



APHEIT JOURNAL

วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ISSN : 2286-9614

ปีที่ 12 ฉบับที่ 2 กรกฎาคม - ธันวาคม 2566

Vol. 12 No. 2 July - December 2023



0-2354-5691



apheit.org@gmail.com



<https://li01.tci-thaijo.org/index.php/apheitoffice>

วารสารวิชาการด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

สมาคมสถาบันอุดมศึกษาเอกชนแห่งประเทศไทย

ในพระราชูปถัมภ์ สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี

APHEIT SCIENCE AND TECHNOLOGY JOURNAL

ISSN: 2286-9514

ปีที่ 12 ฉบับที่ 2 กรกฎาคม – ธันวาคม 2566

Vol. 12 No. 1 JULY – DECEMBER 2023

วัตถุประสงค์

เพื่อเผยแพร่ผลงานวิชาการด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เน้นการพัฒนานวัตกรรมทางด้านการจัดการเรียนรู้ การวิจัยและพัฒนา บทความวิจัย บทความวิชาการที่เกี่ยวข้องกับแนวคิด ความรู้เรื่องใหม่ ๆ ที่เป็นที่สนใจของบุคคลทั่วไปด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

การตรวจสอบทางวิชาการ

บทความผ่านการตรวจสอบทางวิชาการจากผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก (double-blinded peer review)

เจ้าของ สมาคมสถาบันอุดมศึกษาเอกชนแห่งประเทศไทย ในพระราชูปถัมภ์ สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี
ที่ปรึกษา คณะกรรมการฝ่ายวิชาการ

สมาคมสถาบันอุดมศึกษาเอกชนแห่งประเทศไทย ในพระราชูปถัมภ์ สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี
บรรณาธิการ

ดร.มานิต บุญประเสริฐ

ผู้ช่วยบรรณาธิการ

นางสาวทิพนาถ ชาริรักษ์

กองบรรณาธิการ

รองศาสตราจารย์ ดร.จตุพร กระจายศรี

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร

รองศาสตราจารย์ ดร.วันชัย รัตนวงษ์

มหาวิทยาลัยหอการค้าไทย

รองศาสตราจารย์ ดร.พรทิพย์ ไชยโส

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

รองศาสตราจารย์ ดร.รัชนี ศุภจันทร์รัตน์

มหาวิทยาลัยวงษ์ชวลิตกุล

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุพงศ์ นิมกุลรัตน์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุดาสวรรค์ งามมงคลวงศ์

วิทยาลัยเซาธ์อีสท์บางกอก

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมฤดี ไทยพานิช

มหาวิทยาลัยสยาม

ฝ่ายจัดการและเลขานุการกองบรรณาธิการ

นางสาวนราวดี เฉพาะตน

กำหนดการเผยแพร่

ปีละ 2 ฉบับ ฉบับที่ 1 มกราคม – มิถุนายน และ ฉบับที่ 2 กรกฎาคม – ธันวาคม

สถานที่พิมพ์ โรงพิมพ์ อัสสัมชัญ

สามารถอ่านและดาวน์โหลดบทความได้ที่ <http://journals.apheit.org/index.php/component/users/?view=login>

คณะกรรมการวิชาการและการประกันคุณภาพการศึกษา

สมาคมสถาบันอุดมศึกษาเอกชนแห่งประเทศไทย

ในพระราชบัญญัติสมเด็จพะเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี

วาระ 1 สิงหาคม 2565 – กรกฎาคม 2567

1. ผศ.ดร.พล.ร.ต.หญิง สุภัทราเอื้อวงศ์	มหาวิทยาลัยสยาม	ที่ปรึกษา
2. ดร.มานิต บุญประเสริฐ	ผู้อำนวยการสำนักงานสมาคม ฯ	ที่ปรึกษา
3. ดร.สุนทรี รัตภาสกร	มหาวิทยาลัยกรุงเทพ	ประธาน
4. ผศ.ดร.ปณมาพร สุขปลั่ง	มหาวิทยาลัยรังสิต	กรรมการ
5. ดร.สุรวิ ศุนาลัย	มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต	กรรมการ
6. รศ.ดร.ประสาร มาลากุล ณ อยุธยา	มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต	กรรมการ
7. ผศ.ดร.เหมือนหมาย อภินทนาพงศ์	มหาวิทยาลัยหอการค้าไทย	กรรมการ
8. ดร.ธินิดา บัณฑวรรณ	มหาวิทยาลัยภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	กรรมการ
9. ดร.วิริยาพร ศิริกุล	มหาวิทยาลัยสยาม	กรรมการ
10. Dr.Jonathan Rante Carreon	มหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ	กรรมการ
11. รศ.ดร.วิเชียร ชิวพิมาย	วิทยาลัยบัณฑิตเอเชีย	กรรมการ
12. ดร.สุรัชย์ สานติสุขรัตน์	มหาวิทยาลัยนอร์ท-เชียงใหม่	กรรมการ
13. ผศ.ดร.ตระกูล จิตวัฒนากร	มหาวิทยาลัยนอร์ทกรุงเทพ	กรรมการ
14. อาจารย์จรินทร์ กมลสินธุ์	มหาวิทยาลัยเจ้าพระยา	กรรมการ
15. ดร.วินัย โกกระกุล	มหาวิทยาลัยอัสสัมชัญ	กรรมการ
16. ผศ.ดร.อรุณี สาภาทอง	มหาวิทยาลัยราชพฤกษ์	กรรมการ
17. ผศ.ดร.อัจฉราพร โชติพิทักษ์	มหาวิทยาลัยศรีปทุม	กรรมการ
18. ผศ.วารุณี मिलินทปัญญา	มหาวิทยาลัยธนบุรี	กรรมการ
19. ดร.อลงกต ยะไวทย์	มหาวิทยาลัยวงษ์ชวลิตกุล	กรรมการ
20. ผศ.ดร.กมลนันท์ ทวีรระยกุล	มหาวิทยาลัยนานาชาติเอเชีย-แปซิฟิก	กรรมการ
21. ดร.พรทิพย์ กวินสุพร	มหาวิทยาลัยคริสเตียน	กรรมการ
22. ดร.ณัฐภูมิ ว่องทรงษ์ทวี	สถาบันการจัดการปัญญาภิวัฒน์	กรรมการ
23. ดร.นัทธีรา พุมมาพันธุ์	วิทยาลัยเซนต์อีส์ท์บางกอก	กรรมการ
24. ดร.ลภัสรดา มุสิกวงศ์	วิทยาลัยดุสิตธานี	กรรมการ
25. ผศ.เกรียงศักดิ์ โชติจรุงเกียรติ	วิทยาลัยสันตพล	กรรมการ
26. ผศ.ดร.วัลลภา ทรงพระคุณ	มหาวิทยาลัยพายัพ	กรรมการ
27. รศ.ดร.อรพรรณ ลือบุญวัชชัย	วิทยาลัยเซนต์หลุยส์	กรรมการ
28. ดร.จวีร์วรรณ มณีแสง	มหาวิทยาลัยเวสเทิร์น	กรรมการ
29. ผศ.ดร.ณัฐ โธนาทรัพย์	มหาวิทยาลัยเอเชียอาคเนย์	กรรมการ
30. ผศ.ดร.ปาลพล รอดลอยทุกข์	มหาวิทยาลัยชินวัตร	กรรมการ
31. ดร.กীরัตน์ สงวนไทร	มหาวิทยาลัยรัตนบัณฑิต	กรรมการ

32. ดร.วีรพงษ์ สุทาว์น	วิทยาลัยนอร์ทเทิร์น	กรรมการ
33. ผศ.ดร.ฐิติรัตน์ มีมาก	สถาบันเทคโนโลยีแห่งสุวรรณภูมิ	กรรมการ
34. ดร.วัลลภา ศรีทองพิมพ์	มหาวิทยาลัยนานาชาติแสตมฟอร์ด	กรรมการ
35. อาจารย์กมลวรรณ บุญสัมปทา	มหาวิทยาลัยฟาร์อีสเทอร์น	กรรมการ
36. อาจารย์พรจักษ์ พิริยะกุล	มหาวิทยาลัยกรุงเทพ	กรรมการและเลขานุการ
37. อาจารย์พัชรินทร์ สนิธิพงษ์	มหาวิทยาลัยกรุงเทพ	กรรมการและเลขานุการ

ผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณาบทความ

Reviewers

รองศาสตราจารย์ ดร.จักรกฤษณ์	ศิวะเดชาเทพ	มหาวิทยาลัยสยาม
รองศาสตราจารย์ ดร.พรทิพย์	ไชโยโส	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
รองศาสตราจารย์ ดร.จตุพร	กระจายศรี	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร
รองศาสตราจารย์ ดร.วันชัย	รัตนวงษ์	มหาวิทยาลัยหอการค้าไทย
รองศาสตราจารย์ ดร.รัชนี	ศุจิจันทร์รัตน์	มหาวิทยาลัยวงษ์ชวลิตกุล
รองศาสตราจารย์ ดร.ชาติชาย	ตระกูลรังสี	มหาวิทยาลัยรังสิต
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.บุษยา	วงศ์ชวลิตกุล	มหาวิทยาลัยวงษ์ชวลิตกุล
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมฤดี	ไทยพานิช	มหาวิทยาลัยสยาม
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุพงศ์	นิ่มกุลรัตน์	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มารุจ	ลิมปะวัฒนะ	มหาวิทยาลัยสยาม
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุดาสวรรค์	งามมงคลวงศ์	วิทยาลัยเซาธ์อีสท์บางกอก
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อำภาพร	นามวงศ์พรหม	มหาวิทยาลัยรังสิต
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จรัสดาว	เรโนล	มหาวิทยาลัยสยาม

Is Education Soft Power?

Soft power has become one of the buzzwords in our country, Thailand. What is soft power? Is education soft power too? Interesting questions, aren't they? I would like to share with you the information from my search, especially the role of education in enhancing soft power. You are most welcome to share your ideas with us.

Soft power is the term originally used in political science, especially in the context of foreign relations. Joseph Nye, Harvard University Distinguished Service Professor, in his book *SOFT POWER*, coined the term to a country's ability to influence other countries through non-coercive means. It involves shaping the preferences and obtaining desired outcomes by attracting and persuading others, rather than relying on military force or economic coercion. Cultural diplomacy is therefore an important dimension of a country's soft power.

According to Nye, the soft power of the country rests primarily on three resources:

- Its culture, in places where it is attractive to others. Culture is a set of values and practices that create meaning for a society. It has many manifestations, such as Thai Food, Creative Entertainment, Sports, Wellness, Fashion and Textile Industry, Travel & Tourism.
- Its political values, when it lives up to them at home, for example, exercising democracy, and abroad in working with others; and
- Its foreign policies, when they are seen as legitimate and having moral authority, such as promoting peace and human rights.

India, for example, Indian arts, culture, and spiritualism have attracted people from all around the world for centuries. PM. Modi of India on his second term aims to build an Asian Century on the basis of 'vikasvaad' or evolutionism that would bring peace, brotherhood, coexistence and prosperity.

How about education? Fundamentally, education socializes children into society by teaching cultural values and norms. It equips them with knowledge, skills, and character traits needed to become productive members of societies.

Is education a kind of soft power too? While it may be considered 'soft', it is also a power. It has the ability to influence the behavior or thinking of others through the power of attraction and ideas. Countries with strong education systems often have the ability to spread their values, ideas, and cultural norms globally. By providing quality education to international students, a country can shape their perceptions, build relationships, and enhance its influence in the world. Education can indeed be considered a form of soft power.

Furthermore, education can contribute to a nation's economic growth and development. Developing countries, for instance, may seek partnerships with education providers from more advanced nations to improve their educational systems and human capital. This can foster closer ties and create favorable conditions for collaboration in other areas, enhancing the soft power of the

education provider country. Nye suggested how higher education leaders might enhance the country soft power by helping to build a better understanding of the nature of power and increasing international students and cultural exchange programs.

In brief, education can be a powerful tool for countries to exert soft power, as it allows them to spread their values, build relationships, and contribute to global development. It is expected that Reinventing University Policy and Practices will enhance Thailand soft power too.

Last but not least, I wish to acknowledge the contributions of distinguished reviewers of APHEIT Journals. As always, we welcome your comments and suggestions, and wish you all the best in the year to come, 2024.

Manit Boonprasert, Ed.D.
Association of Private Higher Education Institutions of Thailand
Under the Patronage of Her Royal Highness Princess Maha Chakri Sirindhorn
December, 2023

สารบัญ

วารสารวิชาการสมาคมสถาบันอุดมศึกษาเอกชนแห่งประเทศไทย ในพระราชูปถัมภ์สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี (วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี)
ปีที่ 12 ฉบับที่ 2 เดือน กรกฎาคม - ธันวาคม 2566

การศึกษาเปรียบเทียบรูเหงื่อในลายนิ้วมือแฝงบนพื้นผิวชนิดต่าง ๆ

The comparison of sweat pores from latent fingerprint on different surfaces

พิจิตรา สีสุข, และปริญา สีสานนท์.....01 - 09

การตรวจสอบลายนิ้วมือแฝงบนกระดาษประเภทต่าง ๆ ที่เปื้อนเครื่องดื่มด้วยวิธี Oil Red O

Examination of latent fingerprints on various types of paper stained with beverages by the method Oil Red O

ณัฐชนน วัชรสวัสดิ์, พชรพร ศรีสุวรรณ, ศิริรัตน์ ชูสกุลเกรียง, และศุภชัย ศุภลักษณ์นารี.....10-19

การตรวจสอบความคงอยู่ของคราบเลือดหลังจากผ่านความร้อนโดยวิธีทดสอบด้วย ลูมินอล

Examination of persistence of bloodstains on various types of surfaces after thermal exposure by the method of luminol test

จิราภา สิงหะกุลพิทักษ์, อรทัย เขียวพุ่ม, ศิริรัตน์ ชูสกุลเกรียง, และศุภชัย ศุภลักษณ์นารี.....20-29

การใช้ระบบลีนเพื่อยกระดับการบริการดูแลผู้ป่วยในแผนกอร์โธปิดิกส์ของโรงพยาบาลภาครัฐ

Utilizing Lean Systems to Enhance Patient Care Services in Orthopedic Departments of Public Hospitals

วิศภพ ศรีสุวรรณ, กิตติอำพล สุดประเสริฐ.....30-43

การศึกษาความต้องการระบบตรวจจับใบหน้าบุคคลโดยใช้การสกัดคุณลักษณะของใบหน้าสำหรับการรักษาความปลอดภัยภายในองค์กร

A Needs Study of a Face Detection System using Facial Feature Extraction for Organization Security

เอกรัตน์ สุขสุคนธ์, เอกชัย เนาวนิช, และสุวิมล คุ้มทอง.....44-53

การออกแบบผังโรงงานและกระบวนการทำงานในการผลิตลำไยอบแห้งเนื้อสีทอง

Design Plant layout and Work Process for the Production of Golden Dried Longan

ศุภลักษณ์ สุวรรณ, สุรัชย์ สานติสุขรัตน์, บุตรี กาเด็น, สามชัย จิระภัทรศิลป์, ภูมิพัฒน์ สมประเสริฐ.....54-67

ศึกษาแนวทางการจัดการด้านการขนส่งเพื่อยกระดับมหาวิทยาลัยราชภัฏชัยภูมิ สู่มหาวิทยาลัยสีเขียว

Study transportation management guidelines Chaiyaphum Rajabhat University toward green university

กมลรักษ์ แก้วคำ, และศักดิ์ชัย ตรีดี.....68-84

การศึกษาเปรียบเทียบรูเหงื่อในลายนิ้วมือแฝงบนพื้นผิวชนิดต่างๆ

The comparison of sweat pores from latent fingerprint on different surfaces

พิจิตรา สีสุข¹, ปริญญา สีลานันท์²

นักศึกษาระดับวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขานิติวิทยาศาสตร์ โรงเรียนนายร้อยตำรวจ¹,
คณะนิติวิทยาศาสตร์ โรงเรียนนายร้อยตำรวจ²

Pijitra Seesuk¹, Parinya Seelanan²

Affiliations¹, Affiliations²

E-mail: pseesuk@gmail.com

Received: June 6, 2023; Revised: October 10, 2023; Accepted: October 20, 2023

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาเปรียบเทียบรูเหงื่อในลายนิ้วมือแฝงบนพื้นผิวชนิดต่างๆ ได้แก่ พื้นผิวมีรูพรุน พื้นผิวไม่มีรูพรุน และพื้นผิวกึ่งรูพรุน เพื่อพัฒนาแนวทางการตรวจพิสูจน์ลายนิ้วมือแฝงโดยใช้รูเหงื่อสำหรับการยืนยันเอกลักษณ์บุคคล เป็นการวิจัยเชิงทดลอง โดยการเก็บตัวอย่างลายนิ้วมือแฝงจากกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 10 คน ช่วงอายุ 20 - 40 ปี โดยทดสอบการปรากฏของรูเหงื่อบริเวณนิ้วมือในลายนิ้วมือแฝงบนพื้นผิวแต่ละประเภท พื้นผิวแบบมีรูพรุนใช้วิธีทางเคมีด้วยนินไฮดริน (Ninhydrin) กรณีพื้นผิวแบบไม่มีรูพรุนและกึ่งรูพรุน ใช้ผงฝุ่นดำและผงฝุ่นแม่เหล็กตามลำดับ ผลการวิจัยพบว่าจำนวนรูเหงื่อที่ปรากฏบนพื้นผิวแต่ละชนิดของอาสาสมัครทั้ง 10 คน มีค่าเฉลี่ยจำนวนรูเหงื่อในพื้นผิวแบบมีรูพรุน เท่ากับ 31.23 ± 26 พื้นผิวแบบไม่มีรูพรุน เท่ากับ 30.97 ± 25.81 และพื้นผิวแบบกึ่งรูพรุน เท่ากับ 31 ± 25.91 และจากการวิเคราะห์ด้วย One-Way ANOVA พบว่าค่าเฉลี่ยจำนวนรูเหงื่อที่ปรากฏนั้น ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ดังนั้นสามารถนำจำนวนรูเหงื่อของบุคคลมาตรวจยืนยันตัวบุคคลร่วมกับจุดลักษณะสำคัญพิเศษได้ เพื่อใช้เป็นแนวทางการตรวจพิสูจน์รอยลายนิ้วมือแฝงบนวัตถุพยานที่มีจุดลักษณะสำคัญพิเศษไม่เพียงพอในการยืนยันบุคคลตามเกณฑ์การพิจารณาต่อไป

คำสำคัญ: รอยลายนิ้วมือแฝง รูเหงื่อ พื้นผิวที่มีรูพรุน พื้นผิวไม่มีรูพรุน พื้นผิวกึ่งรูพรุน

ABSTRACT

This research aimed to 1) investigate the appearance of finger sweat pores on various surfaces, including porous, nonporous, and semi-porous surfaces, and 2) develop guidelines for utilizing sweat pores in latent fingerprint examination for identity verification. The study adopted an experimental approach, collecting latent fingerprint samples from a sample group comprising 10 individuals aged between 20 and 40. Testing was conducted to observe the appearance of finger sweat pores in latent fingerprints on different surface types by collecting latent fingerprints and examining the presence of sweat pores that emerged. Sweat pores in latent fingerprints on porous, nonporous, and semi-porous surfaces were collected using

Ninhydrin, black powder, and magnetic fingerprint powder, respectively. After that, statistical analysis was conducted to analyze the average number of sweat pores and variations in their appearance across the samples. The results showed that the average number of sweat pores of the 10 samples on the porous surface was 31.23 ± 26 , on the nonporous surface was 30.97 ± 25.81 , and on the semi-porous surface was 31 ± 25.91 . The One-way ANOVA analysis revealed no significant difference in the average number of sweat pores among the surfaces. Therefore, the number of individual sweat pores, together with minutiae, can be used to verify a person's identity. This can be used as a guideline for detecting latent fingerprints on evidence objects with insufficient minutiae in confirming personal identification based on further criteria.

KEYWORDS: Latent Fingerprint, Sweat pore, Porous Surface, Non-Porous Surface, Semiporous Surface

บทนำ

ปัจจุบันพยานหลักฐานทางนิติวิทยาศาสตร์ได้เข้ามามีบทบาทสำคัญในกระบวนการยุติธรรมมากขึ้น เนื่องจากหลักฐานในสถานที่เกิดเหตุสามารถทำให้ทราบที่เกิดเหตุอะไรขึ้น กระทำการอย่างไร วิธีการใด ประสงค์ต่ออะไร และใครเป็นผู้กระทำความผิด รวมทั้งการพิสูจน์ความบริสุทธิ์ของผู้ถูกกล่าวหา ซึ่งพยานหลักฐานเหล่านี้มีความสำคัญต่อการสืบสวน สอบสวน และสามารถนำมาใช้เป็นพยานหลักฐานในการพิจารณาคดีความในชั้นศาลได้ หนึ่งในพยานหลักฐานที่สำคัญทางด้านนิติวิทยาศาสตร์ก็คือ ลายนิ้วมือ เนื่องจากลายนิ้วมือของแต่ละบุคคลจะไม่ซ้ำกันและไม่มีการเปลี่ยนแปลงตั้งแต่เกิดจนกระทั่งเสียชีวิต ดังนั้นรอยลายนิ้วมือที่ตรวจเก็บได้จากจากสถานที่เกิดเหตุหรือของกลางที่พนักงานสอบสวนนำส่งเป็นพยานหลักฐานที่แสดงว่าบุคคลผู้เป็นเจ้าของลายนิ้วมืออยู่ในสถานที่เกิดเหตุอาชญากรรม หรือได้สัมผัสกับวัตถุที่ตรวจพบลายนิ้วมือโดยบังเอิญ การตรวจพบลายนิ้วมืออาจนำไปสู่ร่องรอยของผู้ต้องสงสัย ลายนิ้วมือในสถานที่เกิดเหตุจึงเป็นวัตถุพยานที่มีค่ามากที่สุดสำหรับการสืบสวนอาชญากรรม ลักษณะของลายนิ้วมือในสถานที่เกิดเหตุมี 2 ประเภท คือ ลายนิ้วมือที่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า (Visible fingerprint) และลายนิ้วมือที่มองไม่เห็นหรือลายนิ้วมือแฝง (Latent fingerprint) ซึ่งรอยลายนิ้วมือที่พบส่วนมากจะเป็นรอยลายนิ้วมือแฝง

ดังนั้นจึงต้องเลือกวิธีการเก็บรอยลายนิ้วมือให้เหมาะสมกับวัตถุพยานแต่ละประเภท เพื่อให้ได้รอยลายนิ้วมือที่ชัดเจนของลายเส้นเพียงพอต่อการตรวจพิสูจน์เปรียบเทียบในการเก็บรอยลายนิ้วมือแฝงอาจจะต้องใช้วิธีในการเก็บรอยลายนิ้วมือแฝงมากกว่าหนึ่งวิธี ขึ้นอยู่กับลักษณะพื้นผิวของวัตถุพยานนั้นๆ วิธีการเก็บลายนิ้วมือนั้นมีด้วยกันหลายวิธี ซึ่งปัจจุบันได้มีการพัฒนาในหลายรูปแบบ ได้แก่ วิธีแห้ง (ผงฝุ่น) วิธีเปียก (วิธีทางเคมี) วิธีลอกลายนิ้วมือ วิธีการถ่ายภาพ ฯลฯ ถ้าไม่มีเทคนิคหรือวิธีการที่ดีและเหมาะสมในการเก็บรอยลายนิ้วมือแฝงอาจจะทำให้รอยลายนิ้วมือเสียหาย มีความไม่ชัดเจนของลายเส้นของรอยลายนิ้วมือ ทำให้สูญเสียพยานหลักฐาน ที่มีคุณภาพเพียงพอที่จะสามารถนำมาใช้ประโยชน์ต่อการสืบสวนและสอบสวนอาชญากรรมไปด้วยเหตุที่ว่ารอยลายนิ้วมือแฝงในที่เกิดเหตุเป็นสิ่งที่สามารถเกิดความเสียหายได้ง่ายขึ้นกับสภาพของวัตถุ ที่รอยลายนิ้วมือประทับ ปัจจัยต่างๆ ของผู้ประทับรอยลายนิ้วมือ (ปริมาณคุณภาพของสารที่ขับออกมา จากต่อมเหงื่อของการประทับ (แรง ระยะเวลาที่ใช้กด เป็นต้น) สภาพของอากาศ หรือปัจจัยแวดล้อมอื่นๆ (อุณหภูมิ ความชื้น ลม ฝน น้ำ ฝุ่น แรงขูด เป็นต้น) โอกาสที่จะพบรอยลายนิ้วมือนั้นมีอยู่ทุกๆ ที่ ที่มีการสัมผัสวัตถุ ดังนั้นวิธีการที่จะเก็บรอยลายนิ้วมือแฝงที่สัมผัสให้ปรากฏขึ้นมาและมีลายเส้นชัดเจนเพียงพอต่อการตรวจพิสูจน์เปรียบเทียบนั้น ไม่เพียงขึ้นอยู่กับวิธีการ

ที่เลือกใช้ ยังขึ้นอยู่กับสารที่เป็นองค์ประกอบของ
ลายนิ้วมือและปัจจัยทางสภาวะแวดล้อม ขณะเกิด
การประทับของนิ้วมือบนพื้นผิวที่ตรวจเก็บรอย
ลายนิ้วมือแฝงด้วย

จากปัญหาและความสำคัญข้างต้น ผู้วิจัย
จึงสนใจที่จะทำวิจัยเรื่อง การปรากฏของรูเหงื่อ
บริเวณนิ้วมือในลายนิ้วมือแฝงบนพื้นผิวแต่ละ
ประเภท เนื่องจากรอยลายนิ้วมือแฝงที่ได้จาก
สถานที่เกิดเหตุหรือจากของกลางที่พนักงาน
สอบสวนนำมาส่งให้เจ้าหน้าที่พิสูจน์หลักฐาน เมื่อ
ผ่านกรรมวิธีต่างๆ ที่ได้กล่าวมาข้างต้น เพื่อให้เกิด
รอยลายนิ้วมือขึ้น นำไปสู่การค้นหาผู้ที่เกี่ยวข้อง
กับคดีหรือที่ผู้อยู่ในสถานที่เกิดเหตุ ประเทศไทยใช้
วิธีการตรวจลายนิ้วมือ ฝ่ามือ ฝ่าเท้าแฝงอ้างอิง
มาตรฐานจาก SWGFAST (Scientific Working Group
on Friction Ridge Analysis, Study and Technology)
ซึ่งเป็นกลุ่มที่ได้รับการจัดตั้งขึ้นโดยการสนับสนุน
ของกรมยุติธรรม (Department of Justice) โดยมี
จุดประสงค์เพื่อวางหลักเกณฑ์และส่งเสริม
มาตรฐานลายนิ้วมือ ในประเทศไทยใช้จุดลักษณะ
สำคัญพิเศษซึ่งเป็นการวิเคราะห์รายละเอียด ระดับ 2
ที่ต้องมีมากกว่าหรือเท่ากับ 10 จุด เพื่อยืนยันว่าเป็น
บุคคลคนเดียวกัน แต่ถักรอยลายนิ้วมือแฝง ที่ได้มามี
ปัจจัยหลายอย่างทำให้จุดลักษณะสำคัญพิเศษไม่
เพียงพอ ทำให้ตรวจยืนยันตัวบุคคลไม่ได้ จึงต้องการ
ศึกษาวิธีการเปรียบเทียบรูเหงื่อซึ่งเป็นการวิเคราะห์
รายละเอียดระดับ 3 เข้ามาร่วมด้วย เพื่อให้วัตถุพยาน
ชิ้นนั้นยังคงอยู่ในกระบวนการยุติธรรม ผู้วิจัยจึงศึกษา
ความแตกต่างของการปรากฏของรูเหงื่อบนพื้นผิว
3 ประเภท คือ พื้นผิวที่มีรูพรุน ไม่มีรูพรุน และกึ่งรูพรุน
โดยผู้วิจัยได้เลือกตัวแทนแต่ละพื้นผิวที่พบบ่อยใน
สถานที่เกิดเหตุและเลือกวิธีการตรวจเก็บรอย
ลายนิ้วมือแฝง จากวิธีที่กลุ่มงานตรวจสถานที่เกิดเหตุ
กองพิสูจน์หลักฐานกลาง สำนักงานพิสูจน์หลักฐาน
ตำรวจ ใช้อยู่ในปัจจุบัน เพื่อให้การศึกษานั้นได้
ผลการวิจัยที่ใกล้เคียงกับความเป็นจริงมากที่สุด

วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาจำนวนของรูเหงื่อในลายนิ้วมือ
แฝงบนพื้นผิวชนิดต่างๆ ได้แก่ พื้นผิวมีรูพรุน
พื้นผิวไม่มีรูพรุน และพื้นผิวกึ่งรูพรุน

สมมติฐาน

จำนวนรูเหงื่อในลายนิ้วมือแฝงบนพื้นผิว
แต่ละประเภท ได้แก่ พื้นผิวมีรูพรุน พื้นผิวไม่มีรู
พรุน และพื้นผิวกึ่งรูพรุนไม่แตกต่างกัน สามารถ
นำไปตรวจพิสูจน์เอกลักษณ์บุคคลต่อไปได้

ประโยชน์ที่ได้รับ

1. สามารถใช้เป็นแนวทางในการเลือกวิธีการ
ตรวจเก็บรูเหงื่อบนเส้นขนของรอยลายนิ้วมือแฝงบน
วัตถุพยาน มีรูพรุน ไม่มีรูพรุนและกึ่งรูพรุน
2. สามารถนำรอยลายนิ้วมือแฝงที่เก็บได้ไปใช้
ในการตรวจพิสูจน์เปรียบเทียบเพื่อยืนยันตัวบุคคลได้
3. เพื่อนำวิธีการตรวจพิสูจน์เปรียบเทียบ
รอยลายนิ้วมือแฝงใหม่ๆ มาใช้ในประเทศไทยเพื่อ
พัฒนางานด้านนิติวิทยาศาสตร์ให้มีประสิทธิภาพ
และมีประโยชน์ต่อกระบวนการยุติธรรมมากที่สุด

ตัวแปรที่ศึกษา

ตัวแปรอิสระ คือ

พื้นผิวแต่ละประเภท

1. พื้นผิวมีรูพรุน ได้แก่ ของจดหมายสีขาว
2. พื้นผิวไม่มีรูพรุน ได้แก่ แผ่นกระจก
3. พื้นผิวกึ่งรูพรุน ได้แก่ กล่องกระดาษเคลือบมัน

ตัวแปรตาม คือ

จำนวนรูเหงื่อที่ปรากฏแต่ละพื้นผิว

ตัวแปรควบคุม คือ

1. น้ำหนักของพิมพ์มือแบบราบ 600 กรัม
2. ระยะเวลาที่พิมพ์มือ 10 วินาที

รูปแบบการวิจัย

การวิจัยนี้ศึกษาเชิงทดลอง (Experimental
Research) โดยทำการทดสอบการปรากฏของรูเหงื่อ
บริเวณนิ้วมือในลายนิ้วมือแฝงบนพื้นผิวแต่ละประเภท
ซึ่งเป็นวัตถุพยานที่พบบ่อย ได้แก่ ของกระดาษสีขาว
เป็นตัวแทนของวัตถุพยานประเภทแบบมีรูพรุน

กระจกเป็นตัวแทนของวัตถุพยานประเภทไม่มีรูพรุน และกล่องกระดาษเคลือบมัน เป็นตัวแทนของวัตถุพยานประเภทกึ่งรูพรุน

ประชากรและตัวอย่าง

งานวิจัยนี้ใช้การเก็บตัวอย่างลายนิ้วมือแฝงจากกลุ่มประชากรตัวอย่าง เพศชาย จำนวน 10 คน ช่วงอายุ 20 - 40 ปี การตรวจเก็บลายนิ้วมือแฝงโดยวิธีทางเคมี ซึ่งสารเคมีที่ใช้ คือ นินไฮดริน (Ninhydrin) แล้วพิจารณารูเหี่ยวที่ปรากฏบนพื้นผิวแบบมีรูพรุน และการตรวจเก็บลายนิ้วมือแฝงโดยวิธีปิดผงฝุ่นดำ และผงฝุ่นแม่เหล็ก แล้วพิจารณารูเหี่ยวที่ปรากฏบนพื้นผิวแบบไม่มีรูพรุนและกึ่งรูพรุน โดยอาสาสมัครสามารถทราบข้อมูลการทดลองได้ทุกขั้นตอน

วิธีดำเนินการวิจัย

1. การเตรียมตัวอย่างลายพิมพ์นิ้วมือ

เก็บตัวอย่างลายพิมพ์นิ้วมือ โดยเก็บในห้องปฏิบัติการ อุณหภูมิห้องเฉลี่ยประมาณ 25 องศาเซลเซียส ผู้ที่จะทำการพิมพ์ลายนิ้วมือจะต้องผ่านการล้างมือด้วยสบู่และเช็ดมือให้แห้ง หลังจากนั้นจะให้ใส่ถุงมือพลาสติกไว้เป็นเวลา 3 นาที หลังจากนั้นถอดถุงมือออกแล้วทำการพิมพ์มือแบบราบ ด้วยนิ้วหัวแม่มือขวา โดยออกแรงกดประมาณ 600 กรัม เป็นเวลา 10 วินาที (สุนันทายาวาปี, 2560) บนวัตถุที่มีพื้นผิวต่างกัน คือ

1. พื้นผิวที่มีรูพรุน คือซองจดหมายสีขาว
2. พื้นผิวที่ไม่มีรูพรุน คือ แผ่นกระจก
3. พื้นผิวที่เป็นกึ่งรูพรุน คือ กล่องกระดาษเคลือบมัน

2. การเตรียมสารละลายนินไฮดริน

Stock solution: ชั่งสารเคมีนินไฮดริน 35 กรัม ละลายใน Ethanol 425 มิลลิลิตร เติม Ethyl Acetate 35 มิลลิลิตร แล้วเติม Acetic Acid 40 มิลลิลิตร จะได้สารละลายปริมาตรรวม 500 มิลลิลิตร เก็บสารละลายที่ได้ในขวดสีขาวและในที่มืด

Working solution: นำ Stock solution ที่เตรียมไว้ 65 มิลลิลิตร มาเจือจางด้วย HFE-7100 935 มิลลิลิตร จะได้สารละลายปริมาตรรวม

1,000 มิลลิลิตร (อรรถพล แซ่มสุวรรณวงศ์ และคณะ, 2546)

3. การตรวจเก็บลายนิ้วมือ

นำซองจดหมายสีขาวไปทำการตรวจหาลายนิ้วมือแฝงด้วยวิธีทางเคมี คือ นินไฮดริน โดยหยดสารละลายนินไฮดรินให้ทั่วทั้งซองจดหมายที่มีรอยลายนิ้วมือแฝงประทับอยู่ หลังจากนั้นนำไปใส่ในถุงซิปล็อก ทิ้งไว้เป็นระยะเวลา 24 ชั่วโมง อุณหภูมิห้องเฉลี่ยประมาณ 25 องศาเซลเซียส

นำแผ่นกระจกไปทำการตรวจหาลายนิ้วมือแฝงด้วยวิธีปิดผงฝุ่นดำใช้แปรงขนกระรอกแตะผงฝุ่นดำแล้วเคาะออกเล็กน้อย ต่อไปนำแปรงไปปิดลงบนแผ่นกระจกในทิศทางเดียวกัน เพื่อให้ลายนิ้วมือปรากฏ จากนั้นนำเทปกาวยาสิตติดลงบนรอยลายนิ้วมือ ออกแรงกดให้แนบสนิท ครอบคลุมรอยลายนิ้วมือที่ปรากฏ แล้วลอกเทปใสและนำไปติดลงบนกระดาษเก็บลายนิ้วมือแฝงสีขาว

นำกล่องกระดาษเคลือบมันไปทำการตรวจหาลายนิ้วมือแฝงด้วยวิธีปิดผงฝุ่นแม่เหล็ก ใช้แปรงแม่เหล็กแตะผงฝุ่นแม่เหล็กแล้วเคาะออกเล็กน้อย จากนั้นนำแปรงไปปิดลงบนกล่องกระดาษเคลือบมันในทิศทางเดียวกัน เพื่อให้ลายนิ้วมือปรากฏ

4. การตรวจหารูเหี่ยว

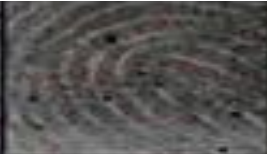
นำตัวอย่างที่ผ่านการตรวจเก็บลายนิ้วมือไปถ่ายภาพด้วยเครื่องตรวจหาและเก็บภาพรอยลายนิ้วมือ (DCS4) โดยกำหนดระยะโฟกัสที่ 0.314 และกำหนดพื้นที่ศึกษาการปรากฏของรูเหี่ยวขนาด 5x5 มิลลิเมตร ทำการตรวจนับจำนวนรูเหี่ยวและบันทึกผล

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ ด้วยสถิติ One-Way ANOVA (F-test)

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ตรวจนับรูเหี่ยวแบบปิดบนรอยลายนิ้วมือแฝงที่ตรวจเก็บบนซองกระดาษ สีขาว ด้วยวิธีนินไฮดริน บนกล่องกระดาษเคลือบมัน ด้วยวิธีปิดผง

ฝุ่นแม่เหล็ก และบนกระจก ด้วยวิธีปิดผงฝุ่นดำ
ตามลำดับ

	ซองกระดาษสีขาว	กล่องกระดาษเคลือบมัน	กระจก
อาสาสมัคร คนที่ 1			
อาสาสมัคร คนที่ 2			
อาสาสมัคร คนที่ 3			
อาสาสมัคร คนที่ 4			
อาสาสมัคร คนที่ 5			
อาสาสมัคร คนที่ 6			
อาสาสมัคร คนที่ 7			
อาสาสมัคร คนที่ 8			
อาสาสมัคร คนที่ 9			
อาสาสมัคร คนที่ 10			

ภาพที่ 1 รูहेื้อบนซองกระดาษสีขาว กล่องกระดาษเคลือบมัน กระจก ตามลำดับ

ตารางที่ 1 จำนวนรูเหี่ยว ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของรูเหี่ยวที่ตรวจนับได้บนของกระดาศสีขาวที่ตรวจเก็บด้วยวิธีสารละลายนินไฮดริน กล่องกระดาศเคลือบมันที่ตรวจเก็บด้วยวิธีปิดผงฝุ่นแม่เหล็ก และกระจกที่ตรวจเก็บด้วยวิธีปิดผงฝุ่นดำ

อาสาสมัคร	ของจดหมาย สีขาว					กล่องกระดาศเคลือบมัน					กระจก				
	1	2	3	เฉลี่ย	S.D.	1	2	3	เฉลี่ย	S.D.	1	2	3	เฉลี่ย	S.D.
1	34	34	35	34.33	0.58	33	34	34	33.67	0.58	36	33	34	34.33	1.53
2	93	91	91	91.67	1.15	93	92	90	91.67	1.52	89	93	90	90.67	2.08
3	18	17	17	17.33	0.58	17	18	17	17.33	0.58	16	18	17	17.00	1.00
4	14	13	14	13.67	0.58	15	15	14	14.67	0.58	15	14	15	14.67	0.58
5	14	13	15	14.00	1.00	13	14	14	13.67	0.58	13	13	15	13.67	1.15
6	52	53	52	52.33	0.58	51	52	52	51.67	0.58	51	52	52	51.67	0.58
7	7	9	7	7.67	1.15	8	8	9	8.33	0.58	7	8	7	7.33	0.58
8	43	46	48	45.67	2.51	50	45	45	46.67	2.88	51	47	45	47.67	3.06
9	29	32	39	33.33	1.73	26	33	32	30.33	3.78	33	29	29	30.33	2.30
10	3	2	2	2.33	0.58	1	3	2	2.00	1.15	1	3	3	2.33	1.54
เฉลี่ย	30.7	31	32	31.23	26	30.7	31.4	30.9	31	25.91	31.2	31	30.7	30.97	25.81

จากภาพที่ 1 เป็นบริเวณที่ต้องการศึกษา จำนวนรูเหี่ยวที่ปรากฏขึ้นบนลายนิ้วมือแฝงบนพื้นผิวแต่ละประเภท โดยกำหนดพื้นที่ศึกษาเท่ากับ 5x5 มิลลิเมตร โดยพื้นที่ที่ศึกษานั้นจะมีจุดลักษณะสำคัญพิเศษไม่ถึง 10 จุด ไม่สามารถยืนยันตัวบุคคลได้ พบว่าอาสาสมัครทั้ง 10 คน จะสังเกตเห็นรูเหี่ยวบนเส้นนูนของรอยลายนิ้วมือแฝงในทุกพื้นผิวที่ใช้ และใช้สัญลักษณ์แสดงให้เห็นด้วยวงกลมสีแดง จำนวนของรูเหี่ยวแบบปิด (Priya, S. and Ezhilarasan, M., 2018) แสดงในตารางที่ 1 จากภาพดังกล่าว อาสาสมัครคนที่ 2 จะตรวจพบจำนวนรูเหี่ยวแบบปิดได้มากที่สุดเมื่อเทียบกับอาสาสมัครทั้ง 10 คน แต่จำนวนของรูเหี่ยวของอาสาสมัครแต่ละบุคคลจะไม่เท่ากัน เนื่องจากปัจจัยทางเฉพาะบุคคล ยกตัวอย่างเช่น อาสาสมัครคนที่ 10 พบว่ามีปริมาณของรูเหี่ยวที่ตรวจนับได้ในบริเวณที่ศึกษาค่อนข้างน้อยในทุกพื้นผิว เพราะเป็นบุคคลที่มีเหงื่อออกปริมาณมากบริเวณมือและปลายนิ้วมือ แต่ยังพบการปรากฏของรูเหี่ยวอยู่

ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ยของจำนวนรูเหี่ยวบนตัวอย่างแต่ละชนิดและค่าความแปรปรวนทางเดียวของอาสาสมัคร

อาสาสมัคร	ค่าเฉลี่ยจำนวนรูเหี่ยว			p-value
	ของจดหมายสีขาว	กล่องกระดาษเคลือบมัน	กระจก	
1	34.33	33.67	34.33	.661
2	91.67	91.67	90.67	.702
3	17.33	17.33	17.00	.824
4	13.67	14.67	14.67	.125
5	14.00	13.67	13.67	.885
6	52.33	51.67	51.67	.332
7	7.67	8.33	7.33	.373
8	45.67	46.67	47.67	.702
9	33.33	30.33	30.33	.985
10	2.33	2.00	2.33	.885

การอภิปรายผล

จากการวิเคราะห์ความแตกต่างของจำนวนรูเหี่ยวที่ปรากฏบนพื้นผิวของตัวแทนของวัตถุพยานแต่ละชนิดนั้น ด้วยวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว One-way ANOVA (F-test) จะพบว่า ค่า

จากตารางที่ 1 แสดงค่าเฉลี่ยของจำนวนรูเหี่ยวแบบปิดที่ผู้วิจัยสามารถนับได้ จากอาสาสมัครทั้ง 10 คน ทำการทดลองทั้งหมด คนละ 3 ชั่วโมง เห็นว่าค่าเฉลี่ยของจำนวนรูเหี่ยวของแต่ละบุคคลบนพื้นผิวแต่ละประเภท มีค่าใกล้เคียงกัน แต่ถ้าสังเกตค่าเฉลี่ยบนพื้นผิวเดียวกันของอาสาสมัครทั้ง 10 คน จะพบว่ามีความแตกต่างกัน เนื่องจากปัจจัยกายภาพของแต่ละบุคคลที่กล่าวมาแล้วข้างต้น

สรุปผลการวิจัย

งานวิจัยนี้จะนับเฉพาะจำนวนรูเหี่ยวแบบปิด หลังจากนับจำนวนรูเหี่ยวเสร็จสิ้นแล้ว ดำเนินการวิเคราะห์ ข้อมูลโดยทำการประมวลผลข้อมูลในการทดลองด้วยโปรแกรม SPSS วิเคราะห์ความแตกต่างของจำนวนรูเหี่ยวที่ปรากฏบนพื้นผิวของตัวแทนวัตถุพยานแต่ละชนิด โดยการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One-way ANOVA) ผู้วิจัยมีการสรุปผลการวิจัย ดังตารางที่ 2

p-value ของอาสาสมัครทั้ง 10 คน มีค่ามากกว่า 0.05 แสดงว่า ยอมรับ H_0 แสดงว่า ไม่มีความแตกต่างของจำนวนรูเหี่ยวที่ปรากฏบนพื้นผิวของตัวแทนของวัตถุพยานแต่ละชนิด ของอาสาสมัครทั้ง 10 คน

ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยศึกษาจำนวนรูเหงื่อที่การปรากฏบนพื้นผิวแต่ละประเภท เพื่อวางหลักเกณฑ์และส่งเสริมมาตรฐานลายนิ้วมือในการตรวจพิสูจน์เอกลักษณ์บุคคล ในประเทศไทยใช้จุดลักษณะสำคัญพิเศษซึ่งเป็นการวิเคราะห์รายละเอียดระดับ 2 ที่ต้องมีมากกว่าหรือเท่ากับ 10 จุด เพื่อยืนยันว่าเป็นบุคคลคนเดียวกัน แต่ถ้าวรอยลายนิ้วมือแฝงที่ได้มามีปัจจัยหลายอย่างทำให้จุดลักษณะสำคัญพิเศษไม่เพียงพอ ทำให้ตรวจยืนยันตัวบุคคลไม่ได้ จึงต้องการศึกษาวิธีการเปรียบเทียบรูเหงื่อซึ่งเป็นการวิเคราะห์รายละเอียดระดับ 3 เข้ามาร่วมด้วย เพื่อให้วัตถุพยานชิ้นนั้นยังคงอยู่ในกระบวนการยุติธรรม จากผลการทดลองโดยอาสาสมัครเพศชาย จำนวน 10 คนนั้น พบว่ารูเหงื่อที่ปรากฏบนตัวอย่างของวัตถุพยานแต่ละพื้นผิวมีค่าเฉลี่ยแต่ละบุคคลไม่เท่ากัน อันเนื่องจากปัจจัยเฉพาะบุคคล เช่นบางคนมีเหงื่อออกปริมาณมาก ทำให้เหงื่อที่ออกจากรูเหงื่อแต่ละรูเชื่อมติดกัน ส่งผลให้ปรากฏเป็นลักษณะคล้ายกับรูเหงื่อแบบเปิด ซึ่งมีผลมาจากทั้งปัจจัยส่วนบุคคลและสิ่งแวดล้อม แต่จำนวนรูเหงื่อที่ปรากฏในแต่ละบุคคลนั้น ไม่แตกต่างกันในทางสถิติ ดังนั้นจึงสามารถนำรูเหงื่อของบุคคลมาตรวจยืนยันตัวบุคคล ร่วมกับจุดลักษณะสำคัญพิเศษ แม้จะมีจุดลักษณะสำคัญพิเศษไม่ถึง 10 จุดก็

ตาม ในงานวิจัยชิ้นนี้ที่เลือกใช้ตัวแทนของวัตถุพยานแต่ละพื้นผิว ซึ่งได้แก่ ซองจดหมาย สีขาว กระดาษ และกล่องกระดาษเคลือบมัน เพราะเป็นวัตถุพยานที่พบมากในสถานที่เกิดเหตุ และในบางครั้งผู้ตรวจพิสูจน์ลายนิ้วมือพบว่า จุดลักษณะสำคัญพิเศษไม่เพียงพอต่อการตรวจยืนยันตัวบุคคล ทำให้ไม่สามารถลงความเห็นได้ แต่ถ้าในอนาคตมีการใช้การตรวจพิสูจน์ระดับ 3 เข้าร่วมด้วย ก็จะช่วยให้อัตราวัตถุพยานชิ้นนั้นยังคงอยู่ในกระบวนการตรวจพิสูจน์ต่อไป

ข้อเสนอแนะ

(1) ในปัจจุบัน การตรวจพิสูจน์รอยลายนิ้วมือแฝง ใช้รายละเอียดระดับ 2 คือ จุดลักษณะสำคัญพิเศษในการยืนยันตัวบุคคล แต่ในความเป็นจริงมีรอยลายนิ้วมือแฝงที่มีคุณภาพดีจำนวนมากแต่จุดลักษณะสำคัญพิเศษไม่ถึง 10 จุด จึงทำให้วัตถุพยานชิ้นนั้นไม่สามารถนำมาใช้ในการตรวจพิสูจน์ได้ ถ้าประเทศไทยนำการตรวจพิสูจน์ระดับที่ 3 มาใช้ร่วมด้วย จะทำให้การตรวจพิสูจน์มีประสิทธิภาพมากขึ้น ในการทดลองนี้แสดงให้เห็นแล้วว่า รูเหงื่อสามารถปรากฏได้บนวัตถุทุกพื้นผิว

(2) ควรเพิ่มตัวอย่างของพื้นผิวแต่ละชนิด เพื่อให้งานวิจัยมีความครอบคลุมและเป็นประโยชน์ต่องานด้านนิติวิทยาศาสตร์ต่อไป

เอกสารอ้างอิง

- เพ็ญทิพย์ สุธรรม. (2551). การตรวจหาลายนิ้วมือแฝงบนกระดาษหลายชนิดด้วย 1,2-indanedione. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารคดี. นครปฐม. มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- รพีพัฒน์ ศรีศิริรักษ์. (2556). การพิสูจน์เอกลักษณ์บุคคลจากรูเหงื่อบนลายนิ้วมือ. วารสารวิชาการคณะนิติศาสตร์ มหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ, 3(2), 56-65.
- สุนันทา ยาวาปี. (2560). การศึกษารูเหงื่อบริเวณปลายนิ้วมือในลายนิ้วมือแฝงบนกระดาษชนิดต่างๆ ด้วยวิธีนินไฮดริน. วารสารวิชาการคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 45(3), 513-520
- อรรถพล แชนสุวรรณวงศ์ และคณะ. (2546). นิติวิทยาศาสตร์ 2 เพื่อการสืบสวนสอบสวน: วัตถุพยาน การตรวจพิสูจน์บทวิเคราะห์ (Forensic science 2 for crime investigation). กรุงเทพฯ: ทีซีจี พรินติง.
- Mayank, V., Richa, S., Afzel, N., & Sanjay, K. (2009). Combining pores and ridges with minutiae for improved fingerprint verification. *Signal Processing*, 89(12), 2676-2685.
- Michael, C., (2008). Level 3 friction ridge research. *Biometric Technology Today*, 16(11-12), 8-12.

- Priya, S. and Ezhilarasan, M. (2015). A Novel Palmprint Authentication System Using Level 3 Pore Feature. International Conference on Communication and Signal Processing India.
- William F. Leo, C.L.P.E. (2002). Distortion Versus Dissimilarity in Friction Skin Identification. *Gorgia Forensicnews*, 32(1), 13-14.
- . (2022). *SWGFAST guidelines*. Retrieved from <https://www.cbdiai.org/swgfast-guidelines.html>
- Yuanrong, X., Guangming, L., Yao, L., & David, Z. (2019). High resolution fingerprint recognition using pore and edge descriptors. *Pattern Recognition Letters*, 125, 773-779.

การตรวจสอบลายนิ้วมือแฝงบนกระดาษประเภทต่าง ๆ ที่เปื้อนเครื่องดื่มด้วยวิธี Oil Red O

Examination of latent fingerprints on various types of paper stained with beverages by the method Oil Red O

ณัฐชนน วสุธาสวัสดิ์¹, พชรพร ศรีสุวรรณ², ศิริรัตน์ ชูสกุลเกรียง³, ศุภชัย ศุภลักษณ์นารี⁴
หลักสูตรนิติวิทยาศาสตร์^{1,2} ภาควิชาเคมี^{3,4} คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร วิทยาเขต
พระราชวังสนามจันทร์

Natchanon Vasutasawat¹, Pashrapon Seesuvan², Sirirat Choosakoonkriang³,
Supachai Supaluknari⁴

Faculty of Science, Silpakorn University, Sanamchandra Palace Campus^{1,2,3}

E-mail: vasutasawat_n@su.ac.th¹

E-mail: pashrapon38@hotmail.com²

E-mail: choosakoonkrian_s@su.ac.th³

E-mail: supaluknari_s@su.ac.th⁴

Received: August 19, 2023; Revised: November 9, 2023; Accepted: November 20, 2023

บทคัดย่อ

ลายนิ้วมือแฝงถูกใช้บ่อยในการยืนยันอัตลักษณ์บุคคลและเป็นหลักฐานทางนิติวิทยาศาสตร์ที่พบได้บ่อยในสถานที่เกิดเหตุ การศึกษาครั้งนี้มีจุดประสงค์เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของวิธี Oil Red O ในการตรวจสอบลายนิ้วมือแฝงบนกระดาษประเภทต่างๆ ที่ถูกเปื้อนด้วยเครื่องดื่ม ก่อนการให้คะแนนรอยนิ้วมือแฝง จะทำการเลือกลายนิ้วมือแฝงบนกระดาษที่ถูกเปื้อนด้วยเครื่องดื่มได้แก่ น้ำโซดา เหล้าขาว น้ำมะนาว กาแฟนม และกาแฟดำ จากการศึกษาพบว่าลายนิ้วมือแฝงที่ปรากฏด้วยวิธี Oil Red O จะมีสีแดงซึ่งสามารถมองเห็นได้ภายใต้แสงธรรมชาติ อีกทั้งคุณภาพของรอยนิ้วมือแฝงที่ปรากฏบนกระดาษประเภท กระดาษ A4 สีขาว กระดาษสำเนาในตัว และกระดาษความร้อนมีคุณภาพระดับปานกลางถึงระดับดีมาก ถึงแม้จะถูกเปื้อนด้วยน้ำโซดาและเหล้าขาว ลายนิ้วมือแฝงที่พบมีความเหมาะสมที่จะนำไปตรวจยืนยันอัตลักษณ์ซึ่งจะถูกตรวจสอบโดยผู้เชี่ยวชาญด้านการตรวจลายนิ้วมือแฝง นอกจากนี้พบว่าเครื่องดื่มประเภทต่างๆ ส่งผลต่อคุณภาพของรอยนิ้วมือแฝงที่พบ ผลการศึกษานี้ยังแสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพของวิธี Oil Red O ในการตรวจหาลายนิ้วมือแฝงบนกระดาษประเภทต่างๆ ที่ถูกเปื้อนด้วยเครื่องดื่ม อีกทั้ง Oil Red O ยังเป็นวิธีที่ง่าย สะดวก และราคาไม่แพง

คำสำคัญ: ออยล์เรดโอ ลายนิ้วมือแฝง กระดาษ เครื่องดื่มในชีวิตประจำวัน

ABSTRACT

Latent fingerprints are frequently used to identify a person and are the most common forensic science evidence found at a crime scene. This study aimed to evaluate the effectiveness of the Oil Red O method to detect the latent fingerprints on various types of paper tainted with beverages. Before rating, the latent fingerprints on the papers that were

stained with beverages including soda water, vodka, lemon juice, milk coffee, and black coffee were selected. It was found that the method of Oil Red O developed prints as red-colored fingerprints which were determined under natural light. The developed prints showed moderate or good quality on white A4 paper, carbonless copy paper, and thermal paper, even these samples contaminated with soda water and vodka. Moreover, the developed fingerprints were suitable for individual identification as evaluated by fingerprint examiners. It was also found that the different types of beverages affected the quality of the developed fingerprints. The result showed the capability of the Oil Red O method to detect latent fingerprints on various types of paper contaminated with beverages. In addition, it is a simple, convenient, and inexpensive method.

KEYWORDS: Oil Red O, Latent fingerprint, Various Paper, Substance

บทนำ

สถานที่เกิดเหตุเป็นสถานที่สำคัญอย่างมากในการเก็บวัตถุพยาน เนื่องจากวัตถุพยานในสถานที่เกิดเหตุจะเป็นสิ่งสำคัญที่ใช้สำหรับในการบ่งชี้ผู้กระทำผิด จาก Locard's Exchange Principle ได้กล่าวไว้ว่าเมื่อมีวัตถุพยาน 2 ชนิดมาสัมผัสกัน/กระทบกันจะต้องมีการแลกเปลี่ยนเนื้อวัตถุซึ่งกันและกันเสมอ ถ้าหากผู้กระทำผิดได้ทำการสัมผัสกับวัตถุต้องสงสัยโดยตรงจะทำให้มีการแลกเปลี่ยนบางสิ่งกัน เช่น ลายนิ้วมือของผู้ต้องสงสัยอาจจะปรากฏบนพยานวัตถุหากผู้ต้องสงสัยได้มีการสัมผัสกับวัตถุชิ้นนั้น ดังนั้นจากทฤษฎีของ Locard จึงเป็นแนวทางที่สำคัญในการดำเนินการตรวจหารอยนิ้วมือแฝงของผู้ต้องสงสัย (Inman and Rudin, 2000)

ลายนิ้วมือ (Fingerprint) เกิดขึ้นจากผิวหนังที่เป็นส่วนนูน (Ridge) คือพื้นที่ของสันรอยนูนของผิวหนังที่อยู่สูงกว่าผิวหนังบริเวณฝ่ามือ และฝ่าเท้า โดยที่บนรอยนูนจะปรากฏรูของเหงื่อ (Pore) ซึ่งเป็นรูทางเปิดออกของรูต่อมเหงื่อ และมีส่วนร่อง (Furrow) คือ รอยลึกที่อยู่ต่ำกว่า สันนูน โดยลักษณะเหล่านี้จะถูกสร้างขึ้นภายใต้การควบคุมของยีน Autosome มากกว่า 7 ตำแหน่ง และนับว่าเป็นการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมที่มีผลจากสภาพแวดล้อมส่งผลร่วมด้วย แม้ว่าการเป็นฝาแฝดแท้ก็ยังมีลายเส้นนูน และร่องที่ไม่ซ้ำกัน ดังนั้นลายนิ้วมือจึงถือว่าเป็นเอกลักษณ์เฉพาะบุคคล (Penrose & Ohara, 1973)

ซึ่งในเหงื่อของมนุษย์จะประกอบไปด้วย น้ำ 98 – 99% และแร่ธาตุอื่นๆ อีก 1% (Sodium, Potassium, Calcium เป็นต้น) (Chen, Kuan, & Liu, 2020) การเก็บลายนิ้วมือในสถานที่เกิดเหตุต้องคำนึงถึงส่วนประกอบของรอยลายนิ้วมือแฝงที่พบบนพื้นผิววัสดุประเภทที่มีพรุน เช่น กระดาษ เนื่องจากเมื่อระยะเวลาผ่านไปจะมีการทิ้งคราบของสารประกอบในเหงื่อประเภท กรดอะมิโน ไขมัน เกลือ และกรดยูริคเอาไว้ ขึ้นอยู่กับสภาพของวัตถุชนิดนั้นๆ ดังนั้นในการตรวจสอบลายนิ้วมือแฝงจะมีสารและวิธีการเฉพาะเพื่อที่จะเก็บรวบรวมข้อมูลได้อย่างถูกต้องและแม่นยำ ยกตัวอย่าง เช่น พื้นผิวที่มีรูพรุนแต่ไม่เปียกหรือมีความชื้นมักจะใช้สารละลาย Ninhydrin (Jaturak Boonlert, 2022) ซึ่งจะทำให้ปฏิกิริยากับกรดอะมิโนที่อยู่ในคราบเหงื่อเป็นต้น แต่ในบางกรณีกระดาษที่ถูกใช้เป็นพยานหลักฐานนั้นอาจจะถูกปนเปื้อนด้วย ความชื้น หรือความเปียกจากสภาพแวดล้อมภายนอก ซึ่งอาจจะเกิดจากอุบัติเหตุ เช่น น้ำหกใส่กระดาษ มีการปนเปื้อนจากสารภายนอกก่อนการเก็บวัตถุพยาน หรืออาจจะมีการนำพยานวัตถุไปตั้งก่อนได้รับการเก็บหลักฐาน จึงอาจจะทำให้วัตถุพยานนั้นเกิดการปนเปื้อน จนทำให้ข้อมูลหรือพยานหลักฐานนั้นไม่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ต่อได้

มีการพัฒนาเทคนิคในการตรวจหารอยนิ้วมือแฝงบนวัสดุที่มีรูพรุนที่เปียกหรือมีความชื้นโดยใช้ Oil Red O (ORO) เนื่องจากองค์ประกอบของ

กรดอะมิโนในไลยนิ้วมือแผ่นนั้นมีคุณสมบัติการละลายในน้ำ แต่ไขมันในรอยนิ้วมือแผ่นจะไม่ถูกชะล้างตามไปด้วย ดังนั้นเทคนิคนี้จึงมีไว้สำหรับเพื่อตรวจหาคราบไขมันปนอยู่ในไลยนิ้วมือแผ่นบนพื้นผิวที่มีรูพรุนที่พบความชื้น หรือความเปียก

จากที่กล่าวมา Oil Red O เป็นวิธีการย้อมสีที่ละลายในไขมันประเภท Lysosome เป็นสารประกอบที่สามารถย้อมสีกรดไขมัน ซึ่งประกอบไปด้วยส่วนที่ละลายในไขมันและส่วนที่ติดสี โดยทำปฏิกิริยากับไลยนิ้วมือแผ่นด้วยการย้อมสีของลิปิด (Lipid) ไตรกลีเซอไรด์ (Triglycerides) และไลโปโปรตีนบางชนิด วิธีนี้มีความสะดวกในการตรวจหารอยลายนิ้วมือแผ่น เนื่องจากมีขั้นตอนที่น้อยและไม่ซับซ้อน อีกทั้งรอยลายนิ้วมือแผ่นที่พบจะปรากฏสีแดงบนพื้นหลังสีชมพูที่ชัดเจน ซึ่งสามารถมองเห็นได้ในแสงปกติ อีกทั้งยังมีความคงทนต่อการเก็บรักษาสภาพรอยนิ้วมือบนวัตถุ นอกจากนี้วิธี Oil Red O ยังสามารถใช้กับวัตถุที่มีพื้นผิวแบบรูพรุนซึ่งอยู่สภาวะปกติ เปียก หรือมีความชื้นได้ (Bumbrach, Sodhi, & Kaur, 2019)

ดังนั้นในการวิจัยนี้ ผู้วิจัยสนใจศึกษาทดลองวิธี Oil Red O ในการตรวจหารอยนิ้วมือแผ่นที่เปื้อนบนกระดาษเปียกซึ่งวัตถุดิบอาจจะเป็นชิ้นส่วนสำคัญในการพิจารณาคดี อีกทั้ง Oil Red O เป็นวิธีที่ทำได้ง่าย ไม่ซับซ้อน อีกทั้งเป็นวิธีการที่ยังไม่แพร่หลาย และยังสามารถนำไปพัฒนาต่อยอดสำหรับงานด้านนิติวิทยาศาสตร์ในอนาคต

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของการตรวจหารอยลายนิ้วมือแผ่นที่ปนเปื้อนบนกระดาษประเภทต่างๆ ด้วยวิธี Oil Red O

2. เพื่อศึกษาประสิทธิภาพการตรวจรอยนิ้วมือแผ่นบนกระดาษที่เปื้อนด้วย น้ำโซดา น้ำมะนาว เหล้าขาว กาแฟนม และกาแฟดำ ด้วยวิธี Oil Red O

สมมติฐาน

วิธี Oil Red O สามารถใช้ในการตรวจสอบค้นหารอยลายนิ้วมือแผ่นที่เปื้อนบนกระดาษเปียก

และสามารถชี้จุดตำหนิพิเศษในไลยนิ้วมือแผ่นที่ปรากฏได้บนกระดาษเปียกที่เปื้อนได้

วิธีดำเนินการวิจัย

1. อาสาสมัคร

อาสาสมัครเพศชาย อายุ 24 ปี น้ำหนักประมาณ 96 กก. บริเวณผิวหนังมีเหงื่อออกง่าย และสามารถประทับรอยนิ้วมือที่เห็นได้อย่างชัดเจน

2. ประเภทของกระดาษใช้ในการทดลอง

ตัวอย่างกระดาษ 9 ประเภทที่ใช้ในการทดลองประกอบไปด้วย กระดาษ A4 สีขาว สีส้ม และสีฟ้า กระดาษลัง กระดาษหน้าปกสีเขียว กระดาษความร้อน กระดาษสำเนาในตัว กระดาษ Reuse และกระดาษซองเอกสาร

3. ขั้นตอนการเตรียมสารละลาย

สารละลาย Oil Red O

ทำการละลายสาร Sodium hydroxide 9.2 กรัม ลงในน้ำ 23 มล., จากนั้นนำผง Oil Red O 0.145 กรัม ผสมลงใน Methanol 77 มล. เมื่อเตรียมสารเสร็จแล้วจึงนำไปผสมกับ Sodium hydroxide ข้างต้น เก็บสารละลายลงขวดสีชา

สารละลาย Washing buffer

ทำการละลาย Sodium carbonate 2.65 กรัม ลงในน้ำ 20 มล. จากนั้นเติม Concentrate nitric acid จำนวน 18.3 มล. เมื่อสารผสมกันเรียบร้อยแล้วจึงเติม DI water ลงไปเพิ่มอีก 250 มล. จากนั้นทำการเก็บสารละลายในขวดสีชา

4. การเก็บตัวอย่างรอยนิ้วมือแผ่น

โดยวิธีการเก็บรอยนิ้วมือแผ่นแบ่งออกเป็น 2 วิธี คือ

วิธีที่ 1 ตัวควบคุม: กำหนดให้อาสาสมัครไม่ล้างมือก่อนเข้าร่วมการทดลองเป็นระยะเวลา 1 ชม. นำนิ้วหัวแม่มือทำการถูบริเวณ T-Zone และทำการประทับรอยนิ้วมือลงบนกระดาษประเภทต่างๆ ที่เตรียมไว้ ขนาด 3 x 4 ซม. ด้วยแรงกดประมาณ 500-650 กรัม เป็นระยะเวลา 10-15 วินาที จากนั้นทำการย้อมสีกระดาษด้วย Oil Red O ที่เตรียมไว้ โดยการนำลงไปแช่เป็นระยะเวลา 5 นาที จากนั้นนำกระดาษที่แช่ไปล้างด้วย Washing buffer ที่เตรียมไว้ (ทำซ้ำอย่างละ 3 รอบ) จึงทำการถ่ายรูปและ

นำไปวิเคราะห์ผลโดยผู้เชี่ยวชาญด้านการตรวจรอยลายนิ้วมือแฝง

วิธีที่ 2 ตัวอย่าง: ทำเหมือนกับวิธีที่ 1 จากนั้นจึงนำกระดาษที่มีรอยนิ้วมือแฝงอยู่จุ่มลงในเครื่องต้มที่ใช้ในการทดสอบ (น้ำโซดา, เหล้าขาว, น้ำมะนาว, กาแฟนม และกาแฟดำ) ทำการย้อมสีกระดาษด้วย Oil Red O ที่เตรียมไว้ โดยการนำไปแช่เป็นระยะเวลา 5 นาที นำกระดาษที่แช่ไปล้างด้วย Washing Buffer ที่เตรียมไว้ (ทำซ้ำอย่างละ 3 รอบ) จึงทำการถ่ายรูปและนำไปวิเคราะห์ผลโดยผู้เชี่ยวชาญด้านการตรวจรอยลายนิ้วมือแฝง

5. อุปกรณ์เก็บภาพ

การศึกษาครั้งนี้ผู้วิจัยได้ใช้ มือถือยี่ห้อ iPhone รุ่น 12 Pro max มีระบบกล้องดิจิทัลระดับโปร มีความละเอียดสูงสุดที่ 12 MP: กล้องอัลตราไวด์, ไวด์ และเทเลโฟโต้

6. การประเมินคุณภาพของลายนิ้วมือแฝง

การวิเคราะห์ลายนิ้วมือแฝงที่ปรากฏบนแผ่นกระดาษประเภทต่างๆ หลังจากการทดลองหาลายนิ้วมือแฝงด้วยวิธี Oil Red O จากนั้นจึงส่งให้ตรวจสอบโดยผู้เชี่ยวชาญด้านการตรวจลายนิ้วมือแฝงจาก ศูนย์พิสูจน์หลักฐาน 7 จำนวน 1 คน ซึ่งมีประสบการณ์ในการตรวจลายนิ้วมือมากกว่า 9 ปี ทำการวิเคราะห์แบบเชิงคุณภาพโดยอาศัยเกณฑ์การแปลค่าคะแนนเฉลี่ยจากจุดตำหนิ (Minutiae point) ซึ่งแบ่งออกเป็น 5 ระดับ (0-4) ซึ่งสามารถแจกแจงได้ดังตารางที่ 1 ซึ่งประยุกต์จากงานวิจัยของ พชรพร ศรีสุวรรณ (2565)

ตารางที่ 1 คะแนนค่าเฉลี่ยความชัดเจนของลายนิ้วมือ

คะแนนเฉลี่ย	รายละเอียด
0	ไม่ปรากฏลายเส้น
1	พบลายเส้นเลอะเลือน ปรากฏลายเส้นเพียงเล็กน้อย
2	ปรากฏลายเส้นเพียงเล็กน้อย แต่ไม่ชัดเจน (จุดตำหนิพิเศษน้อยกว่า 10 จุด)
3	รอยลายนิ้วมือมีคุณภาพระดับปานกลาง (จุดตำหนิพิเศษ 10-12 จุด)
4	รอยลายนิ้วมือคุณภาพดีมาก ลายเส้นสมบูรณ์ (พบจุดตำหนิพิเศษมากกว่า 12 จุดขึ้นไป)

ที่มา พชรพร ศรีสุวรรณ. (2565).

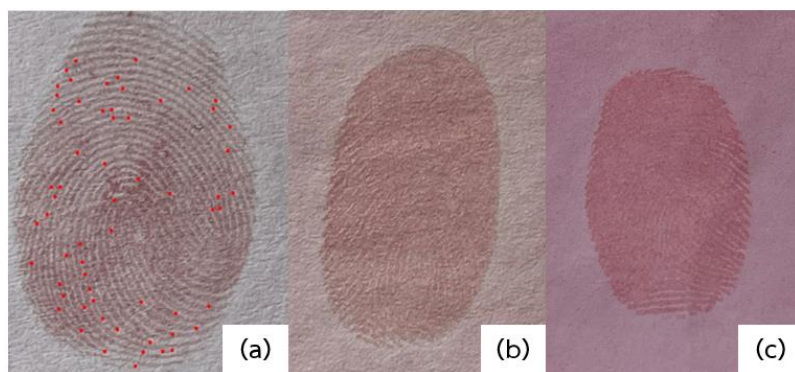
ผลการวิจัยและอภิปรายผลการวิจัย

การศึกษาประสิทธิภาพการตรวจหารอยลายนิ้วมือแฝงบนพื้นผิววัสดุที่มีรูพรุนประเภทกระดาษชนิดต่างๆ เมื่อถูกเปื้อนด้วยเครื่องต้มต่างชนิด ด้วยวิธีการใช้สาร Oil Red O โดยประเภทของกระดาษประกอบไปด้วย กระดาษ A4 สีขาว, สีส้ม และ สีฟ้า กระดาษซองเอกสาร กระดาษความร้อน กระดาษหน้าปกสีเขียว กระดาษสำเนา

ในตัวกระดาษ Reuse และกระดาษลัง และเครื่องต้มที่ใช้ทดสอบหยิบยกรมาจากเครื่องต้มที่สามารถพบเจอได้ในชีวิตประจำวันซึ่งประกอบไปด้วย น้ำโซดา น้ำมะนาว กาแฟดำ กาแฟนม และเหล้าขาว (แอลกอฮอล์ 40 ดีกรี) ผลการวิเคราะห์ลายนิ้วมือแฝงด้วย Oil Red O สามารถแสดงได้ดังตารางที่ 2 และรูปที่ 1

ตารางที่ 2 ตารางค่าคะแนนเฉลี่ยรอยลายนิ้วมือแฝงที่เปื้อนด้วยเครื่องดื่มน้ำกับกระดาดประเภทต่าง ๆ

เครื่องดื่ม ประเภทกระดาด	ค่าคะแนนเฉลี่ยรอยลายนิ้วมือแฝง											
	ตัวอย่างควบคุม		น้ำโซดา		เหล้าขาว		น้ำมะนาว		กาแฟม		กาแฟดำ	
	Mean	S.D.	Mean	S.D.	Mean	S.D.	Mean	S.D.	Mean	S.D.	Mean	S.D.
กระดาด A4 สีขาว	4.00	0.00	4.00	0.00	3.33	0.58	1.67	1.15	1.33	0.58	2.00	1.00
กระดาด A4 สีส้ม	2.33	0.58	2.67	1.15	1.67	0.58	0.67	0.58	1.00	1.00	1.00	1.73
กระดาด A4 สีฟ้า	2.67	0.00	2.67	1.15	2.67	1.53	2.00	1.00	0.00	0.00	1.00	0.00
กระดาดล้าง	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
กระดาดซองเอกสาร	2.33	0.58	0.33	0.58	2.00	1.00	0.33	0.58	0.00	0.00	3.00	0.00
กระดาดความร้อน	4.00	0.00	1.33	1.53	3.67	0.58	2.00	1.73	1.33	0.58	1.00	0.00
กระดาดหน้าปกสีเขียว	1.67	0.58	1.33	1.53	2.33	0.58	1.00	0.00	0.33	0.58	0.00	0.00
กระดาดสำเนาในตัว	4.00	0.00	4.00	0.00	4.00	0.00	2.00	1.00	0.67	1.15	2.67	0.58
กระดาด Reuse	2.67	1.15	3.67	0.58	2.00	1.73	3.00	1.00	0.00	0.00	3.33	0.58



รูปที่ 1 ภาพรอยนิ้วมือแฝงบนกระดาดตัวอย่างควบคุมชนิดต่างๆ (a) กระดาด A4 สีขาว, (b) กระดาดสำเนาในตัว และ (c) กระดาดความร้อน

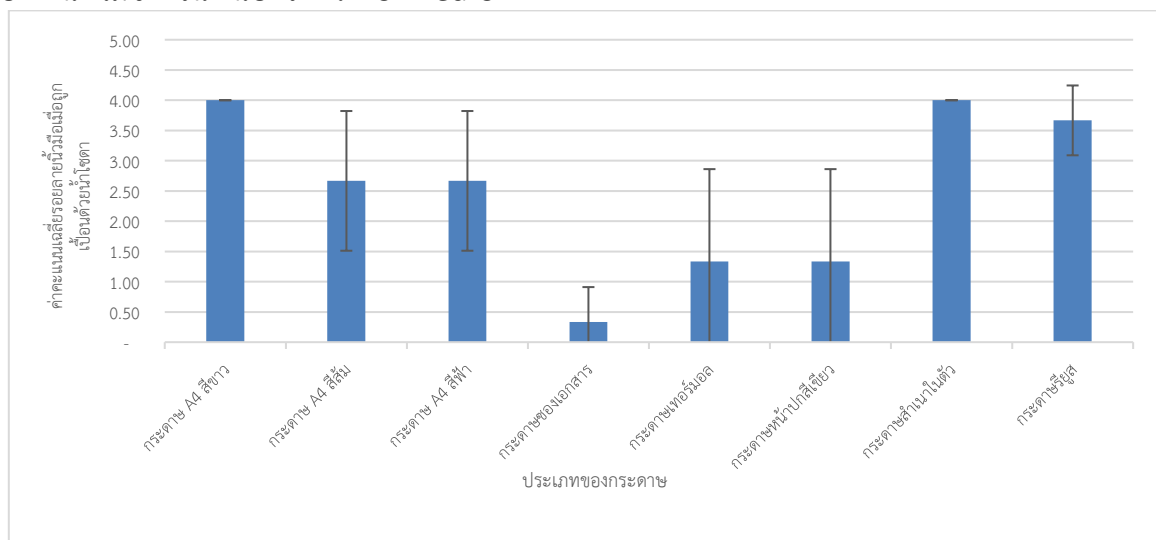
จากตารางค่าคะแนนเฉลี่ยรอยลายนิ้วมือแฝงที่บนกระดาดตัวอย่างควบคุมชนิดต่างๆ พบว่า กระดาดสีขาว (รูปที่ 1(a)) กระดาดสำเนาในตัว (รูปที่ 1(b)) และกระดาดความร้อน (รูปที่ 1(c)) มีค่าคะแนนเฉลี่ยที่สูงกล่าวคือ รอยลายนิ้วมือที่ปรากฏบนพื้นผิวกระดาดที่กล่าวมาข้างต้นนั้น มีคุณภาพของรอยลายนิ้วมือระดับปานกลางถึงระดับดีมาก (พบจุดตำหนิพิเศษ (Minutiae point) มากกว่า 10 จุดขึ้นไป) ซึ่งมีความเหมาะสมที่จะนำไปตรวจพิสูจน์อัตลักษณ์บุคคลได้อย่างดี ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Rawji และ Beaudoin (2006) ที่ทำการศึกษาประสิทธิภาพของ Oil Red O บนกระดาดเปียกสามพื้นผิวได้แก่ กระดาดสีขาว

กระดาดคราฟท์ และ กระดาดความร้อนซึ่งพบว่าการใช้เทคนิค Oil Red O บนกระดาดขาว และ กระดาดความร้อน ที่เปียกได้ดีกว่าเทคนิค Physical Developer (PD)

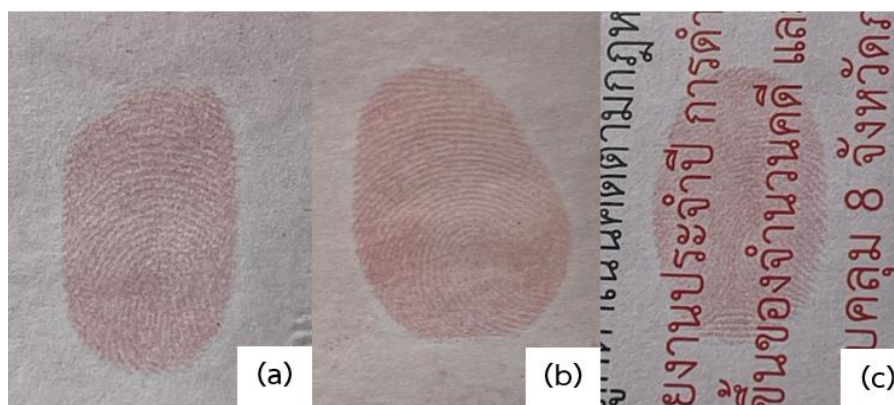
จากการศึกษากระดาดที่เปื้อนด้วยเครื่องดื่มที่สามารถพบได้ในชีวิตประจำวันพบว่า ค่าคะแนนเฉลี่ยของรอยลายนิ้วมือแฝงบนกระดาดที่เปื้อนด้วยน้ำโซดา กระดาดสำเนาในตัว (4.00 ± 0.00) (รูปที่ 2 (a)) และกระดาด A4 สีขาว (4.00 ± 0.00) (รูปที่ 2 (b)) สามารถตรวจพิสูจน์อัตลักษณ์บุคคลได้ดี ซึ่งในขณะที่กระดาด Reuse (3.67 ± 0.58) (รูปที่ 2 (c)) ให้คะแนนเฉลี่ยรอยลายนิ้วมือที่รองลงมา ลายนิ้วมือที่ปรากฏขึ้นบน

พื้นผิวของประเภทกระดาษข้างต้นมีคุณภาพของลายนิ้วมือแฝงที่ดี พบจุดดำหนิพิเศษมากกว่า 12 จุดขึ้นไป มีการเลอะเลือนจากการเปื้อนของเครื่องดื่มน้อยมาก โดยที่ลายเส้นส่วนใหญ่มีสภาพที่สมบูรณ์ (3.67 – 4.00 คะแนน) เนื่องจากน้ำโซดาที่มีคุณสมบัติคล้ายกับน้ำเปล่า แต่มีการเพิ่มแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ลงไป ในขณะที่กระดาษสีส้ม (2.67±1.15) และกระดาษสีฟ้า (2.67±1.15) ปรากฏลายเส้นเพียงเล็กน้อย และจุดดำหนิพิเศษมองเห็นที่ไม่ชัดเจน เนื่องจากวิธี Oil Red O ทำ

การย้อมรอยลายนิ้วมือแฝงเป็นสีชมพู - แดง เมื่อทดสอบบนกระดาษ A4 สีส้มที่มีพื้นหลังสีเข้ม ทำให้รอยนิ้วมือแฝงที่ปรากฏขึ้นยากต่อการตรวจสอบ นอกจากนี้กระดาษของเอกสาร กระดาษหน้าปกสีเขียวและกระดาษความร้อน มีค่าคะแนนเฉลี่ยที่น้อย กล่าวคือพบรอยลายนิ้วมือเพียงเล็กน้อย เส้นนิ้วมือบางเส้นมีการเลอะเลือนยากต่อการมองเห็นหรือไม่ปรากฏลายเส้น ซึ่งสามารถแสดงได้ดังแผนภูมิ ที่ 1 และรูปที่ 2



แผนภูมิที่ 1 แผนภูมิค่าคะแนนเฉลี่ยรอยลายนิ้วมือแฝงที่เปื้อนด้วยน้ำโซดากับกระดาษประเภทต่างๆ



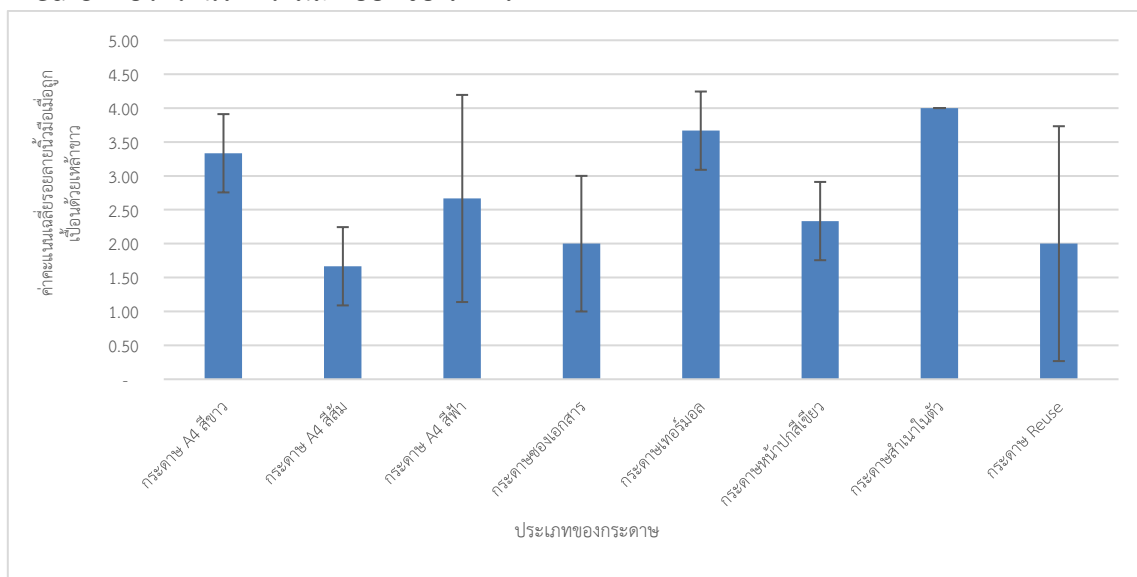
รูปที่ 2 ภาพรอยนิ้วมือแฝงบนกระดาษที่เปื้อนด้วยน้ำโซดา (a) กระดาษสำเนาในตัว, (b) กระดาษ A4 สีขาว และ (c) กระดาษ Reuse

ผลการตรวจหารอยลายนิ้วมือบนกระดาษที่เปื้อนด้วยเหล้าขาวพบว่า รอยลายนิ้วมือแฝงบนกระดาษ A4 สีขาว (3.33±0.58) (รูปที่ 3 (a)) กระดาษความร้อน (3.67±0.58) (รูปที่ 3 (b)) และกระดาษสำเนาในตัว (4.00±0.00) (รูปที่ 3 (c)) มี

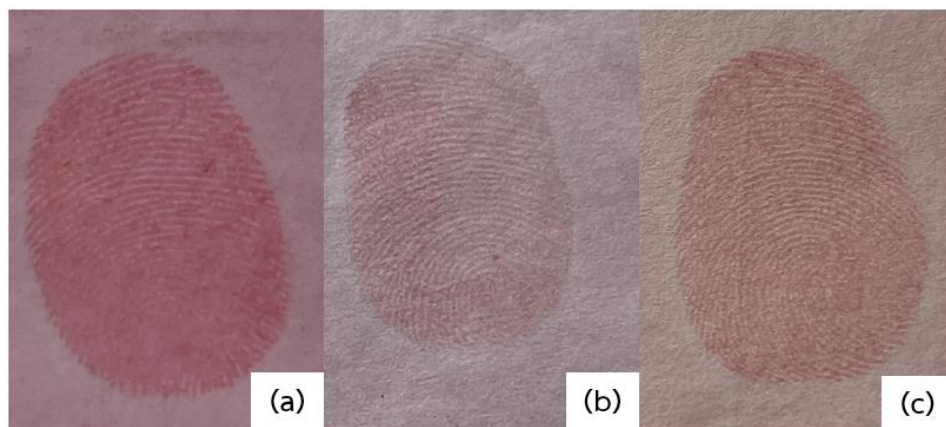
ค่าคะแนนเฉลี่ยคุณภาพลายนิ้วมือที่สูง หมายถึง รอยลายนิ้วมือแฝงที่พบหลังการเปื้อนมีคุณภาพที่ดี พบจุดดำหนิพิเศษมากกว่า 12 ตำแหน่ง ซึ่งเหมาะสมสำหรับการนำไปใช้ตรวจสอบพิสูจน์อัตลักษณ์บุคคล อีกทั้งพบการเลอะเลือนจากการปีที่ 12 ฉบับที่ 2 กรกฎาคม - ธันวาคม 2566 หน้า 15

แช่ด้วยเหล้าขาวเพียงเล็กน้อย ทำให้ยังเพียงพอต่อการนำไปตรวจพิสูจน์อัตลักษณ์ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Eun-Jung Park และ Sungwook Hong (2019) ที่ทำการศึกษารอยนิ้วมือแฝงที่มีการเปื้อนของแอลกอฮอล์ต่างชนิดกันบนพื้นผิววัสดุที่มีรูพรุน กลับกันเมื่อตรวจสอบกระดาศที่มีการเปื้อนของสารละลาย Ethanol น้อยกว่า 75% ด้วยวิธี Oil Red O พบว่าวิธีนี้ให้ความละเอียดของภาพได้

ดีเนื่องจาก ไขมันที่อยู่ในองค์ประกอบของลายนิ้วมือไม่ถูกชะล้างออกไป ในขณะที่กระดาศสีฟ้า กระดาศหน้าปกสีเขียว กระดาศซองเอกสาร และกระดาศ Reuse ปรากฏลายเส้นเพียงเล็กน้อยและไม่ชัดเจนตามลำดับ ซึ่งสามารถแสดงได้ดังแผนภูมิที่ 2 และรูปที่ 3



แผนภูมิที่ 2 แผนภูมิค่าคะแนนเฉลี่ยรอยลายนิ้วมือแฝงที่เปื้อนด้วยเหล้าขาวกับกระดาศประเภทต่างๆ



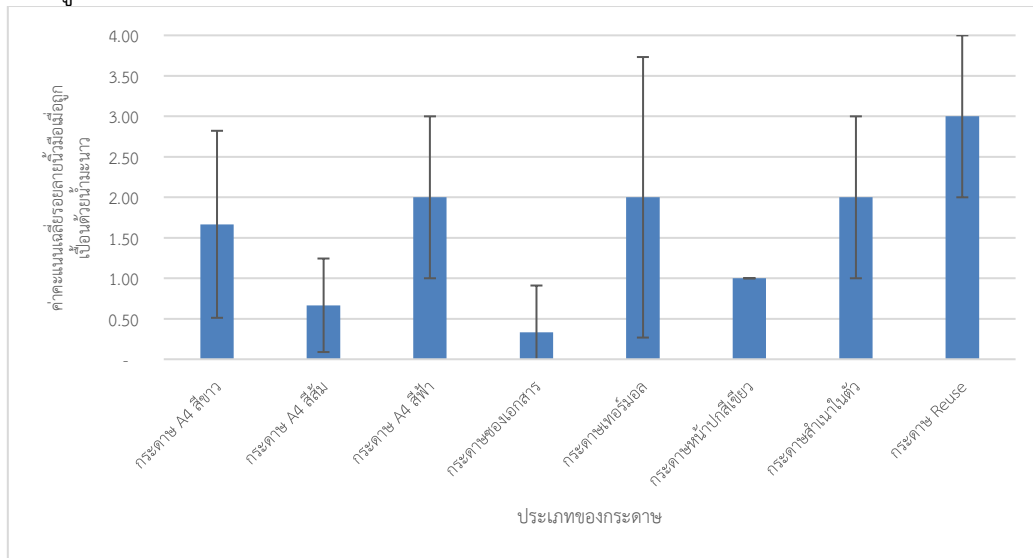
รูปที่ 3 ภาพรอยนิ้วมือแฝงบนกระดาศที่เปื้อนด้วยเหล้าขาว (a) กระดาศ A4 สีขาว, (b) กระดาศความร้อน และ (c) กระดาศสำเนาในตัว

คะแนนเฉลี่ยของรอยลายนิ้วมือแฝงบนกระดาศที่เปื้อนด้วยน้ำมะนาว คุณภาพของรอยลายนิ้วมือแฝงบนกระดาศ Reuse ดังรูปที่ 4 (a) ที่เปื้อนด้วยน้ำมะนาวมีคุณภาพระดับปานกลาง (3.00 ± 1.00) กล่าวคือพบจุดดำหนาพิเศษประมาณ 10 – 12 จุดบนลายนิ้วมือซึ่งเพียงพอต่อการ

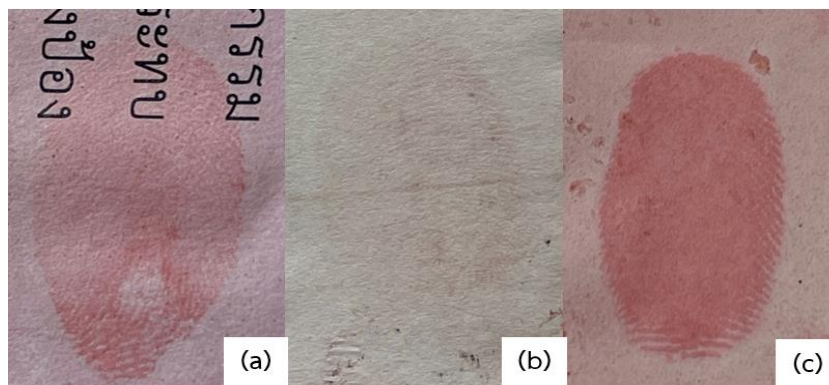
นำไปใช้ตรวจพิสูจน์อัตลักษณ์ ในขณะที่กระดาศประเภทอื่นๆ เช่นกระดาศสำเนาในตัว (รูปที่ 4 (b)) และ กระดาศความร้อน (รูปที่ 4(c)) นั้นปรากฏลายเส้นบนกระดาศเพียงเล็กน้อยไม่ชัดเจนซึ่งในกระดาศซองเอกสาร กระดาศหน้าปกสีเขียว และกระดาศสีส้มพบรอยนิ้วมือที่เลอะเลือนที่ยาก

ต่อการมองเห็นมากกว่ากระดาษชนิดอื่นๆ เนื่องจากในน้ำมะนาวมีกรดซิตริกเป็นองค์ประกอบซึ่งมีค่าความเป็นกรดจึงทำให้กระดาษมีความเสียหาย ข้อมูลคะแนนเฉลี่ยรอยลายนิ้วมือที่เปื้อน

ด้วยน้ำมะนาวสามารถแสดงได้ดังแผนภูมิแท่งที่ 3 และ รูปที่ 4



แผนภูมิที่ 3 ค่าคะแนนเฉลี่ยรอยลายนิ้วมือแฝงที่ปนเปื้อนด้วยน้ำมะนาวกับกระดาษประเภทต่างๆ

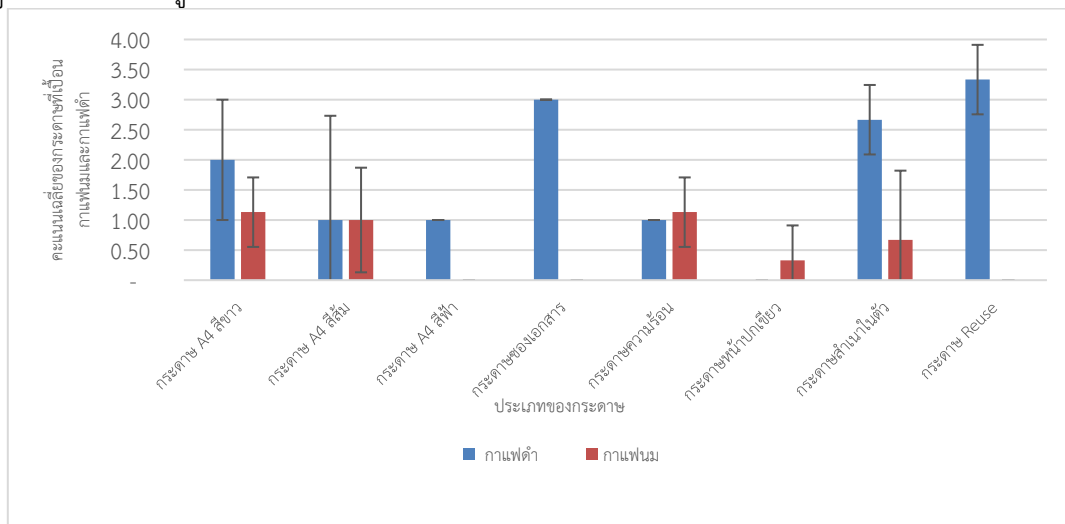


รูปที่ 4 ภาพรอยนิ้วมือแฝงบนกระดาษที่ปนเปื้อนด้วยน้ำมะนาว (a) กระดาษ Reuse, (b) กระดาษสำเนาในตัวและ (c) กระดาษความร้อน

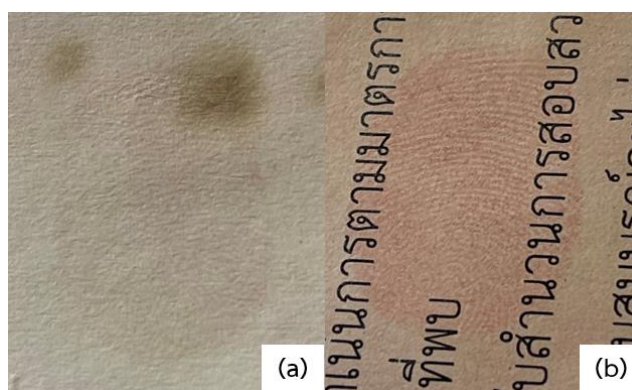
นอกจากนี้ผลการศึกษาบนกระดาษที่ถูกปนเปื้อนด้วยกาแฟและกาแฟดำ พบว่ากระดาษที่ถูกปนเปื้อนด้วยกาแฟมีค่าคะแนนเฉลี่ยรอยลายนิ้วมือแฝงที่ต่ำในทุกประเภทของกระดาษ ตัวอย่างเช่น กระดาษ A4 สีขาว (1.33 ± 0.58) (รูปที่ 5 (a)) เนื่องจากในกาแฟใส่นมมีสารอิมัลซิไฟเออร์ (Emulsifier) เป็นสารประกอบในนม ซึ่งโมเลกุลของอิมัลซิไฟเออร์จะหันส่วนที่ชอบน้ำ (Hydrophilic) เข้าหาน้ำ และหันส่วนที่ไม่ชอบน้ำ (Hydrophobic) เข้าหาไขมัน (Braun, Hanewald, & Vilgis, 2019) ซึ่งเมื่อกระดาษที่มีรอยประทับ

ลายนิ้วมือถูกจุ่มลงในกาแฟนม ไขมันที่อยู่บนกระดาษจะถูกชะล้างออกไปด้วยสารอิมัลซิไฟเออร์ที่อยู่ในนม จึงทำให้เมื่อใช้เทคนิค Oil Red O ซึ่งเป็นเทคนิคในการย้อมสีไขมันที่อยู่ในรอยลายนิ้วมือแฝงจึงส่งผลให้วิธีนี้จึงไม่เหมาะสมกับการตรวจหารอยนิ้วมือแฝงบนพื้นผิวกระดาษเมื่อถูกปนเปื้อนด้วยกาแฟใส่นม ซึ่งในขณะที่ค่าคะแนนเฉลี่ยรอยลายนิ้วมือแฝงบนกระดาษเมื่อถูกจุ่มด้วยกาแฟดำมีคะแนนที่สูงกว่า เช่น กระดาษ Reuse (3.33 ± 0.58) (รูปที่ 5 (b)) เนื่องจากในกาแฟดำไม่มีองค์ประกอบของนมจึงมีค่า

คะแนนเฉลี่ยที่สูงกว่าข้อมูลสามารถแสดงได้ดัง
แผนภูมิแท่งที่ 4 และ รูปที่ 5



แผนภูมิที่ 4 แผนภูมิค่าคะแนนเฉลี่ยรอยลายนิ้วมือแฝงที่ปนเปื้อนด้วยกาแฟนมและ
กาแฟดำกับกระดาษประเภทต่างๆ



รูปที่ 5 รอยนิ้วมือแฝงบนกระดาษที่ปนเปื้อนด้วยกาแฟนมและกาแฟดำตามลำดับ
(a) กระดาษ A4 สีขาว และ (b) กระดาษ Reuse

สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาประสิทธิภาพวิธีตรวจหา
รอยลายนิ้วมือแฝงด้วยวิธี Oil Red O บนพื้นผิว
สัมผัสประเภทกระดาษเมื่อปนเปื้อนด้วยเครื่องดื่มที่
สามารถเจอได้ในชีวิตประจำวัน พบว่าวิธี Oil Red
O สามารถใช้ได้กับกระดาษประเภท กระดาษ A4
สีขาว กระดาษสำเนาในตัว กระดาษ Reuse และ
กระดาษความร้อน ซึ่งลายนิ้วมือแฝงที่พบบน
กระดาษมีจุดดำหนาพิเศษมากเพียงพอที่จะนำไป
ตรวจพิสูจน์ยืนยันอัตลักษณ์บุคคลในทางนิติ
วิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยนำเสนอวิธีนี้เนื่องจากในสถานที่
เกิดเหตุจริงสามารถเกิดอุบัติเหตุจากการปนเปื้อน

ด้วยความชื้น หรือความเปียกจากสภาพแวดล้อม
ภายนอก วิธีนี้ยังสามารถใช้ได้กับวัสดุที่มีพื้นผิว
ประเภทมีรูพรุนที่ถูกเปื้อน/เปียกด้วยน้ำโซดา หรือ
แอลกอฮอล์ 40 ดีกรี (เหล้าขาว) เนื่องจากมี
คะแนนเฉลี่ยรอยลายนิ้วมือแฝงที่ดีบนกระดาษ
หลายประเภท นอกจากนี้ Oil Red O มีความ
สะดวกในการตรวจหารอยลายนิ้วมือแฝง เนื่องจาก
มีขั้นตอนที่น้อยและไม่ซับซ้อน

ข้อเสนอแนะ

1. ควรทำการศึกษาบนตัวอย่างในสถานที่เกิดเหตุของจริงเมื่อถูกเปื้อนด้วยเครื่องดัดต่างๆ โดยไม่มีการควบคุมปัจจัยภายนอก เช่น แสง กระทบ ปริมาณของเหงื่อ เป็นต้น

2. ควรทำการศึกษาผลของระยะเวลาเมื่อกระดาษถูกเปื้อนด้วยเครื่องดัดในระยะเวลาที่แตกต่างกัน

เอกสารอ้างอิง

- พชรพร ศรีสุวรรณ. (2565). การตรวจเก็บรอยลายนิ้วมือแฝงบนกระดาษและลอตเตอรี่ ด้วยเทคนิค Ninhydrin. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารคดี, มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- Boonlert., J. (2022). Comparison of Latent Fingerprint Quality on Various Types of Paper Using Ninhydrin and Indandione Followed by Ninhydrin. *Faculty of Forensic Science, Royal Police Cadet Academy*. 8(1). 62-75.
- Braun, K., Hanewald, A., & Vilgis, T. A. (2019). Milk Emulsions: Structure and Stability. *Foods*, 8(10). <https://doi.org/10.3390/foods8100483>.
- Bumbrah, G., Sodhi, G., & Kaur, J. (2019). Oil Red O (ORO) reagent for detection of latent fingerprints: a review. *Egyptian Journal of Forensic Sciences*, 9. <https://doi.org/10.1186/s41935-018-0107-1>.
- Chen, Y. L., Kuan, W. H., & Liu, C. L. (2020). Comparative Study of the Composition of Sweat from Eccrine and Apocrine Sweat Glands during Exercise and in Heat. *Int J Environ Res Public Health*, 17(10). <https://doi.org/10.3390/ijerph17103377>.
- Inman, K. (2000). *Principles and Practice of Criminalistics*. Boca Raton: CRC Press.
- Park, E.-J., & Hong, S. (2019). Development of latent fingerprints contaminated with ethanol on paper surfaces. *Analytical Science and Technology*, 32(3), 105–112.
- Penrose, L. S., & Ohara, P. T. (1973). The development of the epidermal ridges. *J Med Genet*, 10(3), 201-208.
- Rawji, A., & Beaudoin, A. (2006). Oil Red O Versus Physical Developer on Wet Papers: A Comparative Study. *Journal of Forensic Identification*. 56(1).

การตรวจสอบความคงอยู่ของคราบเลือดหลังจากผ่านความร้อนโดยวิธีทดสอบด้วย ลูมินอล

Examination of persistence of bloodstains on various types of surfaces after thermal exposure by the method of luminol test

จิราภา สิงหกุลพิทักษ์¹, อรทัย เขียวพุ่ม², ศิริรัตน์ ชูสกุลเกรียง³, ศุภชัย ศุภลักษณ์นารี⁴

หลักสูตรนิติวิทยาศาสตร์¹, ภาควิชาฟิสิกส์³, ภาควิชาเคมี^{3,4} คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร วิทยาเขต
พระราชวังสนามจันทร์^{1,2,3,4}

Jirapa Singhakulpitak¹, Orathai Kheawpum², Sirirat Choosakoonkriang³, Supachai
Supaluknari⁴

Forensic Science Program¹ Department of Physics² Department of Chemistry^{3,4} Faculty of
Science, Silpakorn University, Sanamchandra Palace Campus

E-mail: singhakulpitak_j@su.ac.th¹ E-mail: kheawpum_o@su.ac.th²

Received: September 9, 2023; Revised: October 10, 2023; Accepted: October 30, 2023

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการคงอยู่ของคราบเลือดบนพื้นผิวต่างๆหลังจากผ่านความร้อนโดยวิธีทดสอบด้วยลูมินอล พื้นผิวที่ใช้ในการทดลองนี้ คือแผ่นแก้ว แผ่นสแตนเลส กระเบื้องปูพื้น และแผ่นสังกะสี การทดลองเริ่มจากการหยดเลือดปริมาตร 25 μl ลงบนวัสดุที่มีขนาด 5x5 cm และปล่อยให้แห้งที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 20 นาที ศึกษาผลของการให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 100°C, 150°C, 200°C, 250°C, 300°C, 350°C, 400°C และ 500°C เป็นระยะเวลา 5, 15, 30 และ 60 นาที ผลการศึกษาพบว่า พื้นผิวสังกะสีเป็นพื้นผิวที่ตรวจพบคราบเลือดได้น้อยที่สุด จากการศึกษาคราบเลือดบนแผ่นแก้ว แผ่นสแตนเลส และแผ่นสังกะสีที่ถูกให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 100°C ถึง 350°C เป็นระยะเวลานานถึง 60 นาที ยังสามารถใช้ลูมินอลในการตรวจสอบได้ ในขณะที่เมื่อให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 400°C และ 500°C ไม่สามารถตรวจสอบด้วยลูมินอลได้ อย่างไรก็ตามคราบเลือดที่ถูกทดสอบบนพื้นผิวกระเบื้องปูพื้นสามารถตรวจสอบได้แม้ใช้อุณหภูมิในการให้ความร้อน 100°C จนถึง 500°C เป็นระยะเวลา 60 นาที การศึกษาในครั้งนี้แสดงให้เห็นถึงศักยภาพในการใช้ลูมินอลในการตรวจสอบคราบเลือดบนพื้นผิวต่างๆภายหลังจากผ่านความร้อนในตัวอย่างจริงด้านนิติวิทยาศาสตร์ได้

คำสำคัญ: คราบเลือด การให้ความร้อน ลูมินอล

ABSTRACT

This research investigated the persistence of bloodstains on diverse surfaces post-thermal exposure using the luminol test, aiming to enhance forensic crime-solving capabilities. Blood, initially deposited in 25 microliters on glass plates, stainless steel, floor tiles, and

galvanized sheets, underwent drying for 20 minutes at room temperature. Varied temperature (100°C to 500°C) and exposure times (5, 15, 30, 60 mins) were applied. Results revealed that galvanized sheets exhibited lower luminol detectability compared to glass plates, stainless steel, and floor tiles. Bloodstains on glass plates, stainless steel, and galvanized sheets were identifiable with luminol after exposure to temperatures up to 350°C for 60 minutes, but not at 400°C and 500°C. In contrast, floor tiles maintain detectability across the entire temperature range. This study underscored luminol's efficacy in detecting bloodstains on diverse surfaces post-thermal exposure in authentic forensic scenarios, offering valuable insights for investigators facing varying conditions in criminal cases.

KEYWORDS: Bloodstain, Thermal exposure, Luminol

บทนำ

ในปัจจุบันมีเหตุอาชญากรรมเกิดขึ้นในหลายกรณี แต่ทุกครั้งในการกระทำผิด ผู้ก่อเหตุมักทิ้งร่องรอยไว้เสมอไม่ว่าจะเป็นคราบเลือด รอยนิ้วมือแฝง เส้นผม หรือแม้แต่ส่วนอื่นๆในร่างกาย คราบเลือดเป็นหลักฐานที่มักพบในสถานที่เกิดเหตุ และสามารถนำไปตรวจหา DNA เพื่อยืนยันตัวบุคคลได้ (James et al., 2005) ในการตรวจหารอยคราบเลือดในเบื้องต้นมีหลากหลายวิธีไม่ว่าจะเป็นเทคนิคการใช้ลูมินอล ซึ่งเป็นสารเคมีที่แสดงปฏิกิริยาเรืองแสงเมื่อทำปฏิกิริยากับเลือด (Barni et al., 2007) Hemastix หรือ TMB test เป็นการทดสอบเบื้องต้นว่า คราบที่พบในสถานที่เกิดเหตุ นั้นเป็นเลือดหรือไม่ โดยใช้แผ่นพลาสติกที่เคลือบน้ำยาทดสอบจะไปทำปฏิกิริยากับฮีโมโกลบิน แล้วเปลี่ยนเป็นสีเขียวจนถึงสีน้ำเงิน (Matheson & Veall, 2014) วิธี Kastle-Meyer test เป็นการทดสอบว่าคราบที่พบในสถานที่เกิดเหตุ นั้นเป็นคราบเลือดหรือไม่ โดยมีหลักการคือป้ายคราบที่จะทดสอบลงบน Cotton swab จากนั้นหยดสารละลาย Phenolphthalein ที่มีสีใสไปทำปฏิกิริยาออกซิเดชัน ถ้าเป็นคราบเลือดสารละลายจะเปลี่ยนสีเป็นสีชมพู (Glaister, 1926)

อย่างไรก็ตามในคดีเพลิงไหม้ หรือการที่คนร้ายพยายามจะทำลายหลักฐานในสถานที่เกิดเหตุ โดยการเผา ทำลายหลักฐาน การที่คราบเลือดได้รับความร้อนนั้น มีผลต่อการตรวจหาคราบเลือดในสถานที่เกิดเหตุ ซึ่งมีงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

Tontarski et al.(2009) ได้ ทำการจำลองสถานการณ์ไฟไหม้ในที่พักอาศัย ในห้องปฏิบัติการ Fire Research Laboratory (FRL) ในรัฐแมริแลนด์ โดยทำการหยดคราบเลือดตามสถานที่ต่าง ๆ และเริ่มจากการจุดไฟเผาโซฟาเป็นระยะเวลานาน 300 วินาที จากนั้นจึงปล่อยให้ไหม้ให้ลุกไหม้เป็นระยะเวลานาน 45 นาที จึงเริ่มดับไฟ มีการบันทึกอุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุดด้วย Thermal couplers การศึกษานี้พบการเปลี่ยนแปลงหลังจากถูกเผาไหม้ และพบรอยคราบเลือดที่ยังคงมองเห็นได้ในสถานที่เกิดเหตุจำลอง ทดสอบคราบเลือดโดยใช้ สารเรืองแสง (Fluorescence), บลูสตาร์, ลูมินอล และ Hemastix ภายหลังการกำจัดเขม่าที่เกิดขึ้นโดยใช้น้ำหรือ แอลกอฮอล์ และนำคราบเลือดที่พบในสถานที่เกิดเหตุ มาตรวจ DNA ต่อ พบว่าถ้าอุณหภูมิของสถานที่เกิดเหตุ เกิน 800°C จะไม่สามารถตรวจวัด DNA ได้จากคราบเลือดเนื่องจากโปรตีนเสียสภาพหมดแล้ว (Tontarski et al., 2009)

Bilous et al.(2010) ได้ทำการนำเลือดสุนัข มาเจือจางด้วยน้ำกลั่นในอัตราส่วน 1:10 ถึง 1:10,000 จากนั้นนำเลือดไป smear ที่กระจกสไลด์ 5 μL นำไปให้ความร้อนเป็นเวลา 1, 3 และ 5 นาทีที่อุณหภูมิ 400-600°C แล้วทดสอบด้วยลูมินอล บลูสตาร์ และ Hemasein พบว่าลูมินอลจะให้แสง Chemiluminescence-based ที่เสถียรและมีประสิทธิภาพเมื่อเทียบกับน้ำยาทดสอบชนิดอื่น (Bilous et al., 2010)

Klein et al.(2018) ได้ทำการนำวัสดุอุปกรณ์ที่มักใช้ในการก่ออาชญากรรมเช่น ค้อน, ไขควง, มีดพก เป็นต้น จากนั้นใช้แปรงทาเลือดลงบนวัตถุ นำไปให้ความร้อนในเครื่องจำลองการเผาไหม้ที่สามารถกำหนดอุณหภูมิได้ ที่อุณหภูมิ 300°C, 700°C และ 1,000°C จากนั้นนำวัตถุที่ได้ไปทดสอบคราบเลือดด้วยลูมินอล ผลจากการทดลองพบว่าที่อุณหภูมิ 300°C ยังพบคราบเลือดที่สามารถตรวจสอบได้ ส่วนที่อุณหภูมิ 700°C ส่งผลให้เลือดมีการเปลี่ยนสีเข้มขึ้น นอกจากนี้ยังนำคราบเลือดที่ถูกเผาที่อุณหภูมิ 1,000°C พบว่ายังสามารถนำไปตรวจพบ DNA ได้ แต่มักพบปริมาณเพียงเล็กน้อยเท่านั้น (Klein et al., 2018)

Klein et al. (2019) ได้ทำการเอา liquid latex หรือน้ำยางข้นมาใช้ในการหารอยคราบเลือดที่ถูกเผาไหม้ โดยนำเอาวัสดุอุปกรณ์ที่มักใช้ในการก่ออาชญากรรม มาทำการให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 300°C, 700°C และ 1,000°C ทำการทดสอบด้วย ลูมินอลและทาด้วย liquid latex ตามด้วยลูมินอล จากการทดลองสามารถสรุปได้ว่า liquid latex มีความสามารถในการเพิ่มอัตราการเรืองแสงของ ลูมินอลได้ (Klein et al., 2019)

ปัจจุบันวิจัยทางด้านนิติวิทยาศาสตร์ที่ศึกษาเกี่ยวกับรอยคราบเลือดที่ถูกให้ความร้อนยังไม่เป็นที่แพร่หลาย (Chi, 2012) เนื่องจากการเตรียมการทดลองเป็นไปได้ยาก ต้องใช้ทรัพยากรในการจำลอง

การเผาไหม้จำนวนมาก และหากทำการทดลองในสถานที่จริงต้องขออนุญาตที่จะใช้สถานที่เพื่อบันทึกข้อมูลต่างๆในงานวิจัย ทั้งนี้ต้องพึงระวังในเรื่องของจริยธรรมในการวิจัยสำหรับการบันทึกข้อมูล เนื่องจากเป็นเหตุคดีเพลิงไหม้หรือคดีฆาตกรรมที่มีการวางเพลิงเพื่อทำลายหลักฐานนั้นเป็นเรื่องที่มีความละเอียดอ่อน (Chi, 2013) ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงได้ทำการทดลองคราบเลือดที่ถูกให้ความร้อนลงบนพื้นผิวต่างๆเช่นแผ่นแก้ว แผ่นสแตนเลส กระเบื้องปูพื้นและแผ่นสังกะสี เพื่อความง่ายต่อการจำลองสถานการณ์การลดงบประมาณในการทดลอง และเพื่อความสะดวกในการวัดและการเก็บข้อมูล

จากความสำคัญดังกล่าวข้างต้น ผู้วิจัยจึงได้ทำการศึกษาการหาการตรวจสอบความคงอยู่ของคราบเลือดหลังจากผ่านความร้อนบนพื้นผิวต่างๆโดยใช้วิธีทดสอบด้วยลูมินอลเพื่อการหาร่องรอยคราบเลือดเบื้องต้น แล้วนำผลที่ได้มาวิเคราะห์ว่าคราบเลือดที่พื้นผิวต่างๆซึ่งเป็นพื้นผิวที่มักพบในสถานที่เกิดเหตุสามารถทำปฏิกิริยากับลูมินอลแตกต่างกันอย่างไร อุณหภูมิและเวลาที่มีผลกับการคงอยู่ของคราบเลือดหรือไม่

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาประสิทธิภาพการตรวจสอบความคงอยู่ของคราบเลือดหลังจากผ่านความร้อนบนพื้นผิวแผ่นแก้ว, แผ่นสแตนเลส, กระเบื้องปูพื้น และแผ่นสังกะสีโดยวิธีลูมินอล
2. เพื่อศึกษาความคงอยู่ของคราบเลือดหลังจากผ่านความร้อนที่อุณหภูมิ 100°C, 150°C, 200°C, 250°C, 300°C, 350°C, 400°C และ 500°C ที่ระยะเวลา 5, 15, 30 และ 60 นาทีตามลำดับโดยวิธีลูมินอล

สมมติฐาน

พื้นผิว อุณหภูมิและเวลาที่ใช้ในการให้ความร้อนที่แตกต่างกัน มีผลต่อการตรวจหาคราบเลือดที่แตกต่างกัน

ประโยชน์ที่ได้รับ

1. ใช้เป็นแนวทางในการตรวจสอบคราบเลือดที่ถูกให้ความร้อน และนำไปประยุกต์ใช้ในคดีเกี่ยวกับเพลิงไหม้สำหรับตำรวจพิสูจน์หลักฐานและนักนิติวิทยาศาสตร์

2. องค์ความรู้ที่ได้สามารถนำไปอ้างอิงต่อยอดวิจัยครั้งต่อไป เพื่อเป็นแนวทางให้กับผู้ที่สนใจเกี่ยวกับการทดสอบรอยคราบเลือดหลังถูกให้ความร้อน

วิธีดำเนินการวิจัย

การเตรียมตัวอย่าง

1. เตรียมตัวอย่างแผ่นแก้ว, แผ่นสแตนเลส, กระเบื้องปูพื้น และแผ่นสังกะสี นำวัสดุดังกล่าวไปตัดเป็นชิ้นขนาด 5x5 cm

2. การเตรียมสารละลายลูมินอล โดยชั่งสารลูมินอล (Luminol) 0.1 g ผสมกับ NaOH (Sodium hydroxide) 1 g ที่ละลายด้วยน้ำกลั่น 20 ml และ 3% H₂O₂ (Hydrogen peroxide) 20 ml (Barni et al., 2007)

วิธีการทดลอง

1. ใช้ micropipette หยดเลือดปริมาณ 25 µl ลงบนวัสดุต่างๆ ได้แก่ แผ่นแก้ว แผ่นสแตนเลส กระเบื้องปูพื้น และแผ่นสังกะสี (ทำซ้ำ 3 ครั้ง) ทิ้งไว้ให้แห้งที่อุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลา 20 นาที

2. นำไปให้ความร้อนโดยวางบน Hotplate ดังภาพที่ 1 ให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 100°C, 150°C, 200°C, 250°C, 300°C, 350°C, 400°C และ 500°C โดยแต่ละอุณหภูมิให้ความร้อนเป็นระยะเวลา 5, 15, 30 และ 60 นาทีตามลำดับ จากนั้นบรรจุใส่ช่องพลาสติกเพื่อป้องกันการปนเปื้อน พร้อมทั้งระบุอุณหภูมิและเวลาที่ใช้ในการให้ความร้อนลงบนของพลาสติก



ภาพที่ 1 ตัวอย่างที่นำไปให้ความร้อนโดยวางลงบน Hotplate

3. ตรวจคราบเลือดด้วยสารละลายลูมินอล โดยนำเอาสารละลายลูมินอลที่เตรียมไว้บรรจุลงในขวดสเปรย์และสเปรย์ลงบนแผ่นตัวอย่าง จากนั้นนำไปถ่ายรูปในถังกระดาษ เนื่องจากลูมิ

นอลจะเรืองแสงได้ดีในที่มืด และถ่ายรูปด้วยกล้องถ่ายภาพโทรศัพท์มือถือ ยี่ห้อ iPhone 12 Pro โดยตั้งค่าการถ่ายภาพดังนี้ f=1.6, iso=6400 และ

Speed Shutter=1/15 นำภาพที่ได้ไปวิเคราะห์
ข้อมูลต่อไป
วิธีการประเมินค่าความเข้มแสง

การวิเคราะห์ค่าความเข้มของแสงที่
ปรากฏภายหลังจากการหยดด้วยลูมินอล โดย
อาศัยหลักเกณฑ์การให้คะแนนเป็นช่วงระดับ 4
ระดับ ดังตารางที่ 1

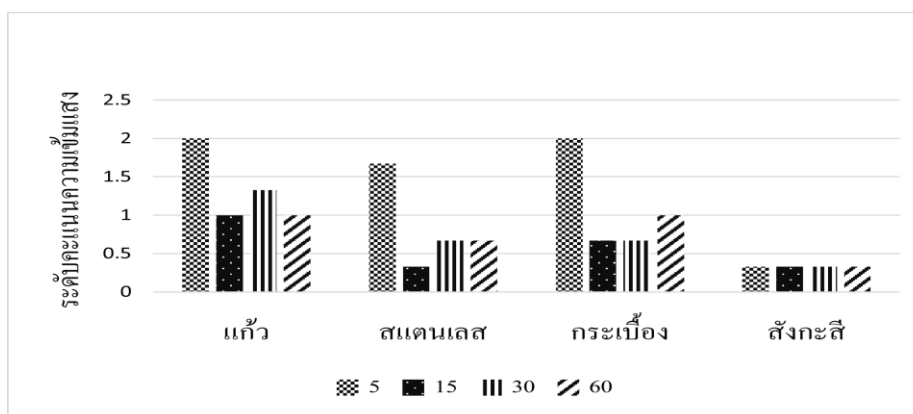
ตารางที่ 1 ระดับการให้คะแนนความเข้มแสงภายหลังจากการทดสอบด้วยลูมินอล

ระดับคะแนน	ความเข้มแสงภายหลังจากทดสอบด้วยลูมินอล	ภาพตัวอย่างรอยคราบเลือดภายหลังจากหยดด้วยลูมินอล
0	ไม่ปรากฏสี	
1	ความเข้มของแสงน้อย ร่องรอยไม่ชัดเจน	
2	ความเข้มของแสงปานกลาง มีความเลอะเลือนบางจุด	
3	ความเข้มของแสงมากที่สุด มองเห็นเป็นวงชัดเจน	

ผลการวิจัย

จากการทดลองภายหลังจากการหยดเลือดบนพื้นผิวที่ได้รับการคัดเลือกคือแผ่นแก้ว แผ่นสแตนเลส กระเบื้องปูพื้นและแผ่นสังกะสี นำทั้งหมดไปให้ความร้อน ที่ อุณหภูมิ 100°C, 150°C, 200°C, 250°C, 300°C, 350°C, 400°C และ 500°C โดยแต่ละอุณหภูมิให้ความร้อนเป็นระยะเวลา 5, 15, 30 และ 60 นาที หลังจากนั้นจึงนำไปทดสอบด้วยลูมินอลและถ่ายรูปเพื่อนำไปวิเคราะห์ผลการทดลอง จากการนำตัวอย่างพื้นผิวแผ่นแก้ว แผ่นสแตนเลส กระเบื้องปูพื้น และแผ่นสังกะสีไปให้ความร้อนที่อุณหภูมิ

300°C เนื่องจากเป็นอุณหภูมิที่เห็นความแตกต่างของการให้ความร้อนที่อุณหภูมิต่างกันชัดเจนที่สุด เป็นระยะเวลา 5, 15, 30 และ 60 นาที ได้ผลดังกราฟที่ 1 จากกราฟจะเห็นว่าพื้นผิวแตกต่างกันจะมีการเกาะติดของคราบเลือดที่ต่างกัน โดยบนพื้นผิวแผ่นสังกะสีมีการเกาะติดของคราบเลือดน้อยที่สุดจากการให้คะแนนและนำค่าที่ได้ไปหาค่าเฉลี่ยระดับคะแนนความเข้มของแสงภายหลังจากการหยดด้วย ลูมินอล ได้ผลดังตารางที่ 2 โดยแสดงเป็น ค่าเฉลี่ยระดับคะแนนความเข้มของแสง (Mean) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานจากการทำการทดลองซ้ำ 3 ซ้ำ (SD)



กราฟที่ 1 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับคะแนนความเข้มของแสงของคราบเลือดหลังทดสอบด้วยลูมินอลบนพื้นผิวต่างๆ ที่อุณหภูมิ 300°C

ตารางที่ 2 ระดับคะแนนความเข้มของแสงภายหลังการหยดด้วยลูมินอล

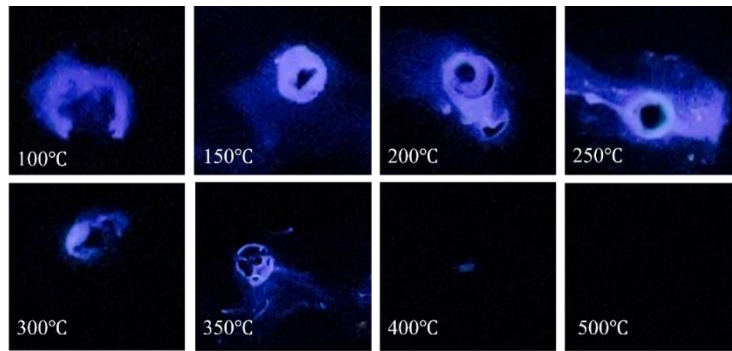
วัสดุ	อุณหภูมิ (°C)	ระดับคะแนน							
		เวลาที่ใช้ในการให้ความร้อน (นาท)							
		5		15		30		60	
		$\bar{x}$	SD	$\bar{x}$	SD	$\bar{x}$	SD	$\bar{x}$	SD
แผ่นแก้ว	100	2.00	0.00	1.67	0.58	0.67	0.58	1.67	0.58
	150	3.00	0.00	3.00	0.00	2.00	0.00	1.67	0.58
	200	1.67	0.58	1.00	0.00	0.33	0.58	2.00	1.00
	250	0.67	0.58	1.00	0.00	1.00	0.00	1.67	1.15
	300	2.00	1.00	1.00	0.00	1.33	0.58	1.00	0.00
	350	0.67	0.58	1.00	0.00	0.33	0.58	0.33	0.58
	400	3.00	0.00	1.00	0.00	0.67	0.58	0.00	0.00
	500	0.67	0.58	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
แผ่นสแตนเลส	100	2.67	0.58	3.00	0.00	2.00	1.73	3.00	0.00
	150	1.33	0.58	1.67	1.53	2.00	1.00	1.67	0.58
	200	1.67	1.53	1.00	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	250	0.33	0.58	0.67	0.58	1.33	1.53	0.67	1.15
	300	1.67	1.15	0.33	0.58	0.67	0.58	0.67	0.58
	350	0.33	0.58	1.00	0.00	0.67	1.15	0.33	0.58
	400	3.00	0.00	1.00	0.00	0.67	0.58	0.00	0.00
	500	0.33	0.58	0.00	0.00	0.33	0.58	0.00	0.00
กระเบื้องปูพื้น	100	3.00	0.00	1.67	1.15	3.00	0.00	3.00	0.00
	150	2.67	0.58	3.00	0.00	3.00	0.00	3.00	0.00
	200	1.67	1.53	1.33	1.53	1.33	1.53	0.00	0.00
	250	2.00	1.00	0.33	0.58	1.33	0.58	0.00	0.00
	300	2.00	1.00	0.67	0.58	0.00	0.00	0.67	0.58
	350	1.00	1.73	1.00	1.00	0.33	0.58	1.00	0.00
	400	2.00	1.73	3.00	0.00	2.00	1.73	1.33	1.53
	500	3.00	0.00	1.00	1.73	3.00	0.00	1.00	1.00

ตารางที่ 2 (ต่อ)

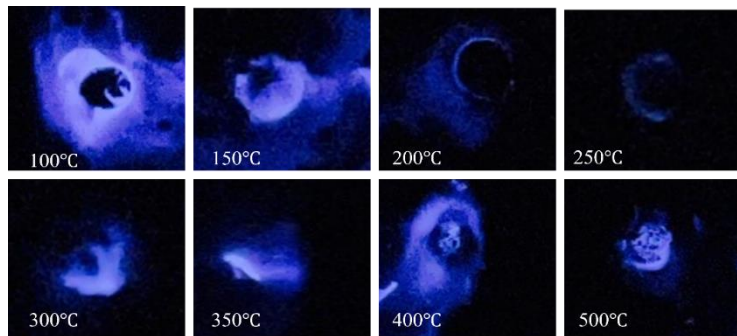
วัสดุ	อุณหภูมิ (°C)	ระดับคะแนน							
		เวลาที่ใช้ในการให้ความร้อน (นาท)							
		5		15		30		60	
		Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD
แผ่นสังกะสี	100	3.00	0.00	2.33	1.15	2.67	0.58	2.33	0.58
	150	1.33	1.15	0.33	0.58	1.00	0.00	1.00	1.00
	200	2.00	1.73	0.00	0.00	0.67	1.15	0.67	0.58
	250	1.00	1.73	0.33	0.58	0.33	0.58	0.33	0.58
	300	0.33	0.58	0.33	0.58	0.33	0.58	0.33	0.58
	350	0.67	0.58	1.33	1.53	0.33	0.58	0.33	0.58
	400	0.67	0.58	0.33	0.58	0.33	0.58	0.00	0.00
	500	0.33	0.58	1.00	0.00	0.33	0.58	0.00	0.00

จากตารางที่ 2 จะเห็นว่าเมื่อเพิ่มอุณหภูมิในการให้ความร้อนมากขึ้น ความเข้มแสงของคราบเลือดภายหลังการตรวจสอบด้วยลูมินอลจะลดลงเนื่องจากความร้อนทำให้คราบเลือดถูกทำลาย สอดคล้องกับงานวิจัยของ Klein et al. (2018) ได้ทำการนำอุปกรณ์ที่มักใช้ในการก่อเหตุอาชญากรรมมาทาดด้วยเลือดและนำไปเผาที่อุณหภูมิ 300°C, 700°C และ 1,000°C จากนั้นนำไปทดสอบด้วยลูมินอล พบว่าเมื่อเพิ่มอุณหภูมิในการเผามากขึ้นตัวอย่างที่นำมาทดสอบจะถูกเผาไหม้และเสียสภาพลงไปจนหมด จากการศึกษาการคงอยู่ของคราบเลือดหลังจากผ่านความร้อนบนพื้นผิวต่างๆโดยใช้ลูมินอล นำตัวอย่างพื้นผิวแผ่นแก้ว แผ่นสแตนเลส กระเบื้องปูพื้น และแผ่นสังกะสีไปให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 300°C เนื่องจากเป็นอุณหภูมิที่เห็นความแตกต่างของการให้ความร้อนที่อุณหภูมิต่างกันชัดเจนที่สุด เป็นระยะเวลา

5, 15, 30 และ 60 นาที จากการทดลองจะพบว่าที่ระยะเวลา 60 นาทีเป็นระยะเวลาที่สามารถเห็นความต่างของความเข้มของแสงที่ปรากฏได้อย่างชัดเจนได้ดังภาพที่ 3 คือ ภาพที่ทำการทดลองให้ความร้อนแก่เลือดบนพื้นผิวที่เป็นแผ่นแก้วที่อุณหภูมิต่างๆเป็นระยะเวลา 60 นาทีซึ่งเป็นเวลานานที่สุด จะเห็นว่าเมื่อเริ่มต้นให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 100°C ระดับความเข้มของแสงชัดเป็นรูปวงชัดเจน จากนั้นเมื่อเพิ่มอุณหภูมิในการให้ความร้อน ระดับความเข้มแสงมีลักษณะจางลงจนถึงอุณหภูมิที่ 400°C และที่อุณหภูมิ 500°C จะไม่สามารถตรวจวัดได้ เช่นเดียวกับพื้นผิวแผ่นสแตนเลสและแผ่นสังกะสีก็มีลักษณะเช่นเดียวกัน ในขณะที่พื้นผิวที่เป็นกระเบื้องสามารถตรวจพบความเข้มแสงได้แม้จะให้ความร้อนด้วยอุณหภูมิที่สูงถึง 500°C ดังภาพที่ 4



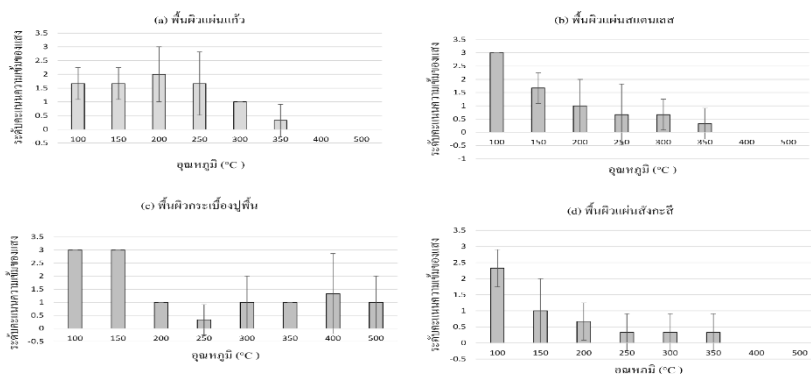
ภาพที่ 3 คราบเลือดหลังถูกให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 100°C, 150°C, 200°C, 250°C, 300°C, 350°C, 400°C และ 500°C เป็นระยะเวลา 60 นาทีบนพื้นผิวแผ่นแก้ว



ภาพที่ 4 คราบเลือดหลังถูกให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 100°C, 150°C, 200°C, 250°C, 300°C, 350°C, 400°C และ 500°C เป็นระยะเวลา 60 นาทีบนพื้นผิวกระเบื้องปูพื้น

จากการทดลองนำเลือดไปให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 100°C, 150°C, 200°C, 250°C, 300°C, 350°C, 400°C และ 500°C เป็นระยะเวลา 60 นาทีบนพื้นผิวที่แตกต่างกัน จะสามารถเขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างระดับคะแนนความเข้มของแสงและ ได้ดังกราฟที่ 2 จากกราฟจะเห็นว่า

การให้ความร้อนที่อุณหภูมิต่ำๆ รูปร่างของคราบเลือดที่ถูกทดสอบด้วยลูมิโนลเป็นรูปหยดเลือดชั้นเจน เมื่อเพิ่มอุณหภูมิที่ใช้ในการให้ความร้อนสูงขึ้นทำให้คราบเลือดเกิดการเสียสภาพ เลอะเลือนและค่อยๆ จางลง ไปจนถึงไม่สามารถตรวจพบได้ (Brady et al., 2002)



กราฟที่ 2 ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มของแสงกับอุณหภูมิตบนพื้นผิว a แผ่นแก้ว b. แผ่นสแตนเลส c. กระเบื้องปูพื้น d. แผ่นสังกะสี ที่เวลา 60 นาที

การอภิปรายผล

คราบเลือดมีความสำคัญในทางคดีความ เนื่องจากเลือดสามารถนำไปใช้ในการสกัด DNA และสามารถใช้ในการยืนยันตัวบุคคลได้ และยังช่วยในการสืบสวนสอบสวนคดีความต่างๆได้ ในงานวิจัยนี้ได้ทดลอง มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาประสิทธิภาพการตรวจสอบความคงอยู่ของคราบเลือดหลังจากผ่านความร้อนบนพื้นผิวแผ่นแก้ว แผ่นสแตนเลส กระเบื้องปูพื้น และแผ่นสังกะสี และเพื่อศึกษาความคงอยู่ของคราบเลือดหลังจากผ่านความร้อนที่อุณหภูมิ 100°C, 150°C, 200°C, 250°C, 300°C, 350°C, 400°C และ 500°C เป็นระยะเวลา 5, 15, 30 และ 60 นาทีโดยวิธีลูมินอล

จากการศึกษาความคงอยู่ของคราบเลือดหลังจากการให้ความร้อนบนพื้นผิวต่างๆ ซึ่งเป็นพื้นผิวที่เจอส่วนใหญ่ในในตัวบ้านหรือสถานที่เกิดเหตุทั่วไป นำตัวอย่างพื้นผิวแผ่นแก้ว แผ่นสแตนเลส กระเบื้องปูพื้น และแผ่นสังกะสีมาหยดเลือดและนำไปให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 300°C เนื่องจากเป็นอุณหภูมิที่เห็นความแตกต่างของการให้ความร้อนที่อุณหภูมิต่างกันชัดเจนที่สุด เป็นระยะเวลา 5, 15, 30 และ 60 นาที จากการทดลองพบว่าบนพื้นผิวแผ่นแก้ว แผ่นสแตนเลส และกระเบื้องปูพื้น คราบเลือดมีการเกาะติดได้ดี แต่ในพื้นผิวแผ่นสังกะสี คราบเลือดมีการเกาะติดน้อยเนื่องจากแผ่นสังกะสีนำความร้อนได้ดี ทำให้เลือดหลุดลอกออกไประหว่างทำการทดลอง จึงไม่สามารถตรวจสอบด้วยลูมินอลได้(Bastide et al., 2021)

จากการศึกษาความคงอยู่ของคราบเลือดหลังจากผ่านความร้อน โดยนำตัวอย่างพื้นผิวแผ่นแก้ว แผ่นสแตนเลส กระเบื้องปูพื้น และแผ่นสังกะสี มาหยดเลือดและให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 100°C, 150°C, 200°C, 250°C, 300°C, 350°C, 400°C และ 500°C บนพื้นผิวต่างๆ เป็นระยะเวลา 60 นาทีซึ่งเป็นระยะเวลาที่มากที่สุดที่ศึกษาในครั้งนี้ จากการทดลองพบว่าเมื่อเพิ่มอุณหภูมิในการให้ความร้อนมากขึ้น ความเข้มแสงของคราบเลือด

ภายหลังการตรวจสอบด้วยลูมินอลจะลดลง เนื่องจากความร้อนทำให้คราบเลือดถูกทำลาย สอดคล้องกับงานวิจัยของ Klein et al. (2018) ได้ทำการนำอุปกรณ์ที่มักใช้ในการก่อเหตุอาชญากรรมมาทาดด้วยเลือดและนำไปเผาที่อุณหภูมิ 300°C, 700°C และ 1,000°C จากนั้นนำไปทดสอบด้วยลูมินอล พบว่าเมื่อเพิ่มอุณหภูมิในการเผามากขึ้น ตัวอย่างที่นำมาทดสอบจะถูกเผาไหม้และเสียสภาพลงไปจนหมด สำหรับบนพื้นผิวแผ่นแก้ว แผ่นสแตนเลสและแผ่นสังกะสี เมื่อเพิ่มอุณหภูมิที่ใช้ในการให้ความร้อนเพิ่มขึ้น ระดับความเข้มแสงจะค่อยๆลดลง ไปจนถึงไม่ปรากฏสีที่อุณหภูมิ 400-500°C แต่ในพื้นผิวกระเบื้องปูพื้น ที่อุณหภูมิ 400-500°C ยังคงตรวจสอบด้วยลูมินอลได้ ในงานวิจัยครั้งนี้ แผ่นสแตนเลสและแผ่นสังกะสีมีลักษณะพื้นผิวที่ไม่มีรูพรุน เมื่อทำการหยดเลือดและให้ความร้อน พบว่าที่พื้นผิวแผ่นสแตนเลสและแผ่นสังกะสีมีการนำความร้อนได้ดีจึงทำให้หยดเลือดถูกทำลายได้มากกว่าพื้นผิวชนิดอื่น (Larkin et al., 2013) ในขณะที่พื้นผิวกระเบื้องมีลักษณะที่แตกต่างออกไป คือพื้นผิวกระเบื้องมีลักษณะเป็นรูพรุน เลือดจึงสามารถที่จะแทรกซึมเข้าไปถึงแม้จะใช้เวลาในการให้ความร้อนนาน ๆ ก็ยังสามารถตรวจพบได้

จากกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มแสงของคราบเลือดหลังจากทดสอบด้วยลูมินอลกับอุณหภูมิ เมื่อถูกให้ความร้อนที่ระยะเวลา 60 นาที บนพื้นผิวต่างๆ พบว่าเมื่อเพิ่มอุณหภูมิในการให้ความร้อนมากขึ้น ความเข้มแสงที่ปรากฏจะมีลักษณะลดลง จึงสามารถสรุปได้ว่าพื้นผิวอุณหภูมิและเวลาที่ใช้ในการให้ความร้อนมีผลต่อความเข้มแสงของคราบเลือดหลังถูกทดสอบด้วยลูมินอล ซึ่งอาจใช้ในการหาความสัมพันธ์ของอุณหภูมิที่ตรวจพบในสถานที่เกิดเหตุกับคราบเลือดที่ตรวจพบได้เพื่อประโยชน์ในทางนิติวิทยาศาสตร์ได้

ข้อเสนอแนะ

งานวิจัยนี้ได้ทำการจำลองสถานการณ์ไฟไหม้โดยใช้ Hotplate ในการให้ความร้อนแก่เลือด แต่ในสถานที่เกิดเหตุในชีวิตจริงคราบเลือด

ซึ่งเป็นพยานหลักฐานอาจถูกทำลายด้วยสิ่งแวดล้อมต่างๆ เช่น แสงอาทิตย์ ความชื้นหรือน้ำ จึงเสนอแนะให้ทำการทดลองในสภาพแวดล้อมใกล้เคียงกับสถานที่เกิดเหตุคดีเพลิงไหม้จริง

เอกสารอ้างอิง

- Barni, F., Lewis, S. W., Berti, A., Miskelly, G. M., & Lago, G. (2007). Forensic application of the luminol reaction as a presumptive test for latent blood detection. *Talanta*, 72(3), 896-913.
- Glaister, J. (1926). The Kastle-Meyer Test for the Detection of Blood: Considered from the Medico-Legal Aspect. *British Medical Journal*, 1(3406), 650.
- Matheson, C. D., & Veall, M.-A. (2014). Presumptive blood test using Hemastix® with EDTA in archaeology. *Journal of Archaeological Science*, 41, 230-241.
- Tontarski, K. L., Hoskins, K. A., Watkins, T. G., Brun-Conti, L., & Michaud, A. L. (2009). Chemical enhancement techniques of bloodstain patterns and DNA recovery after fire exposure. *Journal of forensic sciences*, 54(1), 37-48.
- Bilous, P., McCombs, M., Sparkmoon, M., & Sasaki, J. (2010, February). Detecting Burnt Bloodstain Samples with Light-Emitting Blood Enhancement Reagents. In *American Academy of Forensic Sciences, 62nd Annual Scientific Meeting*.
- Klein, A., Krebs, O., Gehl, A., Morgner, J., Reeger, L., Augustin, C., & Edler, C. (2017). Detection of blood and DNA traces after thermal exposure. *International Journal of Legal Medicine*, 132, 1025-1033.
- Klein, A., Krebs, O., Gehl, A., Morgner, J., Reeger, L., Augustin, C., & Edler, C. (2019). The use of liquid latex for detecting traces of blood following thermal exposure. *International Journal of Legal Medicine*, 133, 1567-1574.
- James, S. H., Kish, P. E., & Sutton, T. P. (2005). *Principles of bloodstain pattern analysis: theory and practice*. CRC press.
- Chi, J. H. (2013). Using thermal analysis experiment and Fire Dynamics Simulator (FDS) to reconstruct an arson fire scene. *Journal of thermal analysis and calorimetry*, 113(2), 641-648.
- Chi, J. H. (2013). Reconstruction of an inn fire scene using the Fire Dynamics Simulator (FDS) program. *Journal of forensic sciences*, 58, S227-S234.
- Chi, J. H. (2012). Metallographic analysis and fire dynamics simulation for electrical fire scene reconstruction. *Journal of forensic sciences*, 57(1), 246-249.
- Brady, T., Tigmo, J., & Graham, G. (2002). Extreme temperature effects on bloodstain pattern analysis. *IABPA News*, 18(2), 3-20.
- Bastide, B., Porter, G., & Renshaw, A. (2021). The effects of heat on the physical and spectral properties of bloodstains at arson scenes. *Forensic Science International*, 325, 110891.
- Larkin, B. A., & Banks, C. E. (2013). Preliminary study on the effect of heated surfaces upon bloodstain pattern analysis. *Journal of Forensic Sciences*, 58(5), 1289-1296.

การใช้ระบบลีนเพื่อยกระดับการบริการดูแลผู้ป่วยในแผนกออร์โธปิดิกส์ของโรงพยาบาล ภาครัฐ

Utilizing Lean Systems to Enhance Patient Care Services in Orthopedic Departments of Public Hospitals

ริศภพ ตรีสุวรรณ¹, กิตติอำพล สุดประเสริฐ²

คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์¹,
คณะบริหารธุรกิจ มหาวิทยาลัยเอเชียอาคเนย์²

Rissaphop Treesuwan¹, Kittiampol Sudprasert²

Faculty of Industrial Technology, Walailak Rajabhat University under
The Royal Patronage¹

Faculty of Business Administration Southeast Asia University²

E-mail: rissaphop.tree@vru.ac.th¹, E-mail: Kittiampol@sau.ac.th²

Received: August 29, 2023; Revised: October 10, 2023; Accepted: October 20, 2023

บทคัดย่อ

การศึกษานี้เน้นการใช้ระบบลีนเพื่อปรับปรุงการบริการดูแลผู้ป่วยในแผนกออร์โธปิดิกส์ของโรงพยาบาล
ภาครัฐ มีวัตถุประสงค์ดังนี้ 1) วิเคราะห์และประเมินความคิดเห็นของแพทย์ พยาบาล และเจ้าหน้าที่ในแผนกออร์
โธปิดิกส์เกี่ยวกับการใช้ระบบลีนในการปรับปรุงและยกระดับคุณภาพการบริการ 2) ศึกษาและวิเคราะห์ผลของ
การใช้ระบบลีนในการลดขั้นตอนการบริการ เพิ่มความคล่องตัวของเวิร์กโฟลว์ (work flow) และยกระดับความ
พึงพอใจของผู้รับบริการ โดยทำการสำรวจกลุ่มตัวอย่างที่เป็นผู้ให้บริการ 65 คน และผู้รับบริการ 286 คน
โดยใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างอย่างง่าย และใช้แบบสอบถามเพื่อเก็บข้อมูล ซึ่งมีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.792 ข้อมูลถูก
วิเคราะห์ด้วยสถิติเชิงพรรณนา One-way ANOVA และ Pearson Correlation ผลการวิจัยพบว่า 1) ไม่มีความ
แตกต่างทางสถิติในความคิดเห็นระหว่างแพทย์ พยาบาล และเจ้าหน้าที่ทั้งในด้านการปฏิบัติการและการบริหาร
จัดการ และ 2) การใช้ระบบลีนประสบความสำเร็จในการลดขั้นตอนการบริการจาก 16 ขั้นตอนเป็น 10 ขั้นตอน
ซึ่งทำให้เวิร์กโฟลว์โดยรวมคล่องตัวและเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ทรัพยากร การใช้ระบบลีนส่งผลอย่างมากต่อการ
ปฏิบัติการและการบริหารจัดการภายในแผนกออร์โธปิดิกส์ และช่วยเพิ่มความพึงพอใจของลูกค้าในแง่มุมต่างๆ
ของบริการ รวมถึงขั้นตอนการรับบริการ การสื่อสารกับลูกค้า และคุณภาพการบริการโดยรวม

คำสำคัญ: ลีน การบริการ แผนกออร์โธปิดิกส์

ABSTRACT

This study focuses on the use of lean systems to improve patient care services in the
orthopedic departments of public hospitals. The objectives are 1) To analyze and evaluate the
opinions of doctors, nurses, and staff in the orthopedic department regarding the use of the Lean
system for improving and elevating the quality of services. 2) To study and analyze the results of

implementing the Lean system to reduce service steps, streamline workflows, and increase the level of satisfaction among service recipients. We conducted a survey involving a sample of 65 service providers and 286 service recipients, utilizing a simple random sampling method and questionnaires to collect data. The reliability value of the data collected was 0.792. We analyzed the data using descriptive statistics, One-way ANOVA, and Pearson Correlation. The results of the study revealed that 1) There was no significant statistical difference in the opinions between doctors, nurses, and staff regarding operations and management. 2) The Lean system's implementation successfully reduced the service process from 16 steps to 10, making the overall workflow more streamlined and optimizing resource use. The Lean system has profoundly impacted operations and management within the orthopedic department, significantly enhancing customer satisfaction in various service aspects, including the service receiving process, communication with customers, and the overall quality of service.

KEYWORDS: Lean, Service, Orthopedic Department

บทนำ

ระบบลีน (Lean) ได้กลายเป็นวิธีการจัดการที่มีประสิทธิภาพในสถานพยาบาล โดยโรงพยาบาลต่างๆ ได้นำหลักการเหล่านี้มาใช้เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพกระบวนการและปรับปรุงการดูแลผู้ป่วย โรงพยาบาลแบบลีน หมายถึง ชุดของหลักการและแนวทางปฏิบัติที่มีจุดมุ่งหมายเพื่อกำจัดของเสีย เพิ่มมูลค่า และปรับปรุงประสิทธิภาพการดำเนินงาน ในขณะที่ให้ความสำคัญกับความต้องการของผู้ป่วยและความปลอดภัยของผู้ป่วย (Drotz & Pokinska, 2014) แนวทางนี้สนับสนุนให้เกิดวัฒนธรรมแห่งการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง เสริมศักยภาพให้ผู้ให้บริการด้านการดูแลสุขภาพสามารถให้การดูแลที่มีคุณภาพสูง ในขณะที่ลดขั้นตอนและความล่าช้าที่ไม่จำเป็นให้เหลือน้อยที่สุด

แผนกอร์โธปิดิกส์ของโรงพยาบาลภาครัฐประสบปัญหาต่างๆ ที่ส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพและประสิทธิภาพการรักษาก่อนคนไข้ ปัญหาหลักที่ระบุผ่านการวิเคราะห์แผนที่สายธารแห่งคุณค่า (Value Stream Mapping; VSM) (Jones & Womack, 2003) คือ (1) การส่งการนัดหมายพร้อมกัน: ระบบการนัดหมายในปัจจุบันทำให้ผู้ป่วยจำนวนมากมาถึงในเวลาเดียวกัน ทำให้เกิดความแออัดและเวลารอ

นานขึ้น (2) หลายขั้นตอนในกิจกรรมก่อนการนัดตรวจ: กระบวนการก่อนการตรวจจริงประกอบด้วยหลายขั้นตอน ซึ่งใช้เวลาเพิ่มขึ้นสำหรับผู้ป่วย และเพิ่มเวลารอคอยโดยรวม (3) จุดบริการที่ใช้เวลานาน: ผู้ป่วยต้องเสียเวลารอคอยอย่างมากที่จุดบริการต่างๆ ภายในแผนก ซึ่งนำไปสู่ความยุ่งยากและการรักษาที่ล่าช้า (4) จุดบริการไม่ชัดเจนและไม่ต่อเนื่อง: ป้ายและทิศทางสำหรับผู้ป่วยที่จุดบริการต่างๆ ไม่ชัดเจน ทำให้เกิดความสับสนและตำแหน่งรอที่ไม่ถูกต้อง ทำให้เสียเวลารอมากขึ้นไปอีก (5) พื้นที่ให้บริการแออัด: เนื่องจากมีผู้ป่วยจำนวนมาก พื้นที่ให้บริการจึงแออัด ทำให้ผู้ป่วยเคลื่อนไหวอย่างมีประสิทธิภาพได้ยาก และทำให้เวลาในการรอนานขึ้น

การวิจัยนี้เพื่อนำระบบลีนมาปรับปรุงกระบวนการให้บริการการรักษาในแผนกอร์โธปิดิกส์ โดยการพยายามแก้ไขปัญหามาจากการวิเคราะห์แผนที่สายธารแห่งคุณค่า ซึ่งเน้นปัญหาคอขวดและความไร้ประสิทธิภาพที่สำคัญในระบบปัจจุบัน ซึ่งทำให้เกิดเวลารอคอยที่ยาวนานและประสบการณ์ของผู้ป่วยในแผนกนี้เป็นด้านลบ (El-Shobaky et al., 2020)

การวิจัยนี้มีประโยชน์ในการทำให้อุปกรณ์งานในแผนกอร์โธปิดิกส์เห็นภาพทั้งหมดของกระบวนการให้บริการ ช่วยในการวางแผนและ

ดำเนินการให้เหมาะสมเพื่อปรับปรุงกระบวนการทำงานให้มีประสิทธิภาพและความพึงพอใจของผู้ป่วยที่สูงขึ้น

วัตถุประสงค์

1. วิเคราะห์และประเมินความคิดเห็นของแพทย์ พยาบาล และเจ้าหน้าที่ในแผนกอร์โธปิดิกส์เกี่ยวกับการใช้ระบบสลินในการปรับปรุงและยกระดับคุณภาพการบริการ

2. ศึกษาและวิเคราะห์ผลของการใช้ระบบสลินในการลดขั้นตอนการบริการ เพิ่มความคล่องตัวของเวิร์กโฟลว์ และยกระดับความพึงพอใจของผู้รับบริการ

สมมุติฐาน

สมมุติฐาน 1

H_0 ไม่มีความแตกต่างในความคิดเห็นระหว่างแพทย์ พยาบาล และเจ้าหน้าที่เกี่ยวกับการใช้ระบบสลินในการดูแลผู้ป่วยและการบริหารจัดการภายในแผนกอร์โธปิดิกส์.

H_1 มีความแตกต่างในความคิดเห็นระหว่างแพทย์ พยาบาล และเจ้าหน้าที่เกี่ยวกับการใช้ระบบสลิน

สมมุติฐาน 2

H_0 การใช้ระบบสลินไม่มีผลต่อการปรับปรุงขั้นตอนการบริการและความพึงพอใจของผู้รับบริการ.

H_1 การใช้ระบบสลินมีผลต่อการปรับปรุงขั้นตอนการบริการและความพึงพอใจของผู้รับบริการ

แนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

แนวคิดสลินและหลักการใช้สลินในโรงพยาบาล

สลินเป็นปรัชญาและวิธีการจัดการที่มีต้นกำเนิดมาจากระบบการผลิตแบบโตโยต้า (The Toyota Production System; TPS) (Noe, 2017) ในช่วงทศวรรษที่ 1940 และ 1950 เป็นวิธีการที่เป็นระบบในการปรับปรุงกระบวนการและการลดของเสีย โดยมีเป้าหมายเพื่อเพิ่มมูลค่าสูงสุดให้กับลูกค้าในขณะที่ลดของเสียและทรัพยากรให้เหลือน้อยที่สุด (Womack & Jones, 2020)

ในบริบทของโรงพยาบาล ระบบสลินมีความสำคัญอย่างมากในการเพิ่มประสิทธิภาพการให้บริการด้านสุขภาพ ระบบสลินเน้นการระบุและขจัดกิจกรรมที่ไม่เพิ่มมูลค่า เช่น เวลารอคอย การ

เคลื่อนไหวที่ไม่จำเป็น และการผลิตมากเกินไป ซึ่งอาจนำไปสู่ความไร้ประสิทธิภาพในการดูแลผู้ป่วย (Antony & Banuelas, 2002) ด้วยการปรับปรุงกระบวนการ โรงพยาบาลสามารถเพิ่มประสบการณ์ของผู้ป่วย ลดค่าใช้จ่าย และปรับปรุงคุณภาพโดยรวมของการดูแล (Radnor et al., 2016)

ระบบสลินในการบริการของโรงพยาบาลสามารถนำไปสู่ผลประโยชน์ต่างๆ เช่น การไหลเวียนของผู้ป่วยที่ดีขึ้น เวลารอคอยที่ลดลง การเพิ่มการใช้ทรัพยากร และเพิ่มความพึงพอใจของเจ้าหน้าที่ (Cruikshank et al., 2023) ด้วยการใช้เครื่องมือแบบสลิน องค์กรด้านการดูแลสุขภาพสามารถสร้างแนวทางที่มีผู้ป่วยเป็นศูนย์กลางและให้ผลลัพธ์ที่ดีขึ้น ส่งผลให้ผู้ป่วยมีความพึงพอใจสูงขึ้นและประสิทธิภาพด้านการดูแลสุขภาพดีขึ้นในท้ายที่สุด (Moraros et al., 2021)

หลักการใช้สลินในโรงพยาบาล ประกอบด้วย (1) การดูแลที่เน้นคุณค่า: ระบบสลินเน้นความเข้าใจและการส่งมอบคุณค่าจากมุมมองของผู้ป่วย โดยเน้นที่ความต้องการของผู้ป่วย โรงพยาบาลสามารถปรับแต่งบริการเพื่อยกระดับประสบการณ์ของผู้ป่วย (Mann et al., 2020) (2) การทำแผนที่สายธารคุณค่า: การทำแผนที่สายธารคุณค่าช่วยให้โรงพยาบาลเห็นภาพและวิเคราะห์กระบวนการดูแลผู้ป่วย ระบุพื้นที่สำหรับการปรับปรุงและการลดของเสีย (Womack & Jones, 2020) (3) การไหลอย่างต่อเนื่อง: ระบบสลินสนับสนุนการสร้างขั้นตอนการดูแลผู้ป่วยที่ราบรื่นและต่อเนื่อง ลดการหยุดชะงักและความล่าช้าให้เหลือน้อยที่สุด (Fillingham & Wu, 2021) (4) ระบบดึง: การนำระบบดึงมาใช้ในแผนกอร์โธปิดิกส์ทำให้มั่นใจได้ว่าการดูแลจะถูกส่งตามความต้องการของผู้ป่วย ลดสินค้าคงคลังและเวลารอที่ไม่จำเป็น (Moraros et al., 2021) (5) งานมาตรฐาน: กระบวนการกำหนดมาตรฐานช่วยรักษาความสม่ำเสมอ ลดข้อผิดพลาด และช่วยให้สามารถระบุความไร้ประสิทธิภาพได้ง่ายขึ้น (Hines & Rich, 2022) และ (6) การปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง: หลักการของการปรับปรุงอย่างต่อเนื่องเกี่ยวข้องกับการประเมินกระบวนการอย่างสม่ำเสมอ การระบุพื้นที่

สำหรับการปรับปรุง และการเปลี่ยนแปลงที่เพิ่มขึ้น เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการดูแลผู้ป่วย (Cruikshank et al., 2023)

แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับการบริการ

คุณภาพการบริการในโรงพยาบาลเป็นสิ่งสำคัญที่ส่งผลกระทบต่อความพึงพอใจของผู้ป่วยและผลลัพธ์ด้านสุขภาพโดยรวม แบบจำลอง SERVQUAL เป็นทฤษฎีที่ใช้กันอย่างแพร่หลายในการประเมินคุณภาพการบริการ เน้นห้ามิติ: ความน่าเชื่อถือ การตอบสนอง ความมั่นใจ การเอาใจใส่ และสิ่งที่จับต้องได้ (Parasuraman et al., 2020) การทำความเข้าใจและตอบสนองความคาดหวังของผู้ป่วยในมิติเหล่านี้มีความสำคัญต่อการเพิ่มประสบการณ์และความภักดีของผู้ป่วย

การดูแลผู้ป่วยเป็นศูนย์กลางเป็นทฤษฎีที่สำคัญในการดูแลสุขภาพสมัยใหม่ โดยเน้นถึงความสำคัญของการจัดบริการด้านสุขภาพตามความต้องการและความพึงพอใจของผู้ป่วยแต่ละราย วิธีการนี้เกี่ยวข้องกับการให้ผู้ป่วยมีส่วนร่วมอย่างแข็งขันในการตัดสินใจ เคารพในคุณค่าของพวกเขา และให้การดูแลด้วยความเห็นอกเห็นใจ การดูแลผู้ป่วยเป็นศูนย์กลางส่งเสริมการสื่อสารที่ดีขึ้นระหว่างผู้ให้บริการด้านสุขภาพและผู้ป่วย ซึ่งนำไปสู่ความพึงพอใจของผู้ป่วยที่ดีขึ้นและการรักษาที่สม่ำเสมอ (Epstein & Street, 2021)

ความต่อเนื่องของการดูแลเป็นแนวคิดที่สำคัญซึ่งเกี่ยวข้องกับการประสานงานที่ราบรื่นของบริการด้านสุขภาพระหว่างผู้ให้บริการและการตั้งค่าต่างๆ ทฤษฎีนี้เน้นย้ำถึงความสำคัญของการเปลี่ยนผู้ป่วยที่ราบรื่นระหว่างบุคลากรทางการแพทย์เพื่อรักษาผลลัพธ์ด้านการดูแลสุขภาพที่ดีที่สุด ความต่อเนื่องของการดูแลมีความสัมพันธ์กับความพึงพอใจของผู้ป่วยที่ดีขึ้น การเข้ารับการรักษาในโรงพยาบาลลดลง และเพิ่มความปลอดภัยของผู้ป่วย (Haggerty et al., 2020)

แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับการบริการในโรงพยาบาลมีบทบาทสำคัญในการยกระดับการดูแลผู้ป่วยและผลลัพธ์ด้านสุขภาพโดยรวม ด้วยการทำ

ความเข้าใจและใช้โมเดล SERVQUAL องค์การด้านการดูแลสุขภาพสามารถประเมินคุณภาพการบริการจากมุมมองของผู้ป่วยและระบุจุดที่ต้องปรับปรุง (Parasuraman et al., 2020) นอกจากนี้ การนำแนวทางการดูแลผู้ป่วยเป็นศูนย์กลางมาสนับสนุนการสื่อสารที่ดีขึ้นระหว่างผู้ให้บริการด้านสุขภาพและผู้ป่วย ซึ่งนำไปสู่ความพึงพอใจของผู้ป่วยที่เพิ่มขึ้นและการปฏิบัติตามแผนการรักษา (Epstein & Street, 2021) การดูแลอย่างต่อเนื่องในสถานพยาบาลที่แตกต่างกันเป็นอีกปัจจัยสำคัญในการรักษาความปลอดภัยของผู้ป่วยและลดการกลับเข้ารับการรักษาในโรงพยาบาล (Haggerty et al., 2020)

แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับความพึงพอใจ

ความพึงพอใจของผู้ป่วยเป็นแนวคิดสำคัญในการให้บริการของโรงพยาบาล เนื่องจากสะท้อนโดยตรงถึงคุณภาพการดูแลและประสบการณ์โดยรวมของผู้ป่วย ดัชนีความพึงพอใจของผู้ป่วย (Patient Satisfaction Index; PSI) เป็นทฤษฎีที่ใช้กันอย่างแพร่หลายในการประเมินความพึงพอใจของผู้ป่วยต่อบริการด้านสุขภาพ ครอบคลุมมิติต่างๆ รวมถึงการสื่อสารกับผู้ให้บริการด้านสุขภาพ เวลารอคอย และคุณภาพการดูแลที่รับรู้ได้ (Asadi-Lari et al., 2020) การทำความเข้าใจความพึงพอใจของผู้ป่วยผ่านแบบจำลอง PSI ช่วยให้โรงพยาบาลสามารถระบุส่วนที่ต้องปรับปรุงและปรับแต่งบริการให้ตรงกับความต้องการของผู้ป่วยได้

การแก้ไขบริการเป็นทฤษฎีที่กล่าวถึงวิธีที่โรงพยาบาลจัดการกับความล้มเหลวในการให้บริการและการร้องเรียนของผู้ป่วย ทฤษฎีนี้เสนอแนะว่าการแก้ไขข้อร้องเรียนของผู้ป่วยอย่างมีประสิทธิภาพและการจัดหาวิธีแก้ปัญหาที่รวดเร็วสามารถนำไปสู่ความพึงพอใจและความภักดีของผู้ป่วยที่เพิ่มขึ้น (Fisk et al., 2022) ด้วยการใช้กลยุทธ์การแก้ไขบริการ โรงพยาบาลสามารถเปลี่ยนประสบการณ์เชิงลบของผู้ป่วยให้กลายเป็นประสบการณ์เชิงบวก ซึ่งส่งผลให้ผู้ป่วยมีความพึงพอใจมากขึ้นและมีชื่อเสียงในเชิงบวกสำหรับองค์กรด้านการดูแลสุขภาพ กระบวนการแก้ไขจากความเสียหายเป็นกระบวนการที่โรงพยาบาลใช้ในการเตรียมรับมือ

และแก้ไขปัญหาภัยพิบัติที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีระบบด้านไอทีในทุกๆสถานประกอบการอาจหยุดทำงานได้โดยไม่คาดคิดเนื่องจากสถานการณ์ที่ไม่คาดฝัน เช่น ไฟดับ เหตุการณ์ทางธรรมชาติ หรือปัญหาด้านความปลอดภัย กระบวนการแก้ไขจากความเสียหายรวมถึงกระบวนการและนโยบายของบริษัทในการแก้ไขให้ได้อย่างรวดเร็วจากเหตุการณ์ดังกล่าว แต่หากเป็นโรงพยาบาลจะไม่สามารถหยุดได้เพราะอาจถึงแก่ชีวิตของผู้ป่วย

การสำรองข้อมูล และการแก้ไขไว้ในแผนกระบวนการแก้ไขจากความเสียหายจำกัดผลกระทบจากแรนซัมแวร์ มัลแวร์ หรือความเสี่ยงต่อความปลอดภัยอื่น ๆ สำหรับธุรกิจ ตัวอย่างเช่น การสำรองข้อมูลไปยังคลาวด์มีคุณสมบัติการรักษาความปลอดภัยในตัวมากมายเพื่อจำกัดกิจกรรมที่นาสงสัยก่อนที่จะส่งผลกระทบต่อการทำงานภายในโรงพยาบาล หากมีความสูญเสียเกิดขึ้น ลูกค้ำที่เป็นญาติผู้ป่วยจะตั้งคำถามถึงความเสถียรของบริการการรักษาความปลอดภัยของโรงพยาบาลอย่างไร ยิ่งความเสียหายส่งผลกระทบต่อผู้ป่วยนานเท่าใด ญาติก็ยิ่งไม่พอใจมากขึ้นเท่านั้น แผนกระบวนการแก้ไขจากความเสียหายที่ดีจะบรรเทาความเสี่ยงนี้ด้วยการฝึกอบรมพนักงานให้รับมือกับข้อคำถามของลูกค้า ลูกค้ำจะมีความมั่นใจเมื่อสังเกตเห็นว่าธุรกิจเตรียมพร้อมรับมือกับความเสียหายทั้งหมดเป็นอย่างดี ทฤษฎีการคาดหวัง-การปฏิเสธการยืนยันใช้ได้กับความพึงพอใจของผู้ป่วยและวางตำแหน่งให้ผู้ป่วยประเมินประสบการณ์การรักษาพยาบาลตามความคาดหวังที่มีมาก่อน (Gupta et al., 2021) หากการส่งมอบบริการจริงตรงหรือเกินความคาดหวัง ผู้ป่วยมักจะพึงพอใจ ในทางกลับกัน หากมีช่องว่างที่สำคัญระหว่างความคาดหวังและประสบการณ์ ความพึงพอใจของผู้ป่วยอาจได้รับผลกระทบในทางลบ การทำความเข้าใจทฤษฎีนี้ช่วยให้โรงพยาบาลสามารถจัดการความคาดหวังของผู้ป่วยได้อย่างมีประสิทธิภาพ และทำงานเพื่อให้บริการด้านสุขภาพที่ตรงหรือเกินความคาดหวังเหล่านั้น ทฤษฎีความคาดหวัง (Expectation Theory) ซึ่งนักจิตวิทยากลุ่มปัญญานิยมเชื่อว่า

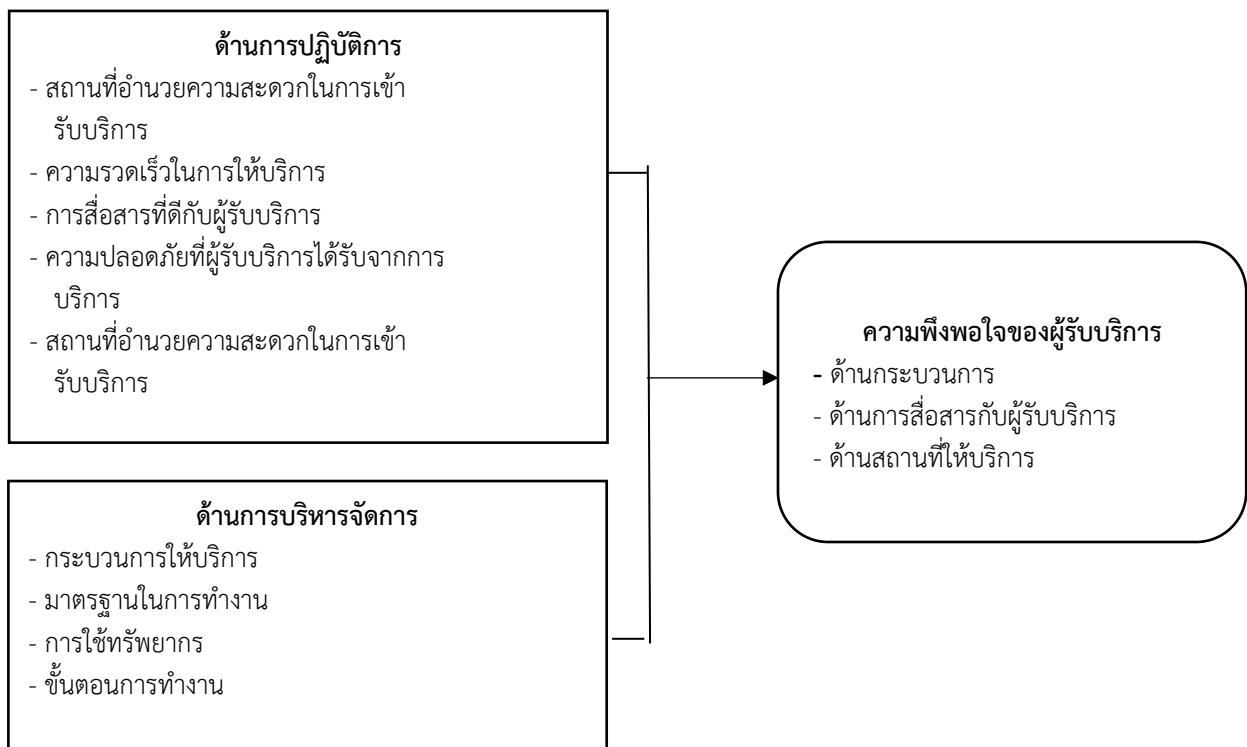
มนุษย์เป็นสัตว์โลกที่ใช้ปัญญาหรือความคิดในการตัดสินใจว่า จะกระทำพฤติกรรมอย่างไรอย่างหนึ่ง

เพื่อจะนำไปสู่เป้าหมายที่จะสนองความต้องการของตนเองความพึงพอใจของผู้ป่วยเป็นแนวคิดที่สำคัญในการบริการของโรงพยาบาล เนื่องจากมีผลโดยตรงต่อคุณภาพการดูแลโดยรวมและความภักดีของผู้ป่วย แบบจำลองดัชนีความพึงพอใจของผู้ป่วย (PSI) ช่วยให้โรงพยาบาลสามารถประเมินความพึงพอใจของผู้ป่วยได้อย่างครอบคลุมโดยการประเมินมิติต่างๆ ของประสบการณ์ของผู้ป่วย เช่น การสื่อสารกับผู้ให้บริการด้านการรักษาพยาบาล และการรับรู้ถึงคุณภาพการดูแล (Asadi-Lari et al., 2020) นอกจากนี้ กลยุทธ์การแก้ไขบริการมีบทบาทสำคัญในการเพิ่มความพึงพอใจของผู้ป่วย เนื่องจากการแก้ไขข้อร้องเรียนของผู้ป่วยอย่างมีประสิทธิภาพสามารถเปลี่ยนประสบการณ์เชิงลบให้กลายเป็นประสบการณ์เชิงบวก ซึ่งนำไปสู่ความภักดีของผู้ป่วยที่เพิ่มขึ้น (Fisk et al., 2022) การทำความเข้าใจเกี่ยวกับทฤษฎีการคาดหวัง-การปฏิเสธการยืนยันเป็นสิ่งสำคัญในการจัดการความคาดหวังของผู้ป่วยและให้บริการด้านสุขภาพที่ตรงหรือเกินกว่าความคาดหวังเหล่านั้น ซึ่งส่งผลให้ระดับความพึงพอใจของผู้ป่วยสูงขึ้นในที่สุด (Gupta et al., 2021) ความคาดหวัง (Expectation Theory) เป็นความเชื่อหรือความคิดอย่างมีเหตุผล ในแนวทางที่เป็นไปได้ หรือเป็นความหวังที่คาดการณ์ว่าต้องการจะได้ในอนาคตของบุคคล ความคาดหวังจึงเป็นสภาวะทางจิตที่บุคคลคาดคะเนล่วงหน้าแต่บางสิ่งบางอย่างว่าควรจะมี ควรจะเป็นหรือควรที่จะเกิดขึ้นตามความเหมาะสมความคาดหวังไว้ว่า เป็นแนวคิดที่บุคคลมีต่อสิ่งหนึ่งสิ่งใดแล้วแสดงออกมาโดยการพูด การเขียน และการแสดงออกดังกล่าวนั้นขึ้นอยู่กับภูมิหลังทางสังคม ประสบการณ์ และสิ่งแวดล้อมของบุคคลนั้น ๆ ซึ่งบุคคลอื่นอาจไม่เห็นด้วยก็ได้ หรืออีกกล่าวหนึ่ง ความคาดหวัง คือ การแสดงออกทางทัศนคติอย่างหนึ่ง ซึ่งอาจมีอารมณ์เป็นส่วนประกอบและเป็นส่วนที่พร้อมจะมีปฏิกิริยาเฉพาะอย่างต่อสถานการณ์ภายนอก ทำให้บุคคลพร้อมที่จะแสดงออกโต้ตอบสิ่งต่างๆ ในรูปของการยอมรับหรือปฏิเสธจึงควรพิจารณาในด้านองค์ประกอบของทัศนคติควบคู่ไปด้วย

กรอบแนวคิดในการวิจัย

ตัวแปรต้น

ตัวแปรตาม



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยเชิงปริมาณนี้มุ่งเน้นการปรับปรุงการบริการดูแลผู้ป่วยในแผนกอร์โธปิดิกส์ของโรงพยาบาลภาครัฐโดยใช้แนวคิดลิน ซึ่งใช้วิธีการศึกษาจาก 2 แหล่ง คือ การศึกษาค้นคว้าจากแหล่งข้อมูลเอกสารหรือข้อมูลที่เกี่ยวข้องและการศึกษาจากภาคสนาม โดยใช้แบบสอบถามเป็นเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรและตัวอย่าง

มีประชากรสองกลุ่มหลัก คือ กลุ่มผู้ให้บริการและกลุ่มผู้รับบริการ โดยทั้งสองกลุ่มใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบอาศัยความน่าจะเป็น (Probability Sampling) แต่มีรายละเอียดที่แตกต่างกันดังนี้

กลุ่มผู้ให้บริการ จำนวนทั้งหมด 140 คน (40 แพทย์, 50 พยาบาล, 50 เจ้าหน้าที่สนับสนุน) การสุ่มตัวอย่างแบบง่าย (Simple Random Sampling)

จำนวนตัวอย่างที่สุ่มได้ 65 คน (15 แพทย์ 25 พยาบาล 25 เจ้าหน้าที่สนับสนุน) ใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบ Stratified Random Sampling แบ่งกลุ่มตัวอย่างตามประเภทของผู้ให้บริการ (แพทย์ พยาบาล เจ้าหน้าที่สนับสนุน) สุ่มตัวอย่างจากแต่ละกลุ่มโดยใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบง่าย

กลุ่มผู้รับบริการ จำนวนทั้งหมด 998 คน การสุ่มตัวอย่างด้วยสูตรของทาโร ยามาเน่ (1973) จำนวนตัวอย่างที่สุ่มได้ 286 คน ใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบ Stratified Random Sampling เพื่อให้ตัวอย่างที่ได้สามารถแทนที่ประชากรได้ดีที่สุด ซึ่งเป็นผู้รับบริการที่มาใช้บริการตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม 2566 ถึงวันที่ 31 มีนาคม 2566

การสร้างเครื่องมือวิจัย

ขั้นตอนในการสร้างเครื่องมือ มีดังนี้ (1) ศึกษาเอกสาร บทความ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อ

เข้าใจเนื้อหาของการวิจัยและหาความรู้เกี่ยวกับหัวข้อ การศึกษาที่ต้องการ (2) ศึกษาและทบทวนวิธีการวิจัย ในสังคมศาสตร์และเทคนิคสำหรับการออกแบบ แบบสอบถาม เพื่อตัดสินใจในการใช้เครื่องมือวิจัย แบบสอบถามที่เหมาะสมกับการศึกษา (3) ออกแบบ แบบสอบถาม นำแนวคิดที่ได้รับจากขั้นตอนที่ 1-2 มา ออกแบบแบบสอบถามโดยรวมคำถามที่เป็นคำถามปิด และคำถามเปิด เพื่อครอบคลุมเนื้อหาที่ต้องการศึกษา (4) นำแบบสอบถามไปให้ที่ปรึกษาเพื่อทบทวนและให้ คำแนะนำเพิ่มเติม และให้ผู้เชี่ยวชาญที่มีความรู้และ ประสบการณ์ด้านบริการโลจิสติกส์ 3 ท่าน เพื่อ ทบทวนและให้คำแนะนำเพิ่มเติมในการแก้ไข แบบสอบถาม (5) การตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือ ในการวิจัย ซึ่งรวมถึงการทดสอบหาความเที่ยงตรงและ ความเชื่อมั่นของแบบสอบถาม การทดสอบหาความ เที่ยงตรง (Index of Congruence: IOC) เป็นขั้นตอน ในการตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างคำถามกับ วัตถุประสงค์ของการวิจัย โดยใช้เกณฑ์ในการให้ คะแนน ที่แสดงถึงความตรงเชิงเนื้อหาของคำถาม โดย ผู้วิจัยเลือกใช้เพียงคำถามที่มีค่า IOC มากกว่า 0.6 (ธานินทร์ ศิลป์จารุ, 2560) (6) การแก้ไขแบบสอบถาม ทำการแก้ไขแบบสอบถามตามคำแนะนำของ ผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน เพื่อเตรียมแบบสอบถามที่ สมบูรณ์เพื่อนำไปใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลต่อไป (7) หลังจากนั้น การทดสอบเพื่อหาค่าความเชื่อมั่นของ แบบสอบถาม (Reliability Test) นำแบบสอบถามที่ แก้ไขตามคำแนะนำจากผู้เชี่ยวชาญมาทำการทดลอง ใช้กับประชากรที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างในการวิจัย ซึ่งมี คุณสมบัติที่ใกล้เคียงกับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 30 คน 1 ครั้ง แล้วนำมาคำนวณหาค่าความเชื่อมั่นของ แบบสอบถาม โดยใช้วิธีการหาค่าสัมประสิทธิ์อัลฟา ของครอนบาค และได้ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.792 (วาโร เริงสวัสดิ์, 2553)

ขั้นตอนในการเก็บรวบรวมข้อมูล:

1. ติดต่อกับแผนกอำนวยการ โรงพยาบาล ภาครัฐและคณะแพทยศาสตร์ โรงพยาบาลภาครัฐเพื่อ

ส่วนที่ 1.วิเคราะห์และประเมินความคิดเห็นของแพทย์ พยาบาล และเจ้าหน้าที่ในแผนกออร์โธปิดิกส์เกี่ยวกับการใช้ระบบสลิ้นในการปรับปรุงและยกระดับคุณภาพการบริการ

หน้า 36 : วารสารวิชาการสมาคมสถาบันอุดมศึกษาเอกชนแห่งประเทศไทย (สสอท.)

ขออนุญาตในการเก็บรวบรวมข้อมูลและส่งหนังสือถึง คณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัย แจก แบบสอบถามและชี้แจงรายละเอียดการตอบ แบบสอบถามให้กับกลุ่มตัวอย่างที่ต้องการให้ตอบ

2. เก็บรวบรวมแบบสอบถามจากกลุ่ม ตัวอย่างตามวันที่กำหนด

3. ตรวจสอบความถูกต้องและครบถ้วนของ ข้อมูลที่ได้รับจากกลุ่มตัวอย่างหลังจากที่ตอบ แบบสอบถามเสร็จสิ้น

4. กำหนดลักษณะและค่าของตัวแปรแต่ละ ตัวจากแบบสอบถาม และบันทึกข้อมูลลงใน คอมพิวเตอร์เพื่อวิเคราะห์ข้อมูลต่อไป

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. นำข้อมูลที่รวบรวมมาวิเคราะห์ด้วย โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูปเพื่อทำตารางวิเคราะห์ ทางสถิติ

2. วิเคราะห์ความถี่ ค่าร้อยละ และค่าเฉลี่ย เพื่อแสดงลักษณะทั่วไปของกลุ่มตัวอย่างที่ศึกษา

3. วิเคราะห์สถิติ One-way ANOVA เพื่อ วิเคราะห์ความแตกต่างทางความคิดเห็นระหว่างปัจจัย ส่วนบุคคลกับผลของระบบสลิ้นในด้านการปฏิบัติการ และการบริหารจัดการ โดยกำหนดค่านัยสำคัญทาง สถิติที่ระดับ 0.05

4. วิเคราะห์สถิติ Pearson Correlation เพื่อ หาความสัมพันธ์ในด้านการปฏิบัติการ และการบริหาร จัดการ โดยกำหนดค่านัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

สรุปผลการวิจัย

ในการสรุปผลและวิเคราะห์ข้อมูลการวิจัย ผู้วิจัยแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ดังนี้

1. วิเคราะห์และประเมินความคิดเห็นของ แพทย์ พยาบาล และเจ้าหน้าที่ในแผนกออร์โธปิดิกส์ เกี่ยวกับการใช้ระบบสลิ้นในการปรับปรุงและยกระดับ คุณภาพการบริการ

2. ศึกษาและวิเคราะห์ผลของการใช้ระบบสลิ้น ในการลดขั้นตอนการบริการ เพิ่มความคล่องตัวของ เวิร์กโฟลว์ และยกระดับความพึงพอใจของผู้รับบริการ

ตารางที่ 1 ความคิดเห็นของผู้ให้บริการต่อระบบสลินในด้านการปฏิบัติการ

ด้านการปฏิบัติการ	Mean	S.D.	ระดับความคิดเห็น	อันดับ
สถานที่อำนวยความสะดวกในการเข้ารับบริการ	3.69	0.75	มาก	1
ความรวดเร็วในการให้บริการ	3.68	0.79	มาก	2
การสื่อสารที่ดีกับผู้รับบริการ	3.65	0.81	มาก	3
ความปลอดภัยที่ผู้รับบริการได้รับการบริการ	3.55	0.78	มาก	4
โดยรวม	3.64	0.78	มาก	

จากการวิเคราะห์ผลในตารางที่ 1 พบว่าความคิดเห็นของผู้ให้บริการต่อระบบสลินในด้านการปฏิบัติการมีระดับความคิดเห็นที่มาก (Mean=3.64) โดยมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ที่ 0.78 ซึ่งหมายความว่า ความเห็นมีความสอดคล้องกันอย่างสูง

การแยกแยะด้านการปฏิบัติการที่ผู้ให้บริการให้ความคิดเห็นมากที่สุด คือ

สถานที่อำนวยความสะดวกในการเข้ารับบริการ ที่มีค่าเฉลี่ยที่สูงที่สุดคือ 3.69 และความสอดคล้องกันอย่างสูง (S.D.=0.75) ซึ่งแสดงถึงความพึงพอใจในการมีสถานที่ที่สะดวกและพร้อมให้บริการผู้รับบริการ

ความรวดเร็วในการให้บริการ ที่มีค่าเฉลี่ยเป็น 3.68 และความสอดคล้องกันอย่างสูง (S.D.=

0.79) ซึ่งแสดงถึงความพึงพอใจในความรวดเร็วในกระบวนการให้บริการ

การสื่อสารที่ดีกับผู้รับบริการ ที่มีค่าเฉลี่ยเป็น 3.65 และความสอดคล้องกันอย่างสูง (S.D.=0.81) ซึ่งแสดงถึงความพึงพอใจในการสื่อสารที่ดีกับผู้รับบริการ

ความปลอดภัยที่ผู้รับบริการได้รับการบริการ ที่มีค่าเฉลี่ยเป็น 3.55 และความสอดคล้องกันอย่างสูง (S.D.=0.78) ซึ่งแสดงถึงความพึงพอใจในความปลอดภัยที่ได้รับการให้บริการ

ดังนั้นทั้ง 4 ด้านในการปฏิบัติการมีความคิดเห็นที่เป็นที่พอใจและมีระดับความคิดเห็นที่มากจากผู้ให้บริการต่อระบบสลิน

ตารางที่ 2 ความคิดเห็นของผู้ให้บริการต่อระบบสลินในด้านการบริหารจัดการ

ด้านการบริหารจัดการ	Mean	S.D.	ระดับความคิดเห็น	อันดับ
กระบวนการให้บริการ	3.87	0.68	มาก	1
มาตรฐานในการทำงาน	3.86	0.68	มาก	2
ด้านการบริหารจัดการ	Mean	S.D.	ระดับความคิดเห็น	อันดับ
การใช้ทรัพยากร	3.72	0.73	มาก	3
ขั้นตอนการทำงาน	3.72	0.86	มาก	4
โดยรวม	3.79	0.74	มาก	

จากการวิเคราะห์ผลในตารางที่ 2 พบว่าความคิดเห็นของผู้ให้บริการต่อระบบสลินในด้านการบริหารจัดการมีระดับความคิดเห็นที่มาก (Mean=3.79) โดยมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ที่ 0.74 ซึ่งหมายความว่าความเห็นมีความสอดคล้องกันอย่างสูง

การแยกแยะด้านการบริหารจัดการที่ผู้ให้บริการให้ความคิดเห็นมากที่สุด คือ

กระบวนการให้บริการ ที่มีค่าเฉลี่ยที่สูงที่สุดคือ 3.87 และความสอดคล้องกันอย่างสูง (S.D.=0.68) ซึ่งแสดงถึงความพึงพอใจในกระบวนการให้บริการที่มีความเป็นระเบียบและมีประสิทธิภาพ

มาตรฐานในการทำงาน ที่มีค่าเฉลี่ยเป็น 3.86 และความสอดคล้องกันอย่างสูง (S.D.=0.68) ซึ่งแสดงถึงความพึงพอใจในการมีมาตรฐานในการดำเนินงานที่

สามารถปรับปรุงและประสิทธิภาพ

การใช้ทรัพยากร ขั้นตอนการทำงาน" ที่มีค่าเฉลี่ยเป็น 3.72 และความสอดคล้องกันอย่างสูง (S.D.=0.73) ซึ่งแสดงถึงความพึงพอใจในการใช้ทรัพยากรและขั้นตอนการดำเนินงานให้มี

ประสิทธิภาพ

ดังนั้น 4 ด้านในการบริหารจัดการมีความคิดเห็นที่เป็นที่พอใจและมีระดับความคิดเห็นที่มากจากผู้ให้บริการต่อระบบสิน

ตารางที่ 3 ความคิดเห็นของผู้ให้บริการต่อระบบสิน

ความคิดเห็น	แพทย์		พยาบาล		เจ้าหน้าที่		t	p
	Mean	S.D.	Mean	S.D.	Mean	S.D.		
ด้านการปฏิบัติการ	3.57	0.49	3.72	0.65	3.62	0.57	0.36	0.70
ด้านการบริหารจัดการ	3.93	0.48	4.06	0.64	3.85	0.56	0.82	0.45

จากการวิเคราะห์ผลในตารางที่ 3 สามารถสรุปได้ดังนี้

ด้านการปฏิบัติการ: แพทย์มีค่าเฉลี่ยความคิดเห็นอยู่ที่ 3.57 และพยาบาลมีค่าเฉลี่ยความคิดเห็นอยู่ที่ 3.72 ซึ่งหมายความว่าความคิดเห็นของแพทย์ในด้านการปฏิบัติการมีระดับความคิดเห็นเล็กน้อยกว่าพยาบาล

เจ้าหน้าที่มีค่าเฉลี่ยความคิดเห็นอยู่ที่ 3.62 ซึ่งอยู่ในระหว่างค่าเฉลี่ยของแพทย์และพยาบาล

ค่า t-statistic คือ 0.36 และค่า p-value คือ 0.70 ซึ่งมีค่าสูงกว่าระดับนัยสำคัญที่กำหนดไว้ (เช่น 0.05) ซึ่งหมายความว่าไม่มีความแตกต่างที่มีนัยสำคัญทางสถิติในความคิดเห็นระหว่างแพทย์ พยาบาล และเจ้าหน้าที่ในด้านการปฏิบัติการ

ด้านการบริหารจัดการ: แพทย์มีค่าเฉลี่ยความ

คิดเห็นอยู่ที่ 3.93 และพยาบาลมีค่าเฉลี่ยความคิดเห็นอยู่ที่ 4.06 ซึ่งหมายความว่าความคิดเห็นของแพทย์ในด้านการบริหารจัดการมีระดับความคิดเห็นเล็กน้อยกว่าพยาบาล

เจ้าหน้าที่มีค่าเฉลี่ยความคิดเห็นอยู่ที่ 3.85 ซึ่งอยู่ในระหว่างค่าเฉลี่ยของแพทย์และพยาบาล

ค่า t-statistic คือ 0.82 และค่า p-value คือ 0.45 ซึ่งมีค่าสูงกว่าระดับนัยสำคัญที่กำหนดไว้ (เช่น 0.05) ซึ่งหมายความว่าไม่มีความแตกต่างที่มีนัยสำคัญทางสถิติในความคิดเห็นระหว่างแพทย์ พยาบาล และเจ้าหน้าที่ในด้านการบริหารจัดการ

ดังนั้น จากตารางที่ 3 สามารถวิเคราะห์ได้ว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติในความคิดเห็นระหว่างแพทย์ พยาบาล และเจ้าหน้าที่ทั้งในด้านการปฏิบัติการและการบริหารจัดการ

ตารางที่ 4 ความสัมพันธ์ระหว่างความคิดเห็นต่อระบบสินในมิติด้านความสอดคล้องระหว่างด้านการ ปฏิบัติการ และด้านการบริหารจัดการ

		ด้านการปฏิบัติการ	ด้านการบริหารจัดการ
ด้านการปฏิบัติการ	Pearson Correlation	1	0.87**
	P-Value		0.00
ด้านการบริหารจัดการ	Pearson Correlation	0.87**	1
	P-Value	0.00	

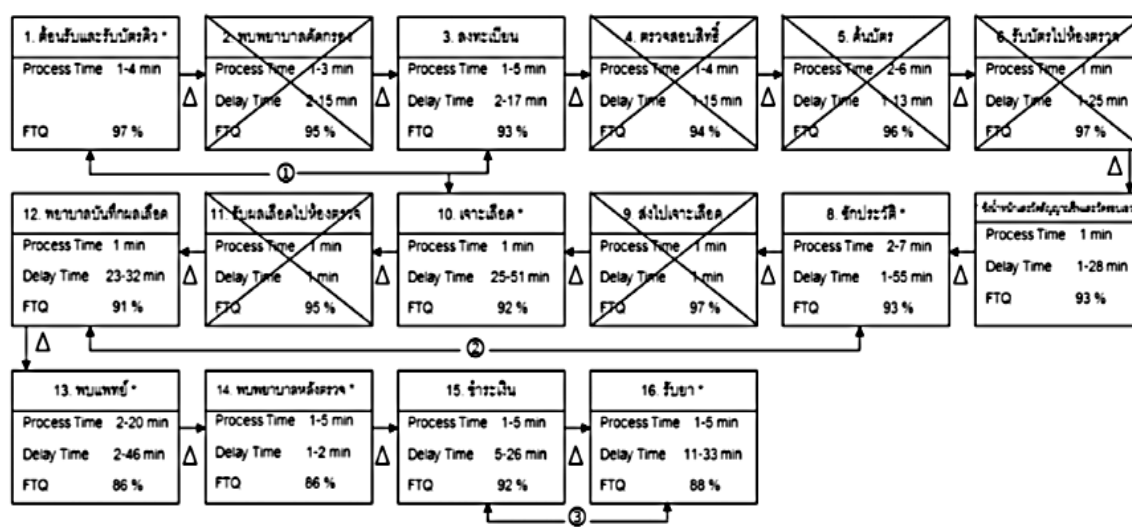
จากตารางที่ 4 เป็นตารางที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความคิดเห็นในด้านการปฏิบัติการและด้านการบริหารจัดการในมิติของความสอดคล้อง

ความสัมพันธ์ระหว่างด้านการปฏิบัติการและด้านการบริหารจัดการ: มีค่า Pearson Correlation อยู่ที่ 0.87** ซึ่งเป็นค่าที่มีความสัมพันธ์กันอย่างมากมีนัยสำคัญทางสถิติ และค่า P-Value มีค่าน้อยกว่า

ระดับนัยสำคัญที่ 0.01 ซึ่งหมายความว่าความสัมพันธ์นี้เป็นนัยสำคัญทางสถิติ แสดงถึงความสอดคล้องระหว่างความคิดเห็นในด้านการปฏิบัติการและด้านการบริหารจัดการ ซึ่งอาจแสดงถึงความสอดคล้องหรือแนวโน้มที่คล้ายกันในการให้ความคิดเห็นทั้งสองด้าน

ส่วนที่ 2. ศึกษาและวิเคราะห์ผลของการใช้ระบบสลิ
ในการลดขั้นตอนการบริการ เพิ่มความ
คล่องตัวของเวิร์กโฟลว์ และยกระดับ
ความพึงพอใจของผู้รับบริการ

ดังนั้น จากตารางที่ 4 สามารถวิเคราะห์ได้ว่า
มีความสัมพันธ์ทางบวกแข็งแรง และมีความสอดคล้อง
กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างความคิดเห็นใน
ด้านการปฏิบัติการและด้านการบริหารจัดการในระบบ
สลิ



แผนภาพที่ 1 สายธารคุณค่าของการให้บริการ

จากแผนภาพที่ 1 ในการปรับปรุงกระบวนการ
ให้บริการในแผนกอร์โธปิดิกส์ของโรงพยาบาลภาครัฐ
โดยใช้ระบบสลิ, ความคิดเสนอการปรับปรุงแบบที่ 1
(①) เป็นการรวมขั้นตอนที่ไม่จำเป็นออก (X) ให้กับ
ขั้นตอนที่ 1 ต้อนรับรับบัตรคิว, ขั้นตอนที่ 3
ลงทะเบียน, และขั้นตอนที่ 10 เจาะเลือดไว้ด้วยกัน ทำ
ให้เวลาในการทำกระบวนการลดลง และกระบวนการ
เป็นไปได้อย่างรวดเร็วและมีประสิทธิภาพมากขึ้น การ
ปรับปรุงแบบที่ 2 (②) คือการรวมขั้นตอนที่ 8 การซัก
ประวัติ และขั้นตอนที่ 12 พยาบาลบันทึกผลเลือดไว้
ด้วยกัน ทำให้ลดระยะเวลาการรอคอยในกระบวนการ
ที่เกิดขึ้น และลดความสูญเปล่าของเวลา การปรับปรุง
แบบที่ 3 (③) เป็นการรวมขั้นตอนที่ 15 ชำระเงิน
และขั้นตอนที่ 16 รับยาไว้ด้วยกัน ทำให้ผู้รับบริการ
สามารถรับบริการได้ทันทีหลังจากชำระเงินเสร็จสิ้น

ลดระยะเวลาการรอคอยและเพิ่มคุณภาพการให้บริการใน
ด้านความพึงพอใจของลูกค้ากระบวนการที่ผ่านการ
ปรับปรุงด้วยระบบสลิ มีความเรียบร้อยและมีคุณภาพ
ในเวลาแรก (FTQ) ทำให้กระบวนการทำงานมีความ
น่าเชื่อถือและสามารถนำไปใช้ในการวิจัยและ
ประโยชน์ในการบริหารจัดการในอนาคตของแผนก
อร์โธปิดิกส์ของโรงพยาบาลภาครัฐ การนำระบบสลิ
ไปใช้ปรับปรุงกระบวนการให้บริการสามารถเพิ่ม
ประสิทธิภาพในการทำงาน ลดความสูญเปล่าใน
กระบวนการ และเพิ่มความพึงพอใจให้กับผู้รับบริการ
นอกจากนี้ยังสามารถลดต้นทุนและเพิ่มมูลค่าให้กับ
หน่วยงานหรือโรงพยาบาลที่นำระบบสลิไปใช้ปรับปรุง
ในกระบวนการทำงานของตน

ผลจากการปรับปรุงกระบวนการให้บริการใน
แผนกอร์โธปิดิกส์ของโรงพยาบาลภาครัฐด้วยระบบ
สลิทำการลดขั้นตอนที่ไม่จำเป็นออกจากกระบวนการ

ทำงานทั้งหมด 3 ขั้นตอน ไว้ด้วยกัน ซึ่งก่อให้เกิด

เพียง 10 ขั้นตอน จาก 16 ขั้นตอน

ตารางที่ 5 ความพึงพอใจของผู้รับบริการ

ความพึงพอใจ	Mean	S.D.	ระดับความคิดเห็น	อันดับ
ด้านกระบวนการ	3.45	0.91	มาก	3
ด้านการสื่อสารกับผู้รับบริการ	3.63	0.74	มาก	1
ด้านสถานที่ให้บริการ	3.53	0.79	มาก	2
โดยรวม	3.54	0.81	มาก	

จากตารางที่ 5 พบว่า ความพึงพอใจของผู้รับบริการในด้านต่าง ๆ มีดังนี้

ด้านการสื่อสารกับผู้รับบริการ: ผู้รับบริการมีความพึงพอใจในการสื่อสารกับผู้รับบริการอยู่ในระดับมาก (Mean=3.63) ซึ่งเป็นค่าเฉลี่ยที่สูงที่สุด และมีความแปรปรวนในระดับความพึงพอใจที่ค่อนข้างน้อย (S.D.=0.74) ความพึงพอใจที่สูงนี้อาจเกิดจากความตอบสนองที่ดีในการสื่อสารกับลูกค้า การแนะนำและช่วยเหลือลูกค้าที่ต้องการความช่วยเหลือ นอกจากนี้ การให้ข้อมูลและการแก้ไขปัญหาอาจเป็นสิ่งที่ช่วยเสริมสร้างความพึงพอใจให้กับผู้รับบริการในด้านนี้ได้

ด้านสถานที่ให้บริการ: ผู้รับบริการมีความพึงพอใจในด้านสถานที่ให้บริการอยู่ในระดับมาก (Mean=3.53) ซึ่งเป็นค่าเฉลี่ยที่สูงที่สุด และมีความแปรปรวนในระดับความพึงพอใจที่ค่อนข้างน้อย (S.D.=0.79) ความพึงพอใจที่สูงนี้อาจเกิดจากการมีสภาพแวดล้อมที่สะอาดสบายและเหมาะสมสำหรับการให้บริการ การจัดสถานที่ให้บริการให้มีความเป็นระเบียบและสะดวกสบาย รวมถึงความปลอดภัยในการให้บริการ อาจเป็นสิ่งที่ช่วยส่งเสริมความพึงพอใจให้กับผู้รับบริการในด้านนี้

ด้านกระบวนการ: ผู้รับบริการมีความพึงพอใจในด้านการกระบวนการอยู่ในระดับมาก (Mean=3.45) ซึ่งเป็นค่าเฉลี่ยที่มากที่สุด แต่มีความแปรปรวนในระดับความพึงพอใจที่ค่อนข้างสูง (S.D.=0.91) ความพึงพอใจที่สูงนี้อาจเกิดจากกระบวนการในการให้บริการที่มีประสิทธิภาพ ความรวดเร็วและมีคุณภาพ การเสริมสร้างความมั่นใจให้กับลูกค้าในกระบวนการต่าง ๆ ของการให้บริการ อาจส่งผลให้ผู้รับบริการมี

ความพึงพอใจในด้านนี้ได้

จากสรุปผลในตารางที่ 5 พบว่าความพึงพอใจของผู้รับบริการทั้งหมดอยู่ในระดับมาก (Mean=3.54) โดยมีความแปรปรวนในระดับความพึงพอใจที่ค่อนข้างน้อย (S.D.=0.81) สถานที่นี้ได้รับความเชื่อมั่นและความพึงพอใจจากผู้รับบริการอย่างดี การให้บริการที่มีคุณภาพและตอบสนองต่อความต้องการของลูกค้าเป็นสิ่งสำคัญในการสร้างความพึงพอใจและความเชื่อมั่นของลูกค้าในสถานที่นี้

อภิปรายผล

วัตถุประสงค์ข้อที่ 1 วิเคราะห์และประเมินความคิดเห็นของแพทย์ พยาบาล และเจ้าหน้าที่ในแผนกอร์โธปิดิกส์เกี่ยวกับการใช้ระบบสลินในการปรับปรุงและยกระดับคุณภาพการบริการ

ความคิดเห็นของผู้ให้บริการที่ศึกษามีความคิดเห็นต่อระบบสลินในด้านการปฏิบัติการและด้านการบริหารจัดการอยู่ในระดับมากไม่แตกต่างกัน ซึ่งเห็นว่าระบบสลินสามารถลดระยะเวลาการรอคอยของผู้ป่วยได้มากขึ้น และสามารถลดหรือขจัดขั้นตอนที่ก่อให้เกิดความล่าช้าในการให้บริการ ซึ่งส่งผลให้การให้บริการเป็นตามลำดับขั้นที่วางไว้ และเกิดความสม่ำเสมอในกระบวนการทำงาน ซึ่งเป็นอย่างสำคัญในการลดความสูญเปล่าที่เกิดจากการรอคอยและการผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้น สอดคล้องกับแนวคิดของ (Fillingham & Wu, 2021) การปรับปรุงกระบวนการทำงานเพื่อเกิดความสม่ำเสมอในการให้บริการสามารถแก้ไขข้อผิดพลาดและลดภาระงานของผู้ปฏิบัติงานมากขึ้น สอดคล้องกับแนวคิดการผลิตแบบสลินที่วางไว้ในงานวิจัยที่มีวัตถุประสงค์เพื่อลดความสูญเปล่าในการรอคอย (องค์

วรา เมืองวงศ์, 2563 และ สุวรรณ พลภักดี, 2564) โดยมุ่งสู่การไหลของงานอย่างต่อเนื่องและลดความผิดพลาดในกระบวนการ ซึ่งเป็นสิ่งที่สร้างความพึงพอใจให้กับลูกค้าและลดความสูญเสียไปจากการใช้ทรัพยากรที่ไม่จำเป็น

วัตถุประสงค์ข้อที่ 2 ศึกษาและวิเคราะห์ผลของการใช้ระบบลินในการลดขั้นตอนการบริการเพิ่มความคล่องตัวของเวิร์กโฟลว์ และยกระดับความพึงพอใจของผู้รับบริการ

จากการวิเคราะห์ข้อมูลด้านความพึงพอใจในการรับบริการของผู้รับบริการภายหลังที่นำลิ้นมาใช้ในการปรับปรุงการให้บริการ พบว่าผู้รับบริการมีความพึงพอใจต่อการให้บริการในแต่ละด้าน คือ ด้านกระบวนการ หรือ ขั้นตอนในการรับบริการ ด้านการสื่อสารกับผู้รับบริการ และด้านสถานที่ให้บริการ โดยรวมอยู่ในระดับมาก ส่วนการวิเคราะห์นี้สอดคล้องกับงานวิจัยในอดีตของนฤมล ไชยวารีย์, ฐิติณัฐ อัครเดชะอนันต์ และบุญพิชชา จิตต์ภักดี, (2563) และ ลัดดา ผลรุ่ง, ฐิติณัฐ อัครเดชะอนันต์ และอรอนงค์ วิชัยคำ, (2563) และทฤษฎีการบริการและคุณภาพการบริการ ของ Parasuraman et al., (2020) ; Epstein & Street, (2021) และ Asadi-Lari et al., (2020) ที่ระบุว่าความพึงพอใจมีผลต่อคุณภาพการบริการและส่งผลต่อความจงรักภักดีและการกลับมาใช้บริการซ้ำอีก การเพิ่มคุณภาพในการให้บริการสามารถสร้างความพึงพอใจให้กับลูกค้าและส่งผลต่อความจงรักภักดีในการกลับมาใช้บริการซ้ำในอนาคตอย่างไรก็ตาม การบริหารจัดการคุณภาพการให้บริการเป็นเรื่องที่ยากเนื่องจากธรรมชาติความไม่แน่นอนของงานบริการที่จับต้องไม่ได้ และคาดหมายลำบาก การวัดและประเมินคุณภาพการให้บริการนั้นจำเป็นต้องสามารถสะท้อนให้เห็นถึงมิติของการปฏิบัติและสามารถนำไปสู่การพัฒนาคุณภาพการให้บริการอย่างเหมาะสมและมีประสิทธิภาพที่สุด

ข้อเสนอแนะ

จากผลการวิจัยผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะ ดังนี้

1. ผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์

1.1 ส่งเสริมการปรับปรุงกระบวนการ

ให้บริการ: ให้ทีมงานในแผนกอร์โธปิดิกส์ทำการวิเคราะห์ความพึงพอใจของผู้รับบริการในด้านกระบวนการให้บริการ และส่วนประสมที่ทำให้เกิดความพึงพอใจและไม่พึงพอใจ โดยตรวจสอบว่ากระบวนการในการให้บริการอาจมีขั้นตอนที่ก่อให้เกิดความล่าช้า หรือข้อผิดพลาดที่เป็นอุปสรรคต่อความรวดเร็วในการรับบริการ จากนั้นกำหนดแผนปรับปรุงกระบวนการให้บริการเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพและคุณภาพของการให้บริการ

1.2 เพิ่มสื่อสารกับผู้รับบริการ: ความพึงพอใจของผู้รับบริการในด้านการสื่อสารกับบุคลากรและแพทย์ในแผนกอร์โธปิดิกส์สามารถนำไปพัฒนาทักษะการสื่อสารของทีมงาน หากผู้ให้บริการสามารถเสริมสร้างการสื่อสารที่เป็นกันเองและให้ความสำคัญกับความคิดเห็นและความต้องการของผู้รับบริการ จะช่วยสร้างความเชื่อมั่นและความพึงพอใจให้กับผู้รับบริการ

1.3 พัฒนาสถานที่ให้บริการ: ความพึงพอใจของผู้รับบริการในด้านสถานที่ให้บริการสามารถนำไปใช้ในการพัฒนาสถานที่ให้บริการให้ตอบสนองต่อความต้องการและความพึงพอใจของผู้รับบริการ อาจพิจารณาทำการปรับปรุงหรือเพิ่มเติมสิ่งอำนวยความสะดวกในสถานที่ เช่น การตกแต่งห้องรับประทานอาหาร หรือการเพิ่มพื้นที่สำหรับญาติที่มาเยี่ยมผู้ป่วย

1.4 สร้างความนิยมและเชื่อถือในสถานที่: การมีความพึงพอใจของผู้รับบริการในการให้บริการที่มีระดับสูงจะส่งผลให้สถานที่ที่มีชื่อเสียงและเป็นที่ยอมรับในสังคม สถานที่ที่มีความพึงพอใจของลูกค้าอยู่ในระดับสูงจะสามารถสร้างภาพลักษณ์ที่ดีและเพิ่มโอกาสในการขยายฐานลูกค้าใหม่ที่เกิดขึ้นในอนาคต

2. ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

2.1 การสำรวจความพึงพอใจของผู้รับบริการ: ความคิดเห็นและความพึงพอใจของผู้รับบริการในแผนกอร์โธปิดิกส์ ควรได้รับการสำรวจอย่างต่อเนื่องเพื่อติดตามการเปลี่ยนแปลงของความพึงพอใจตามเวลา และใช้ข้อมูลนี้ในการปรับปรุงคุณภาพการให้บริการ

2.2 การเปรียบเทียบผลการรับรู้ของลิ้นใน

แผนกอร์โธปิดิกส์: การทำการเปรียบเทียบผลการรับรู้ของลิ้นในแผนกอร์โธปิดิกส์ของโรงพยาบาลภาครัฐ กับแผนกอื่นๆ ในโรงพยาบาลภาครัฐหรือในโรงพยาบาลในภูมิภาคเดียวกัน หรือแม้แต่ในโรงพยาบาลในประเทศเดียวกัน เพื่อหาแนวทางการนำเอาระบบลิ้นมาใช้ให้เกิดประโยชน์ที่เหมาะสมในแต่ละสถานที่

2.3 การวิเคราะห์ผลการนำระบบลิ้นมาใช้ในการปรับปรุงการบริการ: การทำการวิเคราะห์ความสำเร็จและประสิทธิภาพของการนำระบบลิ้นมา

ใช้ในการปรับปรุงการบริการในแผนกอร์โธปิดิกส์ ทำการเปรียบเทียบผลประโยชน์ที่ได้รับจากการใช้ระบบลิ้นและการนำไปปรับปรุงเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของการให้บริการ

2.4 การเสริมสร้างทักษะและความรู้ให้กับบุคลากรในแผนกอร์โธปิดิกส์: การทำการเสริมสร้างทักษะและความรู้ให้กับบุคลากรในแผนกอร์โธปิดิกส์เกี่ยวกับระบบลิ้น และการใช้ระบบลิ้นในการปรับปรุงการให้บริการ ซึ่งอาจจำเป็นต้องมีการสร้างโครงการฝึกอบรมและพัฒนาทักษะที่เกี่ยวข้อง

เอกสารอ้างอิง

- ธานินทร์ ศิลป์จารุ. (2560). *การวิจัยและวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้วย SPSS และ AMOS*. กรุงเทพฯ: บิสซิเนสอาร์แอนด์ดี.
- นฤมล ไชยวารี, ฐิติณัฐ อัครเดชอนันต์ และบุญพิชชา จิตต์ภักดี. (2563). การประยุกต์ใช้แนวคิดลิ้นเพื่อปรับปรุงกระบวนการให้บริการคลินิกโรคหัวใจและหลอดเลือด โรงพยาบาลมหาราชนครเชียงใหม่. *วารสารสภาการพยาบาล*, 35(4), 112-127.
- ลัดดา ผลรุ่ง, ฐิติณัฐ อัครเดชอนันต์ และอรอนงค์ วิชัยคำ. (2563). การประยุกต์แนวคิดลิ้นในการปรับปรุงกระบวนการจำหน่ายผู้ป่วยหอผู้ป่วยอายุรกรรมหญิง 1 โรงพยาบาลพุทธชินราช พิษณุโลก. *พยาบาลสาร*, 47(2), 440-452.
- วาโร เพ็งสวัสดิ์. 2553. *สถิติประยุกต์สำหรับการวิจัยทางสังคมศาสตร์*. กรุงเทพฯ: สุวิริยาสัน.
- สุวรรณ พลภักดี. (2564). การลดความสูญเสียเปล่าในกระบวนการผลิตน้ำดื่มบรรจุขวด. *วิศวกรรมลาดกระบัง*, 38(3), 77-90.
- อังค์วรา เมืองวงศ์. (2563). *การใช้ระบบลิ้นในการจัดการวัตถุดิบที่เน่าเสียง่ายในระบบผลิตอาหารแบบตามสั่ง*. วิทยานิพนธ์หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการงานวิศวกรรม ปริญญาโทมหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการและการจัดการ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- Antony, J., & Banuelas, R. (2002). Key ingredients for the effective implementation of Six Sigma program. *Measuring Business Excellence*, 6(4), 20-27.
- Asadi-Lari, M., Tamburini, M., & Gray, D. (2020). Patients' needs, satisfaction, and health-related quality of life: Towards a comprehensive model. *Health and Quality of Life Outcomes*, 18(1), 1-12.
- Cruikshank, J., Wei, J., & Zarrabi, M. (2023). Lean thinking: A catalyst for continuous improvement in healthcare. *International Journal of Health Economics and Management*, 23(1), 41-56.
- Drotz, E., & Poksinska, B. (2014). Lean in healthcare from employees' perspectives. *Journal of Health Organization and Management*, 28(2), 177-195.
- El-Shobaky, G. A., Gadelrab, H. F., & AlEbeidy, A. M. (2020). Application of Lean thinking principles in the Orthopedic Department: A case study. *International Journal of Health Sciences*, 14(3), 39-49.

- Epstein, R. M., & Street, R. L. (2021). The values and value of patient-centered care. *The Annals of Family Medicine*, 19(1), 1-3.
- Fillingham, D., & Wu, S. (2021). Redesigning patient flow in an orthopedic surgery center using Lean methodologies. *Journal of Orthopaedics*, 35, 91-98.
- Fisk, R. P., Bitner, M. J., & Brown, S. W. (2022). Service recovery and customer satisfaction: A case of airline and hotel industries. *International Journal of Contemporary Hospitality Management*, 34(1), 200-218.
- Gupta, A., Arnett, D. B., & Gürhan-Canli, Z. (2021). The asymmetric effect of disconfirmation on customer satisfaction: An expectancy-disconfirmation theory perspective. *Journal of Consumer Research*, 48(3), 453-467.
- Haggerty, J. L., Reid, R. J., Freeman, G. K., Starfield, B. H., Adair, C. E., & McKendry, R. (2020). Continuity of care: A multidisciplinary review. *British Medical Journal*, 327(7425), 1219-1221.
- Hines, P., & Rich, N. (2022). Standardized work in orthopedic surgery: Implementation and impact on efficiency and safety. *Journal of Healthcare Management*, 27(4), 12-21.
- Jones, D. T., & Womack, J. P. (2003). *Value Stream Mapping for Lean Development: A How-To Guide for Streamlining Time to Market*. Productivity Press.
- Mann, C. A., Pillalamarri, N., & Anderson, M. M. (2020). Implementing Lean principles in the Orthopedic Department: A systematic review of the literature. *Healthcare Management Review*, 45(3), 142-158.
- Moraros, J., Lemstra, M., & Nwankwo, C. (2021). Applying Lean principles to improve patient flow and resource utilization in an orthopedic clinic. *Healthcare Management Review*, 46(2), 89-100.
- Noe, R. A. (2017). *Toyota Production System (TPS): Just-in-Time and Jidoka*. In *Employee Training & Development* (7th ed., pp. 360-361). McGraw-Hill Education.
- Parasuraman, A., Zeithaml, V. A., & Berry, L. L. (2020). SERVQUAL: A multiple-item scale for measuring consumer perceptions of service quality. *Journal of Retailing*, 64(1), 12-40.
- Radnor, Z. J., Holweg, M., & Waring, J. (2016). Lean in healthcare: The unfilled promise? *Social Science & Medicine*, 148, 66-74.
- Taro Yamane. (1973). *Statistics: An Introductory Analysis*. Harper and Row.
- Womack, J. P., & Jones, D. T. (2020). *Lean thinking: Banish waste and create wealth in your corporation*. New York: Free Press.

การศึกษาความต้องการระบบตรวจจับใบหน้าบุคคลโดยใช้การสกัดคุณลักษณะของใบหน้าสำหรับการรักษาความปลอดภัยภายในองค์กร

A Needs Study of a Face Detection System using Facial Feature Extraction for Organization Security

เอกรัตน์ สุขสุคนธ์¹, เอกชัย เนาวนิช², และ สุวุฒิ ตุ่มทอง³

คณะเทคโนโลยีดิจิทัลและนวัตกรรม มหาวิทยาลัยเซาท์อีสต์ Bangkok¹

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ^{2,3}

Aekkarat Suksukont¹, Ekachi Naowanich² and Suwut Tumthong³

Faculty of Digital Technology and Innovation, Southeast Bangkok University¹

Faculty of Science and Technology, Rajamangala University of Technology

Suvarnabhumi^{2,3}

E-mail: ekk_ele@hotmail.com^{1,2,3}

Received: June 20, 2023; Revised: October 10, 2023; Accepted: October 20, 2023

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความต้องการและนำผลการศึกษาความต้องการระบบตรวจจับใบหน้าบุคคลโดยใช้การสกัดคุณลักษณะของใบหน้าสำหรับการรักษาความปลอดภัยภายในองค์กรไปออกแบบใช้งาน ในงานวิจัยนี้ได้สอบถามความต้องการจากบุคลากรภายในองค์กรของภาครัฐ ภาคเอกชน และภาครัฐวิสาหกิจ จำนวน 50 คน สถิติที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ ค่าเฉลี่ย (Mean) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) โดยการประเมินเครื่องมือการวิจัยตรวจสอบความเที่ยงตรง (IOC) จากผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน พบว่าเครื่องมือที่ใช้ในการทดลองสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ทุกข้อคำถาม จากผลการประเมินพบว่าบุคลากรมีความต้องการระบบอยู่ในเกณฑ์มากที่สุด ($\bar{X}$ = 4.46, S.D. = 0.89)

คำสำคัญ: การสอบถามความต้องการ การตรวจจับใบหน้า การรู้จำใบหน้า การประมวลผลภาพ

ABSTRACT

This study focused on addressing demand and incorporated the outcomes of a face detection system designed and implemented through face feature extraction. The research involved surveying 50 individuals across government, private, and public enterprises to understand their needs. Statistical analysis, including mean and standard deviation, was employed to interpret the data. Evaluation of the research tools, using the Index of-Item-Objective Congruence (IOC) by three experts, revealed that the instruments met all objective requirements. The evaluation results demonstrated that the personnel's needs of the system were effectively addressed, with a mean satisfaction score of 4.46 and a standard deviation of

0.89. This underscores the adequacy of the experiment's instruments and the system's alignment with the identified requirements.

KEYWORDS: Needs Analysis Face Detection Face Recognition Image Processing

บทนำ

ตามแผนยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี (พ.ศ.2561-2580) ซึ่งจัดทำโดยคณะกรรมการยุทธศาสตร์ชาติ พ.ศ. 2561 และแผนการพัฒนาประเทศตามแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 13 (พ.ศ. 2566-2570) โดยให้ประเทศไทยเป็นศูนย์กลางอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์อัจฉริยะ และอุตสาหกรรมดิจิทัลของอาเซียน องค์ประกอบที่สำคัญในการยกระดับคุณภาพชีวิตการพักอาศัยทั้งในสถานที่ส่วนบุคคล หรือในองค์กรต่าง ๆ จึงเป็นที่มาของการพัฒนาอาคารอัจฉริยะ เพื่อรองรับและเป็นส่วนหนึ่งของการพัฒนาเมืองอัจฉริยะ ในปัจจุบันเทคโนโลยีการตรวจจับและจดจำใบหน้าบุคคลมีความก้าวหน้าอย่างรวดเร็ว เพราะเห็นคุณค่าที่จะนำไปใช้งานในด้านต่าง ๆ เช่น การตรวจสอบและป้องกันบุคคลแปลกหน้าเข้าไปยังพื้นที่ส่วนตัวหรือพื้นที่ภายในองค์กร โดยหากเกิดเหตุร้ายขึ้นก็สามารถนำภาพใบหน้าของบุคคลนั้นมาทำการตรวจสอบได้ ภายหลัง ตัวอย่างการนำระบบตรวจจับใบหน้าและจดจำใบหน้าบุคคลสามารถนำไปใช้งานได้หลากหลาย เช่น งานด้านการรักษาความปลอดภัยภายในองค์กร การตรวจจับใบหน้าของนักเรียน ครู อาจารย์ ภายในสถานศึกษา โดยที่ไม่ต้องมีบุคคลคอยตรวจตรา หรืองานการค้นหามหาบุคคลในที่สาธารณะ จากกล้องวิดีโอวงจรปิด ซึ่งเป็นไปได้ยากที่จะใช้บุคคลคอยตรวจดูหน้าจอภาพตลอดเวลา นอกจากนี้ เทคโนโลยีบันทึกภาพก็มีขนาดเล็กและราคาถูกลง จึงไม่ได้เป็นเรื่องยากที่มีกล้องวิดีโอวงจรปิดตามอาคารหรือบ้านเรือนทั่วไป

การออกแบบระบบตรวจจับใบหน้าบุคคล โดยการใช้การสกัดคุณลักษณะของใบหน้าสำหรับการระบุตัวตนแบบหลายหน้า ผู้วิจัยจึงได้ทำการศึกษาและค้นคว้างานวิจัยที่มีความใกล้เคียงและสอดคล้อง

กันกับงานวิจัยที่กำลังศึกษา ดังนี้ ในงานวิจัย (Wati, 2017) การออกแบบระบบตรวจจับและจดจำใบหน้าสำหรับการใช้งานระบบรักษาความปลอดภัยในบ้านอัจฉริยะ ดำเนินการโดยใช้ MyRIO 1900 และตั้งโปรแกรมโดยใช้ LabVIEW เชื่อมต่อระหว่าง MyRIO และคอมพิวเตอร์เครือข่าย WIFI รับภาพของบุคคลผ่านกล้องวิดีโอที่เชื่อมต่อกับ MyRIO โดยใช้สาย USB ระบบตรวจจับใบหน้าสร้างขึ้นจากการจับคู่ Template ในขณะที่การจดจำใบหน้าขึ้นอยู่กับการวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก การทดสอบทำขึ้นเพื่อตรวจสอบประสิทธิภาพของการตรวจจับใบหน้า ในระยะทางที่เปลี่ยนแปลง ความเข้มของแสง มุม ตำแหน่งแสงอุปกรณ์เสริมของบุคคล และสีเสื้อ โมดูลตรวจจับใบหน้ามีประสิทธิภาพที่ดีในบางสภาวะ ระยะห่างระหว่างบุคคลกับกล้องในระยะที่น้อยกว่า 240 เซนติเมตร โดยห้ามมีวัตถุปิดบังใบหน้า ไม่ใช้เสื้อที่มีสีใกล้เคียงกับสีผิว และสีพื้นหลังต้องแตกต่างกันจากสีผิว ในขณะที่ระบบจดจำใบหน้ามีความแม่นยำถึง 80 เปอร์เซ็นต์ เมื่อทดสอบโดยใช้ภาพแบบเวลาจริง ในงานวิจัย (Sun, J., Xia, S., Sun, Z., & Lu, S. 2020) การตรวจจับใบหน้าแบบหลายหน้า โดยใช้ Mutibox แบบซื้อเดียว ตรวจจับภาพใบหน้าของบุคคลในภาพ ใช้เทคนิคเปรียบเทียบหลายแบบจากการทดลองพบว่า ระบบสามารถตรวจจับใบหน้าแบบหลายหน้าได้ แต่ยังไม่สามารถระบุตัวตนของบุคคลในภาพนั้น และไม่สามารถประมวลผลแบบวิดีโอเวลาจริงได้ ในงานวิจัย (Sainui, J., Jankaew, N., & U-seng, H. 2021) ระบบลงทะเบียนเพื่อเข้าร่วมงานอบรมสัมมนาโดยประยุกต์ใช้การยืนยันตัวตนด้วยใบหน้า โดยขั้นตอนการตรวจจับใบหน้าที่ทำการศึกษาประสิทธิภาพมี 3 วิธี ได้แก่ Haar Cascades, Histogram of Oriented Gradients (HOG) และ Deep Learning และขั้นตอนวิธีการรู้จำ

ใบหน้าที่ใช้การศึกษาและเปรียบเทียบประสิทธิภาพ มี 4 วิธี ได้แก่ Eigenfaces, Fisher Faces, Local Binary Pattern Histograms (LBPH) และ Deep Learning พัฒนาระบบลงทะเบียนเพื่อเข้าร่วมงานอบรมสัมมนา โดยนำขั้นตอนวิธีการตรวจจับและรู้จำใบหน้าที่มีประสิทธิภาพดีที่สุดที่ได้จากการเปรียบเทียบประสิทธิภาพมาประยุกต์ใช้สำหรับการยืนยันตัวตนด้วยใบหน้า ผลการวิจัยพบว่า การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของขั้นตอนวิธีการตรวจจับและรู้จำใบหน้าโดยใช้วิธี Haar Cascades มีประสิทธิภาพดีที่สุด โดยสามารถตรวจจับใบหน้าได้ 100 เปอร์เซ็นต์ ทั้งจากรูปภาพใบหน้าในชุดข้อมูลมาตรฐาน Yale และจากการสุ่ม 100 รูป ภาพจากชุดข้อมูล Flickr-Faces-HQ และวิธี LBPH มีประสิทธิภาพดีที่สุดสำหรับการรู้จำใบหน้า โดยสามารถรู้จำใบหน้าจากชุดข้อมูลมาตรฐาน Yale ได้ค่าความถูกต้องเฉลี่ย 98 เปอร์เซ็นต์ ระบบยืนยันตัวตนด้วยใบหน้าถูกพัฒนาในรูปแบบ Web application ซึ่งสามารถบันทึกข้อมูลการยืนยันการเข้าร่วมงานอบรมสัมมนาได้อย่างอัตโนมัติจากการตรวจสอบใบหน้า ทำให้การจัดเก็บและเข้าถึงข้อมูลผู้เข้าร่วมงานอบรมสัมมนามีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น โดยจากการทดสอบระบบได้ค่าเฉลี่ยที่ผู้เข้าร่วมอบรมสามารถยืนยันตัวตนด้วยใบหน้าได้สำเร็จในครั้งแรกคิดเป็น 90 เปอร์เซ็นต์ และสามารถยืนยันตัวตนได้สำเร็จ 100 เปอร์เซ็นต์ ภายใน 2 ครั้ง ในงานวิจัย (Potha, S. 2021) การพัฒนาเครื่องมือช่วยเช็คชื่อนักศึกษาเข้าชั้นเรียนด้วยเทคนิคการตรวจจับใบหน้า โดยใช้ Raspberry Pi โดยนำเทคนิคการตรวจจับใบหน้า (Face Detection) และการรู้จำใบหน้า (Face Recognition) มาประยุกต์ใช้ในการระบุตัวตนของนักศึกษา โดยระบบจะนำภาพที่ได้จากการตรวจจับใบหน้าผ่านกล้อง USB Camera ไปเปรียบเทียบกับใบหน้าในฐานข้อมูลเพื่อระบุตัวตนของใบหน้านั้น ขั้นตอน Face Detection ใช้เทคนิค Haar-Like Feature และขั้นตอนการ ฝึกอบรม (training) ใช้วิธี Adaboost เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการตรวจจับให้มีความถูกต้องมากยิ่งขึ้น ด้วยการใช้ตัวจำแนกแบบ Cascading Classifiers ในส่วนของ

การรู้จำใบหน้าที่เป็นกระบวนการนำภาพที่ตรวจจับได้จากขั้นตอนการตรวจจับใบหน้าแล้ว นำมาเปรียบเทียบกับฐานข้อมูลของใบหน้าเพื่อระบุว่าเป็นใบหน้าที่ตรวจจับได้ตรงกับบุคคลใด จะเลือกใช้ อัลกอริทึม การรู้จำใบหน้า คือ Principal Component Analysis (PCA) ซึ่งเครื่องมือที่ได้มีค่าความแม่นยำที่ 54.7 เปอร์เซ็นต์ และมีค่าความมั่นใจในการจำแนกใบหน้าของเครื่องมือ 34.43 เปอร์เซ็นต์ ในงานวิจัย (Feng, Y., Yu, S., Peng, H., Li, Y. R. & Zhang, J. 2022) การตรวจจับใบหน้าและค้นหาพื้นที่ที่เป็นไปได้ทั้งหมดสำหรับใบหน้า โดยสร้างเครื่องตรวจจับใบหน้าและมีประสิทธิภาพตั้งแต่เครื่องตรวจจับใบหน้า Viola-Jones ไปจนถึงเครื่อง ที่ใช้ CNN ด้วยจำนวนรูปภาพและวิดีโอที่เพิ่มขึ้นพร้อมความแตกต่างของขนาดใบหน้า ลักษณะ การแสดงออก การบิดเบี้ยว และท่าทาง อุปกรณ์ตรวจจับใบหน้าแบบดั้งเดิมจึงถูกท้าทายให้ตรวจจับใบหน้าต่าง ๆ การเกิดขึ้นของการเรียนรู้เชิงลึกซึ่งเทคนิคต่าง ๆ นำมาซึ่งความก้าวหน้าในการตรวจจับใบหน้า พร้อมกับราคาของการคำนวณที่เพิ่มขึ้นอย่างมาก บทความนี้แนะนำวิธีการเรียนรู้เชิงลึกที่เป็นการนำเสนอการวิเคราะห์เชิงลึกและละเอียดถี่ถ้วนในแง่ของความแม่นยำและประสิทธิภาพ เปรียบเทียบและพัฒนาเครื่องตรวจจับที่มีประสิทธิภาพและแม่นยำยิ่งขึ้น ในงานวิจัย (Aqeel Salih, Z., Thabit, R., Zidan, K.A., & Khoo, B.E. 2022) รูปแบบการจัดการภาพใบหน้าใหม่แบบเปิดเผยโดยใช้ลักษณะลายน้ำบนภาพ การทดสอบอัลกอริทึมการตรวจจับใบหน้า 2 แบบ AdaBoost และ MT-CNN เพื่อเลือกอัลกอริทึมที่ให้ผลลัพธ์ที่ดีที่สุด จากนั้นจึงนำโครงร่าง FIMR ที่เสนอมาใช้โดยใช้อัลกอริทึมการตรวจจับ MT-CNN เป็นขั้นตอนแรกในการตรวจจับบริเวณใบหน้า ตามด้วยการแบ่งภาพออกเป็นบล็อกขนาดไม่ทับซ้อนกัน (16×16 pixel) ผลการทดลองสามารถตรวจจับภาพใบหน้าได้ดีกว่าการใช้งานแบบอัลกอริทึมเดียว แต่ระบบยังไม่สามารถตรวจจับภาพที่มีการเคลื่อนไหวได้ งานวิจัย (Qi, H., Wu, CH., Shi, Y., Qi, X., Duan, K., & Wang, X. 2023) การตรวจจับใบหน้าแบบเวลาจริง โดยอาศัยการตรวจจับการกะพริบตา ขั้นแรกจะแยก

คุณสมบัติพื้นผิวของภาพผ่านอัลกอริธึม LBP ซึ่งช่วยจัดปัญหาการเปลี่ยนแปลงของแสงได้ในระดับหนึ่ง จากนั้นคุณสมบัติที่แยกออกมาจะถูกป้อนเข้าสู่เครือข่าย ResNet และการแยกคุณสมบัติใบหน้าจะได้รับการปรับปรุง โดยเพิ่มคุณภาพการสกัดคุณลักษณะใบหน้า ในขณะเดียวกัน วิธี Bi-LSTM ใช้แยกลักษณะของภาพจากมุมต่างๆ หรือในเวลาต่างๆ กัน เพื่อให้ได้รายละเอียดของใบหน้ามากขึ้น นอกจากนี้ การรวม SPP ซึ่งช่วยเพิ่มความสามารถในการแสดงออกของคุณลักษณะและปรับปรุงความแม่นยำในการตรวจจับ จากนั้นค่า EAR ของดวงตาจะคำนวณโดยเทคโนโลยีการตรวจจับจุดสำคัญของใบหน้าเพื่อให้เกิดการป้องกันการปลอมแปลงใบหน้า จึงรับรู้การจดจำใบหน้าแบบเวลาจริง ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าอัลกอริธึมที่เสนอในบทความนี้มีความแม่นยำที่ดีในชุดข้อมูล NUAA, CASIASURF และ CASIA-FASD สามารถเข้าถึงได้ 99.48 เปอร์เซ็นต์, 98.65 เปอร์เซ็นต์ และ 99.17 เปอร์เซ็นต์ ในงานวิจัย (Raman. 2023) การจดจำใบหน้าตามการแสดงออกทางสีหน้าหลายระดับโดยใช้การตรวจจับและการจำแนกประเภทกลุ่มแบบปกติในภาพใบหน้าประยุกต์ใช้เครือข่ายประสาทเทียม (CNN) ในการแยกแยะและจดจำใบหน้า ผลการทดลองสามารถตรวจจับภาพใบหน้าแม่นยำ 95.2 เปอร์เซ็นต์ โดยงานวิจัยนี้ยังไม่สามารถระบุตัวตนของบุคคลได้ ในงานวิจัย (Mokalla, S.R., & Bourlai, Th. 2023) การประยุกต์ใช้ Alignment Loss เพื่อตรวจจับศูนย์ดวงตาและการจดจำใบหน้าด้วยอินฟारेต ภาพที่มองเห็นได้ถูกสร้างขึ้นจากภาพความร้อนโดยใช้แบบจำลองที่ผ่านการเทรน จากนั้นจึงใช้อัลกอริธึมการตรวจจับจุดสังเกตที่มีในแถบที่มองเห็นได้ ได้แก่ MT-CNN และ HR-Net เพื่อตรวจจับศูนย์ดวงตา โดยศูนย์ตาเหล่านี้จะใช้ในการปรับภาพใบหน้าความร้อนจากแหล่งกำเนิดให้เป็นมาตรฐานทางเรขาคณิตก่อนที่จะทำการจดจำใบหน้าในสเปกตรัมเดียวกัน วิธีการที่นำเสนอปรับปรุงความแม่นยำในการตรวจจับศูนย์ตาได้ 60 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเทียบกับรุ่นพื้นฐาน และในงานวิจัย (Sirivarshitha, A.K, Sravani, K., Priya, K.S. & Bhavani, V. 2023) วิธี

ตรวจจับใบหน้าและการจดจำใบหน้าด้วย OpenCV และไลบรารีในโปรแกรมภาษาไพธอน (Python) การวิจัยนี้มุ่งเน้นไปที่คุณภาพของภาพเนื่องจากเป็นข้อเสียเปรียบที่สำคัญของอัลกอริธึมที่มีอยู่และใช้ OpenCV, Face Recognition และอัลกอริธึมที่ออกแบบโดยใช้ไลบรารีในโปรแกรมภาษาไพธอน (Python) การศึกษานี้กล่าวถึงวิธีการจดจำใบหน้าพร้อมกับการใช้งาน จากการทดลอง ระบบสามารถตรวจจับใบหน้าบุคคลแบบหลายหน้าได้ และมีความแม่นยำ 80 เปอร์เซ็นต์ ทั้งนี้การพัฒนาโปรแกรมการระบุตัวตนโดยใช้ OpenCV ระหว่างขั้นตอน IoT เป็นทางเลือกที่ดีกว่า เนื่องจากการจดจำใบหน้าเป็นเทคโนโลยีที่ซับซ้อนซึ่งอาจช่วยความปลอดภัยในที่สาธารณะในการตรวจจับผู้ต้องสงสัยได้

จากงานวิจัยที่กล่าวมาข้างต้นพบว่า การตรวจจับใบหน้าบุคคลและการสกัดลักษณะใบหน้าบุคคลนั้นทำได้หลายวิธี แต่ผลของการสกัดลักษณะใบหน้าแล้วมาทำการ Matching กับฐานข้อมูลภาพใบหน้านั้นยังมีความแม่นยำที่ไม่สูงนัก อีกทั้งการแสดงผลการระบุตัวตนของบุคคลมีข้อกำหนดหลายประการ เช่น การแสดงผลต้องใช้งานกับภาพนิ่ง ไม่สามารถประมวลผลแบบเวลาจริงได้ หรือยังไม่สามารถระบุตัวตนแบบหลายหน้าได้ ดังนั้น ผู้วิจัยจึงได้ทำการออกแบบระบบตรวจจับใบหน้าบุคคลโดยใช้การสกัดคุณลักษณะของใบหน้าสำหรับการรักษาความปลอดภัยภายในองค์กร เพื่อนำเทคนิคอื่น ๆ เข้ามาช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของระบบให้สูงขึ้น

วัตถุประสงค์

- 1) เพื่อศึกษาความต้องการระบบตรวจจับใบหน้าบุคคลโดยใช้การสกัดคุณลักษณะของใบหน้าสำหรับการรักษาความปลอดภัยภายในองค์กร
- 2) เพื่อนำผลการศึกษาความต้องการระบบเพื่อนำไปออกแบบระบบตรวจจับใบหน้าบุคคลโดยใช้การสกัดคุณลักษณะของใบหน้าสำหรับการรักษาความปลอดภัยภายในองค์กร

ประโยชน์ที่ได้รับ

- 1) เพื่ออำนวยความสะดวกและรักษาความปลอดภัยให้แก่บุคลากรและเจ้าหน้าที่ภายในองค์กร
- 2) เพื่อความถูกต้องและแม่นยำในการตรวจสอบบุคคลเข้าออกภายในองค์กร
- 3) เพื่อสร้างความทันสมัยและก้าวหน้าทางเทคโนโลยีในยุคที่โลกมีการเปลี่ยนแปลงไป

วิธีดำเนินการวิจัย

ขอบเขตของการวิจัย

- 1) เพื่อออกแบบข้อคำถามในการศึกษาความต้องการระบบตรวจจับใบหน้าบุคคลโดยใช้การสกัดคุณลักษณะของใบหน้าสำหรับการรักษาความปลอดภัยภายในองค์กร
- 2) เพื่อนำผลการศึกษาความต้องการของบุคลากรในองค์กรต่าง ๆ ไปออกแบบระบบตรวจจับใบหน้าบุคคลโดยใช้การสกัดคุณลักษณะของใบหน้าสำหรับการรักษาความปลอดภัยภายในองค์กร

เครื่องมือการวิจัย

การศึกษาค้นคว้าความต้องการระบบตรวจจับใบหน้าบุคคลโดยใช้การสกัดคุณลักษณะของใบหน้าสำหรับการรักษาความปลอดภัยภายในองค์กร ผู้วิจัยได้สร้างแบบประเมินดังต่อไปนี้

- 1) แบบสอบถามความต้องการของผู้ใช้งานระบบ เป็นแบบสอบถามมาตราส่วน 5 ระดับ ตามหลักของ ลิเคิร์ท สเกล (Likert-Scale) ประกอบด้วยข้อคำถาม จำนวน 5 ข้อ พร้อมแสดงข้อคิดเห็นเพิ่มเติมเป็นแบบคำถามปลายเปิด
- 2) แบบประเมินการออกแบบระบบโดยผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 3 ท่าน ผ่านการตรวจสอบความเที่ยงตรง Index of-Item-Objective Congruence (IOC) มากกว่า 0.50

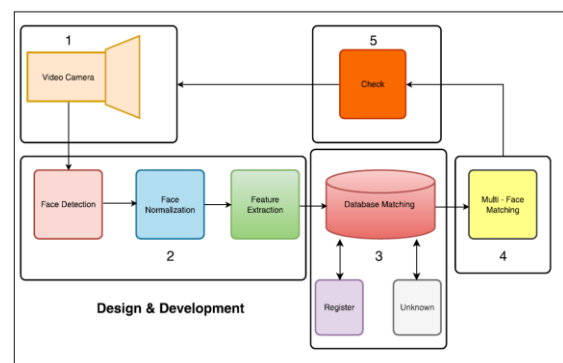
กลุ่มเป้าหมาย

- 1) กลุ่มประชากรจากองค์กรของภาครัฐ ภาคเอกชน และภาครัฐวิสาหกิจ
- 2) กลุ่มตัวอย่าง ประเมินความต้องการระบบ ประกอบด้วย บุคลากรในองค์กรภาครัฐ 12 คน บุคลากรในภาคเอกชน 28 คน และบุคลากรในภาครัฐวิสาหกิจ 10 คน รวมทั้งสิ้น 50 คน

ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

- 1) การศึกษาค้นคว้าความต้องการระบบตรวจจับใบหน้าบุคคลโดยใช้การสกัดคุณลักษณะของใบหน้าสำหรับการรักษาความปลอดภัยภายในองค์กร ประกอบด้วยกระบวนการต่าง ๆ ที่ใช้ในการวิจัย ดังนี้
ในบทความนี้ ผู้วิจัยได้ทำการสอบถามและประเมินความต้องการระบบตรวจจับใบหน้าบุคคลโดยใช้การสกัดคุณลักษณะของใบหน้าสำหรับการรักษาความปลอดภัยภายในองค์กร โดยเริ่มจากการออกแบบข้อสอบถามความต้องการภายในองค์กรต่าง ๆ ประกอบด้วย องค์กรภาครัฐ องค์กรภาคเอกชน และองค์กรภาครัฐวิสาหกิจ เพื่อสรุปหาแนวทางในการออกแบบระบบ โดยมีผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน ประเมินคุณภาพของแบบสอบถามความต้องการระบบ จากนั้นศึกษาแนวคิดและทฤษฎีที่รองรับรวมทั้งศึกษาความเป็นไปได้ในการออกแบบ และสร้างเครื่องมือเพื่อทดสอบ และนำไปทดสอบเพื่อหาประสิทธิภาพของระบบ สุดท้ายจึงนำระบบไปใช้งานภายในองค์กรต่าง ๆ และให้ผู้ใช้งานประเมินความพึงพอใจต่อไป

- 2) การออกแบบระบบตรวจจับใบหน้าบุคคลโดยใช้การสกัดคุณลักษณะของใบหน้าสำหรับการรักษาความปลอดภัยภายในองค์กร มีกระบวนการทำงาน ดังต่อไปนี้



รูปที่ 1 ขั้นตอนการออกแบบระบบ

- จากรูปที่ 1 ขั้นตอนการออกแบบระบบตรวจจับใบหน้าบุคคลโดยใช้การสกัดคุณลักษณะของใบหน้าสำหรับการรักษาความปลอดภัยภายในองค์กร มีทั้งหมด 5 กระบวนการ ประกอบด้วย

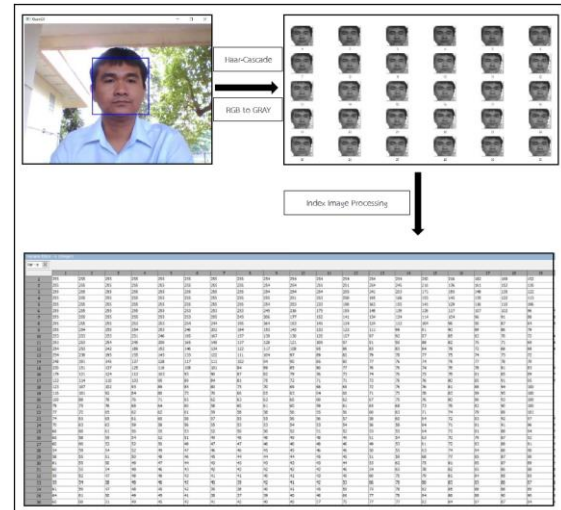
กระบวนการที่ 1 สัญญาณขาเข้า (Input) ระบบทำการรับภาพจากกล้องวิดีโอที่มีความละเอียดสูง เพื่อให้ได้คุณภาพของสัญญาณที่มีความชัดเจน

กระบวนการที่ 2 การประมวลผล (Process) ระบบจะทำการตรวจจับภาพใบหน้าบุคคลทั้งหมด โดยใช้เทคนิค Haar-Cascade Feature และแปลงภาพ RGB เป็น Gray Scale จากนั้นนำภาพใบหน้าเข้าสู่กระบวนการ Face Normalization ในการสกัดคุณลักษณะของใบหน้าบุคคล

กระบวนการที่ 3 การจัดเก็บข้อมูล (Storage) ในกระบวนการนี้ถือว่าเป็นจุดเด่นของระบบนี้คือ ระบบสามารถตรวจจับภาพใบหน้าของบุคคลที่ลงทะเบียนพร้อมทั้งระบุชื่อของบุคคลนั้นได้ โดยแบ่งแฟ้มภาพออกเป็น 2 แฟ้ม คือ แฟ้มภาพของบุคลากรที่ทำการลงทะเบียน (Register) กับแฟ้มภาพของบุคคลแปลกหน้าที่เข้ามาในองค์กร (Unknown)

กระบวนการที่ 4 การแสดงผล (Output) การรู้จำใบหน้าและการแสดงผลสามารถแสดงข้อมูลใบหน้าของบุคคลได้แบบหลายหน้า (Multi-Face Recognition) โดยใช้ Library การรู้จำใบหน้าร่วมกับโปรแกรมภาษาไพธอน และระบบยังสามารถตรวจสอบข้อมูลการผ่านเข้าออกภายในองค์กรโดยการรายงานผลเป็นเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ย้อนหลังรายวัน

กระบวนการที่ 5 การตรวจสอบ (Check) ผู้ดูแลระบบและผู้ใช้งานสามารถตรวจสอบประสิทธิภาพของความแม่นยำของระบบ ประเมินความพึงพอใจต่อการใช้งาน และเสนอข้อคิดเห็นให้แก่ผู้วิจัยต่อไป



รูปที่ 2 กระบวนการสกัดคุณลักษณะของใบหน้า

จากรูปที่ 2 ในส่วนของเทคนิคการสกัดคุณลักษณะเฉพาะของใบหน้า ดังตัวอย่างใช้เทคนิค Haar-Cascade Feature และแปลงภาพ RGB เป็น Gray Scale จากนั้นนำภาพใบหน้าเข้าสู่กระบวนการ Face Normalization โดยใช้การสกัดคุณลักษณะของใบหน้าบุคคล เพื่อให้ได้ค่าตัวเลขดัชนีของภาพใบหน้าบุคคลนั้น และนำมาจัดเก็บไว้เป็นฐานข้อมูลภาพใบหน้า จากนั้นจึงนำค่าตัวเลขที่ได้ไปใช้งานในส่วนของการรู้จำภาพใบหน้าต่อไป

สถิติที่ใช้ในการวิจัย

1) การกำหนดแบบสอบถามความต้องการของผู้ใช้งาน โดยมีบุคลากรภายในองค์กรจากกลุ่มตัวอย่าง ให้การประเมินและเสนอข้อคิดเห็น ผู้วิจัยได้กำหนดระดับการให้คะแนนเฉลี่ยในแต่ละระดับชั้นใช้เทคนิคในการคำนวณช่องกว้างของชั้นของข้อมูลที่มีต่อเนื่อง โดยสามารถแปลความหมายของระดับความสำคัญของคะแนน ดังนี้

$$\begin{aligned} \text{พิสัย} &= \frac{\text{คะแนนสูงสุด} - \text{คะแนนต่ำสุด}}{\text{จำนวนชั้น}} \\ &= \frac{5 - 1}{5} = 0.8 \end{aligned}$$

(1)

ระดับ 5 หมายถึง ต้องการมาก

ระดับ 4 หมายถึง ต้องการ

ระดับ 3 หมายถึง ต้องการปานกลาง
 ระดับ 2 หมายถึง ต้องการน้อย
 ระดับ 1 หมายถึง ต้องการน้อยมาก
 คะแนนเฉลี่ย 4.21 – 5.00 หมายถึง ผู้ตอบ
 แบบสอบถามมีความต้องการมาก
 คะแนนเฉลี่ย 3.41 – 4.20 หมายถึง ผู้ตอบ
 แบบสอบถามมีความต้องการ
 คะแนนเฉลี่ย 2.61 – 3.40 หมายถึง ผู้ตอบ
 แบบสอบถามมีความต้องการปานกลาง
 คะแนนเฉลี่ย 1.81 – 2.60 หมายถึง ผู้ตอบ
 แบบสอบถามมีความต้องการน้อย
 คะแนนเฉลี่ย 1.00 – 1.80 หมายถึง ผู้ตอบ
 แบบสอบถามมีความต้องการน้อยมาก

2) การกำหนดแบบประเมินการออกแบบ
 ระบบโดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน โดยให้
 ผู้เชี่ยวชาญ พิจารณาว่าเครื่องมือสอดคล้องกับ
 วัตถุประสงค์หรือไม่

ผลการวิจัย

เมื่อสอบถามความต้องการระบบตรวจจับ
 ใบหน้าบุคคลโดยใช้การสกัดคุณลักษณะของใบหน้า
 สำหรับการรักษาความปลอดภัยภายในองค์กร
 ประกอบด้วย บุคลากรในองค์กรภาครัฐ 12 คน
 บุคลากรในภาคเอกชน 28 คน และบุคลากรในภาค
 รัฐวิสาหกิจ 10 คน รวมทั้งสิ้น 50 คน มีผลการตอบ
 แบบสอบถามความต้องการของระบบ ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 1 แสดงผลการประเมินความต้องการระบบตรวจจับใบหน้าที่บุคคลโดยใช้การสกัดคุณลักษณะของ
 ใบหน้าสำหรับการรักษาความปลอดภัยภายในองค์กร

ข้อ	รายการ	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบน	แปลผล
1.	องค์กรควรมีระบบตรวจจับใบหน้าที่บุคคลโดยใช้การ สกัดคุณลักษณะของใบหน้าที่สำหรับการรักษาความ ปลอดภัยภายในองค์กร	4.88	0.64	มีความต้องการมาก
2.	ระบบตรวจจับใบหน้าที่บุคคลโดยใช้การสกัด คุณลักษณะของใบหน้าที่สำหรับการรักษาความ ปลอดภัยภายในองค์กรควรมีลักษณะที่สำคัญ ดังนี้			
	2.1) กล้องวิดีโอ หรือกล้องวิดีโอวงจรปิด	4.98	0.96	มีความต้องการมาก
	2.2) ระบบลงทะเบียนผู้ใช้งาน	4.68	0.82	มีความต้องการมาก
	2.3) คอมพิวเตอร์สำหรับเก็บฐานข้อมูล	4.95	0.86	มีความต้องการมาก
	2.4) จอมอนิเตอร์แสดงผล	4.74	0.93	มีความต้องการมาก
	2.5) รายงานเป็นเอกสารอิเล็กทรอนิกส์	4.67	0.81	มีความต้องการมาก
3.	ระบบตรวจจับใบหน้าที่บุคคลโดยใช้การสกัด คุณลักษณะของใบหน้าที่สำหรับการรักษาความ ปลอดภัยภายในองค์กร ซึ่งองค์กรควรออกแบบและ พัฒนาขึ้นสำหรับใช้งานภายใน	4.15	0.98	มีความต้องการ
4.	ระบบตรวจจับใบหน้าที่บุคคลโดยใช้การสกัด คุณลักษณะของใบหน้าที่สำหรับการรักษาความ ปลอดภัยภายในองค์กร เพื่อช่วยแก้ปัญหาความขาด แคลนเจ้าหน้าที่ในการรักษาความปลอดภัย	4.54	0.57	มีความต้องการมาก
5.	ระบบตรวจจับใบหน้าที่บุคคลโดยใช้การสกัด คุณลักษณะของใบหน้าที่สำหรับการรักษาความ ปลอดภัยภายในองค์กร ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการ ใช้งานของอุปกรณ์ด้านเทคโนโลยีสารสนเทศให้เกิด ความคุ้มค่า	4.18	0.46	มีความต้องการ
<u>รวม</u>		<u>4.64</u>	<u>0.89</u>	<u>มีความต้องการมาก</u>

จากตารางที่ 1 ผลการประเมินความต้องการระบบตรวจจับใบหน้าบุคคลโดยใช้การสกัดคุณลักษณะของใบหน้าสำหรับการรักษาความปลอดภัยภายในองค์กรพบว่า องค์กรควรมีระบบตรวจจับใบหน้าบุคคลโดยใช้การสกัดคุณลักษณะของใบหน้าสำหรับการรักษาความปลอดภัยภายในองค์กร มีค่าเฉลี่ย 4.88 ระบบมีลักษณะที่สำคัญคือ กล้องวิดีโอ หรือกล้องวิดีโอวงจรปิด มีค่าเฉลี่ย 4.98 ระบบลงทะเบียนผู้ใช้งาน มีค่าเฉลี่ย 4.68 คอมพิวเตอร์สำหรับเก็บฐานข้อมูล มีค่าเฉลี่ย 4.95

จอมอนิเตอร์แสดงผล มีค่าเฉลี่ย 4.74 รายงานเป็นเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ มีค่าเฉลี่ย 4.67 ระบบซึ่งองค์กรควรออกแบบและพัฒนาขึ้นสำหรับใช้งานภายใน มีค่าเฉลี่ย 4.15 ระบบช่วยแก้ปัญหาความขาดแคลนเจ้าหน้าที่ในการรักษาความปลอดภัย มีค่าเฉลี่ย 4.54 และระบบช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการใช้งานของอุปกรณ์ด้านเทคโนโลยีสารสนเทศให้เกิดความคุ้มค่า มีค่าเฉลี่ย 4.18 โดยสามารถแปลผลการประเมินความต้องการระบบอยู่ในเกณฑ์ที่มีความต้องการถึงมีความต้องการมาก ตามลำดับ

ตารางที่ 2 ผลการประเมินคุณภาพเครื่องมือสำหรับระบบตรวจจับใบหน้าบุคคลโดยใช้การสกัดคุณลักษณะของใบหน้าสำหรับการรักษาความปลอดภัยภายในองค์กร โดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน

ข้อ	ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญ			ผลรวม	ค่า IOC	แปลผล
	1	2	3			
1	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
2.1	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
2.2	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
2.3	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
2.4	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
2.5	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
3	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
4	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
5	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง

อภิปรายผลการวิจัย

งานวิจัยนี้จัดทำขึ้นเพื่อเพื่อศึกษาความต้องการระบบตรวจจับใบหน้าบุคคลโดยใช้การสกัดคุณลักษณะของใบหน้าสำหรับการรักษาความปลอดภัยภายในองค์กร เพื่อนำไปออกแบบระบบตรวจจับใบหน้าบุคคลโดยใช้การสกัดคุณลักษณะของใบหน้าสำหรับการรักษาความปลอดภัยภายในองค์กร เมื่อทำการสอบถามความต้องการของบุคลากรในองค์กรต่าง ๆ พบว่า บุคลากรมีความต้องการต้องการระบบ คิดเป็นค่าเฉลี่ย 4.64 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน คิดเป็น 0.89

ข้อเสนอแนะส่วนที่เป็นคำถามแบบปลายเปิดที่เกิดจากผู้ประเมิน คือ ระบบควรระบุตัวตนของผู้ลงทะเบียนได้แม่นยำ ระบบควร

มีระบบจัดเก็บภาพใบหน้าบุคคลแปลกหน้าที่เข้ามาภายในองค์กร ระบบควรมีการตรวจจับภาพบุคคลที่มากกว่าหนึ่งหน้าในหนึ่งเฟรม เพราะบุคคลากรอาจเดินผ่านกล้องวิดีโอแบบเป็นกลุ่ม และระบบควรมีระบบสำรองไฟฉุกเฉินป้องกันในช่วงที่ระบบไฟฟ้าหลักมีปัญหา ในส่วนของการออกแบบระบบโดยใช้การสกัดคุณลักษณะของใบหน้าบุคคล ผู้วิจัยใช้เทคนิค Haar-Cascade Feature และแปลงภาพ RGB เป็น Gray Scale จากนั้นนำภาพใบหน้าเข้าสู่กระบวนการ Face Normalization โดยใช้เทคนิค MT-CNN ในการสกัดคุณลักษณะของใบหน้าบุคคล (Sainui, J., Jankaew, N., & U-seng, H. 2021), (Ageel Salih, Z., Thabit, R., Zidan, K.A., & Khoo, B.E. 2022)

ในกระบวนการจัดเก็บข้อมูลระบบสามารถตรวจจับภาพใบหน้าของบุคคลที่ลงทะเบียนพร้อมทั้งระบุชื่อของบุคคลนั้นได้ โดยแบ่งแฟ้มภาพออกเป็น 2 แฟ้ม คือ แฟ้มภาพของบุคลากรที่ทำการลงทะเบียน กับแฟ้มภาพของบุคคลแปลกหน้าที่เข้ามาในองค์กร การรู้จำใบหน้าและการแสดงผลสามารถแสดงข้อมูลใบหน้าของบุคคลได้แบบแสดงผลหลายหน้า (Sirivarshitha, A.K., Sravani, K., Priya, K.S. & Bhavani, V. 2023) โดยใช้ไลบรารีการรู้จำใบหน้าที่รวมกับภาษาไพธอน (Raman. 2023) และระบบยังสามารถตรวจสอบข้อมูลการผ่านเข้าออกภายในองค์กรโดยการรายงานผลเป็นเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ย้อนหลังรวมทั้งการตรวจสอบระบบผู้ดูแลสามารถตรวจสอบประสิทธิภาพของความแม่นยำ ประเมินความพึงพอใจต่อการใช้งาน และเสนอข้อคิดเห็นให้แก่ผู้วิจัยต่อไป

เอกสารอ้างอิง

- Wati, D.A.R. (2017), *Design of Face Detection and Recognition System for Smart Home Security Application*, In 2017 2nd International Conferences on Information Technology and Electrical Engineering, pp. 342-347. IEEE.
- Sun, J., Xia, S., Sun, Z., & Lu, S.(2020), Cross-Model Deep Feature Fusion for Face Detection, *IEEE Sensor Letter*, .4(9). 1-4.
- Sainui, J., Jankaew, N., & U-seng, H. (2021), A prototype of seminar registration system using face authentication, *Academic Journal of Information Technology Applications*. 40-50.
- Potha, S. (2021), *Development of a Student Attendance System using Face Detection Technique on Raspberry Pi*, Thesis Faculty of Engineering, Chaing Mai University.
- Feng, Y., Yu, S., Peng, H., Li, Y. R. & Zhang, J. (2022), Detect Faces Efficiently: A Survey and Evaluations, *IEEE Transaction on Biometrics Behavior and Identity Science*, 4(1).
- Aqeel Salih, Z., Thabit, R., Zidan, K.A., & Khoo, B.E. (2022), A New Face Image Manipulation Reveal Scheme based on Face Detection and Image Watermarking, In 2022 International Conference on Artificial Intelligence in Engineering and Technology. IEEE.
- Qi, H., Wu, CH., Shi, Y., Qi, X., Duan, K., & Wang, X. (2023), A Real-Time Face Detection Method Based on Blink Detection, *Research Article*,.11, 28180-28189.

ข้อเสนอแนะ

1) ในการพัฒนาระบบตรวจจับใบหน้าบุคคลโดยใช้การสกัดคุณลักษณะของใบหน้าสำหรับการรักษาความปลอดภัยภายในองค์กร ควรใช้งานได้กับคอมพิวเตอร์พกพาที่มีขนาดเล็ก (Raspberry Pi) เพื่ออำนวยความสะดวกและการใช้งานที่หลากหลายมากขึ้น

2) การนำระบบตรวจจับใบหน้าบุคคลโดยใช้การสกัดคุณลักษณะของใบหน้าสำหรับการรักษาความปลอดภัยภายในองค์กร สามารถนำไปประยุกต์ใช้งานกับสถานศึกษา หรือสถานที่ราชการอื่น ๆ

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณผู้ตอบแบบสอบถามและผู้เชี่ยวชาญทุกท่านที่ให้ข้อมูล และความร่วมมือต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการทำวิจัยด้วยดีมาตลอด

- Raman. (2023), *Multiscale Facial Expression Based Face Recognition using Normalized Segment Classification Detection in Face Images*, In 2023 International Conference on Advanced Computing and Communication Systems, pp. 2381-2386. IEEE.
- Mokalla, S.R., & Bourlai, Th. (2023), Utilizing Alignment Loss to Advance Eye Center Detection and Face Recognition in the LWIR Band, *IEEE Transaction on Biometrics Behavior and Identity Science*, 5(2), 255-265.
- Sirivarshitha, A.K., Sravani, K., Priya, K.S. & Bhavani, V. (2023), *An approach for Face Detection and Face Recognition using OpenCV and Face Recognition Libraries in Python*, In 2023 International Conference on Advanced Computing and Communication Systems, pp. 1274-1278. IEEE.

การออกแบบผังโรงงานและกระบวนการทำงานในการผลิตลำไยอบแห้งเนื้อสีทอง

Design Plant layout and Work Process for the Production of Golden Dried Longan

ศุภลักษณ์ สุวรรณ¹, สุรัชย์ สานติสุขรัตน์², บุตรี กาเด็น³, สามชัย จิระภัทรศิลป์⁴,
กิมพัฒน์ สมประเสริฐ⁵

คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยนอร์ท-เชียงใหม่^{1,2,3,4,5}

Supaluck Suwan¹, Surachai Santisookrat², Budtree Kaden³, Samchai Jirapatarasil⁴, Pheemapat Somprasert⁵

Faculty of Engineering and Technology North - Chiang Mai University^{1,2,3,4,5}

E-mail: supaluck@northcm.ac.th^{1,2,3,4,5}

Received: August 29, 2023; Revised: October 10, 2023; Accepted: October 20, 2023

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อวางผังโรงงานและออกแบบกระบวนการผลิตสำหรับผลผลิตลำไยอบแห้งเนื้อสีทองให้มีความปลอดภัยตามหลักวิธีการผลิตอาหารที่ดีและสามารถผลิตสินค้าได้อย่างมีประสิทธิภาพและประสิทธิผลสูง ผลของงานวิจัยสามารถสร้างโรงงานตามผังโรงงานที่ออกแบบไว้ได้ โดยปริมาณการผลิตลำไยอบแห้งเนื้อสีทองสูงสุดต่อวันได้ถึง 2000 กิโลกรัม(ลำไยสด) และผลผลิตเฉลี่ยอยู่ที่ 2.87 กิโลกรัมต่อลำไยสด 30 กิโลกรัม นอกจากนี้ยังสามารถประยุกต์ใช้ผังโรงงานกับกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์อื่น ๆ ได้ เช่น การอบแห้งแก้วมังกร การอบแห้งมะม่วง การอบแห้งกล้วยหอมทอง เป็นต้น

คำสำคัญ: การวางผังโรงงาน หลักวิธีการผลิตอาหารที่ดี

ABSTRACT

The aim of this study was to formulate a plant layout and production process for golden-dried longan that adheres to good manufacturing practices, prioritizing safety while ensuring high efficiency and effectiveness. The outcomes of the production process, as per the devised layout, revealed a maximum daily output of 2,000 kilograms of fresh longan and an average yield of 2.87 kilograms per 30 kilograms of fresh longan. Furthermore, the insights gained from this research are transferable, making it applicable for designing layouts and production processes for other products, including drying dragon fruit, mango, golden banana.

KEYWORDS: Plant Layout, Good Manufacturing Practice

บทนำ

วิสาหกิจชุมชนแปรรูปผลิตภัณฑ์เกษตรบ้าน
ลำม้าง ตั้งอยู่ ตำบลประตูป่า อำเภอเมืองลำพูน

จังหวัดลำพูน ดำเนินการแปรรูปผลผลิตทาง
การเกษตร เช่น ลำไยอบแห้ง ดำเนินงานตั้งแต่ ปี
พ.ศ. 2557 โดยคุณมาลี เปรมมณี และคุณไมตรี เสือ

สื่อบันทึก และในปีนี้มีความต้องการขยายโรงงานเพื่อแปรรูปลำไยเป็นลำไยอบแห้งสีทอง ซึ่งผลิตภัณฑ์ลำไยอบแห้งเนื้อสีทองนั้นเป็นผลิตภัณฑ์ที่ยังไม่ถือเป็นอาหารที่ต้องบังคับจัดทำระบบ GMP แต่สามารถประยุกต์ใช้ข้อบังคับของระบบ GMP ทั้งเรื่องวิธีการผลิต เครื่องมือ เครื่องใช้ในการผลิตและการเก็บรักษาอาหาร เพื่อให้การผลิตอาหารดำเนินได้อย่างปลอดภัย โดยเน้นที่การป้องกัน การจัดการความเสี่ยงที่ทำให้อาหารเป็นพิษเป็นอันตราย ไม่ปลอดภัยต่อผู้บริโภค การทำให้อาหารหรือผลิตภัณฑ์ที่ผลิตออกมาไม่เป็นพิษปราศจากสารตกค้างได้ทางคณะผู้วิจัยจึงเล็งเห็นความสำคัญในการออกแบบผังโรงงานและกระบวนการทำงานเพื่อให้มีความสอดคล้องกับการจัดทำระบบ GMP ดังกล่าว

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่างานวิจัยการออกแบบและวางผังโรงงานเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตเป็นส่วนใหญ่ โดยมุ่งเน้นศึกษาการเพิ่มผลผลิตและลดความสูญเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตของโรงงานอุตสาหกรรม การออกแบบและวางผังโรงงานนั้นมีอยู่หลายวิธี ซึ่งแต่ละวิธีก็มีข้อดี-ข้อเสียแตกต่างกันออกไป วิธีการวางผังโรงงานอย่างมีระบบ (Systematic Layout Planning : SLP) เป็นวิธีหนึ่งที่นิยมใช้ในการวางผังโรงงานที่ไม่ซับซ้อนมากนัก ง่ายต่อการศึกษาและการปรับปรุงในงานวิจัยของ ประกาศิษฐ์และคณะ (2563) ได้เสนอวิธีการวางผังโรงงานสำหรับวิธีการที่ดีในโรงงานผลิตเครื่องดื่มน้ำส้มจืด เพื่อให้เป็นไปตามหลัก GMP ในการปรับปรุงกระบวนการผลิต รวมถึงการออกแบบและวางผังโรงงานใหม่สามารถที่จะช่วยลดต้นทุน อีกทั้งยังเป็นการเพิ่มการประกันคุณภาพในการผลิตของทางโรงงาน ซึ่งมาตรฐานการผลิตเครื่องดื่มที่ได้คุณภาพนั้นต้องมีการควบคุมดูแลและตรวจสอบทุกขั้นตอน โดยเริ่มจากการออกแบบและวางผังโรงงาน นอกจากนั้น Lin and Sharp (1999) ได้พัฒนา ซิมูเลชันโมเดล (Simulation Model) หรือ โปรแกรมมิ่งโมเดลทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Programming Model) เพื่อพัฒนาดัชนีสำหรับประเมินทางเลือกผัง

โรงงานสำหรับวัดสมรรถนะของระบบการผลิตซึ่งใช้วิธีการ Systematic Layout Planning (SLP) ที่มีความเหมาะสมทั้งในการจัดโรงงานทั้งขนาดเล็กและขนาดใหญ่และเป็นวิธีที่ไม่ยุ่งยากเหมาะสมกับการจัดผังโรงงานทั่วไป D.P.van donk and G.gaalman (2004) กล่าวว่าอาหารจะสะอาดและปลอดภัยนั้นต้องเริ่มจากการวางผังโรงงานที่ดี จึงทำการวิจัยเกี่ยวกับการวางผังโรงงานอาหารโดยใช้วิธี Systematic Layout Planning (SLP) เพราะเป็นวิธีที่ง่ายเหมาะแก่การปรับปรุงให้สอดคล้องตามหลัก HACCP และ GMP ปกติและคณะ (2565) เสนอแนวทางการออกแบบ และการปรับปรุงผังโรงงานใน กระบวนการผลิตปลาหมึกอบกรอบ ผงปลาหมึกและถั่วอบกรอบปรุงรส ของโรงงานที่เป็นกรณีศึกษา ซึ่งได้กำหนดแนวทางการพัฒนาระบบการออกแบบ และวางผังโรงงานสำหรับอุตสาหกรรมอาหาร โดยการประยุกต์ทฤษฎีการวางผังโรงงานอย่างเป็นระบบ (SLP) มาตรฐานการผลิตผลิตภัณฑ์ (GMP) และการวิเคราะห์อันตรายและจุดวิกฤติที่ต้องควบคุม (HACCP) มาประยุกต์ในการออกแบบและพัฒนาแผนผังเชิงปฏิบัติการวางผังโรงงานสำหรับอุตสาหกรรมอาหาร ทำให้ระยะทางการไหลของกระบวนการผลิตปลาหมึกอบกรอบลดลงจากเดิม 83 เมตร เหลือ 52 เมตร นอกจากนี้ ยังแก้ปัญหาจุดตัดของเส้นทาง การไหลของวัตถุดิบจากเดิม 28 จุด ลดลงเหลือ 3 จุด

วัตถุประสงค์

เพื่อวางผังโรงงานและออกแบบกระบวนการผลิตสำหรับผลิตภัณฑ์ลำไยอบแห้งเนื้อสีทองให้มีความปลอดภัยตามหลักวิธีการผลิตอาหารที่ดีและสามารถผลิตสินค้าได้อย่างมีประสิทธิภาพและประสิทธิผลสูง

ประโยชน์ที่ได้รับ

1. สามารถวางผังโรงงานสำหรับผลิตภัณฑ์ลำไยอบแห้งเนื้อสีทองเพื่อให้มีความปลอดภัยตามหลักวิธีการผลิตอาหารที่ดีได้

2. ได้รูปแบบกระบวนการทำงานที่ถูกต้องสำหรับผลิตภัณฑ์ลำไยอบแห้งเนื้อสีทองได้

3. ได้โรงงานที่มีคุณภาพสูงที่สามารถผลิตสินค้าได้อย่างมีประสิทธิภาพและประสิทธิผล

วิธีดำเนินการวิจัย

1. ศึกษากระบวนการทำงานของการผลิตลำไยอบแห้งเนื้อสีทอง

2. ศึกษาหลักการวิธีการผลิตอาหารที่ดี (GMP)

3. ออกแบบผังโรงงานโดยวิธี SLP และหลักการวิธีการผลิตอาหารที่ดี GMP

4. ทดสอบโรงงาน ออกแบบกระบวนการผลิตและทำการผลิตผลิตภัณฑ์ลำไยอบแห้งเนื้อสีทอง

5. วิเคราะห์และสรุปผลการดำเนินงาน

เครื่องมือ

วิธีการออกแบบผังโรงงาน SLP

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. ข้อมูลการผลิตของผลิตภัณฑ์ลำไยอบแห้งเนื้อสีทอง ซึ่งประกอบด้วย

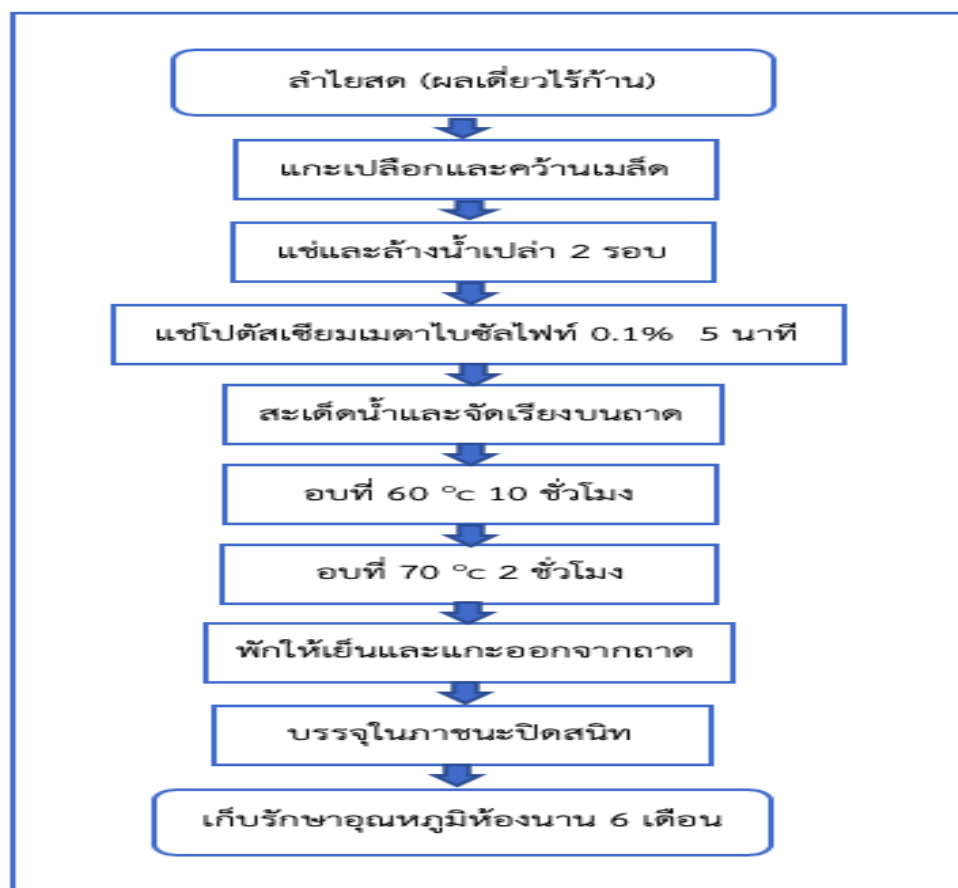
- Product เก็บข้อมูลของผลิตภัณฑ์ และลักษณะเฉพาะของผลิตภัณฑ์ ลำไยอบแห้งเนื้อสีทองเป็นลำไยที่ต้องแกะเปลือกและคว้านเมล็ดออกก่อนการอบแห้ง และต้องแช่น้ำยาเฉพาะในการหมักเพื่อให้ได้เนื้อหลังการอบที่มีสีทอง

- Quantity เก็บข้อมูลปริมาณการผลิต ปริมาณการผลิตในช่วงแรก จะมีลำไยดิบมาส่งที่โรงงานประมาณวันละ 300 กิโลกรัม เมื่อทำการอบแล้วจะได้ผลิตภัณฑ์เฉลี่ยประมาณ 30 กิโลกรัม/วัน

- Routing เก็บข้อมูลขั้นตอนการผลิต หมายถึง ลำดับขั้นตอนการผลิต เริ่มจากลำไยสดที่ส่งมาจากเกษตรกร บรรจุเฉพาะผลลำไยในลังสินค้า ลำเลียงมายังห้องวัตถุดิบ ทำการล้างให้ได้ล้างละ 30 กิโลกรัม จากนั้น ทำการล้างลำไยสดโดยการฉีดน้ำผ่านลังสินค้าโดยตรง พักให้สะเด็ดน้ำ แล้วลำเลียงมายังห้องตัดแต่ง เพื่อแกะเปลือกและคว้านเมล็ดออกให้เหลือแต่เนื้อลำไยเท่านั้น ล้างเนื้อลำไยโดยการฉีดน้ำผ่านเนื้อลำไยในตะกร้า จำนวน 2 ครั้ง และทำการแช่ลำไยในน้ำยาสูตรเฉพาะ พักให้สะเด็ดน้ำ นำเนื้อลำไยมาจัดเรียงในถาดที่รองตาข่ายเรียบร้อยแล้ว เพื่อกันไม่ให้เนื้อลำไยติดถาดหลังการอบแห้ง ระหว่างจัดเรียงพนักงานจะคัดเนื้อลำไยที่ไม่สมบูรณ์ออก (เป็นสินค้าเกรด B) เมื่อเรียงเต็มถาดแล้วจะนำถาดนั้นใส่ในรถเข็นอีกครั้ง (รถเข็น 1 คัน สามารถบรรจุถาดได้ 10 ถาด) จากนั้นนำไปอบต่อในเครื่องอบรอบแรก (60°C) 10 ชั่วโมง และเครื่องอบรอบสอง (70°C) 2 ชั่วโมง เมื่อได้ที่แล้วเคลื่อนย้ายมายังห้องจัดเรียงและทำการแกะเนื้อลำไยออกจากถาด และลำเลียงต่อไปยังห้องบรรจุ เพื่อทำการบรรจุ

- Supporting Services เก็บข้อมูลในส่วนสนับสนุนการผลิต คือ ห้องที่ไม่ได้ทำการผลิตโดยตรง แต่จำเป็นต้องมีในอาคารโรงงาน เช่น ห้องแต่งตัว พนักงาน ห้องเก็บอุปกรณ์ ห้องเก็บถังแก๊ส ห้องสำนักงาน ห้องเก็บผลิตภัณฑ์ ห้องน้ำ

- Time เก็บข้อมูลของเวลาที่ใช้ในการผลิต (ตามลำดับขั้นตอนการผลิต) กระบวนการผลิตลำไยอบแห้งเนื้อสีทอง ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 กระบวนการผลิตลำไยอบแห้งเนื้อสีทอง

2. ออกแบบผังโรงงานโดยวิธี SLP ควบคู่กับหลักการวิธีการผลิตอาหารที่ดี GMP แบ่งแผนกตามลำดับขั้นตอนการผลิต โดยแผนกที่ 1-6 จะเป็นแผนกที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการผลิตโดยตรง ส่วนแผนกที่ 7 จะเป็นแผนกที่สนับสนุนการผลิต

1. Material Receiving (MR) แผนกรับวัตถุดิบ
2. Cutting (CT) แผนกตัดแต่งผลไม้
3. Drying (D) แผนกอบ
4. Pre-packing (PP) แผนกเตรียมบรรจุ
5. Packing (PK) แผนกบรรจุ
6. Product Storage (PS) แผนกเก็บผลิตภัณฑ์
7. Supporting services ส่วนสนับสนุนการผลิต
 - Dressing ห้องแต่งตัวพนักงาน

- Equipment Storage ห้องเก็บอุปกรณ์
- Washing ห้องล้างอุปกรณ์
- Longan Tea Production ห้องผลิตชาลำไย
- Fermentation ห้องหมักลำไย (สูตรเฉพาะ)
 - Gas Storage ห้องเก็บถังแก๊ส
 - Office สำนักงาน
 - Toilet ห้องน้ำ

3. วิเคราะห์การไหลของวัตถุดิบ โดยใช้แผนภูมิไป-กลับ (From - To Chart) เก็บข้อมูลการผลิตลำไยอบแห้งจำนวน 10 วัน (กำลังการผลิตวันละ 300 กิโลกรัม) นับจำนวนรอบของการขนย้ายวัตถุดิบไปยังแผนกต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการผลิตโดยตรง ค่าเฉลี่ยแสดงได้ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แผนภูมิไป-กลับ (From - To Chart) จำนวนรอบของแต่ละแผนก

From - To	(MR)	(CT)	(D)	(PP)	(PK)	(PS)
(MR)	-	10	0	0	0	1
(CT)	0	-	5	2	0	0
(D)	0	0	-	5	0	0
(PP)	0	0	0	-	5	1
(PK)	0	0	0	0	-	5
(PS)	0	0	0	0	0	-

4. วิเคราะห์ความสัมพันธ์

วิเคราะห์จากจำนวนรอบของแต่ละแผนกตามแผนภูมิไป-กลับ โดยจำแนกความสัมพันธ์ A, E, I, O, U และ X ตามหลัก SLP และกำหนด

ความสัมพันธ์ M, N และ O ตามหลัก GMP โดยค่าความสัมพันธ์ตาม SLP และ GMP สอดคล้องกันดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ระดับความสัมพันธ์ที่แสดงในแผนภูมิความสัมพันธ์

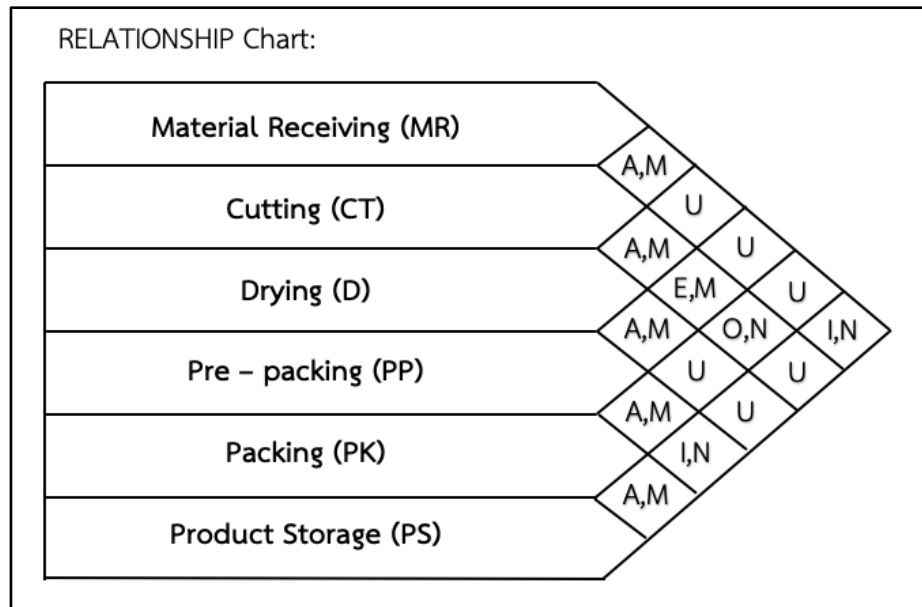
ความสัมพันธ์ตามหลัก SLP		ความสัมพันธ์ตามหลัก GMP	
ระดับความสัมพันธ์	ค่าความสัมพันธ์	ระดับความสัมพันธ์	ค่าความสัมพันธ์
A: Absolutely Necessary	ระดับความสัมพันธ์ที่สมบูรณ์แบบที่สุด ต้องอยู่ติดกันหรือใกล้กันมากที่สุด	M: Must be close together	ต้องอยู่ติดกันมากที่สุด เพราะเป็นไปตามขั้นตอนกระบวนการผลิต และไม่ขัดต่อหลัก GMP เช่น แผนกรับวัตถุดิบและแผนกตัดแต่งผลไม้
E: Especially Important	ระดับความสัมพันธ์พิเศษแต่น้อยกว่าระดับ A หรือมีระดับความสัมพันธ์มาก		
I: Important	ระดับความสัมพันธ์แบบน้อยกว่าระดับ E หรือมีระดับความสัมพันธ์	N: Near	ควรอยู่ใกล้กันเพราะเป็นไปตามขั้นตอนการผลิตและไม่ขัดต่อหลัก GMP เช่นแผนกเตรียมบรรจุ กับแผนกเก็บผลิตภัณฑ์
O: Ordinary	ระดับความสัมพันธ์แบบน้อยกว่าระดับ I หรือมีระดับความสัมพันธ์น้อย		
U: Unimportant	ระดับความสัมพันธ์น้อยที่สุด หรืออิสระต่อกัน	-	-
X: Undesirable	ความสัมพันธ์ในทางลบแผนกใดที่ถูกกำหนดให้มีความสัมพันธ์ระดับ X แสดงว่าไม่ต้องการให้แผนกนั้นอยู่ใกล้กัน	O: Other	ไม่ควรอยู่ใกล้กันเพราะสภาพแวดล้อมต่างกัน (หากจำเป็นต้องอยู่ใกล้กัน ต้องไม่มีช่องทางเปิดหรือมีผนังกันไว้

จากนั้นนำความสัมพันธ์ดังกล่าว เขียนลงในแผนภูมิความสัมพันธ์ (Relationship chart) ดังภาพที่ 2 และนำความสัมพันธ์ดังกล่าวมาแปลงเป็น

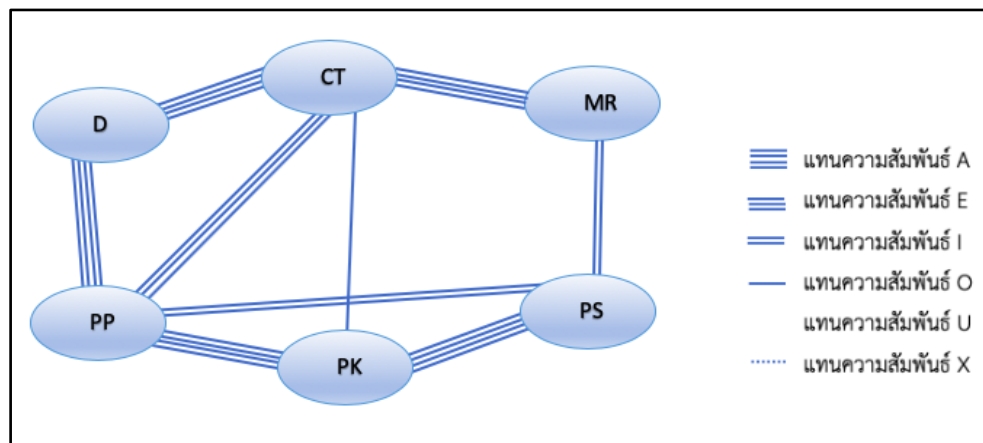
แผนภาพความสัมพันธ์ที่แสดงความเชื่อมโยงและความใกล้ชิดกันของแต่ละแผนก ดังภาพที่ 3 จากนั้นพิจารณาพื้นที่ที่ต้องการของแต่ละแผนก ทั้งแผนก

ที่เกี่ยวข้องกับการผลิต และส่วนสนับสนุนการผลิต
จากเครื่องมือ เครื่องจักร และอุปกรณ์ที่จำเป็นใน
แต่ละแผนก โดยพื้นที่ที่ต้องการนั้นจะแสดงในค่า
น้อยที่สุดที่แผนกนั้นควรมี และพื้นที่ที่ว่างผัง

โรงงานจะแสดงในส่วนที่พื้นที่เหมาะสมในการวาง
แผนกตามแผนภาพความสัมพันธ์ข้างต้น ดังแสดง
ในตารางที่ 3



ภาพที่ 2 แผนภูมิความสัมพันธ์ (Relationship Chart)



ภาพที่ 3 แผนภาพความสัมพันธ์ (Relationship Diagram)

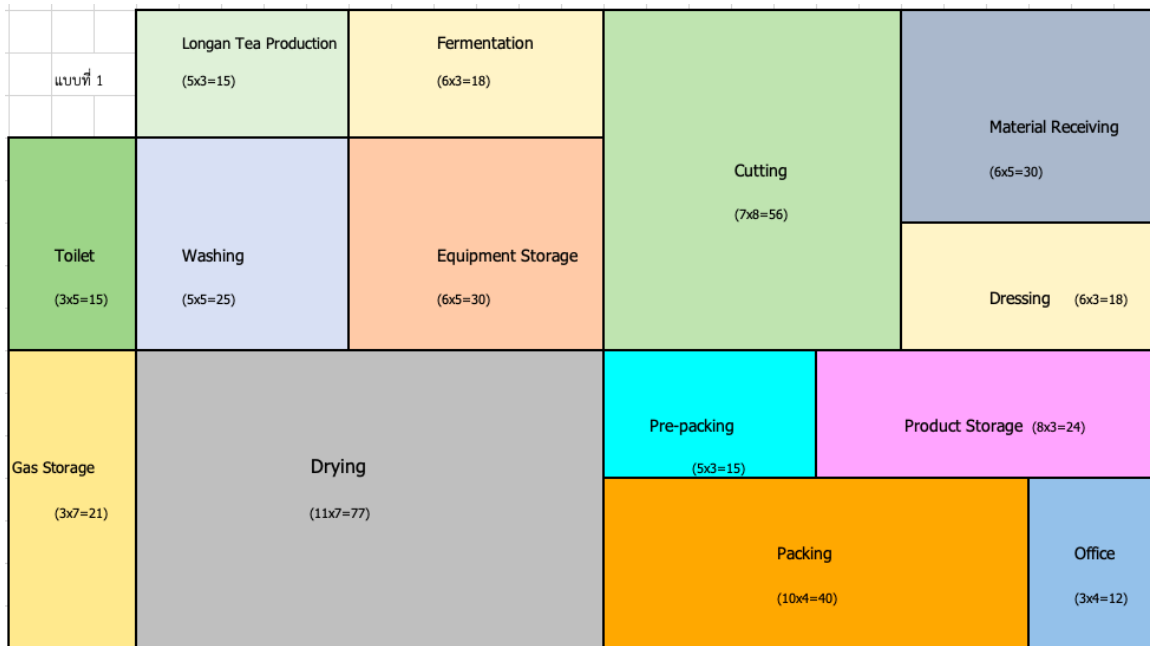
ตารางที่ 3 พื้นที่ที่ต้องการ และพื้นที่ออกแบบวางผังโรงงาน

แผนก	เครื่องมือ - อุปกรณ์	พื้นที่ที่ต้องการ (ตร.ม.)	พื้นที่วางผัง (แบบที่ 1) (ตร.ม.)	พื้นที่วางผัง (แบบที่ 2) (ตร.ม.)
Material Receiving (MR)	ลังพลาสติกใส่วัตถุดิบ บริเวณล้าง ก๊อกน้ำ สายยาง ตาชั่งน้ำหนัก	30	30	25
Cutting (CT)	โต๊ะตัดแต่ง แก้วอึ้งพนักงาน	55	56	56
Drying (D)	เครื่องอบ	75	77	77
Pre-packing (PP)	โต๊ะ	15	15	18
Packing (PK)	โต๊ะ ตาชั่ง	40	40	36
Product Storage (PS)	ชั้นวาง	20	24	24
Dressing	ตู้เก็บผ้ากันเปื้อนถุงมือชั้นวางรองเท้า	20	18	21
Equipment Storage		30	30	24
Washing	อ่างล้าง ก๊อกน้ำ	25	25	25
Longan Tea Production	โต๊ะ	15	15	24
Fermentation		15	18	18
Gas Storage	ถังแก๊ส	20	21	21
Office	โต๊ะ	10	12	12
Toilet		15	15	15
รวม		385	396	396

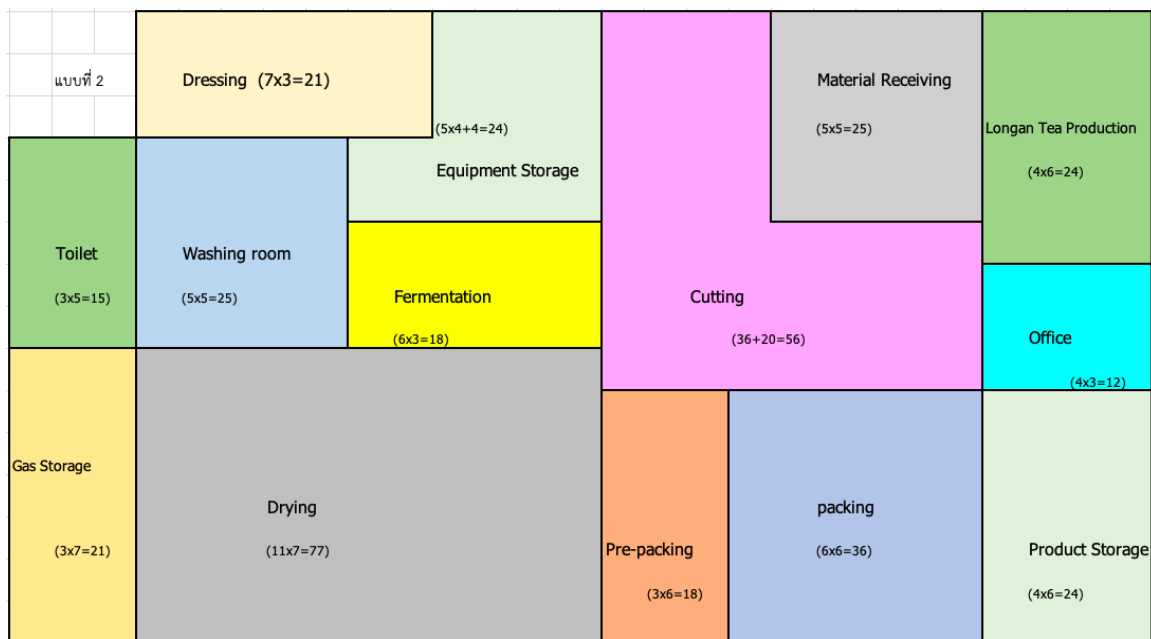
ซึ่งผู้วิจัยได้ออกแบบผังโรงงานไว้ 2 แบบ โดยแต่ละแบบ จะเป็นการวางแผนกต่าง ๆ ตามขนาดของโรงงานที่สมาชิกวิสาหกิจชุมชนกำหนดไว้ในเบื้องต้น ความกว้าง 15 เมตร ความยาว 27 เมตร และพื้นที่ไม่เกิน 400 ตารางเมตร (ตามงบประมาณที่ตั้งไว้ 3 ล้านบาท) และเตรียม 1 ห้องสำหรับการหมักลำไย(สูตรพิเศษ) ที่จำเป็นต้องหมักลำไยในอุณหภูมิต่ำค้างคืนไว้ 1 คืนก่อนการอบแห้ง ขนาดไม่ต่ำกว่า 18 ตารางเมตร นอกจากนั้นอีก 1 ห้อง ขนาดไม่ต่ำกว่า 15 ตารางเมตร สำหรับการผลิตชาลำไย (ผลิตภัณฑ์แปรรูปในอนาคตต่อไป)

ผังโรงงานแบบที่ 1 มีพื้นที่ใช้สอยรวม 396 ตารางเมตร สามารถวางแผนกได้ครบทั้งแผนกที่เกี่ยวข้องกับการผลิตโดยตรงและแผนกที่เป็นส่วนสนับสนุนการผลิต และมีพื้นที่ของแต่ละแผนกเพียงพอกับพื้นที่ที่ต้องการ แสดงได้ดังภาพที่ 3

ผังโรงงานแบบที่ 2 มีพื้นที่ใช้สอยรวม 396 ตารางเมตร สามารถวางแผนกได้ครบทั้งแผนกที่เกี่ยวข้องกับการผลิตโดยตรงและแผนกที่เป็นส่วนสนับสนุนการผลิต และมีพื้นที่ของแต่ละแผนกเพียงพอกับพื้นที่ที่ต้องการ แสดงได้ดังภาพที่ 4



ภาพที่ 3 ผังโรงงานแบบที่ 1



ภาพที่ 4 ผังโรงงานแบบที่ 2

จากนั้นจะทำการประเมินผังโรงงานทั้ง 2 แบบ โดยวิธี Adjacency-Based Scoring เพื่อตัดสินใจเลือกผังโรงงานที่เหมาะสม และทำการวางผังโรงงานแบบละเอียดโดยวิธี Adjacency-Based Scoring จะพิจารณาแผนกที่เกี่ยวข้องกับการผลิตและมีพื้นที่ติดกัน โดยคะแนนรวมสามารถคำนวณได้จากสมการ ที่ 1 ดังนี้

$$S = \sum_{i=1}^6 W_i X_i \text{ ----- (สมการที่ 1)}$$

เมื่อ S คือ คะแนนรวม

W_i คือ ค่าน้ำหนักความใกล้ชิดของแต่ละความสัมพันธ์

X_i คือ จำนวนความสัมพันธ์นั้น

โดยจะให้ค่าน้ำหนักความใกล้ชิดในระดับความสัมพันธ์ ดังนี้

- A มีค่าน้ำหนักความใกล้ชิด 64 คะแนน
- E มีค่าน้ำหนักความใกล้ชิด 16 คะแนน
- I มีค่าน้ำหนักความใกล้ชิด 4 คะแนน
- O มีค่าน้ำหนักความใกล้ชิด 1 คะแนน
- U มีค่าน้ำหนักความใกล้ชิด 0 คะแนน
- X มีค่าน้ำหนักความใกล้ชิด -64 คะแนน

ในผังโรงงานแบบที่ 1 และผังโรงงานแบบที่ 2 มีแผนกที่เกี่ยวข้องกับการผลิตที่มีพื้นที่ติดกันแสดงได้ดังตารางที่ 4 และได้แสดงผลการประเมินผังโรงงาน โดยวิธี Adjacency-Based Scoring

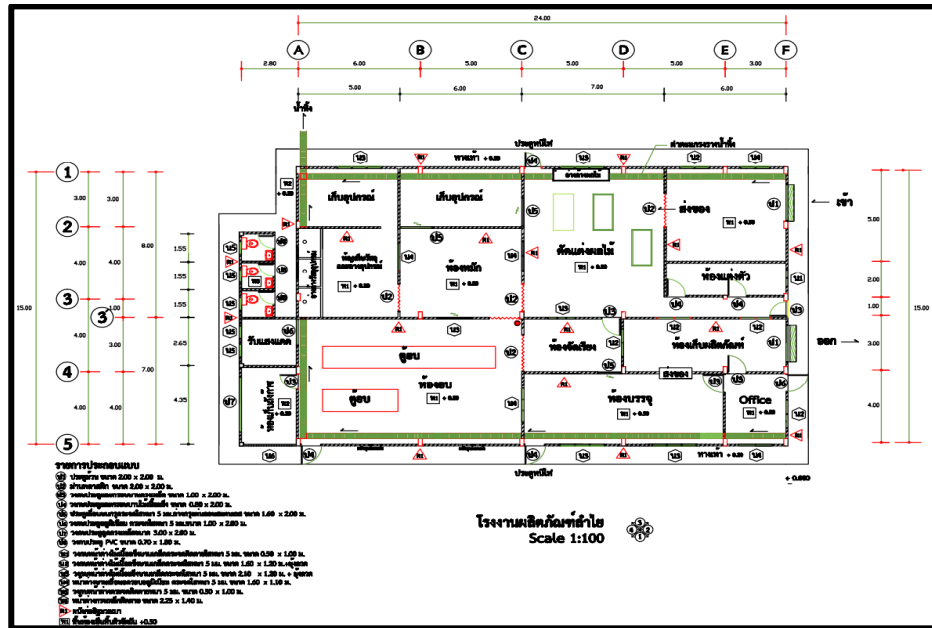
ตารางที่ 4 ผลการประเมินผังโรงงาน โดยวิธี Adjacency-Based Scoring

ผังโรงงานแบบที่ 1			ผังโรงงานแบบที่ 2		
แผนกที่ติดกัน	ความสัมพันธ์	ค่าน้ำหนัก	แผนกที่ติดกัน	ความสัมพันธ์	ค่าน้ำหนัก
MR – CT	A	64	MR – CT	A	64
CT – D	A	64	CT – D	A	64
CT – PP	E	16	CT – PP	E	16
CT – PS	U	0	CT – PK	O	1
D – PP	A	64	D – PP	A	64
D – PK	U	0	PP – PK	A	64
PP – PK	A	64	PK – PS	A	64
PP – PS	I	4			
PK – PS	A	64			
คะแนนรวม		340	คะแนนรวม		337

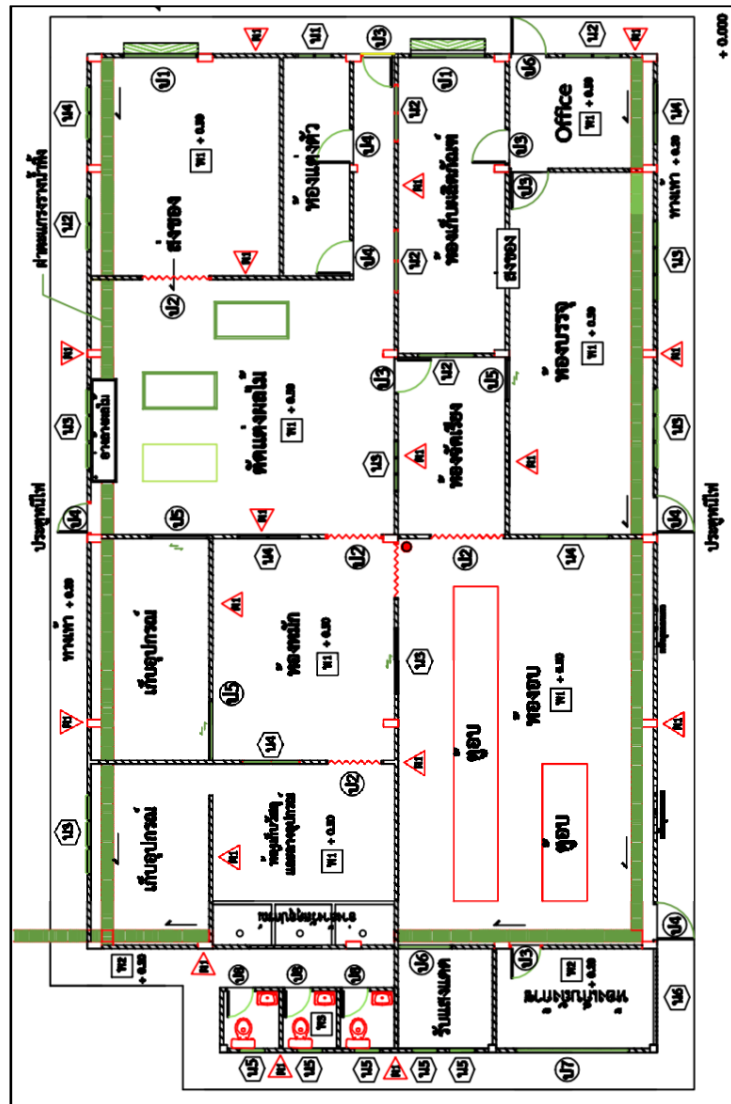
จากตารางที่ 4 พบว่า ผังโรงงานแบบที่ 1 มีค่าน้ำหนักความใกล้ชิด มากถึง 340 คะแนน ซึ่งมากกว่าค่าน้ำหนักความใกล้ชิดของผังโรงงานแบบที่ 2 ที่มีคะแนน 337 คะแนน จึงเลือกผังโรงงานแบบที่ 1 มาทำการวางผังแบบละเอียดต่อไป

5. การวางผังโรงงานแบบละเอียด ผังแบบละเอียดนี้ จะประกอบไปด้วย ความกว้าง ความยาว

ของแต่ละแผนก ประตู หน้าต่าง ช่องส่งของ วัสดุอุปกรณ์ ที่จำเป็น รวมถึงประตูหนีไฟ ทางเข้า – ออก และแบบด้านหน้า ด้านข้าง ด้านหลังของตัวโรงงาน แสดงได้ดังภาพที่ 5 ผังโรงงานแบบละเอียด และภาพที่ 6 ผังโรงงานแบบละเอียด (ขยาย)



ภาพที่ 5 ผังโรงงานแบบละเอียด



ภาพที่ 6 ผังโรงงานแบบละเอียด (ขยาย)

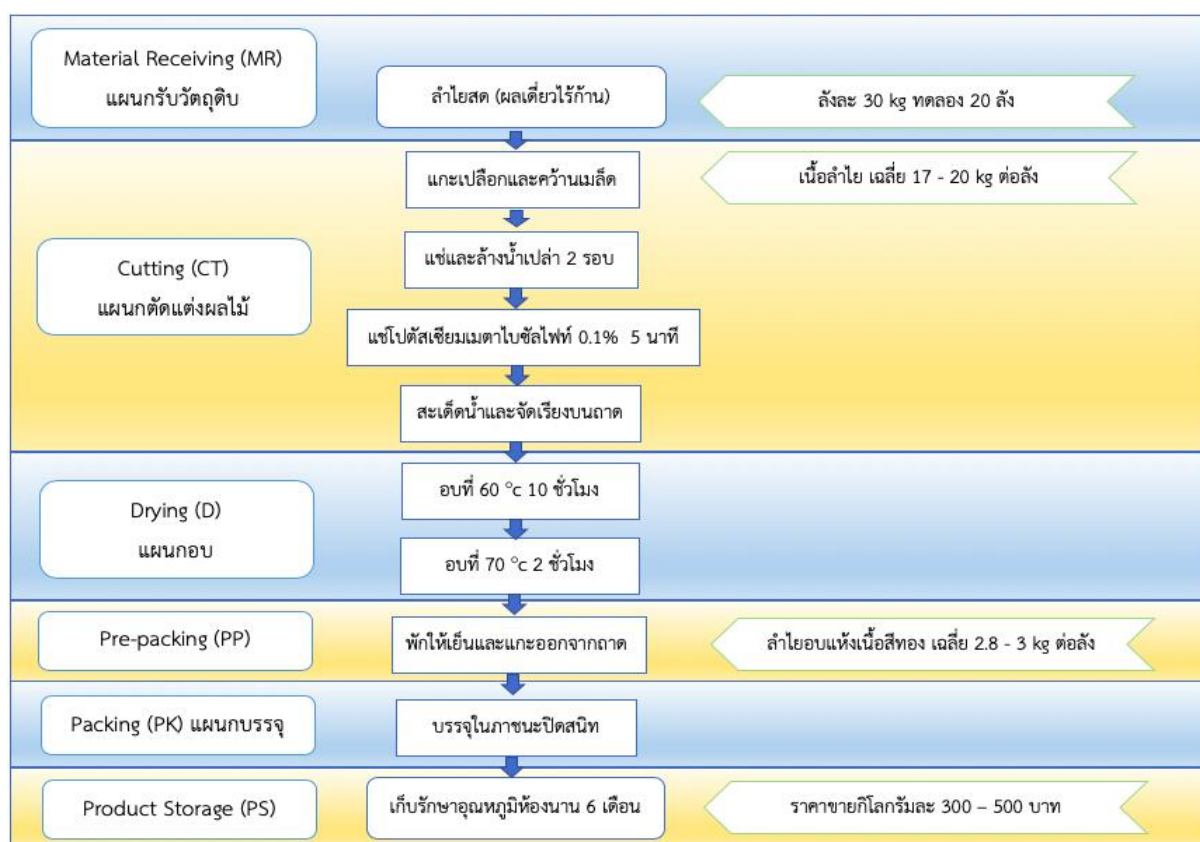
หลังจากออกแบบผังโรงงานเรียบร้อยแล้วทาง
วิสาหกิจฯ ได้ ยื่นขออนุญาตก่อสร้างโรงงานตามแบบ
ในเขตพื้นที่ เทศบาลตำบลประดู่ป่า อำเภอเมือง
จังหวัดลำพูน และทำการก่อสร้างโรงงานตามแบบ

จากนั้นทางวิสาหกิจฯ ได้ยื่นขออนุญาต
ผลิตผลิตภัณฑ์ ตามหลักเกณฑ์วิธีการผลิตอาหารที่ดี
ในการผลิตอาหารว่าด้วยประกาศกระทรวง
สาธารณสุข เรื่อง วิธีการผลิตเครื่องมือเครื่องใช้ในการ
การผลิตและการเก็บรักษาอาหารแปรรูปที่บรรจุใน

ภาชนะพร้อมจำหน่าย (Primary GMP) ที่ สำนักงาน
สาธารณสุขจังหวัดลำพูน ไบร้รับรอง

6. การทดสอบกระบวนการผลิต

เมื่อก่อสร้างโรงงานเสร็จแล้ว ผู้วิจัยได้ทำ
การออกแบบกระบวนการผลิต และทดสอบ
กระบวนการผลิต เพื่อทดลองใช้ผังโรงงานและ
เครื่องจักร อุปกรณ์ที่ไว้ติดตั้งไว้ ในการทดสอบ
โรงงานและทดสอบกระบวนการผลิตสามารถแสดงดัง
ภาพที่ 7



ภาพที่ 7 การทดสอบโรงงาน(ทดสอบกระบวนการผลิต)

จากภาพที่ 7 เริ่มต้นที่แผนกรับวัตถุดิบ วัตถุดิบคือ
ลำไยผลเดี่ยวไร้ก้าน จากเกษตรกรที่นำมาจำหน่าย
โดยตรงให้ทางโรงงาน ทางโรงงานซั้งและรับซื้อแล้ว
นำไปแช่เย็นไว้ก่อนนำมาผลิตลำไยอบแห้ง โดยบรรจุ
ลงลังพลาสติกขนาดลังละ 30 กิโลกรัม ปริมาณ 20
ลังต่อวัน (ทำการทดสอบเป็นระยะเวลา 10 วัน) ทำ

การล้างลำไยทั้งเปลือกที่บรรจุในลังพลาสติกนั้น ทั้ง
ไว้ให้สะเด็ดน้ำ ส่งต่อไปยังแผนกตัดแต่งผลไม้

ในแผนกตัดแต่งผลไม้ พนักงานจะทำการ
แกะเปลือกและคว้านเมล็ดลำไยออก แยกไว้เฉพาะ
เนื้อลำไย จากการทดสอบ ค่าเฉลี่ยของเนื้อลำไยจาก
ลำไยผลลำไย 30 กิโลกรัมต่อลัง เนื้อลำไยจะอยู่ที่
18.4 กิโลกรัม (กระจายตัวอยู่ระหว่าง 17-20

กิโลกรัม) จากนั้นนำเนื้อลำไยทั้งหมดแบ่งใส่ตะกร้า เพื่อแช่และล้างน้ำเปล่า 2 รอบ (รอบละ 30 วินาที) และนำไปแช่ในสารละลายไฮโปคลอไรต์เข้มข้น 0.1% เป็นเวลา 5 นาที นำไปสะเด็ดน้ำแล้วจัดเรียงบนถาดที่เตรียมไว้ ระหว่างการจัดเรียงบนถาด พนักงานจะทำการคัดเนื้อลำไยที่ไม่สมบูรณ์ออก (แยกเป็นเกรด B) เมื่อเต็มถาดแล้วจะนำถาดนั้นใส่ในรถเข็น (รถเข็น 1 คัน สามารถบรรจุถาดได้ 10 ถาด) ส่งต่อไปยังแผนกอบ

ในแผนกอบ เครื่องอบ 1 เครื่องสามารถบรรจุรถเข็นได้ทั้งคัน จำนวน 1 คัน ในการอบครั้งที่ 1 ใช้เวลาในการอบ 10 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 60°C

จากนั้น ปรับอุณหภูมิ เป็น 70°C อบต่อไปอีก 2 ชั่วโมง เมื่อทำการอบแล้ว เคลื่อนย้ายรถเข็นไปยังแผนกเตรียมบรรจุ เพื่อพักผลิตภัณฑ์ให้เย็นลงและทำการแกะเนื้อลำไยออกจากถาด โดยลำไยที่ผ่านการอบแห้งเนื้อสีทองจะเหลือน้ำหนักโดยเฉลี่ยอยู่ที่ 2.87 กิโลกรัม (กระจายอยู่ที่ 2.8 – 3 กิโลกรัม) จากลำไยผลเดี่ยว 30 กิโลกรัม

ในแผนกบรรจุ จะบรรจุลำไยอบแห้งในถุงขนาดต่าง ๆ ตามการจำหน่าย ลำไยอบแห้งเนื้อสีทองนั้นสามารถเก็บรักษาไว้ในอุณหภูมิห้องได้นาน 6 เดือน ราคาจำหน่ายกิโลกรัมละ 300 - 500 บาท ตามปริมาณการบรรจุ

ตารางที่ 6 แผนการใช้ประโยชน์พื้นที่โรงงานและเครื่องอบ

เดือน	ผลไม้ที่ทำการอบ	หมายเหตุ
มกราคม - กุมภาพันธ์	สับปะรด	
มีนาคม	มะม่วง	พักทำความสะอาดโรงงานและบำรุงรักษาเครื่องอบ ช่วงต้นเดือนมีนาคม
เมษายน - พฤษภาคม	มะม่วง ลิ้นจี่	
มิถุนายน	แก้วมังกร	
กรกฎาคม - สิงหาคม - กันยายน	ลำไย	
ตุลาคม	แก้วมังกร	พักทำความสะอาดโรงงานและบำรุงรักษาเครื่องอบ ช่วงต้นเดือนตุลาคม
พฤศจิกายน - ธันวาคม	กล้วยหอมทอง	

เนื่องจากลำไยอบแห้งเนื้อสีทองไม่สามารถทำการผลิตได้ทั้งปี เพราะลำไยมีฤดูการเก็บเกี่ยวสั้น (เดือนกรกฎาคม ถึงเดือนสิงหาคม เท่านั้น) แม้จะเก็บรักษาลำไยสดไว้ในห้องเย็นก็สามารถเก็บไว้ได้นานเพียง 1 เดือน และทำให้เสียค่าใช้จ่ายในการเก็บรักษาเพิ่มขึ้นอีก ส่งผลให้การผลิตในช่วงตั้งแต่ เดือนตุลาคม เป็นต้นไป ต้องหยุดชะงักลง ผู้วิจัยจึงประชุมหารือร่วมกับสมาชิกวิสาหกิจชุมชนเรื่องการนำผลไม้ชนิดอื่น ๆ ในพื้นที่ปลูกใกล้เคียงมาอบ เพื่อแปรรูปเพิ่มมูลค่าให้กับผลไม้ชนิดอื่น ๆ และเป็นการใช้ประโยชน์จากพื้นที่โรงงานและเครื่องอบให้เกิดประโยชน์สูงสุดด้วย ซึ่งในแต่ละเดือนจะสามารถทำการผลิตผลไม้

ต่างชนิดได้ดังตารางที่ 6 จากนั้นทางวิสาหกิจฯ ได้ยื่นขออนุญาตจดทะเบียนอาหารสำเร็จรูปที่พร้อมบริโภคได้ทันที ในชื่อ ลำไยอบแห้ง (Dried Longan) แก้วมังกรอบแห้ง (Dried Dragon Fruit) กล้วยอบแห้ง (Soft Dried Fruit) มะม่วงอบแห้ง (Dried Mango) ตามลำดับ

สรุปผลการวิจัย

งานวิจัยนี้สามารถวางแผนผังโรงงานสำหรับผลิตภัณฑ์ลำไยอบแห้งเนื้อสีทองที่มีความปลอดภัยตามหลักวิธีการผลิตอาหารที่ดีและมีกระบวนการทำงานสำหรับผลิตภัณฑ์ลำไยอบแห้งเนื้อสีทองและสามารถประยุกต์ใช้ผังโรงงานกับกระบวนการผลิต

ผลิตภัณฑ์อื่น ๆ ได้ เช่น การอบแห้งแก้มังกร การอบแห้งมะม่วง การอบแห้งกล้วยหอมทอง เป็นต้น

อภิปรายผล

การวางแผนโรงงานโดยวิธีการวางแผนโรงงานอย่างมีระบบ (SLP) เหมาะสำหรับการออกแบบผังโรงงานที่มีความยืดหยุ่น สามารถออกแบบกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์ที่ต้องให้มีความปลอดภัยตามหลักวิธีการผลิตอาหารที่ดีในข้ออาคารผลิต และ

สามารถผลิตสินค้าได้อย่างมีประสิทธิภาพและประสิทธิผลสูง

ข้อเสนอแนะ

การผลิตลำโอบแห้งเนื้อสัตว์ของวิสาหกิจชุมชนแปรรูปผลิตภัณฑ์เกษตรบ้านลำช้าง พบว่ายังมีอัตราผลิตผลต่ำกว่าที่คาดการณ์ไว้ กระบวนการผลิตยังสามารถพัฒนาต่อไปได้เพื่อให้มีประสิทธิภาพการผลิตที่สูงขึ้น ตามแนวทางพัฒนา ดังตารางที่ 7

ตารางที่ 7 ปัญหาและแนวทางการพัฒนา

ประเด็นปัญหาที่พบ	แนวทางการพัฒนา
1. แรงงานขาดความเชี่ยวชาญในกระบวนการทำงานในโรงงานอุตสาหกรรม ทำให้เกิดความล่าช้าในการทำงาน เกิดของเสียจากกระบวนการผลิตมาก	1. อาศัยหลักการทำงานด้านวิศวกรรมอุตสาหกรรมเข้าช่วยในการแก้ปัญหา เช่น หลักการศึกษางาน (Work Study) หลักลดความสูญเสีย 7 ประการ (7 Wastes) หลักลดความสูญเสียเปล่า ECRS โดยทำให้กระบวนการผลิตง่ายขึ้น ลดข้อผิดพลาดจากกระบวนการผลิต ส่งผลให้ประสิทธิภาพของงานนั้นๆ ดีขึ้น
2. พนักงานเกิดความเมื่อยล้าสะสมบริเวณอวัยวะในการทำงาน อาจก่อให้เกิดความเครียดจากการทำงาน หรืออุบัติเหตุจากการทำงานได้	2. อาศัยหลักการทำงานด้านวิศวกรรมอุตสาหกรรมเข้าช่วยในการแก้ปัญหา เช่น หลักการการยศาสตร์ โดยเป็นการเพิ่มคุณค่าอันพึงประสงค์ของมนุษย์ในด้านการเพิ่มความปลอดภัย ลดความเหนื่อยล้าและความเครียดจากการทำงาน เพิ่มความสะดวกสบาย รวมทั้งเพิ่มการยอมรับและความพึงพอใจในงาน และพัฒนาคุณภาพชีวิตของผู้ปฏิบัติงานให้ดีขึ้น

เอกสารอ้างอิง

- จันทร์นา สงวนรุ่งวงศ์. (2549). *คู่มือการประยุกต์ใช้ GMP และ 5ส ในอุตสาหกรรมอาหาร*. กรุงเทพฯ : พงษ์วารินการพิมพ์.
- จิรวัดน์ ยอดสุวรรณ. (2546). *กระบวนการพัฒนาระบบหลักเกณฑ์และวิธีการที่ดีในการผลิตสำหรับกระบวนการผลิตอาหาร: กรณีศึกษา บริษัทพาวเวอร์แพคเอ็กซ์เพรส จำกัด จังหวัดเชียงใหม่: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่*.
- เฉลิมชาติ แจ่มจรรยา. (2541). *การประยุกต์ใช้ระบบ HACCP ในการควบคุมความสะอาดปลอดภัยในกระบวนการผลิตอาหารของโรงครัวโรงพยาบาล : กรณีศึกษาโรงพยาบาลพระนครศรีอยุธยา: กองสุขาภิบาลอาหาร กรมอนามัย*.
- ชัยนนท์ ศรีสุกีนานนท์. (2548). *การออกแบบผังโรงงานเพื่อเพิ่มผลผลิต*. กรุงเทพฯ : โอกรูป เพรส.

- ปภาวดี ชำนินาและอัฐพร ไกรอาบ. (2563). *แนวทางการพัฒนาระบบการออกแบบและวางผังโรงงานสำหรับอุตสาหกรรมอาหาร กรณีศึกษา: โรงงานผลิตปลาหมึกอบกรอบ*. ปรินญานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต. มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต.
- ประกาศิษฐ์ แทนวันชัยและคมกฤต เล็กสกุล. (2563). *การออกแบบผังโรงงานสำหรับวิธีการที่ดีในโรงงานผลิตเครื่องดื่มน้ำส้มจืด*. งานสัมมนาทางวิชาการวิศวกรรมอุตสาหกรรมและการจัดการอุตสาหกรรม ครั้งที่ 4. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- พรชัย ถุภษณ์นันท. (2546). *การปรับปรุงผังโรงงานสำหรับโรงงานอัดบรรจุแก๊สใส่ถัง*. วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- เศขฤทธิ์ ต้นตระกูล. (2543). *การออกแบบผังโรงงานใหม่: กรณีศึกษาโรงงานผลิตชิ้นส่วนอุปกรณ์รถจักรยานยนต์*. วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สมศักดิ์ ตรีสัตย์. (2535). *การออกแบบและวางผังโรงงาน*. กรุงเทพฯ : ส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น).
สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา. (2546). *แนวทางการผลิตอาหารตามหลักเกณฑ์วิธีการผลิตที่ดี*. กรุงเทพฯ : สำนักงานกิจการโรงพิมพ์องค์การสงเคราะห์ทหารผ่านศึก.
- สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา. (2547). *แนวทางการผลิตขนมปังตามหลักเกณฑ์วิธีการผลิตที่ดี*. กรุงเทพฯ : ชุมชนสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- สุวิมล กิรติพิบูล. (2544). *GMP ระบบการจัดการและควบคุมการผลิตอาหารให้ปลอดภัย*. กรุงเทพฯ: สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น).
- Chan,K.C.and Tansri, H. (1994). *A study of genetic crossover operations on the facilities layout problem*. Computers &Industrial Engineering, 26(3): 537-550.
- D.P.van donk and G.gaalman. (2004). *Food Safety and Hygiene: Systematic Layout Planning of Food Processes*. Chemical Engineering Research and Design 82(11):1485–1493.
- Francis, R.L., J.A. White. (1974). *Facility Layout and Location: An analytical approach*, Prentice Hall, Inc., Englewood Cliffs, N.J.
- Forsyth, S.J.and Hayes, P.R., (1998). *Food hygiene, Microbiology and HACCC* (chapman&Hall, New York, USA),.
- Lelieveld,H.L.M, Mostert, M.A., Holah, J. and White, B.(eds). (2003). *Hygiene in Food Processing*. Woodhead, Cambridge.
- Lin, L.,C.,and Sharp, G., P., (1999). *Theory and Methodology:Quantitative and Qualitation indices for the Plant Layout Evaluation Problem*, *European Journal of Operation Research* 166,100-117,.
- Ornurai,S. (2004). *Layout Improvement by roll heuristic*, *International Conference on Computer and Industrial Engineering 31st*,USA,.
- Van donk, D.P. and G.gaalman. (2004). *Food safety and hygiene Syetematic layout planning of food processes*, *Chemical Engineering Research and Design*,82(A11),1485-1493.
- Wang,M.J.,Hu,M.H.andKu,M.Y. (2005). *A solution to the unequal area facility layout problem by genetic algorithm*. *Computer in Industry*,56(5),207-220.

ศึกษาแนวทางการจัดการด้านการขนส่งเพื่อยกระดับมหาวิทยาลัยราชภัฏชัยภูมิ สู่มหาวิทยาลัยสีเขียว

Study transportation management guidelines Chaiyaphum Rajabhat University toward green university

กมลรักษ์ แก่งคำ¹, ศักดิ์ชัย ดรดี²

โครงการจัดตั้งคณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม,
มหาวิทยาลัยราชภัฏชัยภูมิ^{1,2}

Kamonrak Kangkham¹, Sakchai Dondee²

Establish Project of the faculty of Engineering and Industrial Technology,
Chaiyaphum Rajabhat University^{1,2}

E-mail: kamonrak11@gmail.com¹, E-mail: ss_sakchi@hotmail.com²

Received: August 31, 2023; Revised: October 10, 2023; Accepted: October 30, 2023

บทคัดย่อ

การศึกษาในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ (1) เพื่อสำรวจและรวบรวมข้อมูล ในด้านระบบโครงสร้างพื้นฐานด้านการขนส่ง (2) เพื่อวิเคราะห์ถึงสภาพการจราจร และศักยภาพของระบบการขนส่งภายในมหาวิทยาลัยในปัจจุบัน (3) เพื่อพัฒนารูปแบบการบริหารจัดการด้านการขนส่งที่เหมาะสมกับบริบทของมหาวิทยาลัย เพื่อเข้าสู่ความเป็นมหาวิทยาลัยสีเขียว โดยประชากรกลุ่มตัวอย่าง คือ นักศึกษาและบุคลากรมหาวิทยาลัยราชภัฏชัยภูมิ โดยการสำรวจ และเก็บข้อมูลการเดินทาง เข้า-ออก ภายในมหาวิทยาลัย เป็นระยะเวลา 1 สัปดาห์ ตั้งแต่เวลา 06.00-18.00 น. ซึ่งงานวิจัยได้มีการจัดเก็บข้อมูลที่เกี่ยวข้องด้านการขนส่ง โดยใช้การสำรวจพฤติกรรมการเดินทาง และใช้แบบสอบถาม จากนั้นนำข้อมูลมาวิเคราะห์ผลโดยใช้สถิติพื้นฐาน ค่าร้อยละ และค่าเฉลี่ยเลขคณิตถ่วงน้ำหนัก จากผลของการศึกษา พบว่า โครงสร้างพื้นฐานของมหาวิทยาลัย และข้อมูลด้านการจราจรและขนส่ง ยังถือว่ามີปริมาณไม่มากและคล่องตัว และจากการวิเคราะห์และระดมสมองจากผู้เชี่ยวชาญทำให้ได้แนวทางในการพัฒนาระบบขนส่งที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมภายในมหาวิทยาลัยดังนี้ มาตรการในการควบคุมความต้องการเดินทาง ได้แก่ มาตรการเชิงบังคับ เพื่อให้มีการเปลี่ยนแปลงไปใช้การเดินทางรูปแบบอื่น ๆ แทนการใช้รถยนต์ และมาตรการเชิงสนับสนุน ได้แก่ มาตรการปรับปรุงทางกายภาพและสิ่งอำนวยความสะดวกของทางเดินเท้าและเส้นทางจักรยาน มาตรการพัฒนาทางกายภาพของเส้นทางที่เหมาะสมสำหรับคนทุกประเภท และความสามารถในการสร้างสภาพแวดล้อมทางเดินเท้าทางจักรยานที่ปลอดภัย เพื่อเป็นแรงจูงใจในการปรับเปลี่ยนรูปแบบการเดินทางมาใช้แบบไร้เครื่องยนต์ในอนาคต

คำสำคัญ : มหาวิทยาลัยสีเขียว การขนส่งสีเขียว ยูเอกรีนเมตริก การมีส่วนร่วม

ABSTRACT

The aims of this research were threefold: (1) to conduct a survey and gather data on transportation infrastructure systems, (2) to analyze traffic conditions and assess the current transportation system's potential within the university, and (3) to develop a transportation management model tailored to the university's context, aligning with the goal of transitioning to a green university.

The study targeted students and staff at Chaiyaphum Rajabhat University, involving a week-long survey from 6:00 a.m. to 6:00 p.m. to capture data on travel to and from the university. Data on transportation were collected using surveys on travel behavior and questionnaires. Analysis of the gathered data employed descriptive statistics. The findings revealed that the university's infrastructure and transportation information were relatively limited and adaptable. Subsequently, through expert analysis and brainstorming, guidelines were formulated to develop an environmentally friendly transportation system for the university. These guidelines encompass measures to control travel demand, including mandatory initiatives encouraging alternative modes of transportation to reduce car usage. Additionally, supportive measures were proposed, involving enhancements to pedestrian and bicycle routes, ensuring they are inclusive and safe for all individuals. The physical development measures aim to create an environment conducive to safe pedestrian and bicycle travel, with incentives provided to encourage a shift towards non-motorized vehicles in the future.

KEYWORDS: Green university, Green Transportation, UI Green Metric, Participation

บทนำ

ปัจจุบันโลกกำลังเผชิญกับปัญหาในระดับสากล นับเป็นความท้าทายที่ไม่เคยเกิดขึ้นมาก่อน เช่น แนวโน้มจำนวนประชากร ภาวะโลกร้อน การแสวงหาประโยชน์จากทรัพยากรธรรมชาติแบบเกินควร การพึ่งพาพลังงานจากน้ำมันเป็นหลัก การขาดแคลนน้ำ และอาหาร และความยั่งยืน ดังนั้นเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดในการอยู่ร่วมกันกับสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยซึ่งเป็นสถานที่ให้ความรู้ในระดับอุดมศึกษา จำนวนผู้บริหาร คณาจารย์ บุคลากรและนักศึกษา เปรียบเสมือนประชากรที่อาศัยอยู่ร่วมกันในชุมชน มีการใช้พื้นที่เพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุด จึงมีแนวคิดมหาวิทยาลัยสีเขียวขึ้น เพื่อใช้ในการกำหนดนโยบายด้านการป้องกัน การแก้ไขปัญหา การส่งเสริม รวมทั้งการวิจัยและพัฒนา

ด้านที่เกี่ยวข้องกับสิ่งแวดล้อมและเพื่อให้เกิดการดำเนินงานด้านมหาวิทยาลัยยั่งยืน

มหาวิทยาลัยราชภัฏชัยภูมิได้เล็งเห็นความสำคัญในการเข้าร่วมการจัดอันดับมหาวิทยาลัยสีเขียวโลก ของเครือข่ายยูไอ กรีน เมตริก (UI Green Metric World University Rankings Network) โดยมิเกณฑ์การประเมินดังแสดงในตารางที่ 1 โดยการเข้าร่วมการจัดอันดับนั้น จะช่วยสร้างความตระหนักถึงความสำคัญของความยั่งยืนในระดับภายในและภายนอกมหาวิทยาลัย การจัดอันดับกรีนเมตริกทำให้เห็นถึงบทบาทสำคัญที่สถาบันอุดมศึกษาจะสามารถช่วยสร้างความตระหนักโดยทำการประเมิน และเปรียบเทียบ ความพยายามด้านการศึกษาเพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืน งานวิจัยด้านความยั่งยืนของมหาวิทยาลัยสีเขียวและการขยายบริการเชิงรุกสู่สังคม

ตารางที่ 1 เกณฑ์การประเมิน ยูไอ กรีน เมตริก (UI Green Metric World University Rankings Network) (คู่มือ UI Green University Ranking, 2021)

ข้อ	หมวด	ร้อยละของคะแนน ทั้งหมด (%)
1	สถานที่และโครงสร้างพื้นฐาน (SI)	15
2	พลังงานและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (EC)	21
3	ของเสีย (WS)	18
4	น้ำ (WR)	10
5	การขนส่ง (TR)	18
6	การศึกษาและวิจัย (ED)	18
รวม		100

มหาวิทยาลัยราชภัฏชัยภูมิจึงมีเหตุความจำเป็นที่จะพัฒนาตนเองเพื่อเข้าสู่ความเป็นมหาวิทยาลัยสีเขียว โดยได้กำหนดโครงการ นวัตกรรมจัดการมหาวิทยาลัยราชภัฏชัยภูมิ สู่มหาวิทยาลัยสีเขียว โดยมีโครงการย่อยได้แก่ 1. นวัตกรรมจัดการด้านสถานที่และโครงสร้างพื้นฐาน (SI) เพื่อยกระดับมหาวิทยาลัยราชภัฏชัยภูมิ สู่มหาวิทยาลัยสีเขียว 2. นวัตกรรมจัดการด้านพลังงานและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (EC) เพื่อยกระดับ

มหาวิทยาลัยราชภัฏชัยภูมิ สู่มหาวิทยาลัยสีเขียว 3. นวัตกรรมจัดการด้านของเสีย (WS) เพื่อยกระดับมหาวิทยาลัยราชภัฏชัยภูมิ สู่มหาวิทยาลัยสีเขียว 4. นวัตกรรมจัดการด้านการขนส่ง (TR) เพื่อยกระดับมหาวิทยาลัยราชภัฏชัยภูมิ สู่มหาวิทยาลัยสีเขียว 5. นวัตกรรมจัดการด้านน้ำ (WR) เพื่อยกระดับมหาวิทยาลัยราชภัฏชัยภูมิ สู่มหาวิทยาลัยสีเขียว

ตารางที่ 2 ตัวชี้วัดที่เสนอให้ใช้ในการจัดอันดับปี ค.ศ. 2020 หมวดการขนส่ง (TR) (คู่มือ UI Green University Ranking, 2021)

ข้อ	หมวดและตัวชี้วัด	คะแนน	การให้น้ำหนัก
5	การขนส่ง (TR)		18%
TR1	สัดส่วนของยานพาหนะ (รถยนต์และรถจักรยานยนต์) ต่อจำนวนประชากรของมหาวิทยาลัย	200	
TR2	สัดส่วนของบริการรถรับส่งสาธารณะต่อจำนวนประชากรของมหาวิทยาลัย	200	
TR3	สัดส่วนของจักรยานต่อจำนวนประชากรของมหาวิทยาลัย	200	
TR4	ประเภทของที่จอดรถ	200	
TR5	โครงการริเริ่มด้านการขนส่งเพื่อลดจำนวนรถส่วนบุคคลในมหาวิทยาลัย	200	
TR6	การลดพื้นที่จอดรถส่วนบุคคลในช่วง 3 ปี ที่ผ่านมา	200	
TR7	บริการรถรับส่งสาธารณะ	300	
TR8	นโยบายเกี่ยวกับรถจักรยานและการเดินเท้าภายในมหาวิทยาลัย	300	
	รวม	1800	

สำหรับโครงการย่อย นวัตกรรมจัดการด้านการขนส่ง (TR) เพื่อยกระดับมหาวิทยาลัยราชภัฏชัยภูมิ สู่มหาวิทยาลัยสีเขียว จะมุ่งเน้นในประเด็นระบบการขนส่ง ตามตารางที่ 2 เป็นแนวทางในการพิจารณา ซึ่งการขนส่งมีบทบาทสำคัญในการปล่อยก๊าซคาร์บอนและระดับมลพิษในมหาวิทยาลัย นโยบายการขนส่งเพื่อจำกัดจำนวนยานยนต์ในการใช้งานภายในมหาวิทยาลัย จำนวนของรถจักรยานจะช่วยส่งเสริมสภาพแวดล้อมที่ดีต่อสุขภาพ นโยบายทางเดินเท้าจะส่งเสริมให้นักศึกษาและเจ้าหน้าที่เดินภายในพื้นที่มหาวิทยาลัยและหลีกเลี่ยงการใช้ยานพาหนะส่วนตัว การใช้ระบบขนส่งที่เป็นมิตรกับ

สิ่งแวดล้อมจะช่วยลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ภายในและรอบพื้นที่มหาวิทยาลัย

งานวิจัยนี้ผู้วิจัยจึงนำหลักแนวคิดมหาวิทยาลัยสีเขียวที่มหาวิทยาลัยในประเทศไทยดำเนินการเพื่อทำการถอดบทเรียน โดยศึกษาถึงวิธีการดำเนินงาน นโยบาย แผนการดำเนินงาน โครงการหรือกิจกรรมที่ช่วยส่งเสริมในการเป็นมหาวิทยาลัยสีเขียว รวมถึงวิเคราะห์ถึงศักยภาพและความพร้อมของมหาวิทยาลัยในด้านการขนส่งเพื่อให้ทราบปัญหาและอุปสรรคจากการเก็บข้อมูลพื้นฐานและสัมภาษณ์ผู้ที่เกี่ยวข้องในการดำเนินงานด้าน

มหาวิทยาลัยสีเขียวให้สำเร็จ เพื่อนำมาเป็นข้อเสนอ
แนวทางในการพัฒนารูปแบบการบริหารจัดการด้าน
การขนส่งที่เหมาะสมกับบริบทของมหาวิทยาลัยราช
ภัฏชัยภูมิ เพื่อเข้าสู่ความเป็นมหาวิทยาลัยสีเขียว
ต่อไปในอนาคต

วัตถุประสงค์

ประโยชน์ที่ได้รับ

1. ทราบความต้องการของผู้เดินทางภายใน
มหาวิทยาลัย และปัจจัยที่สามารถนำไปสู่ความสำเร็จ
ของการพัฒนาระบบขนส่ง ที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม
ในพื้นที่มหาวิทยาลัยราชภัฏชัยภูมิ

2. ได้ข้อมูลในการขนส่ง และการจราจร
ภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏชัยภูมิ สำหรับนำไป
วิเคราะห์สภาพการขนส่ง ศักยภาพในการพัฒนาและ
เตรียมเป็นข้อมูล ในการพัฒนามหาวิทยาลัยเข้าสู่
มหาวิทยาลัยสีเขียว

3. เป็นข้อมูลและข้อเสนอแนะในการ
วางแผนด้านการขนส่ง และวางแผนแม่บทของ
มหาวิทยาลัยราชภัฏชัยภูมิเพื่อก้าวสู่การเป็น
มหาวิทยาลัยสีเขียว

วิธีดำเนินการวิจัย

ผู้วิจัยมีการศึกษาพร้อมทั้งเก็บรวบรวมข้อมูล
ที่เกี่ยวข้องกับพฤติกรรมการเดินทางของกลุ่ม
ตัวอย่างที่ศึกษา รวมถึงบริบทของพื้นที่มหาวิทยาลัย
ราชภัฏชัยภูมิ เพื่อวิเคราะห์และระดมสมองจาก
ผู้เชี่ยวชาญในการออกแบบและพัฒนาระบบการ
ขนส่งที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมภายในมหาวิทยาลัย
เพื่อให้สอดคล้องกับตัวชี้วัดที่จะมุ่งสู่การเป็น
มหาวิทยาลัยสีเขียว ซึ่งมีแผนการดำเนินการโดยแบ่ง
ออกเป็น 4 ขั้นตอน มีรายละเอียดดังนี้

1. ทบทวนหลักการทฤษฎี และโครงการที่
เกี่ยวข้อง

2. สำรวจและเก็บรวบรวมข้อมูล

3. การวิเคราะห์แนวทางการพัฒนาระบบการ
ขนส่งและสิ่งอำนวยความสะดวกที่เกี่ยวข้อง

1. เพื่อสำรวจและรวบรวมข้อมูล ในด้านระบบ
โครงสร้างพื้นฐานด้านการขนส่ง

2. เพื่อวิเคราะห์ถึงสภาพการจราจร และ
ศักยภาพของระบบการขนส่งภายในมหาวิทยาลัยใน
ปัจจุบัน

3. เพื่อพัฒนารูปแบบการบริหารจัดการด้านการ
ขนส่งที่เหมาะสมกับบริบทของมหาวิทยาลัยราชภัฏ
ชัยภูมิ เพื่อเข้าสู่ความเป็นมหาวิทยาลัย สีเขียว

4. จัดทำข้อเสนอแนะทางเทคนิคและแผนการ
พัฒนารูปแบบการบริหารจัดการด้านการขนส่ง

ประชากรและตัวอย่าง

นักศึกษาและบุคลากรมหาวิทยาลัยราชภัฏ
ชัยภูมิ โดยการสำรวจ และเก็บข้อมูลการเดินทาง
เข้า-ออก ภายในมหาวิทยาลัย เป็นระยะเวลา 1
สัปดาห์ ตั้งแต่เวลา 06.00-18.00 น.

เครื่องมือ

งานวิจัยได้มีการจัดเก็บข้อมูลที่เกี่ยวข้อง
ด้านการขนส่งของมหาวิทยาลัย ทั้งพื้นที่ โครงสร้าง
พื้นฐานต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องในด้านการเดินทางและการ
ขนส่งภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏชัยภูมิ เพื่อใช้
วิเคราะห์และวางแผนการเดินทางภายในและโดยรอบ
มหาวิทยาลัย โดยใช้การสำรวจพฤติกรรมการเดินทาง
และใช้แบบสอบถาม ดังนี้

1. การสำรวจข้อมูลปฐมภูมิ ประกอบด้วย
การสำรวจข้อมูลการจราจร การสำรวจข้อมูล
พฤติกรรมการเดินทาง การสำรวจข้อมูลโครงสร้าง
พื้นฐานด้านการขนส่งในพื้นที่ศึกษา และใช้
แบบสอบถามในการให้ความคิดเห็นและความ
ต้องการสำหรับการเดินทางด้วยระบบการขนส่งแบบ
ไร้เครื่องยนต์

2. การรวบรวมข้อมูลทุติยภูมิ
ประกอบด้วย ข้อมูลด้านประชากรและจำนวน
นักศึกษา ข้อมูลด้านกิจกรรมการเรียนการสอน
ข้อมูลระบบสาธารณูปโภคและสาธารณูปการ ข้อมูล
ด้านสังคม เศรษฐกิจภายในพื้นที่ศึกษา และบริเวณ
โดยรอบ และงานการจัดทำระบบฐานข้อมูลด้านการ
เดินทาง และการจราจรภายในพื้นที่ศึกษา จากนั้นนำ
ข้อมูลมาวิเคราะห์ผลโดยใช้สถิติพื้นฐาน ค่าร้อยละ
และค่าเฉลี่ยเลขคณิตถ่วงน้ำหนัก

การวิเคราะห์ข้อมูล

มหาวิทยาลัยราชภัฏชัยภูมิ ตั้งอยู่บนที่ดินสาธารณประโยชน์ บนเขาสระหงส์ ซึ่งองค์การบริหารส่วนตำบลนาฝาย หมู่บ้านนาฝายและหมู่บ้านห้วยชัน ตำบลนาฝาย อำเภอเมือง จังหวัดชัยภูมิ มอบให้เป็น

ที่ตั้งมหาวิทยาลัย จำนวน 1,482 ไร่เศษ อยู่ห่างจากตัวจังหวัดไปทางทิศเหนือ ประมาณ 12.5 กิโลเมตร ด้านหน้าติดกับถนนหลวงสาย ชัยภูมิ - ตาดโตน ด้านข้างติดกับถนน รพช. สายห้วยชัน-ห้วยต้อน



ภาพที่ 1 แผนผังการใช้ประโยชน์พื้นที่ภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏชัยภูมิ

การใช้ประโยชน์ภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏชัยภูมิ จำแนกตามลักษณะการบริหารและดำเนินงานตามมติคณะทำงานการจัดทำผังแม่บทมหาวิทยาลัยราชภัฏชัยภูมิ แสดงดังภาพที่ 1 และจำแนกพื้นที่เป็นดังต่อไปนี้

1. พื้นที่การศึกษา ได้แก่ กลุ่มอาคารเรียนต่าง ๆ
2. พื้นที่กิจกรรมและนันทนาการ ได้แก่ ศูนย์กีฬาและนันทนาการ
3. พื้นที่หอพักและบ้านพักอาศัย
4. พื้นที่สนับสนุน ได้แก่ อาคารโครงการศูนย์เทคโนโลยีเกษตรและนวัตกรรม AIC
5. พื้นที่พัฒนาทางธุรกิจ ได้แก่ อาคารศูนย์จำหน่ายผลิตภัณฑ์ท้องถิ่น อาคารศูนย์ฝึกประสบการณ์วิชาชีพ

ข้อมูลด้านโครงสร้างพื้นฐานการขนส่ง

โครงสร้างพื้นฐานด้านการขนส่ง และจราจรภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏชัยภูมิ โดยส่วนใหญ่เป็น

โครงข่ายเส้นทางถนน เพื่อรองรับการเดินทาง และการจราจรภายในมหาวิทยาลัย คิดเป็นสัดส่วนประมาณร้อยละ 15 ของพื้นที่ทั้งหมดซึ่งโดยส่วนใหญ่มีลักษณะผิวทางเป็นแบบแอสฟัลท์ รองลงมาเป็นผิวทางแบบคอนกรีต เสริมเหล็ก และดินบดอัด นอกจากนี้ โครงสร้างพื้นฐานด้านการขนส่ง และจราจรอื่น ๆ ภายในมหาวิทยาลัยยังประกอบไปด้วยเส้นทางเดินเท้า

โครงข่ายถนน

โครงข่ายระบบถนนภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏชัยภูมิที่มีการใช้งานอยู่ในปัจจุบัน สามารถจำแนกออกตามฟังก์ชันการใช้งานออกเป็น 2 ลักษณะดังต่อไปนี้

1. ถนนสายหลัก (Main Road) ซึ่งทำหน้าที่รองรับการจราจรส่วนใหญ่ และกระจาย การจราจรออกไปเชื่อมต่อพื้นที่ต่าง ๆ ภายในมหาวิทยาลัย โดยส่วนใหญ่ทางสัญจรมีความกว้างประมาณ 8 ถึง 12

เมตร และมีลักษณะ 2 ช่องจราจร และ 4 ช่องจราจร มีเกาะกลาง แนวเส้นทางส่วนใหญ่ มี Alignment เป็นแนวเส้นตรง

2. ถนนสายรอง (Feeder Road) ทำหน้าที่เชื่อมต่อพื้นที่ย่อยต่าง ๆ ภายในมหาวิทยาลัย กับถนนสายหลัก โดยส่วนใหญ่ทางจราจรมีความกว้างประมาณ 6 ถึง 8 เมตร และมีลักษณะ 2 ช่องจราจร ส่วนใหญ่จะมีแนวเส้นทางเป็นแบบเส้นตรง และประกอบด้วยแนวเส้นทางลัดเลาะไปตามอาคารและพื้นที่กิจกรรมต่าง ๆ

ทางเดินเท้า/ทางเชื่อม

โครงสร้างพื้นฐานสำหรับการเดินเท้าภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏชัยภูมิมีลักษณะเป็นทางทางเดินและบาทวิถี แต่ยังมีลักษณะที่ขาดความเชื่อมต่อกันอย่างสมบูรณ์ โดยส่วนใหญ่มีความกว้างประมาณ 0.5 ถึง 1.5 เมตร โดยส่วนใหญ่ผู้ใช้งานจะเดินในทางที่มีระยะทางสั้นที่สุด หรืออาจจะเป็นทางลัดผ่านในอาคาร โดยปัจจุบันยังขาดสิ่งอำนวยความสะดวกให้แก่ผู้ใช้งาน เช่น ไม่มีหลังคา ไม่มีเชื่อมต่อกับโครงข่ายถนน ไม่เชื่อมต่อทุกอาคาร ผิวทางไม่เรียบ ฯลฯ

อาคารจอดรถ/ลานจอดรถ

โครงสร้างพื้นฐานสำหรับลานจอดรถภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏชัยภูมิ มีลักษณะเป็นลานกว้าง พื้นคอนกรีต มีทั้งแบบในอาคาร และแบบกลางแจ้ง ทั้งมีหลังคาและไม่มีหลังคา ซึ่งปัจจุบันเมื่อเทียบปริมาณรถภายในมหาวิทยาลัย ถือว่ามีปริมาณเพียงพอ

ข้อมูลด้านการจราจรและขนส่ง

ข้อมูลคุณลักษณะของผู้เดินทางและความต้องการในการเดินทาง

ผู้เดินทาง ภายในพื้นที่มหาวิทยาลัยราชภัฏชัยภูมิ ส่วนใหญ่ ประกอบไปด้วยนักศึกษา บุคลากร และบุคคลภายนอกที่มาติดต่อ หรือมีกิจธุระจำเป็นที่ต้องเข้ามาใช้พื้นที่มหาวิทยาลัย ดังนั้นในการศึกษาครั้งนี้ได้มีการทำการสำรวจด้วยวิธีการสัมภาษณ์ ข้อมูลการเดินทาง และข้อมูลที่จำเป็นสำหรับการนำมาเป็นแนวทางพัฒนาด้านการขนส่ง ได้แก่

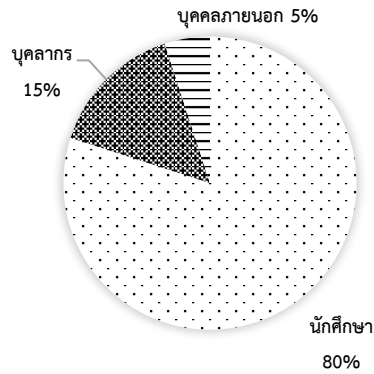
1. สำรวจข้อมูลการเลือกรูปแบบการเดินทางปัจจุบัน และการกำหนดสถานการณ์สมมุติในอนาคต

2. การสำรวจข้อมูลความพึงพอใจ และหลักเกณฑ์ในการเลือกใช้รูปแบบการเดินทางแบบไร้เครื่องยนต์ (การเดินเท้าและจักรยาน)

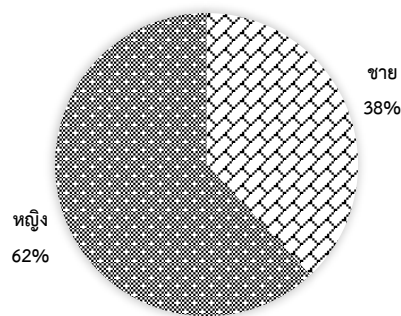
เพศและอายุของผู้เดินทาง

ผู้ที่มีการเดินทางภายในพื้นที่มหาวิทยาลัยราชภัฏชัยภูมิ ประกอบไปด้วยนักศึกษาเป็นส่วนใหญ่ มากถึงร้อยละ 80 รองลงมาเป็นบุคลากรที่สังกัดมหาวิทยาลัยราชภัฏชัยภูมิคิดเป็นร้อยละ 15 และเป็นบุคคลภายนอกคิดเป็นร้อยละ 5 ดังภาพที่ 2

เมื่อจำแนกผู้เดินทางออกตามเพศและอายุ ดังภาพที่ 3 พบว่า ผู้เดินทางส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง คิดเป็นร้อยละ 62 และเป็นเพศชายคิดเป็นร้อยละ 38 อีกทั้งยังพบว่าผู้เดินทางที่มีช่วงอายุไม่เกิน 40 ปี มีสัดส่วนเป็นเพศหญิงมากกว่าเพศชาย กลุ่มผู้เดินทางส่วนใหญ่ อยู่ในช่วงอายุ 18 ถึง 25 ปี ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 85 ของจำนวนผู้เดินทางทั้งหมด โดยส่วนใหญ่เป็นนักศึกษา ดังนั้นอายุเฉลี่ยของผู้เดินทางทั้งหมดในพื้นที่ศึกษามีค่าเฉลี่ยประมาณ 20.5 ปี



ภาพที่ 2 สัดส่วนผู้เดินทางภายในพื้นที่มหาวิทยาลัยราชภัฏชัยภูมิ

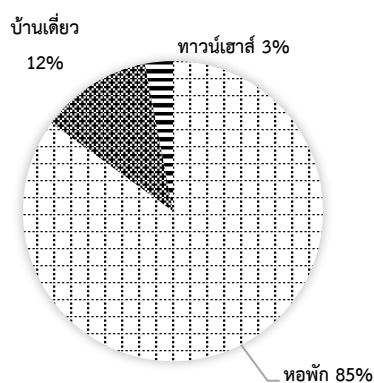


ภาพที่ 3 สัดส่วนผู้เดินทางภายในพื้นที่มหาวิทยาลัยราชภัฏชัยภูมิ แบ่งตามเพศ

คุณลักษณะทางเศรษฐกิจและสังคมของผู้เดินทาง

ผู้เดินทางในพื้นที่มหาวิทยาลัยราชภัฏชัยภูมิ ส่วนใหญ่เป็นนักศึกษา ดังนั้นจึงมีที่พักอาศัยส่วนใหญ่เป็นหอพัก ห้องพักหรือห้องเช่าซึ่งคิดเป็น

สัดส่วนร้อยละ 85 รองลงมาจะมีที่พักเป็นบ้านเดี่ยวสำหรับพักอาศัยคิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 12 ทาวน์เฮาส์สำหรับพักอาศัยคิดเป็นสัดส่วน ร้อยละ 3 ดังภาพที่ 4



ภาพที่ 4 สัดส่วนลักษณะที่พักอาศัยของผู้เดินทางภายในพื้นที่มหาวิทยาลัยราชภัฏชัยภูมิ

ปริมาณการจราจร

การเดินทางภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏชัยภูมิ ส่วนใหญ่เป็นการเดินทางด้วยยานพาหนะที่ใช้เครื่องยนต์ ซึ่งมีสัดส่วนสูงถึงร้อยละ 97 โดยใน

จำนวนนี้รูปแบบยานพาหนะที่ถูกเลือกใช้ในการเดินทางสูงสุด คือรถจักรยานยนต์ ซึ่งมีสัดส่วนสูงถึงร้อยละ 65 รองลงมา ได้แก่รถยนต์นั่งส่วนบุคคล มีสัดส่วนร้อยละ 17 รถยนต์บรรทุกส่วนบุคคลหรือรถ

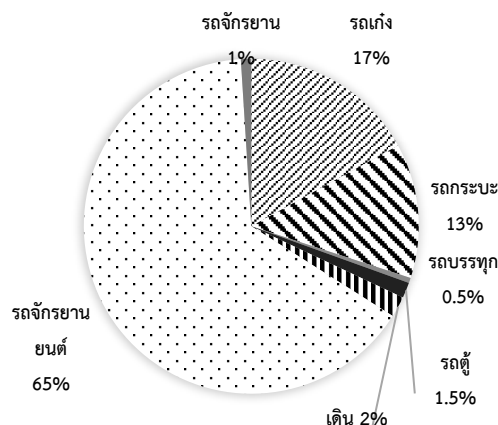
กระบะมีสัดส่วนร้อยละ 13 รถยนต์นั่งส่วนบุคคลเกิน 7 ที่นั่งหรือรถตู้ มีสัดส่วนร้อยละ 1.5 ดังภาพที่ 5

ส่วนการเดินทางด้วยรูปแบบยานพาหนะที่ไม่ใช่เครื่องยนต์ ภายในพื้นที่ศึกษามีการเดินทางคิดเป็นร้อยละ 3 โดยรูปแบบการเดินทางด้วยการเดินเท้าและการเดินทางด้วยรูปแบบการใช้รถจักรยานคิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 2 และ 1 ของปริมาณการเดินทางทั้งหมด ตามลำดับ

จากการสำรวจข้อมูลปริมาณการจราจรด้วยวิธีการนับเป็นเวลาทั้งหมด 12 ชั่วโมง ตั้งแต่เวลา 6.00 ถึง 18.00 น. พบว่ามีปริมาณการจราจรภายนอกเข้ามาภายในพื้นที่มหาวิทยาลัยเป็นจำนวน 600 คันต่อ 12 ชั่วโมงในเวลากลางวัน หรือคาดคะเนเป็นจำนวนประมาณ 700 คันต่อวัน โดยประตูหน้ามหาวิทยาลัยเป็นเส้นทางที่มีปริมาณการจราจรเข้า-ออกสูงที่สุด คิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 55 รองลงมาได้แก่ ประตูที่ 2 คิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 35 ประตูที่ 3 คิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 10

ช่วงเวลาที่มีการเดินทางจากภายนอกเข้าภายในพื้นที่มหาวิทยาลัยสูงที่สุดคือช่วงเวลา ระหว่าง 08:00 ถึง 09:00 น. ซึ่งมีการจราจรเดินทางเข้าภายในพื้นที่มากถึง 300 คันต่อชั่วโมง และจะมีปริมาณการจราจรเดินทางเข้ามาหาวิทยาลัย เพิ่มสูงขึ้นอีกในช่วงเวลาระหว่าง 12:00 ถึง 13:00 น. ซึ่งมีการจราจรเดินทางเข้าภายในพื้นที่มหาวิทยาลัยมากถึง 200 คันต่อชั่วโมง

ช่วงเวลาที่มีการเดินทางออกจากพื้นที่มหาวิทยาลัย สูงที่สุดคือช่วงเวลาระหว่าง 12:00 ถึง 13:00 น. ซึ่งมีการจราจรเดินทางออกจากพื้นที่มากถึง 300 คันต่อชั่วโมง และมีปริมาณการเดินทางออกจากพื้นที่ ลดลงในชั่วโมงอื่น ๆ เฉลี่ยประมาณ 50 คันต่อชั่วโมง แต่ปริมาณการเดินทางออกจากพื้นที่จะเพิ่มสูงขึ้นอีกในช่วงเวลาเย็นระหว่าง 16:00 ถึง 17:00 น. คิดเป็นปริมาณการจราจรเฉลี่ยประมาณ 300 คันต่อชั่วโมง



ภาพที่ 5 สัดส่วนยานพาหนะที่มีการเดินทางภายในพื้นที่มหาวิทยาลัยราชภัฏชัยภูมิ

ปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

เมื่อพิจารณาจากปริมาณรถที่เดินทางเข้า-ออก ภายในมหาวิทยาลัย คาดคะเนเป็นจำนวนประมาณ 700 คันต่อวัน โดยเป็นรถจักรยานยนต์ 476 คัน รถยนต์ขนาดเล็กหรือรถเก๋ง 119 คัน และรถบรรทุกขนาดเล็ก 105 คัน ซึ่งผลการคาดคะเนปริมาณการปลดปล่อยก๊าซ CO₂ ต่อระยะทางของยานพาหนะ โดยใช้ระยะทางเฉลี่ยที่ 2.5 กิโลเมตร โดยใช้ข้อมูลจากตารางที่ 3 และตารางที่ 4 พบว่ารถจักรยานยนต์ใช้ปริมาณเชื้อเพลิงเฉลี่ย 0.225 ลิตร

มีอัตราการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เฉลี่ยต่อคัน เท่ากับ 0.52 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์ รถยนต์ขนาดเล็กใช้ปริมาณเชื้อเพลิงเฉลี่ย 0.475 ลิตร มีอัตราการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เฉลี่ยต่อคันเท่ากับ 1.10 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์ และรถบรรทุกขนาดเล็กใช้ปริมาณเชื้อเพลิงเฉลี่ย 0.4 ลิตร มีอัตราการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เฉลี่ยต่อคันเท่ากับ 1.06 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์ ดังนั้นปริมาณการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สำหรับรถจักรยานยนต์เฉลี่ยต่อวัน เท่ากับ 247.52

กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์ รถยนต์ขนาดเล็กมี ปริมาณการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เฉลี่ย ต่อวัน เท่ากับ 130.9 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์

และ รถบรรทุกขนาดเล็กมีปริมาณการปลดปล่อย ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เฉลี่ยต่อวัน เท่ากับ 111.3 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์

ตารางที่ 3 ปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของเชื้อเพลิงแต่ละประเภท (U.S. DOE/EIA ,2004)

เชื้อเพลิง	ปริมาณการปล่อยก๊าซ CO ₂ (kg CO ₂ /L)
Gasoline	2.321
Diesel	2.664
LPG	1.522

ตารางที่ 4 อัตราส่วนของปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และปริมาณการใช้เชื้อเพลิงต่อระยะทางของ ยานพาหนะ (ศูนย์วิจัยและพัฒนาโครงสร้างมูลฐานอย่างยั่งยืนภาควิชาวิศวกรรมโยธา มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2555)

ประเภทยานพาหนะ	ปริมาณการใช้เชื้อเพลิงต่อ ระยะทางของยานพาหนะ (ลิตร/คันทกิโลเมตร)		
	Gasoline	Diesel	LPG
รถยนต์ขนาดเล็ก	0.19	-	-
รถจักรยานยนต์	0.09	-	-
รถบรรทุกขนาดเล็ก	-	0.16	N/A

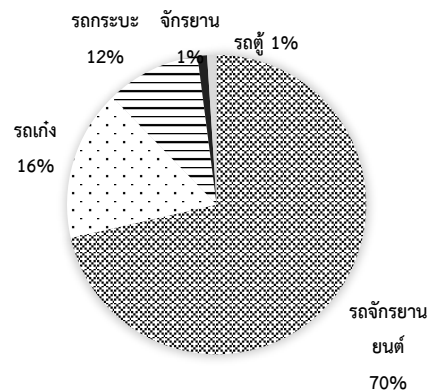
ถึงแม้ว่าสัดส่วนของยานพาหนะ (รถยนต์ และรถจักรยานยนต์) ต่อจำนวนประชากรของ มหาวิทยาลัยราชภัฏชัยภูมิในปัจจุบัน ยังมีปริมาณไม่มากนัก เมื่อเทียบกับมหาวิทยาลัยใหญ่ที่มีจำนวน ประชากรหนาแน่น ปริมาณรถมาก ซึ่งทำให้ปริมาณ การปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มีมากขึ้นตามไป ด้วย มหาวิทยาลัยก็ควรมีแนวทางเพื่อช่วยลดปริมาณ การปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ เพราะรถที่ใช้ เครื่องยนต์เพียง 1 คัน ก็สามารถสร้างมลภาวะที่เป็น พิษต่อสิ่งแวดล้อมได้ ด้วยการส่งเสริมการเดินทางใน รูปแบบอื่น ๆ ไม่ว่าจะเป็นการเดิน การใช้รถจักรยาน หรือการใช้พลังงานสะอาด แทนการใช้เครื่องยนต์

จำนวนผู้โดยสารต่อยานพาหนะ

จากการสำรวจข้อมูลพบว่า จำนวน ผู้โดยสารต่อยานพาหนะ ที่เดินทางภายในพื้นที่ ศึกษา มีค่าเฉลี่ยโดยประมาณเท่ากับ 1.5 คนต่อคัน

การครอบครองยานพาหนะ

จากการสำรวจข้อมูลด้านการครอบครอง ยานพาหนะ หรือมียานพาหนะที่สามารถเลือกใช้ ใน การเดินทางภายในมหาวิทยาลัยพบว่าผู้เดินทางส่วน ใหญ่ มียานพาหนะในครอบครอง ซึ่งคิดเป็น สัดส่วน ร้อยละ 95 และในส่วนของผู้เดินทาง ที่ไม่มี ยานพาหนะในครอบครองคิดเป็นสัดส่วนเพียงร้อยละ 5 โดยในจำนวนผู้ที่มียานพาหนะ ในครอบครอง ทั้งหมดพบว่า ผู้เดินทางส่วนใหญ่มีการครอบครอง รถจักรยานยนต์เป็นสัดส่วนสูงสุด คิดเป็นร้อยละ 70 รองลงมา มีการครอบครองรถยนต์นั่งส่วนบุคคล คิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 16 รถกระบะและอื่น ๆ คิด เป็นสัดส่วนร้อยละ 14 ดังภาพที่ 6

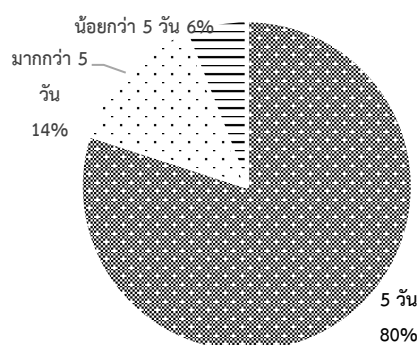


ภาพที่ 6 สัดส่วนยานพาหนะของผู้เดินทางที่มียานพาหนะในครอบครองที่นำมาใช้เดินทางภายในพื้นที่มหาวิทยาลัยราชภัฏชัยภูมิ

คุณลักษณะการเดินทางในพื้นที่

ผู้เดินทางส่วนใหญ่ มีการเข้ามาภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏชัยภูมิ 5 วันต่อสัปดาห์ คิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 80 รองลงมา ผู้เดินทางเข้ามาภายในพื้นที่ศึกษามากกว่า 5 วันต่อสัปดาห์คิดเป็นสัดส่วน

ร้อยละ 14 และมีเพียงส่วนน้อย คิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 6 ที่เข้ามาภายในพื้นที่ศึกษาเกินกว่า 5 วัน ต่อสัปดาห์ ผู้เดินทางส่วนใหญ่ จะมีความถี่ของการเดินทางต่อวันต่อคน ภายในพื้นที่ศึกษาเฉลี่ย 2.5 เที่ยวต่อคนต่อวัน ดังภาพที่ 7



ภาพที่ 7 การเดินทางในหนึ่งสัปดาห์ของผู้เดินทางภายในพื้นที่มหาวิทยาลัยราชภัฏชัยภูมิ

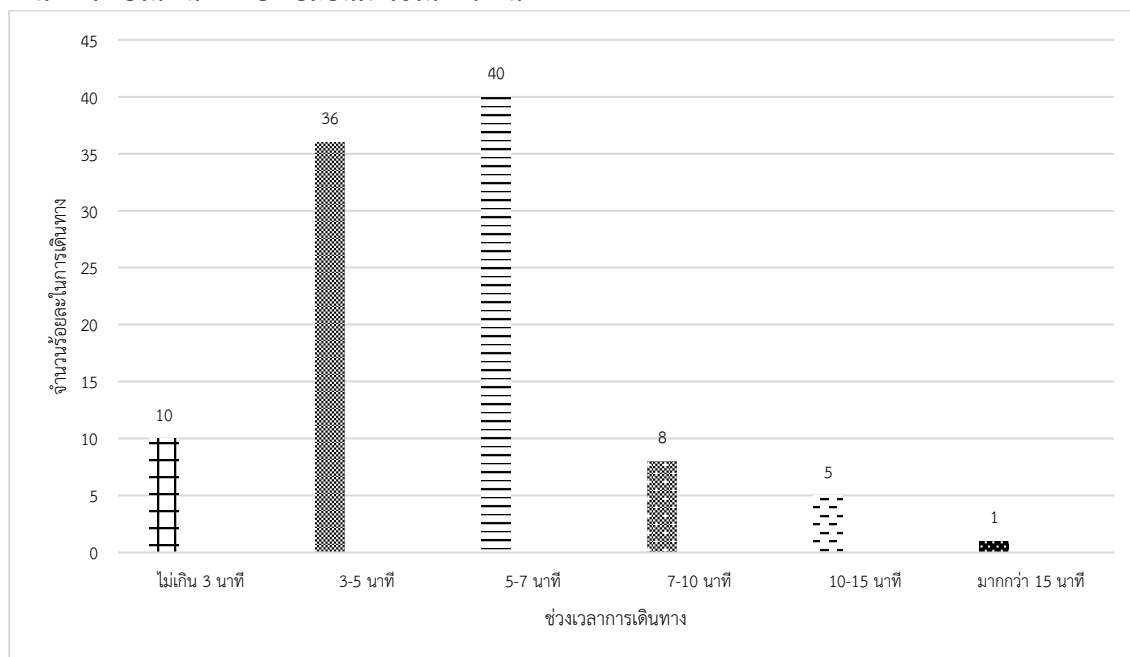
ระยะเวลาที่ใช้ในการเดินทาง

ระยะเวลาที่ใช้ในการเดินทางของผู้เดินทางภายในพื้นที่ศึกษา โดยระยะเวลาที่ใช้ในการเดินทางต่อเที่ยว พบว่า มีการใช้เวลาในการเดินทางเฉลี่ย 7 นาทีต่อเที่ยวการเดินทาง โดยช่วงระยะเวลาที่ใช้ในการเดินทาง ภายในพื้นที่ศึกษาส่วนใหญ่ใช้เวลาประมาณ 5 ถึง 7 นาที คิดเป็นร้อยละ 40 รองลงมา ใช้เวลาประมาณ 3-5 นาทีคิดเป็นร้อยละ 36 และจากข้อมูลพบว่า ระยะเวลาที่ใช้ในการเดินทาง ภายในพื้นที่ศึกษาส่วนใหญ่ ร้อยละ 99 จะใช้เวลาในการเดินทางต่อเที่ยวไม่เกิน 15 นาที ดังภาพที่ 8

เมื่อพิจารณาระยะเวลาที่ใช้ในการเดินทางในพื้นที่ศึกษาจำแนกตามรูปแบบการเดินทางพบว่าการเดินทางด้วยรถจักรยานยนต์มีการใช้ระยะเวลาเฉลี่ยในการเดินทางน้อยที่สุด โดยใช้เวลาในการเดินทางเฉลี่ย 6 นาที ต่อเที่ยวการเดินทาง ซึ่งเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้รูปแบบการเดินทางในพื้นที่ศึกษามีความนิยมใช้รถจักรยานยนต์ และการเดินทางด้วยรถยนต์ทุกประเภทใช้เวลาในการเดินทางเฉลี่ย 8 นาที และการเดินทางด้วยรูปแบบการขนส่งแบบไร้เครื่องยนต์ ซึ่งได้แก่ การเดินเท้า กับการใช้จักรยาน มีเวลาในการเดินทางเฉลี่ย 11 นาที ซึ่งถือว่าใช้เวลา

ใกล้เคียง กับการเดินทางในรูปแบบอื่น ๆ ดังนั้นการเดินทางโดยใช้จักรยานและการเดิน จึงเป็นรูปแบบการขนส่งแบบไร้เครื่องยนต์ชนิดหนึ่งที่มีศักยภาพ ลดการใช้พลังงาน และเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม สามารถเป็นทางเลือกและดึงดูดให้ผู้เดินทางภายในพื้นที่ศึกษาเปลี่ยนมาใช้ในการเดินทาง

ในอนาคตได้ ซึ่งมหาวิทยาลัยก็จะต้องมีแผนในการปรับปรุงในเรื่องโครงสร้างพื้นฐานให้สมบูรณ์มากขึ้น เช่น ทางเดินเท้าแบบมีหลังคา ทางเชื่อมในทุกอาคาร เพื่อให้สอดคล้องกับแนวทางการพัฒนาด้านการขนส่งสีเขียว



ภาพที่ 8 สัดส่วนระยะช่วงเวลาที่ใช้ในการเดินทางต่อเที่ยวของผู้เดินทางภายในพื้นที่มหาวิทยาลัยราชภัฏชัยภูมิ

ความต้องการในการเดินทางภายในพื้นที่

จากการสำรวจข้อมูลความต้องการในการเดินทางภายในพื้นที่มหาวิทยาลัยราชภัฏชัยภูมิพบว่า การเดินทางส่วนใหญ่เป็นการเดินทางระหว่างอาคารเรียนแต่ละคณะกับพื้นที่ส่วนหอพักนักศึกษา และเดินทางเข้า-ออก พื้นที่มหาวิทยาลัย

การพัฒนาระบบการบริหารจัดการด้านการขนส่ง เพื่อยกระดับมหาวิทยาลัยราชภัฏชัยภูมิ สู่มหาวิทยาลัยสีเขียว ได้มุ่งเน้นนโยบายการขนส่งเพื่อช่วยจำกัดจำนวนยานยนต์ในการใช้งานภายในมหาวิทยาลัย ส่งเสริมให้นักศึกษาและเจ้าหน้าที่ใช้รูปแบบการขนส่งที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมจะช่วยส่งเสริมสภาพแวดล้อมที่ดีต่อสุขภาพ รวมถึงการใช้ระบบขนส่งสีเขียวจะช่วยลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ภายในและรอบพื้นที่มหาวิทยาลัย จากแนวคิดนี้เองจึงได้มีการสำรวจ

ความต้องการสำหรับรูปแบบการขนส่งแบบไร้เครื่องยนต์ เพื่อใช้เป็นแนวทางในการช่วยลดระดับมลพิษในมหาวิทยาลัยต่อไป

ข้อมูลด้านความต้องการสำหรับรูปแบบการขนส่งแบบไร้เครื่องยนต์

ความต้องการสำหรับรูปแบบการขนส่งแบบไร้เครื่องยนต์ในพื้นที่มหาวิทยาลัยราชภัฏชัยภูมิ ได้ทำการสำรวจโดยการสัมภาษณ์ด้วยแบบสอบถาม ซึ่งมีการสอบถามถึงลักษณะและความต้องการต่าง ๆ ต่อรูปแบบการขนส่งแบบไร้เครื่องยนต์ โดยให้ผู้ถูกสัมภาษณ์ให้อันดับความสำคัญต่อหัวข้อหลักเกณฑ์ที่มีอิทธิพลต่อการใช้รูปแบบการเดินทาง ด้วยการเดินเท้าและจักรยาน มีผลการสำรวจความต้องการสำหรับรูปแบบการขนส่ง แบบไร้เครื่องยนต์ภายในพื้นที่ศึกษา ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 5 ระดับความสำคัญของหลักเกณฑ์ต่อการเลือกใช้รูปแบบการขนส่งแบบไร้เครื่องยนต์ภายในพื้นที่มหาวิทยาลัยราชภัฏชัยภูมิ ทั้ง 4 หลักเกณฑ์

หลักเกณฑ์ด้านกายภาพ

อันดับ	ร้อยละ	ค่าน้ำหนัก
0	0.58	23.9
1	13.3	
2	20.75	
3	35.9	
4	29.47	

หลักเกณฑ์ด้านเส้นทาง

อันดับ	ร้อยละ	ค่าน้ำหนัก
0	0.31	25.5
1	14.7	
2	37.8	
3	29.3	
4	17.89	

หลักเกณฑ์ด้านการให้บริการ

อันดับ	ร้อยละ	ค่าน้ำหนัก
0	0.9	18.1
1	9.5	
2	22.6	
3	20.1	
4	46.9	

หลักเกณฑ์ด้านความปลอดภัย

อันดับ	ร้อยละ	ค่าน้ำหนัก
0	0	32.5
1	58.4	
2	22.4	
3	14.2	
4	5	

จากตารางที่ 5 พบว่า ผู้เดินทางมีการให้ความสำคัญต่อหลักเกณฑ์ที่มีผลต่อการใช้รูปแบบการขนส่งแบบไร้เครื่องยนต์ โดยการประเมินโดยผู้เดินทางพบว่า เกณฑ์ที่ควรให้ความสำคัญเป็น

อันดับแรก คือหลักเกณฑ์ด้านความปลอดภัย รองลงมา คือ หลักเกณฑ์ด้านลักษณะเส้นทาง หลักเกณฑ์ด้านกายภาพ และหลักเกณฑ์ด้านการให้บริการ ตามลำดับ

จากหลักเกณฑ์ต่าง ๆ ดังกล่าว ผู้วิจัยยังได้พิจารณาหลักเกณฑ์ย่อยที่เกี่ยวข้อง ในแต่ละด้าน เพื่อใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาระบบการจัดการด้านการขนส่งแบบไร้เครื่องยนต์ ดังรายละเอียดต่อไปนี้

หลักเกณฑ์ด้านความปลอดภัย

หลักเกณฑ์ด้านความปลอดภัยเป็นหลักเกณฑ์ที่ผู้เดินทางจัดอันดับให้มีความสำคัญสูงที่สุดเป็นอันดับแรก โดยคิดเป็นค่าน้ำหนักความสำคัญร้อยละ 32.5 และในหลักเกณฑ์ด้านนี้ผู้เดินทางยังได้จำแนกและให้ระดับความสำคัญอีกด้วยดังต่อไปนี้

ตารางที่ 6 รูปแบบความสำคัญของหลักเกณฑ์ด้านความปลอดภัยต่อการเลือกใช้รูปแบบการขนส่งแบบไร้เครื่องยนต์ภายในพื้นที่มหาวิทยาลัยราชภัฏชัยภูมิ

หลักเกณฑ์	ค่าน้ำหนัก
1. การให้สัญลักษณ์ ป้ายสัญญาณควบคุม ต่าง ๆ	19.2
2. การดูแลรักษาความปลอดภัยบริเวณ จุดจอดรถยนต์ รถจักรยานยนต์ รถจักรยาน	20.86
3. ความปลอดภัยในบริเวณจุดตัด ทางแยก	18.4
4. ความสว่างของเส้นทาง และการให้แสงสว่างเพื่อความปลอดภัย	21.2
5. การจำกัดความเร็วของรถ	20.34

จากตารางที่ 6 หลักเกณฑ์ที่ผู้เดินทางให้ความสำคัญมาเป็นอันดับแรก ได้แก่ เรื่องความสว่างของเส้นทาง และการให้แสงสว่างเพื่อความปลอดภัย รองลงมา คือ การดูแลรักษาความปลอดภัยบริเวณ จุดจอดรถ การจำกัดความเร็วของรถ การให้สัญลักษณ์ ป้ายสัญญาณควบคุม ต่าง ๆ และความปลอดภัยในบริเวณจุดตัด ทางแยก

เป็นหลักเกณฑ์ที่ผู้เดินทางให้ความสำคัญมาลำดับสุดท้าย

หลักเกณฑ์ด้านลักษณะเส้นทาง

หลักเกณฑ์ด้านลักษณะเส้นทางเป็นหลักเกณฑ์ที่ผู้เดินทางจัดอันดับให้มีความสำคัญสูงเป็นอันดับที่ 2 โดยคิดเป็นค่าน้ำหนักความสำคัญร้อยละ 25.5 และในหลักเกณฑ์ด้านนี้ผู้เดินทางยังได้จำแนกและให้ระดับความสำคัญอีกด้วยดังต่อไปนี้

ตารางที่ 7 รูปแบบความสำคัญของหลักเกณฑ์ด้านลักษณะเส้นทางต่อการเลือกใช้รูปแบบการขนส่งแบบไร้เครื่องยนต์ภายในพื้นที่มหาวิทยาลัยราชภัฏชัยภูมิ

หลักเกณฑ์	ค่าน้ำหนัก
1. เส้นทาง มีความต่อเนื่องทั้งระบบไม่ขาดตอน	22.87
2. เส้นทางมีความเชื่อมโยง กับทางเดินอื่น ๆ ได้	20.7
3. เส้นทางมีระยะสั้น และกระชับ	27.03
4. เส้นทาง มีความครอบคลุม และสามารถเข้าถึงพื้นที่	29.4

จากตารางที่ 7 หลักเกณฑ์ที่ผู้เดินทางให้ความสำคัญมาเป็นอันดับต้น ๆ ได้แก่ เส้นทาง ต้องมีความครอบคลุม และสามารถเข้าถึงพื้นที่ ต่าง ๆ ได้ทั่วถึง รองลงมา ได้แก่ เส้นทางมีระยะสั้น กระชับ เส้นทางมีความต่อเนื่องทั้งระบบไม่ขาดตอน และเส้นทางมีความเชื่อมโยงกับทางเดินอื่น ๆ ได้ ตามลำดับ

หลักเกณฑ์ด้านกายภาพ

หลักเกณฑ์ด้านกายภาพเป็นหลักเกณฑ์ที่ผู้เดินทางจัดอันดับให้มีความสำคัญเป็นอันดับที่ 3 โดยคิดเป็นค่าน้ำหนักความสำคัญร้อยละ 23.9 และในหลักเกณฑ์ด้านนี้ผู้เดินทางยังได้จำแนกและให้ระดับความสำคัญอีกด้วยดังต่อไปนี้

ตารางที่ 8 รูปแบบความสำคัญของหลักเกณฑ์ด้านกายภาพต่อการเลือกใช้รูปแบบการขนส่งแบบไร้เครื่องยนต์ภายในพื้นที่มหาวิทยาลัยราชภัฏชัยภูมิ

หลักเกณฑ์	ค่าน้ำหนัก
1. เส้นทาง มีโครงสร้างพื้นฐาน มีหลังคา	23.5
2. เส้นทาง มีผิวทางเรียบ	18.6
3. เส้นทางมี ความกว้างเพียงพอและได้มาตรฐาน	17.04
4. เส้นทาง มีทางต่างระดับน้อย และระดับความลาดชันที่เหมาะสม	16.06
5. สภาพแวดล้อมมีความร่มรื่น ไม่ร้อน	24.8

จากตารางที่ 8 พบว่าหลักเกณฑ์ทางด้านกายภาพที่ผู้เดินทางให้ความสำคัญมาเป็นอันดับแรก คือ สภาพแวดล้อมมีความร่มรื่น ไม่ร้อน รองลงมา คือ เส้นทางต้องมีหลังคา จากนั้นก็ให้ความสำคัญกับรูปแบบของผิวทางเดินที่เรียบ ความกว้างเพียงพอ และได้มาตรฐาน และหลักเกณฑ์ที่ให้ความสำคัญน้อยสุด คือ เส้นทาง มีทางต่างระดับน้อย และระดับความลาดชันที่เหมาะสม

หลักเกณฑ์ด้านการให้บริการ

หลักเกณฑ์ด้านการให้บริการเป็นหลักเกณฑ์ที่ผู้เดินทางจัดอันดับให้มีความสำคัญเป็นอันดับที่ 4 โดยคิดเป็นค่าน้ำหนักความสำคัญร้อยละ 18.1 และในหลักเกณฑ์ด้านนี้ผู้เดินทางยังได้จำแนกและให้ระดับความสำคัญอีกดังต่อไปนี้

ตารางที่ 9 รูปแบบความสำคัญของหลักเกณฑ์ด้านการให้บริการต่อการเลือกใช้รูปแบบการขนส่งแบบไร้เครื่องยนต์ภายในพื้นที่มหาวิทยาลัยราชภัฏชัยภูมิ

หลักเกณฑ์	ค่าน้ำหนัก
1. มีจุดพักชั่วคราว	30.5
2. มีบริการซ่อมจักรยาน เต็มลม	39.2
3. มีบริการ เช่า/ยืม จักรยาน	30.3

จากตารางที่ 9 หลักเกณฑ์ที่ผู้เดินทางให้ความสำคัญมาเป็นอันดับแรก คือ ควรมีบริการซ่อมจักรยาน เต็มลม รองลงมา คือ มีจุดพักชั่วคราว และมีบริการ เช่า/ยืม จักรยาน ตามลำดับ

ซึ่งจากการวิเคราะห์ผลของการให้ความสำคัญต่อหลักเกณฑ์ต่าง ๆ ทั้ง 4 ด้าน สามารถนำไปเป็นเกณฑ์และข้อมูลเพื่อพิจารณาปรับปรุงด้านโครงสร้างพื้นฐานด้านการขนส่ง เพื่อรองรับการเข้าสู่มหาวิทยาลัยสีเขียวได้ในอนาคต

สรุปผลการวิจัย

จากการสำรวจโครงสร้างพื้นฐานของมหาวิทยาลัย ไม่ว่าจะเป็น รูปแบบของถนน ทางเดินเท้า/ทางเชื่อม อาคารจอดรถ/ลานจอดรถข้อมูลด้าน

การจราจรและขนส่ง อาทิ จำนวนประชากร/จำนวนรถ ที่เดินทางภายในมหาวิทยาลัย รวมไปถึงปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ยังถือว่ามียังปริมาณไม่มาก และไม่คล่องตัว รวมถึงอาคารจอดรถที่มีเพียงพอต่อปริมาณรถที่มีอยู่ในปัจจุบัน โดยโครงสร้างพื้นฐานดังกล่าว สอดคล้องกับเกณฑ์พิจารณาตามตารางที่ 2 ตัวชี้วัดที่เสนอให้ใช้ในการจัดอันดับปี ค.ศ. 2020 หมวดการขนส่ง (TR) ในหลายประเด็น เช่น สัดส่วนยานพาหนะต่อจำนวนประชากรประเภทของที่จอดรถ แต่อย่างไรก็ตาม ยังมีอีกหลายประเด็นที่ยังมีไม่ชัดเจน เช่น โครงการริเริ่มด้านการขนส่งเพื่อลดจำนวนรถส่วนบุคคลในมหาวิทยาลัย นโยบายเกี่ยวกับรถจักรยานและการเดินเท้าภายในมหาวิทยาลัย ซึ่งจากประเด็นดังกล่าว ผู้วิจัยได้เห็นถึง

ความสำคัญ เนื่องจากจะเป็นแนวทางให้บุคลากร และนักศึกษา มีการปรับเปลี่ยนรูปแบบการเดินทาง โดยใช้การขนส่งแบบไร้เครื่องยนต์มากขึ้น โดยได้มีการศึกษาความต้องการสำหรับรูปแบบการขนส่งแบบไร้เครื่องยนต์ เพื่อนำไปพัฒนาและเสนอเป็นแผนงานให้ทางมหาวิทยาลัยได้พิจารณาดำเนินการ

โดยการควบคุมความต้องการในการเดินทาง เป็นแนวทางหนึ่งที่มีประสิทธิภาพในการบรรเทา ปัญหาการจราจรที่จะเกิดขึ้นได้และยังสามารถลด ปริมาณมลพิษโดยตรงที่ถูกปล่อยมาจากการใช้ รถยนต์ได้ดีกว่าแนวทางอื่น ๆ ดังนั้นการใช้มาตรการ ควบคุมความต้องการในการเดินทาง สำหรับผู้ใช ยานพาหนะที่ใช้เครื่องยนต์ จึงเป็นมาตรการที่ทำให้ การพัฒนาวิทยาลัยสี่เขียวนั้นมีแนวโน้มที่จะเป็นไป ได้ด้วยดี เพื่อประสิทธิภาพที่สูงขึ้นอาจจะต้องมีการ พัฒนาร่วมกันกับมาตรการเชิงสนับสนุนต่างๆ รวมถึง ความเหมาะสมของมาตรการต่างๆ ที่จะประยุกต์ใช้ กับพื้นที่ใดได้อาจจะต้องพิจารณาปัจจัยหลายอย่าง เช่น ข้อกำหนดของพื้นที่ งบประมาณ และการ ยอมรับของผู้ใช้ แนวคิดการพัฒนาการขนส่งแบบไร้ เครื่องยนต์ และการขนส่งสี่เขียวนในมหาวิทยาลัย ราชภัฏชัยภูมิ จะประกอบไปด้วย การกำหนดเส้นทาง จักรยานและทางเดินทางเท้า ที่เป็นมาตรฐาน เสนอแนะสิ่งอำนวยความสะดวกต่าง ๆ ที่จะต้อง จัดเตรียมสนับสนุนเส้นทาง รวมถึงเสนอแนะ มาตรการเชิงบังคับต่าง ๆ เพื่อให้สามารถดึงดูดให้ผู้ เดินทางภายในพื้นที่ศึกษาเปลี่ยนรูปแบบมาใชการ ขนส่งแบบไร้เครื่องยนต์ได้

โดยมาตรการในการควบคุมความต้องการ เดินทางในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์และระดม สมองจากผู้เชี่ยวชาญในการออกแบบและพัฒนา ระบบการขนส่งที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมภายใน มหาวิทยาลัย เสนอแนะให้จำแนกเป็น 2 ประเภท ดังนี้

1. มาตรการเชิงบังคับ คือ มาตรการที่มี วัตถุประสงค์เพื่อควบคุม และบังคับ เพื่อให้มีการ เปลี่ยนแปลงไปใช้การเดินทางรูปแบบอื่น ๆ แทนที่ การใช้รถยนต์ อาทิเช่น การเดิน การใช้จักรยาน มาตรการเชิงบังคับ ได้แก่ มาตรการ จำกัดการใช้

ยานพาหนะ มาตรการห้ามเข้าพื้นที่และการควบคุม การเข้า-ออก เป็นต้น

2. มาตรการเชิงสนับสนุน คือ มาตรการที่ สนับสนุนและส่งเสริมให้เปลี่ยนไปใช้รูปแบบการ เดินทางอื่น ๆ แทนการใช้รถยนต์ ได้แก่ มาตรการ ปรับปรุงทางกายภาพและสิ่งอำนวยความสะดวกของ ทางเดินเท้าและเส้นทางจักรยาน มาตรการพัฒนา ทางกายภาพของเส้นทางที่เหมาะสมสำหรับคนทุก ประเภท เป็นต้น

อภิปรายผลการวิจัย

การที่จะพัฒนาให้มหาวิทยาลัยราชภัฏ ชัยภูมิ ก้าวเข้าสู่การจัดอันดับมหาวิทยาลัยสีเขียว นั้นจะต้องมีการพัฒนาในหลายปัจจัยที่เกี่ยวข้อง ซึ่ง ปัจจัยหลักที่จะต้องมีการวางแผนในการดำเนินการ ของมหาวิทยาลัย คือ การจัดการด้านระบบการขนส่ง ภายในมหาวิทยาลัย ให้มีความเป็นมิตรต่อ สิ่งแวดล้อม ใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ และ ลดปล่อยมลพิษน้อยที่สุด โดยที่ยังคงต้องสมดุลให้ ระบบการเดินหน้านั้นสามารถให้บริการต่อผู้เดินทาง ได้อย่างสะดวกและรวดเร็ว

แนวคิดหนึ่งที่มีประสิทธิภาพในการจัดการ ระบบการขนส่ง ภายในมหาวิทยาลัย คือ การจำกัด ปริมาณยานพาหนะ ในการขนส่งที่ใช้เครื่องยนต์ ให้ ได้มากที่สุด และส่งเสริมให้มีการเปลี่ยนรูปแบบการ เดินทาง มาใช้ระบบการขนส่งแบบไร้เครื่องยนต์ เช่น การเดินเท้าและจักรยาน ซึ่งได้รับการยอมรับและ นำไปประยุกต์ใช้ในประเทศที่พัฒนาแล้วหลาย ประเทศ เช่น ญี่ปุ่น สหรัฐอเมริกา สหภาพยุโรป เป็นต้น การสัญจรด้วยการเดินเท้าและจักรยานจำเป็นที่ จะต้องมีการออกแบบแนวเส้นทางและลักษณะทาง กายภาพของทาง เพื่ออำนวยความสะดวกและความ ปลอดภัยให้แก่ผู้สัญจร ในขณะที่เดินทางไปยัง จุดหมายปลายทาง อย่างไรก็ตามสิ่งที่สำคัญที่สุดในการออกแบบจะต้องเข้าใจวัตถุประสงค์ และความ ต้องการของผู้เดินทางเป็นอันดับแรก ซึ่งการออกแบบ ที่ดีนั้นจะต้องสามารถตอบสนองความต้องการของ ผู้ใช้งาน ดังนั้นการเข้าใจถึงปัจจัยที่มีผลต่อการเลือก รูปแบบในการเดินทาง จึงเป็นสิ่งที่จำเป็นเพื่อที่จะ

สามารถออกแบบเพื่อการใช้งานได้อย่างเหมาะสม จากแนวคิดดังกล่าวเมื่อทำการพิจารณาด้านกายภาพ และความสามารถในการสร้างสภาพแวดล้อมทาง จักรยานที่ปลอดภัย โดยการปรับแต่งถนนทาง วิศวกรรมจราจร สภาพแวดล้อมทางจักรยานที่ เหมาะสม จึงต้องคำนึงถึงปริมาณการจราจรและ ความเร็วที่เหมาะสมกับการใช้จักรยาน รวมทั้งการ ควบคุมการจราจรอย่างเหมาะสมบนเส้นทาง และ การจัดการด้านความปลอดภัยบริเวณจุดตัดและจุด วิกฤตอีกด้วย นอกจากนี้แนวคิดการออกแบบทางเดินเท้าและทางจักรยาน ยังต้องมีข้อพิจารณาในการ ออกแบบอีกหลายส่วน เช่น ความตรงของเส้นทาง ระยะทางที่เหมาะสมสำหรับการเดินทาง ความ ต่อเนื่องของเส้นทาง ความปลอดภัยของเส้นทางด้วย จึงจะทำให้ได้ทางเดินเท้าและทางจักรยานที่มี มาตรฐานและเหมาะสมกับบริบทของพื้นที่

อีกแนวความคิดที่จะสามารถควบคุม การจราจรและการขนส่ง ภายในมหาวิทยาลัย ได้ ก็ คือ การควบคุมการจราจรและการขนส่ง เพื่ออำนวยความสะดวกปลอดภัยให้กับผู้ใช้ เช่น การใช้ เทคนิค การสร้างสิ่งกีดขวางปิดทางวิ่งหรือปิดครึ่งทางวิ่ง การใช้เกาะกลางเป็นสิ่งกีดขวาง การใช้สิ่งกีดขวางในแนว ทแยงของทางแยก นอกจากนี้เทคนิคการควบคุม ความเร็วของกระแสจราจรก็เป็นอีกวิธีหนึ่งที่นำมา ช่วยเพื่อสนับสนุนมาตรการสงบการจราจร โดย เทคนิคการควบคุมความเร็วของกระแสการจราจรที่ นิยมนำมาประยุกต์ใช้ในปัจจุบัน คือ การปรับแต่งผิว จราจรในแนวตั้ง หรือการยกระดับของพื้นผิว การจราจรให้สูงขึ้นกว่าระดับผิวจราจรปกติเล็กน้อย เพื่อให้ยานพาหนะที่วิ่งผ่านมีการชะลอความเร็ว เมื่อเข้าถึงจุดที่ออกแบบให้มีการควบคุม

ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้ไม่เพียงแต่จะทำให้ มหาวิทยาลัยที่มีการพัฒนาระบบการขนส่ง ใน รูปแบบนี้ก้าวเข้าสู่การจัดอันดับมหาวิทยาลัยสีเขียว ยังจะสามารถทำให้มหาวิทยาลัยวางแผนในการ ป้องกันปัญหาการแออัดของการจราจรที่อาจจะ เกิดขึ้นในอนาคต โดยจะทำให้สามารถจัดการกับ สภาพแวดล้อมภายในมหาวิทยาลัย ให้สามารถลด การใช้พลังงานในการเดินทางและการลดมลพิษซึ่ง เกิดจากการเดินทางด้วยยานพาหนะแบบไร้อัตโนมัติ ทำให้คุณภาพชีวิตของทั้งบุคลากร นักศึกษาและผู้ที่อยู่อาศัยในชุมชนรอบข้างดีขึ้นได้ ตลอดจนภาพลักษณ์การเป็นมหาวิทยาลัยที่มุ่งเน้นใน การบริหารจัดการพลังงาน และอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม เพื่อเป็นแนวทางสามารถขยายผลการประยุกต์ใช้ ให้กับพื้นที่ในรูปแบบอื่น มีขนาดใหญ่ขึ้นไป เช่น ชุมชน เทศบาลต่อไปในอนาคตได้

ข้อเสนอแนะ

1. การจราจรและจำนวนรถภายใน มหาวิทยาลัย ในแต่ละช่วงเวลาอาจจะมีข้อมูล พฤติกรรมการเดินทางที่แตกต่างกัน บางช่วง อาจจะมีจำนวนการเดินทางมาก บางช่วงอาจจะมี น้อย และยังขึ้นอยู่กับกิจกรรมภายในมหาวิทยาลัย อีกด้วย เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ครบถ้วน อาจจะต้องมี การเพิ่มช่วงเวลาในการเก็บข้อมูลมากขึ้น แล้ว นำมาวิเคราะห์ข้อมูลเพิ่มเติม

2. เนื่องจากมหาวิทยาลัยยังมีข้อจำกัด อาทิเช่น ยังไม่มีการขนส่งสาธารณะภายใน มหาวิทยาลัย จึงอาจทำให้ข้อมูลในบางตัวชี้วัดตาม เกณฑ์ยูไอกรีนเมตริก (UI Green metrics) ยังมี ไม่เพียงพอ จึงได้เก็บเป็นข้อมูลพื้นฐานด้านอื่น ๆ เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาในอนาคตต่อไป

เอกสารอ้างอิง

- กริช สินธุศิริ และสุนีย์ มัลลิกะมาลย์ (2563). การจัดการสิ่งแวดล้อมสู่การเป็นมหาวิทยาลัยสีเขียวของมหาวิทยาลัยราชภัฏ, *วารสารมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์มหาวิทยาลัยมหาสารคาม*, 39(1), 77-88.
- ปาริฉัตร บัวเข็ม (2563). การขับเคลื่อนสู่เป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน กรณีศึกษา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, *วิทยานิพนธ์รัฐประศาสนศาสตรมหาบัณฑิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย*.
- พัทธา สืบศิริ และ คณะ (2560). โครงการจัดสภาพแวดล้อมเพื่อความเป็นมหาวิทยาลัยสีเขียว, *วารสารวิจัยราชภัฏพระนคร สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี*, 12(1), 103-119.
- ฐิติกรณ์ ยาวีไชย จารึกศิลป์ (2559). *กลยุทธ์การบริหารสถาบันอุดมศึกษาตามแนวความคิดการเป็นมหาวิทยาลัยสีเขียว*. ครุศาสตร์ดุสิตบัณฑิต, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, ครุศาสตร์.
- มนตรี กรรพุมมาลย์ และ ภูทงค์ กุณทลบุตร (2545). *การพัฒนาแบบยั่งยืน*. เชียงใหม่: คณะสังคมศาสตร์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- เยาวเรศ จันทะคัต และคณะ (2564). *แนวทางการพัฒนามหาวิทยาลัยสีเขียวอย่างยั่งยืน กรณีศึกษา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน, คณะวิทยาศาสตร์และศิลปศาสตร์, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสานนครราชสีมา*.
- วิรัตน์ โตเมศน์ (2563). *การพัฒนาการขนส่งมวลชนของมหาวิทยาลัยสีเขียว ตามเกณฑ์ UI Green Metric สู่การขนส่งมวลชนตามหลักความยั่งยืน กรณีศึกษา การขนส่งมวลชนภายในมหาวิทยาลัยนเรศวร, วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาโลจิสติกส์และโซ่อุปทาน, มหาวิทยาลัยนเรศวร*.
- วรเชษฐ์ ศรีสถิตย์. (2559). *การเตรียมความพร้อมด้านนโยบายสู่มหาวิทยาลัยสีเขียวอย่างยั่งยืน กรณีศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏ*. สถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยมหาสารคาม,
- สุขอนันต์ ชูกระชั้น (2563). *แนวทางการพัฒนามหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ตเป็นมหาวิทยาลัยสีเขียว, วิทยานิพนธ์รัฐประศาสนศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชารัฐประศาสนศาสตร์มหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต*.
- เสาวรัตน์ แดงสว่าง (2560). *แนวทางการพัฒนามหาวิทยาลัยตามหลักมหาวิทยาลัยยั่งยืน, วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต*.
- สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์. (2560). *แผนแม่บทการพัฒนาเมืองอัจฉริยะ NIDA SMART COMPACT CITY มหาวิทยาลัยอัจฉริยะสู่รั้วพลังงาน สืบสานพระราชปณิธานเพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืน*. สำนักวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อม.
- Kongboontiam, P. (2010). *An Integrated System Dynamic Model For Transportation Energy Planning And Management In Regional Area Of Thailand*. Chiang Mai University.

ขอเชิญส่งบทความ (Call for Paper)

คณะกรรมการจัดทำวารสารวิชาการสมาคมสถาบันอุดมศึกษาเอกชนแห่งประเทศไทย ในพระราชูปถัมภ์ สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี (วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี) มีความยินดีที่จะรับผลงานทางวิชาการเพื่อนำเสนอและเผยแพร่ในวารสารวิชาการ โดยเปิดรับบทความสายวิทยาศาสตร์/เทคโนโลยี ในสาขาต่อไปนี้

1. สาขาวิชาพยาบาลศาสตร์
2. สาขาวิชาวิศวกรรมศาสตร์
3. สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ
4. สาขาวิทยาศาสตร์กายภาพ
5. สาขาวิทยาศาสตร์ชีวภาพ
6. สาขาวิทยาศาสตร์การแพทย์
7. สาขาวิชาเทคโนโลยีชีวภาพ
8. สาขาวิชาการเกษตร
9. สาขาวิชาสาธารณสุขศาสตร์
10. สาขาวิชาอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง

ประเภทของผลงานทางวิชาการ

1. บทความวิจัย หมายถึง เป็นการนำเสนอผลการวิจัยอย่างเป็นระบบ กล่าวถึงความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา วัตถุประสงค์ การดำเนินการวิจัย สรุปผลการวิจัย ข้อเสนอแนะ กิตติกรรมประกาศ (ถ้ามี) เอกสารอ้างอิง
2. บทความวิชาการ หมายถึง งานเขียนซึ่งเป็นเรื่องที่น่าสนใจ เป็นความรู้ใหม่ กล่าวถึงความเป็นมาของปัญหา วัตถุประสงค์ แนวทางการแก้ปัญหา มีการใช้แนวคิดทฤษฎี ผลงานวิจัยจากแหล่งข้อมูล สรุป เช่น หนังสือ วารสารวิชาการ ฐานข้อมูล Online ประกอบการวิเคราะห์วิจารณ์ เสนอแนวทางการแก้ไข

องค์ประกอบบทความ

บทความวิจัย (Research Article)

1. ชื่อเรื่อง ทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ
2. ชื่อผู้พิมพ์ พร้อมทั้งตำแหน่งทางวิชาการและสังกัด
3. บทคัดย่อทั้งภาษาไทย และภาษาอังกฤษไม่เกิน 15 บรรทัด หรือ 200 คำ ประกอบด้วย วัตถุประสงค์ รูปแบบการวิจัย กลุ่มตัวอย่าง ช่วงเวลาทำวิจัย วิธีดำเนินการวิจัย ผลการวิจัยและสรุปผลการวิจัย ระบุคำสำคัญของเรื่อง (Keywords) จำนวนไม่เกิน 5 คำ
4. เนื้อหาของบทความประกอบด้วยหัวข้อต่อไปนี้
 - 4.1 ความสำคัญของปัญหาการวิจัย
 - 4.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย
 - 4.3 ขอบเขตการวิจัย
 - 4.4 สมมติฐานการวิจัย
 - 4.5 การทบทวนวรรณกรรม และแนวคิด
 - 4.6 วิธีดำเนินการวิจัย (ระบุวิธีการเก็บข้อมูล ระยะเวลาที่ใช้ในการเก็บข้อมูล ปี พ.ศ. ที่ทำการวิจัย วิธีวิเคราะห์ข้อมูล)
 - 4.7 ผลการวิจัยโดยอาจมีรูปภาพ ตารางและแผนภูมิประกอบเท่าที่จำเป็น
 - 4.8 สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

(ข้อเสนอแนะเชิงนโยบาย ข้อเสนอแนะสำหรับปฏิบัติ และข้อเสนอแนะสำหรับการทำวิจัยต่อไป)

4.9 เอกสารอ้างอิง ต้องอ้างอิงในระบบ APA ตลอดเรื่อง

4.10 บทความที่สรุปมาจาก วิทยานิพนธ์ ดุษฎีนิพนธ์ ให้ใส่ชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา พร้อมตำแหน่งวิชาการ และสังกัด หลังชื่อผู้นิพนธ์ รายงานการวิจัย หรือบทความวิชาการที่ปฏิบัติตามคำแนะนำ จะได้รับ พิจารณาดำเนินการโดยทันที

บทความวิชาการ (Academic Article)

บทความวิชาการเป็นการนำเสนอเรื่องทางวิชาการที่อยู่ในความสนใจของบุคคลทั่วไปในปัจจุบัน ประกอบด้วย

1. ชื่อเรื่อง ชื่อผู้นิพนธ์ ที่อยู่ผู้นิพนธ์ ผู้นิพนธ์สำหรับติดต่อ (Corresponding author) และบทสรุป (Conclusion) เพื่อเป็นการสรุปเรื่องโดยย่อ พร้อมระบุความสำคัญของเรื่อง (Keywords) จำนวนไม่เกิน 5 คำ
2. เนื้อหาของบทความ ประกอบด้วย
 - 2.1 บทนำ (Introduction) เพื่อกล่าวถึงความน่าสนใจของเรื่องที่น่าสนใจ
 - 2.2 เนื้อหาเป็นการแสดงรายละเอียดของเรื่องที่เขียนในแต่ละประเด็น
 - 2.3 บทสรุป (Conclusion) ของเรื่องที่เขียนเพื่อให้ผู้อ่านเข้าใจ
 - 2.4 ข้อเสนอแนะจากผู้นิพนธ์เกี่ยวกับเรื่องที่เขียนในประเด็นที่น่าสนใจ

ทั้งนี้ ผู้นิพนธ์ควรตรวจสอบเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับบทความที่น่าสนใจอย่างละเอียด บทความวิชาการต้องนำเสนอ พัฒนาการของเรื่องที่น่าสนใจ ข้อมูลที่น่าสนใจจะต้องนำเสนอในวงกว้าง โดยให้ผู้อ่านในต่างสาขาทั้งอาจารย์และ นักศึกษา สามารถเข้าใจได้

กระบวนการพิจารณาบทความ

บทความที่จะได้รับการพิจารณาลงตีพิมพ์จะต้องเป็นบทความที่ไม่เคยตีพิมพ์ที่ไหนมาก่อน โดยบทความ จะต้องเป็นไปตามวัตถุประสงค์ของวารสาร และผ่านการพิจารณาจากกองบรรณาธิการและผู้ทรงคุณวุฒิในสาขาที่ เกี่ยวข้อง ไม่น้อยกว่า 2 ท่าน และผู้ทรงคุณวุฒิจะไม่สามารถทราบข้อมูลของผู้ส่งบทความ (double-blind peer review)

รายละเอียดวิธีการเขียนบทความ

1. บทความมีความยาวไม่เกิน 15 หน้า กระดาษ A4 (รวมบทคัดย่อภาษาไทย ภาษาอังกฤษและเอกสารอ้างอิง)
2. การตั้งค่าน้ำกระดาษ ให้กำหนดขอบบน 1 นิ้ว ขอบล่าง 1 นิ้ว ขอบซ้าย 1 นิ้ว และขอบขวา 1 นิ้ว
3. ตัวอักษรให้ใช้ TH SarabunPSK โดยกำหนดขนาด ดังนี้
 - 3.1 ชื่อเรื่องภาษาไทยและภาษาอังกฤษ ขนาด 20 point ตัวหนา ชิดซ้าย
 - 3.2 ชื่อผู้เขียนภาษาไทยและภาษาอังกฤษ ขนาด 16 point ตัวหนา
 - 3.3 สถานที่ทำงาน และ E-mail address ของผู้เขียน ขนาด 15 point ตัวธรรมดา
 - 3.4 หัวข้อเรื่อง ขนาด 16 point ตัวหนา ชิดซ้าย
 - 3.5 รายละเอียด/เนื้อเรื่อง ขนาด 16 point ตัวธรรมดา ชิดซ้าย
4. ตาราง ให้วางตารางใกล้ตำแหน่งที่อ้างถึงในเนื้อหา พิมพ์ลำดับของตารางและชื่อตารางเหนือตาราง และ พิมพ์ที่มาของตารางใต้ตาราง
5. ภาพประกอบ ให้วางภาพประกอบใกล้ตำแหน่งที่อ้างถึงในเนื้อหา พิมพ์ลำดับของภาพและชื่อภาพ และพิมพ์ ที่มาของภาพไว้ใต้ภาพ
6. เนื้อเรื่องแบ่งออกเป็น 2 คอลัมน์/ ตาราง และภาพประกอบให้แทรกในเนื้อเรื่อง โดยจัดเป็น 1 คอลัมน์

7. ส่วนประกอบหลักในหัวข้อประเด็นต่างๆ ประกอบด้วย

บทความวิจัย	บทความวิชาการ
- ชื่อเรื่องภาษาไทย และภาษาอังกฤษ - ข้อมูลผู้เขียน (ชื่อ-นามสกุล/สังกัด/E-mail) - บทคัดย่อ/ABSTRACT - คำสำคัญ/KEYWORDS - บทนำ - วัตถุประสงค์ - สมมติฐาน (ถ้ามี) - ประโยชน์ที่ได้รับ - วิธีดำเนินการวิจัย (ประชากรตัวอย่าง/เครื่องมือ/การวิเคราะห์ข้อมูล) - สรุปผลการวิจัยและอภิปรายผล - ข้อเสนอแนะ - กิตติกรรมประกาศ (ถ้ามี) - เอกสารอ้างอิง	- ชื่อเรื่องภาษาไทย และภาษาอังกฤษ - ข้อมูลผู้เขียน (ชื่อ-นามสกุล/สังกัด/E-mail) - บทคัดย่อ/ABSTRACT - คำสำคัญ/KEYWORDS - บทนำ - บทสรุป - ข้อเสนอแนะ - เอกสารอ้างอิง

- การอ้างอิงในเนื้อหาให้ใช้วิธีการอ้างอิงแบบนามปี (author-date in-text citation) โดยจะจัดวางไว้ข้างหน้าหรือข้างหลังข้อความที่ต้องการอ้าง เพื่อบอกแหล่งที่มาของข้อความนั้น
- ให้รวบรวมรายการเอกสารทั้งหมดที่ผู้เขียนได้ใช้อ้างอิงในเนื้อหา รวมถึงข้อมูลในตาราง และภาพประกอบ จัดเรียงรายการตามลำดับอักษร กรณีภาษาไทย เรียงตามอักษรชื่อผู้แต่ง กรณีภาษาอังกฤษ เรียงตามอักษรนามสกุลผู้แต่ง โดยใช้รูปแบบการเขียนเอกสารอ้างอิงแบบ APA (American Psychological Association)

รูปแบบ (Template) การเขียนบทความ

ชื่อเรื่องภาษาไทย ขนาด 20 point ตัวหนา ชิดซ้าย

ชื่อเรื่องภาษาอังกฤษ ขนาด 20 point ตัวหนา ชิดซ้าย

ชื่อ-นามสกุล¹ , ชื่อ-นามสกุล² (ขนาด 16 point ตัวหนา)

สถานที่ทำงาน¹ , สถานที่ทำงาน² (ของผู้เขียน ขนาด 15 point ธรรมดา)

Firstname Lastname¹, Firstname Lastname² (ขนาด 16 point ตัวหนา)

Affiliations¹, Affiliations² (ของผู้เขียน ขนาด 15 point ธรรมดา)

E-mail:¹ (ผู้เขียนคนที่ 1 ขนาด 15 point ธรรมดา)

E-mail:² (ผู้เขียนคนที่ 2 ขนาด 15 point ธรรมดา)

บทคัดย่อ ขนาด 16 point ตัวหนา ชิดซ้าย

บทความวิจัยและบทความวิชาการมีรูปแบบเดียวกัน และจะต้องเขียนตามข้อกำหนดการเตรียมบทความข้างล่างนี้ เพื่อความชัดเจนของบทความ ส่วนแรกของบทความคือบทคัดย่อ ความยาวหนึ่งย่อหน้า ความยาวของบทคัดย่อควรอยู่ระหว่าง 200 ถึง 300 คำ และไม่ควรมีการอ้างอิงเอกสารอ้างอิง ขนาด 16 point ตัวธรรมดา ชิดซ้าย

คำสำคัญ: โปรดระบุคำสำคัญ ไม่เกิน 5 คำ ไม่ต้องมีเครื่องหมายคั่นระหว่างคำ ขนาด 16 point ตัวธรรมดา ชิดซ้าย

ABSTRACT ขนาด 16 point ตัวหนา ชิดซ้าย

The first section of the manuscript is to be a short single paragraph abstract outlining the aims, scope, methods, results and conclusion of the paper. Authors should aim for an abstract length of between 200 and 300 words. Abstract should not refer to the references.

KEYWORDS: โปรดระบุ KEYWORDS ไม่เกิน 5 คำ เป็นภาษาอังกฤษ ตัวธรรมดา อักษรแรกเป็นตัวพิมพ์ใหญ่ คั่นด้วยเครื่องหมายจุลภาค “,” ขนาด 16 point ตัวธรรมดา ชิดซ้าย

หมายเหตุ ดาวโหลดแบบฟอร์มได้ที่หน้าเว็บไซต์

1. รายละเอียดทั่วไป

กำหนดให้บทความมีความยาวไม่เกิน 15 หน้า ของกระดาษ A4 (รวมบทคัดย่อภาษาไทย ภาษาอังกฤษ และเอกสารอ้างอิง) โดยให้ตั้งค่าน้ำกระดาษ ขอบบน 1 นิ้ว ขอบล่าง 1 นิ้ว ขอบซ้าย 1 นิ้ว และขอบขวา 1 นิ้ว

2. การเขียนตาราง

ให้วางตารางใกล้ตำแหน่งที่อ้างถึงในเนื้อหา โดยลำดับเลขของตาราง (ตัวหนา) และชื่อตาราง (ตัวธรรมดา) เหนือตารางและขีดซ้าย เช่น “ตารางที่ 1 ...” และระบุแหล่ง “ที่มา: ...” ไว้ใต้ตาราง พร้อมคำอธิบายเพิ่มเติมในเนื้อหาใต้ตาราง เช่น “ดังตารางที่ 1”

ตารางที่ 1 ขนาดและลักษณะของตัวอักษรที่ใช้ในการพิมพ์บทความ

รายการ	ขนาดตัวอักษร (point)	ลักษณะตัวอักษร
ชื่อบทความ	20	ตัวหนา ขีดซ้าย
ชื่อผู้เขียน	16	ตัวหนา ขีดซ้าย
สถานที่ติดต่อผู้เขียน/Email	15	ธรรมดา ขีดซ้าย
หัวข้อเรื่อง	16	ตัวหนา ขีดซ้าย
เนื้อเรื่อง/เนื้อความทั่วไป	16	ตัวธรรมดา ขีดซ้าย

ที่มา: ...ระบุที่มาของตาราง....

3. ภาพประกอบ

ให้วางภาพประกอบใกล้ตำแหน่งที่อ้างถึงในเนื้อหา โดยลำดับเลขของภาพ (ตัวหนา) และพิมพ์ชื่อภาพ (ตัวธรรมดา) “ภาพที่ 1” และระบุแหล่ง “ที่มา: ...” ไว้ใต้ภาพ พร้อมคำอธิบายเพิ่มเติมในเนื้อหาใต้ภาพ เช่น “ดังภาพที่ 1”



ภาพที่ 1 โลโก้สมาคมสถาบันอุดมศึกษาเอกชนแห่งประเทศไทย ในพระราชูปถัมภ์
สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี (สสอ.)

ที่มา: สสอ. (2561)

4. การอ้างอิงในเนื้อหา

การอ้างอิงในเนื้อหาให้ใช้วิธีการอ้างอิงในเนื้อหาแบบนามปี (author-date in-text citation) โดยจะจัดวางไว้ข้างหน้าหรือข้างหลังข้อความที่ต้องการอ้าง เพื่อบอกแหล่งที่มาของข้อความนั้น

4.1 ผู้เขียนมีคนเดียวหรือ 2 คน

กรณีภาษาไทย ใช้ชื่อ-นามสกุลผู้แต่งทุกคน ตามด้วยปีที่พิมพ์ พ.ศ. เช่น กุฑริรงค์ จุฑาพฤตกร และ อันธิกา สวัสดิ์ศรี (2556) หรือ (กุฑริรงค์ จุฑาพฤตกร และ อันธิกา สวัสดิ์ศรี, 2556)

กรณีภาษาอังกฤษ ใช้นามสกุลทุกคน ตามด้วยปีที่พิมพ์ ค.ศ. เช่น Holder and Matter (2008) หรือ (Holder & Matter, 2008)

4.2 ผู้เขียนมี 3 ถึง 5 คน

กรณีภาษาไทย - ครั้งแรก ใช้ชื่อ-นามสกุลผู้แต่งทุกคน ตามด้วยปีที่พิมพ์ พ.ศ. เช่น ชินวัฒน์ ศาสนนันท์, สัญญา สัญญาวิวัฒน์, และ โกมล ไพศาล (2556) หรือ (ชินวัฒน์ ศาสนนันท์, สัญญา สัญญาวิวัฒน์, และ โกมล ไพศาล, 2556)

- ครั้งต่อไป ใช้ชื่อ-นามสกุลผู้แต่งคนแรกตามด้วย “และคณะ” ตามด้วยปีที่พิมพ์ พ.ศ. เช่น ชินวัฒน์ ศาสนนันท์ และคณะ (2556) หรือ (ชินวัฒน์ ศาสนนันท์ และคณะ, 2556)

กรณีภาษาอังกฤษ - ครั้งแรก ใช้นามสกุลทุกคน ตามด้วยปีที่พิมพ์ ค.ศ. เช่น Martin-Consuegra, Molina, and Esteban (2007) หรือ (Martin-Consuegra, Molina, & Esteban, 2007)

- ครั้งต่อไป ใช้นามสกุลคนแรกตามด้วย “et al.” ตามด้วยปีที่พิมพ์ ค.ศ. เช่น Martin-Consuegra et al. (2007) หรือ (Martin-Consuegra et al., 2007)

4.3 ผู้เขียนมีตั้งแต่ 6 คนขึ้นไป

กรณีภาษาไทย ใช้ชื่อ-นามสกุลคนแรก ตามด้วยปีที่พิมพ์ พ.ศ. เช่น มารยาท โยทองยศ และคณะ (2560)

กรณีภาษาอังกฤษ ใช้นามสกุลคนแรกตามด้วย “et al.” ตามด้วยปีที่พิมพ์ ค.ศ. เช่น Harris et al. (2001) หรือ (Harris et al., 2001)

4.4 การอ้างอิงจาก 2 แหล่ง

กรณีภาษาไทย เรียงรายการเอกสารตามตัวอักษรและค้นเอกสารออกด้วยเครื่องหมาย (;) เช่น (ชินวัฒน์ ศาสนนันท์, สัญญา สัญญาวิวัฒน์, และ โกมล ไพศาล, 2556; มารยาท โยทองยศ และคณะ 2560) หรือ (Harris et al., 2001; Martin-Consuegra, Molina, & Esteban, 2007)

5. เอกสารอ้างอิง

ให้รวบรวมรายการเอกสารทั้งหมดที่ผู้เขียนได้ใช้อ้างอิงในเนื้อหา รวมถึงข้อมูลในตาราง และภาพประกอบ จัดเรียงรายการตามลำดับอักษร กรณีภาษาไทย เรียงตามอักษรชื่อผู้แต่ง กรณีภาษาอังกฤษ เรียงตามอักษรนามสกุลผู้แต่ง โดยใช้รูปแบบการเขียนเอกสารอ้างอิงแบบ APA (American Psychological Association) ตัวอย่างการเขียนเอกสารอ้างอิงมีดังนี้

5.1 หนังสือ

รูปแบบ: ชื่อ นามสกุลผู้แต่ง. (ปีที่พิมพ์). ชื่อเรื่อง (ฉบับพิมพ์). สถานที่พิมพ์: ผู้จัดพิมพ์.
ตัวอย่าง: ประมว สตะเวทิน. (2546). *หลักนิเทศศาสตร์* (พิมพ์ครั้งที่ 10). กรุงเทพฯ: ภาพพิมพ์.

5.2 บทในหนังสือ

รูปแบบ: ชื่อ นามสกุลผู้แต่ง. (ปีที่พิมพ์). ชื่อบทความ. ใน ชื่อบรรณาธิการ (บรรณาธิการ), ชื่อเรื่อง (ฉบับพิมพ์, หน้าที่ปรากฏในบทความ). สถานที่พิมพ์: ผู้จัดพิมพ์.
ตัวอย่าง: เสรี ลีลาภัย. (2542). เศรษฐกิจชาตินิยมในประเทศไทยกำลังพัฒนาและสถานการณ์ในประเทศไทย. ใน ณรงค์ เพ็ชรประเสริฐ (บรรณาธิการ), *1999 จุดเปลี่ยนแห่งยุคสมัย* (น. 90-141). กรุงเทพฯ: ศูนย์ศึกษาศาสตร์การเมือง คณะเศรษฐศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

5.3 บทความในวารสาร

รูปแบบ: ชื่อ นามสกุลผู้แต่ง. (ปีที่พิมพ์). ชื่อบทความ. ชื่อวารสาร, ปีที่(ฉบับที่), เลขหน้าที่ปรากฏในบทความ.

ตัวอย่าง: ฤทธิรงค์ จุฑาพถุมิตร, และ อันธิกา สวัสดิ์ศรี. (2556). การจัดการน้ำท่วมด้วยภูมิปัญญาท้องถิ่นในชุมชนรายได้น้อย. *วารสารนักบริหาร*, 33(4), 72-85.

5.4 วิทยานิพนธ์

รูปแบบ: ชื่อ นามสกุลผู้แต่ง. (ปีที่พิมพ์). ชื่อวิทยานิพนธ์ (ระดับวิทยานิพนธ์หรือปริญญาโท, ชื่อมหาวิทยาลัย).

ตัวอย่าง: เบ็ญจรัช เวชวิรัช. (2541). *การศึกษาปัจจัยที่มีผลกระทบต่อมูลค่าการให้สินเชื่อเพื่อการส่งออก และนำเข้าของสถาบันการเงินไทย (วิทยานิพนธ์ปริญญา มหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์).*

5.5 แหล่งสารสนเทศบนอินเทอร์เน็ต

รูปแบบ: ชื่อ นามสกุลผู้แต่ง. (ปีที่พิมพ์). ชื่อเรื่อง. สืบค้นเมื่อวันที่ เดือน ปี, จากแหล่งที่อยู่บนอินเทอร์เน็ต

ตัวอย่าง: Holder, B. J., & Matter, G. (2008). The innovative organization. Retrieved December 11, 2016, from <http://www.geocities.com/CollegePark/Library/1048/innova.html>

5.6 เอกสารการประชุมวิชาการ

รูปแบบ: ชื่อ นามสกุลผู้แต่ง. (ปีที่พิมพ์). ชื่อบทความ. ใน *การประชุมวิชาการเรื่อง.....* (หน้าที่ปรากฏ). สถานที่พิมพ์: ผู้จัดพิมพ์.

ตัวอย่าง: จีระเดช มโนสร้อย, สุดา เสาวคนธ์, และ อภิญญา มโนสร้อย. (2543). หน้าหวาน ใน การสัมมนาทางวิชาการ เรื่อง *เทคโนโลยีชีวภาพเกษตรกรรมครั้งที่ 2 เรื่องการวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์ธรรมชาติเพื่อการแพทย์แผนไทย* (น. 42-50). เชียงใหม่: ศูนย์วิจัยและพัฒนาวัตถุดิบยาเครื่องสำอางและผลิตภัณฑ์ธรรมชาติ สถาบันวิจัยและพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.