



วารสาร

มหาวิทยาลัยวงษ์ชวลิตกุล

Journal of Vongchavalitkul University

ISSN:2672-9911(Print), ISSN:2697-5181(Online)

ปีที่ 35 ฉบับที่ 1 มกราคม-มิถุนายน 2565

Vol.35 No.1 January-June 2022



- รูปแบบการจัดการเรียนการสอนสำหรับนักศึกษาพยาบาลในวิถีความปกติใหม่
รณชัย คนบุญ, วริศรา ปั่นทองกลาง, เสาวนีย์ ชูจันทร์
- ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมการป้องกันการสูญเสียการได้ยินในพนักงานผลิตห้อง จังหวัดอุบลราชธานี
ชัยกฤต ยกพลชนชัย, ญาณิฐา แพงประโคน, จารุพร ดวงศรี, คมสันต์ ธงชัย,
กันตยา อรรถธรรม, นรินทร์ ไส้คำภา, อนันต์เดช พามล, อรทัย สิงห์ราช
- ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับความดันโลหิตสูงของนักศึกษาหญิงวิทยาลัยการสาธารณสุขสิรินธร จังหวัดขอนแก่น
วรรณศรี แววงาม, สุธาร์ณี เรินไธสง, ลำพึง วอนอก, สุพัฒน์ อาสนะ, กฤษกันทร สุวรรณพันธ์
- ผลทันทีของการนวดคลายกล้ามเนื้อและระบายน้ำเหลืองบริเวณใบหน้าต่อความดันตา
ภัทราวรรณ ภัทรนิตย์, ธนภัทร รัตนภากร, จิราวัฒน์ ลิ้มปัทธภรณ์, ไพริยา ลิทธิธิดา
- การสำรวจและวิเคราะห์บริบทการจัดการสิ่งแวดล้อมสีเขียวในเมืองนครราชสีมา โดยใช้กระบวนการ Urban Forestry
ศิริวัฒน์ สาระเขตต์, นิธิ ลิคนันท์
- การลดผลกระทบจากคือน้ำด้วยถังลดความดัน
ประยงค์ กิรติอุไร, ชวินทร์ ลิ้มศิริ, ปฎิภาณ พรหมดี, ฐริพัฒน์ วิจิตรปัทมวงศ์
- ตู้น้ำมันอัตโนมัติ
กฤษฎา วิไลลักษณ์, สุรพร มีหอม, ชมพู ทรัพย์ปทุมสิน, นพดล โคตรพันธ์, วิไลพร เงินบาท
- เครื่องจำหน่ายสินค้าอัตโนมัติควบคุมการทำงานด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์
ชมพู ทรัพย์ปทุมสิน, เอกราช ตากกระโทก, กฤษฎา วิไลลักษณ์, สุรพร มีหอม



วารสาร

มหาวิทยาลัยวงษ์ชวลิตกุล



วารสาร

มหาวิทยาลัยวงษ์ชวลิตกุล

เจ้าของ: มหาวิทยาลัยวงษ์ชวลิตกุล

วัตถุประสงค์

1. เพื่อพิมพ์เผยแพร่บทความทางวิชาการ
ของอาจารย์และผู้ทรงคุณวุฒิในสาขา
วิศวกรรมศาสตร์ วิทยาศาสตร์สุขภาพ
สหวิทยาการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
2. เพื่อพิมพ์เผยแพร่ผลงานวิจัยและบทความ
ทางวิชาการของอาจารย์และนักวิชาการ
3. เพื่อเป็นเวทีสำหรับนักศึกษาในระดับปริญญาโท
และปริญญาเอก เพื่อนำเสนอบทความวิจัยที่ได้
จากการทำวิทยานิพนธ์
4. เพื่อนำเสนอเรื่องราวต่างๆ ในทุกสาขาวิชา
เพื่อให้คณาจารย์และนักศึกษาได้มีโอกาส
เพิ่มพูนความรู้

มหาวิทยาลัยวงษ์ชวลิตกุล

84 หมู่ 4 ถ.มิตรภาพ-หนองคาย ต.บ้านเกาะ

อ.เมือง จ.นครราชสีมา 30000

โทรศัพท์: 044-009711

โทรสาร: 044-009712

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

พิมพ์ที่: มหาวิทยาลัยวงษ์ชวลิตกุล

อัตราค่าเผยแพร่ตีพิมพ์บทความ

1) ค่าสมัครเป็นสมาชิก

- สมาชิกประเภทสถาบันการศึกษา ปีละ 400 บาท
- สมาชิกประเภทบุคคลทั่วไป ปีละ 400 บาท

2) ค่าตีพิมพ์เผยแพร่บทความจากสถาบันการศึกษา และบุคคลทั่วไป บทความละ 3,000 บาท



วารสาร

มหาวิทยาลัยวงษ์ชวลิตกุล

ที่ปรึกษากิตติมศักดิ์

อาจารย์มุข วงษ์ชวลิตกุล

อาจารย์ปราณี วงษ์ชวลิตกุล

ที่ปรึกษา

ศาสตราจารย์ ดร.ประสาธ สืบคำ

อาจารย์ ดร.ณัฐวัฒน์ วงษ์ชวลิตกุล

บรรณาธิการ

รองศาสตราจารย์ ดร.รัชนี ศุจิจันทร์รัตน์

รองบรรณาธิการ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชีวินทร์ ลิ้มศิริ

กองบรรณาธิการ

ศาสตราจารย์เกียรติคุณ ดร.นพ.ศาสตรี เสาวคนธ์

รองศาสตราจารย์ ดร.กานต์ เกิดชื่น

รองศาสตราจารย์ ดร.คณินิจ พงศ์ถาวรกุล

รองศาสตราจารย์ ดร.ธนิศา ผาติเสนาะ

รองศาสตราจารย์ ดร.รัชนี ศุจิจันทร์รัตน์

รองศาสตราจารย์ ดร.สุมัทนา กลางคาร

รองศาสตราจารย์ ดร.สุเทพ ศิลพานันท์กุล

รองศาสตราจารย์ ดร.อนุชิต อุทัยภักดี

รองศาสตราจารย์ ประเสริฐ คำรงชัย

รองศาสตราจารย์ สิริรัตน์ ฉัตรชัยสุชา

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชีวินทร์ ลิ้มศิริ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธานี แก้วธรรมานุกุล

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธีระวุธ ธรรมกุล

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ พ.ต.ต.หญิง ดร.พูนรัตน์ ลียติกุล

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศิวัม ไทยอุดม

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สงวนพงศ์ ขวนชม

ดร.เกษิณีจักษ์ พลศรีประดิษฐ์

เลขานุการกองบรรณาธิการ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุดา หันกลาง

ผู้ช่วยเลขานุการกองบรรณาธิการ

นางสาวธัญลักษณ์ จินดา

นางสาวสุชาดา สนิทสิงห์

ฝ่ายศิลปกรรม

อาจารย์บุษบาพรรณ ไชยศิริ

ฝ่ายพิสูจน์อักษร

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มะลิ โพธิพิมพ์

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุดา หันกลาง

อาจารย์จิราภรณ์ ประธรรมโย

มหาวิทยาลัยบูรพา

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน

มหาวิทยาลัยมหิดล

มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา

มหาวิทยาลัยวงษ์ชวลิตกุล

มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

มหาวิทยาลัยมหิดล

มหาวิทยาลัยวงษ์ชวลิตกุล

มหาวิทยาลัยขอนแก่น

มหาวิทยาลัยวงษ์ชวลิตกุล

มหาวิทยาลัยวงษ์ชวลิตกุล

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช

มหาวิทยาลัยวงษ์ชวลิตกุล

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

มหาวิทยาลัยวงษ์ชวลิตกุล

สำนักงานสาธารณสุขจังหวัดนครราชสีมา

E-mail: suda_han@vu.ac.th

E-mail: thunyaluck_jin@vu.ac.th

E-mail: suchada_sni@vu.ac.th

ผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก

พิจารณากลับกรอบบทความ.....

- | | |
|--|--|
| 1. ศาสตราจารย์ ดร.ดารุณี จงอุดมการณ์ | มหาวิทยาลัยขอนแก่น (พยาบาลศาสตร์) |
| 2. ศาสตราจารย์คลินิก นพ.พิชัย ศุภจินทรรัตน์ | มหาวิทยาลัยมหิดล (วิทยาศาสตร์การแพทย์) |
| 3. ศาสตราจารย์เกียรติคุณ ดร.นพ.ศาสตรา เสาวคนธ์ | มหาวิทยาลัยบูรพา (วิทยาศาสตร์สุขภาพ) |
| 4. พลอากาศตรี ศาสตราจารย์ ดร.สรกฤษ ศรีเกษม | โรงเรียนนายเรืออากาศ (วิศวกรรมศาสตร์) |
| 5. ศาสตราจารย์ ดร.สุขสันต์ หอพิบูลสุข | มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี (วิศวกรรมศาสตร์) |
| 6. ศาสตราจารย์ ดร.อวิรุทธิ์ ชินกุลกิจนิวัฒน์ | มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี (วิศวกรรมศาสตร์) |
| 7. ศาสตราจารย์วุฒิพัฒน์ ประทานทรัพย์ | มหาวิทยาลัยศิลปากร (สหวิทยาการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี) |
| 8. รองศาสตราจารย์ ดร.กานท์ เกิดชื่น | มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน (วิศวกรรมศาสตร์) |
| 9. รองศาสตราจารย์ ดร.ไกรชาติ ตันตระการอาภา | มหาวิทยาลัยมหิดล (วิศวกรรมศาสตร์) |
| 10. รองศาสตราจารย์ ดร.คณินิจ พงศ์ถาวรกุล | มหาวิทยาลัยมหิดล (วิทยาศาสตร์สุขภาพ) |
| 11. รองศาสตราจารย์ ดร.จงจิต เสน่หา | มหาวิทยาลัยมหิดล (วิทยาศาสตร์สุขภาพ) |
| 12. รองศาสตราจารย์ ดร.จุฬารักษ์ โสตะ | มหาวิทยาลัยขอนแก่น (สาธารณสุขศาสตร์) |
| 13. รองศาสตราจารย์ ดร.ชัยสิทธิ์ ด้านกิตติกุล | มหาวิทยาลัยศิลปากร (สหวิทยาการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี) |
| 14. รองศาสตราจารย์ ดร.ดวงรัตน์ วัฒนกิจไกรเลิศ | มหาวิทยาลัยมหิดล (วิทยาศาสตร์สุขภาพ) |
| 15. รองศาสตราจารย์ ดร.ธนิดา ผาติเสนะ | มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา (วิทยาศาสตร์สุขภาพ) |
| 16. รองศาสตราจารย์ ดร.นพพร ว่องสิริมาศ | มหาวิทยาลัยมหิดล (วิทยาศาสตร์สุขภาพ) |
| 17. รองศาสตราจารย์ ดร.นิคม บุญญานุสิทธิ์ | มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน (สหวิทยาการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี) |
| 18. รองศาสตราจารย์ ดร.พรณี บัญชรหัตถกิจ | มหาวิทยาลัยขอนแก่น (สาธารณสุขศาสตร์) |
| 19. รองศาสตราจารย์ ดร.รุ่งโรจน์ พุ่มริ้ว | มหาวิทยาลัยกรุงเทพธนบุรี (สาธารณสุขศาสตร์) |
| 20. รองศาสตราจารย์ ดร.วิราพรณ วิโรจน์รัตน์ | มหาวิทยาลัยมหิดล (วิทยาศาสตร์สุขภาพ) |
| 21. รองศาสตราจารย์ ดร.วิไลวรรณ ทองเจริญ | วิทยาลัยวิทยาศาสตร์การแพทย์เจ้าฟ้าจุฬาภรณ (วิทยาศาสตร์สุขภาพ) |
| 22. รองศาสตราจารย์ ดร.ศิริบุษย์ บุญครอง | มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี (สหวิทยาการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี) |
| 23. รองศาสตราจารย์ ดร.สมพร รุ่งเรืองกลกิจ | มหาวิทยาลัยขอนแก่น (วิทยาศาสตร์สุขภาพ) |
| 24. รองศาสตราจารย์ ดร.สมเกียรติ ทานอก | มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา (สหวิทยาการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี) |
| 25. รองศาสตราจารย์ ดร.สุมัทนา กลางคาร | มหาวิทยาลัยมหาสารคาม (วิทยาศาสตร์สุขภาพ) |
| 26. รองศาสตราจารย์ ดร.สุวิมล ตั้งประเสริฐ | มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา (สหวิทยาการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี) |

27. รองศาสตราจารย์ ดร.สุเทพ ศิลปนนท์กุล	มหาวิทยาลัยมหิดล (วิทยาศาสตร์สุขภาพ)
28. รองศาสตราจารย์ ดร.อาภรณ์ ตีนาน	มหาวิทยาลัยรังสิต (วิทยาศาสตร์สุขภาพและ)
29. รองศาสตราจารย์ ดร.อุษาวดี อัครวิเศษ	มหาวิทยาลัยมหิดล (วิทยาศาสตร์สุขภาพ)
30. รองศาสตราจารย์จันทนา รณฤทธิ์วิชัย	มหาวิทยาลัยมหิดล (วิทยาศาสตร์สุขภาพ)
31. รองศาสตราจารย์ประเสริฐ ดำรงชัย	มหาวิทยาลัยขอนแก่น (วิศวกรรมศาสตร์)
32. รองศาสตราจารย์สุจิตรา ลีมอานวยลาภ	มหาวิทยาลัยขอนแก่น (วิทยาศาสตร์สุขภาพ)
33. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กระวี ตรีอำนรรค	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี (วิศวกรรมศาสตร์)
34. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เกียรติฟ้า ตั้งใจจิต	มหาวิทยาลัยขอนแก่น (วิศวกรรมศาสตร์)
35. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จิระยุทธ สืบสุข	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน (วิศวกรรมศาสตร์)
36. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชมพิศ แก้วมณี	มหาวิทยาลัยนเรศวร (วิศวกรรมศาสตร์ และ สหวิทยาการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี)
37. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธรา อังสกุล	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี (สหวิทยาการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี)
38. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธานี แก้วธรรมานกุล	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ (วิทยาศาสตร์สุขภาพ)
39. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธีระวุธ ธรรมกุล	มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช (วิทยาศาสตร์สุขภาพ)
40. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นิรันดร์ คงฤทธิ์	มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา (วิศวกรรมศาสตร์ และ สหวิทยาการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี)
41. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.บรรณัญติ บริบูรณ์	มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี (วิศวกรรมศาสตร์)
42. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พรรณรัตน์ แสงเพิ่ม	มหาวิทยาลัยมหิดล (วิทยาศาสตร์สุขภาพ)
43. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มนชยา เจริญประดิษฐ์	มหาวิทยาลัยมหาสารคาม (สหวิทยาการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี)
44. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มยุรี ลีทองอินทร์	มหาวิทยาลัยขอนแก่น (วิทยาศาสตร์สุขภาพ)
45. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ลดาวลัย พันธุ์พาณิชย์	มหาวิทยาลัยขอนแก่น (วิทยาศาสตร์สุขภาพ)
46. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วรภัทร ไพรีเกรง	มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์ (สหวิทยาการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี)
47. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศิวัม ไทยอุดม	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี (วิทยาศาสตร์สุขภาพ และสหวิทยาการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี)
48. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.โสกรา แข็งการ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี (วิศวกรรมศาสตร์)
49. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมเกียรติ ทานอก	มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา (สหวิทยาการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี)
50. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.แสงอรุณ อิสระมาลัย	มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ (วิทยาศาสตร์สุขภาพ)
51. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.หลุยส์สถักษ์ณ์ วิริยะ	มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา (วิศวกรรมศาสตร์ และ สหวิทยาการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี)
52. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อรุณรัตน์ ศรีจันทน์นิตย์	มหาวิทยาลัยมหิดล (วิทยาศาสตร์สุขภาพ)
53. ผู้ช่วยศาสตราจารย์พุทธิพงษ์ พลคำฮัก	มหาวิทยาลัยพะเยา (วิทยาศาสตร์สุขภาพ)
54. ผู้ช่วยศาสตราจารย์วิชชุพงษ์ วิบูลเจริญ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน (วิศวกรรมศาสตร์)
55. อาจารย์ ดร.ภก.วีไลรัตน์ นามวงศ์	มหาวิทยาลัยขอนแก่น (วิทยาศาสตร์สุขภาพ)

- | | |
|------------------------------------|--|
| 56. อาจารย์ ดร.กนิษฐา ยี่มนาค | มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
(สหวิทยาการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี) |
| 57. อาจารย์ ดร.จาริณี จงปลื้มปิติ | มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน (วิศวกรรมศาสตร์) |
| 58. อาจารย์ ดร.จิรวดี ผลประเสริฐ | มหาวิทยาลัยนครสวรรค์ (วิศวกรรมศาสตร์ และ
สหวิทยาการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี) |
| 59. อาจารย์ ดร.ณิชาภัทร พุฒิกามิน | มหาวิทยาลัยขอนแก่น (วิทยาศาสตร์สุขภาพ) |
| 60. อาจารย์ ดร.พรสวรรค์ ทองใบ | มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน (วิศวกรรมศาสตร์) |
| 61. อาจารย์ ดร.พรเลิศ ชุ่มชัย | วิทยาลัยพยาบาลบรมราชชนนี พระพุทธบาท
(วิทยาศาสตร์สุขภาพ) |
| 62. อาจารย์ ดร.พลเทพ เวงสูงเนิน | มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน (วิศวกรรมศาสตร์) |
| 63. อาจารย์ ดร.ศรารินทร์ พิทยะพงษ์ | สถาบันการพยาบาลศรีสวรินทิรา สภากาชาดไทย
(วิทยาศาสตร์สุขภาพ) |
| 64. อาจารย์ ดร.สุวัฒนา เกิดม่วง | วิทยาลัยการสาธารณสุขสิรินธร (วิทยาศาสตร์สุขภาพ) |
| 65. ดร.ภัชภิชญ์ พลศรีประดิษฐ์ | สำนักงานสาธารณสุขจังหวัดนครราชสีมา
(วิทยาศาสตร์สุขภาพ) |
| 66. พันตรีหญิง นภาพิณ จันทขัมมา | มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช (วิทยาศาสตร์สุขภาพ) |

สารบัญ.....

รูปแบบการจัดการเรียนการสอนสำหรับนักศึกษาพยาบาลในวิถีความปกติใหม่.....	1
รณชัย คนบุญ, วริศรา ปั่นทองกลาง, เสาวนีย์ ชูจันทร์	
ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมการป้องกันการสูญเสียการได้ยิน.....	13
ในพนักงานผลิตห้อง จังหวัดอุบลราชธานี	
ชัยกฤต ยกพลชนชัย, ญาณิฐา แพงประโคน, จารุพร ดวงศรี, คมสันต์ ธงชัย, กันติยา อรรถธรรม, นรินทร์ โสคำภา, อนันต์เดช พาผล, อรทัย สิงห์ราช	
ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับความดันโลหิตสูงของนักศึกษาหญิง.....	29
วิทยาลัยการสาธารณสุขสิรินธร จังหวัดขอนแก่น	
วรรณศรี แวงงาม, สุภารัตน์ เรินไธสง, ลำพึง วอนอก, สุพัฒน์ อาสนะ, กฤษกันทร สุวรรณพันธุ์	
ผลทันทีของการนวดคลายกล้ามเนื้อและระบายน้ำเหลืองบริเวณใบหน้าต่อความดันตา.....	45
ภัทรารวรรณ ภัทรนิตย์, ธนภัทร รัตนภากร, จิราวัฒน์ ลิ้มปัทธราภรณ์, ไพรยา สิริธิดา	
การสำรวจและวิเคราะห์บริบทการจัดการสิ่งแวดล้อมสีเขียวในเมืองนครราชสีมา.....	60
โดยใช้กระบวนการ Urban Forestry	
ศิริวัฒน์ สาระเขตต์, นิธิ ลิศนันท์	
การลดผลกระทบจากคือน้ำด้วยถังลดความดัน.....	76
ประยงค์ กิรติอุไร, ชีวินทร์ ลิ้มศิริ, ปฎิภาณ พรมดี, ฐริพัฒน์ วิจิตรปัทมวงศ์	
ตุน้ำมันอัตโนมัติ.....	91
กฤษฎา วิไลลักษณ์, สุรพร มีหอม, ชมพู ทรัพย์ปทุมสิน, นพดล โคตรพันธ์, วิไลพร เงินบาท	
เครื่องจำหน่ายสินค้าอัตโนมัติควบคุมการทำงานด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์.....	103
ชมพู ทรัพย์ปทุมสิน, เอกราช ตากกระโทก, กฤษฎา วิไลลักษณ์, สุรพร มีหอม	

บทบรรณาธิการ

วารสารมหาวิทยาลัยวงษ์ชวลิตกุลฉบับนี้นับเป็นฉบับที่ 1 ของปีที่ 35 พ.ศ. 2565 (มกราคม-มิถุนายน) ได้รวบรวมบทความที่เป็นประโยชน์ไว้หลายสาขา จำนวน 8 เรื่อง ประกอบด้วยบทความวิชาการ 1 เรื่อง บทความวิจัยด้านวิทยาศาสตร์สุขภาพ 3 เรื่อง บทความวิจัยด้านเทคโนโลยี 1 เรื่อง และด้านวิศวกรรมศาสตร์ 3 เรื่อง

บทความวิชาการเป็นการนำเสนอรูปแบบการจัดการเรียนการสอนทางพยาบาลที่ต้องมีการวางแผนการปรับเปลี่ยนและปรับตัวให้เหมาะสมกับสถานการณ์ภายหลังการเกิดโรคระบาด COVID-19 สำหรับบทความวิจัยเรื่องแรกเป็นการศึกษาปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมการป้องกันการสูญเสียการได้ยินในพนักงานผลิตห้อง ซึ่งเป็นผู้ปฏิบัติงานที่มีความเสี่ยงทางด้านการได้ยินโดยตรง ผลการศึกษาพบว่าปัจจัยหลายประการที่นำมาใช้ในการป้องกันฯ ได้ทั้งระดับนโยบายและปฏิบัติ บทความวิจัยเรื่องที่สองเป็นการศึกษาปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับความดันโลหิตสูงของนักศึกษาหญิงในวิทยาลัยการสาธารณสุข ผลการศึกษาพบว่าปัจจัยหลายประการที่ควรต้องนำไปใช้ในการส่งเสริมและปรับเปลี่ยนพฤติกรรมสุขภาพให้เหมาะสม โดยเฉพาะผู้ที่อยู่ในวัยทำงานและปฏิบัติงานทางด้านบริการสุขภาพ บทความวิจัยเรื่องที่สามเป็นการทดลองใช้วิธีการนวดคลายกล้ามเนื้อและระบายน้ำเหลืองบริเวณใบหน้าต่อความดันตาในคนปกติ ที่อาจนำผลการวิจัยไปศึกษาต่อและพิจารณาใช้ประโยชน์ทางคลินิกต่อไป บทความวิจัยเรื่องที่สี่เป็นการพัฒนาโปรแกรมประยุกต์ (Application) บนโทรศัพท์มือถือที่ให้ชื่อว่า 4Rester โดยโปรแกรมจัดทำเป็นฐานข้อมูลแบบเปิด ผู้ใช้ทุกคนสามารถเก็บข้อมูลและเข้าสู่ข้อมูลได้จากโทรศัพท์มือถือ ซึ่งเป็นประโยชน์ในการบริหารจัดการพัฒนาพื้นที่สีเขียว

กลุ่มบทความวิจัยด้านวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีมี 3 เรื่อง เรื่องแรกการลดผลกระทบจากค้อนน้ำด้วยถังลดความดัน เป็นงานวิจัยที่พัฒนาอุปกรณ์ขึ้นเองเพื่อใช้ลดความดันที่เพิ่มขึ้นจนอาจทำความเสียหายให้กับอุปกรณ์หรือระบบท่อน้ำประปาได้เมื่อเกิดปรากฏการณ์ค้อนน้ำ โดยอุปกรณ์นี้สามารถลดความดันในท่อได้ดีเมื่อเปรียบเทียบกับระบบท่อน้ำที่ไม่มีอุปกรณ์ลดความดัน เรื่องที่สองและสามเป็นเรื่องเกี่ยวกับตู้อัตโนมัติซึ่งมีใช้กันอย่างแพร่หลายในปัจจุบัน เรื่องที่สองตู้จำหน่ายน้ำดื่มอัตโนมัติเป็นการพัฒนาตู้จำหน่ายน้ำดื่มที่ผู้ซื้อสามารถชำระเงินกับช่องรับเงินและตู้สามารถจ่ายน้ำดื่มและทอนเงินได้อย่างถูกต้องซึ่งจะเป็นประโยชน์ในพื้นที่ห่างไกลที่การจ่ายน้ำดื่มยังไม่มีประสิทธิภาพ และเรื่องที่สามเครื่องจำหน่ายสินค้าอัตโนมัติควบคุมการทำงานด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นการออกแบบและสร้างเครื่องจำหน่ายสินค้าอัตโนมัติซึ่งสามารถรับเงินไทยได้ทุกชนิด จำหน่ายและทอนเงินได้อย่างถูกต้องรวมถึงสามารถส่งข้อความการซื้อขายได้ จากบทความทั้งสองจะเห็นได้ว่าอุปกรณ์อัตโนมัติสามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการจำหน่ายสินค้าได้เช่น มีความถูกต้องและลดพนักงานบริการลงได้ ซึ่งจะเป็นประโยชน์ทั้งต่อผู้ซื้อและผู้ขาย

กองบรรณาธิการหวังเป็นอย่างยิ่งว่าบทความต่างๆ ดังกล่าวจะเป็นประโยชน์ต่อผู้อ่านทุกท่าน และขอขอบคุณผู้สนับสนุนทุกท่านที่ให้ความสนใจส่งบทความเข้ารับการตีพิมพ์เผยแพร่ในวารสารมหาวิทยาลัยวงษ์ชวลิตกุลไว้ ณ ที่นี้

รองศาสตราจารย์ ดร.รัชณี ศุภจินทรรัตน์, D.S.N.

บรรณาธิการ

รูปแบบการจัดการเรียนการสอนสำหรับนักศึกษาพยาบาล ในวิถีความปกติใหม่

Instructional Model for Nursing Students in “New Normal”

Received : October 6, 2021

Revised : April 6, 2022

Accepted : May 29, 2022

รณชัย คนบุญ, พย.ม. (Ronnachai khonboon, M.N.S.)¹

วริศรา ปั่นทองกลาง, พย.ม. (Warissara Panthonglang, M.N.S.)^{2*}

เสาวนีย์ ชูจันทร์, พย.ม. (Saowanee Choojan, M.N.S.)³

บทคัดย่อ

การแพร่ระบาดของเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 ส่งผลกระทบต่อระบบการดูแลสุขภาพ ด้านสังคม ด้านเศรษฐกิจ และระบบการศึกษา ประชาชนเกิดการปรับตัวและก่อเกิดมาตรการในการดำเนินชีวิตในรูปแบบวิถีความปกติใหม่ ภายหลังสถานการณ์การแพร่ระบาดของเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 ระบบการศึกษาโดยเฉพาะทางการพยาบาล มีการปรับแผนการศึกษา การเปลี่ยนรูปแบบการเรียนการสอน การปรับเปลี่ยนอย่างรวดเร็วนี้ทำให้เกิดปัญหาตามมาคือ การขาดแคลนทรัพยากรสนับสนุนการเรียนรู้ ปัญหาของสัญญาณอินเทอร์เน็ต การเลื่อนฝึกปฏิบัติการพยาบาลในแหล่งฝึก การจบการศึกษาช้ากว่ากำหนด บทความนี้จึงนำเสนอรูปแบบการจัดการเรียนการสอนสำหรับนักศึกษาพยาบาลในวิถีความปกติใหม่ และหลักการสำคัญในการจัดการเรียนการสอน ตามแนวคิดของ Martinez (2014) โดยรูปแบบการเรียนรู้นี้จะสามารถช่วยให้ผู้สอนนำไปวางแผนหรือออกแบบการจัดการเรียนรู้ในรายวิชาทางการพยาบาลได้อย่างมีประสิทธิภาพ ประกอบด้วย การสร้างแรงกระตุ้นนักเรียนให้เป็นผู้นำการเรียนรู้ของตนเอง การเรียนรู้จากประสบการณ์จริง การเชื่อมโยงความรู้กับประสบการณ์ การเรียนรู้เพิ่มเติมนอกเหนือจากการเรียนในสถาบันการศึกษา การสร้างแรงบันดาลใจให้ผู้เรียน และการใช้เทคโนโลยีมาใช้เป็นเครื่องมือ

คำสำคัญ: รูปแบบการจัดการเรียนการสอน, นักศึกษาพยาบาล, วิถีความปกติใหม่

^{1,2,3}อาจารย์ประจำคณะพยาบาลศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา จังหวัดนครราชสีมา

(Lecturer at Faculty of Nursing, Nakhon Ratchasima Rajabhat University, Nakhon Ratchasima Province)

*ผู้เขียนหลัก (Corresponding author)

Email: warissara.p@nrru.ac.th

Abstract

The Coronavirus 2019 has spread around the world. It has affected health care systems, societies, economies and education. People have adopt and created measures for living in a new normal. After the epidemic of the Coronavirus 2019, nursing education system has been changing; the teaching styles and study plan. As a consequence, some problems occurred such as a lack of resources to support learning methods, internet problems, postponement of nursing practice in training sites, and a late graduation. This article therefore presents a new instructional model for nursing students in “New Normal” and important principles in an instructional model according to the concept of Martinez (2014). This instructional model can help teachers to design instructional management in nursing courses effectively. The model consists of motivating students to lead their own learning, learning and connecting knowledge with real experience, additional study to the regular class, inspiring learners, and using technology as a tool.

Keywords: instructional model, nursing students, new normal

1. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

โรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 (COVID-19) มีการระบาดตั้งแต่เดือนธันวาคม พ.ศ. 2562 เป็นต้นมา โดยช่วงแรกมีการแพร่ระบาดที่สาธารณรัฐประชาชนจีน และแพร่กระจายข้ามประเทศอย่างรวดเร็ว จนทำให้องค์การอนามัยโลก (WHO) ได้ประกาศการระบาดนี้ว่าเป็นการระบาดใหญ่ (pandemic) จากผลการสำรวจทั่วโลกข้อมูล ณ วันที่ 28 มีนาคม พ.ศ. 2565 พบยอดผู้ติดเชื้อทั่วโลกมากกว่า 400 ล้านราย และมียอดผู้เสียชีวิตมากกว่า 6 ล้านราย สำหรับประเทศไทย มีผู้ติดเชื้อสะสม 3,553,720 ราย และเสียชีวิต 24,880 ราย (กรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข, 2565) ซึ่งถือได้ว่าสถานการณ์ดังกล่าวรุนแรงและมีความสำคัญต่อการแก้ไขปัญหาเป็นอย่างมาก ซึ่งผู้ที่ติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 จะเริ่มมีอาการเช่นเดียวกับผู้ที่ติดเชื้อระบบทางเดินหายใจคือ คัด

จมูก เจ็บคอ ไอ มีไข้ บางรายมีอาการในระดับรุนแรง เช่น ปอดบวม หายใจลำบาก และเสียชีวิตได้ ส่งผลให้สังคมเกิดความระมัดระวังตัวเพิ่มขึ้น มีการเฝ้าระวังการติดต่อ และการป้องกันโรค โดยใช้มาตรการระยะห่างทางสังคม (social distancing) คือ การยืน นั่ง ห่างกัน 1.5-2 เมตรงดการรวมตัวเป็นหมู่คณะ การรับประทานอาหารสำหรับเป็นชุดคนเดียว เปลี่ยนระบบการสื่อสารในภาคธุรกิจและการศึกษาให้เป็นรูปแบบออนไลน์ เป็นต้น (กรมอนามัย, 2565) ซึ่งผลกระทบของโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 นี้ ส่งผลต่อวิถีการทำงานของอาจารย์พยาบาล ที่ต้องเรียนรู้และใช้ระบบออนไลน์มากขึ้น เช่น งานเอกสารดิจิทัล การประชุมผ่านระบบอิเล็กทรอนิกส์ เป็นต้น ดังนั้นการทำงานที่บ้าน หรือ Work from home จึงเป็นคำตอบของการลดความเสี่ยงการแพร่ระบาดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 รวมทั้งผลกระทบต่อการ

จัดการเรียนการสอนทางการพยาบาล ในรายวิชา
ทฤษฎีเปลี่ยนเป็นรูปแบบออนไลน์ และวิชา
ภาคปฏิบัติ ที่จัดรูปแบบผสมผสาน ทั้งแบบ
เผชิญหน้าและแบบออนไลน์ เช่น การฝึกปฏิบัติใน
สถานการณ์จำลองที่กลุ่มผู้เรียนมีจำนวนไม่มาก
การฝึกทักษะด้วยกันอัตคลิปปิวดิโอ การใช้สื่อ
ออนไลน์ทดแทนการเดินทางไปศึกษาดูงานแหล่งที่มี
ความเสี่ยง เป็นต้น (อารี ชิวเกษมสุข, 2564;
พิมพ์กา ปัญญาใหญ่ และพินุช ลาเซอร์, 2564)
เป็นการยากที่จะทำให้ผู้เรียน ได้รับประสบการณ์
จริงในสถานการณ์เช่นนี้ การฝึกในห้องปฏิบัติการ
เพียงอย่างเดียวจึงยังไม่ใช้คำตอบทั้งหมดของการ
เรียนรู้ จึงทำให้หลายสถาบันเลื่อนการฝึกปฏิบัติบน
หอผู้ป่วยออกไป และมีผลกระทบต่อการศึกษาที่ล่าช้ากว่ากำหนด (สายสมร เฉลยกิตติ,
จินตนา อาจสันเทียะ และมักเดลาณา สุภาพร
ดาวดี, 2563) เมื่อสถานการณ์ดำเนินมาถึงช่วง
แนวโน้มในการควบคุมการแพร่ระบาดได้ดีขึ้น
สังคมจึงมีการปรับตัวเกิดรูปแบบการดำเนินชีวิต
แบบใหม่ในชื่อ “new normal” หรือ “วิถีความ
ปกติใหม่” ทำให้อาจารย์และนักศึกษาต้องเรียนรู้
วิถีชีวิตที่ไม่คุ้นเคย มีมาตรการในการคัดกรอง
สุขภาพ มาตรการสวมหน้ากากอนามัย การล้างมือ
และการใช้แอลกอฮอล์ การเว้นที่นั่งในการซื้อและ
รับประทานอาหาร มาตรการในการเรียนและการ
สอบแบบออนไลน์ ภาพต่างๆ เหล่านี้ กลายเป็นวิถี
ความปกติใหม่ที่เกิดขึ้น สำหรับการจัดการเรียน
การสอนในนักศึกษาพยาบาลทั้งในประเทศและ
ต่างประเทศ มีการนำระบบออนไลน์ และ
เทคโนโลยีเข้ามาประยุกต์ใช้ในรูปแบบการเรียน
การสอนต่างๆ ได้แก่ การเรียนการสอนแบบ
Online Learning การเรียนการสอนที่เน้นการ

บูรณาการ การเรียนรู้แบบผสมผสาน และการ
เรียนรู้โดยใช้สถานการณ์เสมือนจริง

บทความนี้นำเสนอรูปแบบการจัดการ
เรียนการสอนสำหรับนักศึกษาพยาบาลในวิถีความ
ปกติใหม่ เพื่อเป็นฐานในการออกแบบ วางแผน
รวมทั้งประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนรู้ตาม
สถานการณ์ในยุควิถีความปกติใหม่

2. สถานการณ์การระบาดของเชื้อไวรัส โคโรนา 2019

การแพร่ระบาดของเชื้อไวรัสโคโรนา
2019 เกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว และรุนแรงต่อสุขภาพ
ของประชาชน มีผู้ติดเชื้อ และเสียชีวิตจำนวนมาก
คาดว่าเชื้อไวรัสมีต้นกำเนิดมาจากค้างคาว และ
สัตว์ตัวกลางในการรับเชื้อถ่ายทอดมาสู่คน พบว่า
เป็นเชื้อ Severe Acute Respiratory Syndrome
Coronavirus (SARS-CoV-2) ที่ทำให้เกิดอาการใน
ระบบทางเดินหายใจ และเสียชีวิตได้ จึงมีประกาศ
ให้โรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 เป็นโรคติดต่อ
อันตรายตามพระราชบัญญัติโรคติดต่อ พ.ศ. 2558
เพื่อประโยชน์ในการเฝ้าระวัง ป้องกัน และควบคุม
โรค หลังจากนั้น มีการประกาศสถานการณ์ฉุกเฉิน
ประกาศข้อกำหนดต่างๆ เพื่อแก้ไขสถานการณ์ที่
เกิดขึ้น โดยมุ่งหวังให้การแพร่ระบาดของเชื้อไวรัส
โคโรนา 2019 ลดลง ดังนั้น ระบบสาธารณสุขจึงมี
บทบาทสำคัญในการดูแลสุขภาพของประชาชน
โดยมีนโยบาย แนวทางการปฏิบัติ และมาตรการ
ต่างๆ เพื่อคัดกรองโรค เฝ้าระวังการแพร่กระจาย
เชื้อโรค การควบคุมโรค การรักษาโรค การส่งเสริม
ภูมิคุ้มกันต่อโรค และการฟื้นฟูสุขภาพ เป็นต้น
ผลของแนวทางการปฏิบัติและมาตรการต่างๆ นั้น
ทำให้ประชาชนได้พึงปฏิบัติจนเป็นนิสัย บ้างก็เป็น
ความคุ้นชินที่ต้องปฏิบัติ ท่ามกลางสถานการณ์ที่

กำลังดีขึ้น จึงสรุปได้ว่าวิธีการดูแลสุขภาพของประชาชนได้แปรเปลี่ยนไปตามสถานการณ์ เป็นรูปแบบการดำเนินชีวิตในวิถีความปกติใหม่ (กรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข, 2564; สุริยา หมายมานะ, โสภณ เอี่ยมศิริถาวร และสุนนมาลย์ อุทัยมกุล, 2563)

3. การเปลี่ยนแปลงในวิถีความปกติใหม่

ผลจากการเปลี่ยนแปลงรูปแบบการดำเนินชีวิตของประชาชน ภายหลังสถานการณ์การแพร่ระบาดของเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 ทำให้พฤติกรรมของประชาชนในสังคมเปลี่ยนแปลงไป เป็นพฤติกรรมใหม่ที่ไม่คุ้นเคย รูปแบบวิถีชีวิตใหม่นี้ ประกอบด้วยวิธีการคิด วิธีเรียนรู้ วิธีสื่อสาร วิธีปฏิบัติและการจัดการ การใช้ชีวิตแบบใหม่ เพื่อป้องกันการติดเชื้อจากไวรัสโคโรนา 2019 รวมถึงการนำมาตรการ การเว้นระยะห่างทางสังคมเข้ามาเป็นส่วนหนึ่งของการดำเนินชีวิต (มาลี บุญศิริพันธ์, 2020)

การเปลี่ยนแปลงนี้ ถูกนำไปปรับใช้ในระบบต่างๆ เช่น ระบบสัมพันธภาพเชิงสังคม ที่มีการเว้นระยะห่าง 1.5-2 เมตร มีการคัดกรองอุณหภูมิร่างกายก่อนเข้าสถานที่สาธารณะ การสวมใส่หน้ากากอนามัยทุกครั้งเมื่อออกจากที่พัก ระบบเศรษฐกิจ ที่ประชาชนหันมาซื้อของผ่านระบบออนไลน์ ด้วยแอปพลิเคชันต่างๆ มากขึ้น การจ่ายเงินด้วยระบบ e-banking ระบบสาธารณสุข ที่มีนโยบายเข้มงวดในการคัดกรองโรค การป้องกันและควบคุมโรค การจัดระบบบริการสุขภาพ การส่งต่อและเคลื่อนย้ายผู้ป่วย รวมทั้งระบบการศึกษา ก็เช่นกัน ที่เกิดการเปลี่ยนแปลงในวิถีความปกติใหม่ โดยการเปลี่ยนรูปแบบการจัดการศึกษาเป็นรูปแบบออนไลน์ การเว้นระยะห่างในห้องเรียน

การเพิ่มช่องทางการติดต่อกับอาจารย์ หรือเจ้าหน้าที่ในรูปแบบออนไลน์ การเปลี่ยนแปลงระบบการทำงานของอาจารย์และเจ้าหน้าที่ เน้นหลัก space and time คือการที่ห้องทำงานมีจำนวนผู้ปฏิบัติงานลดลง เว้นระยะห่าง 1.5-2 เมตร หรือมีฉากกั้น รวมถึงสลับวันกันเข้ามาปฏิบัติงาน เป็นต้น (วิญญู บุญลอย, อธิรัฐ วรรณกุล, มนตรี วิชัยวงศ์ และเรณูวิทย์ นิลโคตร, 2564; ขวัญเมือง แก้วดำเกิง, 2563) การเปลี่ยนแปลงในระบบการศึกษาวิถีความปกติใหม่นี้ ยังถือได้ว่าเป็นเรื่องใหม่ของบุคลากรทางการศึกษาที่ต้องเรียนรู้และพัฒนา เพราะไม่ใช่แค่เพียงประโยชน์ในด้านการจัดการเรียนการสอน การควบคุมและแพร่กระจายเชื้อโคโรนา 2019 เท่านั้น แต่ยังมีผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น เพราะการจัดการศึกษาบางหลักสูตรมีข้อจำกัดและลักษณะของรายวิชาที่ต้องคำนึงถึงบริบทอื่นๆ ร่วมด้วย โดยเฉพาะการสอนในหลักสูตรพยาบาลศาสตร์

4. ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงในวิถีความปกติใหม่ต่อการจัดการเรียนการสอนทางการพยาบาล

สถาบันการศึกษาเกือบทุกแห่งต้องเร่งปรับตัวในการวางแผนการเรียนการสอนออนไลน์ เพื่อไม่ให้กระทบกับแผนการศึกษาหรือกระทบให้น้อยที่สุด การปรับตัวอย่างรวดเร็วนี้ส่งผลอย่างมากแก่สถาบันที่ยังไม่มีความพร้อมทั้งในเรื่องนโยบาย บุคลากร หรือแผนงานเกี่ยวกับการสอนในรูปแบบออนไลน์ จากรายงานการสำรวจความพร้อมของผู้สอนพบว่า ในมุมมองของผู้สอนต่อผู้เรียน สะท้อนให้เห็นปัญหาความไม่พร้อมต่อการเรียนการสอนออนไลน์ โดยเฉพาะผู้เรียนยังขาดปัจจัยพื้นฐานในการเรียนรู้ผ่านระบบออนไลน์

มีผู้เรียนเพียงร้อยละ 64 มีสมาร์ทโฟน ร้อยละ 34 มีคอมพิวเตอร์หรือแท็บเล็ต และร้อยละ 43 มีอินเทอร์เน็ตที่บ้าน นอกจากนี้ยังพบว่า มีผู้เรียนเพียงร้อยละ 48 ที่สามารถเข้าถึงระบบออนไลน์ได้ ร้อยละ 45 เรียนรู้ผ่านระบบออนไลน์ได้ และร้อยละ 40 สามารถบรรลุจุดประสงค์การเรียนรู้ได้ (วิทศน์ ฝึกเจริญผล, กนิษฐา เชาววัฒนกุล, พินดา วราสุนันท์, กุลธิดา นุกุลธรรม, กิตติสาร เหล่าเหมณี, สินีซ สุวรรณภิกษาติ และสมิตร สุวรรณ, 2563) จะเห็นได้ว่าปัญหาความขาดแคลนโครงสร้างพื้นฐานด้านเทคโนโลยีเป็นอุปสรรคสำคัญต่อการจัดการเรียนการสอนออนไลน์ จึงเป็นหน้าที่ของรัฐในการจัดหาและกระจายปัจจัยพื้นฐานเหล่านี้ให้ทั่วถึงแก่ผู้เรียนทุกคน และสถาบันการศึกษาควรสนับสนุนทรัพยากรในการเรียนรู้ให้กับผู้เรียน ในส่วนความสามารถในการเรียนออนไลน์ของผู้เรียนพบว่า สามารถเรียนผ่านระบบออนไลน์ได้เพียงร้อยละ 45 ที่เหลือนั้นอาจจำเป็นต้องอาศัยผู้สอนคอยเป็นผู้ติดตาม ให้คำปรึกษา เพื่อให้ผู้เรียนสามารถปรับตัว และเรียนรู้ผ่านระบบออนไลน์ภายใต้สถานการณ์นี้ นอกจากนี้ปัญหาคือที่เป็นอุปสรรคต่อการเปลี่ยนแปลงรูปแบบการเรียนคือ ผู้สอนต้องการการสนับสนุนทั้งในด้านความรู้และทักษะการจัดการเรียนการสอนออนไลน์ รวมถึงสิ่งสนับสนุนอื่นที่จำเป็น เช่น งบประมาณ บุคลากรทางเทคโนโลยี และระบบเทคโนโลยีการจัดการเรียนการสอนออนไลน์ (ธรรมรัตน์ แซ่ตัน, โกไคย เอ้าบุญ, โสภณ จันทรทิพย์, ธงชัย สุธีรศักดิ์ และวิชวดี ลิ้มสกุล, 2564; วิทศน์ ฝึกเจริญผล, กนิษฐา เชาววัฒนกุล, พินดา วราสุนันท์, กุลธิดา นุกุลธรรม, กิตติสาร เหล่าเหมณี, สินีซ สุวรรณภิกษาติ และสมิตร สุวรรณ, 2563)

สำหรับรายวิชาภาคปฏิบัติทางการพยาบาล ได้รับผลกระทบเรื่องการเลื่อนฝึกปฏิบัติการพยาบาลบนหอผู้ป่วยออกไป ซึ่งทักษะทางการพยาบาลยังมีความจำเป็นที่ต้องฝึกในสถานการณ์จริง หลายสถาบันปรับเปลี่ยนรูปแบบการฝึกปฏิบัติมาเป็นการฝึกโดยใช้ simulation ร่วมกับสถานการณ์จำลอง ใช้กรณีศึกษาอภิปรายปัญหา ใช้ห้องปฏิบัติการพยาบาลและหุ่นทางการพยาบาลมากขึ้น เพื่อเป็นการชดเชยเวลาในการเรียนรู้จากสถานการณ์จริง ผลกระทบต่อเนื่องคือการผลิตพยาบาลสู่โรงพยาบาลช้ากว่ากำหนด เนื่องจากบางสถาบันการศึกษาต้องปิด หรือเลื่อนการฝึกในรายวิชาปฏิบัติการพยาบาลต่างๆ มาเป็นช่วงภาคการศึกษาสุดท้าย ดังนั้นจึงส่งผลให้สำเร็จการศึกษาล่าช้า การสอบขึ้นทะเบียนรับใบอนุญาตประกอบวิชาชีพล่าช้า และเข้าทำงานในโรงพยาบาลในฐานะพยาบาลวิชาชีพล่าช้ากว่ากำหนด (สายสมร เฉลยกิตติ, จินตนา อาจสันเทียะ และมักเดลานา สุภาพร ดาวดี, 2563) ด้วยเหตุนี้การออกแบบและวางแผนวิธีการจัดการเรียนการสอนสำหรับนักศึกษาพยาบาลในวิถีความปกติใหม่จึงเป็นเรื่องสำคัญ ที่อาจารย์พยาบาลต้องเรียนรู้รับมือกับปัญหา หรือนำไปปรับใช้ตามสถานการณ์และบริบทของแต่ละสถาบันอย่างเหมาะสม

5. รูปแบบการจัดการเรียนการสอนสำหรับนักศึกษาพยาบาลในวิถีความปกติใหม่

สาระของหลักสูตรพยาบาลศาสตรบัณฑิต มีเนื้อหาวิชาที่เน้นทางด้านวิชาการและวิชาชีพ มุ่งพัฒนาคนให้มีความสมดุลทั้งด้านความรู้ ความคิด ความสามารถ ความดีงาม และ ความรับผิดชอบต่อสังคม โดยมีเป้าหมายของการให้การพยาบาลต่าง ๆ คือ ให้บริการที่ไม่หวังผล

กำไร ด้วยความเอื้ออาทร เสียสละ อุทิศตน เห็นคุณค่า คุณความดีและศักดิ์ศรีของผู้อื่น ซึ่งเป็นลักษณะเด่นของวิชาชีพ และเป็นส่วนประกอบสำคัญของระบบการดูแลสุขภาพของสังคม มีความเป็นอิสระในการปฏิบัติงานตามบทบาทและหน้าที่ภายใต้ขอบเขตที่กฎหมายกำหนดในพระราชบัญญัติประกอบวิชาชีพพยาบาล มีจรรยาบรรณ และมีองค์ความรู้วิชาชีพที่เกิดขึ้นโดยพยาบาลเพื่อพยาบาล (วรฐกานต์ อัครพรวิพุธ, 2559) ด้วยสถานการณ์การแพร่ระบาดของไวรัสโคโรนา 2019 นี้ ทำให้รูปแบบการเรียนการสอนของหลักสูตรพยาบาลศาสตรบัณฑิตมีการเปลี่ยนแปลงทั้งภาคทฤษฎี ภาคทดลอง และภาคปฏิบัติ จึงควรมีการออกแบบการจัดการเรียนการสอนอย่างเหมาะสม โดยผู้เขียนได้ทำการวิเคราะห์และสรุปรูปแบบการเรียนการสอนที่มีประสิทธิภาพในวิถีความปกติใหม่ 4 รูปแบบ (ธกานต์ อานันท์ไทย, 2563; อารี ชิวเกษมสุข, 2564; ปราวีณยา สุวรรณณัฐโชติ, 2564; Hrastinski, 2019) ได้แก่

5.1 การเรียนการสอนผ่านระบบออนไลน์ รูปแบบนี้เหมาะสมกับรายวิชาที่เปิดสอนในภาคทฤษฎี ซึ่งควรเป็นสถาบันการศึกษาที่มีความพร้อมในระบบสารสนเทศ ที่ครอบคลุมทั้งระบบการลงทะเบียน ระบบการจัดการเรียนการสอน ระบบการสืบค้นข้อมูล ระบบการประเมินผล รวมถึงมีสิ่งสนับสนุนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพและเพียงพอ เช่น คอมพิวเตอร์ ระบบอินเทอร์เน็ต ซอฟต์แวร์ที่เกี่ยวข้องกับสอน สมาร์ทโฟน เป็นต้น ในรูปแบบการสอนนี้ ผู้สอนสามารถออกแบบวิธีการจัดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพได้ดังต่อไปนี้

5.1.1 การเรียนแบบ E-learning ซึ่งสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ลักษณะ คือ

5.1.1.1 Synchronous Learning (Anywhere, Real-time learning) เป็นการเรียนรู้ที่ผู้สอนและผู้เรียนอยู่ในช่วงเวลาเดียวกัน แต่อยู่คนละสถานที่ ใช้เทคโนโลยีการประชุมเข้ามาเป็นสื่อกลาง ได้แก่ Zoom, Google meets, MS-Team, Face book live, Line Video call เป็นต้น

5.1.1.2 Asynchronous Learning (Anywhere, anytime learning) เป็นการเรียนรู้ที่ต่างเวลาและต่างสถานที่กัน มุ่งให้ความอิสระแก่ผู้เรียน สามารถบริหารจัดการการเรียนรู้อย่างได้ด้วยตนเอง โดยผู้สอนวางระบบการจัดการเรียนรู้ไว้ 2 ลักษณะ คือ

1) ระบบ Course Management System ที่ผู้สอนเตรียมเนื้อหาการสอน ไฟล์เอกสาร สื่อมัลติมีเดีย และแบบฝึกหัดตามแผนการจัดการเรียนรู้ไว้

2) ระบบ Learning Management System ผู้สอนวางระบบโดยการสร้างบทเรียน สื่อมัลติมีเดีย ระบบการทดสอบและประเมินผล ระบบการส่งเสริมการเรียนรู้ ได้แก่ กระดานสนทนา ห้องสนทนา และมีระบบจัดการข้อมูล ที่สามารถทำเป็นโฟลเดอร์ได้

5.2 การเรียนในห้องเรียน รูปแบบดังกล่าวนี้เหมาะสมกับรายวิชาที่เปิดสอนในภาคทฤษฎีและภาคทดลอง ซึ่งมีผู้เรียนจำนวนไม่มากนัก โดยประมาณ 20-30 คน ตามขนาดของพื้นที่ห้องเรียน และมีพื้นที่เพียงพอสำหรับนโยบายการเว้นระยะห่างทางสังคม คำนึงถึงมาตรการในการป้องกันการแพร่กระจายเชื้อโรคอยู่เสมอ ได้แก่ การใส่หน้ากากอนามัย การล้างมือหรือใช้เจลแอลกอฮอล์ล้างมือก่อนเข้าชั้นเรียน การวัดอุณหภูมิผู้เรียน เป็นต้น

5.3 การเรียน Home school มักใช้ใน กลุ่มผู้เรียนที่มีความต้องการพิเศษ ที่มีโรค ประจำตัว หรือผู้ที่มีความเสี่ยงหากต้องออกไป เรียนร่วมกับเพื่อนในสถาบันการศึกษา เป็นรูปแบบ การเรียนการสอนที่คาดว่าจะมีเพิ่มมากขึ้นใน ประเทศไทย เนื่องจากความกังวลในเรื่องความ ปลอดภัยจากโรคภัย มลพิษ มลภาวะ รวมถึงภัย คุกคามอื่น ๆ เพิ่มมากขึ้น

5.4 การเรียนแบบผสมผสานออนไลน์ และออฟไลน์ เหมาะสำหรับรายวิชาที่เปิดสอนใน ภาควิชาและภาคทดลอง ซึ่งมีผู้เรียนจำนวนมาก แต่ยังไม่พร้อมในการจัดการเรียนการสอนแบบ ออนไลน์ทั้งรายวิชา จึงมีการแบ่งผู้เรียนออกเป็น กลุ่ม สลับวันให้มาเรียน ขณะที่กลุ่มอื่นเข้าเรียน ผ่านระบบออนไลน์จากที่บ้านหรือหอพักสลับกับ กลุ่มที่เข้ามาเรียนในชั้นเรียน (ธกานต์ อานันท์ไทย, 2563; Lalima, Dangwal, 2017) โดยมีรูปแบบ การเรียนรู้ดังนี้

5.4.1 การเรียนรู้แบบออนไลน์ คือ การนำการเรียนแบบ E-learning ตามได้นำเสนอ ในข้อ 5.1.1 มาใช้จัดการเรียนรู้ในบางหัวข้อที่เน้น ในเนื้อหา

5.4.2 การเรียนรู้แบบออฟไลน์ หรือ การเรียนรู้แบบเผชิญหน้า หรือ Face to Face เป็นการจัดการกิจกรรมที่เข้ามาในชั้นเรียน โดย จัดกิจกรรมให้ผู้เรียนพบผู้สอน หรือ ผู้เรียนกับ ผู้เรียน หรือ การศึกษาดูงาน การฝึกภาคทดลองใน ห้องปฏิบัติการ เป็นต้น แต่เพื่อความเหมาะสมกับ สถานการณ์เพื่อป้องกันการแพร่ระบาดของเชื้อไวรัส โควิด 2019 การเรียนแบบออฟไลน์ที่เหมาะสมกับ หลักสูตรพยาบาลศาสตร์ สามารถกระทำได้ ดังนี้

5.4.2.1 การเรียนรู้ด้วยการ ฝึกเสมือนจริง (Virtual reality) เป็นการใช

เทคโนโลยีช่วยสร้างภาพสามมิติเพื่อการเรียนรู้ที่ เสมือนจริง ผู้เรียนสามารถมองเห็นภาพ ได้ยินเสียง รับรู้ถึงอารมณ์เหมือนอยู่ในสถานที่จริง เหมาะกับ รายวิชาภาคทดลอง/ปฏิบัติ และภาคทฤษฎีบาง รายวิชาเช่น กายวิภาคศาสตร์และสรีรวิทยา หาก ผู้สอนมีการปรับปรุงห้องเรียนให้เป็น Virtual classroom หรือ Virtual education environment เรียกว่า ห้องเรียนเสมือนจริงร่วมด้วย จะช่วยส่งเสริมการเรียนรู้ของผู้เรียนเพิ่มมากขึ้น ทั้งนี้ผู้สอนต้องมีการเตรียมบทเรียน แบบฝึกหัดใน รูปแบบวีดิทัศน์ ที่มีการผสมสื่อทั้งภาพ การ เคลื่อนไหว เสียง ผ่านระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ ล่วงหน้า ข้อจำกัดคือ ราคาในการจัดซื้อสูง และ สถานการณ์ในการสอนต้องพัฒนาเพิ่มขึ้นเอง (เปศล ชอบผล, งามนิตย์ รัตนานุกูล, นฤมล พรหมภิบาล, จิตรลดา สมประเสริฐ และนิติบดี ศุขเจริญ, 2563)

5.4.2.2 การเรียนรู้จาก

ผู้ป่วยมาตรฐาน (Standardized Patients) เป็นการ จัดสถานการณ์ให้มีบุคคลแสดงเป็นผู้ป่วย มีอาการ ที่ผิดปกติ อาจเป็นผู้เรียนด้วยกัน หรือบุคคล ภายนอก เพื่อให้ผู้เรียนได้ฝึกฝนทักษะในบาง รายการ การเรียนรู้วิธีนี้จะช่วยให้ผู้เรียนได้ฝึกการ เผชิญหน้า เผชิญปัญหา และตัดสินใจด้วยตนเอง เหมาะกับรายวิชาภาคทดลอง/ปฏิบัติ เช่น การประเมินภาวะสุขภาพ การวินิจฉัยแยกโรค ปฏิบัติการพยาบาลพื้นฐาน ปฏิบัติการพยาบาล สุขภาพจิตและจิตเวช เป็นต้น ข้อจำกัดคือ ไม่ สามารถฝึกในทักษะทางการพยาบาลที่ต้องใช้ เครื่องมือรุกรานร่างกายได้ (invasive medical device)

5.4.2.3 การเรียนรู้จากหุ่น

มนุษย์เสมือนจริง (High-fidelity human simulation) เป็นการจัดสถานการณ์การเรียนรู้โดยใช้หุ่นมนุษย์เสมือนจริง ควบคุมด้วยซอฟต์แวร์คอมพิวเตอร์ที่สามารถตั้งค่าการเปลี่ยนแปลงของสัญญาณชีพให้สอดคล้องกับสถานการณ์จำลองได้ มีขั้นตอนที่สำคัญ 3 ขั้นตอนคือ 1) การแนะนำก่อนปฏิบัติ (pre-briefing phase) 2) การปฏิบัติ (Simulated Clinical Experiment phase) และ 3) สรุปผลการปฏิบัติ (Debriefing phase) ผู้สอนต้องมีส่วนร่วมในการออกแบบการจัดการเรียนรู้จากหุ่นมนุษย์เสมือนจริง ผ่านการอบรมและฝึกเขียนสถานการณ์จำลองอย่างเข้าใจ ข้อดีของการเรียนรู้รูปแบบนี้คือ ผู้เรียนจะได้รับประสบการณ์ที่ค่อนข้างเหมือนสถานการณ์จริง มีเวลาในการคิดและตัดสินใจมากขึ้น เกิดการเรียนรู้ที่มาจากความคิดรวบยอด สรุปความรู้ได้ด้วยตนเองผ่านกระบวนการสอน เหมาะสำหรับการเรียนในภาคทดลอง/ปฏิบัติ ทุกรายวิชาทางการพยาบาล สามารถฝึกทักษะทางการพยาบาลได้อย่างหลากหลาย ส่วนข้อจำกัดคือ หุ่นมนุษย์พร้อมระบบซอฟต์แวร์ รวมถึงการปรับปรุงห้องปฏิบัติการพยาบาลเสมือนจริงมีราคาที่สูงมาก และหากต้องการสถานการณ์จำลองที่เกินกว่าซอฟต์แวร์มีจำเป็นต้องเขียนขึ้นมาใหม่ซึ่งต้องใช้ระยะเวลาในการเตรียมข้อมูล

5.4.2.4 การเรียนรู้ด้วยวิธีการ

ผสมผสาน (Hybrid simulation) จากการเรียนรู้อย่างน้อย 2 ชนิด ของการเรียนรู้แบบออฟไลน์ เช่น การเรียนแบบผสมผสานจากผู้ป่วยมาตรฐาน ร่วมกับการเรียนรู้จากหุ่นมนุษย์เสมือนจริง ซึ่งผู้สอนสามารถออกแบบการเรียนรู้ตามกระบวนการพยาบาล (Nursing process) ดังนี้

1) Assessment: การประเมินผู้รับบริการ ใช้รูปแบบการเรียนรู้จากผู้ป่วยมาตรฐาน โดยให้ผู้ที่ได้รับบทบาทได้เตรียมตัวและมีข้อมูลประวัติการเจ็บป่วยที่สอดคล้องกับสถานการณ์จำลองที่ผู้สอนกำหนด

2) Nursing diagnosis: ผู้เรียนทำการตั้งข้อวินิจฉัยทางการพยาบาล ผ่านการเขียนลงในแบบฟอร์มที่กำหนดทั้งในรูปแบบกระดาษ หรือเอกสารอิเล็กทรอนิกส์

3) Planning: วางแผนการพยาบาล ผ่านการเขียนลงในแบบฟอร์มที่กำหนดทั้งในรูปแบบกระดาษ หรือเอกสารอิเล็กทรอนิกส์

4) Implementation: ปฏิบัติการพยาบาลผ่านรูปแบบการเรียนรู้จากหุ่นมนุษย์เสมือนจริง จากผู้ป่วยโดยตรง หรือเป็นผู้เรียนที่แสดงบทบาทสมมติ สามารถฝึกทักษะทางการพยาบาลได้ตามความเหมาะสม

5) Evaluation: การประเมินผลการพยาบาล ผ่านการเขียนลงในแบบฟอร์มที่กำหนดทั้งในรูปแบบกระดาษ หรือเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ ร่วมกับการ Post conference เพื่อความเข้าใจมากขึ้น

หลักการสำคัญในการจัดการเรียนการสอนสำหรับนักศึกษาพยาบาลในวิถีความปกติใหม่ตามแนวคิดของ Martinez (2014) เป็นแนวคิดที่ถูกพัฒนาขึ้นให้แก่ผู้เรียนในศตวรรษที่ 21 โดยมีรากฐานสำคัญ 3 ประการคือ ทักษะการทำความเข้าใจ ทักษะระหว่างบุคคล และทักษะภายในบุคคล โดยให้ผู้สอนออกแบบการจัดการเรียนการสอนที่ต้องแก้ไขปัญหาคือที่ไม่เป็นไปตามปกติ เช่น การรับมือกับผู้เรียนที่ไม่ต้องการเรียนหนังสือ บรรยากาศของสิ่งแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม เป็นต้น แนวคิดนี้จึงมีความสอดคล้องกับสถานการณ์ใน

ปัจจุบัน คือวิถีความปกติใหม่ ที่มุ่งหวังในการแก้ไข ปัญหาด้านการจัดการเรียนการสอน สร้างความ เข้าใจ เสริมทักษะความสัมพันธ์ระหว่างบุคคล ดึง ศักยภาพของผู้เรียน และพัฒนาสมรรถนะผู้เรียน ในศตวรรษที่ 21 ดังมีหลักการสำคัญ 6 ข้อ คือ

- 1) การสร้างแรงกระตุ้นนักเรียนให้เป็น ผู้นำการเรียนรู้ของตนเอง (Empower)
- 2) การเรียนรู้จากประสบการณ์จริง (Keep it real)
- 3) การเชื่อมโยงความรู้กับประสบการณ์ (Contextualize)
- 4) การเรียนรู้เพิ่มเติมนอกเหนือจากการ เรียนในสถาบันการศึกษา (Reach)
- 5) การสร้างแรงบันดาลใจให้ผู้เรียน (Inspire)
- 6) การใช้เทคโนโลยีมาใช้เป็นเครื่องมือ (Wire)

ดังนั้น ผู้เขียนจึงนำหลักการทั้ง 6 ข้อ มา บูรณาการร่วมกับรูปแบบการเรียนการสอนที่มี ประสิทธิภาพในวิถีความปกติใหม่ คือการเรียน แบบผสมผสานออนไลน์และออฟไลน์ ซึ่งเหมาะ สำหรับรายวิชาทางการพยาบาลที่จัดการเรียนการ สอนในวิถีความปกติ มีรายละเอียดดังนี้

- 1) การสร้างแรงกระตุ้นนักเรียนให้เป็น ผู้นำการเรียนรู้ของตนเอง โดยการวิเคราะห์ แรงผลักดันของผู้เรียน ว่าอะไรที่สามารถกระตุ้น ผู้เรียนให้มีแรงผลักดันในการเรียนรู้ ซึ่งผู้เรียนแต่ ละคนจะมีสิ่งกระตุ้นแตกต่างกัน หากผู้สอนค้นพบ แรงผลักดันดังกล่าว จะเป็นจุดเริ่มต้นของพฤติกรรม การเรียนรู้อันพึงประสงค์ของผู้เรียน เช่น ความ กระตือรือร้น การแสวงหาความรู้ การแลกเปลี่ยน เรียนรู้ เป็นต้น เครื่องมือที่สามารถช่วยผู้สอนใน กระบวนการนี้คือ แบบสอบถามออนไลน์ ซึ่งผู้เรียน

จะกล้าตอบคำถามมากกว่า เพราะไม่ต้อง เผชิญหน้าผู้สอน ไม่ต้องระบุนชื่อผู้ตอบ แบบสอบถาม และเครื่องมือยังสามารถวิเคราะห์ ข้อมูลทางสถิติให้กับผู้สอนได้ด้วย

- 2) การเรียนรู้จากประสบการณ์จริง เป็น การวิเคราะห์สาระและกิจกรรมการเรียนรู้ที่ สอดคล้องกับแรงผลักดันของผู้เรียน กล่าวอีกนัย หนึ่งคือ สาระและกิจกรรมการเรียนรู้ที่ตอบสนอง ความความสงสัยของผู้เรียน กิจกรรมที่ผู้เรียนสนใจ จะช่วยให้ผู้เรียนตั้งใจเรียนอย่างต่อเนื่อง อาจใช้ การเรียนแบบ E-learning ที่มีสื่อการเรียนรู้ที่ หลากหลาย หรือการฝึกทักษะในสถานการณ์ จำลองเสมือนจริง ที่ตอบโจทย์กับผู้เรียนใน ศตวรรษที่ 21

- 3) การเชื่อมโยงความรู้กับประสบการณ์ ผู้สอนวิเคราะห์พื้นที่เรียนรู้ที่เหมาะสมกับผู้เรียน เพื่อช่วยให้ผู้เรียนมีทางเลือกที่จะเรียนรู้ด้วย วิธีการต่าง ๆ สอดคล้องกับวิถีชีวิตของตนเอง การ เชื่อมโยงความรู้กับประสบการณ์ อาจเป็นการ เรียนรู้บนโลกออนไลน์ การเรียนรู้ที่สถาบัน การศึกษา การเรียนรู้ที่บ้าน การเรียนรู้ที่ชุมชน ส่วนวิธีการเรียนรู้ควรเน้นวิธีการเรียนรู้ตาม แนวทาง Active learning เพื่อให้ผู้เรียนได้ลงมือ ปฏิบัติ สะท้อนคิด และถอดบทเรียนเป็นแก่นของ ความรู้ซึ่งการถอดบทเรียนนี้จะช่วยให้เกิดการ เรียนรู้เชิงลึก เครื่องมือที่ช่วยสนับสนุน องค์ประกอบนี้คือ Synchronous Learning ใน รูปแบบต่างๆ

- 4) การเรียนรู้เพิ่มเติมนอกเหนือจากการ เรียนในสถาบันการศึกษา ขั้นตอนนี้จะช่วยให้ ผู้เรียนมีโอกาสเลือกพื้นที่การเรียนรู้ของตนเองใน ลักษณะการเรียนรู้ส่วนบุคคล (Personalized learning) หรือการเรียนรู้ที่ตอบสนองความ

ต้องการส่วนบุคคลของผู้เรียน ช่วยให้ผู้เรียนมีจิตใจจดจ่อและมุ่งมั่นอยู่กับการเรียนรู้ของตนเอง เช่น การศึกษาดูงาน การวิเคราะห์ปัญหาสุขภาพในชุมชน ในครอบครัว เป็นต้น

5) การสร้างแรงบันดาลใจให้ผู้เรียน โดยการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนกำหนดเป้าหมายในการเรียนรู้ของตนเอง เปิดโอกาสให้ผู้เรียนออกแบบและใช้วิธีการเรียนรู้ของตนเอง เปิดโอกาสให้ผู้เรียนประเมินเพื่อพัฒนาตนเอง เปิดโอกาสให้ผู้เรียนนำสิ่งที่ได้เรียนรู้ไปใช้ประโยชน์ต่อส่วนรวม และเปิดโอกาสให้ผู้เรียนสะท้อนคิดตนเอง เพื่อนำไปสู่การเรียนรู้ครั้งใหม่ หากผู้สอนเปิดพื้นที่การเรียนรู้ให้กับผู้เรียนได้มากเท่าใด การเรียนรู้เชิงลึกจะเกิดขึ้นได้มากเท่านั้น

6) การใช้เทคโนโลยีมาใช้เป็นเครื่องมือ ผู้สอนควรประเมินความสามารถและความต้องการของผู้เรียนในพื้นที่การเรียนรู้ของแต่ละบุคคล โดยใช้การเรียนรู้ทั้งแบบออนไลน์และออฟไลน์เข้ามาพัฒนาทักษะการเรียนรู้ทางการพยาบาล เช่น การเรียนแบบ E-learning การเรียนรู้จากผู้ปฎิบัติมาตรฐาน การเรียนรู้จากหุ่นมนุษย์เสมือนจริง เป็นต้น

6. บทสรุป

ผลของการแพร่ระบาดของเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 เกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว และรุนแรงไปทั่วโลก ทำให้ระบบความสัมพันธ์เชิงสังคมมีการเปลี่ยนแปลงเป็นวัณระยะห่าง social distancing ระบบสุขภาพมีการสร้างมาตรการเพื่อดูแลสุขภาพควบคุม และป้องกันโรค ระบบเศรษฐกิจที่เปลี่ยนรูปแบบเป็นการค้าและชำระค่าใช้จ่ายในรูปแบบออนไลน์มากขึ้น รวมถึงระบบการศึกษาที่มีการเปลี่ยนแปลงไปอย่างมาก โดยเฉพาะการเรียนการสอนพยาบาล ที่ได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยน

รูปแบบการดำเนินชีวิตเป็นรูปแบบวิถีความปกติใหม่ที่ใช้รูปแบบการเรียนออนไลน์ แต่ปัญหาก็เกิดขึ้นหลายประการ ได้แก่ การขาดแคลนทรัพยากรสนับสนุนการเรียนรู้ ปัญหาของอินเทอร์เน็ต การเลื่อนฝึกปฏิบัติการพยาบาลในแหล่งฝึก การจบการศึกษาช้ากว่ากำหนด ดังนั้น ผู้สอนควรมีการวางแผนและรับมือสถานการณ์ภายหลังการระบาดของเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 หรือ ในวิถีความปกติใหม่โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนผ่านระบบออนไลน์ การเรียนในห้องเรียนโดยจำกัดจำนวนผู้เรียน การเรียน Home school และการเรียนแบบผสมผสานออนไลน์และออฟไลน์ที่มีความเหมาะสมกับหลักสูตรพยาบาลศาสตร์ โดยคำนึงหลักการสำคัญในการจัดการเรียนการสอน คือ การสร้างแรงกระตุ้นให้เป็นนำการเรียนรู้ การเรียนรู้จากประสบการณ์จริง การเชื่อมโยงความรู้กับประสบการณ์ การเรียนรู้เพิ่มเติมนอกห้องเรียน การสร้างแรงบันดาลใจ และการใช้เทคโนโลยีเป็นเครื่องมือ

7. ข้อเสนอแนะเพื่อการนำไปใช้

7.1 ผู้สอนควรออกแบบวิธีการเรียนให้เหมาะสมกับรายวิชา ทั้งในภาคทฤษฎี ภาคทดลอง และภาคปฏิบัติ สามารถผสมผสานการเรียนออนไลน์และการเรียนในชั้นเรียนเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการเรียนรู้

7.2 ผู้บริหารสถาบันการศึกษา ควรมีการเตรียมตัวผู้สอนให้มีสมรรถนะด้านการใช้เทคโนโลยีเพื่อการสอนออนไลน์ ด้านการใช้หุ่นมนุษย์เสมือนจริง และเทคโนโลยีอื่นที่ทันสมัย

7.3 ผู้บริหารสถาบันการศึกษา ควรคำนึงถึงการเตรียมสิ่งสนับสนุนด้านการจัดการเรียนการสอนออนไลน์ให้มีประสิทธิภาพพร้อมใช้งาน

และจำนวนเพียงพอ เช่น คอมพิวเตอร์ ห้องบรรยายสด อินเทอร์เน็ต ไมโครโฟน และกล้องเพื่อการบันทึกวิดีโอ เป็นต้น

7.4 ควรมีบุคลากรด้านเทคโนโลยีเพื่อสนับสนุนการจัดการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพ

7.5 สถาบันการศึกษาควรจัดสรรอุปกรณ์เพื่อการศึกษา หรือออกแบบให้ผู้เรียนเข้าถึงการเรียนการสอนผ่านระบบออนไลน์ได้ง่ายโดยไม่สิ้นเปลืองด้านค่าใช้จ่าย

8. เอกสารอ้างอิง

1. กรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข. (2565). โรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 (COVID-19). สืบค้น 28 มีนาคม 2565, จาก <https://ddcportal.ddc.moph.go.th/portal/apps/opstdashboard/index.html#/20f3466e075e45e5946aa87c96e8ad65>
2. กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข. (2565). *Social Distancing การเว้นระยะห่างทางสังคม*. สืบค้น 30 มีนาคม 2565, จาก <http://www.phoubon.in.th/covid-19/Social%20Distancing.pdf>
3. ขวัญเมือง แก้วดำเกิง. (2563). พฤติกรรมของประชากรโลกในช่วงเผชิญภาวะวิกฤติ COVID-19. *วารสารสมาคมวิชาชีพสุขภาพศึกษา*, 35(1), 14-23.
4. ธกานต์ อานันท์ไทย. (2563). “New Normal” การศึกษาไทยกับ 4 รูปแบบใหม่การเรียนรู้. สืบค้น 20 ตุลาคม 2564, จาก <https://www.thebangkokinsight.com/367124/>

5. ธรรมรัตน์ แซ่ตัน, โกโคย เชาบุญ, โสภณ จันทร์ทิพย์, ธงชัย สุธีรศักดิ์ และวัชรวิดี ลิ้มสกุล. (2564). ความพร้อมต่อการเรียนการสอนแบบออนไลน์ของนักศึกษาภายใต้สถานการณ์การระบาดของไวรัส COVID-19 : กรณีศึกษา มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตภูเก็ต. *วารสารสังคมวิจัยและพัฒนา*, 3(1), 23-37.
6. ปราวีณยา สุวรรณรัฐโชติ. (2564). *การจัดการเรียนการสอนและการประเมินผลผู้เรียนแบบออนไลน์ภายใต้สถานการณ์และมาตรการการป้องกันการแพร่ระบาดของเชื้อไวรัสโคโรนา 2019* (หน้า 6-8). กรุงเทพฯ: สำนักบริหารวิชาการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, ศูนย์นวัตกรรมการเรียนรู้ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
7. เปศล ขอบผล, งามนิตย์ รัตนานุกูล, นฤมล พรหมภิบาล, จิตรลดา สมประเสริฐ และนิตยภัต สุขเจริญ. (2563). การจัดการความรู้พยาบาลศาสตร์ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมและห้องเรียนเสมือนจริง. *วารสารเกษมบัณฑิต*, 21(2), 193-210.
8. พิมพ์ภา ปัญญาใหญ่ และพีรณัฐ ลาเซอร์. (2564). การออกแบบการเรียนรู้ในยุคโควิด-19 ให้มีประสิทธิภาพ: ถอดบทเรียนการจัดการเรียนการสอนปฏิบัติการพยาบาลผู้สูงอายุในชุมชน. *วารสารการพยาบาลและสุขภาพสสอ.*, 3(3), 1-8.

9. มาลี บุญศิริพันธ์. (2563). รู้จัก “New Normal” ฉบับราชบัณฑิตยสถาน. สืบค้น 20 ตุลาคม 2564, จาก <https://news.thaipbs.or.th/content/292126>
10. วรรณกานต์ อัครพรวิพุธ. (2559). มาตรฐานการพยาบาล: กระบวนการพยาบาลและจริยธรรมวิชาชีพ. *วารสารกฎหมายสุขภาพและสาธารณสุข*, 2(3), 393-400.
11. วิญญู บุญลอย, อธิกร วรบำรุงกุล, มนตรี วิชัยวงศ์ และเรวัชญ์ นิลโคตร. (2564). โควิด-19 กับการเปลี่ยนแปลงทางการศึกษาและสังคม. *ศึกษาศาสตร์สาร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่*, 5(1), 44-57.
12. วิทัศน์ ฝึกเจริญผล, กนิษฐา เขาวัดนกุล, พินดา วราสุนันท์, กุลธิดา นกุลธรรม, กิตติสาร เหล่าเหมณี, สนิษฐ สุวรรณ วิชาดี และสมิทร สุวรรณ. (2563). ความพร้อมในการจัดการเรียนการสอนออนไลน์ภายใต้สถานการณ์ระบาดไวรัส Covid-19. *วารสารศาสตร์การศึกษาและการพัฒนามนุษย์*, 4(1), 44-61.
13. สายสมร เฉลยกิตติ, จินตนา อาจสันเทียะ และมักเตลานา สุภาพร ดาวดี. (2563). ผลกระทบโรคระบาด COVID-19: การจัดการเรียนการสอนทางการพยาบาล. *วารสารวิจัยสุขภาพและการพยาบาล*, 35(2), 255-262.
14. สุรียา หมานมานะ, โสภณ เอี่ยมศิริถาวร และสุนนมาลย์ อุทัยมกุล. (2563). โรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 (COVID-19). *วารสารสถาบันบำราศนราดูร*, 14(2), 124-133.
15. อารี ชิวเกษมสุข. (2564). การจัดการเรียนการสอนทางการพยาบาลด้วยการเรียนรู้แบบผสมผสานในยุคความปกติใหม่. *วารสารวิจัยสุขภาพและการพยาบาล*, 37(1), 25-37.
16. Hrastinski, S. (2019). What Do We Mean by Blended Learning?. *Technology Trends*, 564-569.
17. Lalima & Dangwal, K.L. (2017). Blended learning: an Innovative approach. *Universal Journal of Educational Research*, 5(1), 129-36.
18. Martinez, M. (2014). *Deeper Learning: The New Normal*. Retrieved October 20, 2021, Available from: <https://source.cognia.org/issue-article/deeper-learning-new-normal/>

ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมการป้องกันการสูญเสียการได้ยิน ในพนักงานผลิตห้อง จังหวัดอุบลราชธานี

Factors Related to Hearing Loss Protection Behaviors in Gong Production Workers in Ubon Ratchathani Province

ชัยกฤต ยกพลชนชัย, ส.ม. (Chaiyakrit Yokphonchanachai, M.P.H.)^{1*}

ญาณิฐา แพงประโคน, วศ.ม. (Yanitha Paengprakhon, M.Eng.)²

จารุพร ดวงศรี, วท.ม. (Jaruporn Duangsri, M.Sc.)³

คมสันต์ ธงชัย, ส.ม. (Comson Thongchai, M.P.H.)⁴

กันติยา อรรถธรรม, วท.บ. (Kantiya Atkatime, B.Sc.)⁵

นรินทร์ ไสคำภา, วท.บ. (Narine Sokarmpha, B.Sc.)⁶

อนันต์เดช พาผล, วท.บ. (Arnandet Phapol, B.Sc.)⁷

อรทัย สิงห์ราช, วท.บ. (Aorathai Singrat, B.Sc.)⁸

Received : January 30, 2022

Revised : March 17, 2022

Accepted : March 23, 2022

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์: การวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาเชิงวิเคราะห์ภาคตัดขวาง เพื่อศึกษาปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมการป้องกันการสูญเสียการได้ยินของพนักงานผลิตห้อง จังหวัดอุบลราชธานี

วิธีการวิจัย: กลุ่มตัวอย่างที่ศึกษาเป็นกลุ่มผู้ผลิตห้อง ในตำบลทรายมูล อำเภอพิบูลมังสาหารจังหวัดอุบลราชธานี จำนวนทั้งสิ้น 30 ครัวเรือน มีผู้ผลิตห้อง 100 คน คำนวณกลุ่มตัวอย่างจากสูตรการประมาณสัดส่วนที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % สุ่มตัวอย่างอย่างง่ายโดยวิธีจับฉลากได้จำนวน 65 คน ที่สมัครใจเข้าร่วมโครงการวิจัย เก็บรวบรวมข้อมูลด้วยแบบสอบถามที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นมีค่าความเชื่อมั่น ด้านการรับรู้แรงงูใจในการป้องกันการสูญเสียการได้ยิน แรงสนับสนุนทางสังคมในการป้องกันการสูญเสียการได้ยิน และพฤติกรรมการป้องกันการสูญเสียการได้ยิน เท่ากับ 0.74, 0.80 และ 0.88 ตามลำดับ วิเคราะห์ข้อมูล ด้วยการหาค่าความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าพิสัย หาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร โดยใช้สถิติไคสแควร์ และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน

ผลการวิจัย: พบว่ากลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่มีการรับรู้แรงงูใจในการป้องกันการสูญเสียการได้ยิน แรงสนับสนุนทางสังคมในการป้องกันการสูญเสียการได้ยิน และพฤติกรรมป้องกันการสูญเสียการได้ยินอยู่ในระดับปานกลาง ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$ = 2.26 S.D. $\pm$ 0.68, $\bar{X}$ = 2.17 S.D. $\pm$ 0.61, $\bar{X}$ = 2.15 S.D. $\pm$ 0.67 ตามลำดับ) ผลการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร พบว่าปัจจัยส่วนบุคคล เพศ อายุ ระดับการศึกษา อายุงาน รายได้ อุบัติเหตุจากการทำงาน โรคจากการประกอบอาชีพ การตรวจสุขภาพประจำปีมีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมการป้องกันการสูญเสียการได้ยินอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ $p < 0.01$ และการรับรู้แรงงูใจในการป้องกัน, แรงสนับสนุนทางสังคมในการป้องกันการสูญเสียการได้ยินมีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมการป้องกันการสูญเสียการได้ยินอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ $p < 0.05$

คำสำคัญ: พฤติกรรมป้องกันการสูญเสียการได้ยิน, พนักงานผลิตห้อง

^{1,2,3}อาจารย์, คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี

(Lecturer, Faculty of Public Health, Ubon Ratchathani Rajabhat University)

⁴ผู้ช่วยศาสตราจารย์, คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี

(Assistant Professor, Faculty of Public Health, Ubon Ratchathani Rajabhat University)

^{5,6,7,8}นักศึกษา, คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี

(Student, Faculty of Public Health, Ubon Ratchathani Rajabhat University)

*ผู้เขียนหลัก (Corresponding author)

E-mail: Chaikrit.y@ubru.ac.th

Abstract

Objective: The objective of this cross-sectional analytical research was to study factors related to hearing loss protection behaviors in Gong production workers in Ubon Ratchathani Province.

Methodology: The samples were selected from 30 households of Gong production group, consisting of 100 Gong production workers in Sai Mun Sub-district, Phi bun Mangsahan District, Ubon Ratchathani Province. The sample size was determined by the proportional estimation formula at the 95% confidence level. Drawing method was used for simple random sampling, finally, 65 samples who voluntarily participated in the research project were obtained. Data were collected by a questionnaire developed by the researchers. Reliability of each part of questionnaire, the perceived prevention motivation for hearing loss, the social support for hearing loss, and the hearing loss prevention behaviors, were 0.738, 0.801 and 0.876 respectively. Frequency, Percentage, mean, standard deviation and range were used for data analysis. Relationships among the related variables were analyzed by Chi Square test and Pearson Product Moment Correlation Coefficient.

Results: The perceived prevention motivation for hearing loss, the social support for hearing loss, and the hearing loss prevention behaviors of most of the samples were at moderate levels ($\bar{X}$ =2.26 S.D. $\pm$ 0.68, $\bar{X}$ =2.17 S.D. $\pm$ 0.61, $\bar{X}$ =2.15 S.D. $\pm$ 0.67, respectively). The analysis results of the relationships among the related variables revealed that personal factors: gender, age, education level, year of employment, income, accident at work, occupational disease, and annual health check, were statistically significant related to hearing loss prevention behaviors ($p < 0.01$). The perceived prevention motivation for hearing loss and the social support for hearing loss prevention were statistically significant related to the hearing loss prevention behaviors ($p < 0.05$).

Keywords: hearing loss behavior, Gong production workers.

1. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ประเทศไทยมีการพัฒนาทางอุตสาหกรรมสูงขึ้น มีโครงสร้างกำลังแรงงานที่มีอายุ 15 ปีขึ้นไป 56.46 ล้านคน เป็นประชากรผู้มีงานทำ 37.78 ล้านคน คิดเป็นร้อยละ 59.5 ไตรมาส 1 ปี พ.ศ. 2564 มีกำลังแรงงานเพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 67.75 (สำนักงานสถิติแห่งชาติ, 2564) ซึ่งในปัจจุบันจำนวนของวัยแรงงานกำลังเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง และแรงงานเหล่านี้ถือเป็นแรงงานที่มีความสำคัญต่อการพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศไทย ประชากรวัยแรงงานเป็นกลุ่มที่มีโอกาสที่จะได้รับผลกระทบ หรือเผชิญความเสี่ยงต่อการการเกิดอุบัติเหตุในการทำงาน โรคที่เกิดจากการทำงาน (Occupational diseases) และโรคที่เกี่ยวข้องกับการทำงาน (Work-related diseases) ถ้าขาดมาตรการการป้องกันที่ดี (กรมควบคุมโรค, 2564) นอกจากนี้ประเทศไทยเป็นประเทศที่มีหลักฐานเชิงประจักษ์ระบุว่า เสียงเป็นปัจจัยเสี่ยงที่สำคัญในการทำให้เกิดปัญหาสุขภาพจากการทำงาน การสูญเสียการได้ยินจากการสัมผัสเสียงดังจากการทำงาน จึงนับเป็นปัญหาสำคัญด้านอาชีวอนามัยและสิ่งแวดล้อม ซึ่งข้อมูลจากสถิติโรคจากการประกอบอาชีพ กองทุนเงินทดแทน สำนักงานประกันสังคม พ.ศ. 2560-2562 พบว่า โรคหูเสื่อมจากการประกอบอาชีพ ปี พ.ศ. 2560 มีผู้ป่วยโรคหูเสื่อมจำนวน 3,615 ราย จากผู้ป่วยใช้สิทธิเงินทดแทนหมดจำนวน 19,714,139 ราย พ.ศ. 2561 มีผู้ป่วยโรคหูเสื่อมจำนวน 3,684 ราย จากผู้ป่วยใช้สิทธิเงินทดแทนทั้งหมดจำนวน 20,519,449 ราย พ.ศ. 2562 มีผู้ป่วยโรคหูเสื่อมจำนวน 3,810 ราย จากผู้ป่วยใช้สิทธิเงินทดแทนทั้งหมดจำนวน 21,423,245 ราย ความชุกของผู้ป่วยโรคหูเสื่อมต่อประชากรล้านคนคือ 183, 180 และ 178 ตามลำดับ (กองทุนเงินทดแทน สำนักงานประกันสังคม, 2564)

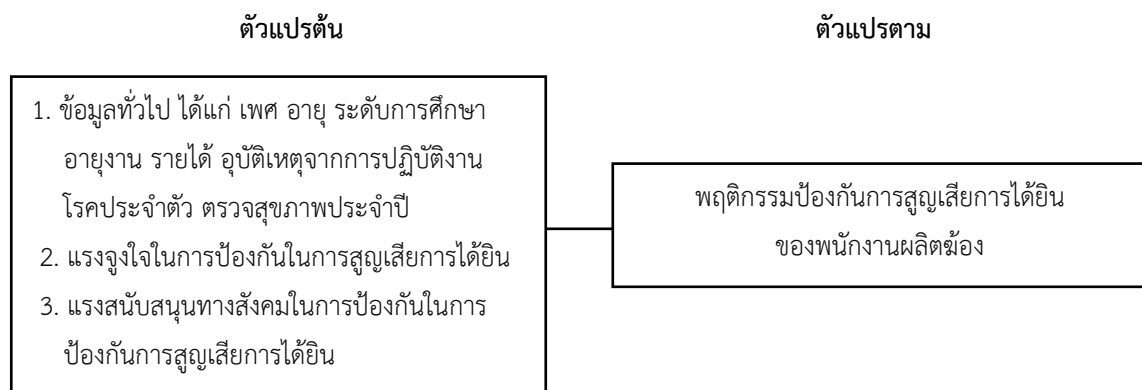
พฤติกรรมการป้องกันทางสุขภาพและการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมในการป้องกันทางสุขภาพที่ได้นั้นเกิดจากการรับรู้ที่ดีทางสุขภาพตามหลักทฤษฎีการรับรู้แรงจูงใจในการป้องกันฯ (Rogers, 1975) ร่วมกับแรงสนับสนุนทางสังคมในการป้องกันอันตรายยังมีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมการป้องกันอันตรายต่อสุขภาพทำให้คนในชุมชนปรับเปลี่ยนพฤติกรรมในการป้องกันตนเองดียิ่งขึ้น (ชัยกฤต ยกพลชนชัย, จารุพร ดวงศรี, ญาณิฐา แพงประโคน, 2564)

การปฏิบัติงานงานที่ต้องสัมผัสเสียงดังมีผลกระทบโดยตรงต่อประสาทหูและการได้ยินของผู้ปฏิบัติงานทำให้กรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงาน ประกาศกฎกระทรวง กำหนดมาตรฐานในการบริหารและการจัดการด้านความปลอดภัย อาชีวอนามัยและสภาพแวดล้อมในการทำงานเกี่ยวกับความร้อน แสงสว่าง และเสียง พ.ศ.2559 เรื่องมาตรฐานระดับเสียงที่ยอมให้ลูกจ้างได้รับเฉลี่ยตลอดระยะเวลาการทำงานในแต่ละวัน 8 ชั่วโมงการทำงาน ไม่เกิน 85 เดซิเบล (กรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงาน, 2561)

จังหวัดอุบลราชธานี เป็นพื้นที่ ที่มีการผลิตและจำหน่ายข้อมากที่สุดในประเทศไทย (สำนักงานการท่องเที่ยวและกีฬาอุบลราชธานี, 2563) จากข้อมูลการวิเคราะห์ตรวจวัดปริมาณเสียงเบื้องต้นในกระบวนการผลิตข้อมโดยใช้เครื่องวัดเสียง (Sound Level Meter) มีค่าเกินมาตรฐานกฎกระทรวงกำหนดในการบริหารและการจัดการด้านความปลอดภัย อาชีวอนามัย และสภาพแวดล้อมในการทำงานเกี่ยวกับความร้อน แสงสว่างและเสียง พ.ศ. 2549 ห้ามเกิน 90 เดซิเบล อ่านค่าได้ 118 เดซิเบล มีอันตรายต่อสุขภาพผู้ผลิตอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้และยังพบผลการสำรวจข้อมูลชุมชนเบื้องต้นจากการสัมภาษณ์ผู้นำพบว่ามีผู้พิการ

ทางการไต่สวนหรือสูญเสียการไต่สวนที่เกิดจากการทำงานเป็นระยะเวลาานจำนวน 3 คน และยังไม่มีข้อมูลการศึกษาพฤติกรรมความปลอดภัยในพนักงานผลิตห้องอย่างจริงจัง ทำให้ผู้วิจัยมีความสนใจศึกษาปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมป้องกันการสูญเสียการไต่สวนในพนักงานผลิตห้องจังหวัดอุบลราชธานีเพื่อนำข้อมูลไปกำหนดนโยบายด้านความปลอดภัยในกลุ่มคนงานผลิตห้องต่อไป

3. กรอบแนวคิดการวิจัย



4. วิธีดำเนินการวิจัย

4.1 รูปแบบการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาเชิงวิเคราะห์ภาคตัดขวาง (cross-sectional analytical research) เพื่อศึกษาปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมป้องกันการสูญเสียการไต่สวนของพนักงานผลิตห้อง จังหวัดอุบลราชธานี

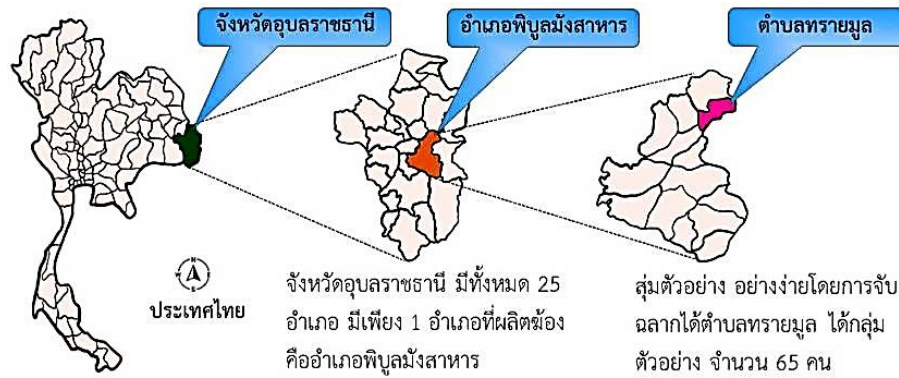
4.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ศึกษาเป็นกลุ่มผู้มีอาชีพผลิตห้องจังหวัดอุบลราชธานี จากทั้งหมด

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

- 2.1 เพื่อศึกษาการรับรู้แรงจูงใจในการป้องกันการสูญเสียการไต่สวน
- 2.2 เพื่อศึกษาแรงสนับสนุนทางสังคมในการป้องกันการสูญเสียการไต่สวน
- 2.3 เพื่อศึกษาพฤติกรรมป้องกันการสูญเสียการไต่สวน
- 2.4 เพื่อศึกษาปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมป้องกันการสูญเสียการไต่สวน

จำนวน 25 อำเภอ อำเภอที่มีอาชีพผลิตห้องมีเพียง 1 อำเภอคืออำเภอพิบูลมังสาหาร แล้วสุ่มตัวอย่างจาก ทั้งหมด 14 ตำบล โดยการจับฉลากได้ตำบลทรายมูล มีจำนวนครัวเรือนทั้งสิ้น 30 ครัวเรือนเป็นคนผลิตห้องทั้งหมดจำนวนรวม 100 คน คำนวณกลุ่มตัวอย่างจากสูตรการประมาณสัดส่วนที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % (Daniel, 1995, 180-181) ได้กลุ่มตัวอย่างจำนวน 65 คน สุ่มตัวอย่างอย่างง่ายโดยวิธีจับสลาก โดยคัดเลือกจากผู้ที่มีสมัครใจเข้าร่วมโครงการวิจัยดังภาพที่ 1



รูปที่ 1 แสดงแผนที่กลุ่มตัวอย่างในการวิจัย

5. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ผู้วิจัยพิทักษ์สิทธิของกลุ่มตัวอย่างผ่านการขอจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานีเลขที่ใบรับรอง HE652004 ก่อนการดำเนินการวิจัยแล้วดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

5.1 การสร้างและการทดสอบเครื่องมือ
ที่ใช้ในการวิจัย ผู้วิจัยสร้างเครื่องมือขึ้นเองเป็นแบบสอบถามชนิดให้ผู้ตอบ ตอบแบบสอบถามด้วยตนเองแล้วรับคืน (Self- Administered Questionnaires) ที่ได้จากการศึกษา ค้นคว้า จากตำรา เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ซึ่งมีลักษณะเป็นแบบสอบถามแบบปลายปิด แบ่งออกเป็น 4 ส่วน โดยสอดคล้องกับเนื้อหา วัตถุประสงค์ และกลุ่มประชากรที่ศึกษา ทำการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา (Content validity) ความถูกต้องของภาษา และความครอบคลุมของเนื้อหาจากผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน เพื่อทำ Index of Item Objective Congruence หรือ IOC ได้เท่ากับ 0.916 ผู้วิจัยได้ทำการตรวจสอบความเที่ยง (Reliability) โดยนำแบบสอบถามที่ได้ปรับปรุงแล้วไปทดลองใช้ (try out) กับตัวแทนกลุ่มตัวอย่างที่มีลักษณะคล้ายคลึงกับตัวอย่างที่ศึกษาจำนวน 30 คน แล้วนำผลที่ได้มาวิเคราะห์หาความเชื่อมั่นของเครื่องมือโดยวิเคราะห์หาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของคอนบาช (Cronbach's reliability

coefficient alpha) ในหมวดแบบวัดการรับรู้แรงจูงใจในการป้องกันฯ แรงสนับสนุนทางสังคมในการป้องกันฯ และพฤติกรรมการป้องกันการสูญเสียการได้ยิน ได้เท่ากับ 0.738, 0.801, 0.876 ตามลำดับ

5.2 ส่วนประกอบเครื่องมือ ที่ใช้ในการวิจัย ผู้วิจัยได้ทำการสร้าง แบบสอบถาม ในการหาปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมป้องกันการสูญเสียการได้ยินในพนักงานผลิตห้อง จังหวัดอุบลราชธานี ประกอบด้วย 4 ส่วน ได้แก่ ส่วนที่ 1 แบบสอบถามเกี่ยวกับข้อมูลปัจจัยส่วนบุคคล 8 ข้อ ประกอบไปด้วย ข้อมูลปัจจัยส่วนบุคคล เพศ อายุ ระดับการศึกษา อายุงาน รายได้ อุบัติเหตุจากการปฏิบัติงาน โรคประจำตัว ตรวจสอบสุขภาพประจำปี ส่วนที่ 2 แบบสอบถามเกี่ยวกับการรับรู้แรงจูงใจในการป้องกันการสูญเสียการได้ยิน 24 ข้อ ซึ่งเป็นข้อมูลคำถามให้เลือก 3 ทาง คือ เห็นด้วย ไม่เห็นด้วย ไม่เห็นด้วย ส่วนที่ 3 แบบสอบถามเกี่ยวกับแรงสนับสนุนทางสังคมในการป้องกันการสูญเสียการได้ยิน 20 ข้อ ซึ่งเป็นข้อมูลคำถามให้เลือก 3 ทาง คือ เห็นด้วย ไม่เห็นด้วย ไม่เห็นด้วย ส่วนที่ 4 แบบสอบถามเกี่ยวกับพฤติกรรมป้องกันการสูญเสียการได้ยิน 15 ข้อ เป็นข้อมูลคำถามให้เลือก 3 ทาง คือ ปฏิบัติทุกครั้งที่ ปฏิบัตินาน ๆ ครั้ง ไม่เคยปฏิบัติ

5.3 เกณฑ์การให้คะแนนและการแปลผล

การแปลความหมายคะแนนระดับแรงจูงใจในการป้องกัน แรงสนับสนุนทางสังคม และพฤติกรรมป้องกันการสูญเสียการได้ยิน แบ่งออกเป็น 3 ระดับ โดยการแบ่งช่วงเฉลี่ย คือ ช่วงเฉลี่ยเท่ากับ (คะแนนสูงสุด-คะแนนต่ำสุด)/จำนวนชั้น เท่ากับ (3-1)/3 เท่ากับ 0.66 ค่าเฉลี่ย 1.00-1.66 หมายถึง ระดับต่ำ ค่าเฉลี่ย 1.67-2.33 หมายถึง ระดับปานกลาง ค่าเฉลี่ย 2.34-3.00 หมายถึง ระดับสูง (ชัยกฤต ยกพลชนชัย, 2564)

5.4 การรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยประสานผู้นำชุมชน ทำหนังสือขออนุญาตเข้าพื้นที่ ชี้แจงวัตถุประสงค์การวิจัย ทำการศึกษารายละเอียดข้อมูลเบื้องต้น สภาพแวดล้อม สภาพความเป็นอยู่ของประชาชน บ้านทรายมูล ตำบลทรายมูล อำเภอพิบูลมังสาหาร จังหวัดอุบลราชธานี สํารวจศึกษาพฤติกรรมป้องกันการสูญเสียการได้ยินของพนักงานผลิตห้อง ออกแบบเครื่องมือ วางแผนการดำเนินงาน ประชุมกลุ่มตัวอย่าง ติดต่อประสานงานผู้นำชุมชน ขอลงพื้นที่ให้กลุ่มตัวอย่างตอบแบบ สอบถาม

5.5 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ใช้สถิติเชิงพรรณนา (descriptive statistics) ใช้อธิบายข้อมูลทั่วไป ด้วยการแจกแจงความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน สถิติเชิงอนุมาน (inferential statistics) วิเคราะห์หาความสัมพันธ์ไคสแควร์ (Chi-square test) และสถิติสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน (Pearson correlation coefficient)

6. ผลการวิจัย

6.1 ผลการศึกษาข้อมูลทั่วไป

ผลการศึกษาข้อมูลทั่วไปในกลุ่มตัวอย่างที่ทำการวิจัยทั้งหมด 65 คน พบเป็นเพศชาย 52 คนคิดเป็นร้อยละ 80 เพศหญิง 13 คนคิดเป็นร้อยละ 20 อายุส่วนใหญ่ 51 ขึ้นไป มี 33 คนคิดเป็นร้อยละ 50.8 ระดับการศึกษาส่วนใหญ่อยู่ระหว่าง ประถมศึกษา จำนวน 30 คน คิดเป็นร้อยละ 46.2 อายุงานส่วนใหญ่ 1-10 ปีจำนวน 23 คนคิดเป็นร้อยละ 35.4 อายุงาน 11-20 ปีจำนวน 17 คนคิดเป็นร้อยละ 26.2 อายุงาน 21-30 ปีจำนวน 14 คน คิดเป็นร้อยละ 21.5 อายุงาน 31-40 ปี จำนวน 7 คนคิดเป็นร้อยละ 10.8 อายุงาน 41 ขึ้นไปจำนวน 4 คนคิดเป็นร้อยละ 6.1 รายได้เฉลี่ย 11,707.6 บาทต่อปี อุบัติเหตุจากการทำงาน เคยเกิดอุบัติเหตุจากการทำงาน 45 คน คิดเป็นร้อยละ 69.2 ไม่เคยเกิดอุบัติเหตุจากการทำงาน จำนวน 20 คนคิดเป็นร้อยละ 30.8 มีโรคประจำตัวทั้งหมด 23 คนคิดเป็นร้อยละ 35.4 ไม่มีโรคประจำตัว จำนวน 42 คน คิดเป็นร้อยละ 64.6 ตรวจสุขภาพประจำปี เคยตรวจ 23 คน คิดเป็นร้อยละ 35.4 ไม่เคยตรวจ 42 คนคิดเป็นร้อยละ 64.6

6.2 ผลการศึกษาการรับรู้แรงจูงใจในการป้องกันการสูญเสียการได้ยินในพนักงานผลิตห้อง

พบว่า ส่วนใหญ่มีการรับรู้แรงจูงใจในการป้องกันการสูญเสียการได้ยินในระดับปานกลาง จำนวน 33 คน คิดเป็นร้อยละ 50.8 รองลงมาที่ระดับสูงจำนวน 32 คน คิดเป็นร้อยละ 46.1 และระดับต่ำ 2 คน คิดเป็นร้อยละ 3.1 เมื่อพิจารณา รายข้อพบว่า การรับรู้ความรุนแรงในการป้องกันอันตรายจากเสียง, การรับรู้โอกาสเสี่ยงในการอันตรายจากเสียง

และประสิทธิภาพในการป้องกันตนเองจากอันตราย ± 0.76 , $\bar{X}=2.18$ S.D. ± 0.73 , $\bar{X}=2.33$ S.D. ± 0.55)
ของเสียงในระดับปานกลาง ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}=2.26$ S.D. ตามลำดับ ดังตารางที่ 1 และตารางที่ 2

ตารางที่ 1 จำนวน ร้อยละ และการแปลผลระดับการรับรู้แรงงูใจในการป้องกันการสูญเสียการได้ยิน
ในพนักงานผลิตห้อง

ระดับการรับรู้แรงงูใจในการป้องกันการสูญเสียการได้ยิน ในพนักงานผลิตห้อง	n =65		
	จำนวน	ร้อยละ	แปลผล
ช่วงค่าเฉลี่ย 1.00-1.66	2	3.1	ต่ำ
ช่วงค่าเฉลี่ย 1.67-2.33	33	50.8	ปานกลาง
ช่วงค่าเฉลี่ย 2.34-3.00	30	46.1	สูง

ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการแปลผลการรับรู้แรงงูใจในการป้องกันการสูญเสียการได้ยินในพนักงานผลิตห้อง

รายละเอียดการรับรู้แรงงูใจในการป้องกันการสูญเสียการได้ยิน	n =65		
	$\bar{X}$	S.D.	แปลผล
การรับรู้ความรุนแรงในการป้องกันอันตรายจากเสียง	2.26	0.76	ปานกลาง
1 เสียงดังส่งผลกระทบต่อระบบประสาททำให้เกิดอาการเครียด	2.05	0.89	ปานกลาง
2 เสียงดังก่อให้เกิดการคลุ้มคลั่ง เสียสมาธิ	1.94	1.00	ปานกลาง
3 เสียงดังทำให้เกิดกรดในกระเพาะมากกว่าปกติ เป็นโรคแผลในกระเพาะและโรคกระเพาะอาหาร	2.26	0.81	ปานกลาง
4 เสียงดังทำให้นอนไม่หลับ	1.91	0.90	ปานกลาง
5 หูหนวกทันที เกิดขึ้นจากการที่อยู่ในบริเวณที่มีเสียงดังเกิน 120 เดซิเบล (เอ)	2.57	0.64	สูง
6 เสียงดังมีผลต่อการสื่อสาร และการรับคำสั่งต่าง ๆ ได้	2.58	0.75	สูง
7 เสียงดังรบกวน ก่อให้เกิดอุบัติเหตุได้	2.49	0.79	สูง
8 เสียงดังจะส่งผลกระทบต่อทารกที่อยู่ในครรภ์	1.65	0.69	ต่ำ
9 หูอื้อชั่วคราวเกิดขึ้นเมื่ออยู่ในที่ ที่มีระดับเสียงดังตั้งแต่ 80 เดซิเบล (เอ) ขึ้นไป ในเวลาไม่นานนัก	2.86	0.35	สูง
10 หูอื้อถาวร เกิดขึ้นเมื่ออยู่ในบริเวณที่มีระดับความดังมากเป็นเวลานาน ๆ	2.42	0.90	สูง
11 เสียงดังอาจทำให้เกิดโรคหัวใจได้	1.76	0.83	ปานกลาง
12 การทำงานในพื้นที่เสียงดังอาจทำให้เกิดการสูญเสียการได้ยินอย่างถาวรได้	2.65	0.74	สูง
การรับรู้โอกาสเสี่ยงในการอันตรายจากเสียง	2.18	0.73	ปานกลาง
13 การทำงานขณะร่างกายไม่พร้อม(ป่วย)มีโอกาสเกิดอุบัติเหตุสูง	2.86	0.50	สูง
14 การไม่สวมใส่อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคลขณะปฏิบัติงาน	1.65	0.87	ต่ำ
15 การปฏิบัติงานติดต่อกันเป็นเวลานานในพื้นที่เสียงดัง	1.72	0.91	ปานกลาง

ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการแปลผลการรับรู้แรงจูงใจในการป้องกันการสูญเสียการได้ยินในพนักงานผลิตห้อง (ต่อ)

รายละเอียดการรับรู้แรงจูงใจในการป้องกันการสูญเสียการได้ยิน	n =65		
	$\bar{X}$	S.D.	แปลผล
16 คุณทำงานในขณะที่สุขภาพร่างกายไม่พร้อมทำให้สมาธิในการป้องกันตนเองลดลง	2.26	0.59	ปานกลาง
17 การใส่อุปกรณ์ป้องกันเสียง ที่อุดหูหรือที่ครอบหูทำให้ป้องกันอันตรายจากเสียงดัง	2.68	0.64	สูง
18 คุณขอศึกษาหาความรู้เกี่ยวกับอันตรายของเสียงทำให้ปฏิบัติงานอย่างปลอดภัย	1.88	0.86	ปานกลาง
ประสิทธิภาพในการป้องกันตนเองจากอันตรายของเสียง	2.33	0.55	ปานกลาง
19 การที่ร่างกายไม่พร้อมไม่ควรปฏิบัติงาน	2.97	0.17	สูง
20 การกำหนดและบังคับใช้มาตรฐานระดับความดังในที่ปฏิบัติงานไม่ให้เกินค่ามาตรฐาน เพื่อลดอันตรายของเสียงที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพและการได้ยิน	2.28	0.54	ปานกลาง
21 คุณสามารถเข้าถึงการรณรงค์และประชาสัมพันธ์ความรู้ถึงอันตรายจากภาวะมลพิษทางเสียงได้	2.08	0.91	ปานกลาง
22 การตรวจสอบสมรรถภาพการได้ยินเป็นประจำทำให้ทราบถึงความอันตรายที่อาจเกิดขึ้นกับประสาทรับเสียง	2.26	0.67	ปานกลาง
23 จะไม่ปฏิบัติงานขณะรับประทานยา/แอลกอฮอล์	2.55	0.56	สูง
24 จะไม่ปฏิบัติงานขณะอุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคลไม่พร้อมใช้งาน	1.83	0.45	ปานกลาง
เฉลี่ย	2.26	0.68	ปานกลาง

6.3 ผลการศึกษาแรงสนับสนุนทางสังคมในการป้องกันการสูญเสียการได้ยิน

พบว่ามีความสนับสนุนทางสังคมในการป้องกันการสูญเสียการได้ยินระดับปานกลาง จำนวน 38 คน คิดเป็นร้อยละ 58.5 รองลงมาที่ระดับสูงจำนวน 23 คน คิดเป็นร้อยละ 35.3 และระดับต่ำ จำนวน 4 คน คิดเป็นร้อยละ 6.2

เมื่อพิจารณารายข้อพบว่าแรงสนับสนุนในการป้องกันจากครอบครัวอยู่ในระดับสูง ($\bar{X}$ =2.85 S.D. $\pm$ 0.24) และแรงสนับสนุนในการป้องกันจากชุมชน, แรงสนับสนุนในการป้องกันจากภาครัฐอยู่ในระดับปานกลาง ค่าเฉลี่ยเท่ากับ ($\bar{X}$ =1.94 S.D. $\pm$ 0.83, $\bar{X}$ 1.72 S.D. $\pm$ 0.77) ตามลำดับ ดังตารางที่ 3 และตารางที่ 4

ตารางที่ 3 จำนวน ร้อยละ และการแปลผลแรงสนับสนุนทางสังคมในการป้องกันการสูญเสียการได้ยิน

ระดับแรงสนับสนุนทางสังคมในการป้องกันการสูญเสียการได้ยิน		n =65		
ในพนักงานผลิตห้อง		จำนวน	ร้อยละ	แปลผล
ช่วงค่าเฉลี่ย	1.00-1.66	4	6.2	ต่ำ
ช่วงค่าเฉลี่ย	1.67-2.33	38	58.5	ปานกลาง
ช่วงค่าเฉลี่ย	2.34-3.00	23	35.3	สูง

ตารางที่ 4 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการแปลผลแรงสนับสนุนทางสังคมในการป้องกันการสูญเสียการได้ยิน

รายละเอียดแรงสนับสนุนทางสังคมในการป้องกันการสูญเสียการได้ยิน		n =65		
ในพนักงานผลิตห้อง		$\bar{x}$	S.D.	แปลผล
แรงสนับสนุนในการป้องกันจากครอบครัว		2.85	0.24	สูง
1	ครอบครัวสามารถจ่ายค่ารักษาพยาบาล	2.95	0.21	สูง
2	ครอบครัวสามารถซื้ออุปกรณ์ในการทำงาน	3.44	0.10	สูง
3	ครอบครัวสามารถให้กำลังใจ	2.97	0.17	สูง
4	การให้คำปรึกษาปัญหาในการทำงาน	2.97	0.17	สูง
5	การให้รางวัลตัวเองในการทำงาน เช่น ของมีค่า ความสุข	2.94	0.35	สูง
แรงสนับสนุนในการป้องกันจากชุมชน		1.94	0.83	ปานกลาง
6	ผู้นำมีการประชาสัมพันธ์อันตรายของเสียงต่อสุขภาพ	2.63	0.60	สูง
7	ผู้นำมีการอบรมเรื่องอุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล(PPE)	2.28	0.84	ปานกลาง
8	ผู้นำมีการแจกลือเกี่ยวกับวิธีการป้องกันอันตรายของเสียง	1.51	0.75	ต่ำ
9	ผู้นำมีการจัดทำสื่อความปลอดภัยในการทำงาน	1.49	0.69	ต่ำ
10	ผู้นำมีการจัดอบรมเกี่ยวกับโรคจากการทำงาน	1.97	0.92	ปานกลาง
11	ผู้นำมีการประชาสัมพันธ์สถิติการเกิดอุบัติเหตุ/โรคจากการทำงาน	2.46	0.77	สูง
12	การลงพื้นที่สำรวจความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน	1.97	0.98	ปานกลาง
13	จัดสรรอุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล(PPE) ให้เหมาะสมและเพียงพอ	1.69	0.85	ปานกลาง
14	จัดสรรงบประมาณในการตรวจสอบสมรรถภาพการได้ยินในทุกปี	1.69	0.92	ปานกลาง
15	จัดทำโครงการศึกษาดูงานปีละ 1 ครั้ง	1.69	0.92	ปานกลาง
แรงสนับสนุนในการป้องกันจากภาครัฐ		1.72	0.77	ปานกลาง
16	สนับสนุนการตรวจวัดสมรรถภาพการได้ยิน	1.72	0.94	ปานกลาง
17	จัดให้มี Control Safety Room	1.75	0.94	ปานกลาง

ตารางที่ 4 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการแปลผลแรงสนับสนุนทางสังคมในการป้องกัน
การสูญเสียการได้ยิน (ต่อ)

รายละเอียดแรงสนับสนุนทางสังคมในการป้องกันการสูญเสียการได้ยิน ในพนักงานผลิตห้อง		n =65		
		$\bar{X}$	S.D.	แปลผล
18	จัดให้มีการสอบคู่มือความปลอดภัยในการทำงานทุกปี	1.63	0.88	ต่ำ
19	ส่งเสริมกลุ่มวิสาหกิจชุมชน	2.26	0.97	ปานกลาง
20	ส่งเสริมระดับมาตรฐานผลิตภัณฑ์	1.25	0.10	ต่ำ
ค่าเฉลี่ย		2.17	0.61	ปานกลาง

6.4 ผลการศึกษาพฤติกรรมป้องกันการ
สูญเสียการได้ยิน พบว่ามีพฤติกรรมป้องกันการ
สูญเสียการได้ยิน อยู่ในระดับปานกลาง จำนวน 50
คน คิดเป็นร้อยละ 76.9 รองลงมาที่ระดับสูงจำนวน
14 คน คิดเป็นร้อยละ 21.5 เมื่อพิจารณารายข้อ
พบว่าพฤติกรรมป้องกันการสูญเสียการได้ยิน

น้อยที่สุด 3 ลำดับแรกได้แก่การตรวจสอบสภาพ
การได้ยินทุกปี การล้างมือให้สะอาดก่อนใส่ปลั๊กอุด
หู พักเมื่อมีอาการหูดับหรือหูอื้อขณะทำงาน ค่าเฉลี่ย
เท่ากับ ($\bar{X} = 1.12$ S.D. ± 0.45 , $\bar{X} = 1.80$ S.D. $\pm$
 0.70 , $\bar{X} = 1.85$ S.D. ± 0.67) ดังตารางที่ 5 และ
ตารางที่ 6

ตารางที่ 5 จำนวน ร้อยละ และการแปลผลระดับพฤติกรรมป้องกันการสูญเสียการได้ยิน

ระดับพฤติกรรมป้องกันการสูญเสียการได้ยินในพนักงานผลิตห้อง		n =65		
		จำนวน	ร้อยละ	แปลผล
ช่วงค่าเฉลี่ย	1.00-1.66	1	1.5	ต่ำ
ช่วงค่าเฉลี่ย	1.67-2.33	50	76.9	ปานกลาง
ช่วงค่าเฉลี่ย	2.34-3.00	14	21.6	สูง

ตารางที่ 6 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการแปลผลพฤติกรรมป้องกันการสูญเสียการได้ยิน

รายละเอียดพฤติกรรมป้องกันการสูญเสียการได้ยิน		n =65		
		$\bar{X}$	S.D.	แปลผล
1	ท่านใส่อุปกรณ์ป้องกันเสียงก่อนทำงาน	2.12	0.74	ปานกลาง
2	ท่านเลือกใช้อุปกรณ์ที่ได้มาตรฐาน	2.00	0.94	ปานกลาง
3	ท่านใช้อุปกรณ์ป้องกันเสียงตลอดเวลาที่ปฏิบัติงานในบริเวณที่มีเสียงดัง	1.97	0.64	ปานกลาง
4	ท่านล้างมือให้สะอาดก่อนใส่ปลั๊กอุดหู	1.80	0.73	ปานกลาง
5	ท่านตรวจสอบสภาพอุปกรณ์ก่อนใช้งาน	2.22	0.78	ปานกลาง
6	ท่านเปลี่ยนอุปกรณ์ใหม่เมื่อพบว่าของเก่าชำรุด	2.48	0.69	สูง

ตารางที่ 6 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและการแปลผลพฤติกรรมป้องกันการสูญเสียการได้ยิน (ต่อ)

รายละเอียดพฤติกรรมป้องกันการสูญเสียการได้ยิน		n =65		
		$\bar{X}$	S.D.	แปลผล
7	ท่านทำความสะอาดอุปกรณ์ด้วยน้ำสะอาดหลังการใช้งาน	1.88	0.78	ปานกลาง
8	ท่านได้รับการตรวจสมรรถภาพการได้ยิน ทุกปี	1.12	0.45	ต่ำ
9	ท่านพักเมื่อมีอาการหูตึง หรือหูอื้อ ขณะตื่นนอน	1.85	0.67	ปานกลาง
10	จะไม่ปฏิบัติงานเมื่อรู้ว่ามีร่างกายของท่านอ่อนล้า	2.75	0.56	สูง
11	เมื่อท่านพบเห็นสายไฟ / อุปกรณ์ชำรุด จัดการแก้ไขทันที	2.77	0.63	สูง
12	การยกและเคลื่อนย้ายของ ท่านใช้คนในการเคลื่อนย้าย	2.85	0.40	สูง
13	การยกและเคลื่อนย้ายของ ท่านใช้เครื่องจักรในการเคลื่อนย้าย	1.95	0.48	ปานกลาง
14	ใช้ถุงมือทุกครั้งในการปฏิบัติงาน	2.15	0.71	ปานกลาง
15	ท่านเปิดเพลงฟังขณะปฏิบัติงาน	2.32	0.83	ปานกลาง
ค่าเฉลี่ย		2.15	0.67	ปานกลาง

6.5 ผลการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยส่วนบุคคลกับพฤติกรรมป้องกันการสูญเสียการได้ยิน พบว่า ปัจจัยส่วนบุคคล ด้านเพศ, อายุ, ระดับการศึกษา, อายุงาน, รายได้, อุบัติเหตุจากการทำงาน, โรคจากการประกอบอาชีพ, และการตรวจสุขภาพประจำปี มีความสัมพันธ์กับพฤติกรรม

ป้องกันการสูญเสียการได้ยินอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ $p < 0.01$ มีค่า Chi Square เท่ากับ ($\chi^2 = 242.33, \chi^2 = 154.33, \chi^2 = 364.24, \chi^2 = 351.88, \chi^2 = 350.04, \chi^2 = 33.06, \chi^2 = 188.26$ และ $\chi^2 = 89.21$) ตามลำดับดังตารางที่ 7

ตารางที่ 7 แสดงผลความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยส่วนบุคคลกับพฤติกรรมป้องกันการสูญเสียการได้ยิน โดยใช้ Chi Square Test (n=65)

ปัจจัยส่วนบุคคล	n	%	พฤติกรรมป้องกันการสูญเสียการได้ยิน	
			Chi Square (χ^2)	P-value
เพศ	65	100	242.33	0.000
อายุ	65	100	154.33	0.000
ระดับการศึกษา	65	100	364.26	0.000
อายุงาน	65	100	351.88	0.000
รายได้	65	100	350.04	0.000
อุบัติเหตุจากการทำงาน	65	100	33.06	0.000
โรคจากการประกอบอาชีพ	65	100	188.28	0.000
การตรวจสุขภาพประจำปี	65	100	89.21	0.000

6.6 ผลการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยส่วนบุคคลกับพฤติกรรมการป้องกันการสูญเสียการได้ยิน พบว่าการรับรู้แรงจูงใจในการป้องกันการสูญเสียการได้ยิน มีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมการป้องกันการสูญเสียการได้ยินอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ $p < 0.05$ โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ $r = 0.216$ แรงสนับสนุนทางสังคมในการ

การป้องกันฯ มีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมการป้องกันการสูญเสียการได้ยิน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ $p < 0.05$ โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ $r = 0.066$ และการรับรู้แรงจูงใจในการป้องกันมีความสัมพันธ์กับแรงสนับสนุนทางสังคมในการป้องกันการสูญเสียการได้ยิน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ $p < 0.05$ โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ $r = 0.344$ ดังตารางที่ 8

ตารางที่ 8 แสดงผลความสัมพันธ์ระหว่าง การรับรู้แรงจูงใจในการป้องกันการเกิดเสียงดัง และแรงสนับสนุนในการป้องกันเสียงกับพฤติกรรมการป้องกันการสูญเสียการได้ยิน โดยใช้ Pearson's correlation (n=65)

ตัวแปร (n=65)	พฤติกรรมการป้องกัน การสูญเสียการได้ยิน (Y)	การรับรู้แรงจูงใจ ในการป้องกันฯ (X ₁)	แรงสนับสนุนทางสังคม ในการป้องกันฯ (X ₂)
Y	1	0.216*	0.066*
X ₁		1	0.344*
X ₂			1

* ระดับนัยสำคัญทางสถิติ < 0.05

7. อภิปรายผล

จากการศึกษาปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมการป้องกันการสูญเสียการได้ยินในพนักงานผลิตห้อง จังหวัดอุบลราชธานี ทำให้ได้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์ด้านความปลอดภัยและเป็นข้อมูลที่จำเป็นในการวิเคราะห์และวางแผนกิจกรรมความปลอดภัย นำมาอภิปรายผลตามวัตถุประสงค์ได้ดังนี้

7.1 การรับรู้แรงจูงใจในการป้องกันการสูญเสียการได้ยินพนักงานผลิตห้อง

กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่ (ร้อยละ 50.8) มีการรับรู้แรงจูงใจในการป้องกันการสูญเสียการได้ยินอยู่ในระดับปานกลาง แต่เมื่อพิจารณารายชื่อพบว่าเสียงดังมีผลต่อการสื่อสาร และการ

รับคำสั่งต่างๆ หูอื้อชั่วคราวได้ การทำงานในพื้นที่เสียงดังอาจทำให้เกิดการสูญเสียการได้ยินอย่างถาวรได้ การทำงานขณะร่างกายไม่พร้อม (ป่วย) มีโอกาสเกิดอุบัติเหตุสูง การใส่อุปกรณ์ป้องกันเสียง ที่อุดหูหรือที่ครอบหูทำให้ป้องกันอันตรายจากเสียงดัง การที่รับรู้ในระดับสูง เป็นผลจากการทำงานติดต่อกันมานานจนเกิดพฤติกรรมเคยชินทำให้เกิดการรับรู้ที่ดีแต่การตระหนักถึงความสำคัญในการป้องกันตนเองลดลง สอดคล้องกับเสกสรรค์ทองดีบ (2562) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการรับรู้การป้องกันเสียงดังและการใช้อุปกรณ์ป้องกันเสียงดังของผู้ประกอบอาชีพทำครกหิน จังหวัดพะเยา พบว่าระดับรับรู้การป้องกันเสียงดังอยู่ในระดับสูง ในประเด็นการใช้อุปกรณ์ป้องกันตนเอง

จากการสัมผัสเสียงดังกับการใช้อุปกรณ์ป้องกันเสียง สอดคล้องกับ วาณิชา โขมพัฒน์ (2559)

การรับรู้ความเสี่ยงด้านความปลอดภัยของพนักงานปฏิบัติการสายการผลิตในอุตสาหกรรมอาหารและเครื่องดื่มเขตกรุงเทพมหานคร พบว่าพนักงานมีการรับรู้ความเสี่ยงด้านความปลอดภัยอยู่ในระดับสูงโดยเฉพาะประเด็นที่เป็นความเสี่ยงในการทำงานด้านความปลอดภัยในการทำงาน

7.2 แรงสนับสนุนทางสังคมในการป้องกันการสูญเสียการได้ยินพนักงานผลิตห้อง

กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่ (ร้อยละ 58.5) มีแรงสนับสนุนทางสังคมในการป้องกันการสูญเสียการได้ยินระดับปานกลาง เมื่อพิจารณารายด้านพบว่า แรงสนับสนุนในการป้องกันจากชุมชน แรงสนับสนุนในการป้องกันจากภาครัฐอยู่ในระดับปานกลาง แยกประเด็นพิจารณารายข้อ แรงสนับสนุนในการป้องกันจากครอบครัว อยู่ในระดับสูง ส่วนแรงสนับสนุนในการป้องกันจากชุมชน แรงสนับสนุนในการป้องกันจากภาครัฐและระดับปานกลาง การที่แรงสนับสนุนจากชุมชนและแรงสนับสนุนจากภาครัฐอยู่ในระดับปานกลางเป็นผลมาจากการสืบทอดวิถีการทำงานกันเป็นระยะเวลาที่ยาวนานหลายสิบปีทำให้เกิดความเคยชินไม่เห็นถึงความสำคัญในการสนับสนุนสื่อความปลอดภัยทำให้ไม่จำเป็นต้องพึ่งสื่อความปลอดภัยที่ได้รับสื่อจากทั้งภาครัฐและผู้นำชุมชนมาปฏิบัติงานให้เกิดความปลอดภัยมากขึ้นซึ่งการสนับสนุนสื่อที่เป็นประโยชน์ช่วยให้ผู้ปฏิบัติงานเข้าใจความเสี่ยงในการทำงานและมีพฤติกรรมในการทำงานเกิดความปลอดภัยในการทำงานเช่นกัน สอดคล้องกับ ดวงเดือน ฤทธิเดชและคณะ (2560) ได้ผลของโปรแกรมการประยุกต์ใช้ทฤษฎีพฤติกรรมตามแผนร่วมกับการให้ข้อมูลย้อนกลับต่อพฤติกรรม

ป้องกันอันตรายจากเสียงของพนักงานบริษัทอุตสาหกรรมปิโตรเคมีแห่งหนึ่ง จังหวัดระยอง พบว่าเมื่อมีการสนับสนุนโปรแกรมที่ดีทำให้ความตั้งใจที่จะมีพฤติกรรมป้องกันการอันตรายจากเสียง และพฤติกรรมป้องกันการอันตรายจากเสียงสูงขึ้น

7.3 พฤติกรรมการป้องกันการสูญเสียการได้ยินของพนักงานผลิตห้อง

กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่ (ร้อยละ 76.9) มีพฤติกรรมการป้องกันการสูญเสียการได้ยินระดับปานกลาง เมื่อพิจารณารายข้อพฤติกรรมการป้องกันการสูญเสียการได้ยินระดับปานกลางที่มีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุด 5 ลำดับแรกได้แก่การตรวจสมรรถภาพการได้ยินทุกปี การล้างมือให้สะอาดก่อนใส่ปลั๊กอุดหู พักเมื่อมีอาการหูตื้อ หรือหูอื้อ ขณะติ่งห้อง ซึ่งให้เห็นว่าพฤติกรรมสุขภาพในชุมชน ถ้าไม่เกิดอาการผิดปกติใดๆ ต่อร่างกายก็就不用สนใจตรวจสุขภาพประจำปี หรือพบแพทย์เพื่อตรวจสุขภาพ รวมถึงการสนใจป้องกันตนเองโดยการใส่อุปกรณ์ป้องกันเสียงก่อนปฏิบัติงาน และยังเกิดจากการทำงานงานต่อๆ กันเป็นระยะเวลาที่ยาวนานหลายสิบปีทำให้เกิดความเคยชิน ทำให้ไม่เห็นถึงความสำคัญของสุขลักษณะในการล้างมือ และการหยุดพักเพียงเพื่ออยากให้งานเสร็จตามระยะเวลาที่วางไว้เพื่อไปทำงานอย่างอื่นต่อเนื่อง สอดคล้องกับที่ ชนิดาภา มาตย์บัณฑิต (2561) ศึกษาพฤติกรรมการป้องกันอันตรายจากเสียงของพนักงานในโรงงานอุตสาหกรรมน้ำตาลทราย พบว่าพฤติกรรมการป้องกันอันตรายจากเสียงโดยรวมในระดับพอใช้ (ร้อยละ 81.2) มีความสอดคล้องกับพฤติกรรมการเลือกใช้อุปกรณ์ป้องกันเสียงอยู่ในระดับพอใช้ และยังคงสอดคล้องกับที่ เสกสรรค์ ทองดีบ (2562) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการรับรู้การป้องกันเสียงดังและการใช้

อุปกรณ์ป้องกันเสียงดังของผู้ประกอบอาชีพทำครก หิน จังหวัดพะเยา พบว่า ประชากรส่วนใหญ่ไม่ใช้ อุปกรณ์ป้องกันเสียงดัง (ร้อยละ 54.1)

7.4 การศึกษาปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมในการป้องกันการสูญเสียการได้ยิน

พบว่า ปัจจัยส่วนบุคคล ด้านเพศ อายุ ระดับการศึกษา อายุงาน รายได้ อุบัติเหตุจากการทำงาน โรคจากการประกอบอาชีพ และการตรวจสุขภาพประจำปี มีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมในการป้องกันการสูญเสียการได้ยินอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ $p < 0.01$ สอดคล้องกับที่จิราพร ประกายรุ่งทอง, สุวัฒนา เกิดม่วง, (2560) ได้ศึกษาปัจจัยที่มีความสัมพันธ์ต่อการสูญเสียการได้ยินจากการทำงานในกลุ่มคนงานโรงงานอุตสาหกรรมผลิตชิ้นส่วนรถยนต์ จังหวัดสุพรรณบุรี พบว่าปัจจัยที่มีความสัมพันธ์ต่อการสูญเสียการได้ยินจากการประกอบอาชีพ ปัจจัยส่วนบุคคลได้แก่ เพศ อายุ ระดับการศึกษา อายุงาน รายได้ อุบัติเหตุจากการทำงาน โรคจากการประกอบอาชีพ การตรวจสุขภาพประจำปี ประวัติการเจ็บป่วย/โรคประจำตัวที่เกี่ยวข้องกับการได้ยิน ลักษณะงานที่ทำปัจจุบัน ระยะเวลาการทำงานและประวัติการทำงานสัมผัสเสียงดัง สอดคล้องกับพิรพรรณ ไชยวงศ์ และคณะ(2561) ที่ได้ศึกษาปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับการสูญเสียการได้ยินของเกษตรกรกลุ่มเพาะปลูกในจังหวัดขอนแก่น พบว่าปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับการสูญเสียการได้ยินอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติคือ อายุ รายได้ โรคประจำตัว การเคยทำงานสัมผัสเสียงดัง และการดูแลสุขภาพด้วยสารพิษกันหรืออย่างอื่นเป็นประจำ สำหรับการศึกษาการรับรู้แรงจูงใจในการป้องกันการสูญเสียการได้ยิน แรงสนับสนุนทางสังคมในการป้องกันการสูญเสียการได้ยินผลการศึกษา

พบว่ามีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมในการป้องกันการสูญเสียการได้ยินอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ $p < 0.05$ และการรับรู้แรงจูงใจในการป้องกันฯ มีความสัมพันธ์กับแรงสนับสนุนทางสังคมในการป้องกันการสูญเสียการได้ยิน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ $p < 0.05$ สอดคล้องกับ ศรีรัตน ล้อมพงศ์ (2543) ศึกษาปัจจัยที่มีความสัมพันธ์ต่อการปฏิบัติเกี่ยวกับการใช้อุปกรณ์การป้องกันอันตรายจากเสียงดังของผู้ปฏิบัติงานในโรงงานอุตสาหกรรมในเขตสวนอุตสาหกรรมเครือสหพัฒน์อำเภอศรีราชา จังหวัดชลบุรี พบว่า การรับรู้และการได้รับแรงสนับสนุนทางสังคมมีความสัมพันธ์กับการใช้อุปกรณ์ป้องกันหู และให้ข้อเสนอแนะว่าควรมีการสนับสนุนในด้านการได้รับการอบรมเรื่องอันตรายและการป้องกันอันตรายเนื่องมาจากเสียง การอบรมการใช้อุปกรณ์ป้องกันหู การมีข้อกำหนดหรือระเบียบข้อบังคับให้กับพนักงานใส่อุปกรณ์ป้องกันหู การจัดบริการตรวจสมรรถภาพการได้ยินเสียงของพนักงานประจำปีและการมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการใช้อุปกรณ์ป้องกันหู สอดคล้องกับ วาณิชชา โขมพัฒน์ (2559) ที่ศึกษาการรับรู้ความเสี่ยงและพฤติกรรมด้านความปลอดภัยของพนักงานปฏิบัติการสายการผลิตในอุตสาหกรรมอาหารและเครื่องดื่มเขตกรุงเทพมหานคร พบว่าการรับรู้ความเสี่ยงมีความสัมพันธ์ทางบวกกับพฤติกรรมด้านความปลอดภัย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

8. ข้อเสนอแนะในการนำไปใช้ประโยชน์

8.1 ด้านนโยบาย การวิจัยนี้ชี้ให้เห็นว่าความปลอดภัยในการทำงานด้านการได้ยินยังขาดการสนับสนุนวิชาการจากภาครัฐและผู้นำชุมชนจึงควรเพิ่มและนำไปกำหนดนโยบาย แผนการ

ดำเนินการวิเคราะห์ปัญหาร่วมกับนักวิชาการและจัดกิจกรรมการอบรมให้ความรู้แก่ชุมชนผลิตห้องอย่างเหมาะสมร่วมถึงสนับสนุนงบประมาณสื่อความปลอดภัยและอุปกรณ์ป้องกันความปลอดภัยเบื้องต้นเนื่องจากการดำเนินการเป็นผลิตภัณฑ์โอท็อประดับตำบลอยู่แล้วเพื่อยกระดับมาตรฐานทั้งผู้ผลิตและสินค้าชุมชน

8.2 ด้านการปฏิบัติ ชุมชนและผู้นำชุมชนควรนำข้อมูลไปกำหนดเป็นแนวทางปฏิบัติในการป้องกันตนเองในการดำเนินการด้านความปลอดภัยทั้งในด้านความรู้ การรับรู้ การสนับสนุนทางสังคมและพฤติกรรมความปลอดภัยที่ถูกต้องในการปฏิบัติงานเพื่อลดปัญหาสุขภาพในระยะยาวต่อไป

8.3 ด้านการวิจัยครั้งต่อไป ควรมีการวิเคราะห์สมรรถภาพการได้ยินระยะยาวและวิเคราะห์ทางการยศาสตร์เพิ่มขึ้นรวมถึงวิเคราะห์สถานงานเพื่อนำไปสู่การหาสาเหตุที่ถูกต้องนำไปสู่การแก้ไขที่ยั่งยืน

9.เอกสารอ้างอิง

1. กฎกระทรวง. (2559). ราชกิจจานุเบกษา, ประกาศกฎกระทรวงกำหนดมาตรฐานในการบริหารและการจัดการด้านความปลอดภัยอาชีวอนามัยและสภาพแวดล้อมในการทำงานเกี่ยวกับความร้อนแสงสว่างและเสียง, เล่มที่ 133 ตอนที่ 91ก, (วันที่ 7 ตุลาคม 2559) หมวด 3 ข้อ 7.
2. กองทุนทดแทนสำนักงานประกันสังคม. (2563). สถิติโรคจากการประกอบอาชีพกองทุนเงินทดแทน.สถานการณ์การประสบอันตรายหรือเจ็บป่วยเนื่องจากการทำงาน. สำนักงานประกันสังคม. กรุงเทพมหานคร.

3. กรมควบคุมโรค. (2564). กองโรคจากการประกอบอาชีพและสิ่งแวดล้อม. กระทรวงสาธารณสุข, กรุงเทพฯ. สืบค้นเมื่อ 4 ธันวาคม 2564 จาก <http://envoc.ddc.moph.go.th/contents?g=14>
4. จิราพร ประกายรุ่งทอง และ สุวัฒนา เกิดมวง. (2560). ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์ต่อการสูญเสียการได้ยินจากการทำงานในกลุ่มคนงานโรงงานอุตสาหกรรมผลิตชิ้นส่วนรถยนต์จังหวัดสุพรรณบุรี. วารสารการพยาบาลและการดูแลสุขภาพ, 35(3), 98-108.
5. ชัยกฤต ยกพลชนชัย, จารุพร ดวงศรี และ ญาณิฐา แพงประโคน. (2564). ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมความปลอดภัยในการป้องกันการเกิดเพลิงไหม้ในครัวเรือนบ้านบก อำเภอม่วงสามสิบ จังหวัดอุบลราชธานี. วารสารศูนย์อนามัยที่9. จังหวัดนครราชสีมา, 15(38), 414-427.
6. ชนิดาภา มาตย์บัณฑิต. (2561). พฤติกรรมการป้องกันอันตรายจากเสียงของพนักงานในโรงงานอุตสาหกรรมน้ำตาลทราย. วารสารสาธารณสุขและวิทยาศาสตร์สุขภาพ, 1(1), 17-33
7. ดวงเดือน ฤทธิเดช, สุรินทร์ กลัมพากร และ เพลินพิศ สุวรรณอำไพ. (2560). ผลของโปรแกรมการประยุกต์ใช้ทฤษฎีพฤติกรรมตามแผนร่วมกับการให้ข้อมูลย้อนกลับต่อพฤติกรรมการป้องกันอันตรายจากเสียงของพนักงานบริษัทอุตสาหกรรมปิโตรเคมีแห่งหนึ่ง จังหวัดระยอง. วารสารพยาบาลสาธารณสุข, 31(1), 90-109.

8. สำนักงานสถิติแห่งชาติ. (2564). *สรุปผลการสำรวจภาวะการมีงานทำของประชากร. กระทรวงดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคม.* กรุงเทพมหานคร.
9. สำนักงานการท่องเที่ยวและกีฬาอุบลราชธานี. (2563). *ชุมชนท่องเที่ยวบ้านทรายมูลจังหวัดอุบลราชธานี. สืบค้นเมื่อ 8 ธันวาคม 2565 จาก https://ubonratchathani.mots.go.th/news_view.php?nid=459*
10. วาณิชชา โขมพัฒน์ และ ศุภาภาส คำโตนด. (2559). การรับรู้ความเสี่ยงและพฤติกรรมด้านความปลอดภัยของพนักงานปฏิบัติการสายการผลิตในอุตสาหกรรมอาหารและเครื่องดื่มเขตกรุงเทพมหานคร. *วารสารความปลอดภัยและสุขภาพ*, 9(33), 6-13.
11. ศรีรัตน์ ล้อมพงศ์, ธิรพงษ์ ธิรมนัส, และ อนามัย ชีวีโรจน์. (2543). การศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการสูญเสียการได้ยินของเกษตรกรกลุ่มเพาะปลูกในจังหวัดขอนแก่น. *วารสารสำนักงานป้องกันควบคุมโรคที่ 7 ขอนแก่น*, 25(3), 88-98.
12. เสกสรรค์ ทองดีบ และ อรัณย์ภัค พิทักษ์พงษ์. (2562). ความสัมพันธ์ระหว่างการรับรู้การป้องกันเสียงดังและการใช้อุปกรณ์ป้องกันเสียงดังของผู้ประกอบอาชีพทำครกหินจังหวัดพะเยา. *ศรีนครินทร์เวชสาร*, 34(2), 155-160
13. พิวรรณ ไชยวงศ์, พรนภา ศุภเวทย์ศิริ, และ สุนิสา ขายเกลี้ยง. (2561). *ปัจจัยที่มีผลสัมพัทธ์กับความสัมพัทธ์ต่อการปฏิบัติเกี่ยวกับการใช้อุปกรณ์การป้องกันอันตรายจากเสียงดังของผู้ปฏิบัติงานในโรงงานอุตสาหกรรมในเขตสวนอุตสาหกรรมเครือสหพัฒน์อำเภอศรีราชา จังหวัดชลบุรี. คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา. สืบค้นเมื่อ 8 ธันวาคม 2565 จาก <http://dspace.lib.buu.ac.th/xmlui/handle/1234567890/524?show=full>*
14. Daniel, W. W. (1995). *Biostatistics a foundation for analysis in the health sciences*. New York: Wiley & Sons. 180-181.
15. Rogers, Ronald W. (1975). Protection Motivation Theory of Fear Appeals and Attitude Change. *The Journal of Psychology*, 91, 93-114.

ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับความดันโลหิตสูงของ
นักศึกษาหญิงวิทยาลัยการสาธารณสุขสิรินธร จังหวัดขอนแก่น
The Factors Correlated with High Blood Pressure of the Female
Students in Sirindhorn College of Public Health, Khon Kaen

วรรณศรี แวงงาม, ส.ด. (Wanasri Wawngam, Dr.PH.)¹

สุดารัตน์ เรินไธสง, ส.บ. (Sudarat Roenthaisong, B.P.H.)²

ลำพียง วอนอก, ส.ด. (Lampung Vonok, Dr.PH.)^{3*}

สุพัฒน์ อาสนะ, ส.ด. (Supat Assana, Dr.PH.)⁴

กฤษกันทร สุวรรณพันธ์, ส.ด. (Kritkantorn Suwannaphant, Dr.PH.)⁵

Received : May 1, 2022

Revised : May 18, 2022

Accepted : May 26, 2022

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์: ความดันโลหิตสูงเป็นปัญหาสุขภาพที่สำคัญของประชากรทั่วโลก เป็นสาเหตุสำคัญของการเสียชีวิตก่อนวัยอันควร จากการทบทวนวรรณกรรมเกี่ยวกับปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับความดันโลหิตสูงในผู้หญิง พบว่าบางปัจจัยมีผลไม่สอดคล้องกัน การวิจัยแบบ Unmatched case-control study นี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับความดันโลหิตสูงของนักศึกษาหญิง วิทยาลัยการสาธารณสุขสิรินธร จังหวัดขอนแก่น

วิธีการวิจัย: กลุ่มตัวอย่าง คือ นักศึกษาหญิง จำนวน 102 คน แบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มศึกษาและกลุ่มควบคุม มีอัตราส่วน 1:2 ดังนี้ กลุ่มศึกษา คือ กลุ่มที่มีระดับความดันโลหิตตั้งแต่ 130/85 มม.ปรอทขึ้นไป จำนวน 34 คน และกลุ่มควบคุม คือ กลุ่มที่มีระดับความดันโลหิตน้อยกว่า 130/85 มม.ปรอท จำนวน 68 คน ใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบชั้นภูมิ เก็บข้อมูลโดยใช้แบบสอบถาม (Cronbach's alpha coefficient = 0.94) และแบบบันทึกผลการตรวจสุขภาพประจำปี วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติเชิงพรรณนา และสถิติเชิงอนุมาน ใช้สถิติการถดถอยพหุแบบโลจิสติกส์ (Multiple logistic regression)

ผลการวิจัย: เมื่อควบคุมอิทธิพลของตัวแปรร่วม พบว่า ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับความดันโลหิตสูงของนักศึกษาหญิง คือ ค่าใช้จ่ายต่อเดือน ตั้งแต่ 5,000 บาทขึ้นไป ($OR_{adj} = 3.19$, 95% CI : 1.20 to 8.50 ; $p\text{-value} = 0.020$) ดัชนีมวลกายสูง ($OR_{adj} = 6.20$, 95% CI : 2.02 to 19.00 ; $p\text{-value} = 0.001$) และพฤติกรรมการออกกำลังกายต่ำ ($OR_{adj} = 2.66$, 95% CI : 1.01 to 7.06 ; $p\text{-value} = 0.049$)

ดังนั้น ควรมีกิจกรรมส่งเสริมสุขภาพให้นักศึกษามีการออกกำลังกายอย่างสม่ำเสมอ เพื่อส่งเสริมให้มีสุขภาพแข็งแรงและป้องกันการเกิดความดันโลหิตสูงในกลุ่มของนักศึกษาหญิงต่อไป

คำสำคัญ: ความดันโลหิตสูง, การออกกำลังกาย, ดัชนีมวลกาย, ค่าใช้จ่ายต่อเดือน

¹ วิทยากรชำนาญการพิเศษ สาขาวิชาสาธารณสุขชุมชน วิทยาลัยการสาธารณสุขสิรินธร จังหวัดขอนแก่น

(Lecturer, Senior Professional level; Community of Public Health Program, Sirindhorn College of Public Health, Khon Kaen)

² นักวิชาการสาธารณสุข โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลบ้านหนองกง จังหวัดขอนแก่น

(Public Health Technical Officer, Bannongkung Health Promoting Hospital, Khon Kaen Province)

³ พยาบาลวิชาชีพชำนาญการพิเศษ หลักสูตรสาธารณสุขศาสตรมหาบัณฑิต วิทยาลัยการสาธารณสุขสิรินธร จังหวัดขอนแก่น

(Registered Nurse, Senior Professional level; Master of Public Health Program, Sirindhorn College of Public Health, Khon Kean)

^{4,5} วิทยากรชำนาญการพิเศษ หลักสูตรสาธารณสุขศาสตรมหาบัณฑิต วิทยาลัยการสาธารณสุขสิรินธร จังหวัดขอนแก่น

(Lecturer, Senior Professional level; Master of Public Health Program, Sirindhorn College of Public Health, Khon Kaen)

*ผู้เขียนหลัก (Corresponding author)

Email: lampung@scphkk.ac.th

Abstract

Objective: Hypertension is a major health problem among people around the world. It is also a major cause of premature death. However, previous studies inconclusively found that several factors were still unrelated particularly among female individuals. The objective of this unmatched case-control study was to investigate the factors that are correlated with high blood pressure of the female students in Sirindhorn College of Public Health, Khon Kaen.

Method: The samples of 102 female students were selected using a stratified randomization and divided into 2 groups. The ratio of cases to controls was 1:2 as follows. The case group and control group were 34 enrolled individuals with blood pressure $\geq 130/85$ mmHg and 68 enrolled individuals with blood pressure $< 130/85$ mmHg, respectively. Data were collected by a questionnaire (Cronbach's alpha coefficient = 0.94), and the record of annual health checkup. Descriptive statistics and inferential statistics (multiple logistic regression analysis) were used to describe results of this study.

Results: After adjusted for the covariate, the results revealed that factors correlated with high blood pressure of the female students were monthly expenses $\geq 5,000$ baht ($OR_{adj} = 3.19$, 95% CI: 1.20 to 8.50 ; p-value = 0.020), high body mass index ($OR_{adj} = 6.20$, 95% CI : 2.02 to 19.00 ; p-value = 0.001), and low level of exercise behavior ($OR_{adj} = 2.66$, 95% CI : 1.01 to 7.06 ; p-value = 0.049).

Therefore, there should be health promotion activities for female students by promoting physical exercise to prevent future occurrence of high blood pressure.

Keywords: high blood pressure, exercise, body mass index, monthly expenses

1. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ความดันโลหิตสูงเป็นปัญหาสุขภาพที่สำคัญของประชากรทั่วโลก เป็นหนึ่งในสาเหตุสำคัญของการเสียชีวิตก่อนวัยอันควรทั่วโลกโดยคิดเป็น 10.4 ล้านคนต่อปี (American Health Association, 2020) จากการสำรวจ พบว่าประมาณ 1.13 พันล้านคนทั่วโลกเป็นโรคความดันโลหิตสูง โดยสองในสามอาศัยอยู่ในประเทศที่มีรายได้ต่ำและปานกลาง และคาดว่าในปี พ.ศ. 2568 ความชุกของผู้ป่วยจะเพิ่มขึ้นเป็น 1.56 พันล้านคน (World Health Organization, 2019)

สำหรับประเทศไทยโรคความดันโลหิตสูงยังคงเป็นปัญหาสุขภาพที่สำคัญและเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง พบว่า อัตราผู้ป่วยด้วยโรคความดันโลหิตสูงปี พ.ศ. 2559 มีจำนวน 1.25 ล้านคน และเพิ่มเป็น 1.56 ล้านคน ในปี พ.ศ. 2562 (Manakitsomboon, 2020) และจากผลการสำรวจสุขภาพประชาชนไทยที่มีอายุตั้งแต่ 18 ปีขึ้นไป ในปี พ.ศ. 2562 พบว่า ค่าเฉลี่ยความดันโลหิตตัวบน (Systolic blood pressure, SBP) 133.6 มม.ปรอท และค่าเฉลี่ยความดันโลหิตตัวล่าง (Systolic blood pressure, SBP) 75.9 มม.ปรอท ในขณะที่ความชุกของโรคความดันโลหิตสูง เป็นร้อยละ 24.6 โดยในเพศชายมีความชุก เป็นร้อยละ 25.6 และเพศหญิงมีความชุก เป็นร้อยละ 23.9 (Sakboonyarat et al., 2019)

ปัญหาหลักของการรักษาโรคความดันโลหิตสูงในประเทศไทย คือ การที่ผู้ป่วยไม่ได้ตระหนักว่าตนเองมีภาวะความดันโลหิตสูงและไม่สามารถควบคุมความดันโลหิตให้ลดลงตามเกณฑ์ได้ (สมาคมความดันโลหิตสูงแห่งประเทศไทย, 2562) มีการประเมินค่าใช้จ่ายในการรักษาพยาบาล พบว่า ประเทศไทยต้องเสีย

ค่าใช้จ่ายในการรักษาผู้ป่วยโรคความดันโลหิตสูงเกือบ 80,000 ล้านบาทต่อปีต่อจำนวนผู้ป่วยประมาณ 10 ล้านคน (สำนักโรคไม่ติดต่อกรมควบคุมโรค, 2562)

จากผลการตรวจสุขภาพประจำปีของนักศึกษาวิทยาลัยการสาธารณสุขสิรินธร จังหวัดขอนแก่น ในปี พ.ศ. 2562 นักศึกษาเข้ารับการตรวจสุขภาพ จำนวน 398 คน พบว่า มีระดับความดันโลหิตตัวบนมากกว่าหรือเท่ากับ 130 มม.ปรอท และ/หรือ ความดันโลหิตตัวล่างมากกว่าหรือเท่ากับ 85 มม.ปรอทขึ้นไป (Systolic blood pressure, SBP ≥ 130 mmHg and/or Diastolic blood pressure, DBP ≥ 85 mmHg) จำนวน 20 คน คิดเป็นร้อยละ 5.03 และในปี พ.ศ. 2563 นักศึกษาเข้ารับการตรวจสุขภาพ จำนวน 296 คน มีความดันโลหิต SBP ≥ 130 mmHg and/or DBP ≥ 85 mmHg จำนวน 22 คน คิดเป็นร้อยละ 7.43 ในจำนวนนี้เป็นนักศึกษาหญิง 15 คน คิดเป็นร้อยละ 5.07 และนักศึกษาชาย 7 คน คิดเป็นร้อยละ 2.36 ในการตรวจสุขภาพประจำปี เมื่อแพทย์ได้วินิจฉัยภาวะความดันโลหิตสูง ได้ให้คำแนะนำในการปรับเปลี่ยนพฤติกรรม และมีการติดตามเป็นระยะๆ

ภาวะเสี่ยงของความดันโลหิตสูง (High-normal BP) หากไม่มีการจัดการ จะมีโอกาสพัฒนาไปเป็นความดันโลหิตสูงได้ ความดันโลหิตสูงยังเป็นปัจจัยเสี่ยงต่อการเกิดโรคต่างๆ เช่น โรคหลอดเลือดสมอง โรคหลอดเลือดหัวใจ กล้ามเนื้อหัวใจตาย ไตวาย เส้นเลือดโป่งพอง เป็นต้น และปัจจัยเสี่ยงที่ทำให้เกิดความดันโลหิตสูง เกิดจากปัจจัยเสี่ยงที่ปรับเปลี่ยนได้ และปัจจัยเสี่ยงที่ไม่สามารถปรับเปลี่ยนได้ การลดปัจจัยเสี่ยงที่ปรับเปลี่ยนได้เป็นวิธีที่ดีที่สุดในการป้องกันความดันโลหิตสูงและโรคที่เกี่ยวข้องกับหัวใจ สมอง ไต

และอวัยวะอื่นๆ ปัจจัยเสี่ยงเหล่านี้ ได้แก่ การบริโภคอาหาร การบริโภคเกลือที่มากเกินไป อาหารที่มีไขมันอิ่มตัว การไม่ออกกำลังกาย การดื่มแอลกอฮอล์ และการมีน้ำหนักเกิน (World Health Organization, 2019) การปรับเปลี่ยนปัจจัยเสี่ยงดังกล่าว สามารถช่วยลดความเสี่ยงจากความดันโลหิตสูงได้ (Alsabieh, Mohammad et al., 2019) และความดันโลหิตสูงสามารถจัดการได้โดยการลดและจัดการความเครียดทางจิตใจ (Mei Yan Liu et al., 2017)

จากการทบทวนวรรณกรรม พบว่า ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับความดันโลหิตสูง ได้แก่ รายได้ที่ไม่เพียงพอ (สมหวัง พิมมะสอน และ สมจิต แดนสีแก้ว, 2559) ดัชนีมวลกาย (อาจันต์ สงทับ และ ปราโมทย์ วงศ์สวัสดิ์, 2559; Lee, Mee-Ri et al., 2018) การนอนที่ไม่เพียงพอ (Guan, Yunqi et al., 2019; Cengiz Bal et al., 2018) พฤติกรรมการบริโภคอาหาร (Alsabieh, Mohammad et al., 2019) พฤติกรรมการออกกำลังกาย (Packyanathan, Jerusha Santa et al., 2020) การดื่มแอลกอฮอล์ (ดาราวรรณ รองเมือง และ ภัทรพงศ์ อุดมพัฒน์, 2559) และความเครียด (Mei Yan Liu et al., 2017) นอกจากนี้ยังมีงานวิจัยของ Hui Xu et al. (2018) ในกลุ่มผู้หญิงชาวจีน พบว่า ภาวะความดันโลหิตสูงมีความสัมพันธ์กับระยะเวลาที่มีประจำเดือน (Menstrual bleeding duration) มากกว่า 7 วัน รอบเดือนที่มามากกว่า 35 วัน (Menstrual cycle length) และการเป็นประจำเดือนที่ไม่สม่ำเสมอ (Irregular cycle) ซึ่งแตกต่างจากผลการศึกษาของ Rostami Dovom et al. (2016) ที่ไม่พบความสัมพันธ์ระหว่างภาวะความดันโลหิตสูงและการมี

ประจำเดือนผิดปกติ (Irregular menstrual cycle) และผลการศึกษาของ Anuradha และ Mirza (2020) ที่ไม่พบความสัมพันธ์ระหว่างความดันโลหิตและระยะการเป็นประจำเดือน (Phases of the menstrual cycle)

จากผลการศึกษาดังกล่าวข้างต้น ยังไม่มีข้อสรุปที่ชัดเจนของความสัมพันธ์ระหว่างความดันโลหิตและรอบประจำเดือน ดังนั้น การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรทั้งสองในนักศึกษาหญิงวิทยาลัยการสาธารณสุขสิรินธร จังหวัดขอนแก่น จะเป็นการหาข้อสรุปของความสัมพันธ์ดังกล่าว เพื่อนำมาเป็นข้อมูลในการจัดการและให้บริการสุขภาพที่สอดคล้องต่อไป

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

เพื่อศึกษาปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับความดันโลหิตสูงในนักศึกษาหญิง วิทยาลัยการสาธารณสุขสิรินธร จังหวัดขอนแก่น

3. วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 รูปแบบการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัย แบบ Unmatched case-control study เก็บข้อมูลย้อนหลังโดยใช้แบบสอบถามและแบบคัดลอกผลการตรวจสุขภาพนักศึกษา

3.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

3.2.1 ประชากรที่ศึกษา คือ นักศึกษาเพศหญิงที่กำลังศึกษาอยู่ในวิทยาลัยการสาธารณสุขสิรินธร จังหวัดขอนแก่น ปีการศึกษา 2563 จำนวน 395 คน

3.2.2 กลุ่มตัวอย่างที่ศึกษา แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มศึกษา (Cases) หมายถึง นักศึกษาเพศหญิงที่มีระดับความดันโลหิตตัวบน

มากกว่าหรือเท่ากับ 130 ม.ม.ปรอท และ/หรือ ความดันโลหิตตัวล่างมากกว่าหรือเท่ากับ 85 ม.ม.ปรอทขึ้นไป และกลุ่มควบคุม (Control) หมายถึง นักศึกษาเพศหญิงที่มีระดับความดันโลหิตต่ำกว่า 130 ม.ม.ปรอท และความดันโลหิตตัวล่างต่ำกว่า 85 ม.ม.ปรอท

3.2.3 ขนาดตัวอย่าง ใช้สูตรการคำนวณขนาดตัวอย่าง จากรูปแบบการวิจัยเชิงวิเคราะห์แบบ Unmatched case-control study โดยใช้การวิเคราะห์ทางสถิติแบบ Multiple logistic regression (Sharma SK et al., 2020) โดยใช้ข้อมูลจากการสำรวจเบื้องต้น ดังนี้

P_1 คือ สัดส่วนของกลุ่มศึกษา (Cases) เมื่อสัมผัสปัจจัย เป็นสัดส่วนของกลุ่มความเสี่ยงของความดันโลหิตสูง ที่มีดัชนีมวลกายสูง มีค่าเท่ากับ 0.486

P_2 คือ สัดส่วนของกลุ่มควบคุม (Control) เมื่อสัมผัสปัจจัย เป็นสัดส่วนของกลุ่มความดันโลหิตปกติ ที่มีดัชนีมวลกายสูง มีค่าเท่ากับ 0.258

p คือ ความชุกของการเกิดความเสี่ยงของความดันโลหิตสูงในนักศึกษาหญิง มีค่าเท่ากับ 0.1

$$n = \frac{r + 1}{r} \frac{p(1 - p)(Z_{1-\beta} + Z_{1-\alpha/2})^2}{(p_1 - p_2)^2}$$

$$n = 30.36$$

เพื่อป้องกันการสูญหายของข้อมูล จึงมีการเพิ่มตัวอย่าง ร้อยละ 10 ทำให้กลุ่มศึกษามีจำนวน 34 คน ในการศึกษาครั้งนี้ ได้กำหนดอัตราส่วนของกลุ่มศึกษาต่อกลุ่มควบคุมเป็น 1 : 2 ดังนั้น กลุ่มควบคุมจึงมีจำนวน 68 คน รวมขนาดตัวอย่างทั้งหมด 102 คน

3.2.4 การสุ่มตัวอย่าง ใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบชั้นภูมิ (Stratified random sampling) โดยจัดชั้นภูมิ (Stratum) เป็นหลักสูตรและชั้นปี ซึ่งคำนวณตัวอย่างตามสัดส่วนประชากร นักศึกษาหญิง ในวิทยาลัยการสาธารณสุขสิรินธร จังหวัดขอนแก่น โดยแบ่งกลุ่มตัวอย่างตามหลักสูตรทั้ง 4 หลักสูตร แล้วแบ่งตามชั้นปีที่ 1 – 4 คำนวณสัดส่วนของกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งได้กำหนดอัตราส่วนของกลุ่มศึกษาต่อกลุ่มควบคุมเป็น 1 : 2 และทำเป็นโควตาในแต่ละหลักสูตรและชั้นปี เมื่อได้จำนวนตัวอย่างในแต่ละหลักสูตรและชั้นปีแล้ว ผู้วิจัยจึงได้สุ่มตัวอย่างโดยใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างอย่างง่าย ในแต่ละหลักสูตรและชั้นปี ให้ได้จำนวนกลุ่มตัวอย่างตามที่ต้องการ

3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ประกอบด้วย แบบสอบถามและแบบบันทึกผลการตรวจสุขภาพประจำปี มีรายละเอียดดังนี้

3.3.1 แบบสอบถามการวิจัย สร้างจากการศึกษางานวิจัย เอกสาร และการทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องกับปัจจัยเสี่ยงที่ทำให้เกิดความดันโลหิตสูง แบ่งออกเป็น 3 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 ปัจจัยส่วนบุคคล ประกอบด้วย หลักสูตร ชั้นปี ค่าใช้จ่ายต่อเดือน ระยะเวลาที่มีประจำเดือน และรอบประจำเดือน เป็นคำถามชนิดเลือกตอบ และเติมค่า จำนวน 5 ข้อ ค่าใช้จ่ายต่อเดือน แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือ ค่าใช้จ่ายต่อเดือนน้อยกว่า 5,000 บาท และ ค่าใช้จ่ายต่อเดือนตั้งแต่ 5,000 บาทขึ้นไป ระยะเวลาที่มีประจำเดือน แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือ ระยะเวลาที่มีประจำเดือนน้อยกว่าหรือเท่ากับ 5 วัน และระยะเวลาที่มีประจำเดือนมากกว่า 5 วัน และ

รอบประจำเดือน แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือ รอบประจำเดือนน้อยกว่าหรือเท่ากับ 28 วัน และรอบประจำเดือนมากกว่า 28 วัน

ส่วนที่ 2 พฤติกรรมสุขภาพ ประกอบด้วย ระยะเวลาการนอน การดื่มแอลกอฮอล์ เป็นคำถามชนิดเลือกตอบ และเติมคำจำนวน 2 ข้อ การบริโภคอาหารและการออกกำลังกาย เป็นคำถามแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating scale) 5 ระดับ (ระดับความถี่ 6-7, 4-5, 3, 1-2 วัน/สัปดาห์ และไม่ปฏิบัติ) จำนวน 25 ข้อ ระยะเวลาการนอน แบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ นอนน้อยกว่าหรือเท่ากับ 6 ชั่วโมงต่อวัน และนอนมากกว่า 6 ชั่วโมงต่อวัน การดื่มแอลกอฮอล์ แบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ ไม่ดื่ม และดื่มแอลกอฮอล์รวมทั้งเคยดื่มแต่ปัจจุบันเลิกดื่มแล้ว การบริโภคอาหาร แบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ ระดับสูง คะแนนตั้งแต่ 17.82 คะแนน และระดับต่ำ คะแนนน้อยกว่า 17.82 คะแนน และการออกกำลังกาย แบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ ระดับสูง คะแนนตั้งแต่ 29.50 คะแนน และระดับต่ำ คะแนนน้อยกว่า 29.50 คะแนน

ส่วนที่ 3 แบบประเมินความเครียด (ST-5) เป็นแบบประเมินจากกรมสุขภาพจิต (กรมสุขภาพจิต กระทรวงสาธารณสุข, ม.ป.ป.) ลักษณะคำถามแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating scale) 4 ระดับ (มีอาการหรือรู้สึกเป็นประจำ, บ่อยครั้ง, เป็นบางครั้ง และแทบไม่มีอาการหรือความรู้สึก) จำนวน 4 ข้อ ความเครียด แบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ เครียดสูง คะแนนตั้งแต่ 6.91 คะแนน และเครียดต่ำ คะแนนน้อยกว่า 6.91 คะแนน

3.3.2 แบบบันทึกผลการตรวจสอบสุขภาพประจำปี โดยการคัดลอกจากผลการตรวจสอบสุขภาพประจำปี 2563 ประกอบด้วย รหัสนักศึกษา น้ำหนักส่วนสูง ระดับความดันโลหิตตัวบนและตัวล่าง

โดยแบ่งกลุ่มของระดับความดันโลหิต เป็น 4 กลุ่ม ดังนี้

1) ปกติ (Normal BP) ระดับความดันโลหิตตัวบนต่ำกว่า 130 ม.ม.ปรอท และระดับความดันโลหิตตัวล่างต่ำกว่า 85 ม.ม.ปรอท

2) ภาวะเสี่ยงความดันโลหิตสูง (High-normal BP) ระดับความดันโลหิตตัวบนระหว่าง 130-139 ม.ม.ปรอท และ/หรือ ระดับความดันโลหิตตัวล่างระหว่าง 85-89 ม.ม.ปรอท

3) ความดันโลหิตสูงระดับที่ 1 (Grade 1 hypertension) ระดับความดันโลหิตตัวบนระหว่าง 140-159 ม.ม.ปรอท และ/หรือ ระดับความดันโลหิตตัวล่างระหว่าง 90-99 ม.ม.ปรอท

4) ความดันโลหิตสูงระดับที่ 2 (Grade 2 hypertension) ระดับความดันโลหิตตัวบนมากกว่าหรือเท่ากับ 160 ม.ม.ปรอทขึ้นไป และ/หรือ ระดับความดันโลหิตตัวล่างมากกว่าหรือเท่ากับ 100 ม.ม.ปรอทขึ้นไป (Unger et al., 2020)

3.4 การตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือ

3.4.1 ผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน ตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) และผู้วิจัยคัดเลือกข้อคำถามที่มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item-objective Congruence: IOC) 0.67 ขึ้นไป รวมทั้งปรับปรุงแก้ไขภาษาตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ

3.4.2 ผู้วิจัยนำแบบสอบถามไปทดลองใช้ในกลุ่มนักศึกษาวิทยาลัยการสาธารณสุขสิรินธร จังหวัดอุบลราชธานี และวิเคราะห์ความเชื่อมั่นของเครื่องมือทั้งฉบับด้วยค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Cronbach's Alpha Coefficient) เท่ากับ 0.94 โดยแบบสอบถามพฤติกรรมบริโภคอาหาร เท่ากับ 0.92 และพฤติกรรมออกกำลังกาย เท่ากับ 0.92

3.5 ขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูล

3.5.1 การวิจัยนี้เก็บรวบรวมข้อมูลในระหว่างเดือนพฤศจิกายน – ธันวาคม 2563 โดยผู้วิจัยทำหนังสือขอเก็บข้อมูลจากผู้อำนวยการวิทยาลัยฯ และนำแบบสอบถามให้กลุ่มตัวอย่างตอบออนไลน์ทาง Google form โดยผู้วิจัยได้ชี้แจงวัตถุประสงค์ในการวิจัยให้กลุ่มตัวอย่างทราบในชั้นเรียนต่างๆ โดยแจ้งให้กลุ่มตัวอย่างทราบว่ามีการเข้าถึงข้อมูลน้ำหนักร่าง ส่วนสูง และระดับความดันโลหิต จากการตรวจสุขภาพประจำปี 2563 หากกลุ่มตัวอย่างอนุญาตและลงนามในแบบยินยอมผู้วิจัยจึงจะสามารถเข้าถึงกลุ่มตัวอย่างได้ ดำเนินเก็บข้อมูลด้วยแบบสอบถามออนไลน์ (Google Form) จาก QR code ที่แจกให้กลุ่มตัวอย่าง

3.5.2 เมื่อเก็บข้อมูลได้ครบตามจำนวน ผู้วิจัยเตรียมแบบบันทึกผลการตรวจสุขภาพประจำปี โดยคัดลอกจากผลการตรวจสุขภาพประจำปี 2563 ประกอบด้วย ข้อมูลน้ำหนักร่าง ส่วนสูง ระดับความดันโลหิตตัวบนและตัวล่าง ยื่นต่อฝ่ายกิจการนักศึกษา เพื่อขออนุญาตคัดลอกข้อมูลผลการตรวจสุขภาพของนักศึกษา โดยก่อนที่นักศึกษาจะตรวจสุขภาพประจำปีวิทยาลัยฯ ได้ขอความยินยอมจากนักศึกษา และจากผู้ปกครอง (ในกรณีที่นักศึกษาอายุไม่ถึง 20 ปีบริบูรณ์) ในการให้ข้อมูล

3.5.3 บันทึกข้อมูลที่ได้อ้างอิงทั้งหมดตรวจสอบความถูกต้อง ครบถ้วน สมบูรณ์ของข้อมูลเพื่อเตรียมการวิเคราะห์ข้อมูลในขั้นตอนต่อไป

3.6 การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติ ดังนี้

3.6.1 สถิติพรรณนา ใช้วิเคราะห์ปัจจัยส่วนบุคคล พฤติกรรมสุขภาพ ระดับความดันโลหิต ตัวแปรแรงนับ นำเสนอ การแจกแจงความถี่

ร้อยละ ตัวแปรต่อเนื่อง ข้อมูลที่แจกแจงแบบปกติ นำเสนอค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าสูงสุดและค่าต่ำสุด ส่วนข้อมูลที่แจกแจงแบบไม่ปกติ นำเสนอค่ามัธยฐาน ค่าพิสัยควอไทล์ ค่าสูงสุด และค่าต่ำสุด

3.6.2 สถิติอนุมาน ใช้สถิติการถดถอยพหุแบบโลจิสติกส์ (Multiple logistic regression) เพื่อวิเคราะห์ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับความดันโลหิตสูง นำเสนอด้วยค่า Adjusted Odds Ratio (OR_{adj}) พร้อมช่วงเชื่อมั่น 95% Confidence interval (95% CI) และ p -value < 0.05

3.7 ข้อพิจารณาด้านจริยธรรมการวิจัย

การศึกษานี้ได้รับการพิจารณาจากคณะกรรมการจริยธรรม การวิจัยในมนุษย์ วิทยาลัยการสาธารณสุขสิรินธร จังหวัดขอนแก่น เมื่อวันที่ 23 พฤศจิกายน 2563 เลขที่ SCPHKKIRB-ST049

4. ผลการวิจัย

4.1 ปัจจัยส่วนบุคคล

จากกลุ่มตัวอย่างที่วิจัยครั้งนี้จำนวน 102 คน เป็นกลุ่มศึกษา (Cases) จำนวน 34 คน ศึกษาในหลักสูตรสาธารณสุขศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาสาธารณสุขชุมชน มากที่สุด ร้อยละ 35.29 เช่นเดียวกับกลุ่มควบคุม จำนวน 68 คน ศึกษาในหลักสูตรสาธารณสุขศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาสาธารณสุขชุมชน มากที่สุด ร้อยละ 38.23 ทั้งกลุ่มศึกษาและกลุ่มควบคุมเป็นนักศึกษาในชั้นปีที่ 1 มากที่สุด ร้อยละ 58.82 กลุ่มศึกษาส่วนใหญ่มีค่าใช้จ่ายต่อเดือนตั้งแต่ 5,000 บาทขึ้นไป ร้อยละ 70.59 ซึ่งแตกต่างจากกลุ่มควบคุมครึ่งหนึ่งมีค่าใช้จ่ายต่อเดือนน้อยกว่า 5,000 บาท

ร้อยละ 58.82 ทั้งกลุ่มศึกษาและกลุ่มควบคุม 28 วันขึ้นไป ร้อยละ 79.41 และ 80.88 ตามลำดับ
 ครั้งหนึ่งมีระยะเวลาที่มีประจำเดือนน้อยกว่าหรือ กลุ่มศึกษา มีรูปร่างสมส่วน ร้อยละ 38.24 ในขณะที่
 เท่ากับ 5 วัน ร้อยละ 55.88 ทั้งกลุ่มศึกษาและ ที่กลุ่มควบคุม ส่วนใหญ่มีรูปร่างสมส่วน ร้อยละ
 กลุ่มควบคุมส่วนใหญ่มีรอบประจำเดือนตั้งแต่ 72.06 ร้อยละเอ็ดดั่งตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ปัจจัยส่วนบุคคลของกลุ่มศึกษาและกลุ่มควบคุม (n=102)

ตัวแปร	กลุ่มศึกษา (Cases) จำนวน(ร้อยละ)	กลุ่มควบคุม (Control) จำนวน(ร้อยละ)
1. หลักสูตร		
สบ.สาธารณสุขชุมชน	12(35.29)	26(38.23)
ปวส.ปฏิบัติการฉุกเฉินการแพทย์	8(23.53)	17(25.00)
สบ.ทันตสาธารณสุข	7(20.59)	14(20.59)
ปวส.เทคนิคเภสัชกรรม	7(20.59)	11(16.18)
2. ชั้นปี		
1	20(58.82)	40(58.82)
2	8(23.53)	16(23.53)
3	4(11.77)	8(11.77)
4	2(5.88)	4(5.88)
3. ค่าใช้จ่ายต่อเดือน (บาท)		
< 5,000	10(29.41)	40(58.82)
≥ 5,000	24(70.59)	28(41.18)
Median (IQR)	5,000(3,000)	4,500(1,000)
Min: Max	3,000:14,000	2,000:20,000
4. ระยะเวลาที่มีประจำเดือน (วัน)		
≤ 5	19(55.88)	38(55.88)
> 5	15(44.12)	30(44.12)
$\bar{x}$ (S.D.)	5.65(1.41)	5.47(1.37)
Min: Max	3.00:9.00	3.00:9.00
5. รอบประจำเดือน (วัน)		
≤ 28	7(20.59)	13(19.12)
> 28	27(79.41)	55(80.88)
Median (IQR)	31.00(6.00)	30.00(3.00)
Min: Max	21.00:45.00	21.00:64.00

ตารางที่ 1 ปัจจัยส่วนบุคคลของกลุ่มศึกษาและกลุ่มควบคุม (n=102) (ต่อ)

ตัวแปร	กลุ่มศึกษา (Cases) จำนวน (ร้อยละ)	กลุ่มควบคุม (Control) จำนวน (ร้อยละ)
6. ดัชนีมวลกาย (BMI) kg/m ²		
รูปร่างผอม ≤ 18.50	6(17.65)	12(17.65)
รูปร่างสมส่วน 18.51 – 24.99	13(38.24)	49(72.06)
รูปร่างท้วม 25.00 – 29.99	7(20.58)	5(7.35)
รูปร่างอ้วน > 29.99	8(23.53)	2(2.94)
Median (IQR)	23.50(9.19)	20.70(4.45)
Min: Max	17.00:37.20	17.00:36.50

4.2 พฤติกรรมสุขภาพ

สำหรับพฤติกรรมสุขภาพ กลุ่มศึกษา (Cases) และกลุ่มควบคุม (Control) มากกว่าครึ่งมีระยะเวลาการนอนมากกว่า 6 ชั่วโมง ต่อวัน ร้อยละ 58.82 และ 60.29 ตามลำดับ ทั้งกลุ่มศึกษาและกลุ่มควบคุม มากกว่าครึ่งไม่ดื่มแอลกอฮอล์ ร้อยละ 58.82 และ 60.29 ตามลำดับ ทั้งกลุ่มศึกษาและกลุ่มควบคุม ครึ่งหนึ่งมีคะแนน

การบริโภคอาหารในระดับสูง (≥ 29.50 คะแนน) ร้อยละ 50.00 กลุ่มศึกษา มากกว่าครึ่งมีคะแนนการออกกำลังกายในระดับต่ำ (< 17.82 คะแนน) ร้อยละ 58.82 แต่ในกลุ่มควบคุม มากกว่าครึ่งมีคะแนนการออกกำลังกายในระดับสูง (≥ 17.82 คะแนน) ร้อยละ 57.35 ทั้งกลุ่มศึกษาและกลุ่มควบคุม มากกว่าครึ่งมีคะแนนความเครียดในระดับสูง (≥ 6.91 คะแนน) ร้อยละ 58.82 และ 52.94 ตามลำดับ รายละเอียดดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 พฤติกรรมสุขภาพของกลุ่มศึกษาและกลุ่มควบคุม (n=102)

ตัวแปร	กลุ่มศึกษา (Cases) จำนวน (ร้อยละ)	กลุ่มควบคุม (Control) จำนวน (ร้อยละ)
1. ระยะเวลาการนอน (ชั่วโมงต่อวัน)		
≤ 6	20(58.82)	41(60.29)
> 6	14(41.18)	27(39.71)
$\bar{X}$ (S.D.)	6.29(1.11)	6.36(1.07)
Min: Max	4.00:9.00	4.00:9.00
2. การดื่มแอลกอฮอล์		
ไม่ดื่ม	20(58.82)	41(60.29)
ดื่ม และเคยดื่มแต่ปัจจุบันเลิกดื่มแล้ว	14(41.18)	27(39.71)

ตารางที่ 2 พฤติกรรมสุขภาพของกลุ่มศึกษาและกลุ่มควบคุม (n=102) (ต่อ)

ตัวแปร	กลุ่มศึกษา (Cases)	กลุ่มควบคุม (Control)
	จำนวน (ร้อยละ)	จำนวน (ร้อยละ)
3. การบริโภคอาหาร (คะแนนเต็ม 60 คะแนน)		
สูง (≥ 29.50 คะแนน)	17(50.00)	34(50.00)
ต่ำ (< 29.50 คะแนน)	17(50.00)	34(50.00)
$\bar{X}$ (S.D.)	29.67(7.14)	29.83(7.73)
Min: Max	14.00:44.00	10.00:45.00
4. การออกกำลังกาย (คะแนนเต็ม 45 คะแนน)		
สูง (≥ 17.82 คะแนน)	14(41.18)	39(57.35)
ต่ำ (< 17.82 คะแนน)	20(58.82)	29(42.65)
$\bar{X}$ (S.D.)	15.58(8.21)	18.94(6.56)
Min: Max	0:31.00	4.00:33.00
5. ความเครียด (คะแนนเต็ม 15 คะแนน)		
เครียดต่ำ (< 6.91 คะแนน)	14(41.18)	32(47.06)
เครียดสูง (≥ 6.91 คะแนน)	20(58.82)	36(52.94)
$\bar{X}$ (S.D.)	6.94(3.29)	6.89(3.98)
Min: Max	0:11.00	0:15.00

4.3 ระดับความดันโลหิต

กลุ่มตัวอย่างจำนวน 102 คน พบว่า
กลุ่มศึกษา (Cases) ได้แก่ ความเสี่ยงความดัน
โลหิตสูง (High-normal BP) ร้อยละ 20.59

ความดันโลหิตสูงระดับที่ 1 (Grade 1 hypertension)
ร้อยละ 9.80 ความดันโลหิตสูงระดับที่ 2 (Grade
2 hypertension) ร้อยละ 2.94 รายละเอียดดัง
ตารางที่ 3

ตารางที่ 3 จำนวนและร้อยละ ของระดับความดันโลหิต (n=102)

ประเภท	จำนวน(ร้อยละ)
1. Cases (SBP$\geq$ 130 and/or DBP$\geq$ 85 mmHg)	
High-normal BP (SBP 130-139 and/or DBP 85-89 mmHg)	21(20.59)
Grade 1 hypertension (SBP 140-149 and/or DBP 90-99 mmHg)	10(9.80)
Grade 2 hypertension (SBP $\geq$ 160 and/or DBP $\geq$ 100 mmHg)	3(2.94)
2. Control (SBP$<$ 130 and DBP$<$ 85 mmHg)	
Normal BP (SBP $<$ 130 and DBP $<$ 85 mmHg)	68(66.67)

4.4 ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับความดันโลหิตสูง

เมื่อควบคุมอิทธิพลของตัวแปรร่วม คือ ค่าใช้จ่ายต่อเดือน ระยะเวลาที่มีประจำเดือน รอบประจำเดือน ดัชนีมวลกาย และการออกกำลังกาย พบว่า ค่าใช้จ่ายต่อเดือน ดัชนีมวลกาย และการออกกำลังกาย มีความสัมพันธ์กับความดันโลหิตสูง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยกลุ่มตัวอย่างที่มี ค่าใช้จ่ายต่อเดือนตั้งแต่ 5,000 บาทขึ้นไป มีโอกาสเกิดความดันโลหิตสูงมากกว่า กลุ่มตัวอย่างที่มี ค่าใช้จ่ายต่อเดือน น้อยกว่า 5,000 บาท เป็น 3.19 เท่า (95% CI : 1.20 to 8.50 ;

p-value = 0.020) กลุ่มตัวอย่างที่มีดัชนีมวลกาย ตั้งแต่ 25 กิโลกรัมต่อตารางเมตร มีโอกาสเกิดความดันโลหิตสูงมากกว่า กลุ่มตัวอย่างที่มีดัชนีมวลกายน้อยกว่า 25 กิโลกรัมต่อตารางเมตร เป็น 6.20 เท่า (95% CI : 2.02 to 19.00 ; p-value = 0.001) และกลุ่มตัวอย่างที่มีการออกกำลังกาย ระดับต่ำ (< 17.82 คะแนน) มีโอกาสเกิดความดันโลหิตสูงมากกว่า กลุ่มตัวอย่างที่มีการออกกำลังกาย ระดับสูง (≥ 17.82 คะแนน) เป็น 2.66 เท่า (95% CI : 1.01 to 7.06 ; p-value = 0.049) รายละเอียด ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับความดันโลหิตสูง (n=102)

Factors	Cases n(%)	Control n(%)	OR _{crude} (95%CI)	OR _{adj} (95%CI)	p- value
1. หลักสูตร					
สบ.สาธารณสุขชุมชน และ สบ.พันตสาธารณสุข	19(55.88)	40(58.82)	1	-	
ปวส.เทคนิคเภสัชกรรม และ ปวส.ปฏิบัติการฉุกเฉินการแพทย์	15(44.12)	28(41.18)	1.13 (0.49 to 2.59)	-	
2. ชั้นปี					
1	20(58.82)	40(58.82)	1	-	
2	8(23.53)	16(23.53)	1(0.37 to 2.73)	-	
3	4(11.77)	8(11.77)	1(0.27 to 3.72)	-	
4	2(5.88)	4(5.88)	1(0.17 to 5.93)	-	
3. ค่าใช้จ่ายต่อเดือน (บาท)					0.020
< 5,000	10(29.41)	40(58.82)	1	1	
$\geq 5,000$	24(70.59)	28(41.18)	3.42(1.42 to 8.28)	3.19(1.20 to 8.50)	
4. ระยะเวลาที่มีประจำเดือน (วัน)					0.926
≤ 5	19(55.88)	38(55.88)	1	1	
> 5	15(44.12)	30(44.12)	1(0.44 to 2.29)	1.04(0.40 to 2.72)	

ตารางที่ 4 ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับความดันโลหิตสูง (n=102) (ต่อ)

Factors	Cases n(%)	Control n(%)	OR _{crude} (95%CI)	OR _{adj} (95%CI)	p-value
5. รอบประจำเดือน (วัน)					0.364
≤ 28	7(20.59)	13(19.12)	1	1	
> 28	27(79.41)	55(80.88)	0.91(0.33 to 2.55)	0.58(0.04 to 2.59)	
6. ดัชนีมวลกาย (BMI) kg/m²					0.001
< 25	19(55.88)	61(89.71)	1	1	
≥ 25	15(44.12)	7(10.29)	6.88(2.45 to 19.36)	6.20(2.02 to 19.00)	
7. ระยะเวลาการนอน (ชม./วัน)					
≤ 6	20(58.82)	41(60.29)	1	-	
> 6	14(41.18)	27(39.71)	1.06(0.46 to 2.46)	-	
8. การดื่มแอลกอฮอล์					
ไม่ดื่ม	20(58.82)	41(60.29)	1	-	
ดื่ม และเคยดื่มแต่ปัจจุบันเลิกดื่ม	14(41.18)	27(39.71)	1.06(0.46 to 2.46)	-	
9. การบริโภคอาหาร					
สูง (≥ 29.50 คะแนน)	17(50.00)	34(50.00)	1	-	
ต่ำ (< 29.50 คะแนน)	17(50.00)	34(50.00)	1(0.44 to 2.28)	-	
10. การออกกำลังกาย					0.049
สูง (≥ 17.82 คะแนน)	14(41.18)	39(57.35)	1	1	
ต่ำ (< 17.82 คะแนน)	20(58.82)	29(42.65)	1.92(0.83 to 4.43)	2.66(1.01 to 7.06)	
11. ความเครียด					
เครียดต่ำ (< 6.91 คะแนน)	14(41.18)	32(47.06)	1	-	
เครียดสูง (≥ 6.91 คะแนน)	20(58.82)	36(52.94)	1.27(0.55 to 2.92)	-	

หมายเหตุ : OR_{crude} : Crude odds ratios, OR_{adj} : Adjusted odds ratios

5. อภิปรายผล

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับของความดันโลหิตสูง พบว่า ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับความดันโลหิตสูง คือ ค่าใช้จ่ายต่อเดือนสูง ดัชนีมวลกายมากและการออกกำลังกายน้อย ส่วนระยะเวลาการมีประจำเดือนและรอบประจำเดือนไม่มีความสัมพันธ์กับความดันโลหิตสูง อภิปรายผลการศึกษาได้ดังนี้

ค่าใช้จ่ายต่อเดือนมีความสัมพันธ์กับความดันโลหิตสูงของนักศึกษาหญิง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยนักศึกษาหญิงที่มีค่าใช้จ่ายต่อเดือนตั้งแต่ 5,000 บาทขึ้นไป มีโอกาสเกิดความดันโลหิตสูงเป็น 4.20 เท่า (OR_{adj} = 4.20, 95% CI : 1.60 to 10.97 ; p-value = 0.003) ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ สมหวัง พิมมะสอน และ สมจิต แดนสีแก้ว (2559) พบว่า ระดับรายได้ที่ต่ำ 3,000-

5,000 บาทต่อเดือน และมีค่าใช้จ่ายที่มากขึ้น ส่งผลให้ระดับความดันโลหิตสูงขึ้น ความสัมพันธ์นี้อาจเนื่องมาจากการสูญเสียรายได้ในครอบครัว การมีค่าใช้จ่ายที่มากขึ้นทำให้เกิดความเครียดและส่งผลให้มีระดับความดันโลหิตที่สูงขึ้น

ดัชนีมวลกายมีความสัมพันธ์กับความดันโลหิตสูงของนักศึกษาหญิง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยนักศึกษาหญิงที่มีดัชนีมวลกายตั้งแต่ 25 กิโลกรัมต่อตารางเมตร มีโอกาสเกิดความดันโลหิตสูงเป็น 6.20 เท่า ($OR_{adj} = 6.20$, 95% CI : 2.02 to 19.00 ; p-value = 0.001) ซึ่งการศึกษาครั้งนี้ได้ยืนยันการศึกษาอื่นๆ ที่ผ่านซึ่งพบว่าดัชนีมวลกายมีผลต่อความดันโลหิตสูง (อาจินต์ สงทับ และ ปราโมทย์ วงศ์สวัสดิ์, 2559; Lee, Mee-Ri et al., 2018) อาจเนื่องมาจากเมื่อมีภาวะน้ำหนักเกินหรือโรคอ้วน หัวใจจะบีบตัวเพิ่มมากขึ้น เพื่อให้เลือดสามารถไปเลี้ยงร่างกายได้ทั่วทุกส่วน ส่งผลให้มีระดับความดันโลหิตที่สูงขึ้น

การออกกำลังกายมีความสัมพันธ์กับความดันโลหิตสูงของนักศึกษาหญิง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยนักศึกษาหญิงที่มีการออกกำลังกายในระดับต่ำ มีโอกาสเกิดความดันโลหิตสูงเป็น 2.63 เท่า ($OR_{adj} = 2.63$, 95% CI : 1.03 to 6.71 ; p-value = 0.042) ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Packyanathan, Jerusha Santa et al. (2020) พบว่า การออกกำลังกายแบบแอโรบิก อย่างน้อยวันละ 30-45 นาที จะช่วยลดความดันโลหิตได้ อาจเนื่องมาจากในทางสรีรวิทยาของการออกกำลังกายต่อระดับความดันโลหิตที่พบว่ามีผลเกี่ยวเนื่องกับการทำหน้าที่ของระบบ baroreceptor โดยการออกกำลังกายจะกระตุ้น

การทำงานของ vagal tone มีผลทำให้อัตราการเต้นของหัวใจช้าลง แรงต้านทานของหลอดเลือดส่วนปลาย (total peripheral resistance) ลดลง จึงลดระดับความดันโลหิต พื้นฟูและชะลอการเสียหายที่ของ endothelial ลดการหลั่งสารเรนินที่มีผลต่อการเพิ่มความดันโลหิตในระบบ (renin angiotensin aldosterone system) และเพิ่มสมรรถภาพการทำงานของหัวใจและหลอดเลือด ซึ่งเป็นโครงสร้างหลักของระบบการควบคุมความดันโลหิต (อัญชลี เกาะอ้อม ยุพิน อังสุโรจน์ และคณะ, 2562)

สำหรับตัวแปร ระยะเวลาที่มีประจำเดือน รอบประจำเดือน ระยะเวลาการนอน การดื่มแอลกอฮอล์ การบริโภคอาหาร และความเครียด พบว่า ไม่มีความสัมพันธ์กับความดันโลหิตสูงในนักศึกษาหญิง อาจเนื่องมาจากข้อมูลในกลุ่มศึกษาและกลุ่มควบคุมไม่แตกต่างกัน

6. ข้อเสนอแนะ

6.1 ข้อเสนอแนะในการนำผลวิจัยไปใช้

ควรมีนโยบายส่งเสริมสุขภาพให้นักศึกษาออกกำลังกายอย่างต่อเนื่อง โดยเฉพาะนักศึกษาที่มีภาวะเสี่ยงต่อโรคความดันโลหิตสูง เพื่อป้องกันการเกิดโรคความดันโลหิตสูงในอนาคต

6.2 ข้อเสนอแนะในการศึกษาครั้งต่อไป

ควรมีการศึกษาในรูปแบบ Cohort study เพื่อเฝ้าระวังและติดตามสถานะสุขภาพของนักศึกษา รวมถึงทราบแนวโน้มของปัจจัยเสี่ยงต่างๆ ที่อาจจะส่งผลกระทบต่อภาวะสุขภาพของนักศึกษา ตั้งแต่เริ่มเข้าศึกษาในชั้นปีที่ 1 จนสำเร็จการศึกษา

7. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณวิทยาลัยการสาธารณสุข
สิรินธร จังหวัดขอนแก่น ที่อำนวยความสะดวกใน
การเก็บข้อมูล และนักศึกษาที่เป็นกลุ่มตัวอย่างใน
การตอบแบบสอบถาม จนทำให้การวิจัยนี้สำเร็จ
สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี และขอขอบพระคุณท่าน
อาจารย์ ดร.ภาณุวัฒน์ ศรีโยธา ที่ได้กรุณา
ตรวจสอบบทความนี้ด้วยภาษาอังกฤษ

8. เอกสารอ้างอิง

1. กรมสุขภาพจิต กระทรวงสาธารณสุข. (ม.ป.ป.).
แบบประเมินความเครียด (ST5).
ค้นจาก [https://www.dmh.go.th/
test/qtest5/](https://www.dmh.go.th/test/qtest5/)
2. ดาราวรรณ รองเมือง และภัทรพงศ์ อุดมพัฒน์.
(2559). ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์ต่อภาวะ
ความดันโลหิตสูงของประชาชน
ต.ปากหมาก จ.สุราษฎร์ธานี. *Journal
of Nursing and Health care*, 34(1),
73-82.
3. สมหวัง พิมมะสอน และสมจิต แคนสีแก้ว.
(2559). ปัจจัยเสี่ยงและพฤติกรรมการ
ดูแลตนเองของผู้ป่วยโรคความดัน
โลหิตสูงในชนบท สปป.ลาว. *Journal of
Nursing and Health care*, 34(3),
48-53.
4. สมาคมความดันโลหิตสูงแห่งประเทศไทย.
(2562). *Thai HT Guideline 2019*.
ค้นจาก [http://www.thaiheart.org/
images/column_1563846428/
Thai%20HT%20Guideline%
202019.pdf](http://www.thaiheart.org/images/column_1563846428/Thai%20HT%20Guideline%202019.pdf).
5. สำนักโรคไม่ติดต่อ กรมควบคุมโรค. (2562).
*ประเด็นสารรณรงค์วันความดัน
โลหิตสูงโลก ปี 2562*. ค้นจาก
[http://www.thaincd.com/
document/hot%20news/
ประเด็นสารวันความดันโลหิตสูง_62.pdf](http://www.thaincd.com/document/hot%20news/ประเด็นสารวันความดันโลหิตสูง_62.pdf)
6. อาจันต์ สงทับ และปราโมทย์ วงศ์สวัสดิ์.
(2559). ความชุกปัจจัยเสี่ยงและปัจจัยที่
มีผลต่อโรคความดันโลหิตสูง ของ
ประชาชนเขตชนบทภาคใต้: กรณีศึกษา
ตำบลควนธานี อำเภอกันตัง จังหวัดตรัง.
*วารสารวิชาการ มหาวิทยาลัยอีสเทิร์น
เอเชีย*, 10(3), 104-117.
7. อัญชลี เกาะอ้อม ยุพิน อังสุโรจน์ และระพิน
ผลสุข. (2562). ผลของแรงจูงใจร่วมกับ
โปรแกรมการออกกำลังกาย Paslop
ต่อความดันโลหิตของผู้ป่วยที่มีภาวะ
ความดันโลหิตสูง. *Journal of
Chulalongkorn Medical Bulletin*,
1(5), 463-472.
8. Alsabieh, Mohammad, Alqahtani, M.,
Altamimi, A., Albasha, A.,
Alsulaiman, A., Alkhamshi, A.,
Habib, S. S., & Bashir, S. (2019).
Fast food consumption and its
associations with heart rate,
blood pressure, cognitive function
and quality of life. *Pilot study*.
Heliyon, 5(5), e01566.

9. American Health Association. (2020). 2020 International Society of Hypertension Global Hypertension Practice Guidelines. *AHA Journals*, 26(3), 1336-1352.
10. Anuradha, G., & Mirza, M. (2020). A Study of Blood Pressure Variation in Different Phases of Menstrual Cycle. *International Journal of Physiology*, 8(3), 37-40.
11. Cengiz Bal., Öztürk, A., Çiçek, B., Özdemir, A., Zararsız, G., Ünalın, D., Ertürk Zararsız, G., Korkmaz, S., Göksülük, D., Eldem, V., İsmailoğulları, S., Erdem, E., Mazicioğlu, M. M., & Kurtoğlu, S. (2018). The Relationship between Blood Pressure and Sleep Duration in Turkish Children: A Cross-Sectional Study. *Journal of clinical research in pediatric endocrinology*, 10(1), 51-58.
12. Guan, Yunqi., Zhang, M., Zhang, X., Zhao, Z., Huang, Z., Li, C., Xiao, Q., & Wang, L. (2019). Association between sleep duration and hypertension of migrant workers in China: a national cross-sectional surveillance study. *BMJ open*, 9(11), e031126.
13. Hui Xu., Li, P. H., Barrow, T. M., Colicino, E., Li, C., Song, R., Liu, H., Tang, N. J., Liu, S., Guo, L., & Byun, H. M. (2018). Obesity as an effect modifier of the association between menstrual abnormalities and hypertension in young adult women: Results from Project ELEFANT. *PloS one*, 13(11), e0207929.
14. Lee, Mee-Ri, Lim, Y. H., & Hong, Y. C. (2018). Causal association of body mass index with hypertension using a Mendelian randomization design. *Medicine*, 97(30), e11252.
15. Manakitsomboon, H. (2020). *Number of hypertension patients in Thailand from 2016 to 2019*. Retrieved from <https://www.statista.com/statistics/1104418/thailand-number-of-hypertension-patients/>
16. Mei Yan Liu, Z., Shi, X., Schenck, H., Yi, X., Ni, R., & Liu, C. (2017). The Risk Factors of High Blood Pressure among Young Adults in the Tujia-Nationality Settlement of China. *BioMed research international*, 2017, 8315603.

17. Packyanathan, Jerusha Santa., & Preetha, S. (2020). Comparison of the effect of Yoga, Zumba and Aerobics in controlling blood pressure in the Indian population. *Journal of family medicine and primary care*, 9(2), 547–551.
18. Rostami Dovom, M., Ramezani Tehrani, F., Djalalinia, S., Cheraghi, L., Behboudi Gandavani, S., & Azizi, F. (2016). Menstrual cycle irregularity and metabolic disorders: a population-based prospective study. *PLoS One*, 11(12), e0168402.
19. Sakboonyarat, B., Rangsin, R., Kantiwong, A., & Mungthin, M. (2019). Prevalence and associated factors of uncontrolled hypertension among hypertensive patients: a nation-wide survey in Thailand. *BMC Research Notes*, 12(1), 1-8.
20. Sharma, S. K, Thakur, K., Gaur, R. (2020). How to calculate sample size for observational and experimental nursing research studies? *National Journal of Physiology Pharmacy and Pharmacology*, 10(01), 1-8.
21. Unger, T., Borghi, C., Charchar, F., Khan, N. A., Poulter, N. R., Prabhakaran, D., ... & Schutte, A. E. (2020). 2020 International Society of Hypertension global hypertension practice guidelines. *Hypertension*, 75(6), 1334-1357.
22. World Health Organization. (2019). *Hypertension*. Retrieved September, 16, 2020 from <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/hypertension>

ผลทันทีของการนวดคลายกล้ามเนื้อและระบายน้ำเหลือง บริเวณใบหน้าต่อความดันตา

Immediate Effect of Facial Massage and Lymphatic Drainage Massage on Intraocular Pressure

ภัทรวรรณ ภัทรนิตย์, ประ.ด. (Pattrawan Pattaranit, Ph.D.)^{1*}

ธนภัทร รัตนภากร, พ.บ. (Tanapat Ratanapakorn, MD)²

จิราวัฒน์ ลิ้มปัทธธารณณ์, วท.ม. (Jirawat limphatcharaporn, Msc.)³

ไพบรียา สิทธิธรรมา, ประ.ด. (Pairaya Sitthiracha, Ph.D.)⁴

Received : September 16, 2021

Revised : November 30, 2021

Accepted : December 15, 2021

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์: ความดันตาสูงเป็นปัจจัยหลักที่ทำให้เกิดโรคต้อหินและเกิดการสูญเสียการมองเห็นในที่สุด ดังนั้น การรักษาโดยการลดความดันตาจึงเป็นการรักษาหลัก ร่วมกับเทคนิคอื่น เช่น นวดการระบายน้ำเหลือง การคลายกล้ามเนื้อ เพื่อเพิ่มการไหลออกของน้ำเหลืองรอบใบหน้าและศีรษะ ซึ่งในการศึกษาที่ผ่านมาพบว่ามีความเป็นไปได้ที่จะอาศัยหลักการลดการติดขัดจากการเกร็งตัวของกล้ามเนื้อ ระบายน้ำเหลืองบริเวณใบหน้า จะเพิ่มการไหลออกของน้ำเลี้ยงลูกตาเข้าสู่ระบบหลอดเลือดและน้ำเหลือง ส่งผลทำให้ความดันตาลดลง การวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการนวดคลายกล้ามเนื้อและระบายน้ำเหลืองบริเวณใบหน้าต่อความดันตา

วิธีการวิจัย: โดยศึกษาในอาสาสมัครสุขภาพดีที่มีการทำงานหน้าจคอมพิวเตอร์ระหว่างวันมากกว่า 4 ชั่วโมงต่อวัน (อายุเฉลี่ย 37.18 ± 11.58 ปี) จำนวน 22 คน โดยอาสาสมัครจะได้รับการนวดคลายกล้ามเนื้อและระบายน้ำเหลืองบริเวณใบหน้า 15 นาที

ผลการวิจัย: จากผลการศึกษาพบว่าเมื่อเปรียบเทียบความดันลูกตาก่อนและหลังการนวดคลายกล้ามเนื้อและระบายน้ำเหลืองบริเวณใบหน้า ความดันตาลดลง โดยความดันตาเฉลี่ยลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ 0.87 ± 1.43 มิลลิเมตรปรอท ($p=0.01$) ค่าความดันตาเฉลี่ยเมื่อเปรียบเทียบก่อนและหลังได้รับการนวดคลายกล้ามเนื้อและระบายน้ำเหลืองบริเวณใบหน้าเฉลี่ยลดลง 0.63 ± 1.74 ($p=0.105$) อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

สรุป การนวดคลายกล้ามเนื้อและระบายน้ำเหลืองบริเวณใบหน้ามีความเป็นไปได้ที่จะสามารถลดความดันตาในอาสาสมัครสุขภาพดีที่มีการทำงานหน้าจคอมพิวเตอร์ระหว่างวันมากกว่า 4 ชั่วโมงต่อวัน

คำสำคัญ: ความดันตาสูง, นวดระบายน้ำเหลือง, นวดคลายกล้ามเนื้อ

^{1,3}อาจารย์ประจำสาขาวิชากายภาพบำบัด คณะวิทยาศาสตร์การแพทย์ วิทยาลัยนครราชสีมา จังหวัดนครราชสีมา
(Department of Physical therapy, Faculty of Medical science, Nakhon Ratchasima College,
Nakhon Ratchasima (Lecturer))

²ผู้ช่วยศาสตราจารย์, อาจารย์ประจำภาควิชาจักษุวิทยา คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น จังหวัดขอนแก่น
(Department of Ophthalmology, Srinagarind Hospital, Faculty of Medicine, Khon Kaen University,
Khon Kaen (Assistant Professor, Lecturer))

⁴นักกายภาพบำบัดอิสระ

(Freelance Physical Therapist)

*ผู้เขียนหลัก (Corresponding author)

E-mail: pattrawan.p@mnc.ac.th

Abstract

Objective: High intraocular pressure is one of the major causes leading to glaucoma and visual loss. Thus, maintaining normal intraocular pressure is very important to delay visual loss, so lowering the intraocular pressure is the main treatment. Relaxed muscles help increase lymph outflow around the face and head. It is possible to increase the aqueous humor outflow and reduce the congestion from facial muscles spasm, increase outflow of aqueous humor to vascular and lymphatic systems which result in a reduction of intraocular pressure. The objective of this study was to investigate the effect of muscle relaxing massage and facial lymphatic drainage on intraocular pressure.

Methods: Twenty two healthy volunteers aged 37.18+11.58 years who regularly work with computer display more than 4 hours per day were recruited. Each of them received the muscle relaxing massage and facial lymphatic drainage for 15 minute.

Results: The study results showed a significantly decrease in the mean difference of intraocular. In addition, the mean average of the reduction of intraocular pressure was significantly decreased 0.87 ± 1.43 mmHg ($p=0.01$) for the right eyes. Nevertheless, no significant difference in the left eyes after receiving the intervention with mean 0.63 ± 1.74 mmHg ($p=0.105$). These findings may conclude that the effect of massage to relax muscles and lymphatic drainage of muscle around the head and face might reduce intraocular pressure.

Keywords: ocular hypertension, lymphatic drainage massage, myofascial release

1. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ความดันตาสูง เป็นสาเหตุหนึ่ง ที่ทำให้เกิดการตายของเซลล์ประสาทตา และเป็นสาเหตุหลักของการทำให้เกิดโรคต้อหิน ความชุกของความดันตาสูงในประชากรโลกมีอยู่ในช่วง 2.7–3.8% ซึ่งจะมีการเพิ่มขึ้นตามอายุจาก 1.7–2.7% โดยในช่วงอายุ 40 - 49 ปี มากขึ้นเป็น 2.7–4.6% ในช่วงอายุ 50 - 59 ปี และมากขึ้นถึง 4.1–7.5% ในผู้สูงอายุมากกว่า 80 ปี (Saboo et al., 2016) โดยความดันตา คือความดันภายในลูกตาทำให้ตาคงรูปอยู่ได้ ซึ่งค่าปกติของความดันตาไม่ควรเกิน 20 มิลลิเมตรปรอท (Goel et al., 2010; Shahidullah et al., 2011) แต่หากมีความดันตาที่สูงขึ้นเป็นเวลานาน จะมีโอกาสทำให้เกิดภาวะเส้นประสาทตาฝ่อจนสูญเสียการมองเห็นในที่สุด โดยกลไกที่เกี่ยวข้องที่ทำให้เกิดเส้นประสาทตาฝ่อ คาดว่าจะเกิดจาก 2 กลไกหลัก คือ เกิดจากกลไกของแรงที่กดทับเส้นประสาท และ กลไกของการไหลเวียนโลหิต โดย กลไกของแรงกด นั้นจะอธิบายถึงการที่ความดันภายในลูกตาเพิ่มขึ้นจนกระทั่งไปกดบริเวณขั้วประสาทตาโดยตรง ทำให้ทางส่งลำเลียงสารอาหารและระบายของเสียไปยังขั้วประสาทตา มีการอุดตัน ส่งผลให้เซลล์ประสาทตาค่อยๆตายและลานสายตาค่อยๆแคบลงจนสูญเสียการมองเห็นในที่สุด ในขณะที่กลไกของการไหลเวียนโลหิต นั้นอธิบายถึงการที่ความดันภายในลูกตาเพิ่มไปกดหลอดเลือดที่มาเลี้ยงขั้วประสาทตาทำให้ขั้วประสาทตาเกิดภาวะขาดเลือด (วณิช ชื่นกรองแก้ว, 2546) จนไม่สามารถทำหน้าที่ได้ โดยจากงานวิจัยที่ผ่านมาได้ศึกษาถึงผลของการเพิ่มขึ้นของความดันตาต่อขั้วประสาทตา และการนำกระแสประสาท พบว่าการนำกระแสประสาทจะถูกกั้นเมื่อความดันตาเพิ่มมากกว่า

50 มิลลิเมตรปรอท หลังจากที่มีความดันตาเพิ่มขึ้น 2-4 วัน ไยประสาทบริเวณผิวของขั้วประสาทตาจะบวมร่วมกับมีการสะสมของเสียต่างๆ หากความดันตาลกลับคืนสู่ภาวะปกติเร็วกว่า 1 สัปดาห์ไยประสาทตาบางส่วนจะกลับมาเป็นปกติ แต่บางส่วนจะเริ่มเกิดการเสื่อมของเซลล์ปมประสาท ในขณะที่ในตาที่มีความดันตาเพิ่มนานกว่า 1 สัปดาห์ การสูญเสียของไยประสาทตาในที่สุด (Quigley & Addick, 1980) ดังนั้น การทำให้ความดันตาลงลงมากและเร็วจะลดการสูญเสียการมองเห็นได้ดียิ่งขึ้น

สิ่งที่เป็ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความดันตาอย่างมาก คือการควบคุมสมดุลของการไหลของน้ำเลี้ยงลูกตา ภายในดวงตานั้นจะมีน้ำเลี้ยงลูกตา (aqueous humor) ซึ่งมีลักษณะใส ไม่มีสี ทำหน้าที่นำพาสารอาหารเลี้ยงส่วนประกอบต่างๆ ภายในช่องลูกตาส่วนหน้า (anterior chamber) และทำให้ลูกตาคงรูปร่างอยู่ได้ หากเกิดภาวะไม่สมดุลการผลิตน้ำเลี้ยงลูกตา หรือการไหลเข้าออกของน้ำเลี้ยงลูกตาถูกขัดขวาง จะส่งผลทำให้ความดันตาเพิ่มขึ้น (Goel et al., 2010) โดยการขัดขวางไหลของน้ำเลี้ยงลูกตานี้ อาจเกิดการมีการอุดตันของแร่ธาตุ เนื้อเยื่อและการอักเสบต่างๆภายในลูกตา เฉพาะบริเวณที่พบบ่อยคือ แรงต้านบริเวณ trabecular meshwork และ Schlemm's canal (Goel, Picciani, Lee, & Bhattacharya, 2010) การศึกษาของ Pandey และคณะ (2017) พบว่า เซลล์ของ Schlemm's Canal ที่อยู่ในลูกตาซึ่งมีหน้าที่รักษาระดับภาวะธำรงดุล (Homeostasis) มีโครงสร้างที่มีไมโทคอนเดรียเซลล์สมกันระหว่างเซลล์เนื้อเยื่อบุผนังหลอดเลือดและเซลล์เนื้อเยื่อบุผนังหลอดเลือดน้ำเหลือง และทำให้ลักษณะของ Schlemm's Canal คล้ายกับหลอดเลือดที่มี

ลักษณะเป็นปลายปิดที่ทำหน้าที่ขนส่งน้ำเลี้ยงลูกตาและเซลล์เม็ดเลือดขาวชนิดแมโครฟาจ ไปสู่ระบบไหลเวียนเลือดผ่านทาง หลอดเลือดดำในบริเวณเนื้อตาขาว (episcleral vein) (อ้างอิง) นอกจากแรงต้านภายในลูกตา แรงต้านภายนอกลูกตาที่ก็ทำให้ความดันตาเพิ่มได้เช่นเดียวกัน เช่น การถูกบีบรัดหรือตีบแคบของหลอดเลือดดำบริเวณใบหน้าและลำคอ ส่งผลให้มีการเพิ่มแรงดันน้ำ (hydrostatic pressure) ในหลอดเลือดดำเพิ่มสูงขึ้น ส่งผลให้หลอดเลือดดำบริเวณรอบดวงตา และหลอดเลือดดำในบริเวณเนื้อตาขาวเพิ่มขึ้นตามมา ส่งผลทำให้เกิดแรงต้านต่อการไหลออกของน้ำเลี้ยงลูกตา จนส่งผลให้ความดันตาเพิ่มสูงขึ้น (Jasien et al., 2015; Teng et al., 2003) การหดเกร็งของกล้ามเนื้อรอบใบหน้า ลำคอ กล้ามเนื้อบ่าและท้ายทอย เพื่อทำการเพ่ง หรือการหยีตา ในขณะที่ทำงาน จนทำให้เกิดการไม่สมดุลของกล้ามเนื้อบริเวณท้ายทอยก็เป็นส่วนหนึ่งที่ส่งผลให้ความดันตาเพิ่มสูงขึ้นเช่นเดียวกัน (Richter et al., 2010) โดยในปัจจุบัน ผู้คนมีการติดต่อสื่อสารกันด้วยข้อมูลข่าวสารทางสื่ออิเล็กทรอนิกส์ ส่งผลให้ต้องนั่งอยู่หน้าจออิเล็กทรอนิกส์หรือหน้าจอมือถือเป็นเวลานานในช่วงระหว่างวัน จึงทำให้มีการหดเกร็งของกล้ามเนื้อรอบใบหน้าและดวงตา ซึ่งเป็นปัจจัยหนึ่งที่สามารถทำให้ความดันตาเพิ่มสูงขึ้น ดังนั้นการลดแรงต้านการไหลออกและช่วยให้การไหลเวียนเลือด และลดการเกร็งตัวของกล้ามเนื้อรอบใบหน้าและลำคอจึงมีความเป็นไปได้การช่วยลดความดันตาและความเสี่ยงของการเกิดต้อหินได้อีกทางหนึ่ง

การนวด เป็นศาสตร์แขนงหนึ่งที่มีมาเป็นเวลานานที่ใช้ในการรักษาหลักและรักษาร่วมในหลายโรค โดยการนวด เป็นการกระทำต่อเนื้อเยื่อบริเวณต่างๆของร่างกาย รวมถึงการยึด จับ การผลัก ดึง ยก กดบีบ ปล่อย หรือการกดลงบนร่างกาย (Moyer et al., 2014) การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นต่อร่างกายที่เป็นผลของการใช้เทคนิคการนวดดังกล่าว อาทิเช่น การเพิ่มการไหลเวียนเลือด เพิ่มความยืดหยุ่นของเนื้อเยื่อ และลดการเกิดพังผืด การกระตุ้นภูมิคุ้มกัน การเพิ่มการขยายตัวของหลอดเลือดฝอย ส่งผลให้เกิดการไหลเวียนเลือดและน้ำเหลืองเพิ่มมากขึ้น ส่งผลให้อุณหภูมิบริเวณที่ถูกนวดเพิ่มขึ้น (สิรินาฏ เมธธาธิป และคณะ, 2553; คุณวุฒิ วรรณจักร และคณะ, 2553) นอกจากด้านร่างกายและการไหลเวียนโลหิตแล้ว การนวดยังส่งผลต่อการตอบสนองด้านประสาทอัตโนมัติ ซึ่งเป็นผลของการเปลี่ยนแปลงโดยตรงต่อระบบประสาท เมื่อเส้นประสาทในบริเวณที่ถูกนวดถูกกระตุ้นจะทำให้เกิดการตอบสนองทั้งต่อพื้นที่บริเวณนั้นหรือทั้งระบบของร่างกาย อาทิเช่น การเปลี่ยนแปลงของระดับฮอร์โมน การลดของความดันเลือดโดยการขยายตัวของหลอดเลือด การลดการตื่นตัวของระบบประสาทซิมพาเทติก การเพิ่มขึ้นของระบบประสาทพาราซิมพาเทติก (Jurch, 2009) การที่ประสาทอัตโนมัติชนิดพาราซิมพาเทติกให้เพิ่มขึ้น มีผลทำให้ความดันเลือด อัตราการเต้นของหัวใจลดลง การเกร็งตัวของกล้ามเนื้อลดลง (Moyer, 2004) รวมทั้ง หากทำให้ระบบประสาทอัตโนมัติชนิดพาราซิมพาเทติกเพิ่มขึ้น และระบบประสาทอัตโนมัติชนิดซิมพาเทติกลดลง จะส่งผลต่อความดันตาลดลงเช่นเดียวกันเช่นเดียวกัน (Mittal et al., 2014)

การนวดบริเวณใบหน้า หรือบริเวณดวงตาภายนอก ถูกนำมาใช้เป็นการรักษาความดันตาสูงร่วมกับการรักษาด้วยยาหรือการผ่าตัดมาเป็นเวลานาน มีการศึกษาที่แสดงให้เห็นผลของการนวดบริเวณดวงตาภายนอกร่วมกับการผ่าตัดใส่ Ahmed valve ซึ่งคือแคปซูลขนาดเล็กที่ใช้ฝังเข้าไปในบริเวณหลังเปลือกตา โดยจะทำหน้าที่ระบายของเหลวที่อยู่ภายในดวงตาชั้นในเพื่อช่วยลดความดันตา โดยการนวดหลังผ่าตัดมีผลช่วยลดความดันตาเมื่อเทียบกับก่อนนวด และสามารถลดความดันตาได้ถึงร้อยละ 20 จากความดันตาก่อนนวด ในอาสาสมัครร้อยละ 50 (Smith et al., 2010) แต่ก็มีการศึกษาที่ทำการนวดโดยตรงลงบนลูกตาจึงทำให้เกิดปัญหาต่อดวงตา อาทิ เช่น การนวดตาโดยนิ้วมือกดเพื่อเพิ่ม การปล่อยของเหลว ร่วมกับการผ่าตัด sclerotomy มีรายงานของผู้ป่วยที่มีการฉีกขาดที่เยื่อหุ้มของ Bruch และภาวะที่มีเลือดออกใต้จอประสาทตาหลังจากนวดตาอย่างรุนแรง (Ruderman et al., 1988)

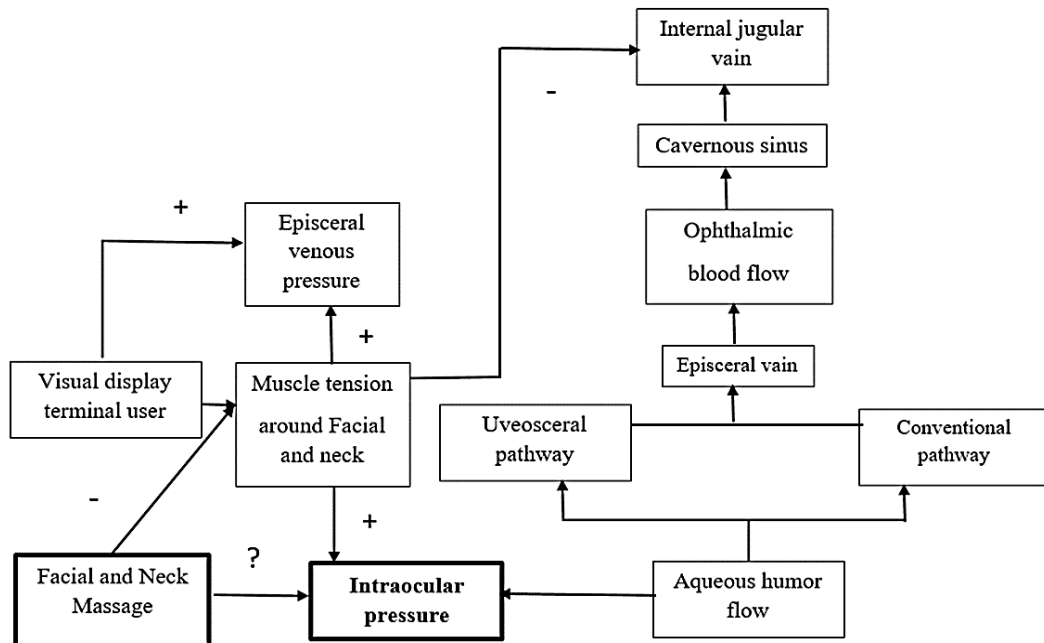
ถึงแม้ว่าการนวดบริเวณดวงตาภายนอกใช้ในการรักษาร่วมกับการลดความดันตาหลักวิธีอื่นจะได้ผลดีโดยกลไกของการนวดซึ่งมีผลต่อการลดของความดันตานี้สามารถเพิ่มการไหลเวียนในตาและระดับความคมชัดของการมองเห็นได้ แต่การนวดโดยกระทบโดยตรงต่อลูกตาจึงยังคงมีความเสี่ยงต่อการเกิดอันตรายต่อดวงตา จึงอาจมีความเป็นไปได้ที่จะปรับเปลี่ยนการนวดใบหน้าและศีรษะ

เพื่อลดความดันตา ซึ่งวิธีการนวดที่มีความปลอดภัยต่อตาน่าจะเป็นวิธีการนวดไม่มีการกระทำโดยตรงที่ลูกตาแต่เน้นการเพิ่มการลดแรงต้านภายนอกของน้ำเลี้ยงลูกตา โดยเพิ่มการไหลเวียนเลือดและน้ำเหลือง และลดการเกร็งตัวของกล้ามเนื้อบริเวณรอบใบหน้าและศีรษะนั้น อาจจะสามารถลดความดันตาได้ โดยไม่กระทบดวงตา จึงเป็นที่มาของการวิจัยในครั้งนี้ ซึ่งเป็นการศึกษาผลของการนวดคลายกล้ามเนื้อและระบายน้ำเหลืองบริเวณใบหน้าต่อความดันตา และหวังเป็นอย่างยิ่งว่างานวิจัยนี้จะเป็นประโยชน์และสามารถใช้เป็นข้อมูลที่สำคัญในการป้องกันหรือสร้างแนวทางการส่งเสริมสุขภาพตา เพื่อที่จะลดความเสี่ยงการเกิดภาวะความดันตาสูงและโรคต้อหิน หรือต่อยอดการพัฒนาการรักษา ร่วมกับการรักษาด้วยยาหรือการผ่าตัด เพื่อลดความดันตาและภาวะแทรกซ้อนในผู้ป่วยที่มีความดันตาสูงและอาจช่วยลดจำนวนของผู้ที่ตาบอดในอนาคตได้

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

เพื่อศึกษาผลของผลของการนวดคลายกล้ามเนื้อและระบายน้ำเหลืองบริเวณใบหน้าต่อความดันตา และพัฒนาวิธีการนวดคลายกล้ามเนื้อและระบายน้ำเหลืองบริเวณใบหน้าเพื่อลดความดันตา

3. กรอบแนวคิดการวิจัย



4. วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษาแบบกึ่งทดลอง (quasi-experimental study) มีอาสาสมัครเข้าร่วมงานวิจัยนี้ทั้งหมดจำนวน 22 คน โดยมีเกณฑ์การคัดเข้าของกลุ่มอาสาสมัคร ได้แก่

- 1) อาสาสมัครสุขภาพดี อายุ 20-59 ปี เพศชายและหญิง ซึ่งนั่งทำงานหน้าจอคอมพิวเตอร์ระหว่างวันนานกว่า 4 ชั่วโมงต่อวัน โดยมีค่าสายตาอยู่ระหว่าง -4.00 ถึง ± 2.00 diopters และค่าความดันตาอยู่ที่ 12 ถึง 19 มิลลิเมตรปรอท
- 2) มีอาการหลังการใช้หน้าจอคอมพิวเตอร์หรือหน้าจออิเล็กทรอนิกส์เป็นเวลานาน เช่น คัน เคือง แสบ ปวดตา ตาแห้ง ตาล้า รู้สึกมีน้ำตาไหล ตาไวต่อแสง ตามีสีแดงหลังการใช้คอมพิวเตอร์

เกณฑ์การคัดออกจากกลุ่มอาสาสมัครของงานวิจัย

- 1) ตั้งครรภ์ มีโรคเรื้อรัง เช่น มะเร็ง เบาหวาน
- 2) ใช้ยากลุ่มที่ส่งผลต่อค่าความดันตา เช่น ยาลดความดันโลหิต หรือ ยากลุ่มสเตียรอยด์
- 3) มีความดันตาค้นขณะนั่งมากกว่า 22 มิลลิเมตรปรอท
- 4) มีปัญหาการมองเห็นที่ไม่สามารถแก้ไขได้ด้วยการสวมแว่นตาหรือคอนแทคเลนส์
- 5) มีประวัติการเกิดอุบัติเหตุทางตา
- 6) เป็นโรคต้อหิน, ตาเหล่ หรือมุมตาแคบ
- 7) มีแผลที่กระจกตา
- 8) มีภาวะจอตาฉีกขาดและยูเวียอักเสบ (Malihi & Sit, 2012)
- 9) มีภาวะความดันสูงที่ควบคุมไม่ได้ มีไข้สูง
- 10) มีภาวะการแข็งตัวของเลือดผิดปกติ

หลังจากอาสาสมัครรับทราบข้อมูลเกี่ยวกับการเข้าร่วมตลอดโครงการวิจัย และยินดีเข้าร่วมการศึกษา จากนั้นอาสาสมัครลงนามในแบบยินยอมอาสาสมัคร โดยอาสาสมัครจะถูกซักประวัติทั่วไป โดยก่อนวันการเก็บข้อมูลผู้วิจัยจะแนะนำให้อาสาสมัครพักผ่อนให้เพียงพออย่างน้อย 6 ชั่วโมง และงดรับประทานอาหารหรือเครื่องดื่มก่อนการวิจัย 30 นาที จากนั้นผู้วิจัยจะเก็บข้อมูลเกี่ยวกับอาสาสมัครเบื้องต้น เช่น อายุ น้ำหนัก ส่วนสูง โรคประจำตัว หรือยาที่ได้รับเป็นประจำ จากนั้น อาสาสมัครจะถูกตรวจคัดกรองโดยจักษุแพทย์เพื่อคัดกรองโรคทางตา และวัดความดันตาด้วยเครื่องวัดความดันตาแรงลมแบบไม่สัมผัสลูกตา (Pneumotonometer, Nidek NT530) โดยทำการวัดทีละข้าง ข้างละ 3 ครั้ง และหาค่าเฉลี่ย จากนั้นอาสาสมัครจะได้รับการนวดคลายกล้ามเนื้อและระบายน้ำเหลืองบริเวณใบหน้า ประมาณ 15 นาที เมื่อเสร็จสิ้นการนวดกล้ามเนื้อและระบายน้ำเหลืองบริเวณใบหน้า อาสาสมัครจะถูกวัดความดันตาอีกครั้งทันที โดยวัดทีละข้าง ข้างละ 3 ครั้ง แล้วหาค่าเฉลี่ย

4.1. ขั้นตอนวิธีการนวดคลายกล้ามเนื้อและระบายน้ำเหลืองบริเวณใบหน้า

ขั้นตอนของการนวดคลายกล้ามเนื้อและระบายน้ำเหลืองบริเวณใบหน้า มีขั้นตอนทั้งหมด 4 ขั้นตอน โดยผู้วิจัยจะทำการนวดในท่านั่งบนเก้าอี้ที่มีพนักพิง โดยใช้เวลาในการนวดรวมทั้งหมด 15 นาที

ขั้นตอนที่ 1: ใช้นิ้วชี้ กลางและนางของมือทั้ง 2 ข้างวางเบาๆ บริเวณคิ้ว ค่อยๆ ดันนิ้วขึ้นในลักษณะขึ้นไปทางหน้าผากเป็นช่วง จากหัวคิ้วไปจนถึงท้ายทอยซ้ายๆ ทำซ้ำ 10 ครั้ง เป็นเวลา 4 นาที (รูปที่ 1: ขั้นตอนที่ 1)

ขั้นตอนที่ 2: ใช้นิ้วหัวแม่มือกดเบาๆ บริเวณคิ้วทั้งสองข้างแล้วค่อยๆ ลูบไล้จากหัวคิ้วจรดหางคิ้วเป็นจังหวะ ใช้นิ้วชี้วางเบาๆ บริเวณขอบเบ้าตาล่าง ค่อยๆ ลูบจากหัวตาไล่ไปทางตาเบาๆ ซ้ายๆ เป็นจังหวะเป็นเวลา 4 นาที (รูปที่ 1: ขั้นตอนที่ 2)

ขั้นตอนที่ 3: ใช้นิ้วชี้ กลางและนางวางเบาๆ บริเวณศีรษะเหนือตึงหูทั้ง 2 ข้างค่อยๆ ดันนิ้วขึ้น-ลงเป็นช่วงๆ เป็นเวลา 4 นาที (รูปที่ 1: ขั้นตอนที่ 3)

ขั้นตอนที่ 4: ใช้นิ้วหัวแม่มือวางกดหมุนเบาๆ บนกล้ามเนื้อบริเวณท้ายทอย โดยนิ้วที่เหลือประคองศีรษะ เป็นเวลา 3 นาที (รูปที่ 1: ขั้นตอนที่ 4)



ขั้นตอนที่ 1



ขั้นตอนที่ 2



ขั้นตอนที่ 3



ขั้นตอนที่ 4

รูปที่ 1 ขั้นตอนวิธีการนวดคลายกล้ามเนื้อและระบายน้ำเหลืองบริเวณใบหน้า

4.2. การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยใช้โปรแกรม SPSS software version 23.0 for Windows (SPSS Inc, Chicago, IL) ข้อมูลพื้นฐานทั่วไป ได้แก่ อายุ ส่วนสูง น้ำหนัก ค่าความตาเฉลี่ยขณะพัก โดยแสดงด้วยค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และเพศอาสาสมัครแสดงด้วยจำนวนและร้อยละ ค่าเฉลี่ยความดันตา ก่อน หลัง และค่าความแตกต่าง (หลัง-ก่อน) จะถูกแสดงด้วยค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยค่าความแตกต่าง (หลัง-ก่อน) เปรียบเทียบโดยใช้สถิติ paired t-test โดยกำหนดระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ $p < 0.05$

4.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

อาสาสมัครเข้าร่วมโครงการศึกษาจะได้รับการตรวจความดันตาด้วยเครื่องวัดความดันตาแรงลมแบบไม่สัมผัสสลูกตา (Pneumotonometer, Nidek NT530P) โดยเครื่องมือนี้สามารถวัดความดันตาได้ใกล้เคียงกับเครื่องมือวัดความดันตาชนิด Goldmann applanation แต่ไม่ต้องหยอดยาชาต่ออาสาสมัคร โดยให้อาสาสมัครนั่งเอนคางวางที่เครื่องมือ ลืมตามองจอแบบไม่เกร็งตา เครื่องมือนี้จะปล่อยแรงลมเบาๆ วัดความดันตาจำนวน 3 ครั้ง/1 ช้าง โดยเริ่มจากข้างขวาก่อน และหลังจากนั้นเปลี่ยนข้าง และหาค่าเฉลี่ยความดันตาที่ได้ (García-Resúa et al., 2013)

5. ผลการวิจัยและอภิปรายผล

5.1. ผลการวิจัย อาสาสมัครสุขภาพดี ที่มีการทำงานผ่านหน้าจอคอมพิวเตอร์เป็น เวลามากกว่า 4 ชั่วโมงต่อวัน จำนวน 22 คน เป็นเพศหญิงจำนวน 19 คน และ เพศชายจำนวน

3 คน มีอายุเฉลี่ย 37.18 ± 11.58 ปี น้ำหนักเฉลี่ย 61.81 ± 10.96 กิโลกรัม ส่วนสูงเฉลี่ย 158.36 ± 6.26 เซนติเมตร และความดันตาขณะพักเฉลี่ย 13.71 ± 1.87 มิลลิเมตรปรอท ดังแสดงไว้ใน ตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของอาสาสมัคร

ข้อมูลทั่วไป	Mean $\pm$ SD
อายุ (ปี)	37.18 $\pm$ 11.58
เพศ	
ชาย (คน, ร้อยละ)	3 (13.64 %)
หญิง (คน, ร้อยละ)	19 (86.36 %)
น้ำหนัก (กิโลกรัม)	61.81 $\pm$ 10.96
ส่วนสูง (เซนติเมตร)	158.36 $\pm$ 6.26
ความดันตาขณะพัก (มิลลิเมตรปรอท)	
ข้างขวา	13.89 $\pm$ 1.94
ข้างซ้าย	13.53 $\pm$ 2.04

ก่อนการนวดคลายกล้ามเนื้อและระบาย น้ำเหลืองบริเวณใบหน้า ความดันตาด้านขวาเฉลี่ย 13.89 ± 1.94 มิลลิเมตรปรอท และความดันตาซ้าย เฉลี่ย 13.53 ± 2.04 มิลลิเมตรปรอท หลังจากนวด คลายกล้ามเนื้อและระบายน้ำเหลืองบริเวณใบหน้า ความดันตาด้านขวาเฉลี่ย 13.02 ± 1.58 มิลลิเมตร ปรอท และความดันตาซ้ายเฉลี่ย 12.09 ± 1.56 มิลลิเมตรปรอท (ตารางที่ 2)

เมื่อเปรียบเทียบผลของความดันลูกตา ก่อนและหลังนวดคลายกล้ามเนื้อและระบาย น้ำเหลืองบริเวณใบหน้า พบว่า ความดันตาขวา เฉลี่ยลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ 0.87 ± 1.43 มิลลิเมตรปรอท ($p=0.01$) และความดันตาซ้าย เฉลี่ยลดลง 0.63 ± 1.74 ($p=0.105$) (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 2 แสดงค่าความดันตาเฉลี่ยก่อน หลัง และค่าความแตกต่าง (หลัง-ก่อน)
ของการนวดคลายกล้ามเนื้อและระบายน้ำเหลืองบริเวณใบหน้า ของลูกตาแต่ละข้าง (n=22)

ลูกตา	ก่อน (มิลลิเมตรปรอท)	หลัง (มิลลิเมตรปรอท)	ค่าความแตกต่าง (หลัง-ก่อน, มิลลิเมตรปรอท)	ช่วงความเชื่อมั่น (95% CI)	p-value
ลูกตาขวา	13.89±1.94	13.02±1.58*	0.87±1.43	0.23 ถึง 1.50	0.01
ลูกตาซ้าย	13.53±2.04	12.09±1.56	0.63±1.74	-0.14 ถึง 1.40	0.105

หมายเหตุ: * $p < 0.05$

5.2 อภิปรายผล

การนวดคลายกล้ามเนื้อและระบายน้ำเหลืองบริเวณใบหน้า ทำให้ความดันตาลดลงเกร็งตัวลดลงของกล้ามเนื้อบริเวณใบหน้าและศีรษะ หากมีการหดเกร็งของกล้ามเนื้อเหล่านี้เป็นเวลานานจึงทำให้มีการบีบรัดของหลอดเลือดดำบริเวณลำคอ จึงส่งผลทำให้ส่งผลให้มีการเพิ่มแรงดันน้ำ (hydrostatic pressure) ในหลอดเลือดดำใหญ่บริเวณคอ เพิ่มสูงขึ้น ส่งผลให้หลอดเลือดดำรอบดวงตา และหลอดเลือดดำในชั้นของตาขาว เพิ่มขึ้นตาม จึงทำให้เกิดแรงต้านต่อการไหลออกของน้ำเลี้ยงลูกตา และส่งผลให้ความดันตาเพิ่มสูงขึ้น (Jasien et al., 2015; Teng et al., 2003) เมื่อกล้ามเนื้อบริเวณใบหน้าเกิดการคลายตัวลง ส่งผลให้ลดการบีบรัดของหลอดเลือดดำบริเวณใบหน้า ทำให้แรงดันภายในหลอดเลือดดำบริเวณใบหน้าลดลง และส่งผลให้ลดแรงต้านต่อการไหลออกของน้ำเลี้ยงลูกตา เป็นผลให้ความดันตาลดลง จากการศึกษาที่ผ่านมา Pandey และคณะ (2017) ศึกษาการรักษาความดันตาในผู้ป่วยต้อหินชนิดมุมตาเปิด ที่ไม่ใช้ยา จำนวน 12 คน โดยใช้เทคนิค Muscle energy technique (MET) และ การคลายกล้ามเนื้อและพังพืด (myofascial release) ซึ่งเทคนิคเป็นที่คลายความตึงตัวของกล้ามเนื้อและพังพืด โดยผู้วิจัยทำการ

ดลงบริเวณกล้ามเนื้อตาโดยตรง ใช้เวลา 30 นาทีต่อวัน 6 วันต่อสัปดาห์ รวมทั้งหมด 4 สัปดาห์ ผลการศึกษาพบว่า เทคนิค MET และ MFR สามารถลดความดันตาลงลง 3.1 ± 1.9 มิลลิเมตรปรอทอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p=0.002$) (Pandey et al., 2017) การศึกษานี้ให้เหตุผลว่าการลดความดันตาจากผลคล้ายกับการออกกำลังกายในลักษณะเบาถึงปานกลางที่จะช่วยลดความดันตาได้เช่นเดียวกัน และยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ Lam และ Chen ในปี 2007 ทำการศึกษาโดยใช้เครื่องนวดกล้ามเนื้อรอบดวงตา ในอาสาสมัคร 53 คน พบว่า หลังนวดด้วยเครื่องนวดตาระบบสั่นเครื่องวางบนเปลือกตาบนและล่าง เป็นเวลา 5 นาที นวดทั้งหมด 3 รอบ พบว่าหลังการนวดด้วยเครื่องนวดตาและวัดความดันตาทันทีพบว่าร้อยละ 76 ของอาสาสมัครมีความดันลดลงมากกว่า 1 มิลลิเมตรปรอท (mean +SD 3.73 ± 1.53 mmHg) (Lam & Chen, 2007) อย่างไรก็ตามผลดังกล่าวไม่สอดคล้องกับการศึกษาของ League และคณะ ที่ได้ศึกษาผลของการนวดตัวในลักษณะนอนคว่ำหน้าเป็นเวลา 30 นาทีเปรียบเทียบกับก่อนนวดตัวในท่านั่ง ในอาสาสมัคร 43 คน พบว่าหลังจากนวดตัวในท่านอนคว่ำหน้าในนาที่ที่ 5 ความดันตาเฉลี่ยสูงขึ้นถึง 5.39 มิลลิเมตรปรอท แต่จะกลับมาใกล้เคียงกับความดันตาเฉลี่ยตั้งต้น เมื่อหลังจากการนวดในท่านอนคว่ำ

หน้าผ่านไป 10 นาที แต่เป็นไปได้อย่างยิ่งว่า ผลของความดันตาที่เพิ่มภายหลังจากการนวดในท่านอนคว่ำนั้น ไม่ได้เกิดจากผลของการนวดแต่อย่างใด เนื่องจากมีการรายงานถึงการทรงท่าที่สามารถทำให้ความดันตาเพิ่มสูงขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งในท่านอน (League, 2008) ดังนั้น การเลือกท่าตั้งต้นของการนวดลดความดันตาควรคำนึงถึงกลไกการไหลของน้ำเลี้ยงลูกตาเป็นหลัก อีกทั้งมีรายงานวิจัยของ Yang และคณะ ในปี 2017 ถึงท่านั่งศีรษะตรง เปลี่ยนไปนอนหงาย 10 นาที ความดันตาจะเพิ่มขึ้นถึง 1.3 ± 2.7 มิลลิเมตรปรอท และในตาข้างปกติและ 1.8 ± 2.2 ในตาข้างที่เส้นประสาทตาขาดเลือด (Yang et al., 2017) ควรให้อาสาสมัครอยู่ในท่านั่ง ศีรษะตรง ไม่ควรใช้ท่านอนหงายหรือนอนคว่ำ เพราะในท่าดังกล่าวจะเป็นการเพิ่มแรงดันในส่วนอง ชันหลอดเลือดบริเวณในชั้นตาขาวซึ่งอาจจะทำให้ความดันตาสูงขึ้นได้ จากข้อมูลการศึกษานี้รวมถึงการศึกษาที่ผ่านมา ได้ยืนยันว่า ผลของการนวดใบหน้ามีผลดีต่อสุขภาพตา แต่ต้องพึงระวังไม่กดดวงตาโดยตรงเนื่องจากอาจกระทบกระเทือนต่อดวงตาได้

ถึงแม้ว่าการศึกษาวิจัยครั้งนี้พบว่า การนวดคลายกล้ามเนื้อและระบายน้ำเหลืองบริเวณใบหน้า เวลา 15 นาทีสามารถลดความดันตาในอาสาสมัครสุขภาพดีที่มีการใช้งานผ่านหน้าจอคอมพิวเตอร์มากกว่า 4 ชั่วโมงต่อวัน เมื่อวัดความดันตาหลังนวดในทันที แต่อย่างไรก็ตามการรักษาเพื่อลดความดันตาในการรักษาโรคต้อหิน ควรคำนึงถึงค่าความดันตาที่ลดลงให้ได้ถึงระดับการรักษา คือลดลงร้อยละ 20 หรือลดให้น้อยลงกว่า 24 มิลลิเมตรปรอท (Kass et al., 2002) ซึ่งการนวดในงานวิจัยนี้มีข้อจำกัด คือศึกษาในอาสาสมัคร

สุขภาพดีและศึกษาเฉพาะผลของการนวดทันที และผลการศึกษายังไม่สามารถลดความดันตาได้ถึงระดับที่ใช้ในการรักษา ดังนั้นในผู้ที่มีภาวะความดันตาสูง หรือต้อหิน จึงมีความจำเป็นต้องใช้ยา หรือการผ่าตัดเป็นการรักษาหลัก

6. สรุปและข้อเสนอแนะ

6.1 สรุป การนวดคลายกล้ามเนื้อและระบายน้ำเหลืองบริเวณใบหน้าเป็นเวลา 15 นาทีสามารถลดความดันตาได้ในอาสาสมัครสุขภาพดีที่ใช้งานผ่านหน้าจอคอมพิวเตอร์เป็นเวลานาน

6.2 ข้อเสนอแนะ การศึกษาครั้งนี้ เป็นเพียงการศึกษาเบื้องต้นในการพัฒนาการนวดซึ่งอาจใช้เป็นแนวทางป้องกันหรือเป็นการรักษาร่วมในผู้ที่ใช้สายตาเป็นระยะเวลานาน หรือในผู้ที่มีภาวะความดันตาสูงในอนาคต แต่อย่างไรก็ตามงานวิจัยครั้งนี้ยังมีข้อจำกัดหลายประการ การวิจัยในครั้งถัดไปควรทำการศึกษาเพิ่มเติม อาทิเช่น

6.2.1 เพิ่มจำนวนอาสาสมัคร

อีกทั้งควรมีกฎควบคุมและกลุ่มทดลอง

6.2.2 ควรศึกษาถึงระยะเวลาที่ใช้ นวดที่แตกต่างกันและท่าทางของอาสาสมัครในการนวด

6.2.3 ควรศึกษาของผลการคงอยู่ของการลดความดันตว่ามีระยะเวลานานเท่าใด

6.2.4 ควรเพิ่มเติมตัวชี้วัดเพื่อ ประเมินการคลายตัวของกล้ามเนื้อ หรือการเพิ่มขึ้นของการไหลเวียนเลือดรอบบริเวณใบหน้า และดวงตา เช่น ค่าความตึงตัวของกล้ามเนื้อ การวัดการทำงานของกล้ามเนื้อด้วยกระแสไฟฟ้า หรือภาพถ่ายอุณหภูมิของบริเวณที่นวด เป็นต้น

6.2.5 ควรควบคุมปัจจัยรบกวน
ต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง เช่น ความสว่าง อุณหภูมิ แรงที่
ใช้ในการนวด

7. เอกสารอ้างอิง

1. คุณาวุฒิ วรรณจักร, ยอดชาย บุญประกอบ,
รัตน์วดี ณ นคร, วิชัย อึ้งพินิจพงศ์.
(2553). ผลทันทีของการนวดแผนไทย
ต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิและการ
เคลื่อนไหวของมือในผู้ป่วยโรคหนังแข็ง:
การศึกษานำร่อง. *วารสารเทคนิค
การแพทย์และกายภาพบำบัด*, 22(1),
92-102. [https://he01.tci-
thaijo.org/index.php/ams/
article/view/66219/54169](https://he01.tci-thaijo.org/index.php/ams/article/view/66219/54169)
2. วณิชา ชื่นกรองแก้ว และ พัทธน์ เชี่ยววิทย์.
(2546). *ตำราประสาทจักษุวิทยา*.
มหาวิทยาลัยมหิดล. คณะ
แพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล. สถาบัน
เทคโนโลยีการศึกษาแพทยศาสตร์.
งานตำราวารสารและสิ่งพิมพ์
3. สิรินาฏ เมธาธราธิป, วิชัย อึ้งพินิจพงศ์,
อุไรวรรณ ชัชวาลย์. (2553). การศึกษา
นำร่องผลทันทีของการนวดหน้าแบบ
ประยุกต์ต่อการเปลี่ยนแปลงการ
ไหลเวียนโลหิต อุณหภูมิ และความ
ยืดหยุ่นของผิวหนังบริเวณใบหน้า.
*วารสารเทคนิคการแพทย์และ
กายภาพบำบัด*, 22(1), 63-70.
[https://he01.tci-thaijo.org/index.
php/ams/article/view/66216/54166](https://he01.tci-thaijo.org/index.php/ams/article/view/66216/54166)
4. Bengtsson, B., & Heijl, A. (2005). Diurnal
IOP fluctuation: not an
independent risk factor for
glaucomatous visual field loss in
high-risk ocular hypertension.
*Graefe's Archive for Clinical and
Experimental Ophthalmology*,
243(6), 513-8.
[https://doi.org/10.1007/s00417-
004-1103-8](https://doi.org/10.1007/s00417-004-1103-8)
5. Bergeå, B., Bodin, L., & Svedbergh,
B. (1999). Impact of intraocular
pressure regulation on visual fields
in open-angle glaucoma.
Ophthalmology, 106(5), 997-1004.
[https://doi.org/10.1016/S0161-
6420\(99\)00523-0](https://doi.org/10.1016/S0161-6420(99)00523-0)
6. García-Resúa, C., Pena-Verdeal, H.,
Miñones, M., Giraldez, M. J., &
Yebra-Pimentel, E. (2013).
Reliability of the non-contact
tono-pachymeter Tonopachy NT-
530P in healthy eyes. *Clinical and
Experimental Optometry*, 96, 286-
294. [https://doi.org/10.1111/
j.1444-0938.2012.00818.x](https://doi.org/10.1111/j.1444-0938.2012.00818.x)
7. Goel, M., Picciani, R. G., Lee, R. K., &
Bhattacharya, S. K. (2010). Aqueous
humor dynamics: A review. *The
Open Ophthalmology Journal*, 4,
52-9. [https://doi.org/10.2174/
1874364101004010052](https://doi.org/10.2174/1874364101004010052)

8. Jasien, J. V., Jonas, J. B., de Moraes, C. G., & Ritch, R. (2015). Intraocular pressure rise in subjects with and without glaucoma during four common yoga positions. *PLoS ONE*, 10(12). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0144505>
9. Jurch, S. E. (2009). *Clinical massage therapy: Assessment and treatment of orthopedic conditions*. New York: McGraw-Hill.
10. Kass, M. A., Heuer, D. K., Higginbotham, E. J., Johnson, C. A., Keltner, J. L., Miller, J. P., Parrish, R. K., Wilson, M. R., & Gordon, M. O. (2002). The Ocular Hypertension Treatment Study: A randomized trial determines that topical ocular hypotensive medication delays or prevents the onset of primary open-angle glaucoma. *Archives of Ophthalmology*, 120(6), 701–713; discussion 829-830. <https://doi.org/10.1001/archophth.120.6.701>
11. Kitazawa, Y., & Horie, T. (1975). Diurnal variation of intraocular pressure in primary open-angle glaucoma. *American Journal of Ophthalmology*, 79(4), 557–66. [https://doi.org/10.1016/0002-9394\(75\)90792-8](https://doi.org/10.1016/0002-9394(75)90792-8)
12. Lam, A. K. C., & Chen, D. (2007). Effect of ocular massage on intraocular pressure and corneal biomechanics. *Eye*, 21(9), 1245-1246. <https://doi.org/10.1038/sj.eye.6702928>; published online 6 July 2007
13. League, J. E. E., Rivera, J. A., & Leuenberger, E. U. (2008). The effect of body massage lying face down on intraocular pressure in normal eyes. *Philippine Journal of Ophthalmology*, 33(1), 27-29.
14. Leske, M. C., Heijl, A., Hussein, M., Bengtsson, B., Hyman, L., & Komaroff, E. (2003). Factors for glaucoma progression and the effect of treatment: The early manifest glaucoma trial. *Archives of Ophthalmology*, 121(1), 48–56. <https://doi.org/10.1001/archophth.121.1.48>
15. Malihi, M., & Sit, A. J. (2012). Effect of head and body position on intraocular pressure. *Ophthalmology*, 119(5), 987-91. <https://doi.org/10.1016/j.ophtha.2011.11.024>

16. Mittal, S. K., Mittal, S., Verma, P., Deepak, D., Jain, N., & Garg, N. (2014). A study showing influence of autonomic nervous activity and meditation on intra-ocular pressure. *Neuro-Ophthalmology & Visual Neuroscience*, 1(1), 1-7. <https://doi.org/10.12691/novn-1-1-1>
17. Moyer, C. A., Rounds, J., & Hannum, J. W. (2004). Meta-analysis of massage therapy research. *Psychological Bulletin*, 130(1), 3-18. <https://doi.org/10.1037/0033-2909.130.1.3>
18. Pandey, R., Samuel, A. J., Aranha, V. P., Pandey, A., & Narkeesh, K. (2017). Non-pharmacological therapies for primary open angle glaucoma: A quasi-experimental pilot study. *Saudi Journal of Ophthalmology*, 31(2), 95-8. <https://doi.org/10.1016/j.sjopt.2017.03.001>
19. Quigley, H. A., & Addicks, E. M. (1980). Chronic experimental glaucoma in primates. II. Effect of extended intraocular pressure elevation on optic nerve head and axonal transport. *Investigative Ophthalmology & Visual Science*, 19(2), 137-152.
20. Quigley, H. A., & Broman, A. T. (2006). The number of people with glaucoma worldwide in 2010 and 2020. *The British Journal of Ophthalmology*, 90(3), 262-7. <https://doi.org/10.1136/bjo.2005.081224>
21. Richter, H. O., Bänziger, T., Abdi, S., & Forsman, M. (2010). Stabilization of gaze: A relationship between ciliary muscle contraction and trapezius muscle activity. *Vision Research*, 50(23), 2559-2569. <https://doi.org/10.1016/j.visres.2010.08.021>
22. Ruderman, J. M., Jampol, L. M., & Krueger, D. M. (1988). Visual loss caused by subretinal hemorrhage and rupture of Bruch's membrane after digital ocular massage. *American Journal of Ophthalmology*, 106(4), 493-494. [https://doi.org/10.1016/0002-9394\(88\)90894-x](https://doi.org/10.1016/0002-9394(88)90894-x)
23. Saboo, U. S., Amparo, F., Shikari, H., & Dana, R. (2016). Prevalence of ocular hypertension and glaucoma in patients with chronic ocular graft-versus-host disease. *Graefes's Archive for Clinical and Experimental Ophthalmology*, 254(5), 923-928. <https://doi.org/10.1007/s00417-016-3312-3>

24. Shahidullah, M., Al-Malki, W. H., & Delamere, N. A. (2011). Mechanism of aqueous humor secretion, its regulation and relevance to glaucoma. *In Glaucoma-Basic and Clinical Concepts. IntechOpen*.
<https://doi.org/10.5772/26559>
25. Smith, M., Geffen, N., Alasbali, T., Buys, Y. M., & Trope, G. E. (2010). Digital ocular massage for hypertensive phase after Ahmed valve surgery. *Journal of Glaucoma, 19*(1), 11-4.
<https://doi.org/10.1097/IJG.0b013e31819c485b>
26. Teng, C., Gurses-Ozden, R., Liebmann, J. M., Tello, C., & Ritch, R. (2003). Effect of a tight necktie on intraocular pressure. *The British Journal of Ophthalmology, 87*(8), 946–8. <https://doi.org/10.1136/bjo.87.8.946>

การสำรวจและวิเคราะห์บริบทการจัดการสิ่งแวดล้อมสีเขียว ในเมืองนครราชสีมาโดยใช้กระบวนการ Urban Forestry Surveying and Analyzing Green Environmental Context in Nakhon Ratchasima City via Urban Forestry Approach

Received : May 3, 2022

Revised : May 13, 2022

Accepted : May 25, 2022

ศิริวัฒน์ สารเชตต์, สด.ด. (Siriwat Sarakhet, PH.D.)^{1*}

นิธิ ลิคนันท์, สด.ด. (Nithi Lisnund, PH.D.)²

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์: งานวิจัยนี้เป็นการสร้างเครื่องมือเพื่อจัดเก็บข้อมูลไม้ยืนต้นและพื้นที่สีเขียว กำหนดพื้นที่ศึกษา คือ เขตเมืองแก่นนครราชสีมา มีพื้นที่ 1,167 ไร่ 1 งาน 32 ตารางวา

วิธีการวิจัย: คณะผู้วิจัยทำการพัฒนาโปรแกรมประยุกต์ (Application) บนโทรศัพท์มือถือ ซึ่งมีชื่อว่า 4Rester มีความสามารถในการเก็บข้อมูล พิกัดไม้ยืนต้น ชนิดพันธุ์ ขนาด คุณภาพ รูปถ่ายใบ ลำต้น ดอกและผลไม้ เพื่อสร้างฐานข้อมูลแบบเปิด (Open Data) ผู้ใช้ทุกคนสามารถเก็บข้อมูล และเข้าสู่ข้อมูลได้จากโทรศัพท์มือถือ

ผลการวิจัย: พบไม้ยืนต้นในพื้นที่ศึกษาจำนวน 2,166 ต้น 29 ชนิดพันธุ์ คิดเป็น 1.85 ต้นต่อไร่ มีพื้นที่สีเขียว 9.54 ตารางเมตรต่อคน มีความหลากหลายของชนิดพันธุ์แต่ละชนิดไม่เกินร้อยละ 12 สามารถลดแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ได้ 0.34 ต้นต่อไร่ต่อปี และคิดเป็นไม้ยืนต้น 1 ต้นต่อประชากร 11.38 คน

ดังนั้นหากต้องการลดแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ให้ได้ตามข้อเสนอของสำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม พื้นที่สีเขียวเพื่อบริการ และพื้นที่สีเขียวเพื่อสิ่งแวดล้อมในเมืองควรช่วยลดแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ได้ไม่น้อยกว่า 1.2 ต้นต่อไร่ ซึ่งหมายความว่าจำเป็นต้องปลูกไม้ยืนต้นเพิ่มในเขตเมืองแก่นนครราชสีมา จำนวน 3,169 ต้น

คำสำคัญ: พื้นที่สีเขียว, ป่าในเมือง, ไม้ยืนต้น, ฐานข้อมูล

¹อาจารย์ประจำคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยวงษ์ชวลิตกุล

(Lecturer, Faculty of Architecture, Vongchavalitkul University)

²อาจารย์ประจำ โปรแกรมวิชาสถาปัตยกรรม คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา

(Lecturer, architecture program Faculty of Industrial Technology Nakhon Ratchasima Rajabhat University)

*ผู้เขียนหลัก (Corresponding author)

E-mail : siriwat_sar@vu.ac.th

Abstract

Objective: This study purpose was to develop mechanisms for storing perennial data and green spaces. The study area is Nakhon Ratchasima Old Town, which spans 1,167 Rai, 1 Ngan, and 32 square wah.

Methods: The researchers created 4Rester, a mobile phone application that can used to collect data, perennial coordinates, species, size, quality, leaf photos, stems, blossoms, and fruits in order to establish an open data database. Data can be stored and accessed by all users via mobile phones.

Findings: The study region has 2,166 perennials, 29 types of 1.85 trees per acre, and 9.54 square meters of green space per person. Each species represents less than 12% of the total number of species. The carbon dioxide gazelle can reduce CO₂ emissions by 0.34 tons per acre each year, which equates to one perennial for every 11.38 people.

According to the Office of Natural Resources and Environmental Policy and Planning's recommendations, carbon dioxide gazelles should be reduced. The Ministry of Natural Resources and Environment estimates that service green spaces and urban environmental green spaces in Nakhon Ratchasima Old Town should reduce carbon dioxide emissions by at least 1.2 tons per acre, implying that more perennial plants are required. Plants number 3,169.

Key Words: green environment, urban forest, perennial plant, open data

1. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

เป็นที่ทราบกันดีว่าการเพิ่มพื้นที่สีเขียวช่วยบรรเทาปัญหาสิ่งแวดล้อมของเมืองได้ โดยการศึกษาของ ญัฐ พิษกรรมและคณะ (2543) กล่าวว่า พื้นที่สีเขียวสามารถลดอุณหภูมิอากาศลงได้ ทั้งช่วงกลางวันและกลางคืนไม่ว่าจะอยู่ในช่วงเวลาใดก็ตาม เนื่องจากสอดคล้องกับปริมาณการคายน้ำสูงในช่วงบ่าย แสดงว่าพืชประเภทต่างๆ ที่เป็นองค์ประกอบในพื้นที่สีเขียวมีอิทธิพลช่วยลดอุณหภูมิอากาศลงได้ การเพิ่มพื้นที่ต้นไม้ใหญ่ปกคลุมและพื้นที่สนามหญ้าร้อยละ 10 จะช่วยลดอุณหภูมิอากาศลงได้ประมาณ 0.7-0.9 °C และประมาณ 0.3-0.7 °C ตามลำดับ นอกจากนี้ Chen

et al. (2016) กล่าวว่าพื้นที่สีเขียวที่ใหญ่ขึ้นเช่นป่าไม้และสวนสาธารณะในเมืองยังมีการลดลงของอนุภาคในอากาศพื้นที่ในเมืองที่มีความเข้มข้นของป่าไม้ในเมืองที่สูงขึ้นอย่างเป็นสัดส่วนอาจทำให้ได้สัมผัสกับคุณภาพอากาศที่ดีขึ้นในเรื่องของฝุ่นละอองในบรรยากาศที่ลดลง ในการใช้ที่ดินในเมืองและการวางแผนการคลุมดินการเพิ่มพื้นที่สีเขียวสามารถลดความเข้มข้นของมลพิษทางอากาศได้อย่างมีประสิทธิภาพ

อย่างไรก็ดีการปลูกต้นไม้และการเพิ่มพื้นที่สีเขียวในเมืองเพื่อแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อมหน่วยงานที่รับผิดชอบบริหารจัดการเมืองอาจมีแผนในการทำงานทุกปีก็จริงแต่ยังขาดระบบการ

เก็บข้อมูลที่ดีพอ เราจึงไม่อาจทราบได้ว่าต้นไม้ในเมืองกี่ต้น มีกี่ชนิดพันธุ์ อยู่ในพิกัดใด คุณภาพของต้นไม้เป็นอย่างไร และกระจายตัวอยู่ในเมืองอย่างไร ซึ่งข้อมูลเหล่านี้มีความจำเป็นต่อการวางแผนพัฒนาสิ่งแวดล้อมในเมืองเป็นอย่างมาก

การวิจัยนี้เป็นโครงการนำร่องเพื่อสร้างฐานข้อมูลของเมืองโดยมุ่งไปที่การสร้างชุดข้อมูลด้านสิ่งแวดล้อม ประกอบด้วย พื้นที่สาธารณะ พื้นที่สีเขียว และไม้ยืนต้น โดยมีขอบเขตพื้นที่ คือ เขตเมืองเก่า เทศบาลนครนครราชสีมา ในส่วนของการเก็บข้อมูลนั้น ผู้วิจัยจะทำการพัฒนาโปรแกรมประยุกต์บนโทรศัพท์มือถือ ซึ่งสามารถเก็บข้อมูลไม้ยืนต้น (ตำแหน่ง ขนาด และพันธุ์ไม้)

ซึ่งโปรแกรมประยุกต์ดังกล่าวจะถูกใช้เก็บข้อมูลโดยคณะผู้วิจัยในช่วงแรก และเผยแพร่ให้ประชาชนทั่วไปได้มีส่วนร่วมในการเก็บข้อมูลได้ด้วยในช่วงที่สอง เพื่อสร้างความร่วมมือและจิตสำนึกด้านสิ่งแวดล้อมให้กับคนในเมือง เมื่อเก็บข้อมูลแล้วข้อมูลทั้งหมดจะแสดงผลบนเว็บไซต์ของโครงการ โดยแสดงผลบนแผนที่ ตาราง แผนภูมิ หรือ Infographic เพื่อให้ข้อมูลสามารถเข้าใจได้ง่าย ข้อมูลที่ได้จากการวิจัยนี้สามารถนำไปใช้วิเคราะห์ร่วมกับข้อมูลด้านอื่นๆ เช่น ข้อมูลด้านปริมาณต้นไม้กับคุณภาพอากาศ สัดส่วนจำนวนต้นไม้ต่อคนประชากร สัดส่วนพื้นที่สาธารณะต่อประชากร เป็นต้น ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อการศึกษวิจัย และการวางแผนเพื่อพัฒนาเมืองในอนาคต

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

2.1 เพื่อสำรวจและวิเคราะห์บริบทการจัดการสิ่งแวดล้อมสีเขียวของเมืองและสังเคราะห์ศักยภาพ รูปแบบการจัดการของเมืองในมิติของการจัดการสิ่งแวดล้อมสีเขียว

2.2 เพื่อจัดเก็บและวิเคราะห์ข้อมูลพื้นที่สาธารณะและไม้ยืนต้นในเขตเทศบาลนครนครราชสีมาโดยใช้ โปรแกรมประยุกต์เป็นเครื่องมือ

2.3 เพื่อจัดทำฐานข้อมูลพื้นที่สาธารณะและไม้ยืนต้นในเขตเทศบาลนคร นครราชสีมา

3. วิธีดำเนินการวิจัย

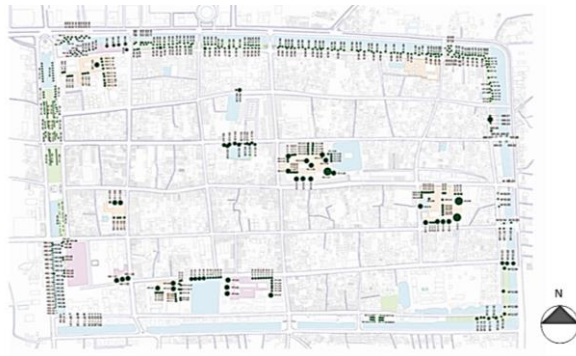
3.1 สำรวจพื้นที่ศึกษาเบื้องต้น

เป็นการสำรวจบริบทของไม้ยืนต้นในพื้นที่ศึกษาซึ่งในงานวิจัยนี้กำหนดบริเวณเขตเมืองเก่านครราชสีมา ลักษณะมีคูเมืองล้อมรอบขนาดพื้นที่รวม 1,167 ไร่ 1งาน 32 ตารางวา โดยใช้นักศึกษามหาวิทยาลัยวงษ์ชวลิตกุลและมหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา จำนวน 20 คน ดำเนินการสำรวจข้อมูล ไม้ยืนต้นทั้งหมดในเขตเมืองเก่านครราชสีมา เพื่อให้ได้มาซึ่ง จำนวนไม้ยืนต้น ชนิดพันธุ์ และพิกัดที่ตั้งเก็บข้อมูลพิกัดที่ตั้งและคุณลักษณะทั้งหมดลงบนแผนที่กระดาษแล้วไปบันทึกในโปรแกรมช่วยเขียนแบบคอมพิวเตอร์ (CAD) ส่วนข้อมูลคุณสมบัติอื่นๆ เก็บลงบนโปรแกรมตารางจัดการ (Spreadsheet)

จากการสำรวจพื้นที่ศึกษาเบื้องต้น พบไม้ยืนต้นในเขตเมืองเก่าเฉพาะที่อยู่ในพื้นที่สาธารณะทั้งสิ้นจำนวน 590 ต้น มี 19 ชนิดพันธุ์ ได้แก่ ตะแบก พิกุล ราชพฤกษ์ ไทร โพ แคนา มะขาม สารภี สัก หูกะจวง สะเดา ชี้เหล็ก ชงโค ทองกวาว ประดู่กิ่งอ่อน นนทรี จามจุรี และมะขาม ส่วนใหญ่

จะอยู่บริเวณริมคลองคูเมืองเก่าทั้งสี่ทิศ ริมสระโบราณภายในเมือง ได้แก่ สระแก้ว สระขวัญ และกระจุกตัวอยู่ในลานวัดสำคัญ ได้แก่ วัดกลางหรือวัดพระนารายณ์ วัดพายัพ วัดบูรพ์ และวัดบึง เป็นต้น ทั้งนี้พื้นที่ที่มีไม้ยืนต้นกระจุกตัวอยู่หนาแน่นและ

มีสายพันธุ์ที่หลากหลายได้แก่ บริเวณสวนภูมิรักษ์ริมคลองเมืองด้านทิศเหนือ ดังรูปที่ 1 และรูปที่ 2 และนำผลการสำรวจเบื้องต้นทดลองบันทึกในโปรแกรมตารางจัดการตาราง (spreadsheet) ดังแสดงในตารางที่ 1 เพื่อพัฒนาเครื่องมือการวิจัยต่อไป



รูปที่ 1 แผนที่แสดงตำแหน่งไม้ยืนต้นในพื้นที่ศึกษา



รูปที่ 2 แผนที่แสดงการสำรวจต้นไม้บนทางเท้าในเขตเมืองเก่านครราชสีมา

ตารางที่ 1 ตัวอย่างแสดงข้อมูลต้นไม้และสถานที่ตั้ง

รหัส	ชื่อ	ลักษณะต้นไม้	สถานที่ตั้ง
w1.1	ต้นตะแบก	รัศมีจากกึ่งกลาง 3.00เมตร สูง 6.00 เมตร	ทางเท้า ริมคูเมือง
w1.2	พิกุล	รัศมีจากกึ่งกลาง 3.00เมตร สูง 6.00 เมตร	ทางเท้า ริมคูเมือง
w1.3	พิกุล	รัศมีจากกึ่งกลาง 3.00เมตร สูง 6.00 เมตร	ทางเท้า ริมคูเมือง
w1.4	พิกุล	รัศมีจากกึ่งกลาง 3.00เมตร สูง 7.00 เมตร	ทางเท้า ริมคูเมือง
w1.5	พิกุล	รัศมีจากกึ่งกลาง 3.00เมตร สูง 7.00 เมตร	ทางเท้า ริมคูเมือง
w1.6	พิกุล	รัศมีจากกึ่งกลาง 3.00เมตร สูง 7.00 เมตร	ทางเท้า ริมคูเมือง
w1.7	พิกุล	รัศมีจากกึ่งกลาง 3.00เมตร สูง 6.00 เมตร	ทางเท้า ริมคูเมือง

3.2 การสำรวจความคิดเห็นของผู้มีส่วนได้ส่วนเสียจากการจัดการพื้นที่สีเขียวในเมืองนครราชสีมา

ผู้วิจัยได้ทำการสำรวจทัศนคติของประชาชนในเขตเมืองเก่านครราชสีมาต่อการจัดการพื้นที่สีเขียว โดยการสัมภาษณ์และใช้แบบสอบถาม มีประเด็นที่น่าสนใจ ดังนี้

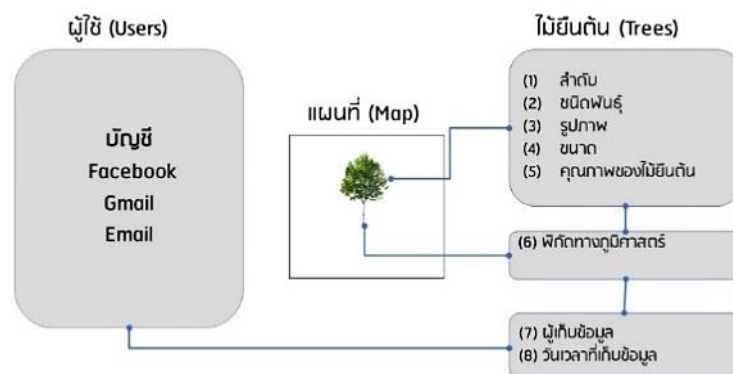
3.2.1 สวนภูมิรักษ์ เป็นพื้นที่สาธารณะในเมืองเก่า ที่มีต้นไม้ให้ความร่มรื่น มีบรรยากาศที่ดีที่สุด คิดเป็นร้อยละ 30.75 ลำดับที่สอง คือ ริมถนนพลแสน คิดเป็นร้อยละ 23.25 และลำดับที่สามคือ ลานวิจิตรกรรมท้าวสุรนารี คิดเป็นร้อยละ 15.25 โดยผู้ที่ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่คือประชาชนที่อาศัยอยู่ในเขตเทศบาล ที่มีความคุ้นเคยกับพื้นที่สาธารณะที่เลือก

3.2.2 วิธีการที่ผู้คนมีทัศนคติต่อการส่งเสริมความเขียวของเมืองเก่า ให้มีความสำคัญ เป็นลำดับแรกคือ การสร้างเครือข่ายในการร่วมมือประสานงาน แลกเปลี่ยนให้เกิดขึ้นในเรื่องความรู้ของต้นไม้ การสร้างความเขียวให้เกิดขึ้นในเมือง ลำดับที่สองคือ การรณรงค์ต้นไม้หน้าบ้าน และการติดป้ายบอกชื่อต้นไม้ เพื่อเป็นการสร้างความเขียวได้จากคนในบ้าน คนในชุมชนเองได้ และในขณะเดียวกัน ควรให้ความรู้ให้กับคนในเรื่องชื่อพันธุ์ต้นไม้

3.2.3 พื้นที่ลานย่าโม เป็นพื้นที่สำคัญของเมืองเก่าที่ผู้คนที่อาศัยในเขตเทศบาลนอกเขตเทศบาล หรือนอกจังหวัดนครราชสีมา

เลือกมาใช้พื้นที่มากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 40.75 รองลงมาเป็น สวนสาธารณะริมคูเมือง คิดเป็นร้อยละ 33.25

3.2.4 ในพื้นที่สาธารณะแต่ละแห่งประชาชนเลือกมาทำกิจกรรมใดมากที่สุด จะเป็นสิ่งที่บอกถึง หน้าที่ของพื้นที่สาธารณะแห่งนั้นได้เป็นอย่างดี ได้แก่ พื้นที่ลานย่าโม เป็นพื้นที่สำหรับการมากราบไหว้เป็นหลัก ในขณะเดียวกันก็เป็นสถานที่มาชมการแสดง มาร่วมงานสำคัญของเมืองเก่า พื้นที่สวนสาธารณะริมคูเมืองเป็นพื้นที่ในการออกกำลังกาย และที่นั่งเล่น เดินเล่น และยังพบอีกว่า พื้นที่ภายในวัดในเมืองเก่า ผู้คนเลือกมาทำกิจกรรมน้อยมาก มีบ้างที่ไปกราบพระและออกกำลังกาย



รูปที่ 3 แสดงแนวคิดในการออกแบบฐานข้อมูล

3.3 การออกแบบฐานข้อมูลและพัฒนาเครื่องมือวิจัย

3.3.1 การออกแบบฐานข้อมูล

คณะผู้วิจัยจึงทำการแบ่งข้อมูลออกเป็น 2 ชุดคือ

3.3.1.1 ข้อมูลผู้ใช้งาน

3.3.1.2 ข้อมูลไม้ยืนต้น

มีรายละเอียดดังนี้ 1) ข้อมูลผู้ใช้งาน ประกอบด้วยข้อมูลจากบัญชี Facebook บัญชี Gmail หรือ

บัญชีอีเมลของผู้ใช้ มีข้อมูลเกี่ยวกับ เพศ อายุ อาชีพ ที่อยู่ ความสนใจด้านต่างๆ เป็นต้น 2) ข้อมูลไม้ยืนต้น ประกอบด้วย

- เลขที่ของไม้ยืนต้น
- ชนิดพันธุ์ของไม้ยืนต้น
- อัตราการดูดซับแก๊ส

คาร์บอนไดออกไซด์และอัตราการปล่อยออกซิเจน

- รูปภาพไม้ยืนต้น ภาพรวมทั้งต้นภาพใบไม้ ดอกไม้ ผลไม้ และคุณภาพของไม้ยืนต้น

ข้อมูลได้ เมื่อกดเครื่องหมายบวก (+) หรือเพิ่มข้อมูล จะพบกับหน้าเพิ่มข้อมูล มีการถ่ายรูปไม้ยืนต้น ใบ ผลไม้หรือดอกไม้ กรอกข้อมูลชนิดพันธุ์ ขนาดความสูงและเส้นผ่านศูนย์กลาง พิกัดทาง

ภูมิศาสตร์สุขภาพของไม้ยืนต้นและข้อคิดเห็นต่างๆ เมื่อกรอกเสร็จสิ้นแล้วจะต้องทำการยืนยันข้อมูลเพื่อบันทึกลงบนแผนที่ในโปรแกรมประยุกต์ ซึ่งผู้ใช้ทุกคนสามารถเข้าสู่ข้อมูลไม้ยืนต้นได้ทันที



รูปที่ 5 ต้นแบบ (Prototype) ของแอปพลิเคชัน 4 Rester

จากแบบร่างซึ่งวาดขึ้นเบื้องต้นเพื่อกำหนดกรอบในการออกแบบ คณะผู้วิจัยดำเนินการ วางแนวคิดให้ใช้สีในโปรแกรมประยุกต์ เป็นสีเขียวร้อยละ 30 สีเขียวร้อยละ 60 และสีอื่นๆ ร้อยละ 10 ใช้สีเขียวเป็นสีหลัก

เนื่องจากสื่อถึงความเป็นธรรมชาติและต้นไม้ และสีขาวเป็นสีรอง และสีอื่นๆ เล็กน้อย เพื่อให้เกิดความเรียบง่ายไม่รกตา เข้าใจง่ายและง่ายต่อการใช้งานที่สุด และนำสู่การออกแบบแบบจำลอง (Mock-up) ที่ใกล้เคียงกับโปรแกรมประยุกต์ที่สมบูรณ์ที่สุด ดังรูปที่ 5



รูปที่ 6 แบบจำลอง (Mock-Up) โปรแกรมประยุกต์ 4 Rester

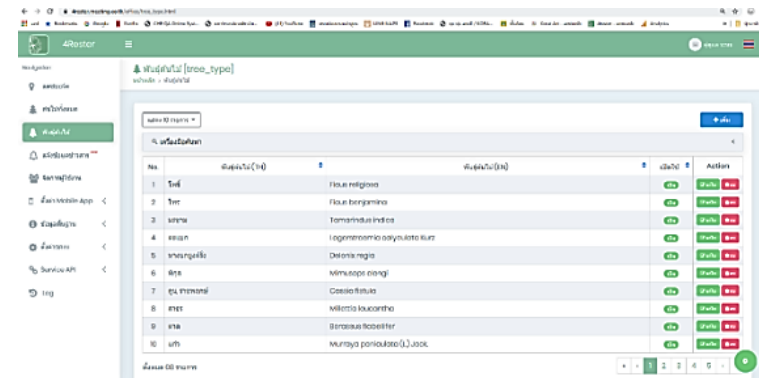
เมื่อผู้วิจัยทำการสร้างแบบจำลอง (Mock-up) แล้วเสร็จจึงทำงานร่วมกับโปรแกรมเมอร์เพื่อสร้างต้นแบบ (Prototype)

โดยทำการทดสอบกับผู้ใช้ หลายครั้งด้วยกัน เพื่อให้โปรแกรมประยุกต์สามารถใช้งานได้สะดวก รวดเร็ว มีความผิดพลาดน้อย และง่ายต่อการใช้งาน

งานกับทุกเพศทุกวัย ซึ่งได้ผลออกมาในรูปแบบที่ 6 เป็นต้นแบบ (Prototype) รุ่นสุดท้ายที่เริ่มทำงานคู่ขนานไปพร้อมกับการเก็บข้อมูลจริง

นอกจากที่ผู้วิจัยจะต้องพัฒนาโปรแกรมประยุกต์ 4Rester ที่แสดงผลบนโทรศัพท์มือถือ

แล้วจะต้องทำการออกแบบระบบฐานข้อมูลซึ่งสามารถแสดงผลบนเว็บไซต์ ทั้งนี้ยังเป็นระบบหลังบ้านที่มีเฉพาะผู้ดูแลระบบเท่านั้นที่เข้าถึงได้ ดังรูปที่ 7



รูปที่ 7 เว็บไซต์ผู้ดูแลระบบของโปรแกรมประยุกต์ 4 Rester

4. วิธีดำเนินการเก็บข้อมูล

เมื่อทำการพัฒนาโปรแกรมประยุกต์ 4Rester จนใช้งานได้สมบูรณ์แล้ว คณะผู้วิจัยดำเนินการเก็บข้อมูลในวันที่ 25-27 พฤษภาคม 2562 ใช้นักศึกษา จากมหาวิทยาลัยวงษ์ชวลิตกุล และมหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา จำนวน 12 คน เป็นผู้เก็บข้อมูล โดยให้นักศึกษาทำการติดตั้งโปรแกรมประยุกต์ลงบนโทรศัพท์มือถือของตนเอง จากนั้นคณะผู้วิจัยแนะนำวิธีใช้ วิธีการจำแนกพันธุ์ไม้ยืนต้น และวิธีการเก็บข้อมูลที่ต้อง มีการทดสอบการใช้งานและบันทึกข้อมูล จากนั้นจึงให้นักศึกษาดำเนินการโดยแบ่งพื้นที่รับผิดชอบเป็นส่วนๆ เบื้องต้นคาดว่าจะใช้เวลาประมาณ 7 วันจึงจะแล้วเสร็จ

จากการเก็บข้อมูลในพื้นที่ศึกษา เขตเมืองเก่านครราชสีมา ซึ่งมีพื้นที่ 1,167 ไร่ 1 งาน 85 ตารางวา โดยใช้โปรแกรมประยุกต์ 4Rester

ใช้เวลาทั้งสิ้น 3 วัน สามารถเก็บข้อมูลต้นไม้ได้ทั้งหมด 2,166 ต้น ได้พันธุ์ไม้ 29 ชนิด จะเห็นได้ว่าการใช้โปรแกรมประยุกต์ 4Rester ใช้เวลาน้อยกว่า และได้ข้อมูลที่ครบถ้วนกว่าขั้นตอนการสำรวจพื้นที่ศึกษาเบื้องต้นซึ่งใช้เวลาถึง 30 วัน เก็บข้อมูลต้นไม้ได้ 590 ต้น ได้พันธุ์ไม้ 19 ชนิด เท่านั้น

5. ผลการวิจัยและอภิปรายผล

5.1 ผลการวิจัย

คณะผู้วิจัยดำเนินการเก็บข้อมูลไม้ยืนต้น ในบริเวณ เขตเมืองเก่านครราชสีมา มีพื้นที่โดยรวมประมาณ 1,167 ไร่ 1 งาน 85 ตารางวา เก็บข้อมูลต้นไม้ได้ทั้งหมด 2,166 ต้น ได้พันธุ์ไม้ 29 ชนิด ส่วนใหญ่กระจายตัวอยู่บริเวณสวนสาธารณะริมคลองคูเมือง รอบบึงน้ำ และเขตวัดทั้งทั้ง 6 วัดในเขตเมืองเก่า ดังรูปที่ 8



รูปที่ 8 แผนที่แสดงตำแหน่งไม้ยืนต้นที่ถูกเก็บข้อมูลในพื้นที่ศึกษา

ตารางที่ 2 แสดงจำนวนไม้ยืนต้นทั้งหมดในพื้นที่ศึกษา จำแนกตามชนิดพันธุ์

ลำดับ	ชนิดพันธุ์	จำนวน (ต้น)
1	โพ	51
2	ไทร	58
3	มะขาม	90
4	ตะแบก	129
5	หางนกยูง	21
6	พิกุล	39
7	ราชพฤกษ์ (คูณ)	159
8	สาธร	8
9	ตาล	52
10	แก้ว	5
11	ตะโก	29
12	สัตตบรรณ	39
13	แค	19
14	แคนา	45
15	มะม่วง	22
16	มะพร้าว	27
17	หูกระจง	35
18	แคแสด	3
19	สะเดา	55
20	อื่นๆ	925
21	สนประดิพัทธ์	13
22	หูกวาง	62

ตารางที่ 2 แสดงจำนวนไม้ยืนต้นทั้งหมดในพื้นที่ศึกษา จำแนกตามชนิดพันธุ์ (ต่อ)

ลำดับ	ชนิดพันธุ์	จำนวน (ต้น)
23	ทองกวาว	1
24	ประดู่	90
25	จามจุรี	15
26	โอศกอินเดีย	98
27	ปาล์ม	27
28	มะฮอกกานี	40
29	นนทรี	9

จากข้อมูลจำนวนไม้ยืนต้นในพื้นที่ศึกษา พบว่า ราชพฤกษ์หรือคูณ เป็นชนิดพันธุ์ที่มีมากที่สุด คือ 159 ต้น อันดับที่ 2 คือ ตะแบก

จำนวน 129 ต้น อันดับที่ 3 โอศกอินเดีย 93 ต้น อันดับที่ 4 มะขาม และ ประดู่ ชนิดละ 90 ต้น เท่ากันและอันดับที่ 5 หูกวาง จำนวน 62 ต้น

ตารางที่ 3 แสดงชนิดพันธุ์ไม้ยืนต้นที่มีจำนวนมากที่สุด 5 อันดับแรก

อันดับที่	ชนิดพันธุ์	จำนวน (ต้น)
1	ราชพฤกษ์ (คูณ)	159
2	ตะแบก	129
3	โอศกอินเดีย	93
4	มะขาม / ประดู่	90/90
5	หูกวาง	62

5.2 การอภิปรายผล

ผู้วิจัยได้ใช้เกณฑ์ที่รวบรวมโดย สำนักนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม (สผ.) กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมเพื่อวิเคราะห์บริบทการจัดการสิ่งแวดล้อมสีเขียวในเมืองนครราชสีมา เปรียบเทียบกับข้อมูลที่ทำการศึกษา เพื่อให้ทราบถึงสถานการณ์ด้านสิ่งแวดล้อมในปัจจุบัน หาจุดเด่นจุดด้อยของการจัดการพื้นที่สีเขียว เพื่อกำหนดทิศทางการวางแผนการพัฒนาอย่างเป็นระบบ มีรายละเอียดดังนี้

5.2.1 อัตราส่วนพื้นที่สีเขียว ต่อ

จำนวนประชากร

เกณฑ์มาตรฐาน: อ้างอิงตามมาตรฐานของประเทศไทยและมาตรฐานของกรมโยธาธิการและผังเมือง (2545) ที่เคยมีการนำมาใช้ในหลายหน่วยงานเท่ากับ 16 ตารางเมตรต่อคนและ มาตรฐานขององค์การอนามัยโลก (World Health Organization) ที่กำหนดไว้ 9 ตารางเมตรต่อคน

พื้นที่ศึกษา : จากการวิเคราะห์จำนวนพื้นที่สีเขียวจากภาพถ่ายดาวเทียมในเขตเมืองเก่านครราชสีมาพื้นที่ 1,167 ไร่ พบว่า มีพื้นที่สีเขียวประมาณ 235,243 ตารางเมตร (147 ไร่) มีประชากรในเขตเมืองเก่านครราชสีมาทั้งสิ้น 24,652 คน ดังนั้นคิดเป็นอัตราส่วนพื้นที่สีเขียว ต่อ จำนวนประชากรเท่ากับ 9.54 ตารางเมตรต่อคน ซึ่งถือว่าไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานของ กรมโยธาธิการและผังเมือง (2545) ซึ่งต้องมีพื้นที่คิดเป็นอัตราส่วนพื้นที่สีเขียว คือ 16 ตารางเมตรต่อคน

5.2.2 พื้นที่สีเขียวที่มีความยั่งยืน

เกณฑ์มาตรฐาน: อ้างอิงจาก บุญวงศ์ ไทยอุดมสำร, เอกกรินทร์ อนุกุลยุทธธน, ปิติ กันตังกุล, วุฒิ หวังวรกุล, ปกรณ์ นิลประพันธ์, ลดาวัลย์ พวงจิตร, ...แอนนา เขียวขุ่ม (2547) กำหนดให้ต้นไม้ใหญ่หรือไม้ยืนต้นเป็นองค์ประกอบหลักของพื้นที่สีเขียว เนื่องจากไม้ยืนต้นมีอายุยืนนาน มีคุณค่าทางประวัติศาสตร์ทางจิตใจ และสามารถเสริมสร้างคุณค่าทางสิ่งแวดล้อมได้ดีกว่าไม้ล้มลุก

พื้นที่สีเขียวเพื่อบริการมีไม้ยืนต้นขนาดวัดโดยรอบไม่ต่ำกว่า 20 เซนติเมตร ไม่น้อยกว่า 16 ต้นต่อไร่ของพื้นที่สีเขียว

พื้นที่สีเขียวเพื่อสิ่งแวดล้อมมีไม้ยืนต้นขนาดวัดโดยรอบไม่ต่ำกว่า 20 เซนติเมตร ไม่น้อยกว่า 16 ต้นต่อไร่ของพื้นที่สีเขียว

พื้นที่สีเขียวเพื่อเศรษฐกิจชุมชนมีไม้ยืนต้นขนาดวัดโดยรอบไม่ต่ำกว่า 20 เซนติเมตร ไม่น้อยกว่า 16 ต้นต่อไร่ของพื้นที่สีเขียว

พื้นที่ศึกษา: หากพิจารณาทั้งพื้นที่ศึกษาเขตเมืองเก่านครราชสีมา ซึ่งมีสัดส่วนจำนวนไม้ยืนต้นต่อพื้นที่เมืองเท่ากับ 1.86 ต้นต่อไร่ จึงผ่านเกณฑ์พื้นที่สีเขียวเพื่อสิ่งแวดล้อม ซึ่งต้องมีไม้ยืนต้นขนาดวัดโดยรอบไม่ต่ำกว่า 20 เซนติเมตร ไม่น้อยกว่า 16 ต้นต่อไร่ของพื้นที่สีเขียว

5.2.3 ความสามารถของพื้นที่สีเขียวในการลดปริมาณแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์

เกณฑ์มาตรฐาน: อ้างอิง ดำรง ศรีพระราม, ลดาวัลย์ พวงจิตร, สาพิศ ดิลกสัมพันธ์, สкар ทีจันท์, นรินทร์ จำวงษ์, ละองดาว เถาว์พิมาย,และทิพวรรณ สังข์ทอง (2553) การศึกษาลักษณะของพรรณไม้และปริมาณการดูดซับแก๊สเรือนกระจกเพื่อปลูกป่าภายใต้กลไกการพัฒนาที่สะอาด ระบุว่า

พื้นที่สีเขียวเพื่อบริการและพื้นที่สีเขียวเพื่อสิ่งแวดล้อมช่วยลดแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ต้องไม่น้อยกว่า 1.2 ต้นต่อไร่ต่อปีหรือเพิ่มแก๊สออกซิเจนได้ไม่น้อยกว่า 0.9 ต้นต่อไร่ต่อปี

พื้นที่ศึกษา: จากการสำรวจพบไม้ยืนต้น 29 ชนิดพันธุ์ ซึ่งมีศักยภาพในการดูดซับแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ และปล่อยแก๊สออกซิเจนที่มีปริมาณแตกต่างกัน ซึ่งผู้วิจัยใช้มาตรฐานพื้นที่สีเขียวในเมืองและชนิดพันธุ์ไม้ที่เหมาะสมกับพื้นที่สีเขียว โครงการพัฒนาเมืองและชุมชนเพื่อมุ่งสู่สังคมคาร์บอนต่ำ งบประมาณปี 2557 เสนอต่อ สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมซึ่งจัดทำโดยมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี เป็นเกณฑ์ในการคำนวณ ดังนี้ (ตารางที่ 4)

ตารางที่ 4 แสดงจำนวนไม้ยืนต้นทั้งหมด จำแนกตามชนิดพันธุ์ อัตราการดูดซับแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ และอัตราการปล่อยแก๊สออกซิเจน

ลำดับ	ชนิดพันธุ์	จำนวน (ต้น)	อัตราการดูดซับ คาร์บอนไดออกไซด์ (CO ₂) ทั้งหมด (กก. / ปี)	อัตราการปล่อย ออกซิเจน (O ₂) ทั้งหมด (กก. / ปี)
1	โพ	51	872.1	632.4
2	ไทร	58	991.8	719.2
3	มะขาม	90	1539	1116
4	ตะแบก	129	4166.7	3031.5
5	หางนกยูง	21	359.1	260.4
6	พิกล	39	666.9	483.6
7	ราชพฤกษ์ (คูน)	159	5135.7	3736.5
8	สาธร	8	136.8	99.2
9	ตาล	52	889.2	644.8
10	แก้ว	5	85.5	62
11	ตะโก	29	495.9	359.6
12	สัตตบรรณ	39	943.8	682.5
13	แค	19	324.9	235.6
14	แคนา	45	769.5	558
15	มะม่วง	22	877.8	638
16	มะพร้าว	27	461.7	334.8
17	หูกระจง	35	598.5	434
18	แคแสด	3	51.3	37.2
19	สะเดา	55	1331	962.5
20	อื่นๆ	925	22385	16187.5
21	สนประดิพัทธ์	13	222.3	161.2
22	หูกวาง	62	2473.8	1798
23	ทองกวาว	1	17.1	12.4
24	ประดู่	90	1539	1116
25	จามจุรี	15	256.5	186
26	โอศกอินเดีย	98	1675.8	1215.2
27	ปาล์ม	27	653.4	472.5
28	มะฮอกกานี	40	380	276
29	นนทรี	9	153.9	111.6
รวม		2,166	50,454	36,564

พบว่าไม้ยืนต้นในพื้นที่ศึกษา (คิดเฉพาะพื้นที่สีเขียว 147 ไร่) จำนวน 2,166 ต้น ดูดซับคาร์บอนไดออกไซด์ได้ 0.43 ตันต่อไร่ต่อปี และเพิ่มแก๊สออกซิเจนได้ 0.31 ตันต่อไร่ต่อปี ซึ่งไม่ผ่านในเกณฑ์พื้นที่สีเขียวเพื่อบริการ และพื้นที่สีเขียวเพื่อสิ่งแวดล้อมคือช่วยลดแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ได้ไม่น้อยกว่า 1.2 ตันต่อไร่ต่อปี และเพิ่มแก๊สออกซิเจนได้ 0.9 ตันต่อไร่ต่อปี

จากการคำนวณข้างต้นพบว่าต้องลดแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ 0.86 ตันต่อไร่ต่อปี ในพื้นที่สีเขียว 147 ไร่ ดังนั้นจะต้องลดแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ทั้งหมด $0.86 \times 147 = 126.42$ ตันต่อปี หรือ 126,420 กิโลกรัม หากปลูกไม้ยืนต้นที่มีอัตราการลดแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์สูง และสูงมาก เช่น มะม่วง หูกวาง ราชพฤกษ์ เสลา อินทนิลและชงโค สามารถลดแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ได้ 39.9 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี ดังนั้นต้องปลูกไม้ยืนต้นเพิ่ม $126,420 / 39.9 = 3,169$ ต้น และต้องเพิ่มแก๊สออกซิเจน 0.66 ตันต่อไร่ต่อปี ในพื้นที่สีเขียว 147 ไร่ ดังนั้นจะต้องเพิ่มแก๊สออกซิเจนทั้งหมด $0.66 \times 147 = 97.02$ ตันต่อปี หรือ 97,020 กิโลกรัม หากปลูกไม้ยืนต้นที่มีอัตราการเพิ่มแก๊สออกซิเจนสูง และสูงมาก เช่น มะม่วง หูกวาง ราชพฤกษ์ เสลา อินทนิล และชงโค สามารถเพิ่มแก๊สออกซิเจนได้ 29 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี ดังนั้นต้องปลูกไม้ยืนต้นเพิ่ม $97,020 / 29 = 3,345$ ต้น

ดังนั้นหากต้องการผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำจะต้องปลูกต้นไม้เพิ่ม 3,345 ต้นในพื้นที่ศึกษา และควรพิจารณาปลูกไม้ยืนต้นที่มีศักยภาพในการลดปริมาณแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์และเพิ่มแก๊ส

ออกซิเจนสูงและสูงมาก ได้แก่ มะม่วง หูกวาง ราชพฤกษ์ เสลา อินทนิล และชงโค เป็นต้น

5.2.4 แนวคิดในการอนุรักษ์ความหลากหลายทางชีวภาพ

เกณฑ์มาตรฐาน: อ้างอิงจากการศึกษาของสำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม (2550) ชุมชนเมืองขนาดใหญ่ จะต้องมี

พื้นที่สีเขียวเพื่อบริการพื้นที่สีเขียวเพื่อสิ่งแวดล้อมและพื้นที่สีเขียวเพื่อเศรษฐกิจชุมชนจำนวนต้นไม้ในแต่ละชนิด (species) มีไม่เก็ยร้อยละ 10 ของจำนวนต้นไม้ทั้งหมด

พื้นที่สีเขียวบริเวณเส้นทางสัญจรมีจำนวนต้นไม้ในแต่ละชนิด (species) มีไม่เก็ยร้อยละ 25 ของจำนวนต้นไม้ทั้งหมด

จากข้อมูลจำนวนไม้ยืนต้นในพื้นที่ศึกษา หากไม่นับรวมชนิดอื่นๆ ที่ไม่มีข้อมูล พบว่า ราชพฤกษ์หรือคูณ เป็นชนิดพันธุ์ที่มีมากที่สุด คือ 159 ต้น อันดับที่ 2 คือ ตะแบก จำนวน 129 ต้น อันดับที่ 3 โอโศกอินเดีย 93 ต้น อันดับที่ 4 มะขาม และ ประดู่ ชนิดละ 90 ต้น อันดับที่ 5 หูกวาง จำนวน 62 ต้น แสดงให้เห็นว่าพันธุ์ไม้ยืนต้นที่มีจำนวนมากที่สุดคือ ราชพฤกษ์ คิดเป็น ร้อยละ 13 ส่วนรองลงมาคือ ตะแบก ร้อยละ 10 และอันดับที่ 3 คือ โอโศกอินเดีย ดังนั้นจึงไม่ผ่านเกณฑ์พื้นที่สีเขียวเพื่อบริการและพื้นที่สีเขียวเพื่อสิ่งแวดล้อมและพื้นที่สีเขียวเพื่อเศรษฐกิจชุมชน คือไม่เก็ยร้อยละ 10 แต่ผ่านเกณฑ์ด้านพื้นที่สีเขียวเพื่อทางสัญจร คือมีจำนวนไม้ยืนต้นแต่ละชนิดไม่เก็ยร้อยละ 25

5.2.5 สัดส่วนจำนวนไม้ยืนต้นต่อพื้นที่เมือง

หากนำข้อมูลมาวิเคราะห์จะพบว่าสัดส่วนจำนวนไม้ยืนต้นต่อพื้นที่สาธารณะ คือ

$$\begin{aligned} & \text{จำนวนไม้ยืนต้น (ตัน)/พื้นที่เมือง (ไร่)} \\ &= 2,166 / 1,167 \\ &= 1.86 \text{ ต้นต่อไร่} \end{aligned}$$

5.2.6 สัดส่วนไม้ยืนต้นต่อจำนวนประชากร

พื้นที่ในเขตเมืองแก่นนครราชสีมา มีจำนวนสิ่งปลูกสร้างทั้งหมด 6,163 หลังคาเรือน แต่เนื่องจากไม่มีข้อมูลจำนวนประชากรในเขตเมืองเก่า จึงใช้วิธีเฉลี่ยจำนวนผู้อยู่อาศัย 4 คน ต่อหลังคาเรือน จะคิดเป็น ผู้ที่อาศัยในเขตเมืองแก่นนครราชสีมาทั้งหมด 24,652 คน

เนื่องจากเขตพื้นที่ศึกษามีจำนวนไม้ยืนต้นทั้งหมด 2,166 ต้น ดังนั้นคิดเป็นสัดส่วนจำนวนต้นไม้ต่อประชากร เท่ากับ

$$\begin{aligned} & \text{จำนวนประชากร (คน)/จำนวนไม้ยืนต้น (ตัน)} \\ &= 24,652 / 2,166 \text{ คน} \\ &= 11.38 \end{aligned}$$

ดังนั้นในพื้นที่เขตเมืองแก่นนครราชสีมา มีสัดส่วน ไม้ยืนต้นหนึ่งต้น ต่อจำนวนประชากร 11.38 คน จากการเก็บรวบรวมข้อมูล และวิเคราะห์ข้อมูลเทียบกับเกณฑ์ด้านสิ่งแวดล้อมด้านต่างๆแล้วผู้วิจัยสามารถนำมาสรุปเป็นแนวทางสำหรับการพัฒนาพื้นที่สีเขียวในเขตเมืองแก่นนครราชสีมาได้ดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 สถานการณ์ปัจจุบันเป้าหมายในอนาคตและแนวทางการพัฒนาพื้นที่สีเขียวในเมืองนครราชสีมา

ลำดับ	สถานการณ์ปัจจุบัน	เป้าหมายในอนาคต	แนวทางการพัฒนา
1	สัดส่วนสัดส่วนพื้นที่สีเขียว ต่อจำนวนประชากร 9.54 ตารางเมตรต่อคน	16 ตารางเมตรต่อคน	เพิ่มพื้นที่สีเขียว 159,189 ตารางเมตร (ประมาณ 100 ไร่)
2	พื้นที่สีเขียวที่มีความยั่งยืน	เพิ่มไม้ยืนต้น เป็น 4.72 ต้นต่อไร่ รวม 5,511 ต้น	ปลูกไม้ยืนต้นริมทางเท้า หรือเกาะกลางถนน อาจปลูกไม้ล้มลุกที่มีขนาดใหญ่แล้ว และปลูกจากต้นกล้าในพื้นที่ที่ไม่ใช่ทางเดินหลัก
3	ความสามารถของพื้นที่สีเขียวในการลดปริมาณแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์	เพิ่มพื้นที่สีเขียวป่าในเมืองแบบริ้วยาว (Linear Urban Forest) เป็นทางฉนวนสีเขียว (Green Corridor)	ปลูกไม้ยืนต้นเพิ่มบริเวณริมถนนสายต่างๆ ในเมืองที่มีความกว้างเพียงพอ เพื่อให้ไม้ยืนต้นกระจายตัวทั่วเมือง

ตารางที่ 5 สถานการณ์ปัจจุบันเป้าหมายในอนาคตและแนวทางการพัฒนาพื้นที่สีเขียว
ในเมืองนครราชสีมา (ต่อ)

ลำดับ	สถานการณ์ปัจจุบัน	เป้าหมายในอนาคต	แนวทางการพัฒนา
4	แนวคิดในการอนุรักษ์ความหลากหลายทางชีวภาพ	เพิ่มความหลากหลายโดยการปลูกต้นไม้ชนิดอื่นๆเพิ่ม เพื่อให้สัดส่วนจำนวนต้นราชพฤกษ์ลดลงต่ำกว่าร้อยละ 10	การปลูกต้นไม้ชนิดอื่นๆเพิ่ม ได้แก่ ประดู่ กิ่งอ่อน สารภี มะม่วง นนทรี เป็นต้น และควบคุมจำนวนไม่ให้แต่ละชนิดจำนวนเกินร้อยละ 10
5	สัดส่วนจำนวนไม้ยืนต้นต่อพื้นที่เมือง	ควรเพิ่มจำนวนไม้ยืนต้นเป็น 4.72 ต้นต่อไร่ เท่ากับ 5,511 ต้น	ปลูกไม้ยืนต้นริมทางสัญจร ทางเท้า เกาะกลางถนน หรือบริเวณลานคอนกรีตขนาดใหญ่ เพื่อช่วยลดความร้อนที่เกิดขึ้นภายในเมือง
6	สัดส่วนจำนวนต้นไม้ต่อจำนวนประชากรไม้ยืนต้นหนึ่งต้นต่อจำนวนประชากร 11.38 คน	ไม้ยืนต้น 1 ต้นต่อประชากร 4.47 คน	ควรสนับสนุนให้ประชาชนปลูกไม้ยืนต้นเพิ่มในที่ดินของตนเอง อาจใช้กลยุทธ์ทางภาษี การลดภาษีสำหรับบ้านเรือนที่มีไม้ยืนต้นขนาดใหญ่

6. ข้อเสนอแนะ

6.1 การวิจัยครั้งนี้เป็นการทำงานเฉพาะพื้นที่ศึกษาซึ่งเป็นเพียงส่วนหนึ่งของเมืองนครราชสีมา ดังนั้นหากต้องการฐานข้อมูลที่แม่นยำมากขึ้นควรขยายเขตของการสำรวจและเก็บข้อมูลให้ครอบคลุมเขตเทศบาลนครนครราชสีมาซึ่งมีพื้นที่ 23,430 ไร่

6.2 เครื่องมือวิจัย โปรแกรมประยุกต์ 4Rester จำเป็นต้องมีการพัฒนาให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้นทั้งด้านความสะดวกต่อการใช้งาน และการพัฒนาระบบเครือข่ายให้มีเสถียรภาพมากขึ้นเนื่องจากจะมีขนาดข้อมูลที่ขยายมากขึ้นในอนาคต

6.3 ควรมีการสำรวจจากมุมมองบนอากาศ โดยใช้อากาศยานไร้คนขับ (UAV) หรือ โดรน ควบคู่ไปกับการสำรวจด้วย โปรแกรมประยุกต์ 4Rester เนื่องจากมีความรวดเร็วกว่า

และสามารถยืนยันความถูกต้องได้ทั้งสองแหล่งข้อมูล

7. เอกสารอ้างอิง

- กรมโยธาธิการและผังเมือง สำนักผังเมือง กรุงเทพมหานคร. (2545ก). หน้า 16 *เกณฑ์และมาตรฐานผังเมืองรวม พ.ศ. 2549*. สืบค้นวันที่ 15 เมษายน 2565 จาก http://subsites.dpt.go.th/edocument/images/pdf/sd_urban2std_plan.pdf
- กรมโยธาธิการและผังเมือง สำนักผังเมือง กรุงเทพมหานคร. (2545ข). *มาตรฐานการวางผังเมือง*. สืบค้นวันที่ 15 เมษายน 2565 จาก <http://subsites.dpt.go.th/edocument/index.php/sd-urban/5-2017-04-03-03-01-02>.

3. ณัฐ พิษกรรม และ เกษม จันท์แก้ว. (2543).
โครงการการศึกษาผลของพื้นที่สีเขียวที่
มีต่อการลดอุณหภูมิอากาศใน
กรุงเทพมหานคร : รายงานวิจัยฉบับ
สมบูรณ์. กรุงเทพฯ: สำนักงานกองทุน
สนับสนุนการวิจัย.
4. ดำรง ศรีพระราม, ลดาวัลย์ พวงจิตร,
สาพิศ ดิลกสัมพันธ์, สดาร์ ทีจันติก,
นรินทร์ จำวงษ์, ละอองดาว เถาว์พิมาย,
และทิพวรรณ สังข์ทอง. (2553).
การศึกษาลักษณะของพรรณไม้ ปริมาณ
การดูดซับก๊าซเรือนกระจกและขนาด
พื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับโครงการกลไก
การพัฒนาที่สะอาดภาคป่าไม้: รายงาน
ฉบับสมบูรณ์. กรุงเทพฯ:
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ คณะ
วนศาสตร์ องค์การบริหารจัดการก๊าซ
เรือนกระจก (องค์การมหาชน).
5. นิธิ ลิศนันท์. (2559). การศึกษาศักยภาพของ
พื้นที่สาธารณะในเขตเมืองเก่า
นครราชสีมา: รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์.
มปท: สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริม
วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม.
6. บุญวงศ์ ไทยอุตสาหะ, เอกรินทร์ อนุกุลยุทธธน,
ปิติ กันตังกุล, วุฒิ หวังวัชรกุล, ปกรณ์
นิลประพันธ์, ลดาวัลย์ พวงจิตร, และ
แอนนา เขียวชอุ่ม. (2547). มาตรการใน
การเพิ่มและการจัดการพื้นที่สีเขียวใน
เขตชุมชนอย่างยั่งยืน: รายงานฉบับ
สมบูรณ์. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัย
เกษตรศาสตร์ คณะวนศาสตร์ ศูนย์วิจัย
ป่าไม้ สำนักนโยบายและแผน
ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม.
7. มณฑาทิพย์ โสมมีชัย. (2559). การคัดเลือกชนิด
ไม้และการจัดการต้นไม้ในเมือง.
(เอกสารประกอบคำบรรยาย) กรุงเทพฯ:
ภาควิชาวนวัฒนวิทยา คณะวนศาสตร์
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
8. สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากร ธรรมชาติ
และสิ่งแวดล้อม. (2559). คู่มือการ
พัฒนาเมืองและชุมชนสู่สังคมคาร์บอน
ต่ำ. กรุงเทพฯ: บริษัท เวิลด์ ปรี้น ‘
(ประเทศไทย) จำกัด.
9. Chen, J. et al. (2016). *International Center
for Ecology, Meteorology, and
Environment*. Nanjing, China:
University of Information Science
and Technology.

การลดผลกระทบจากค้อนน้ำด้วยถังลดความดัน

Reduction of Water Hammer Impact with Surge Tank

ประยงค์ กীরติอุไร, วศ.ด. (Prayong Keeratiurai, D.Eng.)^{1*}

ชีวินทร์ ลี้มศิริ, ปร.ด. (Cheevin Limsiri, Ph.D.)²

ปฏิกาน พรหมดี, วศ.บ. (Patiparn Promdee, B.Eng.)³

กฤษิพัฒน์ วิจิตรปัทมวงศ์, วศ.บ. (Puripapat Wijitprattamawong, B.Eng.)⁴

Received : April 8, 2022

Revised : May 6, 2022

Accepted : May 23, 2022

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์: เพื่อประเมินความแตกต่างของการลดผลกระทบจากค้อนน้ำ ด้วยการประยุกต์ใช้ถังลดความดันแบบที่มีและไม่มีแผ่นไดอะแฟรมยืดหยุ่น

วิธีการวิจัย: จำลองการเกิดค้อนน้ำด้วยปั้มน้ำขนาด 0.5 แรงม้า เฮดสูงสุด 20 เมตรและวาล์วควบคุมเพื่อปรับอัตราการไหล โดยส่งน้ำผ่านท่อเมนพีวีซี ขนาด ½ นิ้ว, ¾ นิ้ว, และ 1 นิ้ว ซึ่งมีความยาวท่อ 4 เมตร และเก็บผลการศึกษาโดยการวัดค่าความดันที่ถังลดความดันที่สร้างขึ้นเองด้วยท่อพีวีซี และเปรียบเทียบค่าความดันที่เกิดขึ้น ทั้งแบบที่มีและไม่มีแผ่นไดอะแฟรมยืดหยุ่น โดยถังลดความดันที่ทำการศึกษานี้ มีขนาด ½ นิ้ว, ¾ นิ้ว, 1 นิ้ว, 1.5 นิ้ว, และ 2 นิ้ว และความยาวของแต่ละขนาดคือ 50, 75, 100 เซนติเมตร

ผลการศึกษา: ประสิทธิภาพการลดความดันจากการเกิดค้อนน้ำเมื่อใช้ถังลดความดันอยู่ที่ 2%-5%, 7%-15%, และ 20%-40% สำหรับขนาดท่อ ½ นิ้ว, ¾ นิ้ว, และ 1 นิ้ว ตามลำดับ โดยประสิทธิภาพจะแปรผันตรงกับขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางและความยาวของถังลดความดันทั้งสองแบบ ซึ่งแผ่นไดอะแฟรมยืดหยุ่นสามารถลดความดันโดยมีประสิทธิภาพสูงกว่าไม่มีแผ่นไดอะแฟรมยืดหยุ่น 2%-7% และเนื่องจากขนาดของท่อส่งน้ำจะแปรผกผันกับค่าความดันที่เกิดขึ้นในระบบท่อ ดังนั้นขนาดของท่อเมนส่งน้ำหลักจึงมีผลต่อประสิทธิภาพการลดความดัน โดยท่อจ่ายน้ำหลักขนาด 1 นิ้ว, ¾ นิ้ว, และ ½ นิ้ว มีประสิทธิภาพการลดความดันน้ำอยู่ที่ 20%-55%, 7%-29% และ 2%-10% ตามลำดับ นอกจากนี้การออกแบบความยาวของถังลดความดัน โดยสนใจการสูญเสียพลังงานเนื่องจากแรงเสียดทานในท่อ จะทำให้ได้ค่าความยาวสูงสุดของถังลดความดันน้อยกว่ากรณีที่ไม่นับการสูญเสียพลังงานเนื่องจากแรงเสียดทานในท่อ

คำสำคัญ: ค้อนน้ำ, ถังลดความดัน

¹อาจารย์คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยวงษ์ชวลิตกุล จังหวัดนครราชสีมา

(Lecturer, Faculty of Engineering, Vongchavalitkul University, Nakhon Ratchasima Province)

²ผู้ช่วยศาสตราจารย์คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยวงษ์ชวลิตกุล จังหวัดนครราชสีมา

(Assistant Professor, Faculty of Engineering, Vongchavalitkul University, Nakhon Ratchasima Province)

³หมวดทางหลวงสีดา แขวงทางหลวงนครราชสีมาที่ 1 จังหวัดนครราชสีมา

(Sida Highway Depot, Nakhon Ratchasima 1 Highway District, Nakhon Ratchasima Province)

⁴สำนักชลประทานที่ 8 กรมชลประทาน อำเภอบูรี จังหวัดนครราชสีมา

(Regional Irrigation Office 8, Royal Irrigation Department, Khon Buri District, Nakhon Ratchasima Province)

*ผู้เขียนหลัก (Corresponding author)

E-mail: prayong_kee@vu.ac.th

Abstract

Objective: To evaluate the difference in reducing the impact of water hammer with the surge tank application with and without a flexible diaphragm.

Methods: The water hammer were simulated from 0.5 HP water pump, head maximum to 20 meters and control valve to adjust the flow rate. The water flowed through the PVC main pipes with ½ inch, ¾ inch, and 1 inch pipe sizes. The length of the PVC main pipe was 4 meters each. The study results were collected from pressure values at the surge tanks. The surge tanks were made out of PVC pipes. The pressure reduction values were compared in with and without the flexible diaphragm. The surge tanks studied were available in ½-inch, ¾-inch, 1-inch, 1.5-inch, and 2-inch sizes. The lengths of the surge tanks were 50, 75, 100 centimeters and were tested at each size of the surge tanks.

Results: The water hammer pressure reduction efficiencies were 2%-5%, 7%-15%, and 20%-40% for ½ inch, ¾ inch, and 1 inch pipe sizes, respectively. These efficiencies were directly proportional to the diameters and lengths of the surge tanks, both without and with flexible diaphragm. The flexible diaphragm could reduce the pressure with the higher efficiency of 2%-7% than the without flexible diaphragm. Because of the water supply pipe sizes were inversely proportional to the pressure generated in the pipe system. Therefore, the sizes of the main water supply pipes affect the efficiency of reducing pressure. The water pressure reduction efficiencies were 20%-55%, 7%-29%, and 2%-10% for 1 inch, ¾ inch, and ½ inch of the main water supply pipe sizes, respectively. In addition, the design of the surge tanks length that took into account the energy loss due to friction in the pipelines could achieves the less maximum length of the surge tank than to ignore the loss of energy due to friction in the pipe.

Keywords: water hammer, surge tank

1. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ค้อนน้ำ (water hammer) เป็นปรากฏการณ์ที่ความดันในท่อกมีการเปลี่ยนแปลงอย่างรุนแรงและฉับพลัน โดยมีความดันเพิ่มขึ้นและลดลงจากความดันเดิมในลักษณะเป็นคลื่นขึ้นลงที่สลับกันไปเป็นอนุกรมสาเหตุสำคัญที่ทำให้เกิดปรากฏการณ์ค้อนน้ำ ก็คือมีการเปลี่ยนแปลงความเร็วของการไหลหรืออัตราการไหลในท่ออย่างกะทันหัน เช่น การปิดประตูน้ำอย่างกะทันหัน เป็นต้น เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงของความเร็วในลักษณะดังกล่าวโมเมนตัมของของไหลจะถูกเปลี่ยนไปกลายเป็นแรงกระแทกบนประตุน้ำและบนผนังของท่อ แรงกระแทกที่เกิดขึ้นถ้าหากมีมากเกินไปความสามารถในการรับแรงของผนังท่อจะรับไว้ได้ก็จะทำให้ท่อระเบิดหรือทำให้ระบบท่อและอุปกรณ์เสียหายอย่างรุนแรงขึ้นได้ ระดับความเสียหายเนื่องจากปรากฏการณ์การเกิดค้อนน้ำนี้ขึ้นอยู่กับความแข็งแรงและความยืดหยุ่น (elasticity) ของท่อ (ชมรมวิศวกรออกแบบระบบสุขาภิบาล, 2559) หรือทำให้พวกข้อต่อต่างๆ รวมทั้งเส้นท่อที่แฉ่งสะบัดจากแรงกระแทกของค้อนน้ำเกิดการแตกร้าวและรั่วซึมจากการกระแทกที่สะสมซ้ำๆ เป็นเวลานาน และก่อความเสียหายให้กับชิ้นส่วนพวกวาล์วปิด-เปิดของตัวก๊อก หรือวาล์วน้ำต่างๆ ทำให้ปิดน้ำไม่อยู่ (SCG Brand, 2559) นอกจากปัญหาดังกล่าว นิพนธ์ ลักษณะอดิศร (2555) ยังได้กล่าวว่า การเปลี่ยนแปลงความเร็วของของไหลในเส้นท่ออย่างรวดเร็วนั้นจากการปิดวาล์วอย่างฉับพลันทันที หากเกิดปรากฏการณ์ค้อนน้ำอย่างรุนแรงจะทำให้อุปกรณ์ต่างๆ เช่น วาล์ว ปั๊มน้ำเสียหายได้ หรือหากรุนแรง

มากอาจจะทำให้ท่อแตก หรือระเบิดได้ ซึ่งการวิเคราะห์พฤติกรรมการเกิดค้อนน้ำมีสิ่งที่จะต้องพิจารณา 2 ปัจจัยคือคลื่นความดัน (pressure wave) ทำให้เกิดการเคลื่อนที่ผ่านน้ำด้วยความเร็วเสียง (speed of sound) หรือความเร็วโซนิก (sonic velocity) และการเปลี่ยนแปลงความดันที่เกิดขึ้นที่เป็นผลมาจากการเปลี่ยนแปลงความเร็วของปรากฏการณ์การเกิดค้อนน้ำ (กิริติ สิวัจกุล, 2545)

1.2 ทบทวนวรรณกรรม หลักการและทฤษฎี

กิริติ สิวัจกุล (2545) ได้กล่าวไว้ถึงการใช้อุปกรณ์ปรับความดัน ติดตั้งในท่อขนาดเล็กด้วยประตุน้ำและวาล์วซึ่งราคาสูง มีขายอยู่ในท้องตลาดและบางชนิดยอมให้เกิดการสูญเสียปริมาณน้ำส่วนหนึ่งระบายออกทิ้งเมื่อเกิดปรากฏการณ์ค้อนน้ำภายในท่อ เช่น ประตุน้ำลดความดัน (pressure-relief valves) เมื่อความดันในท่อบานขึ้นจะมีแรงดันน้ำดันประตุน้ำที่ต่อเชื่อมโยงกับสปริงให้มีการเปิดขึ้นโดยอัตโนมัติ, ประตุน้ำอากาศเข้า (air-inlet valves) เป็นประตุน้ำที่มีการเปิดได้อย่างอัตโนมัติ เมื่อความดันในท่อลดลงต่ำกว่าค่าที่ยอมให้ได้ ประตุน้ำนี้จะยอมให้อากาศจากภายนอกไหลเข้าไปในท่อได้ ซึ่งเป็นการป้องกันท่อแตกเมื่อความดันภายในท่อต่ำกว่าความดันบรรยากาศ, และประตุน้ำควบคุมความดัน (pressure regulating valves) จะติดตั้งอยู่ระหว่างระบบท่อที่มีความดันสูงกับความดันต่ำโดยยอมให้น้ำมีการไหลผ่านจากระบบท่อที่มีความดันสูงไปสู่ระบบท่อที่มีความดันต่ำกว่าเท่านั้น นอกจากนี้ยังมีถังลดความดัน (surge tanks) ซึ่งเป็นถังที่ติดตั้งในท่อขนาดใหญ่เพื่อลดความดันในท่อลงจากเกิดค้อนน้ำ ประโยชน์เพิ่มเติมของถังลดความดันนี้คือเป็น

ถึงจ่ายน้ำสำรองและช่วยลดความดันติดลบ (negative pressure) ในท่อถ้ามีการเปิดประตูน้ำทันทีทันใดได้ด้วย

การเปลี่ยนแปลงความดันภายในท่ออย่างทันทีทันใดเนื่องจากการเกิดค้อนน้ำภายในท่อจะทำให้เกิดแรงดันภายในท่อ ซึ่งตามกฎการ

เคลื่อนที่ข้อที่ 2 ของนิวตันจะพิจารณามวลน้ำทั้งหมดภายในท่อ (m) ที่มีการเปลี่ยนแปลงความเร็ว V ในอัตรา dv/dt สามารถหาขนาดแรงดันภายในท่อ (F) ได้โดยถ้าความเร็วของน้ำในท่อลดลงทันทีทันใดจนเป็น 0 ในช่วงเวลา dt เข้าใกล้ 0 หรือ V เข้าสู่อ 0 จะพบว่า

$$F = \frac{m(V_0 - 0)}{0} = \alpha \quad (1)$$

เมื่อ V_0 คือ ความเร็วของน้ำในท่อภายใต้การไหลปกติ

จะเห็นว่ากรณีที่ $V \rightarrow 0$ ในช่วง $dt \rightarrow 0$ จะเกิดแรงลัพธ์ (resulting force) ในท่อจำนวนมากมายมหาศาล หรือ $F = \infty$ ดังสมการ (1)

1.2.1 การวิเคราะห์เพื่อออกแบบความยาวของถังลดความดัน กรณีสนใจการสูญเสียพลังงานเนื่องจากแรงเสียดทานในท่อ ($h_f \neq 0$)

เมื่อมีการปิดประตูน้ำ (valve) อย่างทันทีทันใด ระดับน้ำในถังลดความ

ดันจะสูงขึ้น ($y+y_1$) จากนั้นก็จะมีระดับลดลง ($y-y_1$) และสูงขึ้นสลับกันไปจนกระทั่งถูกสลายพลังงานด้วยแรงเสียดทานของการไหลจนหยุดนิ่ง ดังนั้นเมื่อใช้สมการการเคลื่อนที่ตามกฎข้อที่ 2 ของนิวตันกับสภาพการไหลไม่คงที่ในเส้นท่อและในถังลดความดัน (unsteady flow) และ $F = PA$ โดยที่ $P = \gamma h$ จะได้ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วของน้ำในท่อ V กับความสูงชลศาสตร์ในถังลดความดัน y ดังสมการ (2)

$$V^2 = \frac{2gAD^2}{LA_s f^2} \left[1 - \frac{fA_s}{AD} y \right] - Ce^{-(fA_s/AD)y} \quad (2)$$

เมื่อให้ L คือ ความยาวท่อจากถังเก็บน้ำถึงที่ติดตั้งถังลดความดัน

f คือ แฟคเตอร์ความเสียดทานของท่อ

D คือ เส้นผ่านศูนย์กลางภายในท่อ

A คือ พื้นที่หน้าตัดท่อ

A_s คือ พื้นที่หน้าตัดของถังลดความดัน

C คือ ค่าคงที่

y คือ ความสูงชลศาสตร์ในถังลดความดันในขณะที่มีน้ำไหลปกติตามแนวเส้นระดับชลศาสตร์

y_{max} คือ ความสูงน้ำสูงสุดในถังลดความดัน ขณะเกิดปรากฏการณ์ค้อนน้ำ

ดังนั้น y_{max} จะเกิดขึ้นเมื่อประตูน้ำปิดทันทีทันใดในตอนแรก ทำให้ $V = 0$ ดังนั้น เมื่อแทนค่า $V = 0$ และ $y = y_{max}$ ในสมการ (2) จะสามารถคำนวณหา y_{max} ได้

1.2.2 การวิเคราะห์เพื่อออกแบบความยาวของถังลดความดัน กรณีไม่สนใจการสูญเสียพลังงานเนื่องจากแรงเสียดทานในท่อ ($h_f = 0$)

น้ำไหลออกจากถังเก็บน้ำผ่านท่อที่มีพื้นที่หน้าตัดท่อ A โดยที่ปลายทางออกติดตั้งถังลดความดันเป็นท่อดังที่มีพื้นที่หน้าตัด A_s ถ้าไม่มีการสูญเสียพลังงานเนื่องจากแรงเสียดทานในท่อ

เมื่อปิดประตูน้ำทันที V เข้าสู่ 0 และ $y = y_{\max}$ จะได้สมการวิเคราะห์เพื่อออกแบบความยาวของถังลดความดัน ดังสมการ (3)

$$y_{\max} = V_0 \sqrt{\left(\frac{A}{A_s}\right) \left(\frac{L}{g}\right)} \quad (3)$$

1.3 ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ปรีวัศส์ เอื้อนสะอาด วรารุช วุฒิวนิชย์ และจิระกานต์ ศิริวิชัยไมตรี (2555) ทำงานวิจัยเรื่องไฮดรอลิกแรม โดยเริ่มจากน้ำจากแหล่งน้ำไหลเข้าสู่ท่อรับน้ำไปยังเครื่อง ผ่านวาล์วทั้งน้ำจนความเร็วของการไหลเพิ่มสูงขึ้นทำให้เกิดแรงยกวาล์วทั้งน้ำให้ปิด ซึ่งการปิดวาล์วทั้งน้ำทำให้เกิดความดันจำนวนมากในตัวเครื่อง เรียกว่าปรากฏการณ์ Water Hammer ทำให้วาล์วทั้งน้ำกลับถูกยกขึ้น น้ำส่วนหนึ่งจะถูกอัดเข้าไปเก็บในถังแรงดันและเข้าสู่ท่อจ่ายน้ำขึ้นไปยังถังพักน้ำ มีข้อจำกัดหลายประการเช่น ต้องมีศักย์น้ำเหมาะสม อัตราการสูบน้ำจำกัด มีการสูญเสียโดยเปล่าประโยชน์สูง

ศิริเชษฐ์ กองแก้ว (2558) ทำงานวิจัยเรื่อง ปืนสูบน้ำอัตโนมัติโดยใช้พลังงานธรรมชาติจากน้ำ โดยอาศัยหลักการของค้อนน้ำ (water hammer) ในช่วงที่เกิดการเปลี่ยนแปลงสถานะเปิดปิดของวาล์วน้ำแบบกะทันหัน ทำให้เกิดแรงดันมาขับน้ำ ให้ไหลไปตามท่อได้ซึ่งพบว่ามีความสามารถสูบน้ำขึ้นที่สูงระยะ 6 เมตร ได้ 4.4 ลิตร/นาที่

มัชฌิมะ สิทธิโห (2557) จัดทำเอกสารจัดการความรู้ เพื่อให้สามารถทำปัมกระแทกน้ำขึ้นใช้ได้เอง โดยมีรายละเอียดของการ

ออกแบบปั้มกระแทกน้ำคือ ท่อขับน้ำใช้ท่อประปา กัลวาไนซ์ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง = 1 ¼ นิ้ว ยาว 16.8 เมตร, ท่อจ่ายน้ำใช้ท่อ PVC หรือสายยางขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง = ½ นิ้ว ยาว 168 เมตร, หม้ออัดอากาศทำจากท่อ PVC ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3 นิ้ว ยาว 11 นิ้ว, ปั้มกระแทกน้ำสามารถสูบน้ำขึ้นที่สูงวัดจากระดับที่ติดตั้งตัวปั้มถึงถังเก็บได้ 15 เมตร, ตำแหน่งที่ติดตั้งปั้มอยู่ต่ำกว่าระดับของแหล่งจ่ายน้ำลงมา 2.5 เมตร, อัตราการสูบน้ำของปั้มอยู่ที่ 2,180 ลิตรต่อวัน

สุนทร วงศ์เสน (2559) ศึกษาการทำงานของเครื่องสูบน้ำเปรียบเทียบกับถังแรงดันอากาศ 3 ขนาดคือ เส้นผ่านศูนย์กลาง 3 นิ้ว, เส้นผ่านศูนย์กลาง 4 นิ้ว, เส้นผ่านศูนย์กลาง 6 นิ้ว และความสูงของถังแหล่งจ่ายน้ำ 3 ระดับ คือ 0.5 เมตร, 1 เมตร, และ 1.5 เมตร ซึ่งผลการทดลองที่ความสูงของถังจ่ายน้ำ เข้าระบบ 0.5 เมตร ของขนาดถังอัดอากาศ เส้นผ่านศูนย์กลาง 3 นิ้ว สามารถส่งมวลน้ำขึ้นไปได้สูง 7 เมตร, ที่ขนาดถังอัดอากาศ เส้นผ่านศูนย์กลาง 4 นิ้ว สามารถส่งมวลน้ำขึ้นไปได้สูง 8.6 เมตร และที่ขนาดถังอัดอากาศ เส้นผ่านศูนย์กลาง 6 นิ้ว สามารถส่งมวลน้ำขึ้นไปได้สูง 12 เมตร แต่ได้ปริมาณน้ำลดลงตามลำดับ ในขณะที่ผลการทดลองที่ความสูงของถังจ่ายน้ำ เข้าระบบ 1 และ 1.5 เมตร ขนาดของ

ถึงอัดอากาศไม่มีผลต่อความสูงของการส่งน้ำ โดยสามารถส่งน้ำขึ้นไปได้สูงเท่ากับ 12 เมตร

พนิดา สีมารูธ (2564) ศึกษาผลของการเลือกใช้วาล์วน้ำล้นและวาล์วส่งน้ำต่อประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องตะบันน้ำ ที่ถูกจัดสร้างตามแบบของสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติในโครงการการผลิตและการใช้งานระบบสูบน้ำเชิงกลสำหรับชุมชน เพื่อใช้เป็นชุดสาธิตให้เกษตรกรโดยเลือกใช้ใช้ควาล์วสวิงใช้ควาล์วสปริงและวาล์วหัวกะโหลก เนื่องจากเป็นวาล์วที่เกษตรกรหาซื้อได้ง่ายมีขายตามท้องตลาดทั่วไปและราคาไม่แพง พบว่าการใช้ใช้ควาล์วสวิงเป็นทั้งวาล์วน้ำล้นและวาล์วส่งน้ำตามแบบของสวทช. ให้ค่าประสิทธิภาพสูงสุดเท่ากับ 53% สามารถส่งน้ำได้สูง 12.3 เมตร โดยสูบน้ำส่งได้ 6.66 ลิตรต่อนาทีที่มีอัตราของน้ำที่ล้นออก 14.56 ลิตรต่อนาทีแสดงว่าสามารถส่งน้ำได้ 31.38% ของน้ำที่ไหลเข้าเครื่องตะบัน ส่วนการใช้ใช้ควาล์วสวิงเป็นวาล์วน้ำล้นและวาล์วสปริงเป็นวาล์วส่งน้ำ ให้ค่าประสิทธิภาพการทำงานรองลงมาเท่ากับ 31% สามารถส่งน้ำได้สูง 9.5 เมตร โดยสูบน้ำส่งได้ 6.2 ลิตรต่อนาทีที่มีอัตราของน้ำที่ล้นออก 23 ลิตรต่อนาทีที่สามารถส่งน้ำได้ 21.23 % ของน้ำที่ไหล ส่วนการใช้วาล์วหัวกะโหลกเป็นวาล์วน้ำล้นพร้อมกับใช้ใช้ควาล์วสปริงเป็นวาล์วส่งน้ำจะได้ประสิทธิภาพเท่ากับต่ำที่สุดเพียง 17.95 %

จากประเด็นปัญหา หลักการเหตุผล การทบทวนวรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังที่กล่าว จึงเกิดเป็นที่มาของการทำงานวิจัยเรื่องนี้ เพื่อลดผลกระทบของการเกิดค้อนน้ำในระบบท่ออาคาร ด้วยการประยุกต์ใช้ถังลดความดัน แบบที่มีและไม่มีแผ่นไดอะแฟรมยืดหยุ่น ช่วยลดต้นทุน

ในการก่อสร้างและไม่เกิดการสูญเสียมวลน้ำระบายออกทิ้งเมื่อเกิดปรากฏการณ์ค้อนน้ำขึ้นภายในระบบท่อของอาคาร

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์หลักเพื่อประเมินความแตกต่างของการลดผลกระทบจากการเกิดค้อนน้ำ ด้วยการประยุกต์ใช้ถังลดความดันแบบที่มีและไม่มีแผ่นไดอะแฟรมแบบยืดหยุ่น (flexible diaphragm)

3. กรอบแนวคิดการวิจัย

3.1 แผ่นไดอะแฟรมแบบยืดหยุ่น (flexible diaphragm) ที่ใช้ในการศึกษานี้เพื่อแยกส่วนระหว่างน้ำกับอากาศโดยไม่ให้อากาศละลายลงไปในน้ำ ซึ่งจะทำได้จากยางลูกโป่ง และใส่ในถังลดความดัน เฉพาะแบบที่มี Flexible diaphragm โดยติดตั้งที่ตำแหน่ง $\frac{L}{3}$ จากปลายสุดของความยาวถังลดความดัน (วรวิทย์ อึ้งภากรณ์, 2541)

3.2 ขนาดของถังลดความดัน ที่ใช้ในการศึกษานี้จะมีขนาดอย่างน้อยเท่ากับขนาดของท่อเมน PVC ที่ใช้ในการส่งน้ำ ที่ถังลดความดันนี้ต่อเชื่อมอยู่ (Prayong Keeratiurai, 2013)

3.3 ประเมินการสูญเสียพลังงานทั้งหมดจากการคำนวณการสูญเสียหลัก (major loss) รวมกับการสูญเสียรอง (minor loss) ด้วยวิธี Darcy-Weisbach (Darcy, 1857; Weisbach, 1845; Glenn, 2002)

3.4 การศึกษาประสิทธิภาพในการลดความดันของถังลดความดันที่สร้างขึ้นจะพิจารณามบนสมมติฐานที่ว่าน้ำไหลในท่อภายใต้ความดันหรือเต็มหน้าตัดการไหล โดยเป็นการไหลแบบคงที่

(steady flow) และมีพฤติกรรมการไหลเป็นแบบปั่นป่วน (turbulent flow) โดยมีค่า Reynolds Number มากกว่า 4000

4. วิธีดำเนินการวิจัย

4.1 ระเบียบวิธีวิจัย

งานวิจัยนี้ศึกษาเกี่ยวกับการลดผลกระทบจากค้อนน้ำ ด้วยถังลดความดัน โดยมีระเบียบวิธีของการศึกษาคือ

4.1.1 ศึกษาวิจัยโดยการจำลองปรากฏการณ์การเกิดค้อนน้ำโดยใช้ปั๊มน้ำขนาด 0.5 แรงม้า และเฮดสูงสุด 20 เมตร และวาล์วควบคุมเพื่อปรับเปลี่ยนอัตราการไหลหรือความเร็วของการไหล โดยส่งน้ำผ่านท่อเมน PVC ที่มีขนาดท่อ ½ นิ้ว, ¾ นิ้ว, และ 1 นิ้ว ซึ่งมีความยาวท่อนำส่งน้ำ 4 เมตร และตรวจสอบลักษณะการไหลในเส้นท่อน้ำใต้ความดันซึ่งมีการไหลเต็มหน้าตัดการไหล และมีพฤติกรรมการไหลเป็นแบบปั่นป่วน (turbulent flow) โดยมีค่า Reynolds Number มากกว่า 4000

4.1.2 ศึกษาวิจัยจากการเก็บข้อมูลผลทดสอบการวัดค่าความดันที่ถังลดความดัน (surge tanks) ที่สร้างขึ้นเองโดยใช้ท่อ PVC ขึ้น

คุณภาพ 13.5 และประเมินผลกระทบจากความดันต่อถังลดความดัน ทั้งแบบที่มีและไม่มี Flexible diaphragm โดยถังลดความดันที่ทำการศึกษานี้ มีขนาด ½ นิ้ว, ¾ นิ้ว, 1 นิ้ว, 1.5 นิ้ว, และ 2 นิ้ว และความยาวของแต่ละขนาดของถังลดความดัน จะทำการศึกษาลดความดันที่ 3 ความยาวคือ 50, 75, 100 เซนติเมตร

4.1.3 เก็บข้อมูลผลกระทบจากค้อนน้ำ ที่ถังอัดความดันขนาดและความยาวต่างๆ ทั้งแบบที่มี Flexible diaphragm และไม่มี Flexible diaphragm

4.1.4 ประเมินความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของท่อเมนส่งน้ำหลักกับขนาดและความยาวต่างๆ ของถังลดความดันที่สร้างขึ้น

4.1.5 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างร้อยละที่สามารถลดความดันในระบบท่อส่งน้ำจากการเกิดค้อนน้ำกับขนาดและความยาวต่างๆ ของถังลดความดันที่สร้างขึ้น

4.2 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

คณะผู้วิจัยได้ทำการศึกษาวิธีการลดผลกระทบของการเกิดค้อนน้ำ จากถังลดความดันที่สร้างขึ้น ด้วยชุดทดสอบดังรูปที่ 1 โดยมีรายละเอียดของการดำเนินงานวิจัยดังนี้



รูปที่ 1 แบบจำลองชุดทดสอบผลกระทบจากการเกิดค้อนน้ำ ด้วยถังลดความดัน

4.2.1 เตรียมเครื่องสูบน้ำให้พร้อมใช้งานทั้งระบบไฟฟ้าและการกรอกน้ำไล่อากาศ พร้อมกับการเตรียมน้ำในถังเก็บน้ำสำรองให้เต็ม

4.2.2 เปิดปั๊มน้ำให้น้ำไหลเต็มระบบท่อ โดยที่ยังไม่ได้ติดตั้งถังลดความดัน

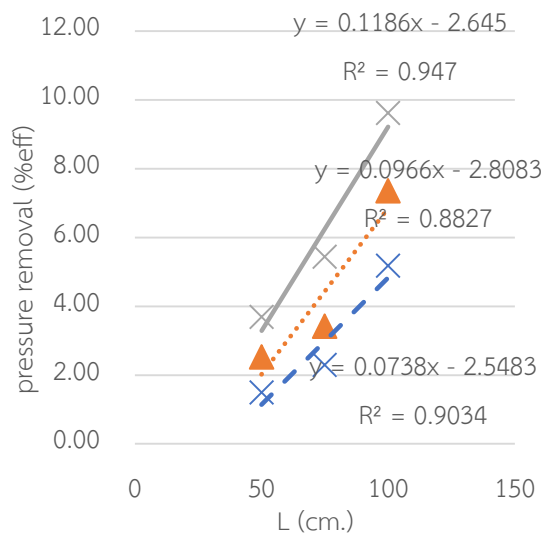
4.2.3 ปิดวาล์วตัวสุดท้ายอย่างกะทันหัน แล้วบันทึกค่า ความดันที่गेจวัดความดัน ซึ่งเกิดปรากฏการณ์ค้อนน้ำ

4.2.4 ติดตั้งโดยการเปลี่ยนสลับชุดทดสอบถังลดความดัน ทั้งแบบที่มีและไม่มี Flexible diaphragm ที่สร้างขึ้น ในระบบท่อก่อนถึงวาล์วตัวสุดท้าย ที่มีขนาดและความยาวตามที่กำหนด แล้วทำการทดลอง ตามข้อ 4.2.1-4.2.3 แล้วบันทึกค่าความดันที่วัดได้ โดยจำนวนค่าความดันที่บันทึกจะต้องมีค่าสัมประสิทธิ์ของการแปรปรวน (Coefficient of Variation: CV) ไม่เกินร้อยละ 5

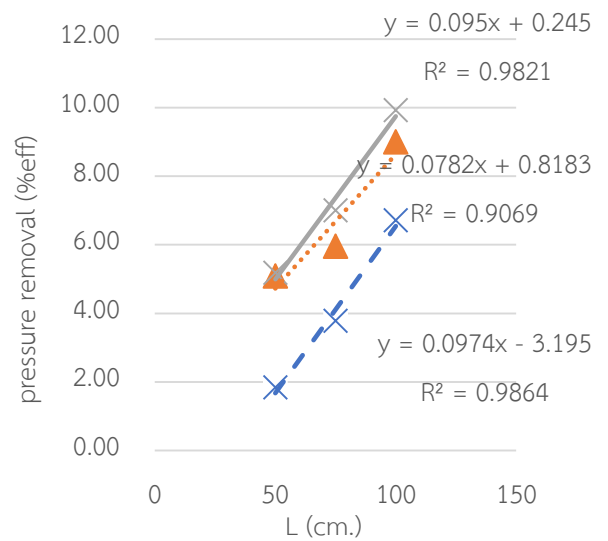
5. ผลการวิจัยและอภิปรายผล

5.1 ประสิทธิภาพการลดผลกระทบจากการเกิดค้อนน้ำ ด้วยถังลดความดัน

ผลการศึกษาการเกิดค้อนน้ำด้วยชุดทดสอบกรณียังไม่ได้ติดตั้งถังลดความดัน เมื่อปิดวาล์วตัวสุดท้ายอย่างกะทันหันสามารถอ่านค่าความดันจากगेจวัดความดันได้เท่ากับ 45 psi นั่นคือในระบบท่อก่อนจะมีความดันสูงขึ้นจากการเกิดสภาวะค้อนน้ำ 45 psi และเมื่อติดตั้งถังลดความดันที่สร้างขึ้นทั้งแบบที่มีและไม่มี flexible diaphragm โดยการเปลี่ยนสลับชุดทดสอบถังลดความดัน ในระบบท่อก่อนถึงวาล์วตัวสุดท้าย เมื่อทำการศึกษาโดยปิดวาล์วตัวสุดท้ายอย่างกะทันหันและอ่านค่าความดันจากगेจวัดความดัน จะทำให้สามารถประเมินประสิทธิภาพของการลดความดันด้วยถังลดความดันที่สร้างขึ้นได้ดังรูปที่ 2-4

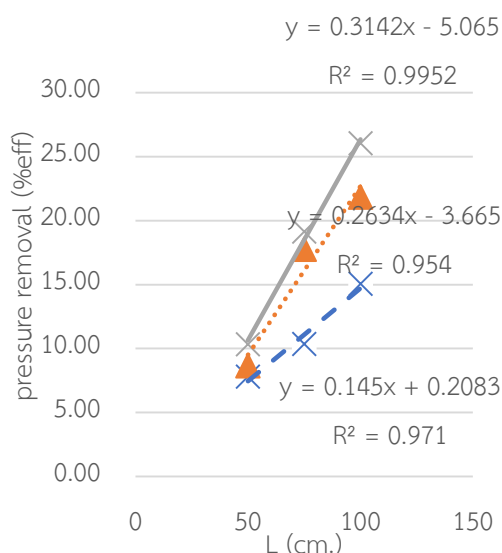


(a) แบบไม่มี Flexible diaphragm

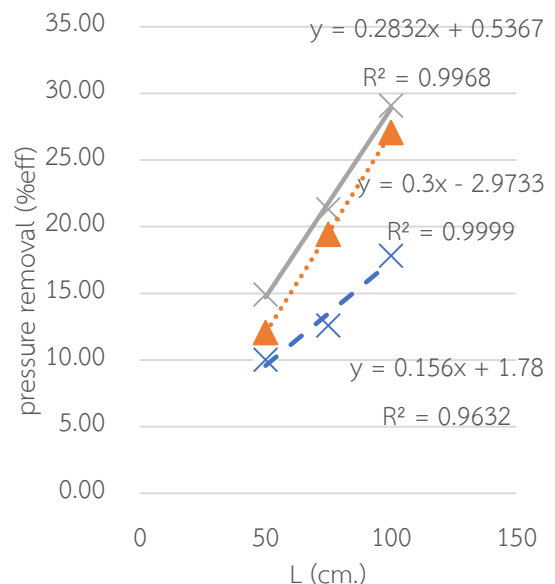


(b) แบบมี Flexible diaphragm

รูปที่ 2 ความสัมพันธ์ระหว่างร้อยละค่าความดันที่ลดได้กับความยาวของถังลดความดันที่มีขนาด 1/2, 3/4 และ 1 นิ้ว
แบบไม่มีและมี Flexible diaphragm กรณีที่ท่อนำส่งน้ำหลักขนาด 1/2 นิ้ว

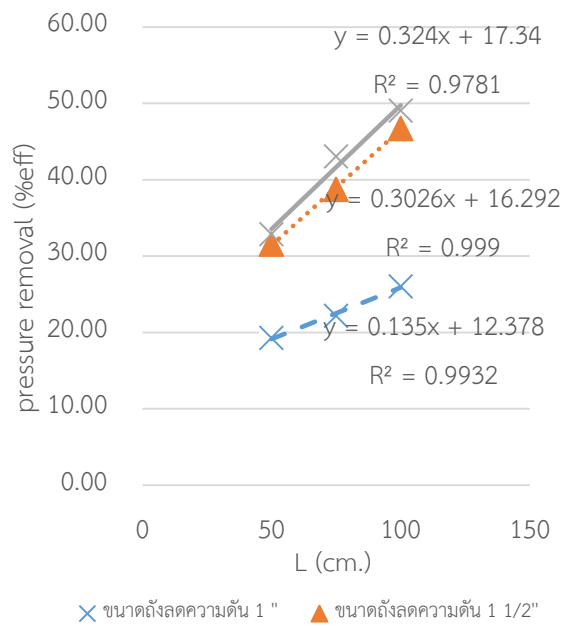


(a) แบบไม่มี Flexible diaphragm

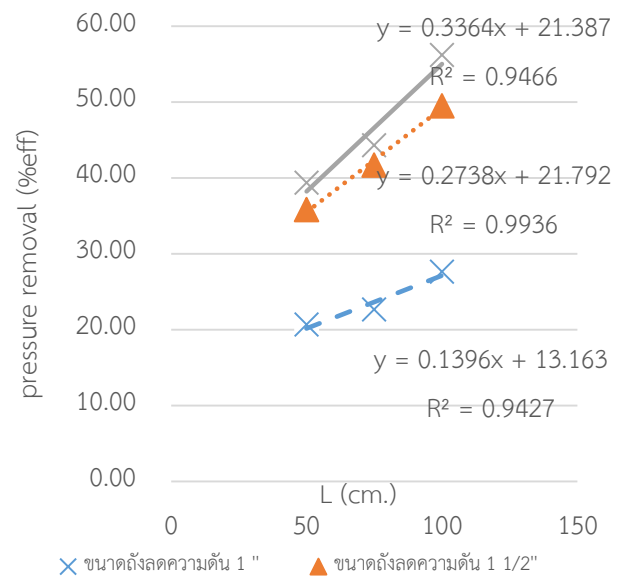


(b) แบบมี Flexible diaphragm

รูปที่ 3 ความสัมพันธ์ระหว่างร้อยละค่าความดันที่ลดได้กับความยาวของถังลดความดันที่มีขนาด 3/4, 1 และ 1.5 นิ้ว
แบบไม่มีและมี Flexible diaphragm กรณีใช้ท่อหลักขนาด 3/4 นิ้ว



(a) แบบไม่มี Flexible diaphragm



(b) แบบมี Flexible diaphragm

รูปที่ 4 ความสัมพันธ์ระหว่างร้อยละความดันที่ลดได้กับความยาวของถังลดความดันที่มีขนาด 1, 1.5 และ 2 นิ้ว แบบไม่มีและมี Flexible diaphragm กรณีใช้ท่อหลักขนาด 1 นิ้ว

จากรูปที่ 2-4 ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างร้อยละที่สามารถลดความดันในระบบท่อส่งน้ำจากการเกิดค้อนน้ำกับขนาดและความยาวต่างๆ ของถังลดความดันที่สร้างขึ้นกรณีใช้ท่อหลักขนาด 1/2 นิ้ว, 3/4 นิ้ว และ 1 นิ้ว ตามลำดับ พบว่าประสิทธิภาพในการลดความดันจากการเกิดค้อนน้ำจะแปรผันตรงกับขนาดของถังลดความดันทั้งแบบไม่มีและ มี Flexible diaphragm ซึ่งเส้นกราฟในรูปมีค่าความชันเป็นบวก นอกจากนี้ยังพบว่าความยาวของถังลดความดันนี้ก็แปรผันตรงกับประสิทธิภาพในการลดความดันจากการเกิดค้อนน้ำด้วยเช่นกัน และเมื่อพิจารณาเปรียบเทียบกันระหว่างรูป (a) กับรูป (b) จากรูปที่ 2-4 ที่ถังลดความดันขนาดเดียวกัน

จะเห็นได้ว่าประสิทธิภาพในการลดความดันของถังลดความดันแบบที่มี Flexible diaphragm จะสูงกว่าแบบที่ไม่มี Flexible diaphragm และเมื่อพิจารณาเปรียบเทียบกันระหว่างรูป จากรูปที่ 2-4 สามารถประเมินความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของท่อเมนส่งน้ำหลักกับขนาดและความยาวต่างๆ ของถังลดความดันที่สร้างขึ้นได้ว่า ขนาดของท่อเมนส่งน้ำหลักมีผลต่อประสิทธิภาพในการลดความดัน โดยการพิจารณาถังลดความดันที่มีขนาด 1 นิ้ว จะเห็นว่าขนาดของท่อเมนส่งน้ำหลักแปรผันตรงกับประสิทธิภาพในการลดความดัน โดยที่ท่อส่งน้ำหลักที่มีขนาดใหญ่จะทำให้ประสิทธิภาพในการลดผลกระทบจากการเกิดค้อนน้ำหรือประสิทธิภาพในการลดความดันของถังลดความดันที่ขนาดเดียวกันทั้งแบบที่ไม่มีและ มี Flexible diaphragm ดีขึ้นกว่าท่อส่งน้ำหลักที่มีขนาดเล็กกว่า

5.2 การเปรียบเทียบค่าความยาวสูงสุดของถังลดความดัน จากผลกระทบของการเกิดค้อนน้ำ กรณีที่คิดและไม่คิดแรงเสียดทานของระบบท่อ

การวิเคราะห์เพื่อออกแบบความยาวของถังลดความดัน กรณีสนใจการสูญเสียพลังงานเนื่องจากแรงเสียดทานในท่อ ($h_f \neq 0$) โดยประเมินการสูญเสียพลังงานทั้งหมดจากการคำนวณการสูญเสียหลัก (major loss) รวมกับการสูญเสียรอง (minor loss) ด้วยวิธี Darcy-

Weisbach จะได้ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วของน้ำในท่อ V กับความสูงชลศาสตร์ในถังลดความดัน y จากสมการ (2) ในขณะทำการวิเคราะห์เพื่อออกแบบความยาวของถังลดความดัน กรณีไม่สนใจการสูญเสียพลังงานเนื่องจากแรงเสียดทานในท่อ ($h_f = 0$) จะได้ความยาวของถังลดความดันจากสมการ (3) ซึ่งผลการวิเคราะห์เพื่อออกแบบความยาวของถังลดความดัน ทั้ง 2 กรณีจะได้ผลการคำนวณค่าความยาวสูงสุดของถังลดความดัน (y_{max}) ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการคำนวณค่าความยาวสูงสุดของถังลดความดันจากการเกิดค้อนน้ำ กรณีไม่คิดแรงเสียดทานของระบบท่อ และกรณีคิดแรงเสียดทานของระบบท่อ*

ขนาดท่อหลัก (นิ้ว)	ขนาดถังลดความดัน (นิ้ว)	y_{max} (cm)	ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความดัน (y) กับความยาวของถังลดความดัน (x)			
			สมการแบบ ไม่มี Flexible diaphragm	ความดัน (psi)	สมการแบบ มี Flexible diaphragm	ความดัน (psi)
1/2	1/2	225	$y = -0.0332x + 46.147$	38.677	$y = -0.0438x + 46.435$	36.58
		87*		43.259*		42.624*
	3/4	150	$y = -0.0434x + 46.258$	39.748	$y = -0.0352x + 44.633$	39.353
		37.7*		44.622*		43.306*
	1	113	$y = -0.0534x + 46.192$	40.158	$y = -0.0428x + 44.893$	40.057
		21*		45.071*		43.994*
3/4	3/4	108	$y = -0.0652x + 44.903$	37.861	$y = -0.0702x + 44.198$	36.616
		79.5*		39.720*		38.617*
	1	81	$y = -0.1186x + 46.655$	37.048	$y = -0.135x + 46.338$	35.403
		53*		40.369*		39.183*
	1.5	54	$y = -0.1414x + 47.278$	39.642	$y = -0.1274x + 44.755$	37.875
		23*		44.026*		41.825*
1	1	60	$y = -0.0608x + 39.433$	35.785	$y = -0.0628x + 39.073$	35.305
		54*		36.150*		35.682*
	1.5	40	$y = -0.1362x + 37.672$	32.224	$y = -0.1232x + 35.193$	30.265
		33*		33.177*		31.127*
	2	30	$y = -0.1458x + 37.195$	32.821	$y = -0.1514x + 35.378$	30.836
		24*		33.696*		31.744*

หมายเหตุ: *กรณีคิดแรงเสียดทานของระบบท่อ

จากตารางที่ 1 แสดงให้เห็นว่าเมื่อพิจารณาที่ค่าความยาวสูงสุดของถังลดความดัน (y_{max}) เดียวกัน จะพบว่า Flexible diaphragm มีผลในการช่วยลดความดัน หรือจากผลการศึกษาจะสามารถกล่าวได้อีกนัยหนึ่งว่าการออกแบบความยาวของถังลดความดัน โดยสนใจการสูญเสียพลังงานเนื่องจากแรงเสียดทานในท่อ ($h_f \neq 0$) จะทำให้ได้ค่าความยาวสูงสุดของถังลดความดัน (y_{max}) น้อยกว่ากรณีที่ไม่สนใจการสูญเสียพลังงานเนื่องจากแรงเสียดทานในท่อ ($h_f = 0$) และเมื่อพิจารณาที่ขนาดของถังลดความดันเดียวกัน จะพบว่าขนาดของท่อส่งน้ำหลักมีผลในการช่วยลดความดัน โดยขนาดท่อส่งน้ำหลักแปรผกผันกับค่าความดันที่เกิดขึ้นในระบบท่อ

5.3 อภิปรายผล

งานวิจัยนี้ทำให้เกิดนวัตกรรมในลักษณะถังลดความดัน เพื่อใช้สำหรับลดผลกระทบจากการเกิดคือน้ำ โดยการประยุกต์ใช้ถังลดความดันที่สร้างเอง พบว่ามีความสามารถในการทำงานไม่แตกต่างในการลดความดันจากการเกิดคือน้ำด้วยอุปกรณ์ที่มีขายอยู่ตามท้องตลาดแต่ราคาถูกกว่า ช่วยลดต้นทุนในการก่อสร้าง และไม่เกิดการสูญเสียมวลน้ำระบายออกทิ้งเมื่อเกิดปรากฏการณ์คือน้ำขึ้นภายในระบบท่อของอาคาร ในขณะที่การใช้ประตูลดความดัน (pressure-relief valves) นอกจากจะมีราคาที่สูงกว่าแล้ว ยังต้องยอมเสียน้ำส่วนหนึ่งระบายออกทิ้งเมื่อเกิดปรากฏการณ์คือน้ำภายในท่อ (กิริติ ลีวัจนกุล, 2545) ซึ่งการก่อสร้างอาคาร บ้านเรือนต่างๆ สามารถนำนวัตกรรมการประยุกต์ใช้ถังลดความดันที่ศึกษานี้ไปใช้งานได้โดยสอดคล้องกับแนวทางในการออกแบบระบบท่อภายในอาคาร (วรวิทย์ อึ้งภากรณ์, 2541; Prayong Keeratiurai, 2013)

นอกจากนี้การศึกษายังได้แสดงถึงขนาดและความยาวของถังลดความดันนี้ กรณีคิดแรงเสียดทานในระบบท่อ เพื่อลดผลกระทบจากคือน้ำ สอดคล้องกับ Prayong Keeratiurai (2013) ซึ่งได้กล่าวไว้ว่า ถังลดความดัน (surge tanks) ของระบบท่อน้ำภายในอาคารที่ต่อเชื่อมกันกับระบบจ่ายน้ำประปาของชุมชนในท้องถิ่นหรือแหล่งที่ใช้ น้ำ เพื่อลดผลกระทบจากการเกิดคือน้ำควรมีขนาดของท่อน้ำไม่น้อยกว่าหรือเท่ากับขนาดของท่อประปาที่ถังลดความดันต่อเชื่อมอยู่ โดยปกติในการก่อสร้างวางระบบท่อจริง จะเหลือพื้นที่ความสูงระหว่างฝ้าเพดานกับท้องพื้นชั้นบนที่ฝ้าเพดานปิดอยู่ไม่มากนัก ซึ่งการติดตั้งถังลดความดันนี้จำเป็นต้องติดตั้งโดยให้ถังลดความดันตั้งอยู่ในแนวตั้ง ดังนั้นขนาดของถังลดความดันที่ต่อเชื่อมกับท่อน้ำประปาจึงไม่ควรมีขนาดเล็กกว่า 1 นิ้ว และไม่ยาวจนเกินไป เพื่อให้มีปริมาตรอากาศในถังลดความดันเพียงพอสำหรับการลดผลกระทบจากคือน้ำ

6. สรุปผลการวิจัย

นวัตกรรมการลดผลกระทบจากคือน้ำด้วยถังลดความดัน มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบการลดผลกระทบจากการเกิดคือน้ำ ด้วยการประยุกต์ใช้ถังลดความดัน แบบที่มีและไม่มี Flexible diaphragm ซึ่งสามารถสรุปผลการศึกษาได้ว่า ประสิทธิภาพในการลดความดันจากการเกิดคือน้ำจะแปรผันตรงกับขนาดของถังลดความดันทั้งแบบไม่มีและ มี Flexible diaphragm และความยาวของถังลดความดันนี้ก็แปรผันตรงกับประสิทธิภาพในการลดความดันจากการเกิดคือน้ำด้วยเช่นกัน นอกจากนี้ยังสามารถสรุปผลการศึกษาได้อีกว่า Flexible diaphragm มีผล

ในการช่วยลดความดัน โดยประสิทธิภาพในการลดความดันของถังลดความดันแบบที่มี Flexible diaphragm จะสูงกว่าแบบที่ไม่มี Flexible diaphragm ในขณะที่ขนาดของท่อส่งน้ำหลักมีผลในการช่วยลดความดัน โดยขนาดท่อส่งน้ำหลักจะแปรผกผันกับค่าความดันที่เกิดขึ้นในระบบท่อ ดังนั้นขนาดของท่อเมนส่งน้ำหลักจึงมีผลต่อประสิทธิภาพในการลดความดัน โดยสรุปได้ว่าขนาดของท่อเมนส่งน้ำหลักแปรผันตรงกับประสิทธิภาพในการลดความดัน นอกจากนี้ผลการศึกษายังสามารถสรุปได้ว่าการออกแบบความยาวของถังลดความดัน โดยสนใจการสูญเสียพลังงานเนื่องจากแรงเสียดทานในท่อ จะทำให้ได้ค่าความยาวสูงสุดของถังลดความดัน (y_{max}) น้อยกว่ากรณีที่ไม่นับการสูญเสียพลังงานเนื่องจากแรงเสียดทานในท่อ

ดังนั้นนวัตกรรมการลดผลกระทบจากค้อนน้ำ ด้วยถังลดความดันที่สร้างขึ้นเองของการศึกษาวิจัยนี้ จึงมีประสิทธิภาพในการช่วยลดความดันที่เกิดขึ้นจากปรากฏการณ์การเกิดค้อนน้ำในระบบท่อจากการเปลี่ยนแปลงความเร็วการไหลของน้ำอย่างทันทีทันใด ซึ่งนอกจากจะไม่ทำให้เกิดการสูญเสียแล้ว ยังสามารถใช้ถังลดความดันนี้เป็นที่สำรองน้ำในระบบท่อ เพื่อเก็บน้ำไว้ใช้งานได้ส่วนหนึ่งอีกด้วย ซึ่งการก่อสร้างอาคาร บ้านเรือนต่างๆ สามารถนำนวัตกรรมการประยุกต์ใช้ถังลดความดันที่ศึกษาไปใช้งานได้

7. ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะในการนำผลการศึกษานี้ไปใช้ในการออกแบบระบบท่อคือ ถ้าท่อประปาที่ถังลดความดันต่อเชื่อมอยู่มีขนาดตั้งแต่ 1 นิ้วขึ้นไปขนาดของถังลดความดันที่ต่อเชื่อมควรมีขนาดไม่น้อยกว่าหรือเท่ากับขนาดของท่อประปาที่ถังลดความดันต่อเชื่อมอยู่ โดยควรมีความยาวอย่างน้อย 50 เซนติเมตรขึ้นไป ในขณะที่ถ้าท่อประปาที่จ่ายน้ำไปยังเครื่องสุขภัณฑ์ต่างๆในห้องน้ำหรือแหล่งที่ต้องการใช้น้ำมีขนาด $\frac{1}{2}$ นิ้ว และ $\frac{3}{4}$ นิ้ว การออกแบบระบบท่อแนะนำให้รวบระบบท่อลดความดันเพื่อลดผลกระทบจากค้อนน้ำ มาเป็นชุดเดียวกันโดยขนาดของถังลดความดันที่ต่อเชื่อมไม่ควรมีขนาดเล็กกว่า 1 นิ้ว และควรมีความยาวอย่างน้อย 30-50 เซนติเมตรขึ้นไป

8. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยเรื่องนวัตกรรมการลดผลกระทบจากการเกิดค้อนน้ำ ด้วยถังลดความดัน ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจากมหาวิทยาลัยวงษ์ชวลิตกุล และได้รับความช่วยเหลือจากอาจารย์ในสาขาวิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยวงษ์ชวลิตกุล ที่ได้กรุณาให้คำปรึกษา แนะนำและตรวจสอบการวิจัย ผู้วิจัยขอขอบคุณมหาวิทยาลัยวงษ์ชวลิตกุล และคณะวิศวกรรมศาสตร์เป็นอย่างสูง ที่สนับสนุนเงินทุนวิจัย อุปกรณ์ และสถานที่ ในการทำวิจัยนี้

9. เอกสารอ้างอิง

1. กิรติ สิวจินกุล. (2545). *วิศวกรรมชลศาสตร์* (พิมพ์ครั้งที่ 3). ปทุมธานี: สำนักพิมพ์ SPEC.
2. ชมรมวิศวกรออกแบบระบบสุขาภิบาล. (2559). *Water Hammer คืออะไร. สืบค้นเมื่อ* วันที่ 27 ธันวาคม 2562, จาก <https://www.facebook.com/1223496287678630/posts/1228820440479548>.
3. นิพนธ์ ลักษณะอดิสร. (2555). Water Hammer. *วารสาร TPA News*, (191), 52-53. สืบค้นเมื่อวันที่ 27 ธันวาคม 2562, จาก http://www.tpa.or.th/tpanews/upload/mag_content/62/ContentFile1154.pdf
4. พนิดา สีมารุช. (2564). ศึกษาผลของการเลือกใช้อัลลวบน้ำล้นและวาล์วส่งน้ำต่อประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องตะบันน้ำ. *การประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติ ครั้งที่ 26*. INF-07-(1-6). การประชุมรูปแบบออนไลน์: วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์ (วสท.) ร่วมกับ ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีเจ้าคุณทหารลาดกระบัง (สจล.).
5. มัชฌิมะ สิทธิโท. (2557). *การประยุกต์ใช้ปั๊มกระแทกน้ำเพื่อลดค่าใช้จ่ายด้านพลังงาน*. สืบค้นเมื่อวันที่ 4 ธันวาคม 2563, จาก http://kmlo.crma.ac.th/kmnew/wp-content/uploads/2018/05/km57_15.pdf
6. วรวิทย์ อึ้งภากรณ์. (2541). *การออกแบบระบบท่อภายในอาคาร*. กรุงเทพฯ: สมาคมวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย.
7. ปรีวิสัย เอื้อนสะอาด, วราวุธ วุฒินิษฐ์ และ จิระกานต์ ศิริวิญญูไมตรี. (2555). *การวิจัยและพัฒนาเครื่องตะบันน้ำแบบประหยัด* (ปริญญานิพนธ์ปริญญาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน. นครปฐม.
8. ศิริเชษฐ์ กองแก้ว. (2558). *ปั๊มสูบน้ำอัตโนมัติโดยใช้พลังงานธรรมชาติจากน้ำ* (รายงานผลการวิจัย). พระนครศรีอยุธยา: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ.
9. สุนทร วงศ์เสน. (2559). *การศึกษาประสิทธิภาพเครื่องตะบันน้ำ* (รายงานผลการวิจัย). กรุงเทพฯ: สถาบันวิจัย.
10. Darcy, H. (1857). *Recherches expérimentales relatives au mouvement de l'eau dans les tuyaux*. Paris: Mallet-Bachelier. 268 pages and atlas (in French).
11. Glenn, O. Brown. (2002). The History of the Darcy-Weisbach Equation for Pipe Flow Resistance. *Environmental and Water Resources History, Sessions at ASCE Civil Engineering Conference and Exposition 2002*, pp 34-43, DOI:10.1061/40650(2003)4

12. Prayong Keeratiurai. (2013). The Quality Management in the Building Sanitation. *European Journal of Scientific Research*, 112(3), 375-386.
13. SCG Brand. (2559). แก้ปัญหาเสียงดังในท่อประปาจากแรงดันน้ำ. สืบค้นเมื่อวันที่ 28 ธันวาคม 2562, จาก <https://th-th.facebook.com/SCGBrand/posts/916678408463491>
14. Weisbach, J. (1845). *Lehrbuch der Ingenieur- und Maschinen-Mechanik*, Vol. 1. Braunschweig: Theoretische Mechanik, Vieweg und Sohn. 535 pages (in German).

ตู้น้ำมันอัตโนมัติ

Automatic Fuel Dispenser Machine

กฤษฎา วิไลลักษณ์, วศ.ม. (Krisada Vilailak, M.Eng.)^{1*}

สุรีพร มีหอม, วศ.ด. (Sureporn Meehom, Ph.D.)²

ชมพู่ ทรัพย์ปทุมสิน, วศ.ด. (Chompoo Suppatoomsin, Ph.D.)³

นพดล โคตรพันธ์, วศ.ม. (Nopphadon Khodpun, M.Eng.)⁴

วิไลพร เงินบาท, วศ.ม. (Wilaiporn Ngermbath, M.Eng.)⁵

Received : April 18, 2022

Revised : May 10, 2022

Accepted : May 30, 2022

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์: เพื่อพัฒนาตู้น้ำมันอัตโนมัติโดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ในการควบคุมระบบจ่ายน้ำมันและระบบชำระเงิน ผ่านการแสดงผลหน้าจอ LCD เพื่อแก้ปัญหาความต้องการใช้น้ำมันในพื้นที่ชนบท

วิธีการวิจัย: ออกแบบและสร้างตู้น้ำมันอัตโนมัติโดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ในการควบคุมระบบจ่ายน้ำมันและระบบชำระเงินผ่านหน้าจอ LCD ได้ทำการทดสอบการจ่ายน้ำมัน 2 ชนิด ได้แก่ น้ำมันเบนซินชนิด A จำหน่ายราคาลิตรละ 20 บาท และน้ำมันเบนซินชนิด B จำหน่ายราคาลิตรละ 40 บาท โดยการทดสอบจ่ายน้ำมันแบ่งออกเป็นการชำระเงิน ด้วยธนบัตรใบละ 20 บาท 50 บาท และ 100 บาท จำนวนชนิดละ 10 ครั้ง วัดปริมาณน้ำมันที่จ่ายออกมาเปรียบเทียบกับค่าที่ถูกต้อง

ผลการวิจัย: จากการทดสอบพบว่า ค่าเฉลี่ยของการจ่ายน้ำมันของน้ำมันเบนซินชนิด A มีค่าเท่ากับ 1019.5, 2511.5 และ 5040.8 มิลลิลิตร และค่าความผิดพลาดของการจ่ายน้ำมันเฉลี่ย คิดเป็นร้อยละ 1.95, 0.53 และ 0.82 ตามลำดับ สำหรับค่าเฉลี่ยของการจ่ายน้ำมันของน้ำมันเบนซินชนิด B มีค่าเท่ากับ 509.3, 1259.3 และ 2564 มิลลิลิตร และค่าความผิดพลาดของการจ่ายน้ำมันเฉลี่ย คิดเป็นร้อยละ 1.86, 0.74 และ 2.56 ตามลำดับ ซึ่งค่าที่ได้จากการทดสอบมีค่าเป็นไปตามขอบเขตที่กำหนด สามารถนำไปพัฒนา ปรับปรุง กระบวนการและประยุกต์ใช้งานได้

คำสำคัญ: ตู้จ่ายน้ำมัน, ไมโครคอนโทรลเลอร์, เครื่องรับธนบัตร

^{1,3}ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยวงษ์ชวลิตกุล

(Assistant Professor, Electrical Engineering, Faculty of Engineering, Vongchavalitkul University)

²อาจารย์ สาขาวิชาการจัดการงานวิศวกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยวงษ์ชวลิตกุล

(Lecturer, Engineering Management, Faculty of Engineering, Vongchavalitkul University)

⁴อาจารย์ สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยวงษ์ชวลิตกุล

(Lecturer, Electrical Engineering, Faculty of Engineering, Vongchavalitkul University)

⁵อาจารย์ สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตขอนแก่น

(Lecturer, Electrical Engineering, Faculty of Engineering, Rajamangala University of Technology Isan Khon Kaen Campus)

*ผู้เขียนหลัก (Corresponding author)

E-mail: Krisada_vil@vu.ac.th

Abstract

Objective: To develop an automatic fuel dispenser machine using a microcontroller and display the payment system through the LCD screen for fuel demand in rural areas.

Methods: Designed and constructed the automatic fuel dispenser machine using a microcontroller for the fuel distribution system and the payment system are displayed through the LCD screen. The fuel distribution system was classified into gasoline A and gasoline B, that the fuel prices are 20 and 40 Baht per liter respectively. The experiment of payment system was done 10 times with 20, 50 and 100-baht banknotes each. Then, the distribution amount of gasoline in the tests were measured to compare with the correct amount.

Results: The average distribution of gasoline A was 1019.5, 2511.5 and 5040.8 ml, and the average error value was 1.95, 0.53 and 0.82% respectively. The average distribution of gasoline B was 509.3, 1259.3 and 2564 ml, with the average error value was 1.86, 0.74 and 2.56% respectively. The values obtained from the experiment are in accordance with the scope of research that can be developed with practical application.

Keywords: fuel dispenser machine, microcontroller, bill acceptor

1. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในอดีตจนถึงปัจจุบัน น้ำมันเชื้อเพลิงมีความสำคัญต่อการดำรงชีพของมนุษย์ เป็นปัจจัยหลักในกระบวนการผลิตที่มีผลต่อการกำหนดราคาสินค้า ทั้งผลผลิตทางด้านอุตสาหกรรมและเกษตรกรรม (พรพิมล ขำเพชร, ณัฐเชษฐ์ พูลเจริญ, และสุจินดา เจียมศรีพงษ์, 2556) ซึ่งการขนส่งน้ำมันเป็นกิจกรรมที่สำคัญในกระบวนการผลิตที่มี

ต้นทุนสูง โดยเฉพาะการขนส่งทางถนน คิดเป็นร้อยละ 82.47 ของปริมาณการขนส่งโดยรวมของประเทศ แต่เนื่องจากข้อจำกัดด้านการเข้าถึงในการขนส่งน้ำมัน ไปยังปลายทางที่โครงสร้างพื้นฐานยังไม่สามารถรองรับได้ ทำให้ผู้บริโภคที่ต้องการใช้น้ำมัน ไม่สามารถบริหารจัดการให้ทันตามความต้องการ (นวพล เกษมธรรณันท์, และหัตถญา ทิวธง, 2563) รวมถึงการจ่ายน้ำมันที่ปลายทาง

โดยเฉพาะอย่างยิ่งพื้นที่ห่างไกลในชนบทที่ไม่มีสถานีจ่ายน้ำมันมาตรฐาน เช่น การใช้น้ำมันหลอดหรือปั้มน้ำมันหลอดแก้ว ซึ่งเป็นการจ่ายน้ำมันที่ไม่มีประสิทธิภาพ ทั้งในเรื่องความแม่นยำของปริมาณน้ำมันจากการใช้มือหมุน การแสดงผลของปริมาณน้ำมันที่ไม่ชัดเจน และการให้บริการของผู้จำหน่ายน้ำมันที่ต้องมีพนักงานดูแลตลอดเวลา คณะผู้วิจัยจึงมีแนวคิดในการสร้างต้นน้ำมันที่ทำงานแบบอัตโนมัติทั้งระบบจ่ายน้ำมันและระบบเก็บเงิน มาช่วยในการแก้ปัญหาความต้องการใช้น้ำมันในพื้นที่ชนบท รวมถึงการลดจำนวนพนักงานเติมน้ำมันและพนักงานเก็บเงินที่หายากในพื้นที่

Di Nardo, Forino, and Murino (2020) ได้กล่าวถึง การปฏิสัมพันธ์ของมนุษย์และเครื่องจักร ในยุคอุตสาหกรรม 4.0 ซึ่งเป็นการนำเอากระบวนการผลิตมาเชื่อมต่อกับเครือข่าย IoT ช่วยให้สามารถรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลของเครื่องจักร ทำให้อุตสาหกรรมการผลิตทำงานได้รวดเร็ว ยืดหยุ่น และสามารถผลิตสินค้าได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น ซึ่งระบบอัตโนมัติเป็นส่วนหนึ่งในการพัฒนากระบวนการผลิตเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของเทคโนโลยีในอุตสาหกรรม โดยเฉพาะการบริหารจัดการสถานีน้ำมันแบบอัตโนมัติ เพื่อลดปัญหาการรอคอยการเติมน้ำมันและการชำระเงิน Bahar, Islam, Hossain, and Sujon (2015) ได้ทำการพัฒนาระบบการจัดการน้ำมันอัตโนมัติ ด้วยการเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์กับหัวจ่ายน้ำมัน โดยใช้ภาษา C และ JAVA ในการอ่านค่า เพื่อพิมพ์ใบเสร็จรับเงินอัตโนมัติ Nitha C, Raseena, Rashida, Risvana, and Sreemol (2019) ดำเนินการพัฒนาระบบการเติมน้ำมันอัตโนมัติโดยใช้เทคโนโลยี GSM และ

ไมโครคอนโทรลเลอร์ AT mega 328 ในการทำธุรกรรมไร้เงินสดและการยืนยันตัวตน

สำหรับระบบอัตโนมัติในประเทศไทย ได้มีการนำไมโครคอนโทรลเลอร์มาใช้ในการพัฒนาเครื่องมือและอุปกรณ์อย่างหลากหลาย เพื่อให้อุปกรณ์มีการทำงานแบบอัตโนมัติและสะดวกต่อผู้ใช้งาน สัญญา ควรคิด, ก้องภพ ซาอามาตย์, และ ธวัชชัย ทองเหลียม (2563) ได้พัฒนาต้นแบบระบบควบคุมการเพาะเห็ดหลายชนิดภายในโรงเรือน ที่เหมาะสำหรับเกษตรกรที่มีพื้นที่ค่อนข้างจำกัด โดยการทำงานของระบบควบคุม จะทำการอ่านข้อมูลจากเซนเซอร์ผ่านมอดูลไร้สาย โดยใช้บอร์ดอาร์ดูโน ทำหน้าที่ควบคุมค่าอุณหภูมิและความชื้นภายในโรงเรือน ให้สัมพันธ์กับความต้องการของเห็ด พร้อมทั้งเชื่อมต่อกับระบบอินเทอร์เน็ต เพื่อส่งข้อมูลไปยังระบบคลาวด์ จากผลการทดลองพบว่า การมอนิเตอร์ค่าอุณหภูมิและความชื้นสามารถส่งค่าไปยังระบบคลาวด์ได้อย่างถูกต้อง อนุชา ดีผาง และ นิติคม อริยพิมพ์ (2564) ได้ออกแบบและสร้างเครื่องจ่ายแอลกอฮอล์แบบอัตโนมัติ โดยใช้อุปกรณ์ตรวจจับวัตถุแบบอินฟราเรด ตรวจจับมือที่ยื่นเข้ามารับเจลแอลกอฮอล์ จากนั้นไมโครคอนโทรลเลอร์อาร์ดูโนนาโน จะทำการประมวลผลและควบคุมการทำงานของเครื่องจ่ายเจลแอลกอฮอล์แบบอัตโนมัติ เริ่มจากการสั่งงานให้หลอดแอลอีดีแสดงสถานะเครื่องพร้อมใช้งานติดสว่าง และรอรับสัญญาณจากอุปกรณ์ตรวจจับวัตถุอินฟราเรด เมื่อเกิดการรับสัญญาณโปรแกรมจะสั่งงานให้ปั้มน้ำมันพร้อมกับหลอดแอลอีดีสีเขียวติด เมื่อครบเวลาที่หน่วงเอาไว้ โปรแกรมจะกลับไปทำงานที่จุดเดิม นอกจากนี้ไมโครคอนโทรลเลอร์ ยังสามารถใช้ในการควบคุม

การคัดแยกเหรียญและธนบัตรได้ โดย วิฑูรย์ พรหม, พัทธพล หันพนัส, และปฐมพงศ์ ปุกกาต (2562) ได้ออกแบบและสร้างเครื่องแลกเหรียญสืบทาทอัตโนมัติ และระบบแจ้งเตือนสามารถใช้กับธนบัตรไทยชนิดย่อยสืบทาท ห้าสืบทาท และ หนึ่งร้อยบาท บรรจุเหรียญสืบทาท ได้จำนวน 1,400 เหรียญ โดยมีฟังก์ชันการใช้งานคือเซนเซอร์ วัดความยาวของชนิดของธนบัตร ใช้บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino Mega 2560 ควบคุมคำสั่งการทำงาน และแสดงสถานะการทำงานทางจอ LCD สามารถแจ้งเตือนสถานะเหรียญหมด และสถานะแจ้งเตือนขโมยเป็นบริการข้อความสั้น โดยใช้ฟังก์ชันการ์ด SIM800L จะเห็นได้ว่าการควบคุมการทำงานโดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ดังที่กล่าวมา ทำให้เครื่องมือและอุปกรณ์ต่าง ๆ ทำงานได้รวดเร็วและมีประสิทธิภาพเพิ่มมากขึ้น สามารถส่งข้อมูลที่ช่วยให้รับรู้การทำงานของเครื่องมือและอุปกรณ์ต่าง ๆ ได้อย่างเป็นปัจจุบัน แต่อาจมีข้อจำกัดในการรับส่งข้อมูลสำหรับพื้นที่ที่ไม่มีเครือข่ายสัญญาณอินเทอร์เน็ต

ดังนั้น คณะผู้วิจัยจึงได้มีแนวคิดในการสร้างตู้จำหน่ายน้ำดื่มอัตโนมัติ โดยนำไมโครคอนโทรลเลอร์มาใช้ในการควบคุมระบบจ่ายน้ำดื่มและระบบชำระเงิน เพื่อพัฒนาเป็นตู้จำหน่ายน้ำดื่มอัตโนมัติ สำหรับพื้นที่ห่างไกลในชนบท ให้เป็นจุดเก็บรักษาและจ่ายน้ำดื่ม ในการรองรับปัญหาด้านการขนส่งไปยังพื้นที่ห่างไกล

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

เพื่อพัฒนาตู้จำหน่ายน้ำดื่มอัตโนมัติ โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ในการควบคุมระบบจ่ายน้ำดื่มและระบบชำระเงิน ผ่านการแสดงผลหน้าจอ LCD

3. ขอบเขตของการวิจัย

คณะผู้วิจัยได้พัฒนาตู้จำหน่ายน้ำดื่มอัตโนมัติ โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ในการควบคุมระบบจ่ายน้ำดื่มและระบบชำระเงิน เพื่อช่วยแก้ปัญหาความต้องการใช้น้ำดื่มในพื้นที่ชนบท โดยมีขอบเขตของการวิจัย ดังนี้

3.1 ระบบจ่ายน้ำดื่ม แบ่งออกเป็นน้ำดื่มเบนซิน 2 ประเภท ที่มีคุณสมบัติต่างกัน

3.2 ระบบชำระเงิน ใช้สำหรับ ธนบัตรใบละ 20 บาท, 50 บาท และ 100 บาท เท่านั้น ไม่สามารถทอนเงินได้

3.3 ระบบชำระเงิน ต้องไม่มีค่าความผิดพลาดและเป็นไปตามมูลค่าของธนบัตร

3.4 ค่าความผิดพลาดของระบบจ่ายน้ำดื่ม มีค่าไม่เกินร้อยละ 5

4. วิธีดำเนินการวิจัย

4.1 การออกแบบตู้จำหน่ายน้ำดื่มอัตโนมัติ

การออกแบบตู้จำหน่ายน้ำดื่มอัตโนมัติ ประกอบด้วย การออกแบบโครงสร้างของตู้จำหน่าย ซึ่งมีขนาด กว้าง x ยาว x สูง เท่ากับ 1 เมตร x 1.5 เมตร x 2.5 เมตร บรรจุน้ำดื่มได้ 2 ชนิด ได้แก่ น้ำดื่มเบนซินชนิด A และน้ำดื่มเบนซินชนิด B ขนาดถึง 20 ลิตร โดยใช้มอเตอร์ขนาด 100 วัตต์ พิกัดแรงดัน 12 V กระแสไฟฟ้าสูงสุด 8.33 A ในการปั้มน้ำดื่มจากถังพักไปยังหัวจ่ายน้ำดื่ม วัสดุที่นำมาใช้ในส่วนโครงสร้างทำมาจากเหล็ก และส่วนประกอบของตัวเครื่องอื่น ๆ ทำจากอะคริลิก และไม้อัด เพื่อให้การสร้างตัวเครื่องมีความคงทน เหมาะสมกับการใช้งาน สามารถเคลื่อนย้ายได้ ดังแสดงในภาพที่ 1 สำหรับการออกแบบวงจรควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ เพื่อใช้ในการควบคุม

การทำงานของระบบจ่ายน้ำมันทั้ง 2 ชนิด และระบบชำระเงิน ดังแสดงในภาพที่ 2 ใช้สำหรับธนบัตรใบละ 20 บาท 50 บาท และ 100 บาท

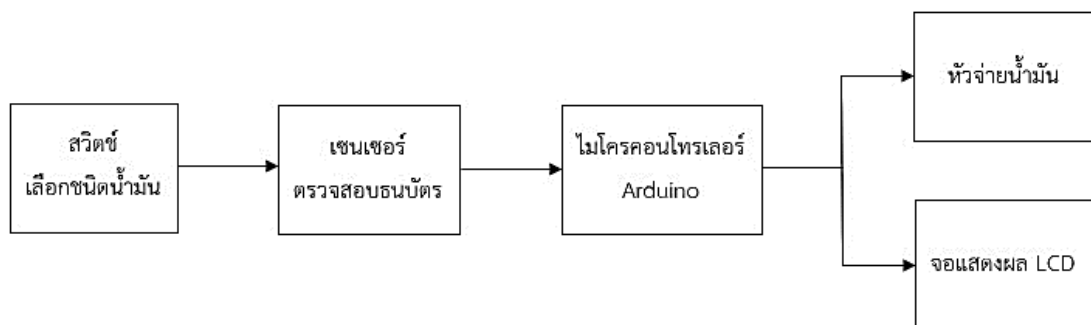


รูปที่ 1 โครงสร้างตู้จำหน่ายน้ำมันอัตโนมัติ

โดยแสดงผลปริมาณน้ำมันคงเหลือและจำนวนเงินที่ชำระผ่านหน้าจอ LCD ดังแสดงหลักการทำงานของตู้จำหน่ายน้ำมันอัตโนมัติ ในภาพที่ 3



รูปที่ 2 เครื่องรับธนบัตร

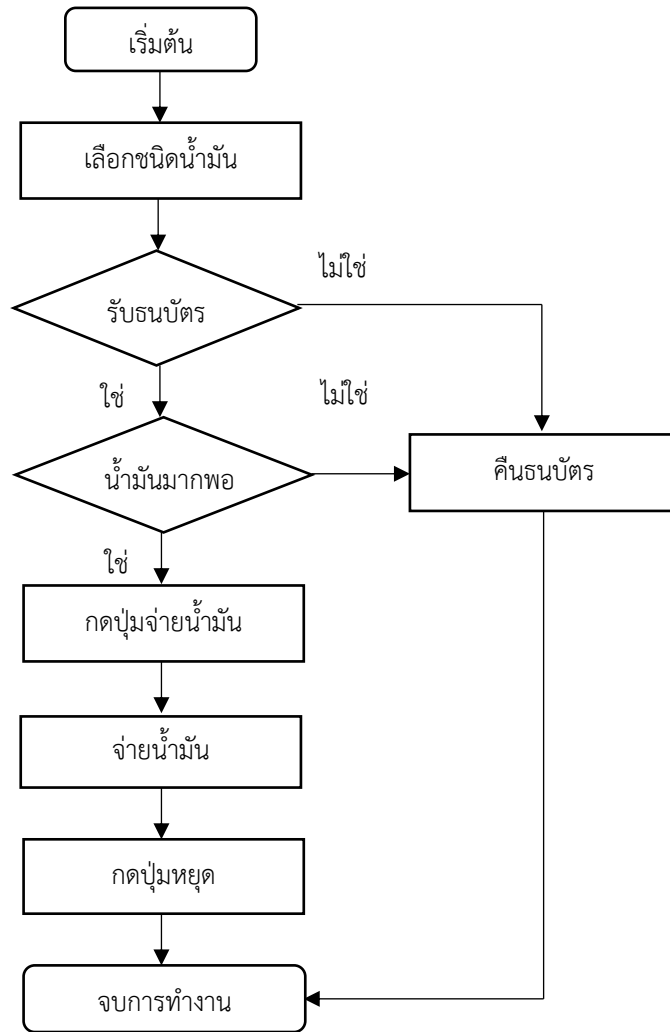


รูปที่ 3 หลักการทำงานของตู้จำหน่ายน้ำมันอัตโนมัติ

4.2 การออกแบบการทำงานของตู้จำหน่ายน้ำมันอัตโนมัติ

การทำงานของตู้จำหน่ายน้ำมันอัตโนมัติได้ออกแบบตามแผนภาพการทำงานดังแสดงในภาพที่ 4 ตู้จำหน่ายน้ำมันอัตโนมัติมีบอร์ดควบคุมการทำงาน 2 บอร์ด คือ บอร์ด Arduino Uno R3 ใช้ควบคุมอุปกรณ์ที่เป็นอินพุตและเอาต์พุตของวงจร และบอร์ด ESP8266 ใ้รับคำสั่งจาก Arduino Uno R3 โดยเริ่มต้นจากการกดปุ่มเลือกน้ำมัน จากน้ำมัน 2 ชนิด คือ น้ำมันเบนซินชนิด A จำหน่ายราคาลิตรละ

20 บาท และน้ำมันเบนซินชนิด B จำหน่ายราคา ลิตรละ 40 บาท จากนั้นทำการสอดธนบัตร 20 บาท 50 บาท หรือ 100 บาท ที่ช่องชำระเงิน จอ LCD จะแสดงผล CREDIT 20 บาท 50 บาท หรือ 100 บาท ตู้จำหน่ายน้ำมันอัตโนมัติจะทำการจ่ายน้ำมัน โดยโซลินอยด์วาล์วเป็นตัววัดระบบเมื่อน้ำมันถึงยอดที่กำหนด จากนั้นนำหัวจ่ายไปที่ยานพาหนะ กดปุ่มยืนยันการจ่ายน้ำมัน ตู้จำหน่ายน้ำมันอัตโนมัติจะแสดงไฟ LED สีเขียว เพื่อแสดงสถานการณ์ทำงาน เมื่อเติมน้ำมันเสร็จ ไฟ LED สีเขียวจะดับลง แสดงสถานการณ์การทำงานเสร็จสิ้นแล้ว และกดปุ่มหยุดการทำงาน



รูปที่ 4 แผนภาพแสดงการทำงานของตู้น้ำมันอัตโนมัติ

5. สร้างและทดสอบตู้น้ำมันอัตโนมัติ

5.1 วัสดุและอุปกรณ์

5.1.1 บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino Uno R3 (Agarwal, 2019) เป็นบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล AVR ที่ใช้ชิปไอซีไมโครคอนโทรลเลอร์ ชนิด ATmega328 ใช้แรงดันไฟฟ้าเลี้ยงบอร์ด 5 V รองรับการจ่ายแรงดันไฟฟ้าอินพุต 6 - 20 V บอร์ดมีดิจิทัลอินพุต/เอาต์พุต ทั้งหมด 14 พอร์ต โดยมี 6 พอร์ตสามารถใช้เป็นพอร์ตเอาต์พุตของ PWM ได้ พอร์ตอินพุตอนาล็อก มีทั้งหมด 6 พอร์ต ความถี่คริสตัล

16 MHz ปริมาณกระแสไฟฟ้าที่จ่ายได้ในแต่ละพอร์ต 40 mA ปริมาณกระแสไฟฟ้าที่จ่ายได้ในพอร์ต 3.3 V จ่ายได้ 50 mA พื้นที่โปรแกรมภายใน 32 KB พื้นที่หน่วยความจำชั่วคราว SRAM 2 KB พื้นที่หน่วยความจำถาวร EEPROM 1 KB ขนาดบอร์ด 68.6x53.4 mm น้ำหนัก 25 กรัม

5.1.2 จอ Character LCD โดย LCD ย่อมาจาก Liquid Crystal Display (Subramanian, 2019) เป็นจอที่ทำมาจากผลึกคริสตัลเหลว ด้านหลังมีไฟส่องสว่าง เรียกว่า Backlight เมื่อมีการปล่อยกระแสไฟฟ้าเข้าไป

กระตุ้นที่ผลึก จะทำให้ผลึกโปร่งแสง และแสงที่มาจากไฟ Blacklight จะแสดงขึ้นมาบนหน้าจอ ส่วนอื่นที่โดนผลึกปิดกั้นไว้ จะมีสีที่แตกต่างกันตามสีของผลึกคริสตัล เช่น สีเขียว หรือ สีฟ้า ทำให้เมื่อมองไปที่จอ จะพบตัวหนังสือสีขาวที่มีพื้นหลังสีต่าง ๆ กัน สำหรับตู้น้ำมันอัตโนมัตินี้ ใช้ จอ Character LCD แบบ I2C Serial Interface โดยใช้ในการเชื่อมต่อ 4 พอร์ต ได้แก่ SDA, SCL, 5+VDC และ GND

5.1.3 รีเลย์เป็นอุปกรณ์ไฟฟ้า ที่ทำหน้าที่ตัดต่อวงจร ควบคุมการทำงานด้วยไฟฟ้า โดยตู้ น้ำมันอัตโนมัติ ใช้ Relay Module 4 Channels (Components101, 2021) เป็นรีเลย์เอาต์พุตแบบ SPDT จำนวน 4 ช่อง มีเอาต์พุตคอนเน็คเตอร์ที่รีเลย์ เป็น NO/COM/NC โดยใช้สัญญาณในการควบคุมการทำงานด้วยสัญญาณลอจิก TTL สามารถใช้กับโหมดได้ทั้งแรงดันไฟฟ้า DC และ AC คอนแท็คเอาต์พุตของรีเลย์ รับแรงดันได้สูงสุด 250 VAC 10 A และ 30 VDC 10 A มี LED แสดงสถานะการทำงานของรีเลย์และแสดงสถานะของบอร์ด

5.2 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ผลการทดสอบ

การวิเคราะห์ผลการทดสอบการจ่ายน้ำมันเบนซินชนิด A และน้ำมันเบนซินชนิด B ด้วยธนบัตรใบละ 20 บาท 50 บาท และ 100 บาท โดยทำการทดสอบการจ่ายน้ำมันด้วยธนบัตรแต่ละชนิดที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และนำมาหาค่ากลางของปริมาณน้ำมัน ด้วยวิธีการหาค่าเฉลี่ย (Mean) จากกลุ่มตัวอย่าง (บุญธรรม กิจปรีดาบริสุทธิ์, 2553)

$$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{N} \quad (1)$$

เมื่อ

$\bar{x}$ คือ ค่าเฉลี่ย

x_i คือ ปริมาณน้ำมันที่ได้จากการทดสอบ

การทดสอบ

N คือ จำนวนครั้งในการทดสอบ

และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation)

$$S.D. = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{N-1}} \quad (2)$$

6. ผลการวิจัยและอภิปรายผล

การทดสอบการจ่ายน้ำมันของน้ำมันเบนซินชนิด A จำหน่ายราคาลิตรละ 20 บาท และน้ำมันเบนซินชนิด B จำหน่ายราคาลิตรละ 40 บาท แบ่งการทดสอบการจ่ายน้ำมันออกเป็นชำระเงิน ด้วยธนบัตรใบละ 20 บาท 50 บาท และ 100 บาท โดยทดสอบจ่ายธนบัตรแต่ละชนิด จำนวนชนิดละ 10 ครั้ง ได้ผลการทดสอบ ดังนี้

6.1 การทดสอบการจ่ายน้ำมันของน้ำมันเบนซินชนิด A

น้ำมันเบนซินชนิด A จำหน่ายลิตรละ 20 บาท โดยจ่ายด้วยธนบัตร 20 บาท จะได้น้ำมัน 1000 มิลลิลิตร ธนบัตร 50 บาท จะได้ น้ำมัน 2500 มิลลิลิตร และธนบัตร 100 บาท จะได้ น้ำมัน 5000 มิลลิลิตร ซึ่งผลการทดสอบแสดงได้ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการทดสอบการจ่ายน้ำมันเบนซินชนิด A

ครั้งที่	ปริมาณน้ำมัน (มิลลิลิตร)		
	ธนบัตร 20 บาท (1000 มิลลิลิตร)	ธนบัตร 50 บาท (2500 มิลลิลิตร)	ธนบัตร 100 บาท (5000 มิลลิลิตร)
1	1013	2512	5041
2	1024	2514	5042
3	1022	2516	5041
4	1022	2514	5040
5	1021	2515	5049
6	1022	2515	5037
7	1024	2514	5037
8	1015	2511	5036
9	1016	2513	5033
10	1016	2491	5052

ผลการทดสอบการจ่ายน้ำมันเบนซินชนิด A ได้นำมาหาค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
ได้ผลดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของการทดสอบการจ่ายน้ำมันเบนซินชนิด A

การรับชำระ ธนบัตร (บาท)	ปริมาณน้ำมัน ที่ถูกต้อง (มิลลิลิตร)	ค่าเฉลี่ย (มิลลิลิตร)	ค่าเบี่ยงเบน มาตรฐาน (มิลลิลิตร)	ค่าความผิดพลาดของ การจ่ายน้ำมันเฉลี่ย (ร้อยละ)
20	1000	1019.5	4.06	1.95
50	2500	2511.5	7.35	0.53
100	5000	5040.8	5.85	0.82

การชำระเงินด้วยธนบัตรใบละ 20 บาท
ได้ค่าเฉลี่ยของปริมาณน้ำมัน 1019.5 มิลลิลิตร
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 4.06 มิลลิลิตร การกระจาย
ข้อมูลอยู่ในช่วง 1019.5 ± 4.06 มิลลิลิตร จะได้ค่า
ปริมาณน้ำมันจากการทดสอบที่อยู่ในช่วง 1015.44 -
1023.56 มิลลิลิตร จำนวน 6 ข้อมูล ค่าความ
ผิดพลาดของการจ่ายน้ำมันเฉลี่ย คิดเป็นร้อยละ 1.95

การชำระเงินด้วยธนบัตรใบละ 50 บาท
ได้ค่าเฉลี่ยของปริมาณน้ำมัน 2511.5 มิลลิลิตร
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 7.35 มิลลิลิตร การกระจาย
ข้อมูลอยู่ในช่วง 2511.5 ± 7.35 มิลลิลิตร จะได้ค่า
ปริมาณน้ำมันจากการทดสอบที่อยู่ในช่วง 2504.15 -
2518.85 มิลลิลิตร จำนวน 9 ข้อมูล ค่าความ
ผิดพลาดของการจ่ายน้ำมันเฉลี่ย คิดเป็นร้อยละ 0.53

การชำระเงินด้วยธนบัตรใบละ 100 บาท ได้ค่าเฉลี่ยของปริมาณน้ำมัน 5040.8 มิลลิลิตร ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 5.85 มิลลิลิตร การกระจายข้อมูลอยู่ในช่วง 5040.8 ± 5.85 มิลลิลิตร จะได้ค่าปริมาณน้ำมันจากการทดสอบที่อยู่ในช่วง 5034.95 - 5046.65 มิลลิลิตร จำนวน 7 ข้อมูล ค่าความผิดพลาดของการจ่ายน้ำมันเฉลี่ย คิดเป็นร้อยละ 0.82

6.2 การทดสอบการจ่ายน้ำมันของน้ำมันเบนซินชนิด B

น้ำมันเบนซินชนิด B จำหน่ายลิตรละ 40 บาท โดยจ่ายด้วยธนบัตร 20 บาท จะได้น้ำมัน 500 มิลลิลิตร ธนบัตร 50 บาท จะได้น้ำมัน 1250 มิลลิลิตร และธนบัตร 100 บาท จะได้น้ำมัน 2500 มิลลิลิตร แสดงผลการทดสอบได้ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ผลการทดสอบการจ่ายน้ำมันเบนซินชนิด B

ครั้งที่	ปริมาณน้ำมัน (มิลลิลิตร)		
	ธนบัตร 20 บาท (500 มิลลิลิตร)	ธนบัตร 50 บาท (1250 มิลลิลิตร)	ธนบัตร 100 บาท (2500 มิลลิลิตร)
1	512	1271	2567
2	511	1256	2564
3	515	1261	2562
4	501	1257	2568
5	510	1257	2571
6	511	1251	2559
7	502	1259	2565
8	507	1265	2572
9	513	1261	2561
10	511	1255	2551

ผลการทดสอบการจ่ายน้ำมันเบนซินชนิด B ได้นำมาหาค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานได้ผลดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของการทดสอบการจ่ายน้ำมันเบนซินชนิด B

การรับชำระ ธนบัตร (บาท)	ปริมาณน้ำมัน ที่ถูกต้อง (มิลลิลิตร)	ค่าเฉลี่ย (มิลลิลิตร)	ค่าเบี่ยงเบน มาตรฐาน (มิลลิลิตร)	ค่าความผิดพลาดของ การจ่ายน้ำมันเฉลี่ย (ร้อยละ)
20	500	509.3	4.6	1.86
50	1250	1259.3	5.62	0.74
100	2500	2564	6.2	2.56

การชำระเงินด้วยธนบัตรใบละ 20 บาท ได้ค่าเฉลี่ยของปริมาณน้ำมัน 509.3 มิลลิลิตร ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 4.6 มิลลิลิตร การกระจายข้อมูลอยู่ในช่วง 509.3 $\pm$ 4.6 มิลลิลิตร จะได้ค่าปริมาณน้ำมันจากการทดสอบที่อยู่ในช่วง 504.7 - 513.9 มิลลิลิตร จำนวน 7 ข้อมูล ค่าความผิดพลาดของการจ่ายน้ำมันเฉลี่ย คิดเป็นร้อยละ 1.86

การชำระเงินด้วยธนบัตรใบละ 50 บาท ได้ค่าเฉลี่ยของปริมาณน้ำมัน 1259.3 มิลลิลิตร ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 5.62 มิลลิลิตร การกระจายข้อมูลอยู่ในช่วง 1259.3 $\pm$ 5.62 มิลลิลิตร จะได้ค่าปริมาณน้ำมันจากการทดสอบที่อยู่ในช่วง 1253.68 - 1264.92 มิลลิลิตร จำนวน 7 ข้อมูล ค่าความผิดพลาดของการจ่ายน้ำมันเฉลี่ย คิดเป็นร้อยละ 0.74

การชำระเงินด้วยธนบัตรใบละ 100 บาท ได้ค่าเฉลี่ยของปริมาณน้ำมัน 2564 มิลลิลิตร ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 6.2 มิลลิลิตร การกระจาย

ข้อมูลอยู่ในช่วง 2564 $\pm$ 6.2 มิลลิลิตร จะได้ค่าปริมาณน้ำมันจากการทดสอบที่อยู่ในช่วง 2557.8 - 2570.2 มิลลิลิตร จำนวน 7 ข้อมูล ค่าความผิดพลาดของการจ่ายน้ำมันเฉลี่ย คิดเป็นร้อยละ 2.56

6.3 การแสดงผลการจ่ายน้ำมันผ่านหน้าจอ LCD

ตู้น้ำมันอัตโนมัติที่ควบคุมการทำงานด้วยการใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ในการควบคุมระบบจ่ายน้ำมัน แสดงผลของปริมาณน้ำมันคงเหลือขณะจำหน่ายในหน่วยลิตร ดังภาพที่ 5 ซึ่งได้ผลการทดลองการจ่ายน้ำมันเบนซินชนิด A และ น้ำมันเบนซินชนิด B ดังแสดงในหัวข้อที่ 6.1 และ 6.2 ตามลำดับ สำหรับการแสดงผลของระบบชำระเงิน แสดงเป็นจำนวนเงินจากการชำระด้วยธนบัตรใบละ 20, 50 และ 100 บาท ผ่านหน้าจอ LCD ได้ผลการชำระเงินที่ตรงตามมูลค่าของธนบัตร แสดงได้ดังภาพที่ 6



รูปที่ 5 การแสดงผลปริมาณน้ำมันคงเหลือขณะจำหน่าย



รูปที่ 6 การแสดงผลการชำระเงิน

จากผลการทดสอบระบบการจ่ายน้ำมัน และระบบชำระเงินของตู้น้ำมันอัตโนมัติ พบว่า สำหรับระบบการจ่ายน้ำมันเบนซินทั้ง 2 ชนิด เมื่อชำระเงินด้วยธนบัตร 20, 50 และ 100 บาท มีค่าความผิดพลาดของการจ่ายน้ำมันเฉลี่ย ไม่เกินร้อยละ 5 ตามขอบเขตของงานวิจัยที่กำหนด ในขณะที่ไม่พบว่ามีค่าความผิดพลาดของระบบชำระเงิน

หากพิจารณาจากมาตรฐานของมาตรวัดปริมาณน้ำมันเชื้อเพลิงตามสถานีบริการ (สำนักงานกลางชั่งตวงวัด, 2558) พบว่า ระบบจ่ายน้ำมันเบนซิน ทั้ง 2 ชนิด มีค่าความผิดพลาดของการจ่ายน้ำมันเฉลี่ยสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดในชั้นความเที่ยง 1.0 ที่ 1.0% อยู่เพียงเล็กน้อย ซึ่งคณะผู้วิจัยจะได้นำมาพัฒนาตู้น้ำมันอัตโนมัติ ในด้านการออกแบบ การเขียนรหัสคำสั่ง และการติดตั้งเครื่องต่อไปในอนาคต

7. สรุปผลการวิจัย

การจ่ายน้ำมันของเบนซินชนิด A และ น้ำมันเบนซินชนิด B ของตู้น้ำมันอัตโนมัติ ที่ควบคุมการทำงานด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ ดำเนินการทดสอบเป็นการชำระเงิน ด้วยธนบัตรใบละ 20 บาท 50 บาท และ 100 บาท โดยการทดสอบการจ่ายธนบัตรแต่ละชนิดจำนวนชนิดละ 10 ครั้ง จากการทดสอบพบว่า การจ่ายน้ำมันเบนซินชนิด A มีค่าผิดพลาดเฉลี่ย ร้อยละ 1.95, 0.53 และ 0.82 ตามลำดับ สำหรับการจ่ายน้ำมันเบนซินชนิด B มีค่าผิดพลาดเฉลี่ย ร้อยละ 1.86, 0.74 และ 2.56 ตามลำดับ ซึ่งเป็นค่าที่ยอมรับได้ ไม่เกินร้อยละ 5 ตามขอบเขตที่กำหนดสำหรับการวิจัยนี้ แต่เมื่อเทียบกับค่ามาตรฐานการวัดปริมาตรน้ำมันเชื้อเพลิงตามสถานีบริการพบว่ายังมีค่าความผิดพลาดของการจ่ายน้ำมันเฉลี่ยสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดเล็กน้อย

8. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณนายกิตติธัช ทองวัชรไพบูลย์ และนายณัฐพล เทียมเลิศ นักศึกษาสาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยวงษ์ชวลิตกุล ที่จัดทำตู้น้ำมันอัตโนมัติเพื่อดำเนินการวิจัยครั้งนี้ ขอขอบคุณมหาวิทยาลัยวงษ์ชวลิตกุล ที่ให้การสนับสนุนสถานที่ในการดำเนินงาน ขอขอบคุณคณาจารย์สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า และคณาจารย์สาขาวิชาการจัดการงานวิศวกรรม ที่ให้ข้อคิดเห็นในการพัฒนาตู้น้ำมันอัตโนมัติจนสำเร็จ

9. เอกสารอ้างอิง

1. นวพล เกษมธรรณันท์, และหัตถญา ทิวธง. (2563). การจัดเส้นทางการขนส่งน้ำมันเชื้อเพลิง: กรณีศึกษา บริษัทให้บริการขนส่งน้ำมัน. *วารสารสหศาสตร์ศรีปทุมชลบุรี*, 6(2), 91-98.
2. บุญธรรม กิจปรีดาบริสุทธิ์. (2553). *สถิติวิเคราะห์เพื่อการวิจัย* (พิมพ์ครั้งที่ 5). กรุงเทพฯ: คณะสังคมศาสตร์และมนุษยศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล.
3. พรพิมล ข้าเพชร, ณัฐเชษฐ์ พูลเจริญ, และสุจินดา เจียมศรีพงษ์. (2556). การศึกษาโครงสร้างระบบราคาน้ำมันและผลกระทบต่อภาวะเงินเฟ้อของประเทศไทย. *วารสารบริหารธุรกิจเศรษฐศาสตร์และการสื่อสาร มหาวิทยาลัยนเรศวร*, 8(1), 97-107.
4. วิฑูรย์ พรหม, พัทธพล หันพนัส, และปฐมพงศ์ ปุกกาต. (2562). เครื่องแลกเปลี่ยนลิบบาทกับระบบแจ้งเตือน. *วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี*, 21(3), 175-180.
5. สัญญา ควรคิด, ก้องภพ ขาอมาตย์, และธวัชชัย ทองเหลี่ยม. (2563). การพัฒนาต้นแบบระบบควบคุมการเพาะเห็ดหลายชนิดภายในโรงเรือน. *วารสารงานวิจัยและพัฒนาเชิงประยุกต์โดยสมาคม ECTI*, 1(2), 1-7.

6. สำนักงานกลางจังหวัด. (2558). *ขั้นตอนการปฏิบัติงานตรวจสอบให้คำรับรอง มาตรฐานปริมาณน้ำมันเชื้อเพลิงตามสถานีบริการ*. กรุงเทพฯ: กระทรวงพาณิชย์.
7. อนุชา ดีผาง, และ นิตินม อริยพิมพ์. (2564). การออกแบบและสร้างเครื่องจ่ายเจลแอลกอฮอล์แบบอัตโนมัติ. *วารสารวิจัยและนวัตกรรม การอาชีวศึกษา*, 5(1), 120–127.
8. Agarwal, T. (2019). *Arduino UNO R3, Pin Diagram, Specification and Applications*. Retrieved October 19, 2021, from <https://www.elprocus.com/?s=Arduino+Uno+R3>
9. Bahar AN., Islam N., Hossain S., & Sujon RA. (2015). A New Automation Approach for Fuel Station Management System. *Nevşehir Bilim ve Teknoloji Dergisi Cilt*, 4(2), 99–107.
10. Components101. (2021). *5V Four-Channel Relay Module*. Retrieved October 19, 2021, from <https://components101.com/switches/5v-four-channel-relay-module-pinout-features-applications-working-datasheet>
11. Di Nardo, M., Forino, D., & Murino T. (2020). The evolution of man-machine interaction: the role of human in Industry 4.0 paradigm. *Production & Manufacturing Research 2020*, 8(1), 20–24.
12. Nitha C. Velayudhan, Raseena K. R., Rashida M. H., Risvana M. P., & Sreemol C.V. (2019). Automatic Fuel Filling System. *International Journal of Advanced Research in Computer and Communication Engineering*, 8(3), 128–133.
13. Subramanian. (2019). *I2C 16x2 Lcd Display Module Details*. Retrieved October 19, 2021, from <https://www.androiderode.com/i2c-16x2-lcd-display-module-details/>

เครื่องจำหน่ายสินค้าอัตโนมัติควบคุมการทำงาน ด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์

Automatic Vending Machine Using Microcontroller

ชมพู่ ทรัพย์ปทุมสิน, วศ.ด. (Chompoo Suppatoomsin, Ph.D.)^{1*}

เอกราช ตากกระโทก, วศ.บ. (Ekkarat Takkratok, B.Eng.)²

กฤษฎา วิไลลักษณ์, วศ.ม. (Krisada Vilailak, M.Eng.)³

สุรีพร มีหอม, วศ.ด. (Sureeporn Meehom, Ph.D.)⁴

Received : April 18, 2022

Revised : May 11, 2022

Accepted : June 3, 2022

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์: การวิจัยนี้เสนอการออกแบบและสร้างเครื่องจำหน่ายสินค้าอัตโนมัติ ควบคุมการทำงานด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อให้สามารถรับเงินทั้งเหรียญและธนบัตรได้ทุกชนิด รับเงินและทอนเงินได้ถูกต้องรวมถึงสามารถส่งข้อความการซื้อขายได้

วิธีการวิจัย: ออกแบบและสร้างเครื่องจำหน่ายสินค้าอัตโนมัติ ควบคุมการทำงานด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ชนิด Arduino Mega 2560 โดยเครื่องจำหน่ายสินค้าอัตโนมัติที่สร้างขึ้นนี้สามารถซื้อสินค้าได้ด้วยเงินเหรียญและธนบัตรทุกชนิด สามารถทอนเงินได้อย่างถูกต้อง และสามารถส่งข้อความแสดงรายละเอียดราคาสินค้าที่ซื้อ จำนวนเงินที่จ่าย และเงินทอน ผ่านทางแอปพลิเคชันไลน์ได้ ทำการทดสอบการทำงานของเครื่องจำหน่ายสินค้าอัตโนมัติโดยมีสินค้า 3 ชนิดที่จำหน่ายอยู่ 3 ราคา ได้แก่ 143 บาท 400 บาท และ 640 บาท

ผลการวิจัย: ผลการทดสอบเครื่องจำหน่ายสินค้าอัตโนมัติพบว่า เครื่องที่ทำการพัฒนาขึ้นสามารถนำไปใช้งานได้จริง มีความผิดพลาดของการทดสอบระบบส่วนใหญ่อยู่ที่ 0% และสามารถนำไปพัฒนาต่อยอดให้เป็นเครื่องจำหน่ายสินค้าอัตโนมัติที่สามารถจำหน่ายสินค้าและราคาหลากหลายขึ้นโดยควรพัฒนาการตรวจจับธนบัตรให้แม่นยำมากยิ่งขึ้น ป้องกันการรบกวนจากแสงภายนอกและใช้ QR code ในการจ่ายเงิน

คำสำคัญ: เครื่องจำหน่ายสินค้าอัตโนมัติ, ไมโครคอนโทรลเลอร์, ระบบอัตโนมัติ

^{1,3}ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ประจำสาขาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยวงษ์ชวลิตกุล

(Assistant Professor, Electrical Engineering, Faculty of Engineering, Vongchavalitkul University)

²วิศวกร ประจำบริษัทฟาสต์เวิร์ค เทคโนโลยี

(Engineer, Electrical Engineering, Fastwork Technology Company)

⁴อาจารย์ประจำสาขาวิชาการจัดการงานวิศวกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยวงษ์ชวลิตกุล

(Lecturer, Engineering Management, Faculty of Engineering, Vongchavalitkul University)

*ผู้เขียนหลัก (Corresponding author)

E-mail: chompo_sup@vu.ac.th

Abstract

Objective: This research presents the design and construction of an automatic vending machine using microcontroller to use with all Thai coins and banknotes, receive and get correct change money, also sending the messages of the selling goods.

Methods: Designed and constructed the automatic vending machine using microcontroller types Arduino Mega 2560. This machine can use all Thai coins and banknotes to buy products, get correct change money and displays the result through the line application. The machine was tested with 3 kinds of goods and 3 costs for sell as follows 143 Baht, 400 Baht, and 640 Baht.

Results: The test results found that the machine could work properly and almost all the errors of the machine were 0%. This machine could be developed for use in real life with more types of goods and varying cost. The automatic vending machine should develop a banknote detection part to be more accurate, preventing the external light, and using QR code for payments.

Keywords: vending machine, microcontroller, automatic system

1. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

เนื่องจากสถานการณ์การระบาดของโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนาสายพันธุ์ใหม่ 2019 ที่เป็นปัญหาทั่วโลกอยู่ในขณะนี้ ทำให้ทุกคนตระหนักถึงความสำคัญเครื่องจำหน่ายสินค้าอัตโนมัติ ที่ไม่จำเป็นต้องใช้แรงงานคนในการจำหน่ายสินค้า ทำให้ลดการสัมผัส และลดการแพร่กระจายของเชื้อโรคได้ดียิ่งขึ้น เครื่องจำหน่ายสินค้าอัตโนมัติเป็นเครื่องมือที่ใช้ในการจำหน่ายสินค้าโดยไม่ต้องมีคนขาย ไม่ต้องมีหน้าร้าน ทำได้โดยผู้ซื้อสินค้าหยอดเงินเข้าเครื่อง เลือกซื้อสินค้า และรับเงินทอนอัตโนมัติ ในปัจจุบันเทคโนโลยีของเครื่องจำหน่ายสินค้าอัตโนมัติมีหลากหลายรูปแบบ เช่น Pradeepa, Sudhalavanya, K. Suganthi, N. Suganthi. and Menagadevi (2013) ได้พัฒนาเครื่องจำหน่ายสินค้าอัตโนมัติด้วยบอร์ด FPGA

ที่ทำให้การทำงานของเครื่องจำหน่ายสินค้าอัตโนมัติมีความเร็วมากขึ้น และใช้พลังงานไฟฟ้าน้อยกว่า Preetilatha, Ramkumar, Ramesh, Kiruthika, and Bharani (2014) ได้พัฒนาเครื่องจำหน่ายเครื่องเขียนอัตโนมัติที่ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์โดยการจ่ายเงินผ่านการ์ด RFID ซึ่งผู้ใช้งานสามารถเลือกสินค้าได้หลังจากการสแกนบัตรและรับสินค้าได้จากเครื่อง Sibanda, Munetsi, Mpofu, Murena, and Trimble (2020) ได้พัฒนาเครื่องจำหน่ายสินค้าอัตโนมัติแบบไฮเทคที่สามารถจำหน่ายสินค้าหลากหลายชนิดได้ในเวลาเดียวกัน โดยเครื่องที่พัฒนานี้ได้ใช้เซนเซอร์ลายนิ้วมือร่วมกับเทคโนโลยีขั้นสูงในการรักษาความปลอดภัยของเครื่อง Smt Usha Rani, Rashmi, Dheeksha, Lakshmi, and Tejashwini (2020) ได้พัฒนาเครื่องจำหน่ายสินค้าอัตโนมัติที่จ่ายเงินแบบดิจิทัลสำหรับสินค้าอุปกรณ์

เครื่องเขียน โดยเครื่องที่พัฒนาขึ้นนี้ได้จำหน่ายสินค้าอุปกรณ์เครื่องเขียนที่มีหลากหลายชนิดโดยใช้เซอร์โวมอเตอร์ร่วมกับบอร์ด Raspberry Pi และจ่ายเงินผ่านการสแกน QR code แทนการใช้เงินสด โดยที่ผู้ใช้งานสามารถเลือกสินค้าที่ต้องการก่อนแล้วทำการสแกน QR code จ่ายเงิน หลังจากนั้นลูกค้าจะได้รับรายละเอียดสินค้าผ่านทางอีเมลที่แจ้งไว้ Sridharan and Jammalamadaka (2014) ได้ออกแบบและพัฒนาเครื่องขายเครื่องดื่มอัตโนมัติโดยใช้ RESTful web services ที่เชื่อมต่อข้อมูลกับเครื่องถอนเงินอัตโนมัติ โดยเครื่องที่สร้างขึ้นนี้ผู้ใช้สามารถเลือกเครื่องดื่มที่ต้องการแล้วกรอกหมายเลขบัตร ATM และหมายเลข PIN แทนการจ่ายเป็นเงินสด เป็นต้น ในปัจจุบันได้มีการพัฒนาเทคโนโลยีของอุปกรณ์อัตโนมัติขึ้นมามากมายหลาย โดยนำไมโครคอนโทรลเลอร์เข้ามาใช้ในการพัฒนาอุปกรณ์อัตโนมัติขึ้น เช่น Mahajan, Phale, Mane, and Patil (2020) ได้สร้างเครื่องจำหน่ายสินค้าอัตโนมัติโดยใช้การหยอดเหรียญและการจ่ายเงินแบบดิจิทัลผ่านช่องทางออนไลน์โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ชนิด Arduino ทำงานร่วมกับมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง 3 ตัว ซึ่งเครื่องที่ได้นี้สามารถทำงานได้ทั้งในแบบที่มีอินเทอร์เน็ตและไม่มีสัญญาณอินเทอร์เน็ต Desai, Jadhav, Patil, and Sambhaji (2017) ได้สร้างเครื่องจำหน่ายช็อคโกแลตที่หลากหลายรูปแบบ ด้วยการ์ด RFID โดยเครื่องที่ได้สามารถแสดงข้อมูลชนิดของสินค้าและราคาที่หน้าจอ LCD ให้ลูกค้ากดเลือกซื้อได้ Jadhav, Pawar, Kharade, and Lengare (2018) ได้พัฒนาเครื่องจำหน่ายช็อคโกแลตอัตโนมัติโดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์โดยจ่ายเงินแบบหยอดเหรียญสำหรับในประเทศไทย ได้มีการพัฒนาอุปกรณ์จำหน่ายสินค้าอัตโนมัติขึ้นดังนี้

เพื่อชาติ สุขเรื่อน (2555) ได้พัฒนาเครื่องจ่ายข่าวสารอัตโนมัติสามหัวจ่ายโดยใช้เครื่องหยอดเหรียญ โดยเครื่องที่พัฒนาขึ้นนี้สามารถจ่ายข่าวสารได้ 3 ชนิดได้แก่ ข่าวเหินหว ข่าวหอมมะลิ และข่าวเสาให้ ตามน้ำหนักที่ตั้งไว้ สามารถกำหนดราคาข่าวสารได้ และมีสัญญาณเตือนเมื่อข่าวสารใกล้หมดถึง สุรัตน์ รวิศรี และ สุวิมล ขนอม (2558) ได้พัฒนาเครื่องจำหน่ายไอศกรีมอัตโนมัติแบบหยอดเหรียญโดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ชนิด Arduino ร่วมกับเซอร์โวมอเตอร์ โดยเครื่องที่พัฒนาขึ้นนี้สามารถจ่ายไอศกรีมปริมาณลงในกรวยได้ และเมื่อกรวยหมด เครื่องสามารถแสดงไฟแจ้งเตือนให้เติมกรวยได้

ดังนั้นคณะผู้วิจัยจึงได้นำเสนอการออกแบบและสร้างเครื่องจำหน่ายสินค้าอัตโนมัติที่ควบคุมการทำงานโดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ขึ้น โดยเครื่องที่พัฒนาขึ้นนี้สามารถหยอดเงินซื้อสินค้าได้ทั้งเหรียญ และธนบัตรทุกชนิด และสามารถทอนเงินได้อย่างถูกต้อง และมีการส่งข้อความแจ้งเตือนไปยังผู้ซื้อแสดงรายละเอียดสินค้า ราคาสินค้า และเงินทอนผ่านแอปพลิเคชันไลน์ได้อย่างถูกต้อง โดยเครื่องที่พัฒนาและทดสอบนี้สามารถพัฒนาเพื่อนำมาใช้งานได้จริงโดยมีราคาถูกกว่าเครื่องซื้อสินค้าอัตโนมัติที่มีอยู่ในขณะนี้ และมีการแจ้งเตือนทางไลน์ เพื่อลดการใช้กระดาษใบเสร็จรับเงิน ช่วยลดการใช้กระดาษลง

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

2.1 เพื่อประดิษฐ์เครื่องจำหน่ายสินค้าอัตโนมัติควบคุมการทำงานด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ที่สามารถรับเงินทั้งธนบัตรและเหรียญได้ทุกชนิด

2.2 เครื่องจำหน่ายสินค้าอัตโนมัติสามารถรับเงินและทอนเงินได้อย่างถูกต้อง

2.3 ผู้ซื้อสามารถรับทราบข้อมูลการซื้อขายสินค้าโดยการส่งข้อความแจ้งเตือน

3. ขอบเขตของการวิจัย

3.1 ออกแบบและสร้างเครื่องจำหน่ายสินค้าอัตโนมัติที่สามารถรับเงินทั้งธนบัตรและเหรียญได้ทุกชนิด

3.2 เครื่องที่สร้างขึ้นสามารถรับเงินและทอนเงินได้อย่างถูกต้องโดยไม่มีผลผิดพลาดในสถานะแสงสว่างที่ควบคุม

3.3 เครื่องที่สร้างขึ้นสามารถแสดงผลการซื้อขายผ่านหน้าจอแสดงผล และแจ้งเตือนผ่านข้อความทางแอปพลิเคชันไลน์ที่ระบุ วัน เวลา ยอดซื้อ เงินที่รับ และเงินทอนได้

4. วิธีดำเนินการวิจัย

เพื่อให้การวิจัยเป็นไปตามวัตถุประสงค์ ผู้วิจัยได้กำหนดรายละเอียดเกี่ยวกับระเบียบวิธีวิจัยไว้ ซึ่งประกอบด้วย เครื่องมือที่ใช้การพัฒนาการเก็บรวบรวมข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูล สถิติที่ใช้ในการวิจัย และการรายงานผลการวิจัย ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ การวัดประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องจำหน่ายสินค้าอัตโนมัติ โดยใช้หลักการของการทำซ้ำ (replication) เพื่อเพิ่มความเที่ยงตรงและความแน่นอนของการทดสอบอุปกรณ์ ทำให้สามารถประมาณค่าความผิดพลาดของการทดสอบวัดประสิทธิภาพความแม่นยำ และค่าความผิดพลาดของเครื่องจำหน่ายสินค้าอัตโนมัติ ซึ่งในงานวิจัยนี้ได้ใช้การทดสอบซ้ำ 10 ครั้ง ในส่วนของการขั้นตอนการวิจัยสามารถแบ่งออกเป็น

3 ขั้นตอนใหญ่ๆ ดังนี้คือ 1) การจัดเตรียมโครงร่างการวิจัย เป็นขั้นตอนที่ผู้วิจัยได้ทำการศึกษา รวบรวมข้อมูลต่างๆ จากการศึกษาบทความ หนังสือ งานวิจัยวิทยานิพนธ์ ทฤษฎีต่างๆ ที่มีเนื้อหาเกี่ยวกับการวิจัยครั้งนี้ เพื่อทราบสภาพปัญหา และข้อมูลสำหรับการวิจัย

2) การดำเนินการวิจัย เป็นขั้นตอนที่นำข้อมูลที่ได้จากขั้นตอนที่ 1 มาใช้เป็นแนวทางในการออกแบบและสร้างชิ้นงานขึ้น รวบรวมข้อมูล และจัดหาวัสดุอุปกรณ์ที่จะใช้ในการจัดทำชิ้นงาน ทำการสร้างชิ้นงาน ทดสอบและแก้ไข ปรับปรุงประสิทธิภาพการทำงานของชิ้นงานจนได้ตามขอบเขตที่ตั้งไว้ 3) รายงานผลการวิจัย เป็นขั้นตอนที่ผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้จากการทดสอบประสิทธิภาพของชิ้นงาน มาทำการวิเคราะห์ทางสถิติมาเขียนสรุปเป็นรายงานผลการวิจัย

5. การออกแบบชิ้นงาน

5.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการสร้างชิ้นงาน

5.1.1 บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino Mega 2560 เป็นเสมือนคอมพิวเตอร์ขนาดเล็กที่ย่อยส่วนให้อยู่บนชิพขนาดเล็ก มีหลายชนิดด้วยกัน สำหรับงานวิจัยนี้ได้ใช้บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ชนิด Arduino Mega 2560 ซึ่งเป็นบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ใช้ไอซีไมโครคอนโทรลเลอร์ชนิด ATmega2560

5.1.2 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง ขนาด 12V (12V DC motor) เป็นมอเตอร์ไฟฟ้าขนาดเล็กที่มีหน้าที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้ากระแสตรงให้เป็นพลังงานกล ทำหน้าที่เป็นกลไกในการเก็บเงินและทอนเงินธนบัตรของเครื่องจำหน่ายสินค้าอัตโนมัติ

5.1.3 ตัวขับมอเตอร์โมดูล L298N

คืออุปกรณ์ที่ใช้ในการควบคุมการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงขนาด 12V โดยที่ ตัวขับมอเตอร์โมดูล L298N นี้เป็นตัวขับมอเตอร์ชนิด dual H-Bridge ที่สามารถควบคุมความเร็ว และทิศทางของมอเตอร์กระแสตรงได้พร้อมกัน ซึ่งโมดูลนี้สามารถควบคุมมอเตอร์กระแสตรงที่มีขนาดอยู่ระหว่าง 5 - 35V และกระแสสูงสุดได้ถึง 2A

5.1.4 เซนเซอร์สี โมดูล

TCS230/TCS3200 เป็นเซนเซอร์ที่ทำหน้าที่เปลี่ยนค่าความเข้มแสงให้เป็นความถี่ที่มีค่าความละเอียดสูง ซึ่งเป็นการทำงานร่วมกันระหว่างไดโอดเปล่งแสงชนิดซิลิกอน (silicon photodiodes) กับตัวแปลงค่ากระแสไฟฟ้าให้เป็นความถี่ (current-to-frequency converter) บนวงจรรวมโมโนลิทิกซีมอส (monolithic CMOS integrated circuit)

1 ตัว

5.1.5 สวิตชิงเพาเวอร์ซัพพลาย

(switching power supply) เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการแปลงแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับให้เป็นแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง ที่ประกอบไปด้วย วงจรเรียงกระแส (rectifier) และวงจรควบคุมแรงดันไฟฟ้า (converter) โดยสำหรับงานวิจัยนี้ได้ใช้สวิตชิงเพาเวอร์ซัพพลายที่แปลงแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับขนาด 220 V ให้เป็นแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงขนาด 12 V

5.1.6 ตัวหยอดเหรียญ (coin

selector) งานวิจัยนี้ได้ใช้ตัวหยอดเหรียญ รุ่น CL 1006A ใช้แรงดันไฟฟ้า 12V ใช้กระแสต่ำ และสามารถใช้งานกับไมโครคอนโทรลเลอร์ได้ มีกลไกคืนเหรียญกรณีเหรียญค้าง มีระบบป้องกันเหรียญปลอม และระบบป้องกันการดึงเหรียญกลับ

5.1.7 มอเตอร์กระแสตรงชนิด

เซอร์โว MG90S เป็นมอเตอร์ขนาดเล็กแข็งแรง น้ำหนัก 13.4 กรัม เพียงทำจากโลหะ มีแรงบิด 2.2 kg-cm ที่แรงดัน 6 V สามารถหมุนแบบต่อเนื่อง 360 องศาไปกลับได้ ใช้งานร่วมกับบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์และแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง 5 V

5.1.8 การบริการแจ้งเตือนทางไลน์

(Line Notify) เป็นบริการส่งข้อความแจ้งเตือนของแอปพลิเคชันไลน์ ที่สามารถส่งข้อความการแจ้งเตือนไปยังผู้รับได้อัตโนมัติ ผ่านการใช้ API ซึ่งเรียกผ่าน HTTP POST แบบง่าย ๆ

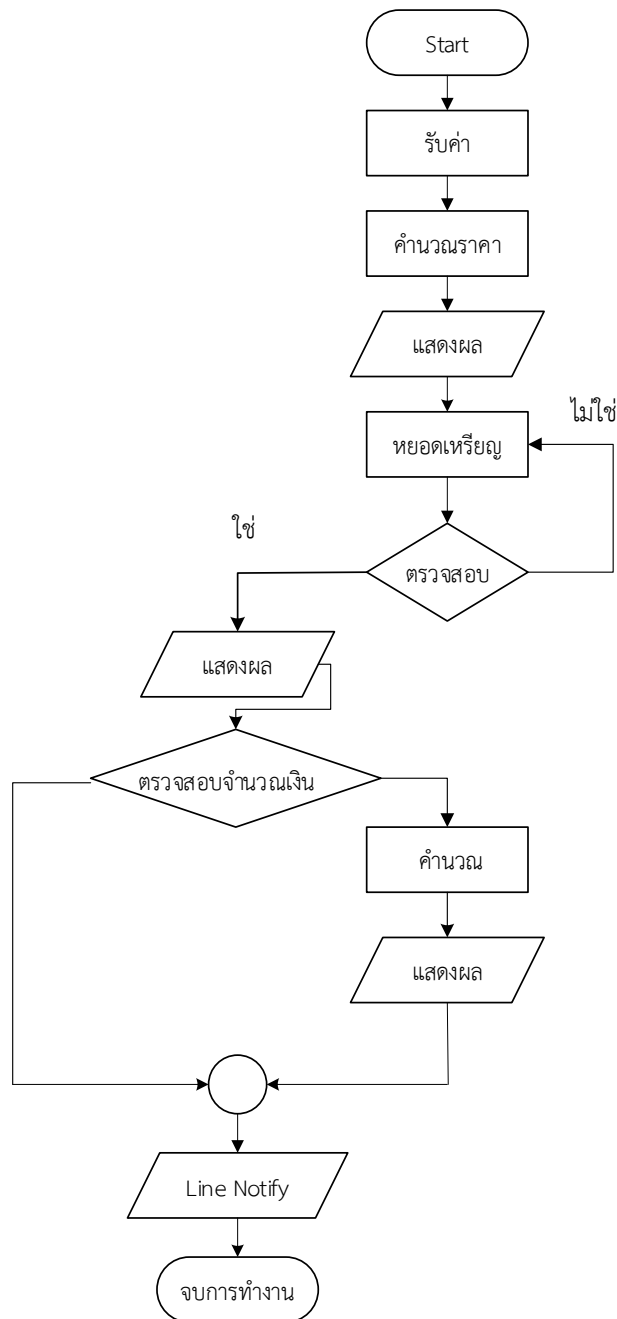
5.2 การออกแบบชิ้นงาน

5.2.1 หลักการออกแบบของระบบ

เครื่องจำหน่ายสินค้าอัตโนมัติ ประกอบไปด้วยการออกแบบโครงสร้างวงจรทางอิเล็กทรอนิกส์และไฟฟ้าที่เกี่ยวข้องในการควบคุม ตลอดจนลักษณะการทำงานของเครื่อง ซึ่งเป็นไปตามแผนภาพการทำงานของระบบเครื่องจำหน่ายสินค้าอัตโนมัติ โดยเครื่องจำหน่ายสินค้าอัตโนมัติที่พัฒนาขึ้นนี้สามารถบรรจุสินค้าได้ 3 ชนิด เริ่มต้นการทำงานโดยให้ลูกค้ากดเลือกสินค้า เครื่องจะแสดงราคาสินค้าที่กดเลือก ลูกค้าเติมเงินในเครื่อง เครื่องจะคำนวณยอดเงินที่เติมมาและทอนเงิน แล้วส่งข้อความแจ้งเตือนลูกค้าทางไลน์ ดังแสดงในภาพที่ 1 และแผนภาพการทำงานของโปรแกรมของระบบควบคุมการทำงานของเครื่อง แสดงดังภาพที่ 2



รูปที่ 1 แผนภาพหลักการทำงานของระบบเครื่องจำหน่ายสินค้าอัตโนมัติ

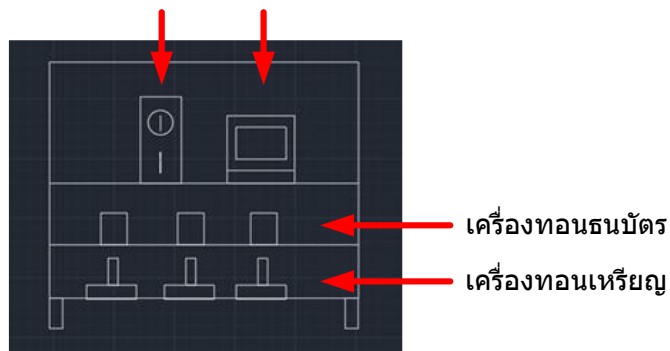


รูปที่ 2 แผนภาพการทำงานของโปรแกรมการควบคุมเครื่องจำหน่ายสินค้าอัตโนมัติ

5.2.2 การออกแบบโครงสร้างของ
ชิ้นงาน โครงสร้างของเครื่องจำหน่ายสินค้า
อัตโนมัตินี้ แสดงดังภาพที่ 3 ซึ่งแสดงส่วนประกอบ
ของเครื่อง และภาพที่ 4 เครื่องจำหน่ายสินค้า
อัตโนมัติที่สร้างขึ้นมา ประกอบไปด้วยเครื่องทอน

ธนบัตร เครื่องทอนเหรียญ เครื่องรับเหรียญ และ
เครื่องรับธนบัตร ดังภาพที่ 5 – 8 ตามลำดับ
โดยในส่วนเครื่องรับธนบัตรนี้ได้ออกแบบการ
รับธนบัตรโดยใช้เซ็นเซอร์จับสีในการตรวจเช็ค
ธนบัตรราคาต่าง ๆ

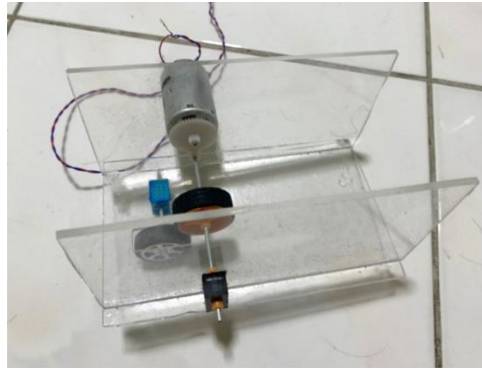
เครื่องรับเหรียญ เครื่องรับธนบัตร



รูปที่ 3 โครงสร้างการวางตำแหน่งของเครื่องจำหน่ายสินค้าอัตโนมัติ



รูปที่ 4 รูปเครื่องจำหน่ายสินค้าอัตโนมัติ



รูปที่ 5 โครงสร้างของเครื่องทอนธนบัตร



รูปที่ 6 โครงสร้างของเครื่องทอนเหรียญ



รูปที่ 7 โครงสร้างของเครื่องรับเหรียญ

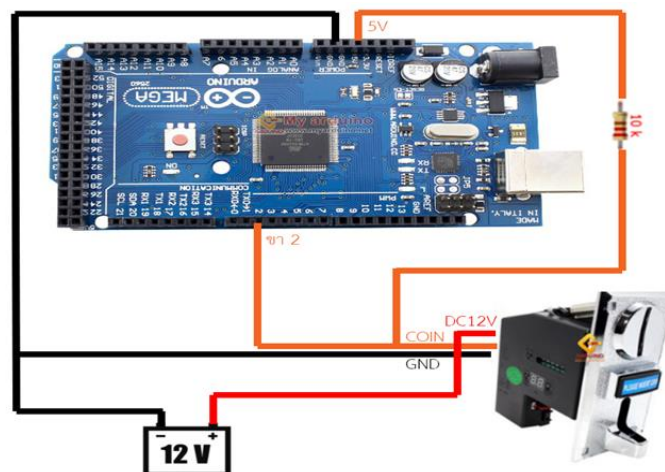


รูปที่ 8 โครงสร้างของเครื่องรับธนบัตร

5.3 วงจรที่ใช้ในการควบคุมการทำงานของเครื่องจำหน่ายสินค้าอัตโนมัติ

5.3.1 วงจรรับเหรียญ เป็นการต่อเครื่องรับเหรียญไปยังบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ ดังแสดงในภาพที่ 9 ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้ ต่อแหล่งจ่ายไฟกระแสตรง 5V จากตัวบอร์ด

ไมโครคอนโทรลเลอร์ไปยังตัวต้านทานขนาด 10k โอห์ม แล้วต่อไปยังเครื่องรับเหรียญ ต่อสายไฟไปยังขาที่ 2 ของบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ ส่วนขา GND ต่อไปกับตัวบอร์ดของไมโครคอนโทรลเลอร์ และแหล่งจ่ายไฟชั่วคราว ส่วนแหล่งจ่ายไฟชั่วคราวต่อเข้ากับขา DC 12 V ของเครื่องรับเหรียญ

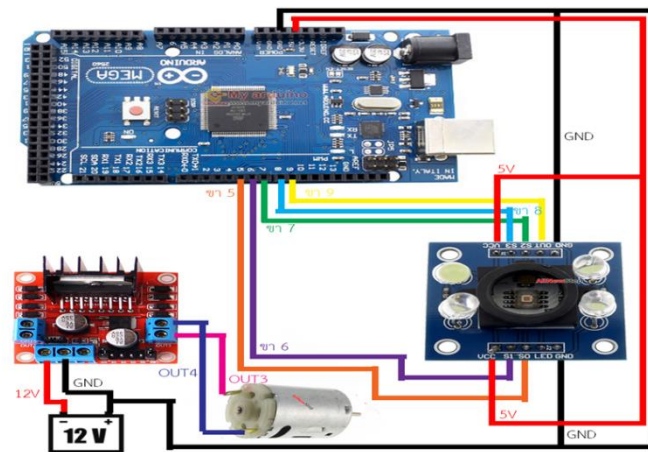


รูปที่ 9 การต่อวงจรเครื่องรับเหรียญเข้ากับไมโครคอนโทรลเลอร์

5.3.2 วงจรเครื่องรับธนบัตร

ในส่วนของวงจรเครื่องรับธนบัตรใช้โมดูลวัดค่าสี RGB Color Sensor (TCS230/TCS3200) เซนเซอร์แยกสี ใช้แยกสีที่อยู่หน้าเซนเซอร์นี้เป็นสีอะไร เอาต์พุตที่อ่านได้ออกมาเป็นค่า R G B โดยเซนเซอร์ส่งค่าที่อ่านได้ไปยังบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ และ

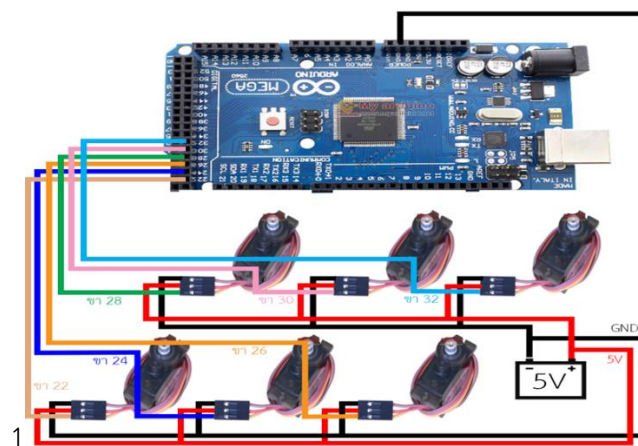
สำหรับกลไกในการเก็บธนบัตรของเครื่องรับธนบัตรนี้ ใช้มอเตอร์กระแสตรงขนาด 12 V โดยใช้ตัวขับเคลื่อนมอเตอร์ L289n ใช้กับแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง 12 V วงจรของเครื่องรับธนบัตรแสดงดังภาพที่ 10



รูปที่ 10 การต่อวงจรเครื่องรับธนบัตร

5.3.3 วงจรเครื่องทอนเงิน ในการทอนเงินใช้มอเตอร์เซอร์โว MG905 จำนวน 6 ตัว ต่อเข้ากับช่องของบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ และ

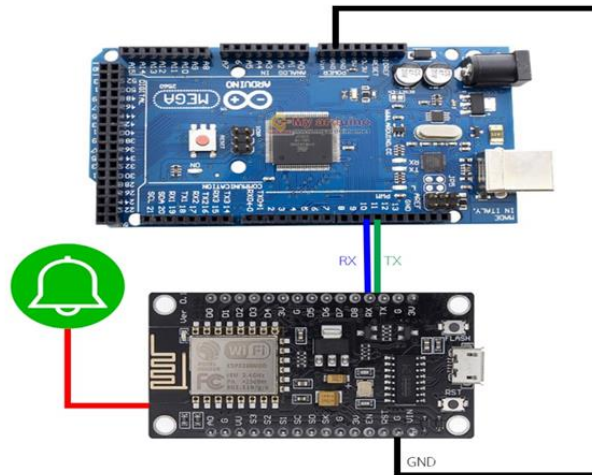
แหล่งจ่ายไฟ 5 V จำนวน 6 ตัว การต่อวงจรเครื่องทอนเงิน แสดงได้ดังภาพที่ 11



รูปที่ 11 วงจรเครื่องทอนเงิน

5.3.4 วงจรส่งข้อมูลแจ้งเตือนไปที่แอปพลิเคชันไลน์ ในการส่งข้อมูลแจ้งเตือนทำได้โดยการเขียนโปรแกรมการทำงานให้กับบอร์ด

ไมโครคอนโทรลเลอร์ แล้วส่งไปยัง EP8266 เพื่อส่งข้อความแจ้งเตือนไปให้ผู้ใช้งานทางไลน์ วงจรส่งข้อมูลแจ้งเตือนไปยังไลน์ แสดงได้ดังภาพที่ 12



รูปที่ 12 วงจรส่งข้อมูลแจ้งเตือนไปยังแอปพลิเคชันไลน์

6. ผลการวิจัยและอภิปรายผล

การทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องจำหน่ายสินค้าอัตโนมัติได้ดำเนินการโดยแยกการทดสอบการทำงานในแต่ละส่วนได้ผลการทดสอบดังนี้

6.1 การทดสอบการทำงานของกรกดเลือกสินค้า ในการทดสอบการกดปุ่มตัวเลือกสินค้าของเครื่องจำหน่ายสินค้าอัตโนมัติ เพื่อดูค่าความผิดพลาดโดยทำการทดสอบเลือกสินค้า 3 ราคา คือ 143 บาท 400 บาท และ 640 บาท ราคาละ 10 ครั้ง ผลการทดสอบแสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการทดสอบการทำงานของกรกดเลือกสินค้า

ราคาของสินค้า	จำนวนครั้งที่ทำการทดสอบ	ค่าความผิดพลาด
143 บาท	10	0%
400 บาท	10	0%
640 บาท	10	0%

จากตารางผลการทดสอบการทำงานของกรกดเลือกสินค้า 3 ราคา ราคาละ 10 ครั้ง พบว่าค่าความผิดพลาดของการกดปุ่มตัวเลือกสินค้ามีค่าความผิดพลาดร้อยละ 0

6.2 การทดสอบการทำงานของเครื่องรับเหรียญ ในการทดสอบการทำงานของเครื่องรับเหรียญนั้น ได้ใช้เหรียญ 1 บาท 2 บาท 5 บาท และ 10 บาท ในการทดสอบค่าความผิดพลาด ผลการทดสอบแสดงดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการทดสอบการทำงานของเครื่องรับเหรียญ

ชนิดของเหรียญ	จำนวนครั้งที่ทำการทดสอบ	ค่าความผิดพลาด
1 บาท	10	0%
2 บาท	10	0%
5 บาท	10	0%
10 บาท	10	0%

จากตารางผลการทดสอบการทำงานของเครื่องรับเหรียญ โดยการทดสอบกับเหรียญ 4 ชนิดทำการทดสอบชนิดละ 10 ครั้ง พบว่า ค่าความผิดพลาดของเครื่องรับเหรียญมีค่าเป็น ร้อยละ 0

6.3 การทดสอบการทำงานของเครื่องรับธนบัตร โดยในการทดสอบนั้นได้ทดสอบการทำงานของเครื่องรับธนบัตร แบ่งออกเป็น 2 ส่วน

ส่วนแรกเป็นการทดสอบการตรวจสอบธนบัตรชนิด 1000 บาท 500 บาท 100 บาท 50 บาท และ 20 บาท ส่วนที่ 2 เป็นการทดสอบการทำงานของตัวเก็บธนบัตร และในการทดสอบนั้นได้ทำการปรับปรุงผลการทดสอบแล้ว ได้ผลการทดสอบแสดงดังตารางที่ 3 - 4 ตามลำดับ

ตารางที่ 3 ผลการทดสอบการตรวจสอบชนิดของธนบัตรของระบบ

ชนิดของธนบัตร	จำนวนครั้งที่ทำการทดสอบ	ค่าความผิดพลาด
1000 บาท	10	0%
500 บาท	10	0%
100 บาท	10	0%
50 บาท	10	0%
20 บาท	10	0%

จากตารางผลการทดสอบระบบการตรวจสอบชนิดของธนบัตรกับธนบัตรทั้ง 5 ชนิด

ชนิดละจำนวน 10 ครั้ง มีค่าความผิดพลาด 0%

ตารางที่ 4 ผลการทดสอบการทำงานของตัวเก็บธนบัตร

ราคาของสินค้า	จำนวนครั้งที่ทำการทดสอบ	ค่าความผิดพลาด
1000 บาท	10	0%
500 บาท	10	0%
100 บาท	10	0%
50 บาท	10	0%
20 บาท	10	0%

จากตารางผลการทดสอบการทำงานการทำงานของตัวเก็บประจุจำนวน 5 ชนิด ชนิดละ 10 ครั้ง โดยมีผลการทดสอบที่ไม่มีข้อผิดพลาด

6.4 การทดสอบการทำงานของการทอนเงิน ทำการทดสอบประสิทธิภาพโดยการทำการทอนเงินสินค้าที่ราคาต่างกัน 3 ราคา คือ 143 บาท

400 บาท และ 640 บาท โดยป้อนจำนวนเงินที่ใช้ซื้อสินค้าต่าง ๆ กัน ทำซ้ำชนิดละ 10 ครั้ง แล้วทำการบันทึกค่าเวลาที่ใช้ในการทอนเงินของเครื่องจำหน่ายสินค้าอัตโนมัติ ผลการทดสอบแสดงดังตารางที่ 5 – 7 ตามลำดับ

ตารางที่ 5 ผลการทดสอบการทำงานของเครื่องทอนเงินของสินค้าราคา 143 บาท

จำนวนเงินที่ป้อนเข้าเครื่อง	จำนวนครั้งที่ทำการทดสอบ	เวลาเฉลี่ยที่ใช้ (วินาที)	ค่าความผิดพลาด
1000 บาท	10	22.5	0%
500 บาท	10	12.1	0%
150 บาท	10	7.2	0%

ตารางที่ 6 ผลการทดสอบการทำงานของเครื่องทอนเงินของสินค้าราคา 400 บาท

จำนวนเงินที่ป้อนเข้าเครื่อง	จำนวนครั้งที่ทำการทดสอบ	เวลาเฉลี่ยที่ใช้ (วินาที)	ค่าความผิดพลาด
1000 บาท	10	13.1	0%
500 บาท	10	3.9	0%
450 บาท	10	5.4	0%

ตารางที่ 7 ผลการทดสอบการทำงานของเครื่องทอนเงินของสินค้าราคา 640 บาท

จำนวนเงินที่ป้อนเข้าเครื่อง	จำนวนครั้งที่ทำการทดสอบ	เวลาเฉลี่ยที่ใช้ (วินาที)	ค่าความผิดพลาด
1000 บาท	10	20.2	0%
800 บาท	10	7.4	0%
650 บาท	10	5.1	0%

จากตารางผลการทดสอบการทำงานของเครื่องทอนเงินของเครื่องจำหน่ายสินค้าอัตโนมัติพบว่า ค่าความผิดพลาดของการทอนเงินมีค่าเป็น 0% และเวลาเฉลี่ยที่ใช้ในการทอนเงินแปรผันตรงกับจำนวนเงินที่ทอน ถ้าต้องทอนเงินมากเวลาที่ใช้จะมีค่ามากด้วย

6.5 การทดสอบการทำงานของการแจ้งข้อความทางแอปพลิเคชันไลน์ การแจ้งข้อความ

ทางแอปพลิเคชันไลน์ ได้ใช้วิธีการเชื่อมต่อสัญญาณอินเทอร์เน็ตเข้ากับบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยเขียนโปรแกรมให้ส่งข้อความแจ้งเตือนไปที่แอปพลิเคชันไลน์ผ่านสัญญาณอินเทอร์เน็ต สำหรับการทดสอบการทำงานของเครื่องแจ้งข้อความแสดงผลการซื้อสินค้าของเครื่องจำหน่ายสินค้าอัตโนมัตินั้น ได้ทำการทดสอบโดยการทดลองส่งข้อความไปทางไลน์จำนวน 10 ครั้ง ผลการทดสอบแสดงดังตารางที่ 8

ตารางที่ 8 ผลการทดสอบการทำงานของเครื่องแจ้งข้อความทางแอปพลิเคชันไลน์

ชื่อผู้รับข้อความ	จำนวนครั้งที่ทำการทดสอบ	ค่าความผิดพลาด
OYUA	10	10%

จากตารางผลการทดสอบการทำงานของเครื่องแจ้งข้อความทางแอปพลิเคชันไลน์ จำนวน 10 ครั้ง มีค่าความผิดพลาดอยู่ที่ 10% โดยความผิดพลาดที่เกิดขึ้น เกิดจากการสัญญาณอินเทอร์เน็ตที่ใช้ในการทดลองมีประสิทธิภาพที่ยังไม่ดีพอและขาดความเสถียรภาพ ทำให้เกิดความผิดพลาดขึ้น ซึ่งสำหรับเครื่องจำหน่ายสินค้าอัตโนมัติที่มีการแจ้งเตือนรายละเอียดการซื้อสินค้าผ่านแอปพลิเคชันไลน์ ยังไม่มีงานวิจัยที่ทำเครื่องในลักษณะนี้ขึ้นมา จึงไม่สามารถเปรียบเทียบผลการทดสอบการแจ้งเตือนข้อความทางแอปพลิเคชันไลน์ได้

6.6 อภิปรายผล จากผลการทดสอบเครื่องจำหน่ายสินค้าอัตโนมัติที่กล่าวมาข้างต้นเห็นว่าในส่วนการทำงานของอุปกรณ์ของเครื่องจำหน่ายสินค้าอัตโนมัติ นั้น มีค่าความผิดพลาดที่ 0% จากการวิเคราะห์การทำงานของเครื่องจำหน่ายสินค้าอัตโนมัติที่สร้างขึ้นนี้ ปัญหาที่พบมากที่สุดอยู่ที่เครื่องรับธนบัตร เพราะปัญหาของขนาดธนบัตรและปัญหาของเซนเซอร์จับค่าสี ที่ต้องมีการปรับตั้งค่าสีให้เหมาะสมที่สุด ซึ่งปัญหาของเครื่องรับธนบัตรนี้ได้ทำการแก้ไขโดยการปรับตั้งความเร็วของมอเตอร์ที่ใช้ในการดึงธนบัตรเข้าเครื่องรับให้มีความเร็วที่เหมาะสม และจากปัญหาของการเปลี่ยนแปลงสภาพแสงสว่างของบริเวณที่ใช้งานเครื่องจำหน่ายสินค้าอัตโนมัติ เพราะ

ในสภาพแสงที่ต่างกันอาจทำให้เกิดค่าความผิดพลาดในการตรวจจับธนบัตรได้ ในส่วนของการแจ้งเตือนข้อความทางแอปพลิเคชันไลน์นั้น มีค่าความผิดพลาดที่ 10% ซึ่งเกิดจากการขาดความเสถียรภาพของสัญญาณอินเทอร์เน็ตที่ใช้ในการทดสอบระบบ

7. สรุปและข้อเสนอแนะ

ในการออกแบบและสร้างเครื่องจำหน่ายสินค้าอัตโนมัติพบว่า เครื่องที่ทำการพัฒนาขึ้นสามารถนำไปใช้งานได้จริง มีค่าความผิดพลาดมากที่สุดอยู่ที่ 10% ซึ่งเกิดในส่วนการส่งข้อความผ่านทางแอปพลิเคชันไลน์ ส่วนการทำงานของเครื่องนั้นไม่มีข้อผิดพลาดใดๆ ข้อเสนอแนะของงานวิจัยนี้คือเพิ่มค่าจุดสีที่ใช้ทดสอบโปรแกรมให้มากและแม่นยำขึ้น ควรทำที่กันแสงเข้าในตัวเครื่องรับธนบัตรเพื่อป้องกันการรบกวนของแสงจากภายนอก ที่รบกวนการทำงานของเซนเซอร์จับค่าสี เพิ่มแหล่งจ่ายไฟให้กับมอเตอร์ให้เพียงพอต่อการใช้งาน ตรวจสอบเครือข่ายของอินเทอร์เน็ตที่มีเสถียรภาพและสามารถเชื่อมต่อได้ตลอดเวลา และเพื่อให้เครื่องจำหน่ายสินค้าอัตโนมัติมีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้นสามารถนำไปพัฒนาต่อยอดเพิ่มในส่วนของการสร้าง QR code เพื่อสแกนจ่ายเงินได้ด้วย

8. เอกสารอ้างอิง

1. เพ็ชราทิ สุขเรื่อน. (2555) เครื่องจ่ายข้าวสาร
สามหัวจ่ายแบบหยอดเหรียญ.
การประชุมวิชาการแห่งชาติ
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขต
กำแพงแสน ครั้งที่ 9, 1796 – 1805.
นครปฐม: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
2. สุรัตน์ รื่นศรี และ สุวิมล ขนอม. (2558) เครื่อง
จำหน่ายไอศกรีมอัตโนมัติแบบหยอด
เหรียญ. (ปริญญานิพนธ์ปริญญาบัณฑิต).
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย.
สงขลา
3. Desai, S., Jadhav, S., Patil, P., and
Sambhaji, G. (2017). Automatic
Chocolate Vending Machine By
Using Arduino Uno. *International
Journal of Innovative Research in
Computer Science & Technology*, 5
(2), 226-229.
4. Jadhav, S., Pawar, N., Kharade, N. and
Lengare, P.S. (2018). Automatic
Vending Machine. *International
Journal of Innovative Science and
Research Technology*, 3(3), 376-
378.
5. Mahajan, G., Phale, V., Mane, S. and
Patil, A. (2020). Vending Machine
with Cash and Cashless Payment
Support. *International Research
Journal of Engineering and
Technology*, 7(6), 341-348.
6. Pradeepa, P., Sudhalavanya, T.,
Suganthi, K., Suganthi, N., &
Menagadevi, M. (2013). Design and
Implementation of Vending
Machine using Verilog HDL.
*International Journal of Advanced
Engineering Technology*, Vol. IV.
Issue I/Jan.-March., 51-53.
7. Preetilatha, R., Ramkumar, R., Ramesh
S.M., Kiruthika, S., & Bharani, M.
(2014). Stationery Vending Machine.
*IJSET-International Journal of
Innovative Science, Engineering &
Technology*, 1(9), 8-12.
8. Sibanda, V., Munetsi, L., Mpofu, K.,
Murena, E., & Trimble, J. (2020).
Design of a high-tech vending
machine. *ScienceDirect Procedia
CIRP*, 91, 678-683.
9. Smt Usha Rani, J., Rashmi, M., Dheeksha,
R., Lakshmi, H.R., & Tejashwini, M.S.
(2020). Vending Machine Based on
digital Payment for dispensing
Stationary items. *Journal of
Emerging Technologies and
Innovative Research*, 7(5), 355-357.
10. Sridharan, S. & Jammalamadaka, S.
(2014). Architecture of beverage
vending machine leveraging the
automated teller machine.
*International Journal of Advanced
Computational Engineering and
Networking*, 2(8), 29-33.

แบบฟอร์มส่งบทความเพื่อตีพิมพ์ในวารสารมหาวิทยาลัยวงษ์ชวลิตกุล

วันที่ เดือน พ.ศ.

ข้าพเจ้า (นาย/นางนางสาว)
(Mr./Mrs./Miss)

ขอส่ง ☐ บทความวิจัย ☐ บทความวิชาการ ☐ บทความปริทัศน์

ชื่อเรื่อง (ภาษาไทย)
.....

ชื่อเรื่อง (ภาษาอังกฤษ)
.....

ตำแหน่งทางวิชาการ
ประวัติการศึกษา

ที่อยู่
.....

สถานที่ทำงาน
.....

หมายเลขโทรศัพท์ อีเมล

หมายเลขโทรศัพท์มือถือ

ประวัติการทำงาน
.....

ตำแหน่งหน้าที่ปัจจุบัน
.....

ข้าพเจ้าขอรับรองว่าบทความนี้เป็นผลงานของข้าพเจ้าที่ไม่เคยตีพิมพ์ในวารสารใดมาก่อน และ
ข้าพเจ้ายินยอมให้ตีพิมพ์ลงในวารสารมหาวิทยาลัยวงษ์ชวลิตกุล ภายใต้การพิจารณาของกองบรรณาธิการ

ลงนาม.....
(.....)



ใบสมัครสมาชิกวารสารมหาวิทยาลัยวงษ์ชวลิตกุล

ข้าพเจ้า (นาย/นาง/นางสาว).....
 ที่อยู่ (สำหรับส่งวารสาร)..... หมู่..... ซอย..... ถนน..... แขวง/ตำบล.....
 เขต/อำเภอ..... จังหวัด..... รหัสไปรษณีย์.....
 โทรศัพท์..... อีเมล.....
 กรณีเป็นนิสิต/นักศึกษา กรุณากรอกข้อมูลเพิ่มเติม ดังนี้
 ระดับการศึกษา..... เลขประจำตัว..... ชั้นปี.....
 สาขาวิชา/ภาควิชา..... สถานศึกษา.....
 โทรศัพท์..... อีเมล.....

มีความประสงค์ขอสมัครเป็นสมาชิก

- ☐ วารสารมหาวิทยาลัยวงษ์ชวลิตกุล.....ปี (1 ปี 2 ฉบับ 400 บาท สำหรับสถาบันการศึกษา)
 เริ่มตั้งแต่ฉบับที่.....
☐ วารสารมหาวิทยาลัยวงษ์ชวลิตกุล.....ปี (1 ปี 2 ฉบับ 400 บาท สำหรับบุคคลทั่วไป)
 เริ่มตั้งแต่ฉบับที่.....
☐ วารสารมหาวิทยาลัยวงษ์ชวลิตกุล.....ปี (1 ปี 2 ฉบับ 300 บาท สำหรับนักศึกษา)
 เริ่มตั้งแต่ฉบับที่.....

พร้อมนี้ได้ส่ง ☐ เงินสด.....บาท (ตัวอักษร.....)
☐ โอนเงินผ่านบัญชีธนาคารกรุงไทย สาขานนทบุรี
 ชื่อบัญชี “มหาวิทยาลัยวงษ์ชวลิตกุล” บัญชีออมทรัพย์เลขที่ 306-1-60114-7
 ใบสำคัญรับเงิน ☐ มารับเอง ออกใบสำคัญรับเงินในนาม.....
☐ จัดส่งตามที่อยู่ด้านบน ออกใบสำคัญรับเงินในนาม.....

ลงชื่อ.....ผู้สมัคร
 (.....)
/...../.....

โปรดส่งใบสมัคร พร้อมหลักฐานการชำระเงินผ่านทาง Email: suchada_sni@vu.ac.th หรือที่
 สำนักงานวิจัยและบริการวิชาการ ฝ่ายวารสารมหาวิทยาลัยวงษ์ชวลิตกุล
 84 หมู่ 4 ถนนมิตรภาพ-หนองคาย ตำบลบ้านเกาะ อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา 30000
 โทรศัพท์ 0 4400 9711 ต่อ 233 โทรสาร 0 4400 9712

ขอบเขตของวารสาร (Scopes)

วารสารมหาวิทยาลัยวงษ์ชวลิตกุลเป็นวารสารที่ดำเนินการจัดทำขึ้นมาเพื่อรองรับการเผยแพร่ผลงานทางวิชาการ งานวิจัย วิทยานิพนธ์ ด้านสาขาวิศวกรรมศาสตร์ วิทยาศาสตร์สุขภาพ สหวิทยาการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี)

คำแนะนำในการเตรียมและการส่งต้นฉบับ

การกำหนดระยะเวลาในการตีพิมพ์วารสาร

วารสารมหาวิทยาลัยวงษ์ชวลิตกุล มีกำหนดระยะเวลาการตีพิมพ์ปีการศึกษาละ 2 ฉบับได้แก่ ฉบับแรกตั้งแต่เดือนมกราคม - เดือนมิถุนายน และฉบับที่สองตั้งแต่เดือนกรกฎาคม - เดือนธันวาคม ผลงานที่จะลงตีพิมพ์ในวารสารจะต้องไม่เคยตีพิมพ์ที่ไหนมาก่อน โดยบทความภายนอกจะต้องผ่านการพิจารณาจากผู้ทรงคุณวุฒิภายนอกหรือผู้ทรงคุณวุฒิภายในที่เชี่ยวชาญในสาขาที่เกี่ยวข้องอย่างน้อย 2 คน และบทความภายในจะต้องผ่านการพิจารณาจากผู้ทรงคุณวุฒิภายนอกที่เชี่ยวชาญในสาขาที่เกี่ยวข้องอย่างน้อย 2 คน ซึ่งเป็นการพิจารณาบทความแบบผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เขียนไม่ทราบชื่อกันและกัน (double-blind review) ผู้ประสงค์จะส่งบทความให้กรอกรายละเอียดในหนังสือส่งบทความวิจัย พร้อมกับส่งต้นฉบับเอกสารบทความจำนวน 2 ฉบับและ CD บทความวิชาการจำนวน 1 แผ่น

ประเภทของบทความ

1. **บทความวิจัย** หมายถึง บทความที่นำเสนอผลการวิจัยอย่างเป็นระบบ กล่าวถึงความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา วัตถุประสงค์ การดำเนินการวิจัย รวมถึงบทความวิจัยจากวิทยานิพนธ์ภาคนิพนธ์ สารนิพนธ์ และการศึกษาอิสระ ทั้งในระดับปริญญาตรีและระดับบัณฑิตศึกษา
2. **บทความวิชาการ** เป็นบทความหรืองานเขียนซึ่งเป็นเรื่องที่น่าสนใจ เป็นความรู้ใหม่ ถ่ายทอดความรู้ โดยมีแนวความคิด วิธีการดำเนินการ และบทสรุปที่น่าสนใจ

การเรียงลำดับเนื้อหา

1. ชื่อเรื่อง (Title) ต้องมีทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ
2. ชื่อผู้เขียน (Author) และวุฒิการศึกษาของผู้เขียนแต่ละคน ต้องมีทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ
3. บทคัดย่อภาษาไทย ความยาว 15-20 บรรทัด (300-350 คำ) ให้สรุปเนื้อหาของบทความทั้งหมดให้เข้าใจวัตถุประสงค์ของการทำวิจัย วิธีการโดยย่อ ผลที่ได้จากการวิจัย
4. คำสำคัญภาษาไทย ไม่เกิน 5 คำ (ไม่ใช่วลี หรือ ประโยค) เป็นการระบุคำสำคัญหลักในเนื้อเรื่องงานวิจัย ที่สามารถใช้ในการสืบค้นหรืออ้างอิงได้
5. บทคัดย่อภาษาอังกฤษ แปลจากบทคัดย่อภาษาไทย มีขนาดและเนื้อหาเหมือนกับบทคัดย่อภาษาไทย

6. คำสำคัญภาษาอังกฤษ (Key words) แปลจากคำสำคัญภาษาไทย
7. สถานที่ทำงาน หรือสถานศึกษาของผู้เขียนแต่ละคน ต้องมีทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ
8. ผู้เขียนหลัก (Correspondent author) และที่อยู่อีเมลผู้เขียนหลัก
9. บทนำ (Introduction) ชี้ให้เห็นถึงความสำคัญของเรื่องที่ทำ และขอบเขตของปัญหาวิจัย
10. วัตถุประสงค์ (Objective) ระบุวัตถุประสงค์การวิจัยหรือวัตถุประสงค์เฉพาะที่นำเสนอในบทความวิจัยนี้
11. วิธีดำเนินการ (Method) อธิบายวิธีการดำเนินการวิจัยในสาระสำคัญที่จำเป็น เช่น กลุ่มตัวอย่าง เครื่องมือ วิธีการเก็บข้อมูล ผลการวิจัย/ข้อค้นพบ (Result/Finding) แสดงผลที่เกิดขึ้นจากการวิจัยโดยตรง ซึ่งอาจมีภาพประกอบ แผนภูมิ ตาราง หรือการสื่อในลักษณะอื่นๆ ที่เข้าใจได้ง่าย
12. อภิปรายผล (Discussion) อภิปรายปรากฏการณ์ที่เกิดจากผลการดำเนินงานให้เห็นเป็นรูปธรรมได้อย่างไร และอ้างอิงให้เห็นว่าผลการวิจัยดังกล่าวนี้เหมือนหรือแตกต่างจากผลการวิจัยอื่น ๆ และได้สร้างองค์ความรู้ใหม่ในส่วนใด
13. ข้อเสนอแนะ (Suggestion) แนะนำการไปใช้ และแนะนำเพื่อนำไปต่อยอดการวิจัย
14. สรุป (Conclusion) สรุปประเด็นข้างต้นทุกข้อให้ได้ความกะทัดรัดประมาณ 1 ย่อหน้า
15. เอกสารอ้างอิง (References) ใช้ระบบการอ้างอิงตามรูปแบบ APA (American Psychological Association)

การพิมพ์ ขนาดตัวอักษร และความห่างระหว่างบรรทัด

ผู้ประสงค์จะส่งบทความวิชาการต้องพิมพ์ต้นฉบับด้วยโปรแกรม Microsoft Word 2007 มีความยาวรวมทุกรายการ (ชื่อเรื่อง – เอกสารอ้างอิง) จำนวน 10-15 หน้า (4,500 – 6,000 คำ) ขนาดกระดาษ A4 ห่างจากขอบทุกด้าน 1 นิ้ว ใช้แบบอักษร TH SarabunPSK ทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ ระยะห่างระหว่างบรรทัด 1 บรรทัด (Single Space) โดยมีรายละเอียดแต่ละรายการดังต่อไปนี้

1. ชื่อเรื่อง (Title) ขนาดตัวอักษร 24 pt. ตัวหนา จัดไว้กลางหน้ากระดาษ
2. ชื่อผู้เขียน (Author) และหัวข้อ “บทคัดย่อ” หรือ ”Abstract” ขนาดตัวอักษร 16 pt. ตัวหนา จัดไว้กลางหน้ากระดาษ
3. คำสำคัญ (Key words) และ หัวข้อหลัก (Heading) ขนาดตัวอักษร 18 pt. ตัวหนา เนื้อหาของคำสำคัญ ขนาดตัวอักษร 16 pt. ตัวหนา จัดชิดขอบกระดาษด้านซ้าย
4. ชื่อหัวข้อย่อย (Sub-heading) และชื่อตารางขนาด 16 pt. ตัวหนา ข้อความในตารางขนาดตัวอักษร 14 pt. จัดไว้กลางหน้ากระดาษความห่างระหว่างข้อความ เมื่อสิ้นสุดเนื้อหาแล้วขึ้นหัวข้อหลักเว้นวรรค 2 ตัวอักษร เนื้อหาบรรทัดใหม่ถัดจากหัวข้อให้เว้นวรรค 1 ตัวอักษรตามปกติ

การลงรายการเอกสารอ้างอิงในเนื้อเรื่องของบทความ (Citation) ใช้ตามหลักการอ้างอิงในเนื้อเรื่อง
ของ APA (American Psychological Association)

การอ้างอิงในเนื้อหา (In-text Citation) ของบทความ ให้ใช้การอ้างอิงแบบนามปี (Author-year)
ปรากฏแทรกอยู่ในเนื้อหาของบทความ

การส่งต้นฉบับ

ผู้ประสงค์จะส่งบทความ สามารถส่งต้นฉบับพร้อมแนบไฟล์ข้อมูลได้ที่

กองบรรณาธิการวารสารมหาวิทยาลัยวงษ์ชวลิตกุล

84 หมู่ 4 ถนนมิตรภาพ-หนองคาย ตำบลบ้านเกาะ อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา 30000

***ทั้งนี้บทความวิจัย หรือผลงานวิจัย บทความวิชาการนั้น จะต้องไม่เคยเผยแพร่ในวารสารใดๆ
มาก่อน สอบถามรายละเอียดเพิ่มเติมได้ที่ กองบรรณาธิการ หรือ

นางสาวสุชาดา สนิทสิงห์

โทรศัพท์ 0-4400-9711 ต่อสำนักวิจัยและบริการวิชาการ (233) โทรสาร 044-009712

E-mail : suchada_sni@vu.ac.th

ข้อกำหนดบทความวิชาการหรือบทความวิจัยที่ลงตีพิมพ์ ในวารสารมหาวิทยาลัยวงษ์ชวลิตกุล

1. เป็นบทความวิชาการหรือบทความวิจัยเป็นภาษาไทยหรือภาษาอังกฤษในสาขาวิศวกรรมศาสตร์
วิทยาศาสตร์สุขภาพ สหวิทยาการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี พร้อมบทความย่อภาษาไทยและ
ภาษาอังกฤษ
2. มีความยาวของต้นฉบับไม่เกิน 15 หน้ากระดาษ A4
3. ใช้ระบบการอ้างอิงแบบนาม-ปี (Author-date)

ตัวอักษรและรูปแบบการพิมพ์

ตัวอักษร TH SarabunPSK 16

ด้านบน 1.5 นิ้ว

ด้านซ้าย 1.5 นิ้ว

ด้านล่าง 1.5 นิ้ว

ด้านขวา 1.0 นิ้ว

รายการ	ลักษณะตัวอักษร	รูปแบบอักษรการพิมพ์	ขนาดตัวอักษร
ชื่อบทความ	หนา	กลางหน้ากระดาษ	24
ชื่อผู้แต่ง	เอน	ชิดขวา	16
บทคัดย่อ	หนา	ชิดซ้าย	18
หัวข้อแบ่งตอน	หนา	ชิดซ้าย	18
หัวข้อย่อย	หนา	ใช้หมายเลขกำกับ	16
บทความ	ปกติ	-	16
การเน้นความใน	หนา	-	16
บทความ			
ข้อความในตาราง	ปกติ	-	14
ข้อความอ้างอิง	เอน	-	14
เอกสารอ้างอิง	หนา	ชิดซ้าย	18

การเขียนเอกสารอ้างอิง

เอกสารอ้างอิง (reference) จะต้องสอดคล้องตรงกันทั้งในเนื้อหาและเอกสารอ้างอิงท้ายบทความใช้รูปแบบของ Publication Manual of The American Psychological Association: APA (ระบบนาม-ปี) การอ้างอิงเอกสารไม่ควรเกิน 5-10 ปี ยกเว้นหนังสือตำราที่เป็นทฤษฎีหรือปรัชญา อ้างอิงบทความวิชาการ บทความวิจัยจากวารสารทั้งไทยและต่างประเทศ

วิธีเขียนเอกสารอ้างอิงตามรูปแบบ APA (American Psychological Association)

รูปแบบและตัวอย่างการอ้างอิงจากสิ่งพิมพ์ต่างๆ

1. วารสารและนิตยสาร

รูปแบบ

ชื่อผู้แต่ง. (ปีที่พิมพ์). ชื่อเรื่อง. ชื่อวารสาร, ปีที่(ฉบับที่), หน้าแรก-หน้าสุดท้าย.

2. หนังสือ

รูปแบบ

ชื่อผู้แต่ง. (ปีที่พิมพ์). ชื่อเรื่อง. สถานที่พิมพ์: สำนักพิมพ์.

3. รายงานการประชุมทางวิชาการ

รูปแบบ

ชื่อผู้แต่ง. (ปีที่พิมพ์). ชื่อเรื่อง. ใน สถานที่จัด, ชื่อการประชุม. (หน้า). สถานที่พิมพ์: สำนักพิมพ์.

4. บทความจากหนังสือพิมพ์

รูปแบบ

ชื่อผู้แต่ง. (ปีที่พิมพ์, วันที่, เดือน). ชื่อเรื่อง. ชื่อหนังสือพิมพ์, หน้าที่น่ามาอ้างอิง.

5. วิทยานิพนธ์

รูปแบบ

ชื่อผู้แต่ง. (ปีที่พิมพ์). ชื่อวิทยานิพนธ์. ระดับปริญญาของวิทยานิพนธ์, สถาบันการศึกษา. สถานที่พิมพ์:
สถาบันการศึกษา.

6. สื่ออิเล็กทรอนิกส์

รูปแบบ

ชื่อผู้แต่ง. (ปีที่เผยแพร่ทางอินเทอร์เน็ต). ชื่อเรื่อง. สืบค้นเมื่อวัน เดือน ปี, จากเว็บไซต์: URL Address.

ขั้นตอนการดำเนินงานภายหลังได้รับต้นฉบับ

1. กองบรรณาธิการรับบทความ และพิจารณาตรวจสอบกลุ่มสาขา ความสอดคล้องตามรูปแบบที่วารสารฯ กำหนด เพื่อพิจารณาดำเนินการหรือส่งแก้ไขเบื้องต้น
2. บทความที่ได้รับการพิจารณาดำเนินการจากกองบรรณาธิการ กองบรรณาธิการจะส่งบทความให้ผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณาบทความต่อไป โดยบทความภายนอกจะต้องผ่านการพิจารณาจากผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก หรือผู้ทรงคุณวุฒิภายในที่เชี่ยวชาญในสาขาที่เกี่ยวข้องอย่างน้อย 2 คน และบทความภายในจะต้องผ่านการพิจารณาจากผู้ทรงคุณวุฒิภายนอกที่เชี่ยวชาญในสาขาที่เกี่ยวข้องอย่างน้อย 2 คน ซึ่งการพิจารณาบทความเป็นรูปแบบผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เขียนไม่ทราบชื่อกันและกัน (double-blind review)
3. เมื่อผู้ทรงคุณวุฒิได้พิจารณาบทความแล้ว กองบรรณาธิการจะพิจารณาบทความโดยอ้างอิงตามผลการพิจารณาบทความของผู้ทรงคุณวุฒิ ว่าบทความสมควรลงตีพิมพ์หรือควรให้ผู้เขียนแก้ไข
4. กองบรรณาธิการส่งผลการพิจารณาบทความจากผู้ทรงคุณวุฒิให้กับผู้เขียน เพื่อให้ผู้เขียนทราบผลการพิจารณาและได้ดำเนินการแก้ไขบทความตามข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิ
5. เมื่อผู้เขียนแก้ไขบทความได้ถูกต้อง เรียบร้อยแล้ว กองบรรณาธิการจะออกหนังสือตอบรับการตีพิมพ์บทความให้ผู้เขียน และนำบทความมาตีพิมพ์ในรูปแบบวารสารฯ และทางอินเทอร์เน็ตโดย ThaiJO ต่อไป

จริยธรรมการตีพิมพ์ (Publication Ethics)

มาตรฐานทางจริยธรรมของวารสารมหาวิทยาลัยวงษ์ชวลิตกุล

วารสารมหาวิทยาลัยวงษ์ชวลิตกุลกำหนดจริยธรรมการตีพิมพ์ (Publication Ethics)

โดยปรับปรุงจาก COPE – COMMITTEE ON PUBLICATION ETHICS (<http://publicationethics.org>)

หน้าที่และความรับผิดชอบของบรรณาธิการ

บรรณาธิการควรรับผิดชอบต่อการตีพิมพ์เผยแพร่ในวารสาร กล่าวคือ

1. ดำเนินการให้ตรงตามความประสงค์ของผู้อ่านและผู้นิพนธ์
2. ปรับปรุงวารสารอย่างสม่ำเสมอ
3. รับรองคุณภาพของงานวิจัยที่ได้รับการตีพิมพ์
4. สนับสนุนเสรีภาพในการแสดงความคิดเห็น
5. คงไว้ซึ่งความถูกต้องของผลงานทางวิชาการ
6. ปกป้องมาตรฐานของทรัพย์สินทางปัญญาจากความต้องการทางธุรกิจ
7. เต็มใจที่จะแก้ไขข้อผิดพลาดการตีพิมพ์ การทำให้เกิดความกระจ่าง การถอดถอนบทความ และการขอภัย หากจำเป็น

หน้าที่ของบรรณาธิการต่อผู้อ่าน

แจ้งให้ผู้อ่านทราบเกี่ยวกับผู้ให้ทุนสนับสนุนงานวิจัยและบทบาทของผู้ให้ทุนวิจัยในการทำวิจัยนั้นๆ

(กิตติกรรมประกาศ: Acknowledgements)

หน้าที่ของบรรณาธิการต่อผู้นิพนธ์

1. บรรณาธิการจะดำเนินการทุกอย่างเพื่อให้มั่นใจในคุณภาพของบทความที่ตีพิมพ์ เพื่อรับรองคุณภาพของงานวิจัยที่ตีพิมพ์ และตระหนักว่าวารสาร และแต่ละส่วนของวารสาร มีวัตถุประสงค์และมาตรฐานที่ต่างกัน
2. การตัดสินใจของบรรณาธิการต่อการยอมรับหรือปฏิเสธบทความวิจัยเพื่อการตีพิมพ์ ขึ้นอยู่กับความสำคัญ ความใหม่ และความชัดเจนของบทความวิจัย ตลอดจนความเกี่ยวข้องกับขอบเขตของวารสาร
3. บรรณาธิการมีการชี้แจงหรือให้ข้อมูลเกี่ยวกับกระบวนการตรวจสอบประเมินบทความ (peer review) และมีความพร้อมในการชี้แจงความเบี่ยงเบนต่างๆ จากกระบวนการตรวจสอบที่ได้ระบุไว้
4. วารสารมีช่องทางให้ผู้นิพนธ์อุทธรณ์ได้หากผู้นิพนธ์มีความคิดเห็นแตกต่างจากการตัดสินใจของบรรณาธิการได้
5. บรรณาธิการจัดพิมพ์คำแนะนำแก่ผู้นิพนธ์ในทุกประเด็นที่บรรณาธิการคาดหวัง ในทุกเรื่องที่ผู้นิพนธ์ควรรับทราบ และปรับปรุงคำแนะนำให้ทันสมัยอยู่เสมอ พร้อมทั้งควรมีการอ้างอิงหรือการเชื่อมโยงกับระเบียบดังกล่าวนี้ด้วย

6. บรรณาธิการไม่ควรเปลี่ยนแปลงการตัดสินใจในการตอบรับบทความที่ถูกปฏิเสธการตีพิมพ์ไปแล้ว ยกเว้นมีปัญหาย้ายแรงเกิดขึ้นในระหว่างการส่งบทความมารับการพิจารณา

7. กรณีที่มีการเปลี่ยนบรรณาธิการใหม่จะไม่กลับคำตัดสินใจมาตีพิมพ์บทความที่บรรณาธิการคนก่อนตอบปฏิเสธไปแล้ว ยกเว้นมีการพิสูจน์ถึงปัญหาย้ายแรงที่เกิดขึ้น

หน้าที่ของบรรณาธิการต่อผู้ประเมินบทความ

1. บรรณาธิการจัดพิมพ์คำแนะนำแก่ผู้ประเมินบทความในทุกประเด็นที่บรรณาธิการคาดหวัง และควรมีการปรับปรุงคำแนะนำให้ทันสมัยอยู่เสมอ

2. บรรณาธิการมีระบบที่ปกป้องข้อมูลส่วนตัวของผู้ประเมินบทความ ยกเว้นวารสารนั้นมีการประเมินบทความแบบเปิดที่ได้แจ้งให้ผู้นิพนธ์และผู้ประเมินรับทราบล่วงหน้าแล้ว

กระบวนการพิจารณาประเมินบทความ

บรรณาธิการมีระบบที่ทำให้มั่นใจได้ว่าบทความที่ส่งเข้ามายังวารสาร จะได้รับการปกปิดเป็นความลับในระหว่างขั้นตอนการพิจารณาประเมิน

การร้องเรียน

1. บรรณาธิการจะมีการตอบกลับการร้องเรียนในทันทีตามขั้นตอนที่ปรากฏในวารสาร และควรแสดงให้ผู้ร้องเรียนมั่นใจได้ว่าสามารถร้องเรียนได้อีกหากยังไม่พอใจ

2. บรรณาธิการจะมีการตอบกลับคำร้องเรียนในทันที และควรแสดงให้ผู้ร้องเรียนมั่นใจได้ว่าสามารถร้องเรียนได้อีกหากยังไม่พอใจ ซึ่งกลไกดังกล่าวนี้ควรปรากฏชัดเจนในวารสาร และควรรวมข้อมูลเกี่ยวกับวิธีการส่งเรื่องที่ยังไม่ได้รับการแก้ไขไปให้คณะกรรมการจริยธรรมการตีพิมพ์

การเปิดโอกาสให้มีการโต้แย้ง

1. บรรณาธิการเปิดเผยคำวิจารณ์บทความที่ได้รับการตีพิมพ์ในวารสาร เพื่อให้สามารถโต้แย้งได้ ยกเว้นบรรณาธิการจะมีเหตุผลอื่นที่ดีเพียงพอในการไม่เปิดเผยคำวิจารณ์นั้น

2. บรรณาธิการเปิดโอกาสให้ผู้นิพนธ์บทความที่มีคนอื่นวิจารณ์ให้สามารถชี้แจงตอบกลับได้ นอกจากนี้การศึกษาวิจัยที่มีผลขัดแย้งกับบทความวิจัยที่ลงตีพิมพ์ไปแล้ว ก็ควรได้รับโอกาสนี้เช่นกัน

3. การศึกษาวิจัยที่มีการรายงานผลการวิจัยในด้านลบ บรรณาธิการก็รวมไว้ในบทความด้วย ไม่ตัดส่วนนี้ออกไป

การสนับสนุนความถูกต้องทางวิชาการ

1. บรรณาธิการจะทำให้เกิดความมั่นใจว่ารายละเอียดทุกส่วนในบทความวิจัยที่มีการตีพิมพ์ในวารสารต้องเป็นไปตามหลักจริยธรรมสากลที่ได้รับการยอมรับ

2. บรรณาธิการจะหาหลักฐานเพื่อให้มั่นใจว่างานวิจัยทุกชิ้นที่จะตีพิมพ์นั้นได้รับการอนุมัติและเห็นชอบโดยคณะบุคคลที่มีอำนาจ (เช่น คณะกรรมการทางจริยธรรมด้านงานวิจัย คณะกรรมการพิจารณาบทความวิจัยของสถาบัน เป็นต้น) อย่างไรก็ตามบรรณาธิการควรระลึกไว้เสมอว่าการพิจารณาอนุมัตินั้นไม่ได้เป็นการรับประกันว่างานวิจัยนั้นถูกต้องตามหลักจริยธรรมเสมอไป

การคุ้มครองข้อมูลส่วนบุคคล

บรรณาธิการมีการปกป้องข้อมูลส่วนบุคคลให้เป็นความลับ (เช่น ความสัมพันธ์ระหว่างคนไข้และแพทย์ เป็นต้น) ดังนั้นบรรณาธิการจึงต้องมีหนังสือยินยอมเป็นลายลักษณ์อักษรจากคนไข้ หากชื่อ หรือ รูปของคนไข้ปรากฏในรายงานหรือบทความ อย่างไรก็ตามบรรณาธิการสามารถตีพิมพ์บทความได้ โดยไม่ต้องมีเอกสารยินยอมหากบทความนั้นมีความสำคัญต่อสุขภาพของคนทั่วไป (หรือมีความสำคัญในบางเรื่อง) หรือมีความยากลำบากในการได้มาซึ่งเอกสารยินยอม และบุคคลผู้นั้นไม่คัดค้านต่อการตีพิมพ์เผยแพร่ (จึงต้องมีการปฏิบัติตามเงื่อนไขสามประการดังกล่าว)

การติดตามความประพฤติมิชอบ

1. บรรณาธิการมีหน้าที่ติดตามความประพฤติมิชอบในกรณีเกิดข้อสงสัย ซึ่งรวมถึงบทความวิจัยทั้งที่ได้รับการตีพิมพ์และยังไม่ได้รับการตีพิมพ์
2. บรรณาธิการไม่ควรปฏิเสธบทความวิจัยที่อาจจะมีประเด็นมิชอบในทันทีทันใด บรรณาธิการมีหน้าที่ต้องติดตามบทความวิจัยที่ถูกกล่าวหาว่าประพฤติมิชอบเพื่อหาข้อเท็จจริง
3. บรรณาธิการควรแสวงหาคำตอบจากบุคคลผู้ถูกกล่าวหา ก่อน แต่หากยังไม่พอใจต่อคำตอบที่ได้รับ ให้สอบถามหัวหน้าหรือคณะบุคคลที่เกี่ยวข้อง (ซึ่งในบางครั้งอาจเป็นหน่วยงานที่ออกกฎระเบียบ) เพื่อตรวจสอบข้อเท็จจริง
4. บรรณาธิการควรดำเนินการตามที่กำหนดไว้ในผังการทำงานของคณะกรรมการจริยธรรมการตีพิมพ์ เมื่อมีความจำเป็นต้องใช้
5. บรรณาธิการควรพยายามทำให้เกิดความมั่นใจว่าได้มีการดำเนินการตรวจสอบข้อเท็จจริงอย่างถูกต้องด้วยหลักเหตุและผล แต่หากไม่ได้ดำเนินการดังกล่าว บรรณาธิการควรชวนหาทางแก้ไขปัญหาลงถึงแม้ว่าจะเป็นเรื่องที่ยากแต่ก็เป็นภาระหน้าที่ที่สำคัญ

การรับรองความถูกต้องของผลงานทางวิชาการ

1. เมื่อมีการรับรู้ว่ามีปัญหาไม่ถูกต้องเกิดขึ้นกับบทความวิชาการที่ตีพิมพ์ไปแล้ว เช่น มีประโยชน์ที่นำไปสู่ความเข้าใจผิด หรือมีการบิดเบือนข้อเท็จจริง บรรณาธิการต้องแก้ไขทันทีและด้วยความชัดเจน
2. หากปรากฏการประพฤติทุจริตภายหลังการดำเนินการตรวจสอบแล้ว บรรณาธิการต้องดำเนินการเพิกถอนบทความนั้น โดยการเพิกถอนนี้ต้องให้ผู้อ่านและระบบฐานข้อมูลอื่นๆ ทราบด้วย

ความสัมพันธ์กับเจ้าของวารสารและสำนักพิมพ์

ความสัมพันธ์ของบรรณาธิการต่อสำนักพิมพ์และเจ้าของวารสาร ควรมีพื้นฐานอยู่บนความเป็นอิสระของบรรณาธิการ บรรณาธิการควรพิจารณาตัดสินใจเกี่ยวกับการรับบทความ เพื่อตีพิมพ์โดยยึดคุณภาพและความเหมาะสมกับผู้อ่านมากกว่าผลตอบแทนทางการเงินหรือการเมือง

ประเด็นพิจารณาที่เกี่ยวข้องในเชิงพาณิชย์

1. บรรณาธิการควรประกาศนโยบายในด้านการโฆษณาที่เน้นเนื้อหาที่มีความเกี่ยวข้องกับเนื้อหาสาระของวารสาร และในการตีพิมพ์ส่วนเสริมหรือเพิ่มเติมใดๆ ของวารสาร

2. บรรณาธิการจะไม่ตีพิมพ์การโฆษณาที่อาจทำให้เกิดความเข้าใจผิด และต้องยินดีที่จะตีพิมพ์คำวิจารณ์ต่างๆ ทั้งนี้ให้ยึดถือเกณฑ์เดียวกันกับการพิจารณาส่วนต่างๆ ของวารสาร

3. ในการนำบทความเดิมมาพิมพ์ใหม่นั้น ต้องให้คงลักษณะเดิมทุกประการยกเว้นหากจะมีการเพิ่มเติมส่วนที่แก้ไข

ผลประโยชน์ทับซ้อน

บรรณาธิการควรมีระบบในการจัดการผลประโยชน์ทับซ้อน (การขัดกันด้านผลประโยชน์) ของบรรณาธิการเองรวมทั้งของเจ้าหน้าที่วารสาร ผู้นิพนธ์ ผู้ประเมินบทความ และสมาชิกกองบรรณาธิการ

กระบวนการจัดการกับข้อร้องเรียนที่มีต่อบรรณาธิการ ที่มีการส่งมาให้คณะกรรมการจริยธรรมการตีพิมพ์

1. ข้อร้องเรียนของ ผู้นิพนธ์ ผู้อ่าน ผู้ประเมิน บรรณาธิการหรือสำนักพิมพ์วารสารอาจมีการส่งมาให้คณะกรรมการจริยธรรมการตีพิมพ์ พิจารณา อย่างไรก็ตามข้อร้องเรียนต่างๆจะส่งมาได้ต่อเมื่อ บรรณาธิการ/วารสารที่เป็นปัญหาเป็นสมาชิกของคณะกรรมการจริยธรรมการตีพิมพ์

2. ในการร้องเรียนบรรณาธิการวารสารนั้น ต้องร้องเรียนเป็นลายลักษณ์อักษรไปที่บรรณาธิการโดยตรงก่อนในขั้นตอนแรกควรทำการร้องเรียนอย่างเป็นลายลักษณ์อักษรต่อบรรณาธิการวารสารโดยตรงหากข้อร้องเรียนไม่ได้รับการแก้ไขเป็นที่น่าพอใจ ก็สามารถยื่นข้อร้องเรียนนั้นต่อคณะกรรมการต้นสังกัดของบรรณาธิการหรือผู้ตรวจการหน่วยงานใดๆ (ถ้ามี)

3. ข้อร้องเรียนที่ผ่านขั้นตอนการร้องเรียนต่อวารสารเท่านั้นจึงจะสามารถส่งต่อมาที่คณะกรรมการจริยธรรมการตีพิมพ์ได้ ทั้งนี้ให้แนบเอกสารที่เกี่ยวข้องทุกอย่างมาด้วย

4. คณะกรรมการจริยธรรมการตีพิมพ์จะรับข้อร้องเรียนภายใน 6 เดือนหลังจากวารสารได้พิจารณาข้อร้องเรียนเรียบร้อยแล้ว ทั้งนี้คณะกรรมการจริยธรรมการตีพิมพ์อาจพิจารณาออกระยะเวลาดังกล่าวนี้เป็นกรณีพิเศษได้

5. คณะกรรมการจริยธรรมการตีพิมพ์จะไม่พิจารณาการร้องเรียนเกี่ยวกับเนื้อหาของการตัดสินใจตีพิมพ์บทความของบรรณาธิการ (แต่จะพิจารณากระบวนการ) หรือข้อวิจารณ์เกี่ยวกับเนื้อหาในบทบรรณาธิการ

6. คณะกรรมการจริยธรรมการตีพิมพ์จะไม่พิจารณาเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นก่อนหน้าการเผยแพร่เอกสารมาตรฐานทางจริยธรรมนี้

เมื่อการร้องเรียนมีการส่งต่อมาที่คณะกรรมการจริยธรรมการตีพิมพ์:

1. ผู้ร้องเรียนยื่นข้อร้องเรียนต่อเจ้าหน้าที่ของคณะกรรมการ
2. เจ้าหน้าที่ของคณะกรรมการจริยธรรมการตีพิมพ์ตรวจสอบเพื่อยืนยันข้อร้องเรียนตามประเด็นต่อไปนี้

- 2.1 เป็นข้อร้องเรียนต่อสมาชิกในคณะกรรมการจริยธรรมการตีพิมพ์
- 2.2 เป็นข้อร้องเรียนที่อยู่ในขอบเขตการทำงานของคณะกรรมการจริยธรรมการตีพิมพ์
- 2.3 เป็นข้อร้องเรียนที่ไม่ได้รับการแก้ไขภายหลังส่งให้วารสารพิจารณาตามกระบวนการ
- 2.4 เป็นเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นภายหลังวันที่ระเบียบนี้มีผลบังคับใช้ (วันที่ 1 มกราคม พ.ศ. 2548)
3. ผู้ร้องเรียนต้องส่งเอกสารหลักฐานทั้งหมดที่เกี่ยวข้อง รวมถึงเอกสารหลักฐานที่เกี่ยวข้องกับการร้องเรียนต่อวารสาร ที่วารสารรับทราบข้อร้องเรียนนั้น เพื่อสร้างความมั่นใจให้กับประธานของคณะกรรมการจริยธรรมการตีพิมพ์
4. ประธานของคณะกรรมการจริยธรรมการตีพิมพ์ทำการแจ้งให้บรรณาธิการของวารสารทราบถึงข้อร้องเรียนที่ส่งต่อมายังคณะกรรมการจริยธรรมการตีพิมพ์
5. สถานการณ์ต่างๆ ที่อาจเกิดขึ้น
 - 5.1 บรรณาธิการไม่ให้ความร่วมมือ ในกรณีนี้ประธานของคณะกรรมการจริยธรรมการตีพิมพ์ จะทำการแจ้งให้ผู้ร้องเรียนและเจ้าของวารสารรับทราบ
 - 5.2 บรรณาธิการตอบข้อร้องเรียนโดยมีประเด็นดังนี้:
 - 5.2.1 ประธานของคณะกรรมการจริยธรรมการตีพิมพ์และตัวแทน 1 คน ซึ่งได้รับการเสนอชื่อโดยสมาชิกในสภาคณะกรรมการจริยธรรมการตีพิมพ์ ร่วมกันพิจารณาตัดสินว่าวารสารได้จัดการข้อร้องเรียนจนเป็นที่น่าพอใจแล้ว และได้แจ้งข้อมูลต่อผู้ร้องเรียนและบรรณาธิการ
 - 5.2.2 ประธานคณะกรรมการจริยธรรมการตีพิมพ์และตัวแทน 1 คน ซึ่งได้รับการเสนอชื่อโดยสมาชิกในสภาคณะกรรมการจริยธรรมการตีพิมพ์ ร่วมกันตัดสินว่ามีความจำเป็นที่ต้องตรวจสอบเพิ่มเติม และได้แจ้งข้อมูลต่อผู้ร้องเรียนและบรรณาธิการวารสาร และทำรายงานการดำเนินการดังกล่าวเสนอไปยังคณะกรรมการที่เกี่ยวข้องของสภาคณะกรรมการจริยธรรมการตีพิมพ์
6. คณะอนุกรรมการที่พิจารณาตัดสินข้อร้องเรียนควรประกอบไปด้วย ประธาน 1 ท่านและสมาชิกของสภาคณะกรรมการจริยธรรมการตีพิมพ์จำนวน 3 ท่านเป็นอย่างน้อย ซึ่งสมาชิกจำนวน 2 ท่านต้องไม่ใช่บรรณาธิการ และไม่มีสมาชิกของคณะอนุกรรมการท่านใดที่เป็นสมาชิกของสำนักพิมพ์ (หรือต้นสังกัด) เดียวกัน กับบรรณาธิการผู้ถูกร้องเรียน หากประธานดำรงตำแหน่งอยู่ในสำนักพิมพ์ (หรือต้นสังกัด) เดียวกันกับบรรณาธิการผู้ถูกร้องเรียน ประธานจะทำการแต่งตั้งรองประธานที่มีคุณสมบัติเหมาะสมมาดูแลเอกสารต่างๆ แทน
7. เมื่อข้อร้องเรียนส่งมาถึงคณะอนุกรรมการ คณะอนุกรรมการอาจจะดำเนินการต่อไปนี้
 - 7.1 เพิกถอนต่อข้อร้องเรียน และแจ้งเหตุผลต่อผู้ร้องเรียนและบรรณาธิการ
 - 7.2 ลงความเห็นว่าเป็นการฝ่าฝืนระเบียบที่กำหนด

8. เมื่อคณะกรรมการลงความเห็นว่าเป็นการฝ่าฝืนระเบียบที่กำหนด ให้ทำรายงานเสนอต่อสภา
คณะกรรมการจริยธรรมการตีพิมพ์โดยอธิบายถึงลักษณะของการฝ่าฝืนและให้คำแนะนำว่าจะดำเนินการ
อย่างไร

9. สภาคณะกรรมการจริยธรรมการตีพิมพ์ทำการพิจารณารายงานดังกล่าว ซึ่งอาจมีการปรับเปลี่ยน
ข้อแนะนำได้ หลังจากนั้นจะทำการแจ้งให้ผู้ร้องเรียน บรรณาธิการ และเจ้าของสำนักพิมพ์ (วารสาร) รับทราบ
ถึงข้อแนะนำ สุดท้ายซึ่งอาจมีดังนี้:

9.1 ให้บรรณาธิการทำการขอโทษต่อผู้ร้องเรียนตามข้อร้องเรียนที่ได้รับ

9.2 ให้บรรณาธิการทำการลงข้อความที่ได้รับจากคณะกรรมการจริยธรรมการตีพิมพ์ในวารสารของตน

9.3 ให้วารสารทำการปรับปรุงกระบวนการดำเนินการของวารสาร

9.4 ให้บรรณาธิการลาออกจากสมาชิกภาพของคณะกรรมการจริยธรรม ในช่วงระยะเวลาหนึ่ง

9.5 ให้บรรณาธิการดำเนินการใดๆ ตามที่คณะกรรมการจริยธรรมการตีพิมพ์มีความเห็นว่ามี
เหมาะสมต่อกรณีดังกล่าว

ขั้นตอนการอุทธรณ์

ผู้ร้องเรียนสามารถอุทธรณ์ต่อข้อแนะนำของคณะกรรมการจริยธรรมการตีพิมพ์ได้ โดยสามารถร้องขอ
รายละเอียดของผู้ที่ต้องติดต่ได้ที่คณะกรรมการจริยธรรมการตีพิมพ์



มหาวิทยาลัยวงษ์ชวลิตกุล YONGCHAVALITKUL UNIVERSITY

84 หมู่ 4 ถนนมิตรภาพ-หนองคาย ต.บ้านเกาะ อ.เมือง จ.นครราชสีมา

โทรศัพท์ : 044-009711 โทรสาร : 044-009712

- Instructional Model for Nursing Students in “New Normal”
Ronnachai khonboon, Warissara Panthonglang, Saowanee Choojan
- Factors Related to Hearing Loss Protection Behaviors
in Gong Production Workers in Ubon Ratchathani Province
Chaiyakrit Yokphonchanachai, Yanitha Paengprakhon, Jaruporn Duangsri, Comson Thongchai,
Kantiya Atkatime, Narine Sokarmpha, Arnandet Phapol, Aorathai Singrat
- The Factors Correlated with High Blood Pressure of the Female Students
in Sirindhorn College of Public Health, Khon Kaen
Wanasri Wawngam, Sudarat Roenthaisong, Lampung Vonok, Supat Assana, Kritkantorn Suwannaphant
- Immediate Effect of Facial Massage and Lymphatic Drainage Massage on Intraocular Pressure
Pattrawan Pattaranit, Tanapat Ratanapakorn, Jirawat limphatcharaporn, Pairaya Sitthiracha
- Surveying and Analyzing Green Environmental Context
in Nakhon Ratchasima City via Urban Forestry Approach
Siriwat Sarakhet, Nithi Lisnund
- Reduction of Water Hammer Impact with Surge Tank
Prayong Keeratiurai, Cheevin Limsiri, Patiparn Promdee, Puriprapat Wijitrpattamawong
- Automatic Fuel Dispenser Machine
Krisada Vilailak, Sureeporn Meehom, Chompoo Suppatoomsin,
Nopphadon Khodpun, Wilaiporn Ngermbath
- Automatic Vending Machine Using Microcontroller
Chompoo Suppatoomsin, Ekkarat Takkratok, Krisada Vilailak, Sureeporn Meehom