณน้ำใช้ไฟฟ้า AC 220 โวลต์ คลอรีนที่ใช้กับเครื่องจ่ายคลอรีนจากปริมาณน้ำเป็นแบบคลอรีนน้ำ มีความเข้มข้น 10% โดยเครื่องจ่ายคลอรีนจากปริมาณน้ำ มีระบบการทำงาน 2 ระบบ ได้แก่ เครื่องจ่ายคลอรีนจากปริมาณน้ำระบบการจ่ายคลอรีนผสมกับน้ำแบบอัตโนมัติตามปริมาณน้ำที่ต้องการ โดยมีหลักการทำงาน คือ เมื่อทำการเปิดเครื่องจ่ายคลอรีนจากปริมาณน้ำ ตัวเครื่องจะแสดงข้อความผ่านจอแสดงผลเพื่อทำการเลือกระบบการจ่ายคลอรีนผสมกับน้ำแบบอัตโนมัติหลังจากทำการเลือกระบบเรียบร้อยแล้วตัวเครื่องจะทำการนับปริมาณน้ำที่จ่ายให้กับตัวเครื่องโดยจะมีเซ็นเซอร์วัดการไหลของน้ำซึ่งจะทำการนับปริมาณน้ำที่เข้ามาแสดงสถานะเป็นคลื่นพัลส์ส่งไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์ ซึ่งทำการนับพัลส์และคำนวณปริมาณน้ำที่ได้รับ เพื่อจ่ายคลอรีนในปริมาณที่ถูกต้อง และส่งจ่ายคลอรีนผ่านปั๊มน้ำแรงดันสูงให้ผสมไปกับน้ำภายในท่อ และผ่านออกไปยังถังเก็บน้ำที่ต้องการต่อไป

เครื่องจ่ายคลอรีนจากปริมาณน้ำระบบการจ่ายคลอรีนจากปริมาณน้ำที่กำหนด โดยมีหลักการทำงาน คือ เมื่อทำการเปิดเครื่องจ่ายคลอรีนจากปริมาณน้ำ ตัวเครื่องจะแสดงข้อความผ่านจอแสดงผลเพื่อทำการเลือกระบบการจ่ายคลอรีน จากนั้นตัวเครื่องจะให้ผู้ใช้งานระบุค่าปริมาณน้ำที่ต้องการนำคลอรีนไปผสม เมื่อทำการระบุเรียบร้อยแล้วตัวเครื่องจะส่งข้อมูลที่ระบุไว้ไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์ เพื่อทำการคำนวณปริมาณคลอรีนที่ถูกต้อง และส่งจ่ายคลอรีนผ่านปั๊มน้ำแรงดันสูง ไปยังช่องจ่ายคลอรีนของเครื่องต่อไป



รูปที่ 9 เครื่องจ่ายคลอรีนจากปริมาณน้ำ

จากรูปที่ 9 หมายเลขต่างมีความหมายดังนี้

หมายเลข 1 คือ ปุ่มกดกำหนดการสั่งงาน

หมายเลข 2 คือ จอ LCD แสดงผลการสั่งงาน

หมายเลข 3 คือ ไฟแสดงสถานะการทำงาน

หมายเลข 4 คือ ช่องป้อนน้ำเข้า

หมายเลข 5 คือ ช่องป้อนคลอรีนเข้า

หมายเลข 6 คือ ช่องจ่ายน้ำผสมคลอรีน

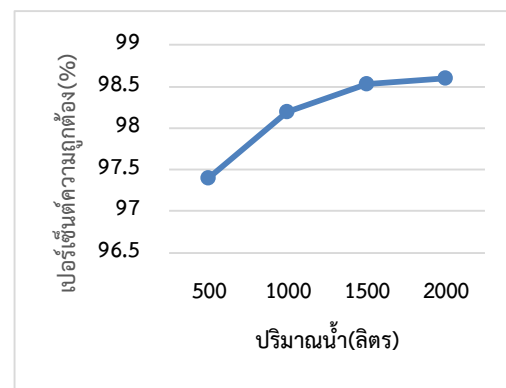
หมายเลข 7 คือ ช่องจ่ายคลอรีน

5.2 ผลการทดสอบการทำงานของเครื่องจ่ายคลอรีนจากปริมาณน้ำระบบการจ่ายคลอรีนผสมกับน้ำแบบอัตโนมัติตามปริมาณน้ำที่ต้องการ

ตารางที่ 1 ผลการทดสอบหาปริมาณน้ำผสมคลอรีนที่ได้จากการทำงานของเครื่องจ่ายคลอรีนจากปริมาณน้ำ ระบบการจ่ายคลอรีนผสมกับน้ำแบบอัตโนมัติตามปริมาณน้ำที่ต้องการ

ครั้งที่	ปริมาณน้ำผสมคลอรีนที่ต้องการ (ลิตร)	ปริมาณน้ำผสมคลอรีนที่ได้จากเครื่อง (ลิตร)	เปอร์เซ็นต์ความถูกต้อง
1	500	513	97.40
2	1000	1018	98.20
3	1500	1522	98.53
4	2000	2028	98.60
ค่าเฉลี่ย			98.18

จากตารางที่ 1 ผลการทดสอบหาปริมาณน้ำผสมคลอรีนที่ได้จากการทำงานของเครื่องจ่ายคลอรีนจากปริมาณน้ำ ในระบบการจ่ายคลอรีนผสมกับน้ำแบบอัตโนมัติตามปริมาณน้ำที่ต้องการ จากปริมาณน้ำที่ต้องการ 4 ปริมาณ คือ 500 ลิตร 1000 ลิตร 1500 ลิตร และ 2000 ลิตร ผลปรากฏว่าปริมาณน้ำที่ผสมคลอรีนที่ได้จากเครื่อง คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ความถูกต้องเฉลี่ย เท่ากับ 98.18%



รูปที่ 10 กราฟเปอร์เซ็นต์ความถูกต้องของปริมาณน้ำที่ผสมคลอรีนที่ได้

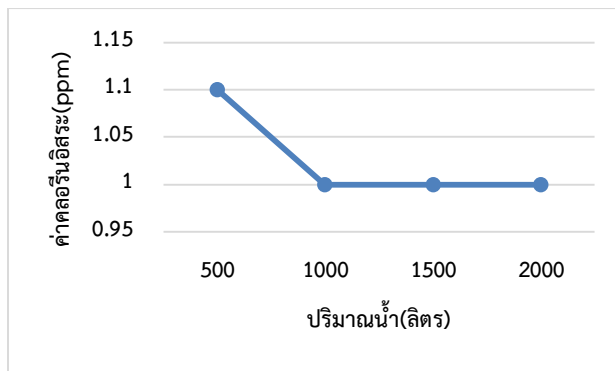
จากรูปที่ 10 กราฟเปอร์เซ็นต์ความถูกต้องของปริมาณน้ำที่ผสมคลอรีน พบว่า เปอร์เซ็นต์ความถูกต้องของปริมาณน้ำผสมคลอรีนที่ได้จากเครื่อง จะมีค่าความถูกต้องสูงขึ้น เมื่อการกำหนดปริมาณน้ำที่ต้องการในปริมาณน้ำที่มากขึ้น

ตารางที่ 2 ผลการทดสอบหาปริมาณค่าคลอรีนอิสระ

คงเหลือที่ 1 มิลลิกรัมต่อลิตร จากการ
ทำงานของเครื่องจ่ายคลอรีนจากปริมาณ
น้ำระบบการจ่ายคลอรีนผสมกับน้ำแบบ
อัตโนมัติตามปริมาณน้ำที่ต้องการ

ครั้งที่	ปริมาณน้ำ ผสมคลอรีนที่ ต้องการ (ลิตร)	ปริมาณน้ำ ผสมคลอรีนที่ ได้จากเครื่อง (ลิตร)	ค่าคลอรีน อิสระที่ คงเหลือใน น้ำ(ppm)
1	500	513	1.1
2	1000	1018	1
3	1500	1522	1
4	2000	2028	1
ค่าเฉลี่ย			1.03

จากตารางที่ 2 ผลการทดสอบหาปริมาณค่าคลอรีนอิสระคงเหลือที่ 1 มิลลิกรัมต่อลิตร จากการ
ทำงานของเครื่องจ่ายคลอรีนจากปริมาณน้ำ ระบบการ
จ่ายคลอรีนผสมกับน้ำแบบอัตโนมัติตามปริมาณน้ำที่
ต้องการ จากปริมาณน้ำที่ต้องการ 4 ปริมาณ คือ 500
ลิตร 1000 ลิตร 1500 ลิตร และ 2000 ลิตร ผลปรากฏ
ว่าปริมาณน้ำที่ผสมคลอรีนที่ได้จากเครื่อง เมื่อทิ้ง
ระยะเวลาไว้ 30 นาที เพื่อฆ่าเชื้อโรค ปรากฏว่ามีค่า
คลอรีนอิสระคงเหลือเฉลี่ย เท่ากับ 1.03 มิลลิกรัม ต่อ
ลิตร



รูปที่ 11 กราฟค่าคลอรีนอิสระที่คงเหลือในน้ำ

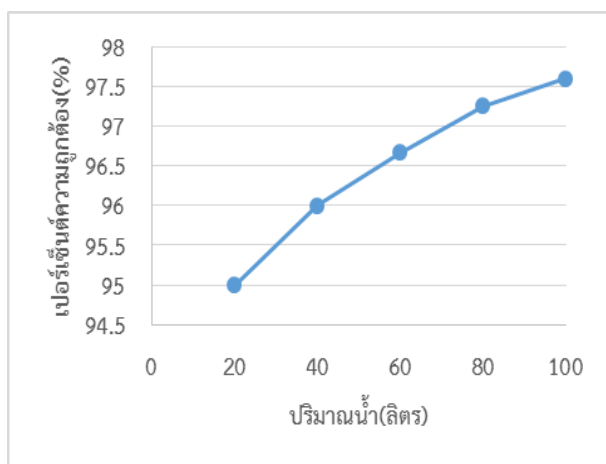
จากรูปที่ 11 กราฟค่าคลอรีนอิสระที่คงเหลือใน
น้ำ พบว่าค่าคลอรีนอิสระที่คงเหลือในน้ำที่ได้ มีค่าความ
ถูกต้องสูงขึ้น เมื่อการกำหนดปริมาณน้ำที่ต้องการใน
ปริมาณที่มากขึ้น

ตารางที่ 3 ผลการทดสอบหาปริมาณคลอรีนที่ได้จาก

การทำงานของเครื่องจ่ายคลอรีนจาก
ปริมาณน้ำ ระบบการจ่ายคลอรีนจาก
ปริมาณน้ำที่กำหนด

ครั้งที่	ปริมาณ น้ำที่ กำหนด (ลิตร)	ระดับ คลอรีนที่ ได้จากการ คำนวณ (มิลลิกรัม)	ระดับ คลอรีนที่ ได้จาก เครื่อง (มิลลิกรัม)	เปอร์เซ็นต์ ความ ถูกต้อง
1	20	100	105	95.00
2	40	200	208	96.00
3	60	300	310	96.67
4	80	400	411	97.25
5	100	500	512	97.60
ค่าเฉลี่ย				96.50

จากตารางที่ 3 ผลการทดสอบหาปริมาณคลอรีนที่ได้จากการทำงานของเครื่องจ่ายคลอรีนจากปริมาณน้ำ ระบบการจ่ายคลอรีนจากปริมาณน้ำที่กำหนด จากปริมาณน้ำที่กำหนด 5 ปริมาณ คือ 20 ลิตร 40 ลิตร 60 ลิตร 80 ลิตร และ 100 ลิตร ปริมาณของคลอรีนที่เครื่องจ่ายได้ มีเปอร์เซ็นต์ความถูกต้องเฉลี่ย เท่ากับ 96.50%



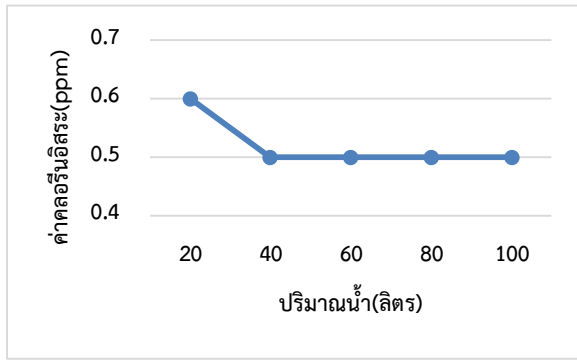
รูปที่ 12 กราฟเปอร์เซ็นต์ความถูกต้องของปริมาณคลอรีนที่ได้

จากรูปที่ 12 กราฟเปอร์เซ็นต์ความถูกต้องของปริมาณคลอรีนที่ได้ พบว่า เปอร์เซ็นต์ความถูกต้องของปริมาณคลอรีนที่ได้จากเครื่อง มีค่าความถูกต้องสูงขึ้นเมื่อกำหนดค่าปริมาณน้ำในปริมาณที่มากขึ้น

ตารางที่ 4 ผลการทดสอบหาปริมาณค่าคลอรีนอิสระคงเหลือที่ 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตรจากการทำงานของเครื่องจ่ายคลอรีนจากปริมาณน้ำระบบการจ่ายคลอรีนจากปริมาณน้ำที่กำหนด

ครั้งที่	ปริมาณน้ำที่กำหนด (ลิตร)	ระดับคลอรีนที่ได้จากการคำนวณ (มิลลิกรัม)	ระดับคลอรีนที่ได้จากเครื่อง (มิลลิกรัม)	ค่าคลอรีนอิสระที่คงเหลือในน้ำ (ppm)
1	20	100	105	0.6
2	40	200	208	0.5
3	60	300	310	0.5
4	80	400	411	0.5
5	100	500	512	0.5
ค่าเฉลี่ย				0.52

จากตารางที่ 4 ผลการทดสอบหาปริมาณค่าคลอรีนอิสระคงเหลือที่ 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร จากการการทำงานของเครื่องจ่ายคลอรีนจากปริมาณน้ำ ระบบการจ่ายคลอรีนจากปริมาณน้ำที่กำหนด จากปริมาณน้ำที่กำหนด 5 ปริมาณ คือ 20 ลิตร 40 ลิตร 60 ลิตร 80 ลิตร และ 100 ลิตร ปริมาณของคลอรีนเครื่องจ่ายได้เมื่อนำไปผสมน้ำ และทิ้งระยะเวลาไว้ 30 นาที ในการฆ่าเชื้อโรค ปรากฏว่ามีค่าคลอรีนอิสระคงเหลือเฉลี่ยเท่ากับ 0.52 มิลลิกรัมต่อลิตร



รูปที่ 13 กราฟค่าคลอรีนอิสระที่คงเหลือในน้ำ

จากรูปที่ 13 กราฟค่าคลอรีนอิสระที่คงเหลือในน้ำ พบว่าค่าคลอรีนอิสระที่คงเหลือในน้ำที่ได้ มีค่าความถูกต้องสูงขึ้น เมื่อการกำหนดปริมาณน้ำที่ต้องการในปริมาณที่มากขึ้น

6. อภิปรายผลการวิจัย

เครื่องจ่ายคลอรีนจากปริมาณน้ำ ระบบการจ่ายคลอรีนผสมกับน้ำดิบแบบอัตโนมัติ ผลการทดสอบการทำงานของเครื่องจ่ายคลอรีนจากปริมาณน้ำระบบการจ่ายคลอรีนผสมกับน้ำแบบอัตโนมัติ และมีปริมาณค่าคลอรีนอิสระคงเหลือ 1 มิลลิกรัมต่อลิตร จากปริมาณน้ำที่ต้องการ 4 ปริมาณ คือ 500 ลิตร 1000 ลิตร 1500 ลิตร และ 2000 ลิตร ผลปรากฏว่าปริมาณน้ำที่ผสมคลอรีนที่ได้คิดเป็น เปอร์เซ็นต์ความถูกต้องเฉลี่ย เท่ากับ 98.18% และเมื่อทิ้งระยะเวลาไว้ 30 นาที เพื่อฆ่าเชื้อโรค คลอรีนอิสระคงเหลือเฉลี่ย เท่ากับ 1.03 ส่วนเครื่องจ่ายคลอรีนจากปริมาณน้ำ ระบบการจ่ายคลอรีนจากปริมาณน้ำที่กำหนด ผลจากการทดสอบการทำงานของเครื่องจ่ายคลอรีนจากปริมาณน้ำในระบบการจ่ายคลอรีนจากปริมาณน้ำที่กำหนด และมีปริมาณค่าคลอรีนอิสระคงเหลือ 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร จากปริมาณน้ำที่กำหนด 5 ปริมาณ คือ 20 ลิตร 40 ลิตร 60 ลิตร 80 ลิตร และ 100 ลิตร ปริมาณของคลอรีนเครื่องจ่ายได้ มีเปอร์เซ็นต์ความถูกต้องเฉลี่ย เท่ากับ

96.50% และเมื่อนำคลอรีนที่ได้ไปผสมกับน้ำที่ต้องการใช้ แล้วทิ้งระยะเวลาไว้ 30 นาที เพื่อฆ่าเชื้อโรค ปรากฏว่าคลอรีนอิสระคงเหลือเฉลี่ย เท่ากับ 0.52 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งถือการจ่ายคลอรีนของเครื่องจ่ายคลอรีนจากปริมาณน้ำ ทั้ง 2 ระบบ มีค่าความถูกต้องในระดับสูง ทั้งนี้เพราะว่าได้เลือกใช้เซนเซอร์การไหลของน้ำที่มีคุณภาพสูงมาใช้ในการวัดปริมาณน้ำที่ไหลเข้ามาในท่อ และใช้ปั้มน้ำแรงดันสูงที่มีกำลังวัตต์สูงในการจ่ายคลอรีน ซึ่งการทำงานของอุปกรณ์ทั้งสอง ถูกควบคุมด้วยการเขียนโปรแกรมควบคุมผ่านไมโครคอนโทรลเลอร์ ซึ่งทำให้การปรับค่าต่างๆเป็นไปได้อย่างละเอียด ทำให้การจ่ายคลอรีนแต่ละครั้งมีความถูกต้องและเที่ยงตรงในระดับสูง ส่งผลให้น้ำที่ผสมคลอรีนแล้วนั้น เมื่อทิ้งไว้ 30 นาที ค่าคลอรีนอิสระยังคงเหลือมีค่าใกล้เคียงกับค่าที่ต้องการ

7. ข้อเสนอแนะ

7.1 การจ่ายน้ำดิบเข้าเครื่องจ่ายคลอรีนควรจ่ายผ่านปั้มน้ำเพื่อรักษาระดับความดันน้ำในท่อให้คงที่ และในการใช้เครื่องจ่ายคลอรีนจากปริมาณน้ำ หลังการใช้ควรทำความสะอาดระบบภายใน เพราะคลอรีนเมื่อแห้งจะลักษณะเป็นผงปูนสีขาว และคลอรีนยังทำปฏิกิริยาการกัดกร่อนที่เป็นโลหะ

7.2 ควรศึกษาการสร้างและทดสอบเครื่องจ่ายคลอรีนจากปริมาณน้ำ ที่มีฟังก์ชันการใช้งานตามความต้องการน้ำ เพื่อนำไปใช้ในวัตถุประสงค์อื่นๆ เช่น นำไปล้างผักสด ผลไม้ ล้างปลา ล้างเชียง เป็นต้น

เอกสารอ้างอิง

- [1] มั่นสิน ตันจุลเวศน์, “คู่มือวิเคราะห์คุณภาพน้ำ”, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, พิมพ์ครั้งที่ 2, พ.ศ.2540.

- [2] สาวิตรี คงยืน, “ปัจจัยที่มีผลต่อการใช้คลอรีนฆ่าเชื้อโรคในระบบประปาหมู่บ้าน”, วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย มหาลัษณ์มหิดล, พ.ศ.2544.
- [3] อีรวิทย์ บุผ้า, ยิ่งเจริญ คุณสุกฤษณ์ และวรพจน์ กนกกันทพงษ์, “ปัญหาคลอรีน คลอไรด์ ในน้ำประปาที่ใช้ในอุตสาหกรรมและแนวทางการแก้ไข”, วารสาร มฉก. วิชาการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, ปีที่ 8, ฉบับที่ 16, พ.ศ.2548.
- [4] พิเชฐ พิศภา, “การฆ่าเชื้อโรคด้วยคลอรีน”, สำนักงานสาธารณสุขจังหวัดฉะเชิงเทรา, พ.ศ.2542.
- [5] เอกชัย มะการ, “ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล AVR ด้วย Arduino”, บริษัท อีทีที จำกัด, พ.ศ.2552.

ผลของนโยบายลดภาษีนิติบุคคลต่อ GDP ของประเทศไทย
The Influence of the Corporate Income Tax Policy on GDP of Thailand

เบญจวรรณรี โชติช่วงนิรันดร์ *¹

¹ภาควิชาเศรษฐศาสตร์การคลัง คณะเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง กรุงเทพมหานคร 10240

บทคัดย่อ

บทความนี้เป็นบทความที่ทำการศึกษถึงผลของนโยบายการลดอัตราภาษีเงินได้นิติบุคคลจาก 30% เป็น 20% ระหว่างในปี พ.ศ. 2555-2556 ต่อผลผลิตของชาติ หรือ GDP ของประเทศไทย ซึ่งทำการศึกษาตามระเบียบวิธีวิจัยทางเศรษฐมิติ ด้วยการสร้างแบบจำลองผลิตภาพการผลิต และวิเคราะห์ตามหลักเศรษฐมิติ โดยใช้ข้อมูลอนุกรมเวลา ได้แก่ตัวแปรรายได้ประชาชาติ , มูลค่าการเก็บภาษีเงินได้นิติบุคคล, มูลค่าการจ้างแรงงาน และมูลค่าการสะสมทุน ซึ่งผลการศึกษาพบว่า การลดอัตราภาษีเงินได้นิติบุคคล มีผลในการกระตุ้นเศรษฐกิจให้ผลผลิตของชาติ หรือ GDP เติบโตเพิ่มขึ้นรวม 2 ปี คิดเป็น 285,483.18 ล้านบาท

คำสำคัญ : ผลผลิตของชาติ, ภาษีเงินได้นิติบุคคล, แบบจำลองผลิตภาพการผลิต

Abstract

In this paper, the researcher analyzes the influence of the corporate income tax policy reduction from 30% to 20% on GDP growth. In carrying out this investigation, the researcher used time series data by means of constructing and applying a Production model. If these tax reduction measures were adopted and applied to Thailand's economy, the results

would show economic growth of 285,483.18 million baht.

Keywords : GDP, corporate income tax, Production model

1. บทนำ

ภาษีอากรมีความสำคัญอย่างมากต่อการพัฒนาประเทศ เช่นถนนหนทาง ระบบคมนาคมต่างๆ ระบบสวัสดิการ การสร้างโรงพยาบาล เป็นต้น หากไม่มีภาษีอากร สิ่งเหล่านี้ก็จะไม่มี สุดท้ายประชาชนก็จะเดือดร้อน และมีความสำคัญต่อระบบเศรษฐกิจอยู่ 3 ประเด็นหลักๆ คือ

- 1.1 ภาษีมี่มีความสำคัญในแง่ของการพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศ
- 1.2 ภาษีนั่นมีไว้เพื่อการควบคุมพฤติกรรมของประชาชนที่ใช้จ่ายในทิศทางที่ไม่เหมาะสม เช่น การดื่มสุรา สูบบุหรี่ เป็นต้น
- 1.3 ภาษีนั่นมีไว้เพื่อใช้ในการกระจายรายได้ หรือสร้างความเป็นธรรมในสังคม

นอกจากนี้ยังแสดงถึงศักยภาพทางด้านเศรษฐกิจภายในประเทศว่าดีมาน้อยเพียงใดได้ด้วย ภาษีที่รัฐได้รับแล้วนำไปทำระบบขนส่ง อย่างรถไฟรางคู่ รถไฟฟ้า การตัดถนน พัฒนาเขตเศรษฐกิจพิเศษ ล้วนส่งผลต่อ การตัดสินใจในการลงทุนของผู้ประกอบการทั้งในและต่าง ๆ ประเทศ และความสะดวกในด้าน

สาธารณูปโภคก็จะช่วยให้เพิ่มการบริโภคของประชาชนได้อีกทางหนึ่ง ผลของการจัดเก็บภาษีอากร จะมีผลต่อการพัฒนาประเทศ ประเทศจะพัฒนาได้มากน้อยเพียงไรก็ขึ้นอยู่กับการจัดเก็บภาษีว่ามีปริมาณมากน้อยเพียงใด ถ้ารัฐเก็บภาษีได้เป็นไปตามเป้าหมายก็จะมีงบประมาณเพียงพอต่อการนำไปใช้ในกระทรวงต่าง ๆ สำหรับการพัฒนาในด้านต่าง ๆ ต่อไป

2. กรอบแนวคิดและสมมติฐาน

โครงสร้างภาษีโดยทั่วไปที่นิยมใช้กันทั่วโลกจะมีฐานภาษี 2 ประเภทคือ ฐานรายได้ (Income Tax Base) และฐานการบริโภค (Consumption Tax Base) ซึ่งประเทศไทยก็ใช้แบบเดียวกันนี้ แต่ก็ต้องมีการปรับปรุงโครงสร้างภาษีอากรอยู่เสมอให้สอดคล้องกับภาวะเศรษฐกิจและระบบเศรษฐกิจที่เปลี่ยนแปลงอยู่เสมอ การปรับปรุงโครงสร้างภาษีอากรของประเทศจึงเป็นสิ่งสำคัญ โดยแนวทางหนึ่งคือปฏิรูปภาษีทางตรงซึ่งในปัจจุบันถือว่ายังไม่เหมาะสมต่อการพัฒนาประเทศ ดังนั้นจึงควรมีการปรับลดอัตราภาษีที่มาจากฐานรายได้ทั้งภาษีบุคคลธรรมดาและภาษีนิติบุคคล เพื่อให้ภาคครัวเรือนมีกำลังซื้อที่มากขึ้น การบริโภคก็จะมากขึ้นตาม ส่วนภาคธุรกิจก็จะมีกำไรมากขึ้น ซึ่งจะเป็นแรงจูงใจในการลงทุนมากขึ้น และมีกำไรเหลือที่จะนำไปพัฒนากระบวนการผลิตให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น สินค้าและบริการต่างๆก็จะมีคุณภาพที่ดีขึ้นด้วย ซึ่งปัจจุบันรัฐบาลก็ได้มีการปรับลดอัตราภาษีเงินได้นิติบุคคลจาก 30% เหลือ 20% ในปัจจุบัน

ปัจจุบัน(กระทรวงพาณิชย์, 2560) [2] ภาครัฐมีรายได้จากการเก็บภาษีรายได้นิติบุคคลในสัดส่วน 22.8% ของรายได้ภาครัฐทั้งหมด โดยในปี 2553 มูลค่าจากการเก็บภาษีรายได้นิติบุคคลเป็นจำนวน 454,565 ล้านบาท จากจำนวนนิติบุคคลทั้งประเทศจำนวน 535,538 ราย แบ่งเป็นบริษัทจำกัด 340,838 ราย

ห้างหุ้นส่วนจำกัดจำนวน 192,528 ราย ห้างหุ้นส่วนสามัญจำนวน 1,273 ราย และบริษัทมหาชนจำนวน 899 ราย

ทั้งนี้ สัดส่วนของบริษัทที่มีทุนจดทะเบียนต่ำกว่า 1 ล้านบาทอยู่ที่ร้อยละ 17 บริษัทที่มีทุนจดทะเบียนระหว่าง 1- 4.9 ล้านบาท มีจำนวนร้อยละ 73.79 บริษัทที่มีทุนจดทะเบียน 5-9.9 ล้านบาท มีจำนวนร้อยละ 4 บริษัทที่มีทุนจดทะเบียน 10 – 99.99 ล้านบาท มีจำนวนร้อยละ 2.4 ส่วนบริษัทที่มีทุนจดทะเบียน 100 ล้านบาทขึ้นไปมีจำนวนร้อยละ 0.5

ดังนั้น แนวนโยบายลดเพดานภาษีรายได้นิติบุคคล จากร้อยละ 30 เป็นร้อยละ 20 ในระยะสั้นรัฐจะสูญเสียรายได้ แต่ในระยะยาวการลดภาษีนิติบุคคลจะทำให้ระดับรายได้ของประเทศปรับตัวสูงขึ้น

3. วิธีการศึกษา

ในการศึกษารั้ครั้งนี้ผู้วิจัยทำการวิเคราะห์ผลของนโยบายการลดภาษีนิติบุคคลต่อระบบเศรษฐกิจของประเทศไทยด้วยระเบียบวิธีทางเศรษฐมิติ ด้วยการสร้างแบบจำลองผลิตภาพการผลิต และใช้ข้อมูลรายได้ประชาชาติ , การสะสมทุน, มูลค่าการจ้างแรงงาน และมูลค่าเงินได้ภาษินิติบุคคล

3.1 แบบจำลอง

$$Y = \beta K^\alpha L^{1-\alpha} \text{TAXco}^\gamma$$

โดยที่ Y = รายได้ประชาชาติ

K = มูลค่าการสะสมทุน

L = มูลค่าการจ้างงานแรงงาน

TAXco = มูลค่าภาษีเงินได้นิติบุคคล

3.2 ขอบเขตการศึกษา

การศึกษารั้ครั้งนี้ใช้ข้อมูลอนุกรมเวลา(time series) รายปี ตั้งแต่ปี พ.ศ.2540-2553 ตามตัวแปรใน

แบบจำลอง จากแหล่งข้อมูลทุติยภูมิ (secondary data) จากสำนักงานคณะกรรมการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ และกรมสรรพากร

3.3 การคำนวณ

3.3.1 ตรวจสอบความซ้ำซ้อน

ตรวจสอบความซ้ำซ้อน (Identification) เป็นการตรวจสอบว่าแบบจำลองที่สร้างขึ้นมานั้นมีความเป็นเหตุเป็นผลกันหรือไม่ ค่าพารามิเตอร์ของตัวแปรสามารถหาค่าได้หรือไม่

3.3.2 ตรวจสอบปัญหาพหุสัมพันธ์

เนื่องจากระบบสมการที่ได้จะมีลักษณะเป็นสมการเกี่ยวเนื่อง (Simultaneous equation) ซึ่งมีลักษณะที่ตัวแปรอิสระในสมการหนึ่งไปเป็นตัวแปรตามอีกสมการหนึ่ง จึงทำให้ตัวแปรในแต่ละสมการมีความสัมพันธ์กัน หากความสัมพันธ์ดังกล่าวมีค่าที่สูงมากจะมีผลต่อการคำนวณทำให้เกิดความเบี่ยงเบนจากความเป็นจริง จึงต้องทำการทดสอบขนาดของความสัมพันธ์ว่าเกิดปัญหาพหุสัมพันธ์ (Multicollinearity) หรือไม่

3.3.3 คำนวณค่าพารามิเตอร์

โดยการคำนวณทีละสมการ (Single Equation) ด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุดสองชั้น (Two Stage Least Squares)

3.4 การประเมินผลตัวแบบ

เป็นการประเมินความถูกต้องของแบบจำลองที่ได้ด้วยมาตรการต่างๆ ดังนี้

3.4.1 มาตรการทางเศรษฐศาสตร์

เป็นการพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรที่ได้จากการคำนวณแบบจำลองที่สร้างขึ้นว่ามีเครื่องหมายถูกต้องตามทฤษฎีทางเศรษฐศาสตร์หรือไม่

3.4.2 มาตรการทางสถิติ

เป็นการคำนวณค่าทางสถิติเพื่อทดสอบว่าค่าสัมประสิทธิ์ที่ได้จากการคำนวณในแบบจำลองนั้น

เป็นผลที่น่าพอใจหรือไม่ โดยตัวแปรอิสระและตัวแปรตามสามารถอธิบายได้อย่างมีความน่าเชื่อถือหรือไม่

3.4.3 มาตรการทางเศรษฐมิติ

เป็นการตรวจสอบแบบจำลองที่ได้ว่าเป็นแบบจำลองที่ได้มาจากการคำนวณโดยใช้ข้อมูลที่ถูกต้อง สามารถนำไปใช้ได้จริง ปราศจากความเอนเอียงและความคลาดเคลื่อนจากการใช้ข้อมูล มาตรการทางเศรษฐมิติที่ต้องตรวจสอบได้แก่

1) ตรวจสอบปัญหาพหุสัมพันธ์ (Multicollinearity) เป็นการตรวจสอบว่าตัวแปรอิสระต่างๆ มีความสัมพันธ์กันอย่างไรจนทำให้เกิดปัญหาพหุสัมพันธ์หรือไม่

2) ตรวจสอบปัญหาสหสัมพันธ์ของตัวคลาดเคลื่อน (Autocorrelation) เป็นการตรวจสอบข้อมูลที่นำมาใช้ว่า ตัวคลาดเคลื่อน (residual) ในเทอมปัจจุบันมีความสัมพันธ์กับตัวคลาดเคลื่อนในเทอมก่อนหน้าหรือไม่

3) ตรวจสอบปัญหาความแปรปรวนของตัวแปรคลาดเคลื่อนไม่คงที่ (Heteroscedasticity) เป็นการตรวจสอบว่าความแปรปรวนของตัวคลาดเคลื่อนคงที่หรือไม่

4) การตรวจสอบความนิ่งของข้อมูล หรือที่เรียกว่า การทดสอบ Unit Root

4. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ภาษีอากร หมายถึง สิ่งที่รัฐบาลบังคับจัดเก็บจากราษฎร เพื่อนำไปใช้ประโยชน์ต่อสังคมโดยรวม ดังนั้นจึงกล่าวได้ว่าแท้จริงแล้ว ภาษี เป็นเงินที่ประชาชนร่วมกันจ่ายตามกฎหมายเพื่อจ้างรัฐ ถือเป็นเงินส่วนกลางของประเทศ ซึ่งรัฐบาลมีหน้าที่นำเงินส่วนกลางนี้ไปบริหารประเทศเพื่อความอยู่ดีกินดีของประชาชน

4.1 โครงสร้างภาษีอากรที่เหมาะสม

เหตุผลสำคัญที่ต้องมีการจัดทำโครงสร้างภาษีก็คือ เพื่อให้สามารถจัดเก็บภาษีได้อย่างมีประสิทธิภาพ เป็นธรรม และสามารถลดความเหลื่อมล้ำทางรายได้และทางสังคมได้ ทั้งนี้โครงสร้างภาษีที่เหมาะสมควรมีหลักการ 5 ประการ คือ (เบญจวรรณрі ไซติช่วงนิรันดร์, 2559) [1]

1) โครงสร้างภาษีที่เหมาะสม ควรเป็นการดึงเงินจากภาคเอกชนที่ใช้จ่ายไปในทิศทางที่ไม่เหมาะสม และไม่เกิดผลดีต่อเศรษฐกิจและสังคมของประเทศ เช่น การบริโภคสินค้าฟุ่มเฟือย การลงทุนที่ก่อให้เกิดมลภาวะเป็นพิษ การลงทุนที่ทำให้ศีลธรรมและวัฒนธรรมของประเทศเสื่อมลง เป็นต้น

2) โครงสร้างภาษีที่เหมาะสม ควรเป็นการเก็บภาษีจากการนำเข้าทั้งสินค้าอุปโภคและบริโภคที่ไม่มีประโยชน์ต่อการพัฒนาประเทศ เช่น น้ำหอมนำเข้า รถยนต์นำเข้า หรือสินค้าที่สามารถผลิตได้เองภายในประเทศ

3) โครงสร้างภาษีที่เหมาะสม ควรเป็นการส่งเสริมให้เกิดการลงทุนในประเทศ หรือส่งเสริมการผลิตเพื่อการส่งออก ในการที่จะทำให้เกิดการจ้างงานในประเทศเพิ่มขึ้น

4) โครงสร้างภาษีที่เหมาะสม ควรมีความยืดหยุ่นได้ตามสภาวะทางเศรษฐกิจ

5) โครงสร้างภาษีที่เหมาะสม ควรมีการบริหารจัดการที่เป็นที่ยอมรับของประชาชนโดยทั่วไป ซึ่งหมายความว่า โครงสร้างภาษีต้องเป็นธรรม และตอบสนองต่อการพัฒนาประเทศได้อย่างมีประสิทธิภาพ

4.2 ลักษณะภาษีอากรที่ดี

2 แนวคิดหลัก ๆ คือ ตามแนวคิดของ Adam Smith และ ตามแนวคิดของ Seligman ดังนี้ (เบญจวรรณрі ไซติช่วงนิรันดร์, 2559) [1]

4.2.1 ลักษณะโครงสร้างภาษีอากรที่ดีตามแนวคิดของ Adam Smith

Adam Smith นักเศรษฐศาสตร์ผู้มีชื่อเสียงชาวอังกฤษ ซึ่งถือเป็นบิดาแห่งการภาษีอากร ได้กล่าวไว้ในหนังสือ The Wealth of Nations เมื่อปี ค.ศ.1776 ว่าหลักการจัดเก็บภาษีอากรที่ดีนั้น จะต้องประกอบด้วยหลักเกณฑ์ 4 ประการ หรือที่เรียกว่า Adam Smith' Canons ซึ่งพอสรุปได้ดังนี้

1) หลักความเป็นธรรม(Equity) หมายความว่า ผู้ที่มีความสามารถในการหารายได้เท่ากัน ก็ควรเสียภาษีให้แก่รัฐโดยเท่าเทียมกัน ไม่ควรมีการให้อภิสิทธิ์โดยการยกเว้นภาษี หรือลดภาษีให้แก่บุคคลใดบุคคลหนึ่ง หรือกลุ่มใดกลุ่มหนึ่งเป็นกรณีพิเศษ และใช้หลักแห่งความสามารถในการเสียภาษี (Ability to Pay) กล่าวคือ ผู้ใดมีความสามารถในการเสียภาษีมาก ก็ควรเสียภาษีมากกว่าผู้ที่มีความสามารถในการเสียภาษีน้อยกว่า

2) หลักความแน่นอน(Certainty)

3) หลักความสะดวก(Convenience) ทั้งด้านเวลา และวิธีการชำระเงินเพื่อให้ผู้เสียภาษีอากรมีความ สะดวกในการชำระภาษีอากร

4) หลักการประหยัด(Economy) ประหยัด และใช้จ่ายให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด นอกจากนี้ ภาษีที่จัดเก็บต้องไม่กระทบต่อประชาชนผู้ทำงาน ต้องใช้หลักเก็บน้อยแต่ได้มาก

4.2.2 ลักษณะโครงสร้างภาษีอากรที่ดีตามแนวคิดของ Seligman

โดย E.R.A Seligman เห็นว่า ลักษณะภาษีอากรที่ดีต้องมี 4 ด้าน ดังนี้

1) ด้านการคลัง ว่าสามารถหารายได้เข้ารัฐมากน้อยเพียงใด ซึ่งต้องพิจารณา 4 ประการ คือ

(1) ลั ก ษ ณ ะ อำน วย ผ ล (Productivity) หมายถึง ภาษีที่จัดเก็บต้องสามารถทำ

รายได้ให้รัฐเป็นจำนวนมาก ในขณะที่เดียวกันต้องไม่เสียค่าใช้จ่ายในการจัดเก็บที่สูงเกินไป และจำนวนเงินภาษีอากรที่จัดเก็บได้ ก็ต้องอยู่ในระดับที่เพียงพอต่อความต้องการของรัฐ ทั้งนี้ภาษีที่ทำรายได้สูงๆไม่จำเป็นต้องหมายถึง การจัดเก็บภาษีอากรในอัตราสูงๆ และต้องไม่ไปบั่นทอนกำลังใจในการทำงานด้วย

(2) ลักษณะความยืดหยุ่น (Elasticity) หมายถึง การเปลี่ยนแปลงในอัตราภาษีที่สามารถยืดหยุ่นได้ตามภาวะเศรษฐกิจ

(3) ลักษณะทรงตัว (Stability) จำนวนภาษีที่จัดเก็บต้องไม่ขึ้นลงตามภาวะเศรษฐกิจ กล่าวคือ แม้ว่าเศรษฐกิจจะดีหรือตกต่ำ จำนวนเงินที่รัฐได้จากภาษีอากรต้องเพียงพอต่อความต้องการของรัฐ

(4) ลักษณะไพศาล (Diversity of Sources) หมายถึง การเก็บภาษีอากรต้องจัดเก็บภาษีหลายๆประเภท เพื่อให้รัฐมีรายได้จากหลายๆแหล่ง ซึ่งจะช่วยให้รัฐสามารถจัดเก็บภาษีได้ครบถ้วน

2) ด้านการปฏิบัติจัดเก็บ ว่าสามารถดำเนินการจัดเก็บได้อย่างมีประสิทธิภาพ กล่าวคือ ต้องจัดเก็บได้อย่างเต็มเม็ดเต็มหน่วย ไม่มีรั่วไหล และมีค่าใช้จ่ายน้อย ซึ่งแบบฟอร์มในการจัดเก็บต้องอาศัยลักษณะง่ายๆ (Simplicity) เพื่อให้เกิดความร่วมมือทั้งฝ่ายผู้จัดเก็บและผู้ถูกจัดเก็บ

3) ด้านเศรษฐกิจ การจัดเก็บภาษีอากรต้องเป็นเครื่องมือทางการคลังในการที่จะทำให้เศรษฐกิจของประเทศเจริญเติบโต ดังนั้น การจัดเก็บภาษีอากรแต่ละประเภทในอัตราต่างๆกันต้องคำนึงถึงความสามารถในการลงทุน ความสามารถในการแข่งขัน และอำนาจซื้อของผู้บริโภค ด้วย

4) ด้านศีลธรรม ภาษีอากรที่จัดเก็บต้องมีความเป็นธรรมต่อทุกฝ่าย ทุกกลุ่มที่อยู่ในสังคม

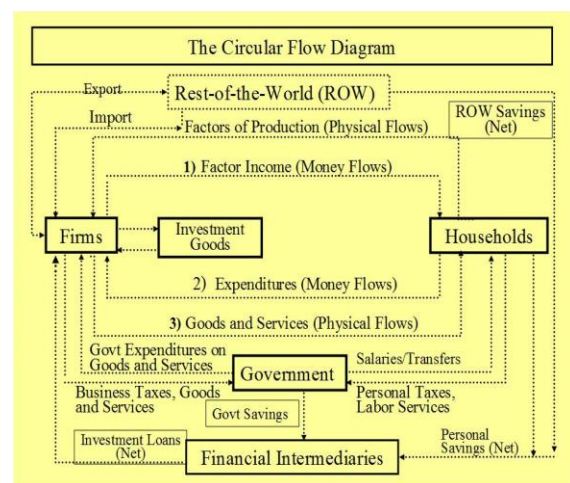
4.3 ทฤษฎีพัฒนาการโครงสร้างภาษีอากรของมัสเกรฟ (Musgrave)

Musgrave (อ้างอิงใน สุรางค์ แ่งการिया, 2558, หน้า 19-21) [3] ได้อธิบายพัฒนาการของโครงสร้างภาษี โดยเห็นว่า ปัจจัยสำคัญที่กำหนดโครงสร้างภาษี ได้แก่ ปัจจัยทางเศรษฐกิจ และปัจจัยทางด้านการเมือง และสังคม โดยปัจจัยทางด้านเศรษฐกิจมีผลต่อการพัฒนาการของโครงสร้างภาษีได้ 2 ทาง คือ

1) เมื่อโครงสร้างทางเศรษฐกิจของประเทศเปลี่ยนแปลงไปกับการพัฒนาเศรษฐกิจลักษณะของฐานภาษี (Tax base) ก็จะเปลี่ยนแปลงไปด้วย และการจัดการเกี่ยวกับระบบรายได้ของรัฐบาลจะต้องมีการเปลี่ยนแปลงเช่นเดียวกัน

2) วัตถุประสงค์ทางเศรษฐกิจ (economic objective) ทางด้านนโยบายภาษีย่อมจะเปลี่ยนแปลงไปตามขั้นตอนของการพัฒนาเศรษฐกิจ ในการพิจารณาอิทธิพลของปัจจัยทางเศรษฐกิจ Musgrave ได้แบ่งการพัฒนาเศรษฐกิจเป็น 2 ระยะ คือ ระยะแรก (early period) และระยะหลัง (later period)

4.4 ระบบเศรษฐกิจมหภาค



รูปที่ 1 การหมุนเวียนของระบบเศรษฐกิจมหภาค [1]

ในระบบเศรษฐกิจจะประกอบด้วยภาคการผลิต (Real sector) ภาคการเงิน (Money sector) และภาคต่างประเทศ (Foreign sector) ซึ่งนั่นก็คือตลาดการผลิต ตลาดการเงิน และตลาดระหว่างประเทศ ในระบบเศรษฐกิจมีกิจกรรมทางเศรษฐกิจในแต่ละ sector โดยมีความเชื่อมโยงจากปริมาณเงินที่จะหมุนเวียนเคลื่อนย้ายจาก sector หนึ่งไปสู่ sector หนึ่ง จากกิจกรรมทางเศรษฐกิจหนึ่งไปสู่กิจกรรมทางเศรษฐกิจหนึ่ง ซึ่งการเก็บภาษีอากรก็เป็นการที่ภาครัฐดึงเงินจากภาคเอกชนมาใช้จ่าย เป็นการเคลื่อนย้ายเงินจากภาคเอกชนมายังภาครัฐ ดังนั้นหากภาครัฐจัดเก็บภาษีไม่เหมาะสมก็จะส่งผลกระทบต่ออำนาจการใช้จ่ายของภาคเอกชนที่จะลดลง

5. ผลการศึกษา

จากการวิเคราะห์แบบจำลองผลิตภาพการผลิต ได้ผลการคำนวณดังนี้

$$Y = 0.1063 K^{0.9} L^{0.29} TAXco^{-0.132}$$

จากแบบจำลองผลิตภาพข้างต้น พบว่าเมื่อลดการเก็บมูลค่าภาษีเงินได้นิติบุคคลลง 1% จะทำให้ระดับรายได้ประชาชาติ เพิ่มขึ้น 0.132%

และเมื่อทำการพยากรณ์ผลของการเปลี่ยนแปลงในภาษีเงินได้นิติบุคคล ได้ผลดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลของการลดอัตราภาษีเงินได้นิติบุคคลต่อรายได้งบประมาณแผ่นดินและต่อ GDP Growth หน่วย : ล้านบาท

อัตราภาษี	ปี 2553	ปี 2555 รายได้จาก การลดอัตรา ภาษีนิติบุคคล เหลือ 23%	ปี 2556 รายได้จาก การลดอัตรา ภาษีนิติ บุคคลเหลือ 20%
30%	167,711.77	128,579.02	111,807.85
25%	213,168.32	196,114.85	170,534.65
10-15%	77,276.05	77,276.05	77,276.05
รวม	454,565	401,969.92	359,618.55
รายได้ เปลี่ยนแปลง		-56,186.21	-42,351.37
GDP growth จาก การลดภาษีนิติบุคคล		114,923.79 (0.93%)	170,559.39 (1.32%)

ที่มา : จากการคำนวณ.

จากการคำนวณ แสดงให้เห็นว่าการที่รัฐบาลใช้นโยบายการปรับลดภาษีนิติบุคคลลงเหลือ 23% ในปี 2555 จะมีผลให้รายได้ของรัฐใน ส่วนนี้ลดลง 56,186.21115 ล้านบาท และในปี 2556 ภาษีนิติบุคคลจะลดเหลือ 20% มีผลให้ภาครัฐสูญเสียรายได้จากภาษีนิติบุคคลลดลงอีกจำนวน 42,351.3748 ล้านบาท แต่ทั้งนี้ในอีกด้านหนึ่งการลดภาษีนิติบุคคลลงจะมีผลให้เกิดการกระตุ้นเศรษฐกิจอีกทางหนึ่งด้วย โดยอำนาจซื้อของคนเพิ่มขึ้น มีการจูงใจให้การลงทุนมากขึ้นเพราะกำไรมากขึ้น และถ้านำกำไรที่ได้ไปเพิ่มค่าแรง ก็จะส่งผลให้ประชาชนมีอำนาจซื้อเพิ่มขึ้นทั้งระบบ สุดท้ายเศรษฐกิจภาพรวมจึงเพิ่มขึ้น โดยเฉพาะในส่วนปัจจัยภาษีที่ลดลงจะกระตุ้นให้เศรษฐกิจเติบโตได้ร้อยละ 0.924 หรือคิดเป็น 114,923.79 ล้านบาท ในปี 2555 และร้อยละ 1.32 หรือคิดเป็น 170,559.39 ล้านบาท ในปี 2556

6. อภิปรายผล

ตามทฤษฎีระบบเศรษฐกิจมหภาค ที่อธิบายถึงความเชื่อมโยงกันของกิจกรรมทางเศรษฐกิจ โดยในระบบเศรษฐกิจมีกิจกรรมทางเศรษฐกิจในแต่ละ sector โดยมีความเชื่อมโยงจากปริมาณเงินที่จะหมุนเวียนเคลื่อนย้ายจาก sector หนึ่งไปสู่ sector หนึ่ง จากกิจกรรมทางเศรษฐกิจหนึ่งไปสู่กิจกรรมทางเศรษฐกิจหนึ่ง ซึ่งการเก็บภาษีอากรก็เป็นการที่ภาครัฐดึงเงินจากภาคเอกชนมาใช้จ่าย เป็นการเคลื่อนย้ายเงินจากภาคเอกชนมายังภาครัฐ เพื่อที่รัฐจะนำเงินดังกล่าวไปใช้จ่ายภาครัฐ ในทางตรงข้ามหากรัฐลดการจัดเก็บภาษีลง ภาคเอกชนก็จะมีเงินเหลือเพื่อนำไปใช้จ่ายมากขึ้น โดยหากภาครัฐลดการจัดเก็บภาษีเงินได้นิติบุคคลลง จะทำให้ภาคการลงทุนมีกำไรมากขึ้น และเมื่อภาคเอกชนมีกำไรมากขึ้นก็จะมีเงินเหลือเพื่อนำไปลงทุนมากขึ้น หรือนำไปพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตมากขึ้น ซึ่งจะส่งผลให้เกิดผลผลิตของชาติ หรือ GDP ของชาติเพิ่มขึ้นตามมา ซึ่งจากผลการศึกษาที่สอดคล้องกับทฤษฎีดังกล่าว โดยในการที่รัฐบาลใช้นโยบายลดอัตราภาษีเงินได้นิติบุคคลจาก 30% เป็น 20% ในปี พ.ศ. 2556 มีผลให้เศรษฐกิจของประเทศไทยมี GDP Growth เพิ่มขึ้น 1.32%

นอกจากนี้ ยังสอดคล้องกับหลักการในการเก็บภาษีที่เหมาะสม ที่โครงสร้างภาษีที่เหมาะสม ควรเป็น การส่งเสริมให้เกิดการลงทุนในประเทศ หรือส่งเสริมการผลิตเพื่อการส่งออก ในการที่จะทำให้เกิดการจ้างงานในประเทศเพิ่มขึ้น และยังสอดคล้องกับแนวคิดการจัดเก็บภาษีที่ดีของ Adam Smith และ E.R.A Seligman เห็นว่า ลักษณะภาษีอากรที่ดีต้องเป็นเครื่องมือทางการคลัง ในการที่จะทำให้อุตสาหกรรมของประเทศเจริญเติบโต

7. สรุปผล

จากผลการศึกษาผลของนโยบายการลดอัตราภาษีเงินได้นิติบุคคลจาก 30% เป็น 20% สรุปผลได้ดังนี้

การลดอัตราภาษีเงินได้นิติบุคคลดังกล่าว จะมีผลทำให้รายได้ของรัฐลดลงรวม 2 ปี คิดเป็น 98,537.58 ล้านบาท ในขณะที่เดียวกันการลดอัตราภาษีเงินได้นิติบุคคลดังกล่าวนี้ มีผลในการกระตุ้นเศรษฐกิจให้ผลผลิตของชาติ หรือ GDP เติบโตเพิ่มขึ้นรวม 2 ปี คิดเป็น 285,483.18 ล้านบาท ซึ่งเป็นมูลค่าที่เพิ่มขึ้นมากกว่ามูลค่าที่ลดลงถึง 186,945.60 ล้านบาท

8. ข้อเสนอแนะ

ในการดำเนินนโยบายทางการคลัง โดยเฉพาะนโยบายด้านภาษีอากร ควรมีการพิจารณาวิเคราะห์ตามหลักเศรษฐศาสตร์ที่ถูกต้องเพื่อให้ได้ข้อมูลที่ถูกต้องในการตัดสินใจดำเนินนโยบายต่างๆ โดยหลักการของการใช้นโยบายทางการคลังที่สำคัญนั้น ก็เพื่อส่งเสริมและทำให้ผลผลิตของชาติเติบโตเพิ่มขึ้น โดยเฉพาะการลงทุนภาคเอกชน เพราะเมื่อภาคเอกชนมีการลงทุนเพิ่มขึ้น ก็จะมีการใช้ปัจจัยการผลิตเพิ่มขึ้น กล่าวคือ มีการใช้ที่ดิน จ้างแรงงาน และเงินทุน มากขึ้น ซึ่งจะส่งผลให้ประชาชนในชาติมีรายได้เพิ่มขึ้น มีความอยู่ดีกินดีเพิ่มขึ้น ประเทศชาติก็จะพัฒนาขึ้น

เอกสารอ้างอิง

- [1] เบญจวรรณрі โชติช่วงนิรันดร์. 2559. *หลักการภาษีอากร*. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยรามคำแหง.
- [2] กรมสรรพากร. 2560. ผลการจัดเก็บภาษี. ค้นเมื่อ 7 พฤษภาคม, 2560, จาก <http://www.rd.go.th/publish/>.
- [3] สุรางค์ แปรการिया. 2556. *ประสิทธิภาพการจัดเก็บภาษีเงินได้นิติบุคคลของประเทศไทย*. วิทยานิพนธ์เศรษฐศาสตร์มหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยรามคำแหง.

คำแนะนำสำหรับผู้เขียน

สารสังเขปของวารสาร

วารสารวิจัยและนวัตกรรมอาชีวศึกษา จัดทำโดยสถาบันการอาชีวศึกษาภาคตะวันออก 1 รับบทความจากผู้เขียนทั้งในและนอกสถาบันฯ บทความที่เสนอเพื่อขอรับการพิจารณาอาจเป็นภาษาไทยหรือภาษาอังกฤษก็ได้ บทความจะต้องมีสองภาษา เอกสารอ้างอิงและแบบฟอร์มตามที่วารสารกำหนด ใช้ผู้ทรงคุณวุฒิทั้งภายในและภายนอกสถาบันฯ ที่เกี่ยวข้อง จำนวนไม่น้อยกว่า 2 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 2 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/ive-irj/index.htm>

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 [1] ชื่อผู้แต่ง, “ชื่อบทความ,” ชื่อวารสาร, ปีที่, ฉบับที่, เลขหน้าบทความที่อ้างอิง, ปีที่พิมพ์.

[2] นิตยา เงินประเสริฐศรี, “องค์การเนวอน,” วารสารสังคมศาสตร์และมนุษยศาสตร์, ปีที่ 27, ฉบับที่ 15, หน้า 37-42, มกราคม-มิถุนายน, 2554

[3] 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,



สภามหาวิทยาลัยการอาชีวศึกษาภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 1
Institute of Vocational Education : Northeastern Region 1

โทรศัพท์ 042-411445

โทรสาร 042-411447

E-mail : journal@ivene1.ac.th



<http://www.ivene1.ac.th>