



Suan Sunandha Rajabhat University

ISSN 2351-0811

ปีที่ 5 ฉบับที่ 1 เดือนมกราคม - มิถุนายน ประจำปี 2560

THE JOURNAL OF INDUSTRIAL TECHNOLOGY

วารสารวิชาการ
เทคโนโลยีอุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา



Volume 5 / Number 1 / January-June 2017

KEY WORDS :

- Sludge Cake from Aluminum Scrap and Dross Recycling Industry, Rice Husk Ash, Mullite
- Integration, Quality Function Deployment, Failure Mode and Effects Analysis, Automotive Industry
- Heat Transfer, Relative Humidity, Air Conditioning System
- Vapor Pressure , Group Contribution Method , COSMO-SAC Model
- Plasma Ozonizer System, Seafood, Shelf Life
- Neural Network, Decision Tree, Cardiovascular
- Application, Android, Government
- King Chulalongkorn Memorial Hospital, Personal Space, Criminal Invasion Prevention, Space Syntax
- Shallots, Small to Medium Enterprise, Shallots Chopping

วารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม : มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา

วัตถุประสงค์ของการจัดพิมพ์วารสาร

1. เพื่อเผยแพร่ผลงานวิชาการหรือผลงานวิจัยที่มีคุณภาพด้านเทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และสหวิทยาการด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
2. เพื่อเป็นช่องทางในการนำเสนอและแลกเปลี่ยนความคิดเห็นด้านเทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และสหวิทยาการด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ที่ปรึกษา

รองศาสตราจารย์ ดร.ฤเดช เกิดวิชัย

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พลัง วงษ์ธนสุภรณ์

อธิการบดีมหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา

คณบดีคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม

บรรณาธิการ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พิบูล ไวจิตรกรรม

รองคณบดีฝ่ายวิจัยและบริการวิชาการ

กองบรรณาธิการ

ศาสตราจารย์ ดร.วิชัย ศรีคำ

ศาสตราจารย์ ดร.ชิตชนก เหลือสินทรัพย์

ศาสตราจารย์ ดร.จงจิตร หิรัญลาม

ศาสตราจารย์ ดร.โจเซฟ เคดารี

ศาสตราจารย์ ดร.พานิช วุฒิพิทักษ์

มหาวิทยาลัยศิลปากร

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

มหาวิทยาลัยกรุงเทพธนบุรี

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้า

พระนครเหนือ

รองศาสตราจารย์ ดร.ชัยรัตน์ อีระวัฒนสุข

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้า

พระนครเหนือ

รองศาสตราจารย์ ดร.ฉัฐไชย์ สีนาวงศ์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า

เจ้าคุณทหารลาดกระบัง

รองศาสตราจารย์ ดร.สุชปา เนตรประดิษฐ์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

รองศาสตราจารย์ ดร.สุรินทร์ ปัทมวรคุณ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

ดร.อภิวัฒน์ สุธะโพ

มหาวิทยาลัยรังสิต

ดร.ชนมภัทร โตระสะ

มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา

อาจารย์พินา ศรีพระจันทร์

มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา

อาจารย์สหภาพ กลีบลำเจียก

มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา

คณะกรรมการประเมินบทความ

ศาสตราจารย์ ดร.ชิตชนก เหลือสินทรัพย์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รองศาสตราจารย์ ดร.ฉัฐไชย์ สีนาวงศ์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า

เจ้าคุณทหารลาดกระบัง

รองศาสตราจารย์ ดร.สุชปา เนตรประดิษฐ์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

รองศาสตราจารย์ ดร.อรุณ หาญสืบสาย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รองศาสตราจารย์ ดร.อุทัย ผ่องศรีมี

มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.คมวุธ วิศวไพศาล
รองศาสตราจารย์ผกามาศ ผจญแก้ว
รองศาสตราจารย์สุดาว เลิศวิสุทธิไพบูลย์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กิตติศักดิ์ สมุทรารักษ์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชุตินา จารุศิริพงษ์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ณัฐพงษ์ สอนสุวิทย์

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ประทุมทอง ไตรรัตน์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรียา แก้วอาษา
ผู้ช่วยศาสตราจารย์กฤษฎางค์ ศุภระมูล

ผู้ช่วยศาสตราจารย์เชี่ยวชาญ ห้าวหาญ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์เพ็ญ จันทร์สา
ผู้ช่วยศาสตราจารย์วัฒนา พันธธำเจียก
ผู้ช่วยศาสตราจารย์อดุลย์ พัฒนภักดี
ผู้ช่วยศาสตราจารย์อรรณ ขวัญปาน
ผู้ช่วยศาสตราจารย์อำนาจ สวัสดิ์นะที่
ดร.ธวัชชัย วงศ์ช่าง

ดร.อำนาจ ขาวเน

มหาวิทยาลัยศรีปทุม
มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช
มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช
มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง
มหาวิทยาลัยศิลปากร
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
พระนครเหนือ
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน
มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์
ในพระบรมราชูปถัมภ์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
พระนครเหนือ
มหาวิทยาลัยศรีปทุม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
มหาวิทยาลัยศรีปทุม
มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา
มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
พระนครเหนือ
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
เจ้าคุณทหารลาดกระบัง

กองการจัดการ

นางสาววรฤทัย หาญโชติพันธุ์

กำหนดการเผยแพร่

ปีละ 2 ฉบับ คือ ฉบับที่ 1 (เดือนมกราคม – มิถุนายน) และฉบับที่ 2 (เดือนกรกฎาคม – ธันวาคม)

เจ้าของวารสาร

คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา

สำนักงาน

คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา เลขที่ 1 ถนนอุทองนอก
เขตดุสิต กรุงเทพมหานคร 10300

โทรศัพท์ 0 2160 1438 ต่อ 22 โทรสาร 0 2160 1440 www.fit.ssru.ac.th

พิมพ์ที่

ห้างหุ้นส่วนจำกัด วินท์ลักษณ์ 10/378 หมู่ที่ 7 ตำบลโคกขาม อำเภอเมืองสมุทรสาคร
จังหวัดสมุทรสาคร โทรศัพท์ 081 810 1419

บทบรรณาธิการ

วารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม : มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา ฉบับนี้เป็นฉบับที่ 1 ของปีที่ 5 (เดือนมกราคม – มิถุนายน 2560) บทความในฉบับนี้ประกอบด้วยเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และสหวิทยาการ ด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ในรูปแบบบทความวิจัย จำนวน 9 เรื่อง ได้แก่ การใช้ของเสียจากอุตสาหกรรมเพื่อสังเคราะห์เนื้อผลิตภัณฑ์มวลโล่ การบูรณาการ QFD และ FMEA เพื่อความพึงพอใจของลูกค้า : กรณีศึกษาในอุตสาหกรรมยานยนต์ อิทธิพลของความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศขาเข้าต่อการถ่ายโอนความร้อนของระบบปรับอากาศ การประมาณค่าความดันไอสำหรับสารบริสุทธิ์ ระบบพลาสมาไอโซไนเซอร์และการประยุกต์ใช้สำหรับยืดอายุการเก็บรักษาอาหารทะเลจากพื้นที่อ่าวปากนคร จังหวัดนครศรีธรรมราช โปรแกรมช่วยวิเคราะห์อัตราเสี่ยงต่อการเป็นโรคหัวใจและหลอดเลือด การพัฒนาแอปพลิเคชันค้นหาหมายเลขโทรศัพท์สถานที่ราชการในจังหวัดพิษณุโลก การศึกษาแนวทางการปรับปรุงพื้นที่ภายนอกอาคารและระบบสัญญาณ เพื่อลดความเดือดร้อนจากกลุ่มผู้ชุมนุมทางการเมืองในกรุงเทพมหานคร การออกแบบและพัฒนาเครื่องทันซอยหอมแดงระบบกึ่งอัตโนมัติต้นแบบ สำหรับวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม และบทความวิชาการ จำนวน 1 เรื่อง คือ การจัดการเทคโนโลยีอุตสาหกรรมในประเทศไทย เนื้อหาของบทความดังกล่าวมานี้ มีความเข้มข้นและร่วมสมัย เหมาะสมสำหรับใช้ประกอบการศึกษาค้นคว้าของคณาจารย์ นักวิชาการและผู้สนใจทั่วไป

สำหรับวารสารฉบับที่ 2 ของปีที่ 5 (เดือนกรกฎาคม - ธันวาคม 2560) กำลังเปิดรับผลงานเพื่อการตีพิมพ์ วารสารยังมีพื้นที่ให้ผู้สนใจ นักวิจัย อาจารย์และนักศึกษา ส่งผลงานในลักษณะบทความวิชาการหรือบทความวิจัยมาให้พิจารณา วารสารยินดีเป็นสื่อกลางสำหรับการเผยแพร่ผลงาน โดยบทความจะได้รับการประเมินคุณภาพจากกองบรรณาธิการและพิจารณาถ่วงดุล (peer review) โดยผู้ทรงคุณวุฒิตามสาขาที่เกี่ยวข้อง

กองบรรณาธิการวารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม : มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา หวังเป็นอย่างยิ่งว่า วารสารฉบับนี้จะเป็นประโยชน์สำหรับผู้สนใจทุกท่าน ขอขอบคุณสมาชิกวารสารที่ได้ให้ความสนใจติดตามวารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม : มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทามา ณ โอกาสนี้

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พิบูล ไวจิตรกรรม
บรรณาธิการ

สารบัญ

	หน้า
บทความวิจัย	
การใช้ของเสียจากอุตสาหกรรมเพื่อสังเคราะห์เนื้อผลิตภัณฑ์มัลไลท์ Synthesis mullite ceramics from industry waste สุรพันธุ์ รัตนาวะดี	6
การบูรณาการ QFD และ FMEA เพื่อความพึงพอใจของลูกค้า กรณีศึกษาในอุตสาหกรรมยานยนต์ Integrating QFD and FMEA for Customer Satisfaction A Case Study in Automotive Industry พัฒนา ปะทะกิจ, อัมพิกา ไกรฤทธิ์	13
อิทธิพลของความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศขาเข้าต่อการถ่ายโอนความร้อน ของระบบปรับอากาศ Effect of inlet air relative humidity on heat transfer in air conditioning system ธีระชัย ห่อวงศ์สกุล, ปุริมพัฒน์ สุจำนงค์โตกุล, สมนึก ธีระกุลพิศุทธิ์, พัทยากร ปาลสาร	24
การประมาณค่าความดันไอสำหรับสารบริสุทธิ์ The estimation of the vapor pressure for pure substances วิญญู นวลสุวรรณ, สาธก ไชยกุลชื่นสกุล	32
ระบบพลาสมาโอโซนเซอร์และการประยุกต์ใช้สำหรับยืดอายุการเก็บรักษา อาหารทะเลจากพื้นที่อ่าวปากนคร จังหวัดนครศรีธรรมราช Plasma Ozonizer System and Its Application on Extending the Shelf Life of Seafood from Pak Nakhon Bay, Nakhon Si Thammarat พิชญ์ศักดิ์ จันทร์กุล, ชัยภรณ์ แก้วอ่อน, ลัญจกร จันทร์อุดม	40

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทความวิจัย	
โปรแกรมช่วยวิเคราะห์อัตราเสี่ยงต่อการเป็นโรคหัวใจและหลอดเลือด Analyzes the risk of cardiovascular disease บุญยานุช ใหม่เง่า, ปัญญาวัฒน์ ขามก้อน, ขนิษฐา ศรีแก้ว	55
การพัฒนาแอปพลิเคชันค้นหาหมายเลขโทรศัพท์สถานที่ราชการในจังหวัดพิษณุโลก The development of applications for the phone number the government in Phitsanulok สุทธิกานต์ พรหมมาณพ	66
การศึกษาแนวทางการปรับปรุงพื้นที่ภายนอกอาคารและระบบสัญจร เพื่อลดความเดือน ร้อนจากกลุ่มผู้ชุมนุมทางการเมือง ในกรุงเทพมหานคร Study of Guideline to Outdoor Space Development and Traffic for decrease Protestors Trouble in Bangkok วินัย หมั่นคติธรรม, กันยพัชร ธนกุลวุฒิโรจน์, มรกต วรชัยรุ่งเรือง	74
การออกแบบและพัฒนาเครื่องหั่นซอยหอมแดงระบบกึ่งอัตโนมัติต้นแบบ สำหรับวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม Design and development of semi-automatic shallots chopping machine prototype for small to medium enterprise สฤษฎีชัย เข้มเจริญ, มนตรี น่วมจิตร, กฤติธรรม นามสง่า, ศิริชัย ต่อสกุล	98
บทความวิชาการ	
การจัดการเทคโนโลยีอุตสาหกรรมในประเทศไทย Industrial Technology Management ศาสตราจารย์เกียรติคุณ ดร.อนันต์ รัศมี	106

การใช้ของเสียจากอุตสาหกรรมเพื่อสังเคราะห์เนื้อผลิตภัณฑ์มวลโลหะ

สุรพันธุ์ รัตนาวะดี

สาขาวิชาออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา

บทคัดย่อ

การนำขยะกลับมาใช้เป็นประเด็นที่ได้รับความสนใจทั้งในวงการอุตสาหกรรม และวงการศึกษา ในงานวิจัยชิ้นนี้ผู้วิจัยมุ่งประเด็นในการศึกษาการนำดินตะกอนในกระบวนการบำบัดน้ำเสียของ อุตสาหกรรมการหล่ออลูมิเนียมและเถ้าแกลบกลับมาใช้ เพื่อทดแทนอลูมินาออกไซด์และซิลิกาออกไซด์ สำหรับการสังเคราะห์มวลโลหะเซรามิกส์ โดยทั่วไปมวลโลหะเซรามิกส์ สามารถทนการกัดกร่อนจากสารเคมี ได้ดี มีสมบัติทางกลดี มีค่าการขยายตัวเมื่อร้อนต่ำ (COE) ซึ่งเป็นสมบัติที่มีความต้องการของ อุตสาหกรรมเซรามิกส์ มีส่วนประกอบของอลูมินาออกไซด์และซิลิกาเป็นส่วนประกอบ โดยใช้สูตร ($3\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$) มีส่วนผสมของ ดินตะกอนในกระบวนการบำบัดน้ำเสียของอุตสาหกรรมการหล่อ อลูมิเนียม 72% และ เถ้าแกลบ 28% (โดยน้ำหนัก) ผสมตามสูตร บด 1 ชั่วโมง ขึ้นรูป และเผาที่อุณหภูมิตั้งแต่ 1200°C ถึง 1280°C ยืนไฟ 1 ชั่วโมง นำไปทดสอบเพื่อหาโครงสร้างผลึกด้วย XRD ทดสอบการหดตัวหลังเผา และค่าการดูดซึมน้ำ ขึ้นทดสอบผ่านการเผาที่อุณหภูมิ 1280 เริ่มเกิดผลึก มวลโลหะ สามารถสรุปได้ว่ามีแนวโน้มที่จะสังเคราะห์มวลโลหะได้จากดินตะกอนจากการบำบัดน้ำเสีย ใน อุตสาหกรรมการหล่ออลูมิเนียมและเถ้าแกลบได้ในอุณหภูมิที่สูง ซึ่งมีประโยชน์กับอุตสาหกรรม เซรามิกส์ในประเทศไทย ในแง่ของการใช้วัสดุทดแทน ลดต้นทุน และการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม

คำสำคัญ : ดินตะกอนในกระบวนการบำบัดน้ำเสียของอุตสาหกรรมการหล่ออลูมิเนียม, เถ้าแกลบ, มวลโลหะ

Synthesis mullite ceramics from industry waste

Suraphan Rattनावadi

Industrial Design, Faculty of Industrial Technology, Suan Sunandha Rajabhat University

Abstract

Waste recycle is one of the interesting topic in both academia and industry. This research focuses on recycling the industry waste (sludge cake from aluminum scrap and dross recycling industry and rice husk ash) to synthesis mullite. Mullite is one of ceramics structures that has good property on corrosion, good mechanical property and low COE which are in need of ceramics industry. Mullite contains alumina oxide and silica oxide ($3\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$). In this study, we used 72% of sludge cake from aluminum scrap and dross recycling industry and 28% of rice husk ash as starting raw materials. The sample was grounded in ball mill for 1 hour, pressed by hydraulic compression, fired at the temperatures of 1200-1280°C and soaked at the highest temperature for 1 hour. The test pieces were tested by XRD, water absorption and firing shrinkage tests. XRD shown that minor crystal structure of mullite were formed at 1280°C. It can conclude that the raw material from industry waste tends to be usefull to synthesis mullite at the high temperature.

Keywords : Sludge cake from aluminum scrap and dross recycling industry, Rice husk ash, Mullite

บทนำ

การนำของเสียจากอุตสาหกรรมกลับมาใช้ให้คุ้มค่าเป็นประเด็นที่นักวิจัยเกือบทุกแขนงให้ความสนใจในการศึกษาเพราะของเสียที่เกิดจากกระบวนการนั้นเป็นของเสียที่ก่อให้เกิดมลภาวะด้านสิ่งแวดล้อมและต้องใช้งบประมาณมากในการทำลายทิ้งปัจจุบันอุตสาหกรรมการชุบอลูมิเนียมได้มีการขยายตัวอย่างต่อเนื่อง และของเสียที่เกิดขึ้นนั้นก็มีส่วนประกอบที่สูง เมื่อนำดินตะกอนจากอุตสาหกรรมดังกล่าวมาทดสอบ และ พบว่าดินตะกอนเหล่านั้นมีอลูมินาเป็นส่วนประกอบอยู่ในปริมาณสูงมาก M.J. Ribeiro & J.A. Labrincha (2008) ได้ทำการศึกษาการสังเคราะห์มัลไรต์จากดินตะกอนจากอุตสาหกรรมการชุบอลูมิเนียมด้วยไฟฟ้า (anodizing) พบว่าดินตะกอนจากอุตสาหกรรมเมื่อนำมาผ่านการเผาที่อุณหภูมิ 1400 °C ด้วยเตาไฟฟ้า นำไปผสมกับซิลิกาที่สังเคราะห์ได้จากแคลสที่ได้จากการเตรียมด้วยการเผาในบรรยากาศที่มีออกซิเจนภายในเตาไฟฟ้า ที่อุณหภูมิ 700 °C แล้วจึงหลักระเหยเฉพาะ ได้แก่ การวิเคราะห์ทางเคมี การวิเคราะห์ทางพื้นที่ผิวการกระจายขนาดและปริมาณของคาร์บอน พบว่า เมื่อใช้เวลาและอุณหภูมิในการเผาแล้วกลับมากขึ้น ปริมาณของซิลิกาที่ได้จะเพิ่มขึ้น แต่ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของซิลิกา และการเผาที่อุณหภูมิ 700 °C เป็นเวลา 6 ชั่วโมง จะได้ปริมาณซิลิกามากถึงร้อยละ 95 และเมื่อทำการบดซิลิกาจะมีพื้นที่ผิวเพิ่มจาก 54 เป็น 81 ตารางเมตรต่อกรัม (V.P. Della, I. Kuhn, D. Hotza, 2002) โดยทั่วไปมัลไรต์เซรามิกส์ สามารถทนการกัดกร่อนจากสารเคมีได้ดี มีสมบัติทางกลดี มีค่าการขยายตัวเมื่อร้อนต่ำ (COE) ซึ่งเป็นสมบัติที่มีความต้องการของอุตสาหกรรมเซรามิกส์ มีส่วนประกอบของอลูมินาออกไซด์และซิลิกาเป็นส่วนประกอบ โดยใช้สูตร ($3\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$) และเป็นที่ต้องการของ

อุตสาหกรรม สามารถนำมาผลิตเป็นส่วนประกอบของเตาเผา เบ้าหลอมโลหะ หรือวัสดุที่ต้องการทานการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิอย่างฉับพลัน

ดังนั้น ในงานวิจัยนี้ จึงได้ศึกษาการนำของเสียจากอุตสาหกรรมการหล่ออลูมิเนียมและซิลิกาจากเถ้าแกลบกลับมาใช้ใหม่เพื่อผลิตเนื้อผลิตภัณฑ์มัลไรต์ เพื่อลดต้นทุนการผลิต และนำของเสียกลับมาใช้ให้เกิดประโยชน์มากที่สุด เป็นการเพิ่มมูลค่าของวัตถุดิบที่เหลือใช้จากอุตสาหกรรมภายในประเทศ

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการนำดินตะกอนในกระบวนการบำบัดน้ำเสียในอุตสาหกรรม กลับมาใช้ใหม่เพื่อผลิตเนื้อผลิตภัณฑ์มัลไรต์เซรามิกส์

ระเบียบวิธีวิจัย

ศึกษาข้อมูลด้านการสังเคราะห์เนื้อผลิตภัณฑ์มัลไรต์ การนำดินตะกอนในกระบวนการบำบัดน้ำเสียของอุตสาหกรรมการหล่ออลูมิเนียมและเถ้าแกลบกลับมาใช้ใหม่จากบทความ งานวิจัย และจากข้อมูลวัสดุในตลาด ศึกษาความเป็นไปได้ของ ส่วนผสม ที่พัฒนาขึ้น และความเป็นไปได้ในการสังเคราะห์เนื้อผลิตภัณฑ์มัลไรต์ด้วยดินตะกอนในกระบวนการบำบัดน้ำเสียของอุตสาหกรรม การหล่ออลูมิเนียมและเถ้าแกลบ ดำเนินการเตรียมวัตถุดิบตามส่วนผสมที่พัฒนาขึ้น

1. ขั้นตอนการเตรียมวัตถุดิบ

1.1 เตรียมดินตะกอนจากอุตสาหกรรมการหล่ออลูมิเนียม และเถ้าแกลบจากแหล่งผลิต

1.2 เผาดินตะกอนในกระบวนการบำบัดน้ำเสียของอุตสาหกรรมการหล่ออลูมิเนียมที่อุณหภูมิ 600 -1,000 °C ตามลำดับ

1.3 ผสมวัตถุดิบตามสมมุติฐาน และ บดแห้งด้วยหม้อบดพอร์ซเลนและขึ้นรูปด้วยแบบ โลหะด้วยเครื่องขึ้นรูปไฮดรอลิก

1.4 เผาพูนที่อุณหภูมิ 1200, 1225, 1250 และ 1280°C ตามลำดับ

1.5 เตรียมชิ้นตัวอย่างเพื่อทดสอบ สมบัติทางกายภาพ

2. ทดสอบเนื้อดินเพื่อหา

2.1 ส่วนประกอบทางเคมีของตัวอย่าง ด้วยเครื่อง X-ray Fluorescence Spectroscopy (WD-XRF using Rh radiation in a Bruker® S4 Pioneer)

2.2 ทดสอบเพื่อหาขนาดอนุภาคของ วัตถุดิบ โดยเครื่อง Sedi Graph 5100

2.3 หาเปอร์เซ็นต์การหดตัว (%) (Shrinkage) เชิงเส้นของชิ้นงานหลังเผา โดยใช้ มาตรฐาน ASTM C326-03 (Reapproved 1999)

2.4 หาเปอร์เซ็นต์การดูดซึมน้ำ (%) (Water absorption) โดยใช้มาตรฐาน ASTM C373-88 (Reapproved 1999)

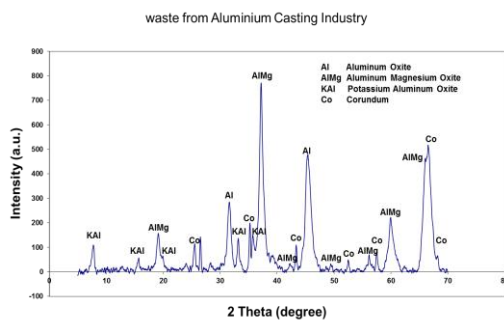
2.5 Mineral Composition โดยเครื่อง X-ray Diffractometer

ผลการวิจัย

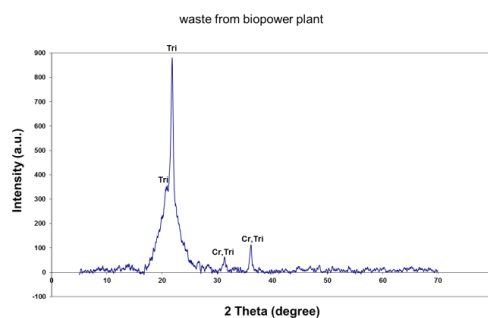
จากผลการทดลองพบว่า วัตถุดิบจาก อุตสาหกรรมการหล่อหลอมเศษอลูมิเนียม มีปริมาณอลูมินา 78.80% (ผ่านการเผาที่ 900°C) ซึ่งถือว่าเป็นสัดส่วนที่สูง และยังพบว่าเถ้าแกลบ จากอุตสาหกรรมการเผาอิฐ (เถ้าขาว) มีปริมาณ ซิลิกา 66.05 % ซึ่งถือว่าเป็นสัดส่วนที่สูงเช่นกัน ดังแสดงในตารางที่ 1 และเมื่อนำไปทดสอบเพื่อ หาโครงสร้างผลึกดังแผนภาพที่ 1 (A) และ 1(B) พบว่า โครงสร้างผลึกของวัตถุดิบจากอุตสาหกรรมการหล่ออลูมิเนียมมีโครงสร้างของ aluminum oxide, aluminum magnesium oxide, potassium aluminum oxide และ corundum เป็น ส่วนประกอบ ส่วนโครงสร้างผลึกของวัตถุดิบ จากอุตสาหกรรมการเผาอิฐมีโครงสร้างของ tridymite และ cristobalite เป็นส่วนประกอบ

ตารางที่ 1 Chemical composition of raw materials. (weight %)

Oxide	Al ₂ O ₃	SiO ₂	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	ZnO	L.O.I.
Aw	78.80	5.42	1.73	4.21	1.08	-	2.68	-	1.63	-
Rh	22.55	66.05	0.08	0.54	0.41	4.19	0.68	0.02	-	4.65



(A.)



(B.)

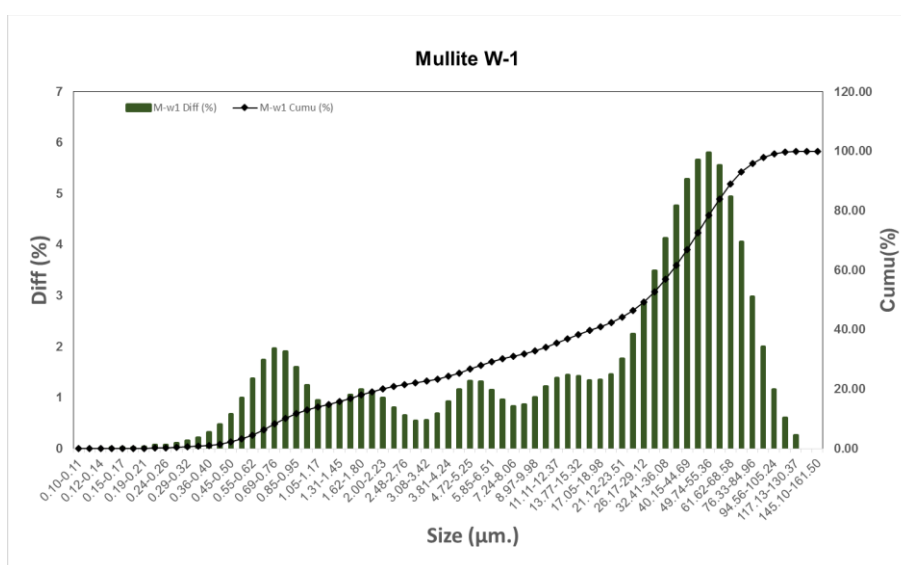
ภาพที่ 1 (A.) XRD pattern ของดินตะกอนในกระบวนการบำบัดน้ำเสียของอุตสาหกรรมการหล่ออลูมิเนียมผ่านการเผาที่อุณหภูมิ 900°C (B.) XRD pattern ของเถ้าแกลบ

นำวัตถุดิบตั้งต้นทั้งสองมาผสมกันในสัดส่วน วัตถุดิบจากอุตสาหกรรมการหล่ออลูมิเนียมมี ปริมาณอลูมินา(Aw) : แก้วจากอุตสาหกรรม การเผาอิฐ (Rh) 72:28 ดังแสดงในตารางที่ 2 ทำการบดแห้งในหม้อบด 1 ชั่วโมง และนำตัวอย่าง

ที่ได้ไปทดสอบเพื่อหาขนาดอนุภาคของวัตถุดิบ โดยเครื่อง Sedi Graph 5100 พบว่า มีขนาด อนุภาค 29.77 (μm) และมีพื้นที่ผิวจำเพาะ 1.9852 (m^2/g) ดังแสดงในแผนภาพที่ 2 และ ตารางที่ 3

ตารางที่ 2 Raw materials in weight%.

Sample no.	Aw	Rh
Mullite W-1.	72	28



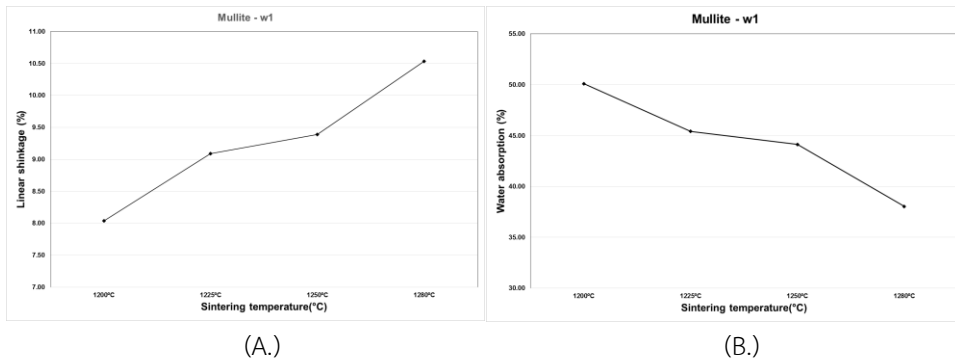
ภาพที่ 2 Particle size distributions of sample

ตารางที่ 3 Median particle size (D50) and specific surface area of the industry-waste raw materials

	ขนาดอนุภาค (μm)	พื้นที่ผิวจำเพาะ (m^2/g)
Mullite W-1.	29.77	1.9852

เมื่อนำตัวอย่างที่ผ่านการเผาฟลักที่ อุณหภูมิ 1200 ถึง 1280°C มาทดสอบสมบัติ การหดตัวหลังเผาตามมาตรฐาน พบว่า เมื่อ อุณหภูมิในการเผาสูงขึ้นเปอร์เซ็นต์การหดตัว หลังเผาจะสูงขึ้นตามไปด้วย ดังแสดงในภาพที่

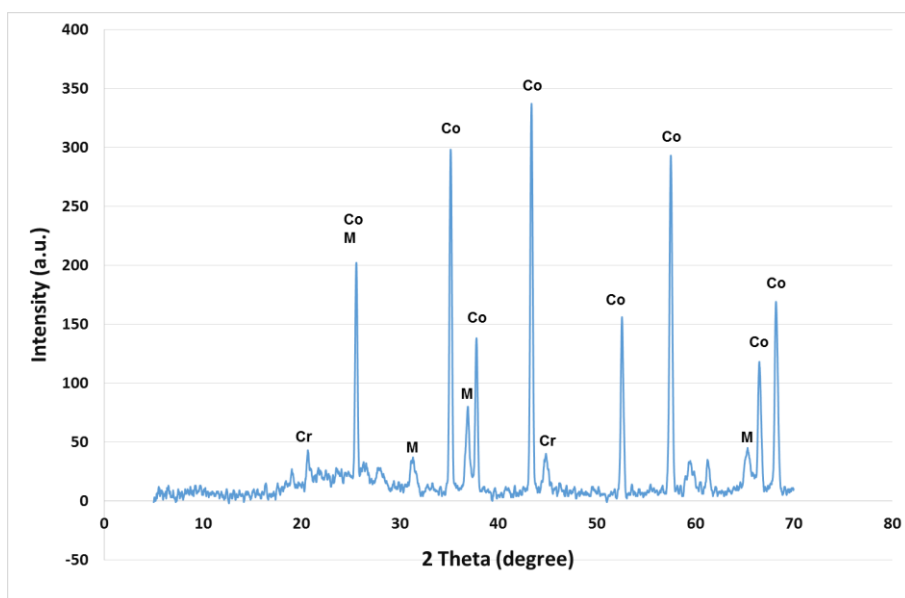
3 (A) ในทางกลับกันเมื่อเมื่อนำตัวอย่างไปทดสอบ ค่าการดูดซึมน้ำพบว่าเมื่ออุณหภูมิในการเผา สูงขึ้นเปอร์เซ็นต์การดูดซึมน้ำจะลดลง ดังแสดง ในภาพที่ 3 (B)



ภาพที่ 3 (A) ค่าการหดตัวหลังเผาของชิ้นทดสอบ, (B) ค่าการดูดซึมน้ำของชิ้นทดสอบ (เผาหนักที่อุณหภูมิ 1200 ถึง 1280°C)

จากลักษณะทางกายภาพภายหลังการเผาหนักที่อุณหภูมิระหว่าง อุณหภูมิ 1200 ถึง 1280°C พบว่า ชิ้นทดสอบที่ผ่านการเผาที่อุณหภูมิ 1200-1225 °C ยังมีลักษณะเปราะ หักง่ายเป็นผงได้เมื่อโดนเสียดสีแรง ๆ มีลักษณะแข็งแรงขึ้นที่อุณหภูมิ 1250 °C และยังพบว่าชิ้นทดสอบที่ผ่านการเผาที่ อุณหภูมิ 1280°C ลักษณะแข็งแรงดีจากการเผาหนัก

ไม่หลุดร่อนง่าย เมื่อนำไปทดสอบโครงสร้างผลึกของชิ้นงานด้วย เครื่อง XRD จากภาพที่ 4 แสดงโครงสร้างผลึกของชิ้นงานผ่านการเผาที่อุณหภูมิ 1280 °C พบว่า มีการเกิดของผลึก corundum เป็น major phase และผลึก cristobalite รวมถึงเริ่มเกิด ผลึก mullite เป็น minor phase



ภาพที่ 4 โครงสร้างผลึกของชิ้นทดสอบผ่านการเผาที่อุณหภูมิ 1280 °C

สรุปและอภิปรายผล

จากผลการวิจัยพบว่า มีแนวโน้มที่จะเกิดผลึกมัลไลต์ได้จากดินตะกอนในกระบวนการบำบัดน้ำเสียของอุตสาหกรรมการหล่ออลูมิเนียม และจากถ้ำเกลือ และสามารถสรุปได้ว่าดินตะกอนจากการบำบัดน้ำเสียในอุตสาหกรรมการหล่ออลูมิเนียม และถ้ำเกลือ มีประโยชน์กับอุตสาหกรรมเซรามิกส์ในประเทศไทย ในแง่ของการใช้วัสดุทดแทน ลดต้นทุน และการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม รวมถึงการเพิ่มมูลค่าให้กับขยะอุตสาหกรรมอีกช่องทางหนึ่งด้วย

ข้อเสนอแนะ

ในการวิจัยครั้งต่อไปควรเพิ่มอุณหภูมิในการสังเคราะห์มัลไลต์ เพื่อหาอุณหภูมิที่เหมาะสมที่จะเกิดมัลไลต์สมบูรณ์เทียบกับอุณหภูมิทางทฤษฎี และหาเทคนิคในการลดอุณหภูมิในการสังเคราะห์มัลไลต์ให้ต่ำลง

References

American Society for Testing and Materials) ASTM. (1999). **Standard Test Method for Water Absorption, Bulk Density, Apparent Porosity, and Apparent Specific Gravity of Fire Whiteware**. Pa, USA: ASTM International. See also www.astm.org.

Kanjana Keowkamnerd. (2541). **Refractory : Charactoristics, Properties and Application**. Ceramic Research Center, Chiang Mai University, Thailand.

M.J. Ribeiro, J.A. Labrincha. (2008). Properties of sintered mullite and

cordierite pressed bodies manufactured using Al-rich anodising sludge. **Ceramics International.**, 34, 593-597.

Mingsan Khosat, Chirawan Chaisuwa, Akarapong Unthong, Komsan Suriya, Kritiyaporn wongsa, Jakkree Tejawaree, On Chunthirapong, Sirikarn Jansa, walailak ratiwanich. (2545). **Master Plan for the Ceramics and Glass Industry**. Social research institute Chiang Mai University, Chiang Mai.

Singer, F. and S.S. (1963). **Industrial Ceramics**, New York: John Wiley and Sons.

Somporn Kamolsiripichaiporn., (2015), **Chemical Safety and Hazardous Waste Management Program**. The Center of Excellence on Hazardous Substance Management. Chulalongkorn University.

Sripen Towta, Niyom Boonthanom, Vanchob Yotsombat. (2531). **Preparation of silicon dioxide from rice husk**. Research report, Faculty of Science of Chiang Mai University.

V.P. Della, I. Kuhn, D. Hotza. (2002). Rice husk ash as an alternate source for active silica production. **Materials Letters**, 57, 818-821.

การบูรณาการ QFD และ FMEA เพื่อความพึงพอใจของลูกค้า กรณีศึกษาในอุตสาหกรรมยานยนต์ พัฒนา ปะทะกิจ¹, อัมพิกา ไกรฤทธิ์²

¹วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (การจัดการวิศวกรรม) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

²วิศวกรรมศาสตรศรีราชา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตศรีราชา

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้ ต้องการศึกษาและออกแบบสร้างเครื่องมือทางวิศวกรรมที่สามารถระบุความต้องการที่แท้จริงของลูกค้าและกำหนดกิจกรรมตอบสนองที่มีความเหมาะสมของโรงงานอุตสาหกรรมตัวอย่างด้วยการบูรณาการการแปลงหน้าที่ผลิตภัณฑ์เชิงคุณภาพให้เป็นแนวทางปฏิบัติ (Quality Function Deployment: QFD) และการวิเคราะห์ความล้มเหลวของกระบวนการ (Failure Mode Effects Analysis : FMEA) เข้าด้วยกันเพื่อนำมาประยุกต์ใช้กับกระบวนการวิจัยและพัฒนาในอุตสาหกรรมยานยนต์

ผลการศึกษาและทดลองประยุกต์ใช้แบบจำลองร่วมกับกระบวนการปกติของโรงงานกรณีศึกษาพบว่า แบบจำลองสามารถระบุและเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างความต้องการที่แท้จริงของลูกค้า และปัจจัยที่มีผลกระทบกับกระบวนการในรูปแบบผลคะแนนซึ่งสามารถนำมาจัดเรียง และแยกพิจารณาเพื่อระบุปัจจัยที่มีผลกระทบสูงสุดต่อกระบวนการได้ โดยผลจากการดำเนินโครงการ พบว่า โรงงานกรณีศึกษาสามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการแก้ไขปัญหาผ่านการระบุปัจจัยที่มีผลกระทบเพื่อนำมาแก้ไข และยังสามารถลดเวลาในการดำเนินการลงจาก 100% เป็น 50% รวมถึงลดค่าใช้จ่ายในการดำเนินการลงจาก 100% เป็น 45% ต่อเดือน

คำสำคัญ : การบูรณาการ, การแปลงหน้าที่ผลิตภัณฑ์เชิงคุณภาพให้เป็นแนวทางปฏิบัติ, การวิเคราะห์ความล้มเหลวของกระบวนการ, อุตสาหกรรมยานยนต์

Integrating QFD and FMEA for Customer Satisfaction A Case Study in Automotive Industry

Pattana Pahakij¹, Ampika Krairit²

¹ Master of Engineering (Engineering Management), Kasetsart University

² Faculty of Engineering Kasetsart University (Sriracha Campus)

Abstract

The objectives of this research are to study and to design an engineering instrument that can identify the real needs of customers and appropriate responsive activities of an industrial plant with the integration of QFD (Quality Function Deployment) and FMEA (Failure Mode and Effects Analysis), by focusing on application of research and development process in the automotive industry.

The study results and the experimental model application with the normal process of the plant in the case study indicated that the model was able to identify and link the relationship between the real needs of customers and factors affecting the process in the form of points that can be ordered and classified to determine which factors having the highest impacts on the process. It was also found that the results of the implementation of the project at the plant in the case study enabled an increase of efficiency in solving problems through the factors identified as having impacts. In addition, the time spent in the process could be reduced from 100 % down to 50%, together with reduction of the operational cost from 100% down to 45% per month.

Keywords : Integration, Quality Function Deployment, Failure Mode and Effects Analysis, automotive industry

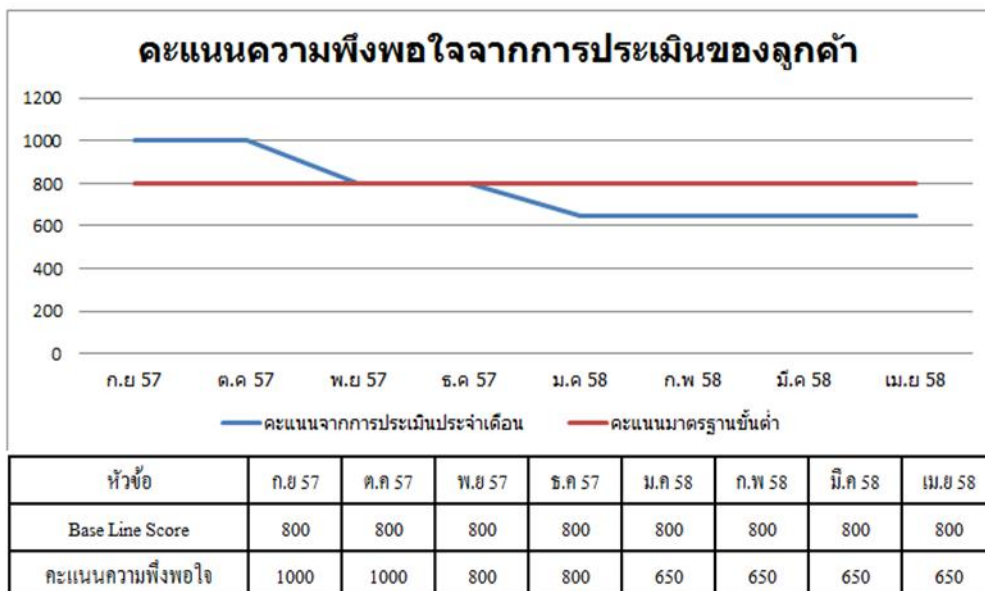
บทนำ

ปัจจุบันอุตสาหกรรมยานยนต์ และ ชิ้นส่วนยานยนต์ในประเทศไทยนับเป็นหนึ่งในอุตสาหกรรมหลักที่มีความสำคัญ และสามารถเพิ่มสร้างมูลค่าทางเศรษฐกิจให้กับประเทศได้อย่างมหาศาลจากฐานข้อมูลผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศ (จีดีพี พ.ศ.2558) พบว่า สัดส่วนมูลค่าผลิตภัณฑ์มวลรวมของอุตสาหกรรมยานยนต์และชิ้นส่วนยานยนต์ มีมูลค่าอยู่ที่ร้อยละ 11 ของอุตสาหกรรมการผลิตในประเทศทั้งหมด โดยในปี พ.ศ. 2558 ประเทศไทยมีปริมาณการผลิตรถยนต์อยู่ที่ 1,950,000 คันและยังมีอัตราการขยายตัวอย่างต่อเนื่อง และก้าวกระโดดจากความต้องการที่เพิ่มมากขึ้นและการสนับสนุนของภาครัฐ

จากอัตราการขยายตัวและมูลค่าที่เพิ่มขึ้นดังกล่าวจึงเป็นที่มาของงานวิจัยซึ่งเป็นการนำปัญหาที่พบในโรงงานอุตสาหกรรมตัวอย่างในกลุ่มโรงงานผู้ผลิตชิ้นส่วนป้อนโรงงานประกอบซึ่งประสบปัญหาข้อร้องเรียนจากลูกค้าเป็นจำนวนมากที่ไม่ได้รับการแก้ไขหรือไม่มีการกำหนดกิจกรรมตอบสนองที่ชัดเจนและเหมาะสมเพื่อจัดการปัญหาให้แก่ลูกค้าในระยะยาวจนสร้างความไม่พึงพอใจแก่ลูกค้าโดยแสดงผลออกมาในรูปแบบของการประเมินคะแนนความพึงพอใจระหว่าง 30 มกราคม พ.ศ. 2558 ถึง 30 เมษายน พ.ศ. 2558 ที่ต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานต่อเนื่องถึง 4 เดือน

สถิติเศรษฐกิจไทย พ.ศ.2558	
จีดีพี	11.375 ล้านล้านบาท (อ้างอิง;2558)
จีดีพีเติบโต	2.9% (อ้างอิง;2558)
อัตราเงินเฟ้อทั่วไป	3.02%
ภาคจีดีพี	เกษตรกรรม (8.4%) อุตสาหกรรม (39.2%) บริการ (52.4%) (อ้างอิง;2555)
แรงงาน	39.41 ล้านคน (อ้างอิง;2555)
ว่างงาน	0.7% (อ้างอิง;2555)
อุตสาหกรรมหลัก	ยานยนต์และชิ้นส่วน (11%)
	บริการทางการเงิน (9%)
	เครื่องใช้ไฟฟ้าและส่วนประกอบ (8%)
	การท่องเที่ยว (6%) (อ้างอิง;2555)

ภาพที่ 1 สัดส่วนผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศของประเทศไทย พ.ศ. 2558
ที่มา : สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ



ภาพที่ 2 แสดงคะแนนความพึงพอใจที่ได้รับการประเมินรายเดือนตั้งแต่ 30 กันยายน พ.ศ. 2557 ถึง 30 เมษายน พ.ศ. 2558 และผลการประเมินที่ต่ำกว่ามาตรฐาน 800 คะแนน 4 เดือนต่อเนื่อง ระหว่างวันที่ 30 มกราคม พ.ศ. 2558 ถึง 30 เมษายน พ.ศ. 2558

จากปัญหาดังกล่าวผู้วิจัยจึงมีแนวคิดในการออกแบบแบบจำลองในการพัฒนาความพึงพอใจของลูกค้าโดยมีเป้าหมายในการหาความต้องการที่แท้จริงของลูกค้าเพื่อนำไปจำแนก และระบุความสัมพันธ์ของแต่ละปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อความต้องการของลูกค้าอย่างชัดเจนด้วยการบูรณาการ การแปลงหน้าที่ผลิตภัณฑ์เชิงคุณภาพให้เป็นแนวทางปฏิบัติ (Quality Function Deployment : QFD) และการวิเคราะห์ความล้มเหลวของกระบวนการ(Failure Mode Effects Analysis: FMEA) เพื่อให้ได้มาซึ่งปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อความต้องการสูงสุดและดำเนินการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นได้ อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุดภายใต้กรอบเวลาจำกัด

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. ออกแบบและประยุกต์ใช้แบบจำลองเพื่อพัฒนาความพึงพอใจของลูกค้า

2. ปรับปรุงกระบวนการในการดำเนินงานเพื่อบรรลุเป้าหมายของโครงการที่ผู้วิจัยได้กำหนดร่วมกับโรงงานตัวอย่าง
3. เพิ่มประสิทธิภาพในการผลิต และลดต้นทุน

ระเบียบวิธีวิจัย

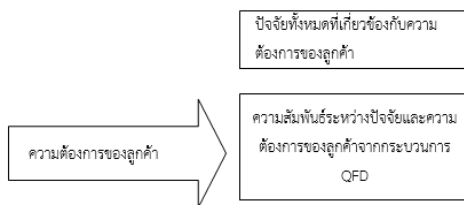
ผู้วิจัยมีแนวคิดในการนำ Quality Function Deployment : QFD และ Failure Mode Effects Analysis : FMEA มาบูรณาการร่วมกันเพื่อศึกษาความสัมพันธ์ร่วมของปัจจัยทั้งหมดที่มีผลต่อกระบวนการภายใต้สมมุติฐาน “ความต้องการที่แท้จริงของลูกค้า=ปัจจัยทั้งหมดที่มีผลกระทบต่อกระบวนการ”

การวิจัยจะแบ่งเป็นขั้นตอนได้ดังนี้

1. เริ่มต้นศึกษารวบรวมตัวอย่างและจัดทำฐานข้อมูลเพื่อนำไปออกแบบแบบสำรวจความต้องการของลูกค้าเพื่อกำหนดความต้องการ

ที่แท้จริงของลูกค้าและนำไปพิจารณาหาปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการและความสัมพันธ์ต่อผลลัพธ์ของแต่ละปัจจัยด้วยการแปลงหน้าที่ผลิตภัณฑ์เชิงคุณภาพให้เป็นแนวทางปฏิบัติ (Quality Function Deployment : QFD)

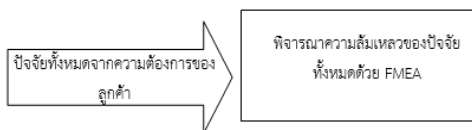
โดยผลลัพธ์ที่ได้จากกระบวนการจะออกมาในรูปแบบปัจจัยทั้งหมดที่มีผลกระทบต่อความต้องการของลูกค้า



ภาพที่ 3 แบบจำลองการพิจารณาหาปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการด้วย Quality Function Deployment : QFD

2. เมื่อสามารถระบุปัจจัยทั้งหมดจากความต้องการของลูกค้าได้แล้วจึงนำปัจจัยทั้งหมดไปพิจารณาความล้มเหลวของกระบวนการด้วยการวิเคราะห์ความล้มเหลวของกระบวนการ (Failure Mode Effects Analysis : FMEA)

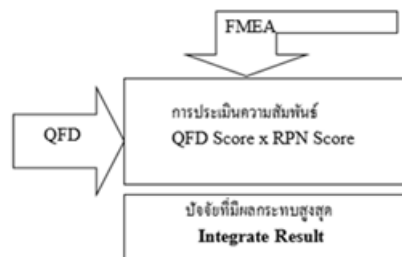
โดยผลลัพธ์ของขั้นตอนนี้จะออกมาในรูปแบบของคะแนน RPN Score ของปัจจัยทั้งหมด



ภาพที่ 4 แบบจำลองการพิจารณาความล้มเหลวของกระบวนการของปัจจัยที่เกี่ยวข้องทั้งหมดด้วย Failure Mode Effects Analysis : FMEA

3. พิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยทั้งหมดและค่าความล้มเหลวของกระบวนการโดยพิจารณาผ่านค่าความสัมพันธ์ที่ได้จากการคูณ

RPN Score และ QFD Score เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ออกมาในรูปแบบของคะแนนที่สามารถระบุความสำคัญของแต่ละปัจจัยที่มีผลกระทบเพื่อนำมาเรียงลำดับความสัมพันธ์ของปัจจัยทั้งหมดเพื่อนำไปแก้ปัญหาในลำดับถัดไป



ภาพที่ 5 แบบจำลองแสดงการผนวก QFD และ FMEA เพื่อผลลัพธ์ในการระบุปัจจัยที่มีผลกระทบสูงสุดต่อกระบวนการ

4. นำปัจจัยทั้งหมดพร้อมทั้งค่าความสัมพันธ์ที่ได้จากการคูณ RPN Score และ QFD Score มาทำการจัดเรียงและนำเข้าสู่กระบวนการแก้ไขปัญหาด้วยเครื่องมือและบุคลากรเฉพาะทางที่มีความเหมาะสมเพื่อทำการแก้ปัญหาที่ปรากฏ

ตัวอย่างการดำเนินการวิจัย

การวิจัยเป็นการนำปัญหาที่พบในโรงงานอุตสาหกรรมตัวอย่างและพบความล่าช้าในกระบวนการแก้ไขปัญหาเนื่องจากความไม่ชัดเจนในกระบวนการระบุความต้องการที่แท้จริงและแก้ไขปัญหา

ลักษณะปัญหา	ปัญหา
	รถยนต์โมเดล A ไม่ผ่านการตรวจสอบ ในขั้นตอนสุดท้ายเนื่องจากชุด พลาสติกประกอบตัวรถด้านหลังข้าง ขวา/ซ้าย มีปัญหาคุณภาพผิวชิ้นงานไม่ สวยงาม

ภาพที่ 6 ตัวอย่างปัญหาที่พบในกระบวนการ
และถูกยกมาเป็นตัวอย่างในการดำเนินงานแก้ไข

ปัญหา รถยนต์โมเดล A ไม่ผ่านการตรวจสอบ
เนื่องจากชุดพลาสติกมีปัญหาคุณภาพผิวชิ้นงาน
ไม่สวยงาม

ลักษณะของปัญหาที่พบ พบปัญหา
คุณภาพ ผิวชิ้นงานไม่สวยงาม ไม่ผ่านการอนุมัติ
จากแผนกรับประกันคุณภาพจำนวนที่พบปัญหา
100 %

ความต้องการของลูกค้าที่สรุปจาก

การรวบรวมข้อมูล

1. ความเรียบบริเวณผิวชิ้นงาน
2. เงาสะท้อนบริเวณผิวชิ้นงาน
3. สีของพื้นผิวชิ้นงาน
4. รอยตำหนิที่เกิดจากกระบวนการฉีด
5. ความสมบูรณ์ของรูปแบบพื้นผิวงาน
6. ความสมบูรณ์ของชิ้นงาน

ขั้นตอนการดำเนินการแก้ไข

1. กำหนดความต้องการของลูกค้าที่ได้
จากการรวบรวมข้อมูลไปพิจารณาหาปัจจัยที่
เกี่ยวข้องกับกระบวนการและความสัมพันธ์ต่อ
ผลลัพธ์ของแต่ละปัจจัยด้วย QFD (ภาพที่ 7) โดย
แบ่งเกณฑ์ในการระบุความสัมพันธ์ออกเป็นลำดับ
1, 5, 9 ตามเกณฑ์ที่กำหนดโดยกลุ่มผู้ดำเนินงาน

(ปัจจัยทางเทคนิค) Technical Characteristics	ชิ้นงานรูป	ชิ้นงานรูป	Rib Read throu	Gloss uneven	weld line	สีไม่เต็ม	flashing	Gate cut	ค่าสี Out of spec	ค่า Gloss Out of
ความต้องการของลูกค้า (Voice Of Customer)	ชิ้นงานรูป	ชิ้นงานรูป	Rib Read throu	Gloss uneven	weld line	สีไม่เต็ม	flashing	Gate cut	ค่าสี Out of spec	ค่า Gloss Out of
ความเรียบบริเวณผิวชิ้นงาน	9	9	5	5	1	1	1	1	1	5
เงาสะท้อนบริเวณผิวชิ้นงาน	5	5	5	9	1	1	1	1	5	5
สีของพื้นผิวชิ้นงาน	1	1	5	5	1	1	1	1	9	1
รอยตำหนิที่เกิดจากกระบวนการฉีด	5	5	5	5	5	1	1	1	5	5
ความสมบูรณ์ของรูปแบบพื้นผิวงาน	5	5	1	1	1	1	1	1	5	5
ความสมบูรณ์ของชิ้นงาน	1	1	1	1	1	9	9	9	1	1
	26	26	22	26	10	14	14	14	26	22

ภาพที่ 7 การแปลงความต้องการความต้องการของลูกค้าออกมาเป็นปัจจัยที่มีผลกระทบต่อ
กระบวนการด้วย QFD

เกณฑ์ในการกำหนดค่าความสัมพันธ์
(ภาพที่ 7) จะระบุค่าสัมพันธ์ตามหลักเกณฑ์ดังนี้
1 = ปัจจัยดังกล่าวส่งผลกระทบบกความต้องการ
ของลูกค้าเล็กน้อย

5 = ปัจจัยดังกล่าวส่งผลกระทบบกความต้องการ
ของลูกค้าปานกลาง

9 = ปัจจัยดังกล่าวส่งผลกระทบบกความต้องการ
ของลูกค้าสูง

จะพบว่าความต้องการของลูกค้าถูกกำหนดมาในรูปแบบของปัญหาที่พบคือปัญหาคุณภาพผิวชิ้นงานไม่สวยงาม โดยพบปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อปัญหาทั้งหมด 10 ปัจจัย เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ด้วย QFD พบลำดับความสัมพันธ์ ดังนี้

1) ชิ้นงานยุบ ชิ้นงานนูน Gloss uneven ค่าสี Out of spec 26 QFD Score

2) Rib Read through, ค่า Gloss Out of spec 22 QFD Score

3) ฉีดไม่เต็ม Flashing Gate cut 14 QFD Score

4) Weld line 10 QFD Score

2. นำปัจจัยทั้งหมดที่มีผลต่อความต้องการของลูกค้าที่ได้จากการประเมิน QFD (ภาพที่ 7) มาวิเคราะห์ด้วย FMEA (ภาพที่ 8) เพื่อทำการวิเคราะห์โอกาสความล้มเหลวของแต่ละปัจจัยวัดผลออกมาเป็น RPN Score

3. ประเมินความสัมพันธ์ร่วมของแต่ละปัจจัยด้วยแบบจำลองการบูรณาการ FMEA และ QFD ผ่านค่าความสัมพันธ์ที่ได้จากการคูณ RPN Score และ QFD Score (ภาพที่ 9) เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ออกมาในรูปแบบของคะแนนที่สามารถระบุความสำคัญของแต่ละปัจจัยที่มีผลกระทบต่อให้นำมาเรียงลำดับความสัมพันธ์ของปัจจัยทั้งหมดเพื่อนำไปแก้ปัญหาในลำดับถัดไปเพื่อค้นหาปัจจัยที่มีผลกระทบต่อกระบวนการสูงสุด

จากการประยุกต์ใช้แบบจำลองการบูรณาการ QFD และ FMEA สามารถระบุปัจจัยที่มีผลกระทบสูงสุดต่อกระบวนการเพื่อทำการแก้ไขเป็นลำดับแรกคือ

1) ปัจจัยชิ้นงานยุบ ที่คะแนน 1872 คะแนน

2) ฉีดไม่เต็ม ที่คะแนน 1680 คะแนน

3) Weld line ที่คะแนน 1600 คะแนน

			FAILURE MODE AND EFFECTS ANALYSIS (PROCESS FMEA)			Customer Engineering Approval / Date (If Required)			
						APPROVED	CHECKED	CHARGED	APPROVED
Part Name : PNL ASY HDYSD TR			Part Rank :			Process Responsibility : APQP TEAM			
Part Number : EB3B-31012-A			Supplier Code: GG84A			Core Team		PED	QC
Model Year/Program(s) : U375			Customer : AAT			Key Date :			
Process Step	Requirement	Potential Failure Mode	Potential Effect(s) of Failure	Severity Classification	Potential Cause(s) of Failure	Control Prevent	Current Process Occurrence	Control Detection	RPN
Part Injection	QUARTER Panel ที่ผิวสัมผัส งานสวยงาม เรียบเสมอ ไม่บุบ บวม มีรอยร้าว รอยงอ และ ทรายบนผิวของผลิตภัณฑ์ค่า gloss	Appearance NG	- Reject part and lose changing time	6	ชิ้นงานยุบ	Inj Condition ADJ/Mold Check	3	- Visual check appearance of packaging. 3 pcs/ Lot	4 72
				6	ชิ้นงานนูน	Inj Condition ADJ/Mold Check	1		4 24
				4	Rib Read through	Inj Condition ADJ	1		6 24
				6	Gloss uneven	Inj Condition ADJ	1		6 36
				4	weld line	Inj Condition ADJ	5		8 160
				8	ฉีดไม่เต็ม	Inj Condition ADJ	3		5 120
				8	flashing	Inj Condition ADJ	3		2 48
				8	Gate cut	Operator confirm	3		2 48
				8	ค่าสี Out of spec	Mat'l Shade check/INJ Condition ADJ	2		- Lot confirmation by supplier and visual check 100% 2 32
				8	ค่า Gloss Out of spec	Mat'l Shade check/INJ Condition ADJ	2		- Lot confirmation by supplier and visual check 100% 2 32

ภาพที่ 8 ตารางการประเมิน FMEA ของปัญหา QUARTER PANEL มีปัญหาคุณภาพผิวชิ้นงานไม่สวยงาม

ผลลัพธ์ปัจจัยที่การพิจารณา FMEA (Factor - Result from FMEA)	ชิ้นงาน	ชิ้นงาน	Rib Read throu	Gloss uneven	weld line	ฉีดไม่เต็ม	flashing	Gate cut	ค่าสี Out of spec	ค่า Gloss Out of spec
ค่าความสัมพันธ์ที่ได้จากQFD (Customer Need - Result from QFD)	72	24	24	36	160	120	48	48	32	32
ความเรียบบริเวณผิวชิ้นงาน	9	9	5	5	1	1	1	1	1	5
เงาสะท้อนบริเวณผิวชิ้นงาน	5	5	5	9	1	1	1	1	5	5
สีของพื้นผิวชิ้นงาน	1	1	5	5	1	1	1	1	9	1
รอยตำหนิที่เกิดจากกระบวนการฉีด	5	5	5	5	5	1	1	1	5	5
ความสมบูรณ์ของรูปแบบพื้นผิวงาน	5	5	1	1	1	1	1	1	5	5
ความสมบูรณ์ของชิ้นงาน	1	1	1	1	1	9	9	9	1	1
Optimize Output	1872	624	528	936	1600	1680	672	672	832	704

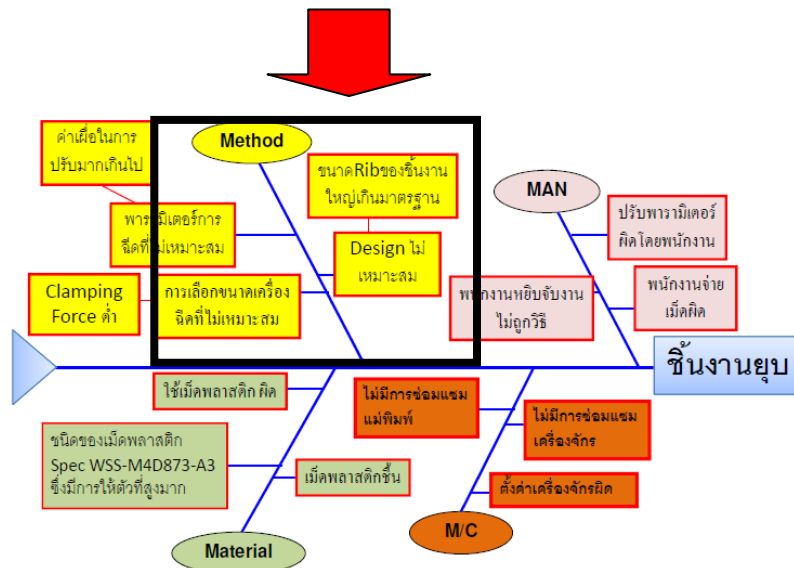
ภาพที่ 9 แผนภาพแสดงการคำนวณค่าความสัมพันธ์โดยการผนวกรวม QFD และ FMEA เพิ่มเติม

ตัวอย่างการคำนวณ ปัจจัยชิ้นงานยุบ = $72 \times (9+5+1+5+5+1) = 1872$

4. เมื่อสามารถระบุปัจจัยที่มีความสัมพันธ์สูงสุดที่ส่งผลกับความต้องการของลูกค้าได้แล้ว ผู้วิจัยจะนำปัจจัยดังกล่าวไปเข้าสู่กระบวนการแก้ไขปัญหาด้วยเครื่องมือ และบุคลากรเฉพาะทางที่มีความเหมาะสมเพื่อแก้ปัญหาดังกล่าวที่รากเหง้า

โดยจากกรณีตัวอย่างปัญหาชิ้นงานยุบ เครื่องมือทางวิศวกรรมที่ถูกเลือกมาเพื่อทำการ

แก้ไขปัญหานี้คือการกระบวนการ DMAIC โดยมีวัตถุประสงค์ในการระดมสมองเพื่อหาปัจจัยย่อยที่มีผลต่อปัจจัยชิ้นงานยุบตัวและทำการแก้ไขจนเป็นที่มาของการสรุปสาเหตุของปัญหา คือการออกแบบขนาดของสันยึดชิ้นงานที่หนาเกินไป (ภาพที่10)จนเป็นต้นเหตุของการเกิดชิ้นงานยุบ และแก้ไขการออกแบบ



ภาพที่ 10 แผนภูมิ ก้างปลา ที่ได้จากการดำเนินกระบวนการ DMAIC เพื่อระดมสมองหาปัจจัยย่อยที่มีผลต่อปัจจัยชิ้นงานยุบตัวโดยในลำดับสุดท้ายมีการสรุปสาเหตุของปัญหาชิ้นงานยุบตัวมาจากการออกแบบขนาดของสันยึดชิ้นงานที่หนาเกินไปจนเป็นต้นเหตุของการเกิดชิ้นงานยุบ

สรุปและอภิปรายผล

จากการดำเนินงานวิจัยพบว่า การประยุกต์ใช้แบบจำลองการบูรณาการ QFD และ FMEA สามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการระบุปัญหา และผลกระทบของปัญหาที่มีต่อกระบวนการได้อย่างชัดเจนเพื่อประโยชน์ในการกำหนดแนวทางในการแก้ไขปัญหา โดยจากการนำแบบจำลองมาประยุกต์ใช้แก้ปัญหาในโรงงานอุตสาหกรรมตัวอย่างระยะเวลา 3 เดือน (1 มิถุนายน พ.ศ. 2558 ถึง 1 กันยายน พ.ศ. 2558) สามารถสรุปผลการดำเนินงานเบื้องต้นตามเป้าหมายโครงการวิจัยได้ดังนี้

1. โรงงานอุตสาหกรรมตัวอย่างพบปัญหาที่เกิดขึ้นในระหว่าง 1 มิถุนายน พ.ศ. 2558 ถึง 1 กันยายน พ.ศ. 2558 (ก่อนดำเนินโครงการ) ทั้งสิ้น 24 ปัญหา เมื่อประยุกต์ใช้แบบจำลองกับกระบวนการแก้ไขปัญหาปกติในกระบวนการสามารถแก้ไขปัญหาทั้งหมดโดยลดเวลาเฉลี่ยใน

การดำเนินงานเหลือ 52 วัน จากระยะเวลาในการแก้ไขปัญหาปกติ 104 วัน

2. จากการติดตามผลระหว่าง 1 มิถุนายน พ.ศ. 2558 และวันที่ 1 กันยายน พ.ศ. 2558 (หลังดำเนินโครงการ 120 วัน) ไม่พบข้อร้องเรียนซึ่งเกิดซ้ำหรือเกี่ยวเนื่องจากปัญหาเดิมที่ผ่านการแก้ไขแล้ว

3. สามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการระบุหัวข้อของปัญหา และผลกระทบของปัญหาที่มีต่อกระบวนการได้อย่างชัดเจนโดยสามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการดำเนินงานผ่านรูปแบบการลดเวลาในการดำเนินการแก้ไขปัญหา จำนวนการประชุม ระยะเวลาในการทดลองการแก้ไขลงได้ถึง 50%

ข้อเสนอแนะ

งานวิจัยนี้มุ่งไปที่การออกแบบแบบจำลอง และทดลองนำไปใช้งานเพื่อเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างความต้องการที่แท้จริงของลูกค้าและปัจจัยที่มีผลกระทบกับกระบวนการในรูปแบบการพิจารณาความสัมพันธ์ร่วมโดยการบูรณาการ QFD และ FMEA โดยมีเป้าหมายเพื่อให้ได้มาซึ่งปัจจัยที่มีผลกระทบสูงสุดต่อกระบวนการเพื่อนำมาแก้ไขก่อนเป็นลำดับแรก

โดยจากปัญหาในโรงงานอุตสาหกรรม

ตัวอย่างพบว่าแบบจำลองในการพัฒนาความพึงพอใจผ่านการแก้ไขปัญหาข้อร้องเรียนจากลูกค้าสามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการระบุหัวข้อของปัญหา และผลกระทบของปัญหาที่มีต่อกระบวนการได้อย่างชัดเจนและสามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการดำเนินงานได้มากกว่า 50 %

รายชื่อโรงงานผู้ผลิตชิ้นส่วน	ปัญหา ณ วันเริ่มต้นโครงการ	ปัญหา ณ วันที่ 1 มิ.ย. 2558	ระยะเวลาเฉลี่ยในการจัดการปัญหา	สถานะ
โรงงานผู้ผลิตชิ้นส่วน A	4	3	85	เสร็จ
โรงงานผู้ผลิตชิ้นส่วน B	96	54	>150	ยังคงดำเนินการ
โรงงานผู้ผลิตชิ้นส่วนตัวอย่าง	24	0	52	เสร็จ
โรงงานผู้ผลิตชิ้นส่วน C	54	39	>150	ยังคงดำเนินการ
โรงงานผู้ผลิตชิ้นส่วน D	26	12	88	เสร็จ
โรงงานผู้ผลิตชิ้นส่วน E	2	0	35	เสร็จ
โรงงานผู้ผลิตชิ้นส่วนอื่นๆ	3	0	45	เสร็จ
รวม	240	108	>86	

ภาพที่ 11 สรุปผลการดำเนินโครงการ ณ วันสรุปโครงการ 1 มิถุนายน พ.ศ. 2558 และวันที่ 1 กันยายน พ.ศ. 2558

	ดำเนินงานด้วยกระบวนการปกติ	ดำเนินงานด้วยกระบวนการภายใต้กรอบงานวิจัย	ประสิทธิภาพของกระบวนการที่เพิ่มขึ้น
ระยะเวลาในการดำเนินงาน	104	52	50% โดยประมาณ
จำนวนการประชุมเฉลี่ยจำนวนครั้ง	14 (1ครั้ง/อาทิตย์)	7 (1ครั้ง/อาทิตย์)	50% โดยประมาณ
ระยะเวลาในการทดลองการแก้ไข *อ้างอิงตามTrial History	120 ชม	48 ชม	50% โดยประมาณ

ภาพที่ 12 เปรียบเทียบประสิทธิภาพระหว่างการดำเนินงานด้วยกระบวนการปกติ และการดำเนินงานด้วยกระบวนการภายใต้กรอบงานวิจัยในขั้นตอนการวิจัย

ที่มา : ผลการสรุปการดำเนินงานวิจัย

References

- J.Y. Farsi and N. Hakiminezhad. (2012).
The integration of QFD technique,
Value Engineering and design for
manufacture and assembly (DFMA)
during the product design stage.
**Advances in Environmental
Biology**, 6(7), 2096-2104.
- Johnson, Sharon K. (1998). Combine QFD
and FMEA to optimize
performance. **ANNUAL QUALITY
CONGRESS, PHILADELPHIA, PA**, 52,
pp. 564-575.
- Nayra Mendoza, Horacio Ahuett, Arturo
Molina2. (2003). **Case Studies in
the Integration of QFD, VE and
DFMA during the Product Design
Stage**. The Proceedings of the 9th
International Conference of
Concurrent Enterprising, Espoo,
Finland, 16-18.
- Rosnani Ginting and Amir Yazid Ali. (2016).
TRIZ or DFMA Combined With QFD
as Product Methodology Design : A
Review. **Pertanika J. Sci. &
Technol**, 24 (1), 1 – 25.

อิทธิพลของความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศขาเข้าต่อการถ่ายโอนความร้อน ของระบบปรับอากาศ

ธีระชัย ห่อวงศ์สกุล¹, บุริมพัฒน์ สุจันงค์โตกุล¹, สมนึก ธีระกุลพิศุทธิ์¹, พัทยากร ปาลสาร¹

¹ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

บทคัดย่อ

การเข้าใจถึงพฤติกรรมของการถ่ายโอนความร้อนของคอยล์ทำความเย็น (cooling coil) หรืออีวาपोเรเตอร์ (evaporator) ในงานระบบปรับอากาศเป็นสิ่งที่จำเป็นอย่างยิ่งต่อการออกแบบระบบปรับอากาศ งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาถึงอิทธิพลของความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศขาเข้าต่อการเปลี่ยนแปลงของการถ่ายโอนความร้อนแบบสัมผัส (sensible heat transfer) โดยที่คอยล์ทำความเย็นของระบบปรับอากาศที่ใช้ทดสอบเป็นแบบท่อติดครีบ อุปกรณ์การทดลองได้ถูกสร้างขึ้นตามมาตรฐาน ASHRAE การทดสอบคอยล์ทำความเย็นทดลองภายใต้สภาวะอากาศขาเข้าซึ่งอุณหภูมิกระเปาะแห้งมีค่า 27 °C ถึง 40 °C ความชื้นสัมพัทธ์มีค่า 50%-100% ซึ่งเป็นลักษณะของอากาศในวันที่มีความชื้นสูง เช่น วันที่ร้อนอบอ้าว และพื้นที่ตามชายฝั่งทะเลและตามเกาะต่าง ๆ ในประเทศไทย ความเร็วของอากาศหน้าคอยล์เย็นมีค่าระหว่าง 1 m/s ถึง 3 m/s จากผลการทดลองพบว่า การถ่ายโอนความร้อนสัมผัสมีค่าลดลงเมื่อความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศขาเข้ามีค่าเพิ่มขึ้นดังแสดงเป็นกราฟของอัตราการถ่ายโอนความร้อน (heat transfer rate) โดยพฤติกรรมดังกล่าวปรากฏให้เห็นในทุกอุณหภูมิและทุกความเร็วของอากาศขาเข้า

คำสำคัญ : การถ่ายโอนความร้อน, ความชื้นสัมพัทธ์, ระบบปรับอากาศ

Effect of inlet air relative humidity on heat transfer in air conditioning system

Teerachai Howongsakun¹, Purimpat Sujumnongtokul¹,

Somnuk Theerakulpisut¹, Pattayagorn Palasan¹

¹Department of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering, Khon Kaen University

Abstract

To understand the behavior of heat transfer of cooling coil or the evaporator of air conditioning system is very essential. This research is aiming to study on the effect of inlet air relative humidity on the sensible heat transfer rate. The tested coil of the air conditioning system is fined tube type. The experimental rig was set up followed the international ASHRAE standards. The cooling coil was tested under the inlet air conditions with dry-bulb temperature from 27 °C to 40 °C, relative humidity from 50% to 100%, and frontal air velocity from 1 m/s to 3m/s; in conclusion, it was found that the sensible heat transfer was decreased when the relative humidity of the inlet air increased. The results show in graphs from can be used to the air-condition design.

Keywords : heat transfer, relative humidity, air conditioning system

บทนำ

ระบบปรับอากาศมีใช้กันอย่างมากในหลายสถานที่ อาทิเช่น ที่พักอาศัย ห้างสรรพสินค้า อาคารสำนักงาน ตามพื้นที่ร้อนชื้นอบอ้าว เช่น ตามเมืองตามชายฝั่งทะเลและเมืองที่อยู่ตามเกาะต่าง ๆ เป็นต้น หน้าที่หลักของระบบปรับอากาศคือการลดอุณหภูมิของอากาศ นอกจากนี้จะต้องมีการหมุนเวียนอากาศภายนอก (fresh air) ซึ่งมีลักษณะร้อนชื้นเข้ามาภายในระบบปรับอากาศอีกด้วย

กระบวนการการถ่ายโอนความร้อนในระบบปรับอากาศประกอบไปด้วย 2 ส่วนหลัก คือ การถ่ายโอนความร้อนสัมผัสและการถ่ายโอนความแฝง การลดลงของอุณหภูมิของอากาศเกิดจากกระบวนการการถ่ายโอนความร้อนสัมผัส อย่างไรก็ตาม การลดอุณหภูมิในงานระบบปรับอากาศจะใช้วิธีโดยให้อากาศไหลผ่านพื้นผิวที่มีความเย็น เช่น คอยล์ทำความเย็น หรืออีวาพอเรเตอร์ (evaporator) วิธีการดังกล่าวนี้ ถ้าอากาศที่ไหลผ่านนั้นมีอุณหภูมิจุดน้ำค้าง (dew-point temperature) ที่สูงกว่าอุณหภูมิของพื้นผิวที่มีความเย็น ไอน้ำของอากาศจะเกิดการควบแน่น ผลที่ได้คือเกิดกระบวนการการถ่ายโอนความร้อนแฝงขึ้น ซึ่งการถ่ายโอนความร้อนแฝงนี้อาจส่งผลต่อความสามารถในการลดอุณหภูมิของอากาศที่ไหลผ่านเครื่องปรับอากาศ

สภาวะของอากาศจากกลับเข้าเครื่องปรับอากาศ (return air) นั้นโดยปกติทั่วไปจะอยู่ที่ประมาณ 25-27 °C กับความชื้นสัมพัทธ์ประมาณ 50% อย่างไรก็ตามมีบางกรณีที่ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศนั้นมีค่าสูง เช่น ในวันที่ฝนตกความชื้นสัมพัทธ์อาจขึ้นสูงไปถึง 80-90% หรือการนำเครื่องปรับอากาศไปใช้ในพื้นที่ที่เป็นเกาะ ตลอดจนการใช้เครื่องปรับอากาศในเขตที่มีอากาศร้อนชื้น ซึ่งปัจจัยที่กล่าวมานั้นนำไปสู่

การควบแน่นของไอน้ำที่มากขึ้นซึ่งอาจส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงของการถ่ายโอนความร้อนสัมผัส

ในระยะเวลาที่ผ่านมา การศึกษาเกี่ยวกับการถ่ายเทความร้อนในเครื่องปรับอากาศมุ่งเน้นศึกษาในเรื่องของค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายโอนความร้อน อาทิเช่น งานวิจัยของ Halici et al. (2001; 2006) Ma et al. (2007a; 2007b; 2009) และงานวิจัยของ Phan et al. (2011) อย่างไรก็ตามงานวิจัยที่กล่าวถึงเรื่องของอัตราการถ่ายโอนความร้อนยังมีพบเห็นได้ไม่มากนักและยังไม่ครอบคลุมสภาพอากาศที่ทางเข้าของคอยล์เย็นอย่างทั่วถึง

ดังนั้นเพื่อให้เข้าใจถึงพฤติกรรมที่กล่าวมาในข้างต้น งานวิจัยนี้จึงได้ศึกษาถึงอิทธิพลของความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศขาเข้าว่าส่งผลต่อการเปลี่ยนของการถ่ายโอนความร้อนแบบสัมผัสอย่างไร และงานวิจัยของผู้เขียนครั้งนี้สามารถครอบคลุมสภาพอากาศได้ตามรายละเอียดข้างล่าง

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาถึงอิทธิพลของความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศขาเข้าที่มีต่ออัตราการถ่ายโอนความร้อนสัมผัสของระบบปรับอากาศ

ระเบียบวิธีวิจัย

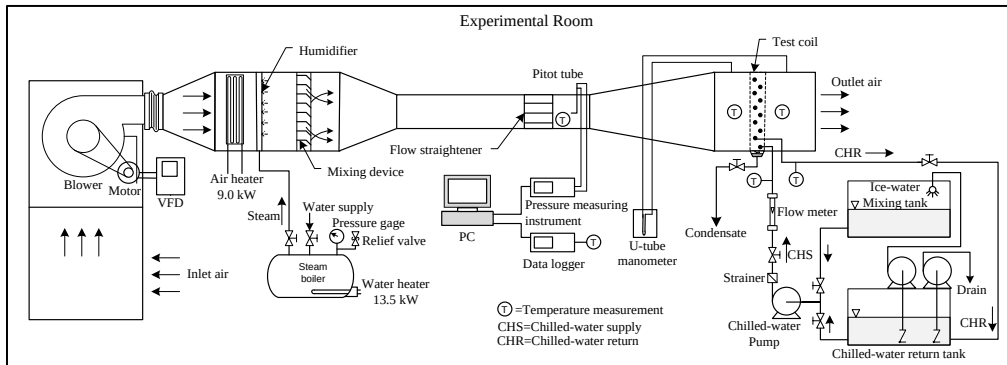
1. การรวบรวมข้อมูล

1.1 การติดตั้งอุปกรณ์การทดลอง

ลักษณะการติดตั้งอุปกรณ์การทดลองแสดงดังรูปที่ 3 ซึ่งประกอบด้วยเครื่องเป่าอากาศ (Air-blower) ขดลวดความร้อนเพื่อเพิ่มความร้อนให้อากาศ (Air heater) ซึ่งมีขนาด 9.0-kW เครื่องเพิ่มความชื้นให้อากาศ (Humidifier) โดยใช้ไอน้ำจากหม้อไอน้ำซึ่งมีขนาด 13.5-kW อุปกรณ์ผสมอากาศ (Mixing device) ซึ่งติดตั้ง

ตามมาตรฐาน ASHRAE41.2 (ASHRAE, 1987) นอกจากนี้ยังติดตั้งอุปกรณ์ลดการหมุนวนของอากาศ (Flow straightener) ซึ่งมีลักษณะตามมาตรฐาน ISO5167-2 (ISO, 2003)

การวัดความเร็วของอากาศใช้ Pitot tube ซึ่งมีตำแหน่งการวัดและการคำนวณความเร็วเฉลี่ยตามมาตรฐาน ASHRAE41.2 (ASHRAE, 1987)



ภาพที่ 1 การติดตั้งอุปกรณ์การทดลอง

การอ่านค่าความดันใช้เครื่องวัดความดันรุ่น Testo 435-4 ซึ่งมีความแม่นยำเท่ากับ $\pm 2\text{Pa}$ การวัดอุณหภูมิกระเปาะแห้งและกระเปาะเปียกที่ตำแหน่งทางเข้า และทางออกของคอยล์เย็นใช้เทอร์โมคัปเปิล T-type ซึ่งมีความแม่นยำเท่ากับ $\pm 0.2^\circ\text{C}$ การอ่านค่าอุณหภูมิใช้เครื่องบันทึกข้อมูลยี่ห้อ Agilent 34972A สำหรับตำแหน่งการวัดอุณหภูมิติดตั้งตามมาตรฐาน ASHRAE41.1 (ASHRAE, 1986)

ในส่วนของวงจรน้ำเย็นประกอบด้วยปั๊มน้ำเย็น (Chilled-water pump) มาวัดอัตราการไหลของน้ำเย็นแบบโรตาริเตอร์ซึ่งมีความแม่นยำ $\pm 50\text{ L/h}$

1.2 สภาวะอากาศและน้ำเย็นขาเข้าที่ใช้ในการทดสอบคอยล์ทำความเย็น

สภาวะของอากาศและน้ำเย็นขาเข้าที่ใช้ทดสอบคอยล์ทำความเย็นแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 สภาวะขาเข้าที่ใช้ทดสอบคอยล์เย็น

พารามิเตอร์	สภาวะขาเข้า
อุณหภูมิอากาศ	27, 30, 35, 40°C
ความชื้นสัมพัทธ์	50, 60, 70, 80, 90, 100%
ความเร็วอากาศ	1, 2, 3 m/s
อุณหภูมิน้ำเย็น	7°C
อัตราการไหลของน้ำเย็น	800 L/h (0.2232 kg/s)

1.3 ลักษณะของคอยล์ทำความเย็นที่ใช้ทดสอบ

คอยล์ทำความเย็นที่ใช้ทดสอบเป็นแบบท่อทองแดงติดครีบอลูมิเนียมซึ่งรายละเอียดดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ข้อมูลเฉพาะของคอยล์ทำความเย็น

รายการ	ข้อมูลเฉพาะ
ความกว้างของหน้าคอยล์	545 mm
ความสูงของคอยล์	204 mm
ความลึกของคอยล์	57 mm
จำนวนแถวของท่อ	3
จำนวนของท่อในแถว	8
การจัดเรียงตัวของกลุ่มท่อ	Staggered
ระยะห่างของท่อในแนวตั้ง	25.40 mm
ระยะห่างของท่อในแนวนอน	19.00 mm
ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง	9.70 mm
ภายนอกของท่อ	
ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง	8.40 mm
ภายในของท่อ	
ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของ	10.09 mm
ท่อเมื่อติดครีป	
ความหนาของครีป	0.15 mm
ระยะห่างของครีป	2.09 mm
จำนวนของครีป	259 fins
ความยาวคลื่นของครีป	9.00 mm
ความสูงยอดคลื่นของครีป	0.60 mm

2. การวิเคราะห์ข้อมูล

อัตราการถ่ายโอนความร้อนสัมผัสทางด้านอากาศ ($\dot{Q}_s$) สามารถคำนวณได้จากสมการที่ 1

$$\dot{Q}_s = \dot{m}_a c_{pa} (t_{ao} - t_{ai}) \quad (1)$$

โดยที่ t_{ao} คือ อุณหภูมิของอากาศขาออก (°C)

t_{ai} คือ ค่าผลต่างเฉลี่ยเชิงลอการิทึมของอุณหภูมิ (°C)

$\dot{m}_a$ คือ อัตราการไหลเชิงมวลของอากาศ (kg/s)

c_{pa} คือ ค่าความจุความร้อนจำเพาะของอากาศ (kJ/kg-°C)

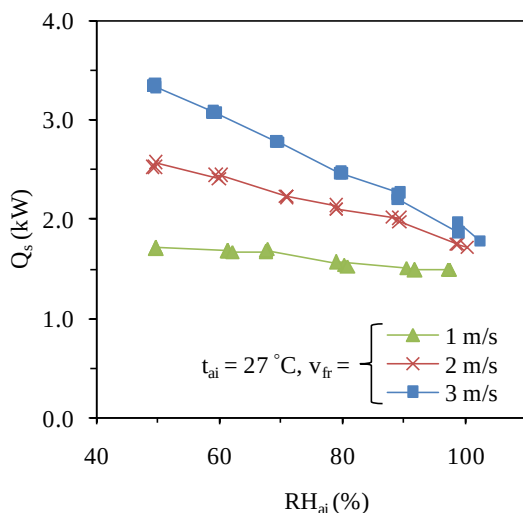
ผลการวิจัย

พิจารณาภาพที่ 2 ซึ่งแสดงถึงอิทธิพลของความชื้นสัมพัทธ์อากาศขาเข้าต่ออัตราการถ่ายโอนความร้อนสัมผัสที่อุณหภูมิของอากาศขาเข้าเท่ากับ 27 °C จะพบว่า เมื่อความเร็วอากาศหน้าคอยล์เท่ากับ 1 m/s ความชื้นสัมพัทธ์ส่งผลกระทบต่ออัตราการถ่ายโอนความร้อนแบบสัมผัสเพียงเล็กน้อย แต่เมื่อความเร็วของอากาศหน้าคอยล์มีค่าเท่ากับ 2 และ 3 m/s การเพิ่มขึ้นของความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศขาเข้าจะส่งผลให้อัตราการถ่ายโอนความร้อนสัมผัสมีค่าลดลง

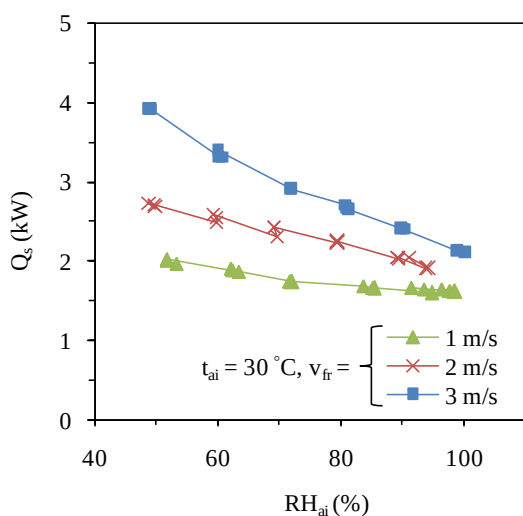
เมื่ออุณหภูมิของอากาศขาเข้าเพิ่มสูงขึ้นเป็น 30 35 และ 40 °C ดังภาพที่ 3 ภาพที่ 4 และภาพที่ 5 ตามลำดับ อัตราการถ่ายโอนความร้อนสัมผัสยังคงมีค่าลดลงเมื่อความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศขาเข้ามีค่าเพิ่มขึ้นในทุกความเร็วของอากาศขาเข้า นอกจากนี้การลดลงของอัตราการถ่ายโอนความร้อนสัมผัสที่ความเร็วของอากาศ 1 m/s ปรากฏให้เห็นชัดเจนมากขึ้น

สรุปและอภิปรายผล

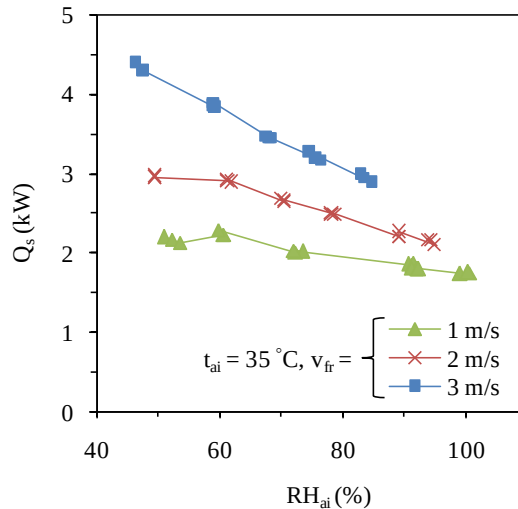
จากผลการทดลองสรุปได้ว่า การเพิ่มขึ้นของความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศขาเข้าในทุกอุณหภูมิ และความเร็วของอากาศหน้าคอยล์ส่งผลให้การถ่ายโอนความร้อนสัมผัสมีค่าลดลงเนื่องจากการเพิ่มขึ้นของความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศขาเข้าจะส่งผลโดยตรงต่อการเพิ่มขึ้นของการถ่ายโอนความร้อนแฝง ซึ่งนำไปสู่การลดลงของการถ่ายโอนความร้อนแบบสัมผัส



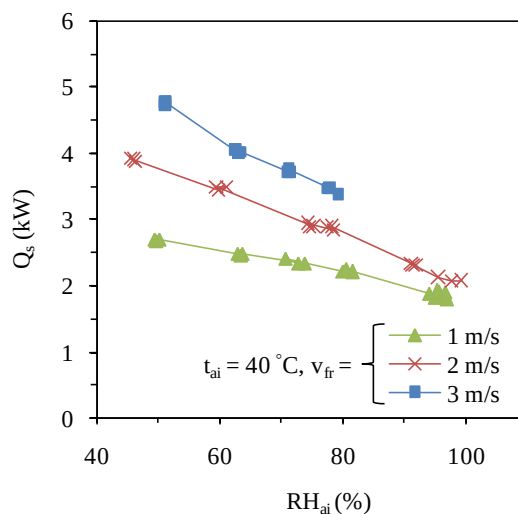
ภาพที่ 2 อิทธิพลของความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศขาเข้าต่ออัตราการถ่ายโอนความร้อนสัมผัสที่ $t_{ai} = 27\text{ }^{\circ}\text{C}$



ภาพที่ 3 อิทธิพลของความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศขาเข้าต่ออัตราการถ่ายโอนความร้อนสัมผัสที่ $t_{ai} = 30\text{ }^{\circ}\text{C}$



ภาพที่ 4 อิทธิพลของความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศขาเข้าต่ออัตราการถ่ายโอนความร้อนสัมผัสที่ $t_{ai} = 35\text{ }^{\circ}\text{C}$



ภาพที่ 5 อิทธิพลของความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศขาเข้าต่ออัตราการถ่ายโอนความร้อนสัมผัสที่ $t_{ai} = 40\text{ }^{\circ}\text{C}$

ข้อเสนอแนะ

เพื่อให้เข้าถึงลักษณะการถ่ายโอนความร้อนได้มากยิ่งขึ้น ในการศึกษารังต่อไปควรที่จะเปลี่ยนลักษณะของคอยล์ทำความเย็นที่ใช้ในการทดสอบและนอกจากนี้ยังสามารถเพิ่มความเร็วของอากาศที่ทางเข้าให้เพิ่มมากขึ้นได้อีกด้วย

References

ASHRAE. (1986). **Standard 41.1 method for temperature measurement.** Atlanta: American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Inc.

- ASHRAE. (1987). **Standard 41.2 methods for Laboratory Airflow measurement.** Atlanta: American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Inc.
- Fethi Halici and Imdat Taymaz. (2006). Experimental study of the airside performance of tube row spacing in finned tube heat exchangers. **Heat Mass Transfer**, 42, 817-822.
- Fethi Halıcı, I'ımdat Taymaz, and Mehmet Gu'ndu'z. (2001). The effect of the number of tube rows on heat, mass and momentum transfer in flat-plate finned tube heat exchangers. **Energy**, 26, 963-972.
- ISO. (2003). **standard 5167-2 measurement of fluid flow by means of pressure differential devices inserted in circular-cross section conduits running full-Part 2: Orifice plate.** Switzerland: International Organization for Standardization.
- Thanh-Long Phan, Keun Sun Chang, Young Chul Kwon, and Jeong-Tae Kwon. (2011). Experimental study on heat and mass transfer characteristics of louvered fin-tube heat exchangers under wet condition. **International Communications in Heat and Mass Transfer**, 38, 893-833.
- Xiaokui Ma, Guoliang Ding, Yuanming Zhang, and Kaijian Wang. (2007). Airside heat transfer and friction characteristics for enhanced fin-and-tube heat exchanger with hydrophilic coating under wet conditions. **International Journal of Refrigeration**, 30, 1153-1167.
- Xiaokui Ma, Guoliang Ding, Yuanming Zhang, and Kaijian Wang. (2007). Effects of hydrophilic coating on air side heat transfer and friction characteristics of wavy fin and tube heat exchangers under dehumidifying conditions. **Energy Conversion and Management**, 48, 2525-2532.
- Xiaokui Ma, Guoliang Ding, Yuanming Zhang, and Kaijian Wang. (2009). Airside characteristics of heat, mass transfer and pressure drop for heat exchangers of tube-in hydrophilic coating wavy fin under dehumidifying conditions. **International Journal of Heat and Mass Transfer**, 52, 4358-4370.

การประมาณค่าความดันไอสำหรับสารบริสุทธิ์

วิญญู นวลสุวรรณ¹, สาธก ไชยกุลชื่นสกุล¹

¹ภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

บทคัดย่อ

ความดันไอเป็นสมบัติที่สำคัญทางเทอร์โมไดนามิกส์ ในทางวิศวกรรมเคมี แต่การที่จะทราบค่านี้ต้องการผลการทดลองเพื่อใช้ในการคำนวณ ซึ่งมีค่าใช้จ่ายและมีผลกระทบต่อสุขภาพของผู้ทดลอง นอกจากวิธีการนี้แล้วยังมีวิธีการที่สามารถประมาณค่าความดันไอได้ คือวิธีการ Group contribution โดยที่การคำนวณใช้เพียงโครงสร้างของโมเลกุลของสาร หรือวิธีการ COSMO-SAC ที่ใช้ค่าซิกมาโปรไฟล์ และปริมาตรจำเพาะของสารซึ่งเป็นผลการทดลองที่สามารถสืบค้นได้โดยทั่วไป ดังนั้นในการวิจัยจึงทำการทดสอบเปรียบเทียบประสิทธิภาพ ของทั้งสองวิธีนี้โดยเปรียบเทียบค่าความดันไอที่อุณหภูมิ 298.15 เคลวิน และจุดเดือด ณ ความดัน 1 บรรยากาศ กับค่าที่คำนวณจากผลการทดลองของสาร 6 กลุ่มสาร คือ n-alkanes, 1-alkenes, alkyne, alcohol, aldehyde และ ketone ด้วยการวิเคราะห์ความแม่นยำ จาก Coefficient of determination (R^2) และ Average absolute deviation relation (AADR) พบว่า วิธีการ Group contribution มีความแม่นยำในการประมาณค่าจุดเดือด ณ ความดัน 1 บรรยากาศ (T_b) คือ $R^2 = 0.9949$, AADR = 0.0152 และการคำนวณค่าความดันไอที่อุณหภูมิ 298.15 เคลวิน ($P_{@298.15K}$) $R^2 = 0.9890$, AADR = 0.3770 และวิธีการ COSMO-SAC มีความแม่นยำในการประมาณค่าจุดเดือด ณ ความดัน 1 บรรยากาศ (T_b) คือ $R^2 = 0.9887$, AADR = 0.0249 และการคำนวณค่าความดันไอที่อุณหภูมิ 298.15 เคลวิน ($P_{@298.15K}$) $R^2 = 0.9906$, AADR = 0.5493 ของสารทั้ง 6 กลุ่ม โดยการประมาณค่าของทั้งสองวิธีนี้มีวิธีที่แตกต่างกันแต่ให้ค่าที่มีความแม่นยำใกล้เคียงกัน ดังนั้นทั้งสองวิธีสามารถนำมาใช้เพื่อเพิ่มความมั่นใจในการประมาณค่าทั้งสองในกรณีที่ไม่มีผลการทดลอง แต่ในส่วนกลุ่มสารอื่น ๆ ที่ COSMO-SAC ยังคิดได้ไม่แม่นยำเท่าที่ควร จึงต้องมีการปรับปรุงพารามิเตอร์ที่ใช้ในการคิดเพิ่มเติมเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการคำนวณ

คำสำคัญ : วิธี Group contribution, แบบจำลอง COSMO-SAC, ความดันไอ

The estimation of the vapor pressure for pure substances

Winyu Nuansuwan¹, Satok Chaikunchuensakun¹

¹Department of Chemical Engineering Faculty of Engineering Thammasat University

Abstract

Vapor pressure and normal boiling point are importance properties to design unit equipment. Normally, these properties are taken from an experimental data but experimental measurements are often expensive and some substances are a health hazardous substance. Group contribution method and COSMO-SAC model are alternative methods to determine the normal boiling point temperature and the vapor pressure. The group contribution method uses only knowledge of molecule structure to determine vapor pressure. Similarly, COSMO-SAC model using two parameters for input in model which are sigma profile and molar volume of each substance. Therefore, the purpose of this research was to investigate an accuracy and to determine the optimal estimation method for n-alkanes , 1-alkenes , alkyne , alcohol , aldehyde and ketone. This research compared the estimated values (the normal boiling point , T_b and the vapor pressure at 298.15 Kelvin, $P_{@298.15K}$) with the experimental data by calculating coefficient of determination (R^2) and average absolute deviation relation (AADR). The result showed that the group contribution method was accurate to estimate T_b ($R^2 = 0.9949$, AADR= 0.0152) and $P_{@298.15K}$ ($R^2 = 0.9890$, AADR= 0.3770) for six groups. The COSMO-SAC model is accurate to estimate T_b (0.9887, AADR = 0.0249) and $P_{@298.15K}$ ($R^2 = 0.9906$, AADR= 0.5493) for six groups. Due to the accuracy of estimation, the group contribution and the COSMO-SAC model in which using the different estimated techniques could calculate the vapor pressure to ensure the estimated vapor pressure without doing the experiment. To accurately estimate these properties in other groups, the parameter of COSMO-SAC model should be modified.

Keywords : Vapor pressure , Group contribution method , COSMO-SAC model

บทนำ

ความดันไอเป็นคุณสมบัติของของเหลวชนิดต่าง ๆ โดยเมื่อค่าความดันไอเมื่อเท่ากับความดันหนึ่งบรรยากาศเรียกจุดนี้ว่าจุดเดือดและอุณหภูมิที่จุดนี้ว่าจุดเดือด ณ ความดัน 1 บรรยากาศ ซึ่งจุดเดือดนี้มีความสำคัญในการนำมาใช้ออกแบบอุปกรณ์ทางวิศวกรรมเคมี อาทิเช่น ถังเก็บสาร หอกลิ้น ถังแฟลช เป็นต้น ยิ่งไปกว่านั้นอุณหภูมิจุดวาบไฟของสารแต่ละชนิดคำนวณได้จากการทราบจุดเดือด ณ ความดัน 1 บรรยากาศ และความดันไอของสารชนิดนั้น ซึ่งจุดวาบไฟสามารถประยุกต์ในการคำนวณทางด้านความปลอดภัยและการขนส่งสาร โดยปกติแล้ว ค่าจุดเดือด ณ ความดัน 1 บรรยากาศ และค่าความดันไอสามารถหาได้ผลการคำนวณผลจากการทดลองด้วยวิธีการ เช่น Antoine's equation เป็นต้น แต่การใช้ข้อมูลจากการทดลองย่อมมีค่าใช้จ่ายข้อมูลที่มีราคาสูง และการทำการทดลองด้วยตนเองในบางชนิดสารส่งผลกระทบต่อสุขภาพของผู้ทดลอง

นอกจากวิธีการที่กล่าวมาข้างต้นแล้ว การคำนวณ ค่าความดันไอและจุดเดือด ณ ความดัน 1 บรรยากาศ ที่ไม่อ้างอิงจากการทดลอง วิธีการนี้ คือ Group Contribution โดย Cordes et al (2002) วิธีการนี้ได้ถูกพัฒนาเพื่อคำนวณค่าจุดเดือด ณ ความดัน 1 บรรยากาศ ของสารโดยอ้างอิงจากกลุ่มฟังก์ชันของอะตอมในโครงสร้างโมเลกุล ซึ่งในงานวิจัยได้ทำการทดลองกับสาร 1863 ชนิด คำนวณค่าเปรียบเทียบกับวิธีการอื่น ๆ พบว่า การคำนวณจากวิธีการนี้สามารถลดค่าเบี่ยงเบนจุดเดือด ณ ความดัน 1 บรรยากาศ จากผลการทดลองน้อยกว่าวิธีการประมาณค่าแบบอื่น ๆ (Joback, 1987; Stein, 1994; Constantinou, 1994) หลังจากนั้น Nannoolal et al (2006) ได้ปรับปรุงและขยายการคำนวณของวิธีการ Group contribution โดยค่าเบี่ยงเบน

ของค่าจุดเดือด ณ ความดัน 1 บรรยากาศ จากการคำนวณด้วยวิธีการใหม่นี้กับผลการทดลองค่าลดลงเหลือ 3% (จากเดิม 6%) หลังจากนั้นวิธีการ Group Contribution ได้ถูกพัฒนาเพื่อให้สามารถคำนวณค่าความดันไอของสาร (Nannoolal, 2008) โดยใช้ความรู้ทางด้านโครงสร้างโมเลกุลและจุดเดือด ณ ความดัน 1 บรรยากาศ นอกจากวิธีการนี้แล้ว Wang et al (2006) ใช้วิธีการ COSMO-SAC คำนวณจุดเดือด ณ ความดัน 1 บรรยากาศ ของสาร 369 สารซึ่งวิธีนี้ใช้ค่า Sigma profile และปริมาตรจำเพาะ (ลูกบาศก์เมตรต่อโมล) ซึ่งมีค่าเฉลี่ยการเบี่ยงเบนระหว่างค่าจุดเดือด ณ ความดัน 1 บรรยากาศ ที่คำนวณด้วยวิธีการ COSMO-SAC กับผลการทดลองเท่ากับ 12.9 เคลวิน หรือร้อยละค่าเฉลี่ยการเบี่ยงเบนระหว่างค่าจุดเดือด ณ ความดัน 1 บรรยากาศ กับผลการทดลองเท่ากับ 3.2 อย่างไรก็ตามวิธีการนี้ยังไม่สามารถใช้กับกลุ่มสาร แอลกอฮอล์และไนไตรด์ได้

ในงานวิจัยนี้ทดสอบทั้งสองวิธีการเพื่อวิเคราะห์ความแม่นยำของการคำนวณจุดเดือด ณ ความดัน 1 บรรยากาศ และค่าความดันไอที่อุณหภูมิ 298.15 เคลวิน ของสารกลุ่มไฮโดรคาร์บอน

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อทดสอบความแม่นยำของการคำนวณค่าความดันไอที่อุณหภูมิ 298.15 เคลวิน (อุณหภูมิห้อง) ด้วยวิธีการ Group contribution และแบบจำลอง COSMO-SAC เปรียบเทียบกับวิธีการคำนวณจากผลการทดลอง

2. เพื่อทดสอบความแม่นยำของการคำนวณค่าจุดเดือด ณ ความดัน 1 บรรยากาศ ด้วยวิธีการ Group contribution และแบบจำลอง COSMO-SAC เปรียบเทียบกับวิธีการคำนวณจากผลการทดลอง

ระเบียบวิธีวิจัย

1. การรวบรวมข้อมูล

Group Contribution Method

วิธีการ Group Contribution เป็นเทคนิคทางเคมีในการหาค่าคุณสมบัติทางเทอร์โมไดนามิกส์ และคุณสมบัติอื่นๆจากโครงสร้างโมเลกุล โดยการคำนวณอยู่บนพื้นฐานความแตกต่างของหมู่ฟังก์ชันภายในโมเลกุลซึ่งค่าจุดเดือดมาตรฐานสามารถหาได้จากสมการ 1

$$T_b(K) = \frac{\sum N_i C_i}{n^{0.6713} + 1.422} + 59.344 \quad (1)$$

โดยที่ เมื่อ T_b คือค่าจุดเดือด ณ ความดัน 1 บรรยากาศ ค่า N_i จำนวนชนิดของกลุ่มฟังก์ชันภายในโมเลกุล C_i คือค่าการกระจายของกลุ่มฟังก์ชัน i มีหน่วยเป็นเคลวิน และ n คือ จำนวนอะตอมภายในโมเลกุลยกเว้นอะตอมไฮโดรเจนและความดันไอสามารถหาได้จากสมการ 2

$$\log\left(\frac{p^s}{1\text{atm}}\right) = (4.1012 + dB)\left(\frac{T/T_b - 1}{T/T_b - 1/8}\right) \quad (2)$$

เมื่อ p^s คือ ค่าความดันไอที่อุณหภูมิ T ใด ๆ โดยที่ค่า dB สามารถหาได้จากความสัมพันธ์ 3

$$dB = \left(\sum N_i C_i + GI\right) - 0.17655 \quad (3)$$

เมื่อ N_i จำนวนชนิดของกลุ่มฟังก์ชันภายในโมเลกุล C_i คือ ค่าการกระจายของกลุ่มฟังก์ชัน i มีหน่วยเป็นเคลวิน และ ค่า GI คือ ค่าพลังงานอันตรกิริยาระหว่างกลุ่มฟังก์ชัน

โดยวิธีที่ Group contribution ใช้ DORTMUND DATA BANK SOFTWARE & SEPARATION TECHNOLOGY (DDBST) ในการหาค่าความดันไอ โดยต้องการไฟล์โครงสร้างโมเลกุล (Chemical Book Inc., c 2016) และอุณหภูมิที่ต้องการทราบความดันไอ

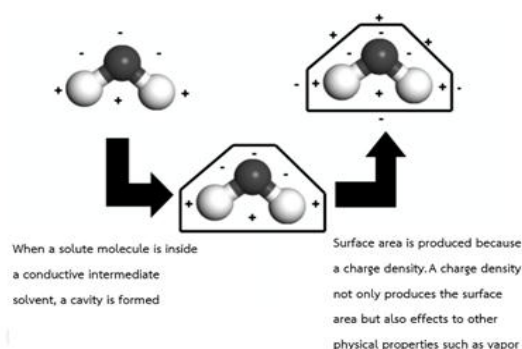
The COSMO-SAC model

แบบจำลอง COSMO-SAC เป็นแบบจำลองที่ใช้ในการหาค่าความดันไอของเหลว โดยการอาศัยหลักกลศาสตร์ควอนตัม ในการจำลองโครงสร้างโมเลกุลในสารละลายสมมุติฐานของแบบจำลอง COSMO-SAC อยู่บนพื้นฐานของหลักการ Solvent accessible surface ของ Solute โมเลกุล การย้ายโมเลกุล Solute ไปในสารละลาย สารละลายจะอยู่ภายในสภาวะ conductive intermediate solvent และมีการสร้าง Cavity ซึ่งเป็นผลมาจากความหนาแน่นประจุของโมเลกุล solute เพื่อให้โมเลกุลสามารถเข้าไปในสารละลายได้ (รูปที่ 1) แต่ความหนาแน่นประจุไม่เพียงส่งผลต่อการสร้างพื้นที่ผิว Cavity ภายในโมเลกุลแต่ยังส่งผลต่อคุณสมบัติทางฟิสิกส์ อาทิเช่น ความดันไอ เป็นต้น

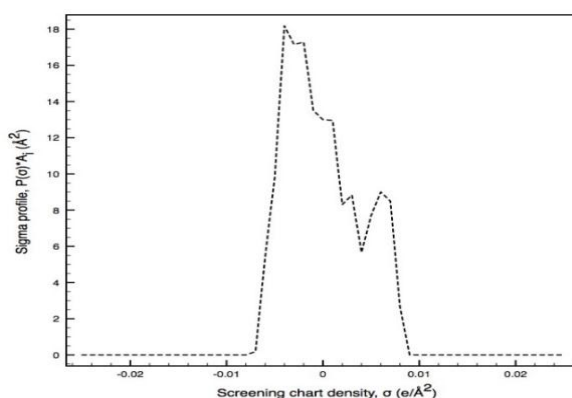
ความดันไอสามารถหาได้จากสมการ 4

$$\ln P_i^{\text{vap}} = \frac{\Delta G_{i/i}^{\text{sol}}}{RT} + \ln \frac{RT}{V_{i/L}} \quad (4)$$

เมื่อ $\Delta G_{i/i}^{\text{sol}}$ คือ ค่า Gibbs free energy of solvation สามารถหาได้จากสถานะพลังงานต่ำที่สุดในสภาวะ COSMO และ Restoring energies ที่เป็นค่าการเปลี่ยนสภาวะจาก Perfect conductor เป็นสภาวะของเหลวจริง ซึ่งค่าทั้งสองเกี่ยวข้องกับค่าซิกมาโปรไฟล์ (ภาพที่ 2) ซึ่งค่าซิกมาโปรไฟล์ คือ ค่าการกระจายความน่าจะเป็นที่จะเจอความหนาแน่นของประจุค่าค่าหนึ่งในบนพื้นผิวพื้นผิวหนึ่งของโมเลกุล และ $V_{i/L}$ คือค่าปริมาตรจำเพาะของโมเลกุล Solute i สามารถหาได้จากผลการทดลอง



ภาพที่ 1 The ideal solvation process ของแบบจำลอง COSMO (Lin, 2006)



ภาพที่ 2 ซิกม่าโปรไฟล์ของ Ethylbenzene

โดยการทดลองแบบจำลอง COSMO-SAC เขียนโค้ดโปรแกรมเพื่อใช้ในการประมวลผลหาค่าความดันไอ โดยที่ข้อมูลที่ต้องการคือ 1) ความหนาแน่นและมวลโมเลกุลของสารที่สนใจ จากข้อมูลการทดลอง (Lide, 2005) 2) ค่าพลังงานที่ได้จากการหาค่าพลังงานต่ำที่สุดจากโครงสร้างโมเลกุลของสารที่สนใจ (Mullins, 2006) โดยในงานวิจัยได้เปลี่ยนแปลง CHB ของ Segment activity coefficient (Wang, 2007) ในสมการ 5, 6 ซึ่งเป็นส่วนสำคัญในการคำนวณ Restoring energies โดยเปลี่ยนแปลงเดิม 35.772 เป็น 40 เพื่อให้ได้ค่าการคำนวณค่าความดันไอและจุดเดือด ณ ความดัน 1 บรรยากาศ ที่แม่นยำขึ้น

$$\ln \Gamma_s(\sigma_m) = -\ln \rho_s(\sigma_n) \Gamma_s(\sigma_n) \exp \left[\frac{-\Delta W(\sigma_m \sigma_n)}{kT} \right] \quad (5)$$

$$\Delta W(\sigma_m, \sigma_n) = \frac{\alpha'}{2} (\sigma_m + \sigma_n)^2 + \frac{c_{hb}}{2} (\sigma_m^t, \sigma_n^s) (\sigma_{acc} - \sigma_{hb}) (\sigma_{don} + \sigma_{hb}) \quad (6)$$

2. การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ประสิทธิภาพของการคำนวณค่าความดันไอและจุดเดือด ณ ความดัน 1 บรรยากาศ ทั้ง วิธีการ Group contribution และแบบจำลอง COSMO-SAC ใช้ค่า Coefficient of determination (R^2) และ Average absolute deviation relation

(AADR)

- Coefficient of determination (R^2)
- Average absolute deviation relation (AADR)

$$AADR (P_{@297.15}) = \frac{1}{n} \sum_1^n \frac{|P_{@298.15 K, cal} - P_{@298.15 K, exp}|}{P_{@297.15 K, exp}} \quad (8)$$

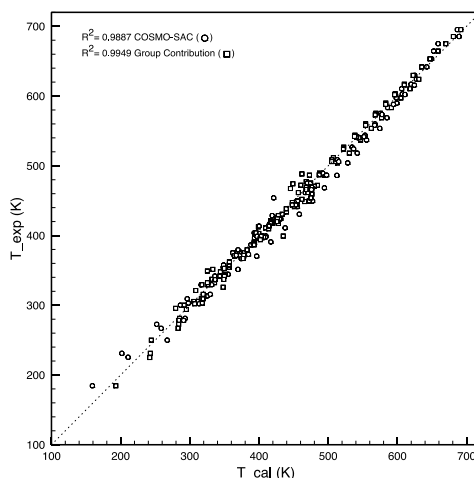
$$AADR (T_b) = \frac{1}{n} \sum_1^n \frac{|T_{b, cal} - T_{b, exp}|}{T_{b, exp}} \quad (9)$$

เมื่อ AADR ($P_{@298.15K}$) และ AADR (T_b) คือค่า Average absolute deviation relation ของ ความดันไอที่อุณหภูมิ 298.15 เคลวิน และ จุดเดือด ณ ความดัน 1 บรรยากาศ $P_{@298.15 K, exp}$ และ $T_{b, exp}$ คือ ความดันไอที่อุณหภูมิ 298.15 K และจุดเดือด ณ ความดัน 1 บรรยากาศ ที่คำนวณ

จากผลการทดลอง $P_{@298.15 K, cal}$ และ $T_{b, cal}$ คือ ความดันไอที่อุณหภูมิ 298.15 K และ ณ ความดัน 1 บรรยากาศ จากการคำนวณวิธีการอื่นๆ ที่ต้องการเปรียบเทียบ

สรุปและอภิปรายผล

ในงานวิจัยได้ทำการคำนวณค่าจุดเดือด ณ ความดัน 1 บรรยากาศ และค่าความดันไอของ สาร โดยค่าที่คำนวณจากผลการทดลอง คำนวณจากสมการความดันไอจากหนังสือ The Properties of Gases and liquids, 5th (Poling, 2004) เมื่อนำค่าความดันไอและจุดเดือด ณ ความดัน 1 บรรยากาศ ที่ได้จากการคำนวณทั้งสองวิธี เปรียบเทียบกับผลการทดลองดังภาพที่ 3 และ 4



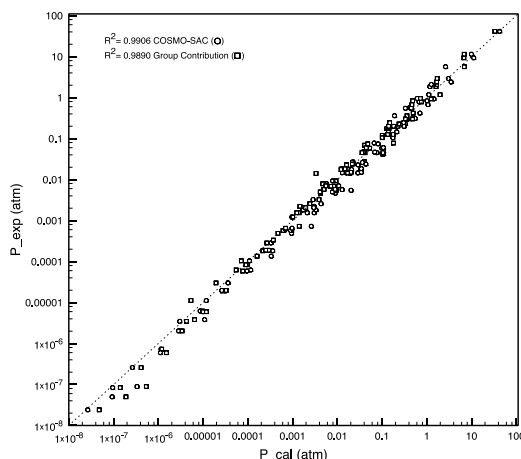
ภาพที่ 3 จุดเดือด ณ ความดัน 1 บรรยากาศ (T_b) ของแต่ละสารด้วยวิธีการ Group contribution ($\square$) และแบบจำลอง COSMO-SAC ($\circ$) เปรียบเทียบกับผลการทดลอง

จากภาพที่ 3 เป็นกราฟเปรียบเทียบระหว่าง ค่าจุดเดือด ณ ความดัน 1 บรรยากาศ (T_b) ของที่ คำนวณจากผลการทดลองกับวิธีการ Group Contribution และ COSMO-SAC ของสาร n-alkanes (C_2-C_{27}) 26 สาร, 1-alkenes (C_3-

C_{20}) 18 สาร, alkynes (C_2-C_{10}) 17 สาร, alcohols (C_2-C_{18}) 17 สาร, aldehydes (C_2-C_{13}) 24 สาร และ ketone (C_3-C_9) 26 สาร ด้วยจาก วิธีการ Group Contribution ($\square$) และวิธีการ COSMO-SAC ($\circ$) โดยที่อุณหภูมิจุดเดือด ณ

ความดัน 1 บรรยากาศที่ใช้ในการเปรียบเทียบอยู่ระหว่าง 180-700 เคลวิน ผลปรากฏมีค่าใกล้เคียงกับการคำนวณจากสมการความดันไอที่ใช้ผลการทดลอง มีค่า $R^2 = 0.9949$, AADR =

0.0152 สำหรับวิธีการ Group Contribution และ $R^2 = 0.9887$, AADR = 0.0249 สำหรับวิธีการ COSMO-SAC



ภาพที่ 4 ความดันไอ ณ อุณหภูมิ 298.15 เคลวิน ($P_{@298.15K}$) ของแต่ละสารด้วยวิธีการ Group Contribution (□) และ แบบจำลอง COSMO-SAC (O) เปรียบเทียบกับผลการทดลอง

จากภาพที่ 4 เป็นกราฟเปรียบเทียบระหว่างเป็นการหาค่าความดันไอ ณ อุณหภูมิ 298.15 เคลวิน ($P_{@298.15K}$) คำนวณจากผลการทดลองกับวิธีการ Group Contribution และ COSMO-SAC ของสาร n-alkanes (C_2-C_{27}) 19, สาร 1-alkenes (C_3-C_{20}) 17, สาร alkynes (C_2-C_{10}) 17 สาร, alcohols (C_2-C_{18}) 9 สาร, aldehydes (C_2-C_{13}) 17 สาร และ ketone (C_3-C_9) 19 สาร ด้วยจากวิธีการ Group Contribution (□) และวิธีการ COSMO-SAC (O) โดยที่ความดันที่ใช้ในการเปรียบเทียบอยู่ระหว่าง 10^{-8} – 100 บรรยากาศ ผลการคำนวณมีค่าใกล้เคียงกับผลการทดลอง มีค่า $R^2 = 0.9890$, AADR= 0.3770 สำหรับวิธีการ Group Contribution และและ $R^2 = 0.9906$, AADR= 0.5493 สำหรับวิธีการ COSMO-SAC

จากผลการทดลองทั้งสองวิธีการจะเห็นได้ว่าวิธีการ Group contribution มีการคำนวณที่แม่นยำกว่าวิธีการ COSMO-SAC เมื่อเปรียบเทียบการคำนวณ ค่าจุดเดือด ณ ความดัน 1 บรรยากาศ และ ค่าความดันไอที่อุณหภูมิ 298.15 เคลวิน แต่เมื่อพิจารณาความแม่นยำของทั้งสองวิธีการยังพบว่ามีความใกล้เคียงกับค่าที่คำนวณได้จากผลของการทดลอง โดยที่ทั้งสองวิธีการมีวิธีการคิดที่แตกต่างกันดังนั้นวิธีการ COSMO-SAC เป็นทางเลือกที่สามารถนำมาใช้ในการยืนยันความถูกต้องของผลการคำนวณทั้งสองค่าของวิธีการ Group contribution ได้

ข้อเสนอแนะ

แบบจำลอง COSMO-SAC ต้องมีการปรับปรุงค่าพารามิเตอร์ภายในแบบจำลองเพื่อเพิ่มความแม่นยำในการคำนวณค่าการประมาณค่าจุดเดือด ณ ความดัน 1 บรรยากาศ (T_b) และ

ความดันไอที่อุณหภูมิ 298.15 เคลวิน ($P_{@298.15K}$) ในกลุ่มสาร acid เนื่องจากสารในกลุ่มนี้มีค่าพลังงานที่เกิดจากอะตอมกลุ่ม OH ในโมเลกุลมีค่าที่ขึ้นกับกลุ่ม อะตอม OH และจำนวนของ Carbon ภายในโมเลกุลในรูปแบบไม่แน่นอน ดังนั้นวิธีการคำนวณค่า Sigma profile จึงจำเป็นต้องมีการปรับเปลี่ยนโดยการแยกคิดค่านี้ในสถานะที่ไม่มีพันธะ Hydrogen ร่วมกับเมื่อมีพันธะ Hydrogen

References

- Bruce E. Poling, J. M. Prausnitz, John Paul O'Connell (2004). **The Properties of Gases and liquids**. (5th ed.). McGraw-Hill.
- ChemicalBook Inc. (2016). **Molecular Structure**. ค้นเมื่อ 20 กันยายน 2559 จ ำ ก http://www.chemicalbook.com/ProductIndex_EN.aspx.
- Constantinou, L., Gani, R. (1994). New Group-Contribution Method for Estimating Properties of Pure Compounds. **AIChE J.**, 40, 1697.
- Cordes, W., Rarey, J. (2002). A New Method for the Estimation of the Normal Boiling Point of Non - Electrolyte Organic Compounds. **Fluid Phase Equilib**, (201), 409-433.
- Joback, K. G., Reid, R. C. (1987). Estimation of Pure-Component Properties from Group-Contributions. **Chem. Eng. Commun.**, (57), 233-243.
- Lide, D. R., et al. (2005). **CRC Handbook of Chemistry and Physics**. New York: CRC Press.
- Lin, S. T. (2006). Thermodynamic equation of state from molecular solvent. **Fluid Phase Equilib**, 245, 185-192.
- Mullins, E., et al. (2006). Sigma-Profile Database for Using COSMO-based Thermodynamic Methods. **Ind. Eng. Chem Research**, 45, 4389-4415.
- Nannoolal, Y., et al. (2006). Estimation of pure component properties Part 1. Estimation of the normal boiling point of non-electrolyte organic compounds via group contributions and group interactions. **Fluid Phase Equilibria**, 226, 45–63.
- Nannoolal, Y., et al. (2008). Estimation of pure component properties Part 3. Estimation of the vapor pressure of non-electrolyte organic compounds via group contributions and group interactions. **Fluid Phase Equilibria**, 269, 117–133.
- Stein, S. E., Brown, R. L. (1994). Estimation of Normal Boiling Points from Group Contributions. **J. Chem. Inf. Comput. Sci.**, 34, 581-587.
- Wang, S., et al. (2006). Application of the COSMO-SAC-BP Solvation Model to Predictions of Normal Boiling Temperatures for Environmentally Significant Substances. **Ind. Eng. Chem. Res.**, 45, 5426-5434.
- Wang, S., et al. (2007). Refinement of COSMO-SAC and the applications. **Ind. Eng. Chem. Res.**, 46, 7275-7288.

ระบบพลาสมาไอโซไนเซชันและการประยุกต์ใช้สำหรับยืดอายุการเก็บรักษา

อาหารทะเลจากพื้นที่อ่าวปากนคร จ.นครศรีธรรมราช

พิชญ์ศักดิ์ จันทร์กุล¹, ชัยภรณ์ แก้วอ่อน¹, ลัญจกร จันทร์อุดม²

¹ สาขาวิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช

² สาขาวิชาจุลชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างระบบพลาสมาไอโซไนเซชันและศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อผลผลิตไอโซไนเซชัน สำหรับประยุกต์ใช้ยืดอายุการเก็บรักษาอาหารทะเลจากพื้นที่อ่าวปากนคร จังหวัดนครศรีธรรมราช แหล่งจ่ายไฟฟ้าของระบบใช้คอลย์จตุระเปิดจะได้ความต่างศักย์ 6-16 กิโลโวลต์ ความถี่ 2 กิโลเฮิร์ต และหลอดไอโซไนเซชันของระบบประกอบด้วยขั้วไฟฟ้าทรงกระบอกซ้อนกัน และใช้แก๊วไนโตรเจนเป็นสารไดอิเล็กทริก ที่ความต่างศักย์ 6-8 กิโลโวลต์ อัตราการไหลของก๊าซ 2 ลิตร/นาที ให้ความเข้มข้นของไอโซไนเซชัน 19-87 มิลลิกรัม/ลิตร นำมาประยุกต์ใช้กับ ปูทะเล หอยแมลงภู่ และ ปลาตุ๊กทะเล โดยแช่ในน้ำไอโซไนเซชันสามารถลดปริมาณเชื้อ *E. coli* จากเริ่มต้น 6 log CFU/g ได้ 1-5 log CFU/g ที่ 6-8 กิโลโวลต์ ในช่วงเวลาสัมผัส 10-120 วินาที ($p \leq 0.05$) โดยความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณการลดของเชื้อ *E. coli* (Y) กับความต่างศักย์ (X_1) และเวลาสัมผัส (X_2) ในรูปสมการถดถอยเชิงเส้นของแต่ละตัวอย่างเป็น $Y = 0.262X_1 + 0.959X_2$ ($R^2 = 0.988$), $Y = 0.273X_1 + 0.946X_2$ ($R^2 = 0.985$) และ $Y = 0.703X_1 + 0.679X_2$ ($R^2 = 0.977$) ตามลำดับ ผลจากการใช้ไอโซไนเซชัน ทั้ง 3 ชนิด มีอายุการเก็บรักษา 10 วัน ขณะที่ชุดควบคุม 4 วัน และผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม ในทุกตัวอย่างค่าเฉลี่ยคะแนนที่ได้ของชุดที่ใช้ไอโซไนเซชันกับชุดควบคุมของแต่ละวันของการเก็บรักษา มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

คำสำคัญ : ระบบพลาสมาไอโซไนเซชัน, อาหารทะเล, การยืดอายุการเก็บรักษา

Plasma Ozonizer System and Its Application on Extending the Shelf Life of Seafood from Pak Nakhon Bay,

Nakhon Si Thammarat

Pitchasak Chankuson¹, Chaiyaporn Kaewon¹, Lanchakon Chanudom²

¹Department of Physics, Faculty of Science and Technology Nakhon Si Thammarat Rajabhat University

²Department of Microbiology, Faculty of Science and Technology

Nakhon Si Thammarat Rajabhat University

Abstract

This research aims to develop plasma ozonizer system and investigate factors which affected the ozone output for application on extending the shelf life of seafood obtained from Pak Nakhon area. The system was composed of high-frequency high-voltage power supply and ozonizer tubes. The power supply of system using ignition coil. The high voltage output was 6-16 kV and high frequency was 2 kHz. Plasma ozonizer was a cylinder-cylinder electrode consist of two electrodes. Outer and inner electrode was made of stainless steel, which inner electrode was covered with pyrex glass as dielectric. Discharge gap between electrode was fixed at 7.5 mm. Ozone concentration generated by this ozonizer in ranges of 19-87 mg/l at 6-8 kV and optimum purified oxygen feed rate of 2 l/min. In applying for *Scylla serrata*, *Perna viridis* and *Plotosus lineatus*. The efficiency of ozone water to reduce *E. coli* artificially contaminated on seafood was studied. The initial number of *E. coli* was 6 log CFU/g after treated with ozone water at 6-8 kV and discharge time 10-120 second the reduction of *E. coli* were reduced 1-5 log CFU/g ($p \leq 0.05$). The relationships between the reduction of *E. coli* (Y) with voltages (X_1) and discharged times (X_2) in each sample showed that $Y = 0.262X_1 + 0.959X_2$ ($R^2 = 0.988$), $Y = 0.273X_1 + 0.946X_2$ ($R^2 = 0.985$) and $Y = 0.703X_1 + 0.679X_2$ ($R^2 = 0.977$), respectively. The regression equations could be used to predict discharge time and the effectiveness of ozone water on the reduction of the target organisms. The samples were treated with ozone water the results showed shelf life of three types was extended to at least 10 days, while shelf life of control was 4 days. Sensory qualities of ozonated water samples was better than control sample ($p \leq 0.05$).

Keywords : plasma ozonizer system, seafood, shelf life

บทนำ

พื้นที่ส่วนใหญ่ของเทศบาล ต.ปากนคร เป็นพื้นที่ราบลุ่มและป่าชายเลนติดกับทะเลอ่าวไทย ประชาชนส่วนใหญ่มีอาชีพการทำประมงชายฝั่ง เทศบาล ต.ปากนคร จึงมีนโยบายการพัฒนาการประมง แบบยั่งยืนอย่างครบวงจร รวมทั้งการศึกษาริวิจัย และเพิ่มความรู้ให้แก่เกษตรกร ส่งเสริมให้เป็นแหล่งขายทั้งอาหารทะเลสดและแปรรูป ตามแผนยุทธศาสตร์การพัฒนาเทศบาล ต.ปากนคร พ.ศ. 2554-2559 (Paknakhon Subdistrict Municipality, 2010) การแปรรูปโดยทั่วไปใช้การแช่แข็ง โดยเก็บและขนส่งที่อุณหภูมิต่ำกว่า - 18 องศาเซลเซียส ซึ่งเป็นระดับที่จุลินทรีย์ไม่สามารถดำเนินปฏิกิริยาทางชีวเคมีได้ ทำให้อาหารยังคงรักษาสภาพไว้ได้รวมถึงในขั้นตอนการเตรียม ที่มีการล้างโดยน้ำที่เติมคลอรีนที่สามารถฆ่าเชื้อแบคทีเรีย แต่การใช้คลอรีนซึ่งมีคุณสมบัติในการกัดกร่อน ระคายเคืองผิว และอาจเป็นสารก่อมะเร็ง โดยเมื่อนำผลิตภัณฑ์อาหารทะเลแช่แข็งมาเก็บที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส จะเก็บได้ 1-3 วัน งานวิจัยนี้ได้นำโอโซนซึ่งเป็นที่ยอมรับในการทำลายเชื้อจุลินทรีย์อย่างมีประสิทธิภาพทั้งกลุ่มแบคทีเรียแกรมบวก และแกรมลบ (Shreya et al., 2015) สปอร์ของแบคทีเรียเชื้อรา ไวรัส และโพรโตซัว (Goncalves, 2009) และไม่มีสารเคมีตกค้าง เนื่องจากโอโซนสามารถสลายตัวเป็นออกซิเจนได้ โดยสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยาของสหรัฐอเมริกา (US-FDA) ให้โอโซนเป็นสารที่ใช้ในอุตสาหกรรมอาหารได้ (GRAS; Generally Recognized As Safe) (Tzortzakis et al., 2007) และได้รับการอนุญาตให้ใช้ฆ่าเชื้อในอาหาร (Karaca et al., 2014) โดยในการผลิตโอโซนใช้หลักการของไดอิเล็กทริกแบร์เรียร์ดิสชาร์จ (Dielectric barrier discharge, DBD) ซึ่งเป็นดิสชาร์จที่สามารถเกิดที่ระดับความดันบรรยากาศหรือสูงกว่า จึงเป็นที่นิยมใน

การประยุกต์ใช้และมีประสิทธิภาพมากที่สุดในการผลิตโอโซน (Pekarek, 2012) โดยจะประกอบด้วยหน่วยต่าง ๆ คือ แหล่งจ่ายพลังงาน หลอดผลิตโอโซน และส่วนการเตรียมอากาศ เรียกรวมกันว่าระบบพลาสมาโอโซนในเซอร์ ในส่วนของแหล่งจ่ายพลังงาน เพื่อให้ได้ความต่างศักย์ไฟฟ้าระดับกิโลโวลต์ จึงมีการนำหม้อแปลงปรับแรงดันไฟฟ้า (Variac) (Hamid et al., 2014; Kamel et al., 2016) คอส์ยจุดระเบิด (Ignition Coil) (Manu et al., 2014) หรืออุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์กำลังที่ให้ความถี่สูง เช่น IGBT (Insulated Gate Bipolar Transistor) (Boonduang et al., 2012), MOSFET (Nacera et al., 2016) เป็นต้น มาใช้ร่วมกับหม้อแปลง ส่วนหลอดผลิตโอโซนจะมีทั้งแบบแผ่นคู่ขนาน (Dingkun et al., 2016) แบบทรงกระบอกซ้อนกัน (Boonduang et al., 2012; Manu et al., 2014; Kamel et al., 2016; Nacera et al., 2016) และส่วนสุดท้ายคือ ส่วนของการเตรียมอากาศโดยทั่วไปใช้ก๊าซออกซิเจนจากถังออกซิเจน

ในงานวิจัยนี้ แหล่งจ่ายพลังงานจะใช้คอส์ยจุดระเบิด ทำหน้าที่สร้างไฟฟ้าแรงสูง เนื่องจากเป็นอุปกรณ์ที่สามารถซื้อหาได้ง่าย ส่วนหลอดผลิตโอโซนใช้แบบท่อทรงกระบอกซ้อนกัน เพราะให้ประสิทธิภาพในการผลิตโอโซนมากที่สุด (Nemnich et al., 2015) โดยระบบดังกล่าวนี้จะมีราคาไม่สูงเมื่อเทียบกับเครื่องผลิตโอโซนสำเร็จรูป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. สร้างระบบพลาสมาโอโซนในเซอร์และศึกษาผลของโอโซนต่อการกำหนดค่า
2. นำระบบพลาสมาโอโซนในเซอร์เพื่อใช้ยืดอายุการเก็บรักษาสภาพผลิตภัณฑ์อาหารทะเลที่ได้จากพื้นที่อ่าวปากนคร จังหวัดนครศรีธรรมราช

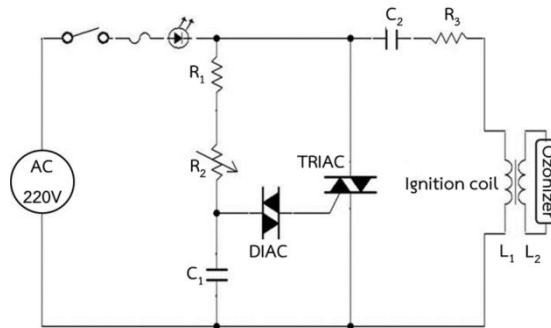
วิธีการวิจัย

1. การสร้างระบบพลาสมาไอโซไนเซอร์และศึกษาผลของไอโซนต่อการกำหนดค่า

1.1 สร้างแหล่งจ่ายพลังงานและขั้วอิเล็กโตรดสำหรับระบบพลาสมาไอโซไนเซอร์

วงจรแหล่งจ่ายพลังงานของระบบแสดง

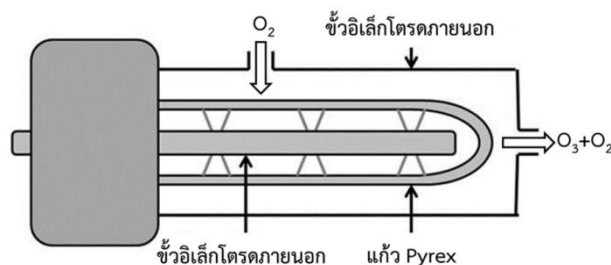
ดังภาพที่ 1 โดยใช้การเหนี่ยวนำแม่เหล็กไฟฟ้าที่ได้จากคอยล์จตุระเปิด



ภาพที่ 1 วงจรแหล่งจ่ายพลังงานไฟฟ้าของระบบ

ในส่วนเซลล์พลาสมาไอโซไนเซอร์หรือหลอดผลิตโอโซน แสดงดังภาพที่ 2 ประกอบด้วยขั้วไฟฟ้าชนิดทรงกระบอก 2 ขั้ว คือ ขั้วไฟฟ้าภายนอกและขั้วไฟฟ้าภายใน ขั้วทั้งสองทำจาก

เหล็กกล้าไร้สนิม (Stainless Steel) โดยที่ขั้วไฟฟ้าภายในมีแก้ว pyrex ทำหน้าที่เป็นสารไดอิเล็กตริก และมีขนาดช่องดิสชาร์จขนาด 7.5 มิลลิเมตร



ภาพที่ 2 หลอดผลิตโอโซนของระบบ

1.2 ศึกษาความเข้มข้นของน้ำไอโซนที่ได้จากการพ่นไอโซนลงไปในน้ำกลั่น โดยวิธีมาตรฐานโพแทสเซียมไอโอไดส์ (AOAC, 1995)

1.3 ศึกษาความเข้มข้นของน้ำไอโซนที่อัตราการไหลของก๊าซออกซิเจน 1, 2, 3 และ 4 ลิตรต่อนาที ที่ความต่างศักย์ 6, 7 และ 8 กิโลโวลต์

1.4 ศึกษาความเข้มข้นของน้ำไอโซนที่ความต่างศักย์ 6, 7 และ 8 กิโลโวลต์ โดยใช้อัตรา

การไหลของออกซิเจนที่ให้ความเข้มข้นของโอโซนมากที่สุดจากข้อ 1.3 ที่เวลา 1, 2, 3 และ 4 นาที

1.5 ศึกษาการใช้พลังงานของระบบเนื่องจากหลอดผลิตโอโซนเป็นแบบท่อทรงกระบอกซ้อนกัน ซึ่งมีองค์ประกอบที่สัมพันธ์กับลักษณะของตัวเก็บประจุ สามารถหาค่าความจุไฟฟ้าจากสมการ

$$C = \frac{2\pi L \epsilon_0}{\ln\left(\frac{r_e}{r_i}\right)} \quad (1)$$

และการใช้พลังงานทั้งหมดในการผลิต
ไอโซนที่ความต่างศักย์ต่าง ๆ ได้ จากสมการ

$$E = \frac{1}{2} CV^2 \quad (2)$$

2. การศึกษาประสิทธิภาพการลดเชื้อ *E. coli* ที่ปนเปื้อนบนอาหารทะเลด้วยน้ำไอโซน

2.1 การเตรียมตัวอย่าง

นำตัวอย่างอาหารทะเลทั้งตัวที่มีน้ำหนัก
เท่า ๆ กันของแต่ละตัวอย่างมาล้างด้วยน้ำกลั่น
ตั้งไว้ให้สะอาดที่อุณหภูมิห้อง (30±1 องศาเซลเซียส)

2.2 การสร้างการปนเปื้อน

สร้างการปนเปื้อนโดยนำกล้าเชื้อ *E. coli*
หยดบนตัวอย่าง เกลี่ยให้ทั่วตัวอย่างวางใน
ตู้ปลอดเชื้อนาน 30 นาที ที่อุณหภูมิห้อง (30±1
องศาเซลเซียส) จากนั้นนำมาล้างเชื้อที่ไม่ยึดเกาะ
กับตัวอย่างด้วยน้ำปราศจากไอออน ตั้งไว้ 5 นาที
จึงนำมาทดสอบจำนวนเชื้อเริ่มต้น

2.3 การทดสอบประสิทธิภาพของน้ำไอโซน

นำตัวอย่างอาหารทะเลที่มีปริมาณเชื้อ
เริ่มต้นประมาณ 6 log CFU/g มาผ่านน้ำไอโซน
ที่ความต่างศักย์ไฟฟ้า 6, 7 และ 8 กิโลโวลต์ และ
เวลาที่สัมผัสนาน 10, 30, 60 และ 120 วินาที ที่
อุณหภูมิห้อง (30±1 องศาเซลเซียส) โดยให้
ปริมาณตัวอย่างต่อสารละลาย 1:10 (g/ml) นำมา
ตรวจสอบจำนวนเชื้อที่เหลือรอดทันที วิเคราะห์
ความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพการลดเชื้อ
E. coli กับความต่างศักย์ไฟฟ้าและเวลาสัมผัส
ไอโซนโดยการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ
(multiple regression analysis)

3. ศึกษาอายุการเก็บรักษา

3.1 การเก็บตัวอย่าง

ในงานวิจัยนี้ได้เลือกตัวอย่างอาหาร
ทะเลของพื้นที่ ต.ปากนคร จ.นครศรีธรรมราช

โดยเลือกจากความโดดเด่นในด้านของปริมาณที่มี
ในพื้นที่และปริมาณที่มีการส่งออกจำหน่ายมาก
จำนวน 3 ชนิด ได้แก่ ปูทะเล (*Scylla serrate*),
หอยแมลงภู่ (*Perna viridis*) และปลาตุกทะเล
(*Plotosus lineatus*) เก็บตัวอย่างจากชาวบ้าน
ที่ออกเรือไปในแต่ละครั้ง ชนิดละ 3 ตัวอย่าง
เก็บรักษาในน้ำแข็งควบคุมอุณหภูมิไม่ให้เกิน 4±1
องศาเซลเซียส โดยระยะเวลาตั้งแต่เก็บตัวอย่าง
จนถึงการตรวจไม่เกิน 3 ชั่วโมง

3.2 แบ่งตัวอย่างอาหารทะเลมา 2 ชุด

โดยชุดแรกนำตัวอย่างไปแช่ในน้ำกลั่นที่อุณหภูมิ
4±1 องศาเซลเซียส เป็นชุดควบคุม ชุดที่สอง
นำไปแช่ในน้ำไอโซนโดยใช้เงื่อนไขความต่างศักย์
6 กิโลโวลต์ อัตราการไหลของก๊าซออกซิเจน 2
ลิตรต่อนาที เป็นเวลา 2 นาที

3.3 บรรจุอาหารทะเลในถุงพลาสติก

Polyethylene (PE) ปรับสภาวะบรรยากาศ
ภายในถุง โดยใช้เครื่องบรรจุภัณฑ์แบบ
สุญญากาศ เก็บรักษาลักษณะที่อุณหภูมิ 4±1
องศาเซลเซียส

3.4 ประเมินลักษณะปรากฏที่เปลี่ยนแปลง
ตลอดอายุการเก็บรักษาทั้งทางเคมี ได้แก่ ค่า
ความเป็นกรดต่าง (AOAC, 2000) และทาง
จุลชีววิทยา ได้แก่ จำนวนแบคทีเรียทั้งหมด
ด้วยวิธี USFDA-BAM Online (2001, Chapter
3) โดยถ้าปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดเกินมาตรฐาน
และหรือลักษณะปรากฏไม่เป็นที่ยอมรับถือว่า
สิ้นสุดอายุการเก็บรักษา นำข้อมูลมาวิเคราะห์
ความแปรปรวนและเปรียบเทียบความแตกต่าง
โดยวิเคราะห์ทุก 2 วัน ตัวอย่างละ 3 ซ้ำ

3.5 ประเมินคุณภาพทางประสาท
สัมผัส ในการชิมใช้ผู้ทดสอบระดับห้องปฏิบัติการ
ซึ่งได้รับการฝึกฝนจำนวน 10 คน โดยใช้ผู้ชิม
ชุดเดียวกันตลอดการทดลอง โดยนำตัวอย่าง
อาหารทะเลในสภาวะต่าง ๆ ประมาณ 200 กรัม
หนึ่งด้วยไอน้ำนาน 5 นาทีและนำไปให้ผู้ทดสอบ

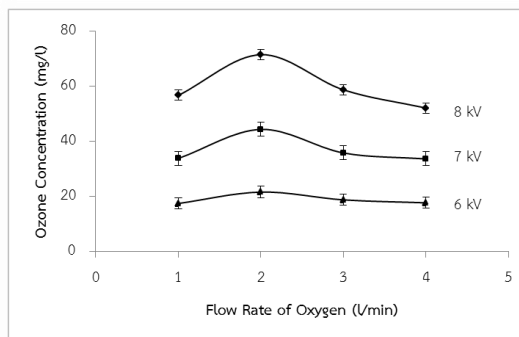
ชิมทันที (คนละประมาณ 20 กรัม) ผู้ทดสอบ ประเมินคุณภาพทางด้านกลิ่น สี เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม ให้คะแนนแบบ 9-point hedonic scale กำหนดให้คะแนนต่ำกว่า 5 เป็นคะแนนที่ผู้บริโภคไม่ยอมรับ โดยใช้การทดลองแบบ RCBD (Randomized Complete Block Design) คะแนนที่ได้จากการประเมินนำไปหาค่าเฉลี่ย วิเคราะห์ความแปรปรวนและเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT)

โดยโปรแกรมวิเคราะห์ทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ผลการวิจัย

1. การสร้างระบบพลาสมาโอโซนในเซอร์และศึกษาผลของโอโซนต่อการกำหนดค่า

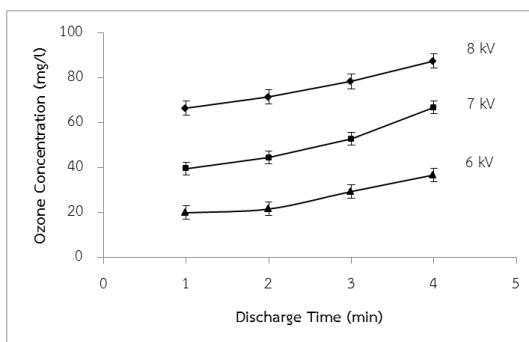
แหล่งจ่ายพลังงานจะให้ความต่างศักย์ 6-16 กิโลโวลต์ และความถี่ 2 กิโลเฮิร์ต โดยในงานวิจัยนี้จะใช้ความต่างศักย์ 6, 7 และ 8 กิโลโวลต์ เริ่มจากที่ 6 กิโลโวลต์ ซึ่งเป็นระดับต่ำสุดที่แหล่งจ่ายให้ได้



ภาพที่ 3 ความเข้มข้นของโอโซนที่อัตราการไหลของก๊าซออกซิเจน 1, 2, 3 และ 4 ลิตรต่อนาที ที่ความต่างศักย์ 6, 7 และ 8 กิโลโวลต์

จากภาพที่ 3 เมื่ออัตราการไหลของก๊าซออกซิเจนเป็น 1, 2, 3 และ 4 ลิตรต่อนาที ที่ความต่างศักย์ 6 กิโลโวลต์ มีความเข้มข้นเป็น 17.44, 21.56, 18.75 และ 17.55 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ ที่ความต่างศักย์ 7 กิโลโวลต์ มีความเข้มข้นเป็น 33.78, 44.34, 35.58 และ 33.47 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ และที่ความต่างศักย์ 8 กิโลโวลต์ มีความเข้มข้นเป็น 56.67, 71.57, 58.51 และ

52.14 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ นั่นคือ ที่ความต่างศักย์เดียวกัน เมื่อเพิ่มอัตราการไหลของก๊าซถึงค่าหนึ่ง จะให้ค่าความเข้มข้นที่มากที่สุด จากนั้นความเข้มข้นจะลดลงตามอัตราการไหลที่เพิ่มขึ้น สอดคล้องกับ Lakshminarayanan et al. (2012) และ Boonduang et al. (2012) ดังนั้น อัตราการไหลของก๊าซออกซิเจนที่เหมาะสม ที่นำมาใช้กำหนดในงานวิจัยนี้ คือ 2 ลิตรต่อนาที



ภาพที่ 4 ความเข้มข้นของโอโซนที่ความต่างศักย์ 6, 7 และ 8 กิโลโวลต์ อัตราการไหลของก๊าซออกซิเจน 2 ลิตรต่อนาที ที่เวลาดีสชาร์จ 1, 2, 3 และ 4 นาที

จากภาพที่ 4 เมื่อเวลาดีสชาร์จ 1, 2, 3 และ 4 นาที ที่ความต่างศักย์ 6 กิโลโวลต์ มีความเข้มข้นเป็น 19.47, 21.64, 29.44 และ 36.82 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ ที่ความต่างศักย์ 7 กิโลโวลต์ มีความเข้มข้นเป็น 39.52, 44.43, 52.84 และ 66.74 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ และที่ความต่างศักย์ 8 กิโลโวลต์ มีความเข้มข้นเป็น 66.54, 71.48, 78.78 และ 87.43 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ นั่นคือ ที่เวลาหนึ่ง การเพิ่มความต่างศักย์ เป็นการเพิ่มความเข้มของสนามไฟฟ้า ซึ่งเป็นการเพิ่มพลังงานให้แก่อิเล็กตรอน โอกาสการชนกันของโมเลกุลออกซิเจนภายในช่องว่างระหว่างขั้วอิเล็กโตรดจะมีมากขึ้น และเป็นการเพิ่มขึ้นเวลาในการทำให้ออกซิเจนแตกตัวแล้วรวมกันเป็นโอโซนมีมากขึ้น (Hamid et al., 2014)

หลอดผลิตโอโซนที่ใช้ในงานวิจัยนี้ สามารถหาค่าความจุไฟฟ้าได้ตามสมการ (1) โดยมีความยาวของขั้วอิเล็กโตรด (L) = 0.15 m,

ค่าคงที่ไดอิเล็กตริกในสุญญากาศ (ϵ) = 8.854×10^{-12} F/m, ค่าคงที่ไดอิเล็กตริกสัมพัทธ์แก้ว pyrex (ϵ_0) = 5, รัศมีภายนอกของขั้วอิเล็กโตรด (r_o) = 16.5×10^{-3} m และรัศมีภายในของขั้วอิเล็กโตรด (r_i) = 4×10^{-3} m จะได้ค่าความจุไฟฟ้าของหลอดผลิตโอโซนเท่ากับ 29.43 พิโคฟารัด เมื่อนำมาหาพลังงานที่ใช้ตามสมการ (2) โดยที่ค่าความต่างศักย์ 6, 7 และ 8 กิโลโวลต์ จะใช้พลังงาน 529.74, 721.04 และ 941.76 ไมโครจูล ตามลำดับ โดยความต่างศักย์ที่สูงขึ้น จะมีการใช้พลังงานมากขึ้น ทำให้เกิดความร้อนเพิ่มขึ้น ส่งผลต่อประสิทธิภาพในการผลิตโอโซน (Boonduang et al., 2012) และทำให้เกิดความเสียหายต่อขั้วอิเล็กโตรด อายุการใช้งานของหลอดผลิตโอโซนจะสั้นลง

2. การศึกษาประสิทธิภาพการลดเชื้อ *E. coli* ที่ปนเปื้อนบนอาหารทะเลด้วยน้ำโอโซน

ตารางที่ 1 การลดของปริมาณเชื้อ *E. coli* ในปูทะเลที่ความต่างศักย์ 6, 7 และ 8 กิโลโวลต์ กับเวลาที่สัมผัส 10, 30, 60 และ 120 วินาที

ความต่างศักย์ (kV)	Log Reduction (log CFU/g)			
	10 s	30 s	60 s	120 s
6	1.36 ^a ±0.13	1.68 ^a ±0.11	2.35 ^a ±0.22	3.36 ^a ±0.12
7	1.74 ^b ±0.21	1.95 ^b ±0.15	2.62 ^b ±0.13	3.75 ^b ±0.24
8	1.97 ^c ±0.12	2.04 ^c ±0.14	2.88 ^c ±0.16	3.94 ^c ±0.27

^{a,b,c} หมายถึง ตัวเลขที่มีอักษรเหมือนกันในแนวนอนเดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 2 การลดของปริมาณเชื้อ *E. coli* ในหอยแมลงภู่ที่ความต่างศักย์ 6, 7 และ 8 กิโลโวลต์ กับเวลาที่สัมผัส 10, 30, 60 และ 120 วินาที

ความต่างศักย์ (kV)	Log Reduction (log CFU/g)			
	10 s	30 s	60 s	120 s
6	1.77 ^a ±0.16	2.26 ^a ±0.21	2.95 ^a ±0.18	3.94 ^a ±0.15
7	2.06 ^b ±0.14	2.48 ^b ±0.17	3.22 ^b ±0.22	4.33 ^b ±0.18
8	2.40 ^c ±0.23	2.87 ^c ±0.15	3.68 ^c ±0.21	4.62 ^c ±0.25

^{a,b,c} หมายถึง ตัวเลขที่มีอักษรเหมือนกันในแนวนอนเดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 3 การลดของปริมาณเชื้อ *E. coli* ในปลาดุกทะเลที่ความต่างศักย์ 6, 7 และ 8 กิโลโวลต์ กับเวลาที่สัมผัส 10, 30, 60 และ 120 วินาที

ความต่างศักย์ (kV)	Log Reduction (log CFU/g)			
	10 s	30 s	60 s	120 s
6	1.86 ^a ±0.14	2.27 ^a ±0.18	2.95 ^a ±0.26	3.87 ^a ±0.11
7	2.24 ^b ±0.23	2.77 ^b ±0.24	3.48 ^b ±0.21	4.52 ^b ±0.22
8	3.88 ^c ±0.26	4.26 ^c ±0.28	4.97 ^c ±0.13	5.03 ^c ±0.32

^{a,b,c} หมายถึง ตัวเลขที่มีอักษรเหมือนกันในแนวนอนเดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

จากตารางที่ 1, 2 และ 3 การลดของปริมาณเชื้อ *E. coli* จะเพิ่มขึ้นเมื่อความต่างศักย์ และเวลาสัมผัสเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) โดยความสัมพันธ์ระหว่างการลดของปริมาณเชื้อ *E. coli* (Y) กับความต่างศักย์ (X_1) และเวลาสัมผัส (X_2) ของปูทะเล หอยแมลงภู่ และปลาดุกทะเล

แสดงความสัมพันธ์ในรูปสมการถดถอยเชิงเส้นได้ตามลำดับ ดังนี้

$$Y = 0.262X_1 + 0.959X_2 \quad ; R^2 = 0.988 \quad (3)$$

$$Y = 0.273X_1 + 0.946X_2 \quad ; R^2 = 0.985 \quad (4)$$

$$Y = 0.703X_1 + 0.679X_2 \quad ; R^2 = 0.977 \quad (5)$$

จากสมการ (3), (4) และ (5) นำมาหาเวลาในการสัมผัสโอโซนสำหรับงานวิจัยนี้ โดยเมื่อวัดปริมาณเชื้อ *E. coli* ของตัวอย่างอาหารทะเลเมื่อเริ่มต้นประมาณ 5-6 log CFU/g ดังนั้นหากจะให้ได้ค่าระดับของเชื้อไม่เกินเกณฑ์มาตรฐานคือ มีปริมาณเชื้อ *E. coli* น้อยกว่า 2 log CFU/g (Department of Medical Sciences, 2007) นั่นคือ ค่าการลดของปริมาณเชื้อ *E. coli* (Y) เป็น 3-4 log CFU/g ความต่างศักย์ (X_1) เป็น 6 กิโลโวลต์ จะได้ค่าเวลาสัมผัส (X_2) เป็น 2 นาที ซึ่งจะนำมาใช้กำหนดในงานวิจัยนี้ ต่อไป

เวลาในการสัมผัสโอโซนที่เพิ่มขึ้น การทำลายเชื้อก็ทำได้มากขึ้น เนื่องจากเป็นให้โอโซนสัมผัส

กับเชื้อนานขึ้น สอดคล้องกับ Singh et al. (2002) ที่ได้รายงานผลของโอโซนต่อการลด *E. coli* และ Seabneung et al. (2007) ที่พบการทำลายเชื้อแกรมลบ *Salmonella* spp. และแกรมบวก *Listeria* sp. จะเพิ่มขึ้นตามเวลาในการสัมผัสที่เพิ่มขึ้นเช่นกัน

3. ศึกษาอายุการเก็บรักษา

จากตารางที่ 4 สำหรับชุดควบคุม ทั้ง 3 ชนิด สามารถเก็บรักษาได้ 4 วัน โดยไม่ผ่านเกณฑ์ เนื่องจากมีกลิ่นเน่าและค่าปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดเกินเกณฑ์มาตรฐาน

ตารางที่ 4 ลักษณะปรากฏด้านต่างๆ ของตัวอย่างอาหารทะเลชุดควบคุม

ชนิดตัวอย่าง	ระยะเวลาการเก็บ (วัน)	pH	Total bacteria (CFU/g)	กลิ่น	สี
ปูทะเล <i>Scylla serrata</i>	0	9.18	$6.67 \pm 0.45 \times 10^5$	ปกติ	ปกติ
	2	8.67	$7.27 \pm 0.74 \times 10^5$	ปกติ	ปกติ
	4	7.82	$9.51 \pm 0.52 \times 10^5$	ปกติ	ปกติ
	6	7.63	$9.35 \pm 0.86 \times 10^6$	มีกลิ่นเน่า	ปกติ
หอยแมลงภู่ <i>Perna viridis</i>	0	7.97	$5.87 \pm 0.21 \times 10^5$	ปกติ	ปกติ
	2	7.66	$7.83 \pm 0.82 \times 10^5$	ปกติ	ปกติ
	4	7.41	$8.74 \pm 0.56 \times 10^5$	ปกติ	ปกติ
	6	6.57	$2.64 \pm 0.74 \times 10^6$	มีกลิ่นเน่า	ปกติ
ปลาตุกทะเล <i>Plotosus lineatus</i>	0	7.75	$8.85 \pm 0.57 \times 10^4$	ปกติ	ปกติ
	2	7.58	$4.96 \pm 0.32 \times 10^5$	ปกติ	ปกติ
	4	6.33	$7.63 \pm 0.35 \times 10^5$	ปกติ	ปกติ
	6	5.95	$1.17 \pm 0.48 \times 10^6$	มีกลิ่นเน่า	ปกติ

ตารางที่ 5 ลักษณะปรากฏด้านต่างๆ ของตัวอย่างอาหารทะเลสดที่ผ่านน้ำไอโซน

ชนิดตัวอย่าง	ระยะเวลา การเก็บ (วัน)	pH	Total bacteria (CFU/g)	กลิ่น	สี
ปูทะเล <i>Scylla serrata</i>	0	9.38	$3.35 \pm 0.68 \times 10^4$	ปกติ	ปกติ
	2	8.95	$8.63 \pm 0.26 \times 10^4$	ปกติ	ปกติ
	4	8.65	$5.62 \pm 0.71 \times 10^5$	ปกติ	ปกติ
	6	8.57	$7.76 \pm 0.33 \times 10^5$	ปกติ	ปกติ
	8	8.36	$8.74 \pm 0.32 \times 10^5$	ปกติ	ปกติ
	10	7.64	$8.96 \pm 0.67 \times 10^5$	ปกติ	ปกติ
	12	7.38	$4.61 \pm 0.72 \times 10^6$	มีกลิ่นเน่า	ซีด
หอยแมลงภู่ <i>Perna viridis</i>	0	8.06	$6.75 \pm 0.22 \times 10^4$	ปกติ	ปกติ
	2	7.77	$6.86 \pm 0.55 \times 10^4$	ปกติ	ปกติ
	4	7.68	$8.84 \pm 0.34 \times 10^4$	ปกติ	ปกติ
	6	7.46	$4.06 \pm 0.43 \times 10^5$	ปกติ	ปกติ
	8	7.22	$5.43 \pm 0.62 \times 10^5$	ปกติ	ปกติ
	10	6.79	$8.55 \pm 0.46 \times 10^5$	ปกติ	ปกติ
	12	6.45	$6.22 \pm 0.28 \times 10^6$	ปกติ	ซีด
ปลาดุกทะเล <i>Plotosus lineatus</i>	0	7.87	$7.65 \pm 0.53 \times 10^4$	ปกติ	ปกติ
	2	7.48	$8.23 \pm 0.44 \times 10^4$	ปกติ	ปกติ
	4	7.27	$3.34 \pm 0.15 \times 10^5$	ปกติ	ปกติ
	6	7.02	$5.52 \pm 0.24 \times 10^5$	ปกติ	ปกติ
	8	6.94	$8.86 \pm 0.26 \times 10^5$	ปกติ	ปกติ
	10	6.18	$9.41 \pm 0.13 \times 10^5$	ปกติ	ปกติ
	12	5.88	$8.63 \pm 0.42 \times 10^6$	ปกติ	ซีด

จากตารางที่ 5 สำหรับชุดที่ผ่านน้ำไอโซน ทั้ง 3 ชนิด สามารถเก็บรักษาได้ 10 วัน โดยปูทะเล ไม่ผ่านเกณฑ์เนื่องจากมีกลิ่นเน่า สีซีด หอยแมลงภู่ มีกลิ่นปกติ แต่ไม่ผ่านเกณฑ์เนื่องจากมีสีซีด และ ปลาดุกทะเล มีกลิ่นปกติ แต่มีสีซีด และทั้ง 3 ชนิด มีค่าปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดเกินเกณฑ์มาตรฐานทั้ง 3 ชนิด

ในส่วนของค่า pH ของตัวอย่างอาหาร ทะเลทั้ง 3 ชนิด มีค่าลดลงเมื่อระยะเวลาของเก็บ

รักษาเพิ่มขึ้น ($p \leq 0.05$) โดยการเปลี่ยนแปลง ของค่า pH เกิดจากแบคทีเรียกลุ่ม aerobic และ facultative aerobic สร้างเอนไซม์มาย่อย โปรตีนในกล้ามเนื้อให้เป็นกรดอะมิโนออกมา สอดคล้องกับรายงานของ Nathapol et al (2007) ที่พบการลดลงของค่า pH ตามระยะเวลา ของการเก็บรักษาในตัวอย่างของปูทะเลนี้

ตารางที่ 6 ค่าเฉลี่ยคะแนนทางประสาทสัมผัสของตัวอย่างอาหารทะเลชุดควบคุม

ชนิดตัวอย่าง	ระยะเวลา การเก็บ (วัน)	กลิ่น	สี	เนื้อสัมผัส	ความชอบ โดยรวม
ปูทะเล <i>Scylla serrata</i>	0	9.86 ^a ±0.32	9.94 ^a ±0.55	9.83 ^a ±0.67	9.85 ^a ±0.37
	2	6.28 ^b ±0.57	6.85 ^b ±1.28	5.84 ^b ±0.64	6.33 ^b ±0.46
	4	5.75 ^c ±0.75	5.84 ^c ±0.33	5.86 ^c ±0.42	5.82 ^c ±0.51
หอยแมลงภู่ <i>Perna viridis</i>	0	9.55 ^a ±0.58	9.63 ^a ±0.42	9.46 ^a ±0.73	9.05 ^a ±0.56
	2	6.85 ^b ±0.33	6.52 ^b ±0.47	7.32 ^b ±0.64	7.46 ^b ±1.21
	4	5.83 ^c ±0.62	5.77 ^c ±1.32	5.69 ^c ±0.46	5.73 ^c ±0.48
ปลาดุกทะเล <i>Plotosus lineatus</i>	0	9.64 ^a ±0.67	9.56 ^a ±0.57	9.52 ^a ±0.42	9.65 ^a ±0.73
	2	6.34 ^b ±0.46	6.85 ^b ±1.33	6.78 ^b ±0.51	6.44 ^b ±0.37
	4	5.82 ^c ±0.77	5.78 ^c ±0.64	5.62 ^c ±0.41	5.86 ^c ±0.45

^{a-c} หมายถึง ตัวเลขที่มีอักษรเหมือนกันในแนวตั้งเดียวกันไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

ตารางที่ 7 ค่าเฉลี่ยคะแนนทางประสาทสัมผัสของตัวอย่างอาหารทะเลชุดที่ผ่านน้ำไอโซน

ชนิดตัวอย่าง	ระยะเวลา การเก็บ (วัน)	กลิ่น	สี	เนื้อสัมผัส	ความชอบ โดยรวม
ปูทะเล <i>Scylla serrata</i>	0	9.76 ^a ±0.81	9.85 ^a ±0.78	9.82 ^a ±0.57	9.87 ^a ±0.68
	2	9.52 ^b ±0.56	9.78 ^b ±0.63	9.77 ^b ±0.72	9.62 ^b ±0.55
	4	9.27 ^c ±0.75	8.85 ^c ±0.84	8.96 ^c ±0.75	8.73 ^c ±0.72
	6	8.66 ^d ±0.82	7.56 ^d ±0.57	8.23 ^d ±0.64	8.18 ^d ±0.67
	8	8.05 ^e ±0.76	7.14 ^e ±1.12	7.87 ^e ±0.96	7.93 ^e ±0.82
	10	7.63 ^f ±1.16	6.53 ^f ±1.24	7.27 ^f ±0.77	7.54 ^f ±0.93
หอยแมลงภู่ <i>Perna viridis</i>	0	9.35 ^a ±0.72	8.85 ^a ±0.43	9.22 ^a ±0.74	8.95 ^a ±0.89
	2	9.11 ^b ±0.68	8.77 ^b ±0.58	9.05 ^b ±0.53	8.84 ^b ±0.78
	4	8.57 ^c ±0.85	8.62 ^c ±0.66	8.78 ^c ±0.81	8.67 ^c ±1.02
	6	8.35 ^d ±1.25	8.43 ^d ±0.61	8.33 ^d ±1.18	8.36 ^d ±1.17
	8	7.67 ^e ±1.13	7.92 ^e ±1.27	8.16 ^e ±0.82	8.03 ^e ±1.28
	10	7.54 ^f ±0.82	7.86 ^f ±0.96	8.04 ^f ±1.06	7.85 ^f ±0.98
ปลาดุกทะเล <i>Plotosus lineatus</i>	0	9.53 ^a ±0.86	9.21 ^a ±0.68	9.00 ^a ±0.92	9.27 ^a ±0.66
	2	9.24 ^b ±0.57	8.98 ^b ±1.15	8.85 ^b ±0.47	9.07 ^b ±0.83
	4	8.84 ^c ±0.94	8.37 ^c ±0.71	8.67 ^c ±0.75	8.81 ^c ±0.85
	6	8.56 ^d ±0.88	8.06 ^d ±0.59	8.45 ^d ±1.26	8.32 ^d ±1.07
	8	8.11 ^e ±0.79	7.82 ^e ±0.82	8.22 ^e ±0.88	8.02 ^e ±0.76
	10	8.03 ^f ±1.01	7.67 ^f ±0.76	8.04 ^f ±0.86	7.86 ^f ±0.82

^{a-f} หมายถึง ตัวเลขที่มีอักษรเหมือนกันในแนวตั้งเดียวกันไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

จากตารางที่ 6 และ 7 พบว่า ในแต่ละตัวอย่าง ค่าเฉลี่ยคะแนนที่ได้ของชุดควบคุมที่แช่น้ำกลั่น กับชุดที่สองที่แช่น้ำไอโซนในแต่ละวันของ

การเก็บรักษาหลังจากวันแรกมีความแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) และในตัวอย่าง เดียวกัน ค่าเฉลี่ยคะแนนมีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมี

นัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) และคะแนนทุกด้าน มีแนวโน้มลดลงจากวันเริ่มต้นของการเก็บรักษา

สำหรับชุดที่สองที่ผ่านน้ำไอโซน เมื่อสิ้นสุดการเก็บรักษา 10 วัน ค่าเฉลี่ยคะแนนทางประสาทสัมผัสด้านต่าง ๆ เป็นดังนี้ ด้านกลิ่น ประมาณ 7-8 หมายถึง กลิ่นอาจจะมีความผิดปกติเล็กน้อย แต่ยังเป็นลักษณะที่ยอมรับได้ ด้านสี ประมาณ 6-7 หมายถึง สีที่มีความชัดในระดับที่ไม่มาก โดยในตัวอย่าง ปูทะเล มีค่าลดลงมากกว่าในตัวอย่าง หอยแมลงภู่ และปลาตุกทะเล ด้านเนื้อสัมผัส ประมาณ 7-8 หมายถึง เนื้อสัมผัสมีความแน่นน้อยกว่าเมื่อเริ่มต้น และด้านความชอบโดยรวม ประมาณ 7 หมายถึง ความชอบโดยรวมในระดับที่ลดลงแต่ยังเป็นลักษณะที่ยอมรับได้

สรุปและอภิปรายผล

1. ระบบพลาสมาไอโซไนเซชันที่ได้ให้ ความต่างศักย์ 6-16 กิโลโวลต์ ความถี่ 2 กิโลเฮิร์ต และอัตราการไหลของก๊าซ 2 ลิตรต่อนาที เป็น อัตราการไหลที่เหมาะสมในงานวิจัยนี้ เนื่องจาก สำหรับโมเลกุลของออกซิเจนจำนวนหนึ่ง พลังงานที่ให้กับหลอดผลิตไอโซไนเซชันที่ระดับหนึ่ง เพียงพอกับโมเลกุลของออกซิเจนที่มี การเพิ่ม อัตราการไหล เป็นการเพิ่มโมเลกุลของออกซิเจน โมเลกุลบางส่วนจึงไม่เปลี่ยนไปเป็นไอโซน และ ที่อัตราการไหลสูงๆ โมเลกุลของออกซิเจนจะ ผ่านช่องระหว่างขั้วอิเล็กโตรดไปอย่างรวดเร็ว โมเลกุลของก๊าซบางส่วนจึงไม่เกิดการแตกตัว (Tirawanichakul et al., 2007) และที่อัตราการไหลของก๊าซต่ำ ๆ เวลาที่โมเลกุลของออกซิเจน อยู่ในบริเวณที่เกิดดิสชาร์จนานขึ้น ขณะที่ ปฏิกริยาการเกิดไอโซไนเซชันยังเกิดอย่างต่อเนื่อง โอกาสการชนกันของโมเลกุลออกซิเจนและ อิเล็กตรอนจะเพิ่มขึ้นเนื่องจากการเกิดซ้ำของ พลาสมาที่เกิดระหว่างขั้วอิเล็กโตรด

2. เมื่อนำระบบพลาสมาไอโซไนเซชันมาใช้ ลดปริมาณเชื้อ *E. coli* ในปูทะเล หอยแมลงภู่ และปลาตุกทะเล สามารถลดได้ 1-5 log CFU/g ซึ่งอยู่ในระดับที่ไม่เกินเกณฑ์มาตรฐาน โดยแสดง ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณการลดของเชื้อ *E. coli* กับความต่างศักย์และเวลาสัมผัสในรูปแบบ สมการถดถอยเชิงเส้นอย่างมีนัยสำคัญ โดยเมื่อ ความต่างศักย์และเวลาเพิ่มขึ้นจะเป็นการเพิ่มความเข้มข้นของไอโซน ซึ่งเป็นการเพิ่มตัว oxidizing agents ที่เกิดจากการที่ไอโซน ซึ่งเป็น ก๊าซที่ไม่เสถียรจะแตกสลายให้ก๊าซออกซิเจน และออกซิเจนอะตอมเดี่ยว ๆ ซึ่งจะทำหน้าที่เป็น oxidizing agents ที่ทำลายจุลินทรีย์การทำลาย เชื้อจึงทำได้มาก

3. เมื่อนำมาใช้ในการยืดอายุการเก็บ รักษาปูทะเล หอยแมลงภู่ และปลาตุกทะเล จะ สามารถยืดอายุระยะเวลาการเก็บรักษาจาก 4 วัน ได้เป็น 10 วัน โดยยังมีคุณภาพทางประสาท สัมผัสที่ยอมรับได้

ข้อเสนอแนะ

ผลการวิจัยที่ได้เป็นความรู้และเทคโนโลยี ด้านการแปรรูปที่ใช้เป็นแนวทางเบื้องต้นใน การศึกษา เพื่อนำไปพัฒนาในระดับของตัวอย่าง ที่มากขึ้น และนำไปสู่ผู้ประกอบการที่สามารถ นำไปใช้ ตามนโยบายหน่วยงานภาครัฐ

กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัย จากมหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา

References

- AOAC. (1995). **Official Method of Analysis**. (16th ed.). The Association of Official Analytical Chemists, Inc. Arlington, Virginia. USA.
- AOAC. (2000). **Official Method of Analysis AOAC International**. (16th ed.). The Association of Official Analytical Chemists, Inc. Maryland.
- Bacteriological Analytical Manual Online, (2002). **Chapter 4 Enumeration of *Escherichia coli* and the coliform bacteria**. USDA. 10 pp. (<http://www.cfsan.fda.gov>) 8 pp. (<http://www.cfsan.fda.gov>).
- Bacteriological analytical manual Online. (2001). **Chapter 3, Aerobic plate count**. USDA.
- Boonduang, S., Limsuwan, S., Kongsri, W. & Limsuwan, P. (2012). **Effect of oxygen pressure and flow rate on electrical characteristic and ozone concentration of cylinder-cylinder DBD ozone generator**. SciVerse ScienceDirect Procedia Engineering 32. 936-942.
- Department of Medical Sciences. (2007). **The criteria of microbiological quality of food and food containers**. Retrieved September 22, 2015 from <http://dmisc2.dmssc.moph.go.th>.
- Dingkun, Y., Zhihua, W., Can, D., Yong, H., Ronald, W. and Kefa, C. (2016). Ozone production in parallel multichannel dielectric barrier discharge from oxygen and air: the influence of gas pressure. **Journal of Physics D: Applied Physics**, 49(45).
- Goncalves, A.A. (2009). Ozone-An emerging technology foe the seafood industry. **Braz. Arch. Biol. Technol**, 52, 1527-1539.
- Hamid, H. A. and Hadeel, O. I. (2014). Design an ozone generator by using dielectric barrier discharge. **Journal of Al-Nahrain University**, 17(1), 89-94.
- Hamid, H. M. (2014). Effect of applied voltage and flow rates of ozone generator fed by dry air and O₂ on the coaxial wire-cylinder reactor by varying various electrodes parameter. **International Journal of Modern Engineering Research**, 4(9). 56-60.
- Kamel, N., Mostefa, B., Said, N., Nacera, H., Nouredine, Z. and Amar, T. (2016). Comparative experimental study between surface and volume DBD ozone generator. **Ozone: Science & Engineering**, 38(1). 70-76.

- Karaca, H. Velioglu, Y.S. (2014). Effect of ozone treatments on microbial quality and some chemical properties of lettuce, spinach, and parsley. **Postharvest Biol. Technol.**, 88, 46-53.
- Lakshminarayanan, V., Balakrishnan, A. P. & Mahendran, N. (2012). Effect of temperature and flow rates of ozone generator on the DBD by varying various electrical parameter. **American Journal of Applied Science**, 9 (9). 1496-1502.
- Manu, F., Tawee, C., Pollawat, F. and Wasana, F. (2014). **An experimental investigation of the concentration of KCl liquid electrode of atmospheric pressure DBD.** Progress in Electromagnetics Research Symposium Proceeding, Guangzhou, China, Aug. 25-28, 2014. 2727-2014.
- Nacera, H., Mansour, Z., Said, N., Zouaoui, D., Sidi-Mohamed, R., Bouregba, N. and Amar, T. (2016). Development of high-voltage high-frequency power supply for ozone generation. **Journal of Engineering Science and Technology**, 11(5), 755-767.
- Nathapol, P., Tawirat, C., Aiyakarn, T., Kijja, S., Aekarat, K., Wanchai, W. and Jim, P. S. (2007). Shelf-life extension of refrigerated soft shell mud crab (*Scylla serrate* Forskal) by ozone water and storage under air and modified atmosphere packaging. **Kasetsart J. (Nat. Sci.)**, 41, 539-547.
- Nemmich, S., Tilmatine, A., Dey, Z., Hammadi, N., Nassour, K. and Messal, S. (2015). Optimal sizing of a DBD ozone generator using response surface modeling. **Science & Engineering: The Journal of the International Ozone Association**, 37, 3-8.
- Paknakhon Subdistrict Mulnicpality. (2010). **Stratigic development plan 2011-2016.** Retrieved September 22, 2015, from <http://www.paknakhoncity.go.th>.
- Pekarek, S. (2012). Experimental study fo surface dielectric barrier discharge in air and Its ozone production. **Journal of Physics D: Applied Physics**, 45(7), 201-209.
- Seabneung, C., Pravate, T., Kooranee, T. & Aroon, B. (2007). Reduction of *Salmonella spp.* and *Lisreria sp.* on swine carcasses using ozone water jet spray. **Agricultural Sci. J.**, 38(5) (suppl.), 395-398.
- Shreya, W., Jagpreet, K.M., Joseph, R.T., Jeremy, B. & Ian S. (2015). Effect of ozone treatment on inactivation of *Escherichia coli* and *Listeria sp.* on Spinach. **Agriculture**, 5, 155-169.

- Singh, N., Singh, R.K., Bhunia, A. K. & Stroshine, R.L. (2002). Efficacy of chlorine dioxide, ozone, and thyme essential oil or a sequential washing in killing *Escherichia coli* O157:H7 on lettuce and baby carrots. **LWT Food Sci. Technol**, 35, 720-729.
- Tirawanichakul, Y., Chankuson, P., & Tirawanichakul, S. (2007). Electrical discharges of plasma ozonizer and its application. **Songklanakarin J. Sci. Technol.**, 2, 365-378.
- Tzortzakis, N., Borland, A., Singleton, I. & Barnes, J. (2007). Impact of atmospheric ozone-enrichment on quality-related attributes of tomato fruit. **Postharvest Biol. Technol**, 45, 317-325.

โปรแกรมช่วยวิเคราะห์อัตราเสี่ยงต่อการเป็นโรคหัวใจและหลอดเลือด

บุญยานุช ใหม่เงา¹, ปัญญาวัฒน์ ขามก้อน¹, ขนิษฐา ศรีแก้ว¹

¹สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเลย

บทคัดย่อ

ปัจจุบันโรคหัวใจและหลอดเลือดมีประชากรกลุ่มเสี่ยงต่อการเกิดโรคจำนวนมาก หากประชาชนทั่วไปสามารถเข้าถึงการตรวจวิเคราะห์ข้อมูลด้วยตนเองในเบื้องต้นได้ จะสามารถเข้ารับการตรวจและรักษาอย่างทันเวลา งานวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาโมเดลการวิเคราะห์อัตราเสี่ยงการเกิดโรคหัวใจและหลอดเลือดด้วยอัลกอริทึมโครงข่ายประสาทเทียม (Neural Network) และต้นไม้แห่งการตัดสินใจ (Decision tree) และเพื่อพัฒนาโปรแกรมวิเคราะห์อัตราเสี่ยงการเกิดโรคหัวใจ และหลอดเลือดจากการผลทดลองการสร้างโมเดลที่สามารถคาดการณ์ผลการเกิดอัตราเสี่ยงของโรคหัวใจและหลอดเลือดที่มีความถูกต้องมากที่สุด โดยในการทดลองสร้างโมเดลของทั้งสองอัลกอริทึมใช้โปรแกรมเวก้า (WEKA) เป็นเครื่องมือในการทดสอบการวิเคราะห์และจำแนกข้อมูลเพื่อหาอัลกอริทึมที่ดีที่สุด นำไปใช้ในการพัฒนาโปรแกรมโดยตัวแปรในการจำแนกข้อมูลนั้น สำหรับข้อมูลที่ใช้ในการจำแนกข้อมูลการสร้างโมเดลมีทั้งหมด 5 แอตทริบิวต์คือ ความดันโลหิตการสูบบุหรี่การเป็นโรคเบาหวานเพศและช่วงอายุ โดยเก็บข้อมูลจากบุคคลทั่วไปจำนวน 493 ในเขต ต. นาอ้อ อ.เมือง จังหวัดเลย โดยแบบสำรวจข้อมูลผ่านการตรวจสอบจากเจ้าพนักงานสาธารณสุขชำนาญงานโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลศรีสองรัก เป็นผู้ตรวจสอบข้อมูลความถูกต้องก่อนนำไปสร้างโมเดลจากการทดลองสร้างโมเดลพบว่าอัลกอริทึมที่สามารถคาดการณ์จำแนกข้อมูลอัตราเสี่ยงของการเป็นโรคหัวใจและหลอดเลือดได้ดีที่สุดคือ อัลกอริทึมโครงข่ายประสาทเทียมซึ่งมีค่าที่โปรแกรมจำแนกได้ถูกต้องสูงสุดคิดเป็นร้อยละ 97.2973 โดยที่อัลกอริทึมต้นไม้เพื่อการตัดสินใจมีค่าที่โปรแกรมจำแนกได้ถูกต้องคิดเป็นร้อยละ 95.3347 หลังจากนั้นจึงได้นำโมเดลของอัลกอริทึมโครงข่ายประสาทเทียม และต้นไม้เพื่อการตัดสินใจมาพัฒนาเป็นโปรแกรมช่วยวิเคราะห์อัตราเสี่ยงต่อการเป็นโรคหัวใจและหลอดเลือดผลการทดสอบการพัฒนาโปรแกรมพบว่าโมเดลโครงข่ายประสาทเทียมสามารถคาดการณ์อัตราเสี่ยงถูกต้องอยู่ที่ร้อยละ 99.5

คำสำคัญ : โครงข่ายประสาทเทียม ,ต้นไม้เพื่อการตัดสินใจ,โรคหัวใจและหลอดเลือด

Analyzes the risk of cardiovascular disease.

Bunyanuch Maingao¹, Panyawat Khamkon¹, Kanittha Srikaew¹

¹Computer Science Faculty of Science and Technology, Loei Rajabhat University

Abstract

Currently, cardiovascular disease has a population risky for many diseases. The general public can analyze preliminary data by yourself can be examination and treatment in a timely.

The research aims develop to a model analyzes the risk of cardiovascular disease with a neural network algorithm and decision tree algorithm and develop program analyzes the risk of cardiovascular disease. The experiment create a model found that the best algorithm can anticipated classification of the risk of cardiovascular disease by the both algorithms use WEKA program is tools in the analysis and Classified information for the best algorithm. It use in developing by the variables in the data classification. Classification of data create model has 5 attribute include Blood pressure, smoking and diabetes, sex and age by save date from general public 493 sets in Na Oa sub-district, Muang district, Loei Province. The survey data was audited by Correctional health experts Si Song Rak Health Promotion Hospital check accurate Data before create a model. The experiment create a model found that the best algorithm can anticipated classification of the risk of cardiovascular disease. It is neural network algorithm which identified correctly the on maximum 97.2973 percent. Decision tree algorithm can identified correctly the program on 95.3347 After that, a model of neural network algorithm and decision tree algorithm develop to a program help analysis the risk of cardiovascular disease. So, the test of develop program found that neural network model can anticipated correctly the risk on percent 99.5

Keywords : Neural Network, Decision Tree, Cardiovascular

บทนำ

ปัจจุบันประชากรไทยมีแนวโน้มที่จะเป็นโรคหัวใจ และหลอดเลือดเพิ่มมากขึ้น เพื่อให้มีการประเมินความเสี่ยงต่อการเกิดโรคหัวใจและหลอดเลือดที่สามารถประเมินได้ด้วยตนเอง สำนักโรคไม่ติดต่อจึงมีหนังสือแนวทางการประเมินโอกาสเสี่ยงต่อการเกิดโรคหัวใจและหลอดเลือด (สำนักโรคไม่ติดต่อ, ม.ม.ป.) ภายในหนังสือจะมีความรู้เกี่ยวกับโรคหัวใจและหลอดเลือดและยังสามารถประเมินโอกาสเสี่ยงต่อการเกิดโรคของแต่ละบุคคล โดยการประเมินแบ่งออกเป็น 2 กรณี คือ ทราบผล โคเลสเตอรอล (Cholesterol) และกรณีไม่ทราบผลโคเลสเตอรอล และปัจจัยเสี่ยงที่ใช้ในการประเมินมีอยู่ 5 ปัจจัยคือ ช่วงอายุ เพศ ช่วงความดันเลือด การสูบบุหรี่ และการเป็นโรคเบาหวาน ปัจจัยเหล่านี้จะถูกนำมาประเมินเพื่อหาอัตราการการเกิดโรคหัวใจและหลอดเลือดและรวมถึงโรคอัมพฤกษ์อัมพาตด้วยใน 10 ปีข้างหน้า โดยมีความเสี่ยงอยู่ 5 ระดับ คือ <10% คือ ความเสี่ยงต่ำ 10-<20% คือ ความเสี่ยงปานกลาง 20-<30% คือ ความเสี่ยงสูง 30-<40% คือ ความเสี่ยงสูงมาก และ >40% คือ ความเสี่ยงสูงอันตราย

ทางผู้วิจัยทางผู้วิจัยจึงได้ศึกษาและพัฒนาอีกหนึ่งทางเลือกให้กับผู้ใช้ทั่วไป โดยการพัฒนาให้อยู่ในรูปแบบของโปรแกรมวิเคราะห์อัตราเสี่ยงของการเกิดโรคหัวใจและหลอดเลือด สามารถให้ผู้ใช้ได้ ตรวจวิเคราะห์ความเสี่ยงของการเกิดโรคของตนเองได้ โดยโปรแกรมได้อ้างอิงการวิเคราะห์โรคในหนังสือแบบประเมินดังกล่าว ผู้วิจัยจึงได้นำความรู้ทางด้าน ปัญญาประดิษฐ์ มาช่วยในการพัฒนาด้วยโครงข่ายประสาทเทียม (Neural Network) และต้นไม้ตัดสินใจ (Decision Tree) โดยโครงข่ายประสาทเทียมนั้นผู้วิจัยได้เลือกศึกษาอัลกอริทึมการแพร่แบบย้อนกลับ (Back propagation) ส่วนต้นไม้ตัดสินใจได้เลือกศึกษาอัลกอริทึม C4.5

(J48) โดยผู้วิจัยจะทำการศึกษาและเปรียบเทียบทั้ง 2 อัลกอริทึมนี้เพื่อให้ได้อัลกอริทึมที่ดีที่สุดที่จะนำไปช่วยลดกฎและเงื่อนไข เพื่อให้ง่ายต่อการพัฒนาโปรแกรมมากยิ่งขึ้น

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบอัลกอริทึมโครงข่ายประสาทเทียม (Neural Network) และต้นไม้เพื่อการตัดสินใจ (Decision Tree) ในการสร้างโมเดลสำหรับพัฒนาโปรแกรมช่วยวิเคราะห์อัตราเสี่ยงต่อการเป็นโรคหัวใจและหลอดเลือด
2. เพื่อพัฒนาโปรแกรมช่วยวิเคราะห์อัตราเสี่ยงต่อการเป็นโรคหัวใจและหลอดเลือด

วิธีการวิจัย

ขั้นตอนในการวิจัยได้แบ่งออกเป็น 4 ขั้นตอน คือ ศึกษาทฤษฎีและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง การเก็บรวบรวมข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูลด้วยอัลกอริทึมทางปัญญาประดิษฐ์ และการพัฒนาโปรแกรม

1. ศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการทำเหมืองข้อมูล (Data Mining)

สายชล สีนสมบูรณ์ทอง (2558 : 5) Data Mining ถ้าแปลตรง ๆ คือ เหมืองข้อมูล คล้ายกับเหมืองแร่ ที่ขุดดินมาเยอะแต่ได้แร่ชนิดเดียว Data Mining เป็นศาสตร์แขนงหนึ่งทาง AI (Artificial Intelligence) AI (Artificial Intelligence) ได้นำมาใช้กับ Data Mining ซึ่งเป็นการค้นหาความสัมพันธ์และรูปแบบทั้งหมด ซึ่งมีอยู่จริงในฐานข้อมูล ซึ่งความสัมพันธ์และรูปแบบเหล่านั้นได้ถูกซ่อนไว้ภายในข้อมูลจำนวนมากที่มีอยู่ Data Mining จะทำการสำรวจและวิเคราะห์ข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบที่เต็มไปด้วยความหมายและอยู่ในรูปของกฎ โดยความสัมพันธ์เหล่านี้แสดงให้เห็นถึงความรู้ต่าง ๆ (Knowledge) ที่มีประโยชน์ในฐานข้อมูลในปัจจุบันองค์กรธุรกิจส่วนใหญ่

เผชิญกับปัญหาของ ข้อมูลดิบจำนวนมาก แต่ข้อมูลที่ประยุกต์ใช้ได้มีน้อย Data Mining จึงเป็นสาขาที่คาดว่าจะเป็นที่รู้จักและนำมาใช้ประยุกต์ใช้อย่างแพร่หลายเนื่องจาก Data Mining สามารถดึงความรู้ออกมาจากข้อมูลจำนวนมากที่ถูกเก็บสะสมและซ่อนไว้เทคนิคต่าง ๆ ของการทำเหมืองข้อมูล (Techniques in Data Mining)

1.1 ขั้นตอนการสร้างตัวแบบโดยการเรียนรู้จากข้อมูลที่ได้กำหนดคำตอบ (Class) ไว้เรียบร้อยแล้วซึ่งตัวแบ่งที่ได้อาจแสดงในรูปแบบของ 2 ลักษณะคือ

(1) โครงสร้างแผนภาพต้นไม้เพื่อการตัดสินใจ (Decision tree) เป็นที่นิยมกันมากเนื่องจากเป็นลักษณะที่คนจำนวนมากคุ้นเคย ทำให้เข้าใจได้ง่าย มีลักษณะเหมือนแผนภูมิองค์กร โดยที่แต่ละโหนดแสดงคุณลักษณะ (attribute) แต่ละกิ่งแสดงผลในการทดสอบและโหนดของใบ (Leaf node) แสดงคำตอบ (Class) ที่กำหนดไว้

(2) โครงข่ายประสาท (Neural network) เป็นเทคโนโลยีที่มีที่มาจากงานวิจัยด้านปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence : AI) เพื่อใช้ในการคำนวณหาฟังก์ชันจากกลุ่มข้อมูลวิธีการของโครงข่ายประสาท (แท้จริงต้องเรียกให้เต็มว่า Artificial Neural Network หรือ ANN) เป็นวิธีการที่ให้เครื่องเรียนรู้จากตัวอย่างต้นแบบแล้วฝึกหัด (Train) ให้ระบบได้รู้จักละคิดที่จะแก้ปัญหาที่กว้างขวางขึ้นได้ ในโครงสร้างของโครงข่ายประสาทจะประกอบด้วยโหนดข้อมูลเข้า (Input node) และโหนดข้อมูลออกหรือผลลัพธ์ (output node) และการประมวลผลกระจายอยู่ในโครงข่ายเป็นชั้น ๆ ได้แก่ ชั้นข้อมูลเข้า (input layer) ชั้นข้อมูลออกหรือผลลัพธ์ (output layer) และชั้นซ่อน (hidden layer)

1.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

กรณีการ นุชชมภู (2557, บทคัดย่อ) งานวิจัยนี้เป็นการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีเหมือง

ข้อมูลมาใช้ในการพยากรณ์ราคาประเมินที่ดินเพื่อนำไปใช้เป็นแนวทางสำหรับการประเมินราคาที่ดินและช่วยประกอบการตัดสินใจของผู้บริหารหรือการตรวจสอบราคาประเมินที่ดินในปัจจุบัน โดยทำการรวบรวมข้อมูลปัจจัยตัวแปร เช่น ระยะความลึกมาตรฐาน ลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดิน ลักษณะผิวจราจรข้อมูลราคาตลาด และข้อมูลราคาประเมิน ในพื้นที่อำเภอลาดหลุมแก้ว จังหวัดปทุมธานี โดยใช้เทคนิคการจัดหมวดหมู่ (Classification) มาทำการสร้างโมเดลเพื่อให้ได้ราคาประเมินที่ดินที่ใกล้เคียงกับราคาตลาดมากที่สุด ซึ่งจากผลการทดสอบปรากฏว่า ปัจจัยสำคัญที่มีผลทำให้ ราคาประเมินแตกต่างกันส่วนมากเป็นเรื่องเกี่ยวกับผิวจราจร ไม่ว่าจะเป็นความกว้างของผิวจราจรหรือประเภทของผิวจราจร ซึ่งมีระดับความสำคัญรวมกันถึง 39% และพบว่าทฤษฎีที่ให้ราคาประเมินที่ดินที่ดีที่สุดคือ Generalized Linear และ Neural Network ซึ่งให้ค่าความแม่นยำถึง 97% ส่วน Decision Tree ก็ให้ค่าความแม่นยำที่สามารถยอมรับได้ คือ 86% ซึ่งสามารถนำไปใช้ประโยชน์สำหรับการสร้างระบบเพื่อการประเมินราคาที่ดินคราวละมากแปลง (Mass Appraisal) หรือระบบแบบจำลองช่วยประเมินราคาคราวละมากแปลง (CAMA: Computer Assisted Mass Appraisal)

2. การรวบรวมข้อมูล

ทำการจัดเตรียมข้อมูลเพื่อใช้ในการสร้างโมเดลและทดสอบอัลกอริธึม มีรายละเอียดดังนี้ โดยทำการสร้างแบบสอบถามเพื่อประเมินความเสี่ยงโรคจำนวน 493 ชุดโดยมีปัจจัยเสี่ยงจำนวนห้าปัจจัยได้แก่ เพศ อายุ การเป็นโรคเบาหวาน ค่าความดันเลือด และการสูบบุหรี่ โดยได้นำข้อมูล และความเสี่ยงของการเกิดโรคหลอดเลือดและหัวใจจากเล่มแนวทางการประเมินโอกาสเสี่ยงต่อการเกิดโรคหัวใจ และหลอดเลือด (สำนักโรคไม่ติดต่อ กรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข,

ม.ม.ป. : 12-13) การเก็บข้อมูลทำการเก็บโดยสำรวจ โดยมีข้อมูลนำเข้าดังนี้
ตามหมู่บ้านและทำการสอบถามข้อมูลจากชาวบ้าน

ตารางที่ 1 ข้อมูลนำเข้าปัจจัยที่ก่อให้เกิดอัตราเสี่ยงต่อการเป็นโรคหลอดเลือดและหัวใจ

ลำดับที่	ชื่อข้อมูล	รายละเอียด
1	Sex	เพศ
2	Age	อายุ
3	Diabetes	โรคเบาหวาน
4	Smoking	สูบบุหรี่
5	Systolic blood pressure(SBP)	ค่าความดันเลือด

ตารางที่ 2 ข้อมูลผลลัพธ์ (Evaluation Result)

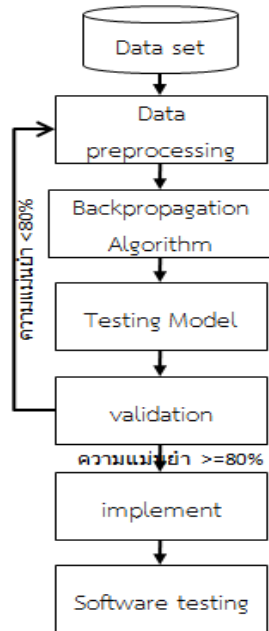
ลำดับ	ชื่อข้อมูล	รายละเอียด
1	Risk1	<10% ระดับต่ำ
2	Risk2	10-<20% ระดับปานกลาง
3	Risk3	20-<30% ระดับสูง
4	Risk4	30-<40% ระดับสูงมาก
5	Risk5	>40% ระดับสูงอันตราย

3. การวิเคราะห์ข้อมูลด้วยอัลกอริทึมทางปัญญาประดิษฐ์

การวิเคราะห์ข้อมูลในครั้งนี้ได้ทำการวิเคราะห์โดยใช้โปรแกรม Weka 3.6 มาใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลและจะแบ่งการวัดประสิทธิภาพออกเป็นสองแบบได้แก่ การวัดประสิทธิภาพแบบ

k-fold cross-validation โดยผู้วิจัยได้เลือกเป็น 3-fold cross-validation และการวัดประสิทธิภาพด้วยวิธีการแบ่งข้อมูลแบบสุ่มด้วยการแบ่งร้อยละเพื่อสร้างโมเดลไปพัฒนาโปรแกรมโดยได้แบ่งออกเป็นสองอัลกอริทึมดังนี้

3.1 การสร้างโมเดลโครงข่ายประสาทเทียมแบบแพร่ย้อนกลับ



ภาพที่ 1 ขั้นตอนการพัฒนาโปรแกรมด้วยโครงข่ายประสาทเทียมแบบแพร่ย้อนกลับ

จากภาพที่ 1 สามารถอธิบายกระบวนการดำเนินงานวิจัยได้ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 Data set ข้อมูลในการดำเนินการวิจัยมีจำนวนทั้งหมด 524 ระเบียบ การสอนโครงข่ายจะประกอบไปด้วยขั้นตอนดังนี้

1) กำหนดค่าเริ่มแรกของค่าน้ำหนักหรือเส้นเชื่อม, อัตราการเรียนรู้, ค่าความผิดพลาดและค่าไบแอสที่ใช้ในโครงข่ายตามโหนด ต่าง ๆ ของชั้นข้อมูลและชั้นแอบแฝงด้วยวิธีการสุ่ม ซึ่งจะอยู่ในช่วง 0 – 1

2) คำนวณโครงข่ายซึ่งแต่ละโหนดที่จะส่งไปยังชั้นแอบแฝงจะประกอบไปด้วย โหนด 5 โหนด ที่มีอินพุตเข้ามาได้แก่ เพศ อายุ ค่าความดันเลือด การสูบบุหรี่ การเป็นโรคเบาหวาน การรวมค่าน้ำหนักของข้อมูลนี้เข้ากับข้อมูลนำเข้า โดยขั้นตอนเป็นดังนี้

$$X_j = \sum_{i=1}^L (W_{ij} \cdot O_i + \theta_j) \quad (1)$$

เมื่อ X_j คือ ผลรวมของน้ำหนักของ 5 โหนด
 W_{ij} คือ ค่าน้ำหนักระหว่าง โหนด i กับ
 โหนด j

O_i คือ ข้อมูลที่ออกจาก โหนด i

θ_j คือ ไบแอสสำหรับ โหนด j

L คือ จำนวน โหนด ในชั้น i

หลังจากได้ผลการคำนวณจาก (2) แล้วค่าจะถูกแปลงรูปไปเป็นเอาพุตด้วยเทคนิค Sigmoid Function แสดงดังต่อไปนี้

$$O_j = \frac{1}{1+e^{-x}} \quad (2)$$

เมื่อ O_j คือ transformed output ของ โหนด j

3) หลังจากผ่านการคำนวณใน (2) แล้วก็ส่งค่าไปยังชั้นข้อมูลออก (output layer) แล้วทำการคำนวณในชั้นข้อมูลออกโดยสมการ (1), (2)ตามลำดับ แล้วทำการคำนวณหาค่าความผิดพลาดโดย

$$E_v = \sqrt{\sum_{k=1}^N (W_k - O_k)^2} \quad (3)$$

เมื่อ E_v คือ ค่าความผิดพลาดของข้อมูลชุดที่ v

W_k คือ ผลลัพธ์จริงของข้อมูล

N คือ จำนวนโหนดในชั้นข้อมูลออก

โดยที่ค่าความผิดพลาดที่คำนวณ (E_p) น้อยกว่าค่าความผิดพลาดที่กำหนดไว้ (E_p) ก็ถือว่ายอมรับได้ แต่ถ้าหากค่าความผิดพลาดที่คำนวณมากกว่าค่าความผิดพลาดที่กำหนดไว้ จะต้องทำการปรับน้ำหนักและไบแอสใหม่

4) ทำการปรับค่าน้ำหนักและไบแอสใหม่ระหว่างชั้นข้อมูลออกและชั้นซ่อนจากสมการ

$$\delta_k = O_k(1 - O_k)(T_k - O_k) \quad (4)$$

$$\Delta w_{jk} = \mu \delta_k y_j \quad (5)$$

$$\Delta \theta = \mu \delta_k \quad (6)$$

เมื่อ μ คือ อัตราการเรียนรู้

$\Delta \theta$ คือ ไบแอสที่ชั้นเอาพุตและชั้นซ่อนใหม่

Δw_{jk} คือ ค่าน้ำหนักที่ชั้นเอาพุตและชั้นซ่อนใหม่

5) ทำการปรับค่าน้ำหนักและค่าไบแอสที่โหนดชั้นซ่อนและชั้นอินพุต

$$\delta_j = (1 - O_j) O_j \sum_{k=1}^N (\delta_k - O_{jk}) \quad (7)$$

$$\Delta w_{jk} = \mu \delta_k y_j \quad (8)$$

$$\Delta \theta = \mu \delta_k \quad (9)$$

เมื่อ μ คือ อัตราการเรียนรู้

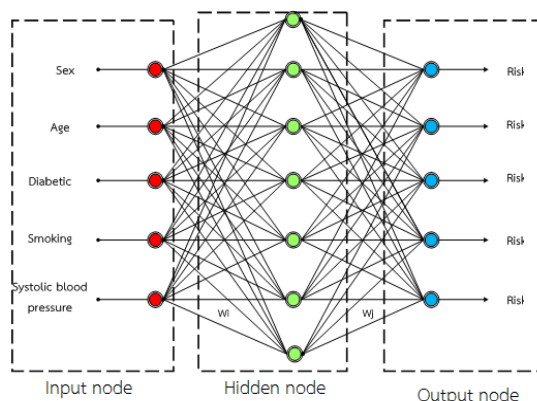
$\Delta \theta$ คือ ไบแอสที่ชั้นอินพุตและชั้นซ่อนใหม่

Δw_{jk} คือ ค่าน้ำหนักที่ชั้นอินพุตและชั้นซ่อนใหม่

6) ปรับค่าน้ำหนักใหม่เพื่อใช้ในการคำนวณในรอบถัดไป (n+1) ดังนั้นค่าน้ำหนักใหม่จะได้

$$W_{ij(n+1)} = W_{ij(n)} + \Delta W_{ij(n+1)} \quad (10)$$

7) ทำซ้ำจากข้อ 1 ถึง 6 จนกว่าจะได้ระดับความผิดพลาดที่ต่ำกว่าที่กำหนดแล้วเป็นการจัดกระบวนการเรียนรู้แบบจำลองหากทำการคำนวณซ้ำตามขั้นตอนดังกล่าวนี้แล้ว ค่าระดับความคลาดเคลื่อนยังมากอยู่จะต้องทำการปรับโครงสร้างของโครงข่ายใหม่



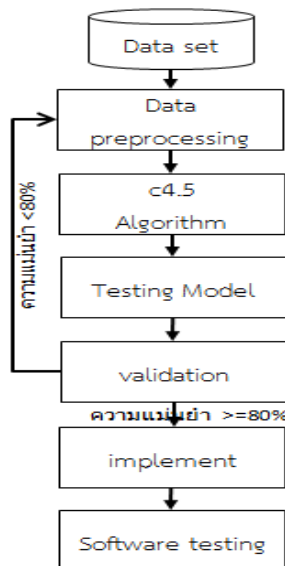
ภาพที่ 2 แบบจำลองโมเดลอัลกอริทึมการเรียนรู้แบบแพร่ย้อนกลับ

จากภาพที่ 2 เป็นแบบจำลองโมเดลอัลกอริทึมการเรียนรู้แบบแพร่ย้อนกลับ สามารถอธิบายในแต่ละชั้นได้ดังนี้

ชั้น Input node คือ ชั้นนำเข้าข้อมูล ประกอบด้วย 5 โหนด ได้แก่ เพศ อายุ โรคเบาหวาน การสูบบุหรี่ และค่าความดันเลือด

ชั้น Hidden node คือ ชั้นซ่อน ใช้ในการประมวลผลจำแนกข้อมูล

ชั้น Output node คือ ชั้นผลลัพธ์ ประกอบด้วย 5 โหนด ตามระดับความเสี่ยงต่อการเป็นโรคหัวใจและหลอดเลือด



ภาพที่ 3 ขั้นตอนการพัฒนาโปรแกรมด้วยต้นไม้เพื่อการตัดสินใจ

3.2 การสร้างโมเดลต้นไม้เพื่อการตัดสินใจ หลักการพื้นฐานของการสร้างแผนภาพต้นไม้เพื่อการตัดสินใจเป็นการสร้างจาก บนลงล่าง คือ เริ่มจากการสร้างรากของต้นไม้ก่อน แล้วจึงแตกกิ่งไปจนถึงใบ โดยแสดงขั้นตอนการสร้างแผนภาพต้นไม้เพื่อการตัดสินใจดังนี้

1) ต้นไม้เริ่มต้นโดยโหนดเดียวแสดงถึงชุดข้อมูลฝึกหัด (training data set)

2) ถ้าข้อมูลทั้งหมดอยู่ในกลุ่มเดียวกันให้โหนดนั้นเป็นใบและตั้งชื่อแยกตามกลุ่มของข้อมูลนั้น

3) ถ้าโหนดมีข้อมูลหลายกลุ่มปะปนอยู่จะต้องวัดค่าผลกำไร (gain) ของแต่ละคุณลักษณะ (attribute) เพื่อที่จะใช้เป็นเกณฑ์ (criterion) ในการคัดเลือกคุณลักษณะที่มีความสามารถในการแบ่งข้อมูลออกเป็นกลุ่มต่าง ๆ ได้ดีที่สุด โดยคุณลักษณะที่มีผลกำไรมากที่สุดจะถูกเลือกให้

เป็นตัวทดสอบหรือคุณลักษณะที่ใช้ในกาตัดสินใจ โดยแสดงในรูปของโหนดบนต้นไม้

4) กิ่งของต้นไม้ถูกสร้างขึ้นจากค่าต่าง ๆ ที่เป็นไปได้ของโหนดทดสอบและข้อมูลจะถูกแบ่งออกตามกิ่งต่าง ๆ ที่สร้างขึ้น

5) ทำการวนซ้ำเพื่อหาคุณลักษณะที่มีผลกำไรมากที่สุด สำหรับข้อมูลที่ถูกแบ่งแยกออกมาในแต่ละกิ่งเพื่อนำคุณลักษณะนี้มาสร้างเป็นโหนดตัดสินใจต่อไป โดยที่คุณลักษณะที่ถูกเลือกมาเป็นโหนดแล้วจะไม่ถูกเลือกมาอีกสำหรับโหนดในระดับต่อ ๆ ไป

6) ทำการวนซ้ำเพื่อแบ่งข้อมูล และแตกกิ่งของต้นไม้ไปเรื่อย ๆ โดยการวนซ้ำจะสิ้นสุดก็ต่อเมื่อเงื่อนไขข้อใดข้อหนึ่งเป็นจริง

3.3 การสร้างโมเดลและการวัดประสิทธิภาพของโมเดล

3.3.1 เทคนิคโครงข่ายประสาทเทียมแบบแพร่ย้อนกลับ Backpropagation

1) การสร้างโมเดลด้วยวิธี 3-Fold Cross-Validation ได้ค่า Correctly Classified Instances โมเดลสามารถทำนายข้อมูลถูกต้อง 477 ระเบียบหรือคิดเป็น 96.7546 % ของทั้งหมด และได้ค่า Incorrectly Classified Instances s โมเดลทำนายข้อมูลไม่ถูกต้อง 16 ระเบียบหรือคิดเป็น 3.2454 % ของทั้งหมด และในส่วนของ Root Mean Squared Error (RMSE) ค่าความคลาดเคลื่อนระหว่างค่าจริง และค่าที่ทำนายได้มีค่าเท่ากับ 0.1063 เพื่อให้ได้ค่า Correctly Classified Instances หรือค่าที่โปรแกรมทำนายได้ถูกต้องมากที่สุดจึงได้ทำการปรับเปลี่ยนโหนดในชั้นซ่อนโดยเพิ่มจากที่โปรแกรมกำหนดไว้ทีละโหนด

2) การสร้างโมเดลด้วยวิธี Percentage split 70% ได้ค่า Correctly Classified Instances โมเดลสามารถทำนายข้อมูลถูกต้อง 144 ระเบียบหรือคิดเป็น 97.2973% ของทั้งหมด และค่า Incorrectly Classified Instances จากโมเดลทำนายข้อมูลไม่ถูกต้อง 4 ระเบียบหรือคิดเป็น 2.7027 % ของทั้งหมด และในส่วนของค่า Root Mean Squared Error (RMSE) ค่าความคลาดเคลื่อนระหว่างค่าจริงและค่าที่ทำนายได้ มีค่าเท่ากับ 0.0884

3.3.2 เทคนิคต้นไม้ตัดสินใจ (Decision Tree) C4.5 (J48)

1) การสร้างโมเดลด้วยวิธี 3-Fold Cross-Validation ได้ค่า Correctly Classified Instances โมเดลสามารถทำนายข้อมูลถูกต้อง 470 ระเบียบหรือคิดเป็น 95.3347 % ของทั้งหมด และได้ค่า Incorrectly Classified Instances s โมเดลทำนายข้อมูลไม่ถูกต้อง 23 ระเบียบหรือ

คิดเป็น 4.6653 % ของทั้งหมด และในส่วนของ Root Mean Squared Error (RMSE) ค่าความคลาดเคลื่อนระหว่างค่าจริงและค่าที่ทำนายได้ มีค่าเท่ากับ 0.1308

2) การสร้างโมเดลด้วยวิธี Percentage split 70% ได้ค่า Correctly Classified Instances โมเดลสามารถทำนายข้อมูลถูกต้อง 139 ระเบียบหรือคิดเป็น 93.9189 % ของทั้งหมดและค่า Incorrectly Classified Instances จากโมเดลทำนายข้อมูลไม่ถูกต้อง 9 ระเบียบหรือคิดเป็น 6.0811% ของทั้งหมด และในส่วนของค่า Root Mean Squared Error (RMSE) ค่าความคลาดเคลื่อนระหว่างค่าจริงและค่าที่ทำนายได้ มีค่าเท่ากับ 0.145

3.4 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของโมเดล

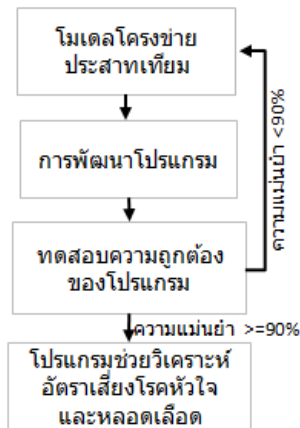
3.4.1 เปรียบเทียบโมเดลที่สร้างขึ้นจากทั้ง 2 อัลกอริทึม คือ C4.5 (J48) และ Backpropagation ด้วยวิธี 3-Fold Cross-Validation

จากผลการเปรียบเทียบด้วยวิธี 3-Fold Cross-Validation จะเห็นผลลัพธ์ว่า อัลกอริทึม Backpropagation ให้มีความถูกต้องสูงถึง 96.7546% และอัลกอริทึม C4.5 (J48) มีค่าทำนายถูกต้องอยู่ที่ 95.3347%

ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า อัลกอริทึม Backpropagation เหมาะกับข้อมูลชุดนี้ และจะใช้อัลกอริทึม Backpropagation ในการพัฒนาระบบต่อไป

4. ขั้นตอนการพัฒนาโปรแกรม

4.1 เมื่อได้โมเดลโครงข่ายประสาทเทียมเรียบร้อยแล้ว ก็จะโมเดลไปพัฒนาโปรแกรมเป็นเว็บแอปพลิเคชัน



ภาพที่ 4 การพัฒนาโปรแกรมช่วยวิเคราะห์อัตราเสี่ยงโรคหัวใจและหลอดเลือดด้วยอัลกอริทึม Backpropagation

โดยข้อมูลในโมเดลก็จะประกอบไปด้วย ค่าน้ำหนักของแต่ละโหนด ค่า threshold และ โหนดผลลัพธ์ เมื่อพัฒนาโปรแกรมเสร็จแล้วก็นำโปรแกรมไปทดสอบความถูกต้องผลทดสอบพบว่าโปรแกรมช่วยวิเคราะห์อัตราเสี่ยงโรคหัวใจและหลอดเลือดด้วยอัลกอริทึม Backpropagation ได้มีค่าที่โปรแกรมทำนายได้ถูกต้องอยู่ที่ร้อยละ 99.5 จากข้อมูลทั้งหมด 200 ระเบียบคิดเป็น 199 ระเบียบ และทำนายไม่ถูกต้องอยู่ที่ร้อยละ 0.5 จากข้อมูลทั้งหมด 200 ระเบียบคิดเป็น 1 ระเบียบ

4.2 เมื่อได้โมเดลต้นไม้มี่เพื่อการตัดสินใจเรียบร้อยแล้ว ก็จะโมเดลไปพัฒนาโปรแกรมเป็นวินโดว์แอปพลิเคชัน

ผลการวิจัย

ในการสร้างโมเดลจะใช้ 2 เทคนิค โดยจะมีเทคนิคโครงข่ายประสาทเทียมโดยเลือกใช้ อัลกอริทึม Backpropagation และใช้เทคนิคต้นไม้ตัดสินใจ โดยเลือกใช้อัลกอริทึม C4.5 (J48) โดยมีข้อมูลที่ใช้ในการสร้างโมเดล 493 ระเบียบจากการทดสอบข้อมูลด้วยทั้ง 2 อัลกอริทึม

พบอัลกอริทึม Backpropagation สามารถจำแนกข้อมูลได้ดีกว่าอัลกอริทึมต้นไม้ตัดสินใจ

สรุปและอภิปรายผล

ในการจัดทำวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบอัลกอริทึม C4.5 (J48) และ Backpropagation และหากอัลกอริทึมใดมีประสิทธิภาพมาที่ที่เหมาะสมสำหรับ การพัฒนาโปรแกรมช่วยวิเคราะห์อัตราเสี่ยงต่อการเป็นโรคหัวใจและหลอดเลือด เนื่องจากเป็นอัลกอริทึมที่นิยมนำมาใช้ในการจำแนกข้อมูล โดยการนำอัลกอริทึมดังกล่าวมาสร้างโมเดลและวัดประสิทธิภาพกับกลุ่มข้อมูลจำนวน 493 ชุด เพื่อสร้างโมเดลในโปรแกรม Weka 3.6.2 โมเดลที่ให้ผลค่าความถูกต้องมากที่สุดไปใช้ในการพัฒนาโปรแกรม

1. อัลกอริทึม Backpropagation โมเดลที่ได้มีปรับโหนดในชั้นซ่อนมีจำนวน 5 โหนด ใช้วิธี 3-Fold Cross-Validation มีค่าความถูกต้องจากข้อมูล 493 ระเบียบโมเดลสามารถทำนายข้อมูลถูกต้อง 477 ระเบียบ หรือคิดเป็น 96.7546% ของทั้งหมด มีค่าความไม่ถูกต้อง โมเดลทำนายข้อมูลไม่ถูกต้อง 16 ระเบียบ หรือคิด 2.027% ของทั้งหมด และมีค่าความคลาดเคลื่อนระหว่าง

ค่าจริงและค่าที่พยากรณ์ได้ (Root Mean Squared Error : RMSE) เท่ากับ 0.1063 หลังจากนำโปรแกรมที่พัฒนาด้วยอัลกอริธึม Backpropagation ใช้วิธี 3-Fold Cross-Validation มาทดสอบความถูกต้อง ค่าความถูกต้องที่ได้อยู่ที่ร้อยละ 99.5 จากข้อมูล 200 ระเบียบทำนายถูกต้อง 199 ระเบียบ และทำนายไม่ถูกต้องอยู่ที่ร้อยละ 0.5 จากข้อมูล 200 ระเบียบทำนายไม่ถูกต้อง 1 ระเบียบ

2. อัลกอริธึม C4.5 (J48) โมเดลที่ได้มีโน้ตดราก คือ ค่าความดันเลือด ใช้วิธีวิธี 3-Fold Cross-Validation มีค่าความถูกต้อง จากข้อมูล 493 ระเบียบโมเดลสามารถทำนายข้อมูล ถูกต้อง 470 ระเบียบหรือคิดเป็น 95.2703% ของทั้งหมด มีค่าความไม่ถูกต้องโมเดลทำนายข้อมูลไม่ถูกต้อง 23 ระเบียบ หรือคิด 4.6653% ของทั้งหมด และมีค่าความคลาดเคลื่อนระหว่างค่าจริงและค่าที่พยากรณ์ได้ เท่ากับ 0.1308 หลังจากนำโปรแกรมด้วยอัลกอริธึม C4.5 (J48) ใช้วิธี 3-Fold Cross-Validation มาทดสอบความถูกต้องที่พัฒนามาทดสอบความถูกต้อง ค่าความถูกต้องที่ได้อยู่ที่ร้อยละ 98 จากข้อมูล 200 ระเบียบทำนายถูกต้อง 196 ระเบียบ และทำนายไม่ถูกต้องอยู่ที่ร้อยละ 2 จากข้อมูล 200 ระเบียบทำนายไม่ถูกต้อง 4 ระเบียบ

ข้อเสนอแนะ

เพื่อให้โปรแกรมช่วยวิเคราะห์อัตราเสี่ยงต่อการเป็นโรคหัวใจและหลอดเลือด โดยใช้โครงข่ายประสาทเทียมแบบแพร่ย้อนกลับมีประสิทธิภาพมากขึ้น ทางผู้วิจัยเห็นว่าระบบควรได้รับการพัฒนา ในเรื่องของการเก็บรวบรวมข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์ให้มีจำนวนมาก เพื่อให้ได้ผลของการวิเคราะห์ข้อมูลมีความสมบูรณ์มากขึ้น

References

- Jurarat Tangkittiwat, Nalinpat Porrawatpreyakorn. (2557). **A Model for Swine Disease Analysis using Neural Network**. The Tenth National Conference on Computing and Information Technology (NCCIT2014). pp. 26-31, Bangkok.
- Phanthipha Petchboonmee, Duangkamol Phonak and Monchai Tiantong. (2556). The Forecasting of David Kolb's Experiential Learning Style Using the Classification Rules with Decision Tree Technique. **Thammasat Journal of Science and Technology**, 21(6), 547-557.
- Bureau of Non Communicable Diseases. (n.d). **Guidelines for Assessment of Cardiovascular Risk**. Bangkok: The war veterans organization of thailand.
- Kannika Nutchomphu, Maleerat Sodanil. (2557). **Land Price Forecasting using Data Mining Techniques**. The Tenth National Conference on Computing and Information Technology (NCCIT2014), pp. 671-676, Bangkok.

การพัฒนาแอปพลิเคชันค้นหาหมายเลขโทรศัพท์สถานที่ราชการ ในจังหวัดพิษณุโลก สุทธิกานต์ พรหมมานพ¹

¹สาขาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม

บทคัดย่อ

งานวิจัยครั้งนี้ จัดทำขึ้นเพื่อพัฒนาแอปพลิเคชันสำหรับค้นหาหมายเลขโทรศัพท์สถานที่ราชการ ในจังหวัดพิษณุโลกคือ แอปพลิเคชันที่ออกแบบมาเพื่อแก้ไขปัญหาในด้านการค้นหาหมายเลขโทรศัพท์ สถานที่ราชการ ซึ่งจากเดิมการค้นหาหมายเลขโทรศัพท์สถานที่ราชการ จะค้นหาได้จากทางเว็บไซต์ จะมี ปัญหาในด้านความสะดวกในการค้นหาหมายเลขโทรศัพท์ ที่อยู่ และเส้นทางการค้นหาข้อมูลของ หน่วยงาน เพราะเว็บไซต์ส่วนมากจะต้องเปิดจากโน้ตบุ๊กหรือคอมพิวเตอร์ตั้งโต๊ะ (PC) ซึ่งการพกพา โทรศัพท์มือถือสมาร์ทโฟนหรือแท็บเล็ตจะทำให้สะดวกมากกว่า ผู้พัฒนาจึงได้มีความคิดที่จะพัฒนา แอปพลิเคชันสำหรับค้นหาหมายเลขโทรศัพท์สถานที่ราชการในจังหวัดพิษณุโลกขึ้น เพื่อตอบสนอง ความสะดวกในการค้นหาหมายเลขโทรศัพท์ เส้นทาง และข้อมูลของสถานที่ราชการแก่ผู้ใช้ ในแอปพลิเคชัน จะสามารถดูข้อมูลของสถานที่ราชการในจังหวัดพิษณุโลก รวมถึงรูปภาพสถานที่ราชการอย่างชัดเจน ทำให้สะดวกในการค้นหาเป็นอย่างมาก จากผลการประเมินความพึงพอใจต่อการทดลองใช้แอปพลิเคชัน โดยแบ่งกลุ่มการทดสอบออกมาเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มผู้เชี่ยวชาญ และกลุ่มผู้ใช้งานจำนวน 100 คน โดย ใช้มาตรวัด แบบประเมิน 4 ระดับ พบว่า ผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน ผลที่ได้คือ มีความพึงพอใจใน ด้านหน้าจอของแอปพลิเคชันอยู่ในระดับดี ด้านการทำงานของแอปพลิเคชันอยู่ในระดับดี และในด้าน ความพึงพอใจภาพรวมการใช้แอปพลิเคชันอยู่ในระดับดี และผลการประเมินจากกลุ่มตัวอย่างจำนวน 100 คน ผลที่ได้ คือ มีความพึงพอใจในด้านของหน้าจอแอปพลิเคชันอยู่ในระดับดีมาก ด้านการทำงานของ แอปพลิเคชันอยู่ในระดับดีมาก และในด้านความพึงพอใจภาพรวมการใช้งานแอปพลิเคชันอยู่ใน ระดับดี

คำสำคัญ : แอปพลิเคชัน, ระบบแอนดรอยด์, สถานที่ราชการ

The development of applications for the phone number the government in Phitsanulok

Suttikan Phrommanop¹

¹Information Technology Science and Technology PibulsongkramRajabhat University

Abstract

This research Prepared for the development of applications for Phone Number Lookup Government in Phitsanulok is an application designed to solve the problems of government phone number lookup. The same number of people on government. Will search from website There are particular problems not easy to find phone numbers, addresses and routing information of the agency. Because most sites will be open from notebook or desktop computer (PC), which carry a cell phone, smart phone or tablet to make more convenient. The developer has an idea to develop an application for the phone number search service in the Province. To meet facilitate the search for a phone number and directions of government users. In an application, you can get more information about the service in Phitsanulok. The government clearly picture. Making it easy to find very much. Assessment of satisfaction with the trial application functionality. The group is testing out two groups of experts. And user groups of 100 meters using a four-level assessment experts found that the third result is that you have satisfied the front screen of the app's functions at a good level. The functional aspects of application functionality at a good level. And the overall satisfaction of the application function at a good level. And results from a sample of 100 people, the result is satisfying in terms of the application functionality in a very good level. The functionality of the app functionality in a very good level. And the satisfaction overall user application functionality at a good level.

Keywords : Application, Android, Government

บทนำ

ในปัจจุบันโทรศัพท์มือถือมีความจำเป็นมากขึ้น เป็นอุปกรณ์สื่อสารที่ใช้ในการติดต่อสื่อสารพูดคุยแบบไร้สายที่มีประโยชน์ทั้งทางธุรกิจ ด้านการศึกษา และการติดต่อกับหน่วยงานราชการต่าง ๆ หรือแม้กระทั่งการติดต่อสื่อสารระหว่างสมาชิกในครอบครัวและกลุ่มเพื่อน โทรศัพท์มือถือจึงมีการใช้งานอย่างแพร่หลายจนกลายเป็นปัจจัยหนึ่งในชีวิตของคนยุคนี้

โทรศัพท์มือถือมิใช่เพียงแค่อุปกรณ์สื่อสารแบบไร้สาย เพื่อใช้ในการสนทนาเท่านั้น หากแต่ได้รับการพัฒนาฟังก์ชันการทำงานให้เป็นผู้ช่วยที่มีประสิทธิภาพสูงขึ้น มีความสามารถติดต่อกับเครือข่ายอินเทอร์เน็ตใช้ในการค้นหาข้อมูลข่าวสารต่าง ๆ และแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างโทรศัพท์มือถือกับเครือข่ายอินเทอร์เน็ต นอกจากนี้โทรศัพท์มือถือยังมีพื้นที่สำหรับจัดเก็บข้อมูลต่าง ๆ ได้มากยิ่งขึ้น หากนำโทรศัพท์มือถือและเทคโนโลยีมาพัฒนาเพื่อใช้ช่วยในการค้นหาหมายเลขโทรศัพท์สถานที่ราชการผ่านทางเครือข่ายอินเทอร์เน็ตจะก่อให้เกิดประโยชน์อย่างสูงสุดต่อผู้ใช้ ซึ่งนอกจากจะสามารถค้นหาข้อมูลได้สะดวก รวดเร็วแล้วยังสามารถติดต่อสอบถามในเรื่องต่าง ๆ ได้ตลอดเวลา

ด้วยเหตุนี้ทางผู้พัฒนาจึงมีแนวคิดที่จะจัดทำแอปพลิเคชันสำหรับการค้นหาหมายเลขโทรศัพท์สถานที่ราชการในจังหวัดพิษณุโลก ขึ้นบนมือถือสมาร์ทโฟน เพื่อเปิดกว้างสำหรับคนทุกคน มีผู้ใช้ที่มีจำนวนมาก และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อสร้างแอปพลิเคชันค้นหาหมายเลขโทรศัพท์สถานที่ราชการในจังหวัดพิษณุโลก
2. เพื่ออำนวยความสะดวกในการค้นหาหมายเลขโทรศัพท์สถานที่ราชการในจังหวัดพิษณุโลกที่ต้องการได้
3. เพื่อรวบรวมหมายเลขโทรศัพท์สถานที่ราชการในจังหวัดพิษณุโลกไว้ในที่เดียวกัน และง่ายต่อการใช้งาน
4. เพื่อประเมินผลการใช้งานของแอปพลิเคชัน ค้นหาหมายเลขโทรศัพท์สถานที่ราชการในจังหวัดพิษณุโลก

ระเบียบวิธีวิจัย

1. การรวบรวมข้อมูลการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ศึกษาและเก็บรวบรวมข้อมูลของสถานที่ราชการในจังหวัดพิษณุโลกจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ ผ่านเว็บไซต์ เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลต่าง ๆ ที่จำเป็นในการนำมาพัฒนาแอปพลิเคชัน เช่น ที่อยู่ของสถานที่ราชการ หมายเลขโทรศัพท์ รายละเอียดต่าง ๆ ทั้งภาพถ่าย และระบบนำทาง เป็นต้น เพื่อพิจารณากลับกรองให้ได้มาซึ่งข้อมูลที่เป็นประโยชน์สำหรับผู้ใช้งาน รวมถึงได้ศึกษาเครื่องมือการใช้งานต่าง ๆ และนำมาใช้ในการพัฒนาแอปพลิเคชันบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ในครั้งนี้โดยรวบรวมข้อมูลของสถานที่ราชการในจังหวัดพิษณุโลก จำนวน 20 สถานที่

- 1) ที่ว่าการอำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก
- 2) เทศบาลนครพิษณุโลก
- 3) สภ.เมืองพิษณุโลก
- 4) การประปาส่วนภูมิภาค
- 5) การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค
- 6) ศาลากลางจังหวัดพิษณุโลก
- 7) สำนักงานประกันสังคมจังหวัดพิษณุโลก
- 8) สำนักงานจัดหางานจังหวัดพิษณุโลก
- 9) ศูนย์พิสูจน์หลักฐาน 6

10) ศูนย์ป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย

เขต 9

11) สำนักงานสรรพากรภาค 7

12) สำนักงาน กศน. จังหวัดพิษณุโลก

13) สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาพิษณุโลก เขต 3

14) องค์การบริหารส่วนจังหวัดพิษณุโลก

15) ศูนย์พัฒนาสังคมหน่วยที่ 36 จังหวัดพิษณุโลก

16) ศูนย์วิทยาศาสตร์การแพทย์ที่ 9 (พิษณุโลก)

17) สำนักงานอัยการคดีเยาวชนและครอบครัวจังหวัดพิษณุโลก

18) สำนักงานโยธาธิการและผังเมืองจังหวัดพิษณุโลก

19) สำนักงานสรรพากรพื้นที่พิษณุโลก

20) สำนักงานธนารักษ์พื้นที่พิษณุโลก

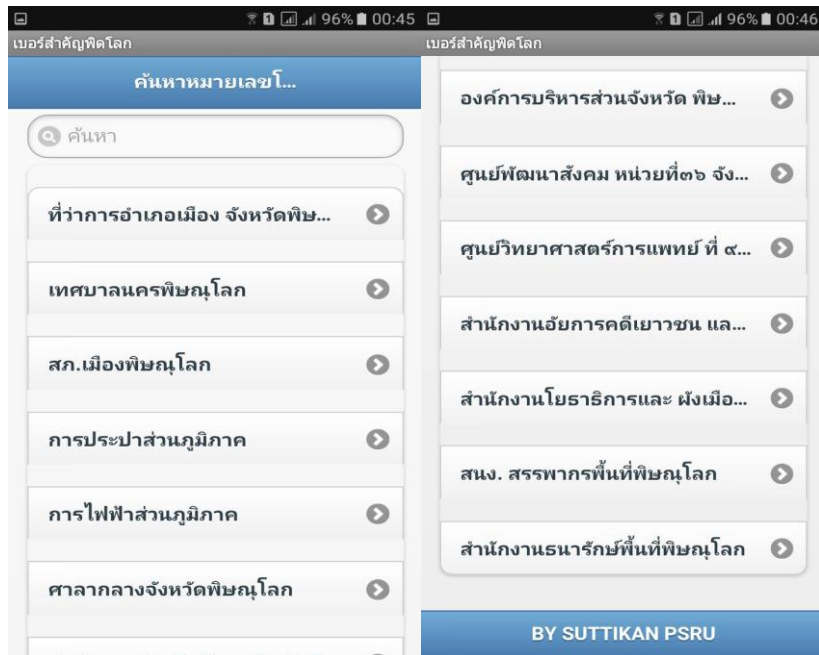
2. วิเคราะห์ปัญหาและกำหนดวัตถุประสงค์ในการสร้างแอปพลิเคชัน ศึกษาเอกสารงานวิจัย และทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง วิเคราะห์หลักสูตรกำหนดผลการเรียนรู้ที่คาดหวังและองค์ประกอบในการสร้างแอปพลิเคชัน เพื่อการเรียนรู้ และทำการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้มาเพื่อให้ใช้เครื่องมือในการสร้างและพัฒนาที่เหมาะสม

ผลการวิจัย

จากที่พัฒนาแอปพลิเคชัน และทำการทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของระบบ โดยสามารถที่จะพัฒนาแอปพลิเคชันสำหรับค้นหาหมายเลขโทรศัพท์สถานที่ราชการในจังหวัดพิษณุโลกสำหรับแอนดรอยด์ มีส่วนประกอบเป็นภาพสำหรับตัวอย่างหน้าจอภาพแต่ละส่วนมีดังต่อไปนี้



ภาพที่ 1 แอปพลิเคชันค้นหาหมายเลขโทรศัพท์



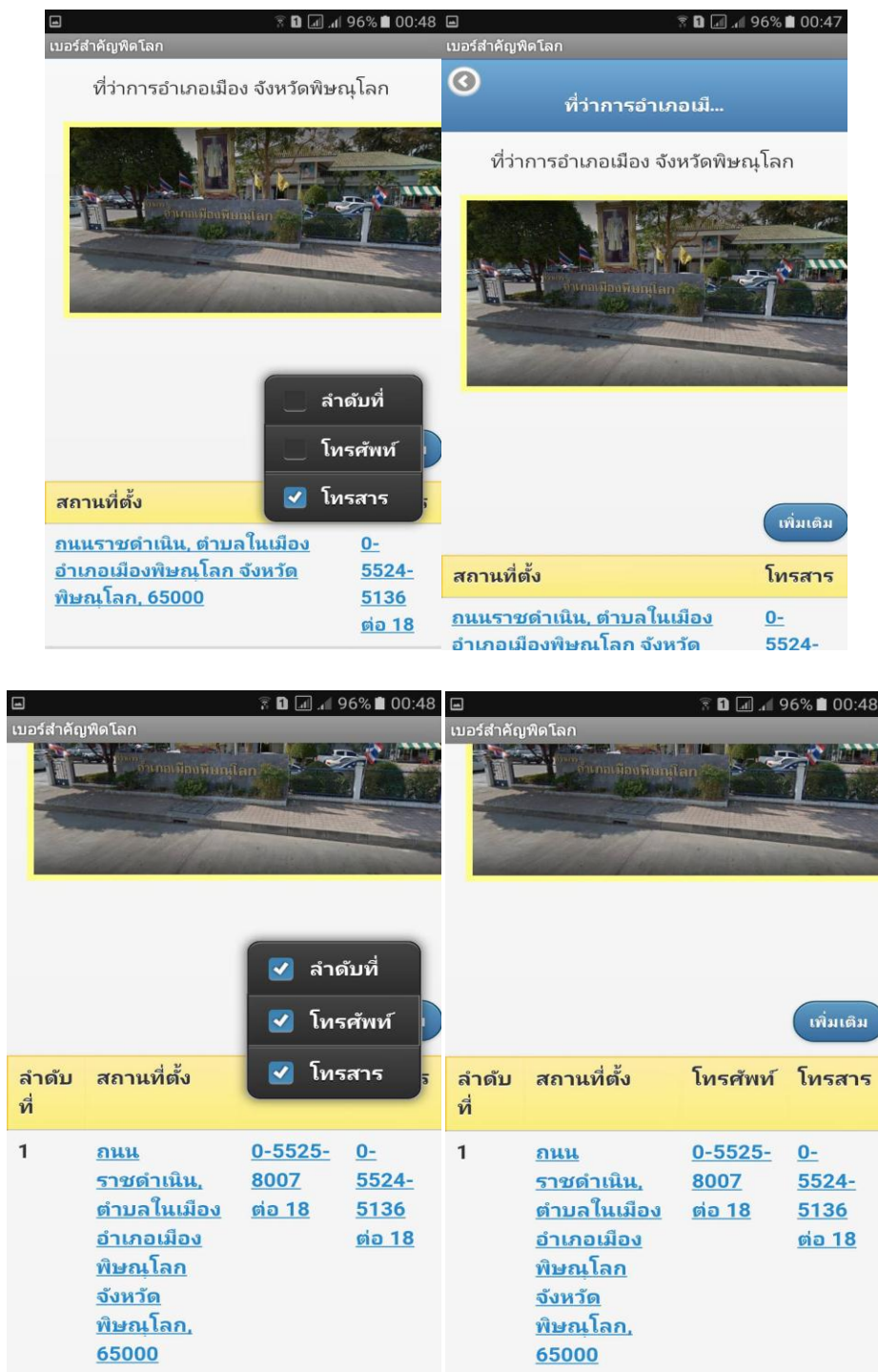
ภาพที่ 2 หน้าแรกโปรแกรม



ภาพที่ 3 แสดงการค้นหาสถานที่ราชการ



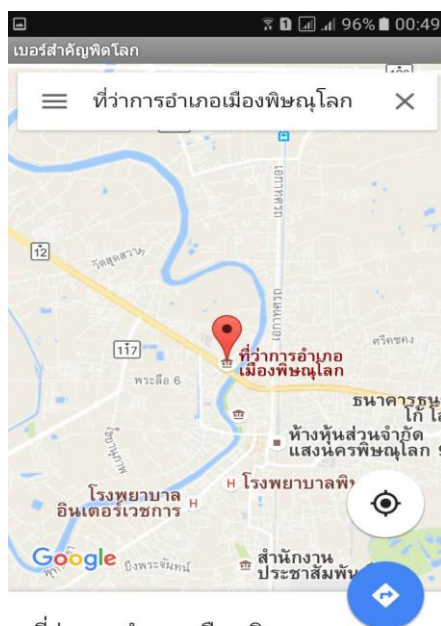
ภาพที่ 4 แสดงข้อมูลสถานที่ราชการ



ภาพที่ 5 แสดงการคลิกเพิ่มเติม



ภาพที่ 6 แสดงแผนที่เส้นทาง



ที่ว่าการอำเภอเมืองพิษณุ...

1 ความเห็น

ภาพที่ 7 แสดงแผนที่เส้นทางขนาดใหญ่

สรุปและอภิปรายผล

จากผู้ใช้แอปพลิเคชันค้นหาหมายเลขโทรศัพท์สถานที่ราชการในจังหวัดพิษณุโลก มีความพึงพอใจต่อการใช้ออปพลิเคชัน สำหรับค้นหาหมายเลขโทรศัพท์สถานที่ราชการในจังหวัดพิษณุโลก และผู้ใช้งานแอปพลิเคชันบนแอนดรอยด์รับรู้ข้อมูลหมายเลขโทรศัพท์สถานที่ราชการ รวมถึงเส้นทางการเดินทางมากยิ่งขึ้น จากผลการประเมินการใช้งานโปรแกรมจากกลุ่มคนตัวอย่างของผู้ที่มีอายุตั้งแต่ 18-30 ปี จำนวน 100 คน พบว่า ระดับความพึงพอใจของการใช้งานของโปรแกรมอยู่ในระดับดีมาก ซึ่งแสดงให้เห็นว่าแอปพลิเคชันที่พัฒนาขึ้นมาใช้งานได้สะดวก สามารถแสดงข้อมูลหมายเลขโทรศัพท์สถานที่ราชการในจังหวัดพิษณุโลก ตามผลของการสืบค้นได้อย่างถูกต้อง ดังนั้น แอปพลิเคชันนี้สามารถใช้เป็นช่องทางในการค้นหาได้อย่างสะดวกและรวดเร็ว ซึ่งเป็นอีกทางเลือกหนึ่งสำหรับผู้ใช้งาน

ข้อเสนอแนะ

1. การพัฒนาแอปพลิเคชันสำหรับค้นหาหมายเลขโทรศัพท์สถานที่ราชการในจังหวัดพิษณุโลก เป็นระบบแอนดรอยด์สามารถใช้กับโทรศัพท์มือถือหรือแท็บเล็ตได้
2. สำหรับผู้ที่สนใจระบบแอนดรอยด์สามารถศึกษาหาข้อมูลได้ด้วยตนเองผ่านอินเทอร์เน็ต ศึกษาหาข้อมูลผ่านเว็บไซต์กูเกิ้ล (Google) และอาจศึกษาผ่านทางวิดีโอในเว็บไซต์ยูทูบ (www.youtube.com) หากต้องการศึกษาอย่างจริงจังสามารถเรียนได้
3. ควรมีการศึกษาข้อมูลที่น่าสนใจในการพัฒนาแอปพลิเคชันอย่างชัดเจน

References

- Analysis and Design. (n.d.). Retrieved on May 16, 2559, from the website: <http://irrigation.rid.go.th/rid15/ppn/Knowledge/System%20Analysis%20and%20Design/System%20Analysis%20and%20Design1.htm>.
- Database System. (n.d.). searched on June 16, 2559, from http://it.benchama.ac.th/ebook/files/lesson2_39.htm.
- Red Lotus next fair. (2558). PHP. Retrieved on June 16, 2559, from <http://www.dstd.mi.th/board/index.php?topic=.875.0>.
- jQuery Mobile. (n.d.). searched on June 16, 2559, from <http://weratad.blogspot.com/2012/09/jquery-mobile.html>.

การศึกษาแนวทางการปรับปรุงพื้นที่ภายนอกอาคารและระบบสัญจร เพื่อลด ความเดือนร้อนจากกลุ่มผู้ชุมนุมทางการเมือง ในกรุงเทพมหานคร วินัย ห่มนาคธรรม¹, กัญพัชร ธนกุลวุฒิโรจน์¹, มรกต วรชัยรุ่งเรือง²

¹สาขาวิชาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ในงานสถาปัตยกรรม คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา

²สาขาวิชาภูมิศาสตร์และภูมิสารสนเทศ คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา

บทคัดย่อ

โครงการวิจัยนี้ได้กำหนดวัตถุประสงค์เพื่อต้องการต้นแบบของการปรับปรุงสภาพแวดล้อมภายนอกอาคารและแนวทางการลำเลียงประชาชนออกจากพื้นที่ที่ถูกปิดล้อมจากกลุ่มผู้ชุมนุมทางการเมือง จากชุดโครงการย่อยที่ 1 เรื่องการปรับปรุงพื้นที่ภายนอกอาคารเพื่อป้องกันการบุกรุกของกลุ่มผู้ชุมนุมทางการเมืองในกรุงเทพมหานคร : กรณีศึกษาโรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ ได้ข้อสรุปถึงแนวทางการปรับปรุงกายภาพของพื้นที่ดังนี้ 1) การแก้ปัญหาแนวรั้วและการเข้าถึง ควรเพิ่มแนวไม้พุ่มที่มีหนามเพื่อให้เกิดอุปสรรคในการปีน สำหรับการเข้าถึงตัวอาคารทางช่องเปิดต่าง ๆ ควรมีการสร้างระแนงไม้หรือเหล็ก 2) การแก้ปัญหารั้วที่มีภูมิทัศน์ 5 เมตร ต้นไม้ใหญ่โดยรอบควรมีพืชที่เกาะลำต้นไม้ใหญ่ และมีหนาม 3) การแก้ปัญหาทางกายภาพชั้นล่างและช่องเปิด ควรติดฟิล์มนิรภัย รวมทั้งเพิ่มระแนงไม้หรือเหล็ก 4) การแก้ปัญหาทางสัญจรของคนเดินเท้า ควรมีคีย์การ์ดในการเข้า-ออกอาคาร และบริเวณทางเดินควรมีแนวรั้วหรือราวป้องกันการปีนป่ายเข้าสู่อาคาร

ส่วนโครงการย่อยที่ 2 เรื่อง การประยุกต์ใช้โครงข่ายการสัญจรอิสระเพื่อสร้างแนวทางการลำเลียงประชาชนออกจากเคลื่อนที่และการปิดการจราจรของกลุ่มผู้ชุมนุมทางการเมืองในกรุงเทพฯ การวิจัยพบว่า เส้นทางที่มีการเคลื่อนที่และปิดจราจรทางการเมืองในกรุงเทพฯ มาก และถี่ที่สุด คือ เขตพระนคร สำหรับบริเวณรั้วโรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ พบว่ามีจุดการเคลื่อนที่และปิดจราจร บริเวณถนนพญาไท ถนนสุริวงศ์ ถนนราชดำริ และถนนสี่พระยา ซึ่งเป็นถนนที่มีค่าคะแนนสะสมระดับสูงถึงปานกลาง ดังนั้นในยามมีเหตุร้ายแรง ควรเลี่ยงเส้นทางที่มีค่าระดับย่านสูง บริเวณเส้นสีแดงและสีส้ม ควรเลือกเส้นทางที่มีค่าระดับย่านต่ำ แสดงในค่าระดับด้วยเส้นสีเขียวและสีเหลือง

คำสำคัญ : โรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์, พื้นที่ส่วนบุคคล, ป้องกันการบุกรุก, โครงข่ายสัญจรอิสระ

Study of Guideline to Outdoor Space Development and Traffic for decrease Protestors Trouble in Bangkok.

**Winai Mankhatitham¹, Kunyaphat Thanakunwutthirot¹,
Morakot Worachairungreung²**

¹Technology Computer Application in Architecture Program Faculty of Industrial Technology,
Suan Sunandha Rajabhat University

²Geography and Geo-Informatics Program Faculty of Humanities and Social Sciences,
Suan Sunandha Rajabhat University

Abstract

This research aims to obtain the model of building surroundings improvement and guidelines on evacuating citizen from areas enclosed by political demonstrators.

According to the research, it was found that information from the sub-project 1 on building surroundings improvement for preventing invasion of political demonstrators in Bangkok, Case Study: King Chulalongkorn Memorial Hospital can be summarized the guidelines on physical improvement of areas as follows; 1) solving problems of fences and building access by increasing bushes with thorns along the fences in order to obstruct the climbing space and providing strong and durable wooden or steel, 2) solving problems of 5 m. by increasing plants with thorns climbing on trunks of big trees, 3) solving physical problems of ground floor and building's void by installing safety film and wooden or steel lath, 4) solving problems of pedestrians, providing key card for building access and fence lines or guard rails for preventing any climbing to buildings.

Regarding the sub-project 2 on application of independent transport network for creating guidelines on evacuating citizens from movement and traffic areas enclosed by political demonstrators in Bangkok. The findings were found that the most frequent route used for the movement and traffic enclosure in Bangkok is Phra Nakhon District. Regarding the radiation area of King Chulalongkorn Memorial Hospital, there was the area for movement and traffic enclosure around Phayathai Road, Suriwong Road, Ratdamri Road and Si Phraya Road, which their high significance values are in the medium to high level. Therefore, during the severe situations, it should be avoided the routes with high value of the district, showing in red and orange routes, and should select the routes with low value of the district, such as roads with alleys and lanes, showing in green and yellow routes.

Keywords : King Chulalongkorn Memorial Hospital, Personal Space, Criminal invasion prevention, Space Syntax.

บทนำ

ประเทศไทยปกครองโดยระบอบสมบูรณาญาสิทธิราชย์ในระบอบประชาธิปไตยอันมีพระมหากษัตริย์ทรงเป็นประมุขตั้งแต่ ปี พ.ศ. 2475 เป็นต้นมาจนถึงปัจจุบันรวมเป็นเวลา 82 ปี สังคมไทยมีวิวัฒนาการทางการเมืองมาเป็นลำดับ ประชาชนสามารถเข้ามามีส่วนร่วมในการแสดงออกซึ่งความคิดเห็นทางการเมืองมากขึ้น การมีส่วนร่วมของประชาชนเป็นกระบวนการซึ่งประชาชน หรือผู้มีส่วนได้ส่วนเสียได้มีโอกาสแสดงทัศนะและเข้าร่วมในกิจกรรมต่าง ๆ ที่มีผลต่อชีวิตความเป็นอยู่ของประชาชน การแสดงออกของภาคประชาชนปรากฏเห็นตั้งแต่ในอดีตที่ผ่านมา เริ่มจาก ปี พ.ศ. 2495 กบฏสันติภาพ พ.ศ. 2516 เหตุการณ์ 14 ตุลาฯ พ.ศ. 2519 เหตุการณ์ 6 ตุลาฯ พ.ศ. 2535 เหตุการณ์พฤษภาทมิฬ พ.ศ. 2551 การชุมนุมของกลุ่มพันธมิตรประชาชนเพื่อประชาธิปไตย พ.ศ. 2552 เหตุการณ์ความไม่สงบทางการเมืองในประเทศไทย พ.ศ. 2553 การชุมนุมของแนวร่วมประชาธิปไตยต่อต้านเผด็จการแห่งชาติ จนกระทั่งเหตุการณ์ที่เพิ่งผ่านมา พ.ศ. 2556-2557 การชุมนุมของ กปปส.¹ ซึ่งในการเกิดเหตุการณ์แต่ละครั้งมักจะมีภัยคุกคามต่อชีวิตและทรัพย์สินอยู่เสมอ

ในการชุมนุมแต่ละครั้งนั้น ส่วนใหญ่จะเกิดการปะทะกันของกลุ่มเจ้าหน้าที่และผู้ชุมนุม มีการใช้อาวุธที่ประสิทธิภาพรุนแรงเข้าดัดสัน มีการทำลายทรัพย์สินทั้งของรัฐและเอกชน โดยเฉพาะทรัพย์สินที่เป็นของรัฐ จะถูกมุ่งโจมตีเป็นอันดับแรก ๆ รวมถึงสถานที่ราชการ ก็มักจะ เป็นพื้นที่รวมกลุ่มชุมนุม มีการปิดล้อมไม่ให้ข้าราชการเข้าพื้นที่ ซึ่งถ้าเหตุการณ์เข้าขั้นรุนแรง อาจจะบานปลายถึงการทำลายทรัพย์สิน วางเพลิงตัวอาคารสถานที่ ซึ่งทางเจ้าหน้าที่ของ รัฐของแต่ละหน่วยงานก็ต้องเตรียมการป้องกัน

การบุกรุกทุกรูปแบบ สำหรับในสถานที่และอาคารราชการปัจจุบันนั้น มีการออกแบบและก่อสร้างตามกฎหมายควบคุมอาคารเป็นเกณฑ์ แต่ในรายละเอียดของกฎหมายนั้นมิได้ระบุในกรณีที่ต้องรับหรือป้องกันการเกิดเหตุชุมนุมต่าง ๆ รวมถึงในทฤษฎีด้านการออกแบบสถาปัตยกรรม และภูมิสถาปัตยกรรมก็ไม่ได้มีข้อกำหนดที่เฉพาะเจาะจงไว้ จึงทำให้สถานที่และอาคารราชการเกิดช่องโหว่ทางด้านกายภาพ เป็นเหตุให้ผู้ชุมนุมเข้าบุกรุกในพื้นที่สำคัญได้ ถึงแม้ว่าจะมีกองกำลังของเจ้าหน้าที่หรือสิ่งกีดขวางต่าง ๆ ก็เป็นเพียงการแก้ปัญหาปลายเหตุ โดยไม่สามารถใช้ประโยชน์จากสถานที่ในการป้องกันได้เลย

สำหรับเขตพื้นที่ที่ทำการศึกษาวงศ์วิจัย ได้กำหนดขอบเขตในการศึกษาบริเวณโรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์และเส้นทางจราจรโดยรวม เนื่องจากเป็นพื้นที่ที่มีความเสี่ยงต่อการถูกบุกรุกจากผู้ชุมนุมและเป็นพื้นที่ที่ได้ผลกระทบจากการปิดล้อมพื้นที่ของกลุ่ม กปปส. ที่ผ่านมา มีการปิดถนนและพื้นที่หลาย ๆ จุด บริเวณรอบพื้นที่ชุมชน เช่น แยกราชประสงค์ ถนนสีลม สวนลุมพินี ฯลฯ ซึ่งทางโรงพยาบาลก็ได้รับความเสียหายหลาย ๆ จุด มีการบุกรุกเข้าไปในพื้นที่อาคารหลาย ๆ พื้นที่ แพทย์และผู้ป่วยคนไข้ฉุกเฉินที่จะมารักษาพยาบาล ก็ไม่สามารถเดินทางเข้าออกในพื้นที่ได้ ซึ่งสร้างผลกระทบอย่างใหญ่หลวงแก่ระบบการจราจรและเศรษฐกิจของประเทศชาติ

การศึกษาครั้งนี้จึงมุ่งเน้นเพื่อปรับปรุงพื้นที่ภายนอกอาคารและสภาพแวดล้อมโดยรอบให้มีความเหมาะสม และปลอดภัยต่อร่างกายชีวิตและทรัพย์สินของราชการ รวมถึงเสนอแนวทางในการออกแบบปรับปรุงสภาพแวดล้อมที่สามารถป้องกันการเกิดการบุกรุกและทำลายทรัพย์สิน และร่างกายของบุคคลที่ปฏิบัติงานภายในสถานที่แห่งนั้น และสำหรับการศึกษา

¹ <http://th.wikipedia.org/wiki/การเมืองไทย>

พฤติกรรมของรูปแบบการชุมนุมเมื่อปี พ.ศ. 2557 ที่ผ่านมามีการเคลื่อนที่ของกลุ่มผู้ชุมนุม ปิดการจลาจลก่อความเดือดร้อนวุ่นวายในเขตพื้นที่ปทุมวันและถนนที่เชื่อมโยงทั้งหมด การศึกษาเรื่องโครงข่ายการสัญจรอิสระอยู่ในศาสตร์ของการศึกษาและวิเคราะห์รูปร่าง (shape) และรูปทรง (form) ของสรรพสิ่งต่าง ๆ หรือที่เรียกว่า “สัณฐานวิทยา” โดยเฉพาะ สัณฐานวิทยาที่เน้นการศึกษาวิจัยอาคาร และเมืองในเชิงกายภาพ (physical) หรือเชิงพื้นที่ (spatial) โดยเฉพาะจุดมุ่งหมายสำคัญต้องการทำความเข้าใจในรูปแบบเชิงสัณฐานของเมือง และอาคารอย่างชัดเจน ก่อนขยายความไปสู่การวิเคราะห์รูปแบบนั้น ๆ คู่กับปัจจัยอื่น ๆ เช่น ประวัติศาสตร์ สังคมวิทยา และจิตวิทยา เป็นต้น

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาขอบเขตพื้นที่และลักษณะกายภาพของพื้นที่ภายนอกอาคารของโรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ว่ามีพื้นที่วิกฤต และเสี่ยงต่อการถูกบุกรุกจากบุคคลภายนอกบริเวณพื้นที่ใดบ้าง
2. เพื่อศึกษาถึงวิธีการ และรูปแบบการบุกรุก สถานที่และอาคารราชการหลาย ๆ แห่งของผู้ชุมนุม ซึ่งจะนำไปสู่กระบวนการวิเคราะห์และออกแบบเพื่อแก้ปัญหาอย่างเหมาะสม
3. เพื่อเสนอแนะแนวทางการปรับปรุงพื้นที่ภายนอกอาคารของโรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ โดยเน้นถึง การป้องกันการบุกรุกจากผู้ชุมนุม และสามารถดำเนิน การได้ตามสภาพแวดล้อมจริง
4. การประยุกต์ใช้โครงข่ายการสัญจรอิสระ เพื่อศึกษาการเคลื่อนที่ และการปิดการจราจรของกลุ่มผู้ชุมนุมทางการเมืองในกรุงเทพมหานคร

5. สร้างแนวทางการลำเลียงประชาชนออกจากพื้นที่การเคลื่อนที่และการปิดการจราจรของกลุ่มผู้ชุมนุมทางการเมือง

ขอบเขตงานวิจัย

ขอบเขตในการวิจัย สามารถแบ่งได้ดังนี้

1. ขอบเขตด้านพื้นที่

ศึกษาพื้นที่โรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ ถ. พระราม4 กรุงเทพฯ โดยจะศึกษาทั้งผังโครงการ สภาพแวดล้อมโดยรอบรวมถึงเส้นทางเข้าออกทั้งหมดและพื้นที่การจราจรโดยรอบทั้งหมด

2. ขอบเขตด้านเนื้อหา

การศึกษาจะครอบคลุมเนื้อหาที่เกี่ยวข้องดังต่อไปนี้

- 2.1 ด้านกฎหมายและการบังคับใช้ รวมถึงกฎหมายควบคุมอาคาร และกฎหมายผังเมือง
- 2.2 ด้านพฤติกรรมศาสตร์และจิตวิทยา ที่เกี่ยวข้องกับผู้ชุมนุม
- 2.3 ด้านชุมชน วิถีชีวิต วัฒนธรรม ขนบธรรมเนียมประเพณีของชุมชนที่มีความแตกต่างทางด้าน ศาสนา ความเชื่อ
- 2.4 ด้านสถาปัตยกรรมและการก่อสร้าง ที่เกี่ยวข้องกับรูปแบบและแนวทางที่เหมาะสมในการปรับปรุงสภาพแวดล้อมทางกายภาพ
- 2.5 ด้านสำรวจข้อมูลการเคลื่อนที่ และการปิดการจราจรของกลุ่มผู้ชุมนุมทางการเมือง ในกรุงเทพมหานครมาตรวจสอบและวิเคราะห์ความสัมพันธ์กับโครงข่ายการสัญจรอิสระของกรุงเทพมหานคร และจัดทำแนวทางการลำเลียงประชาชนออกจากพื้นที่การเคลื่อนที่และการปิดการจราจรของกลุ่มผู้ชุมนุมทางการเมืองในกรุงเทพมหานคร

ระเบียบวิธีวิจัย

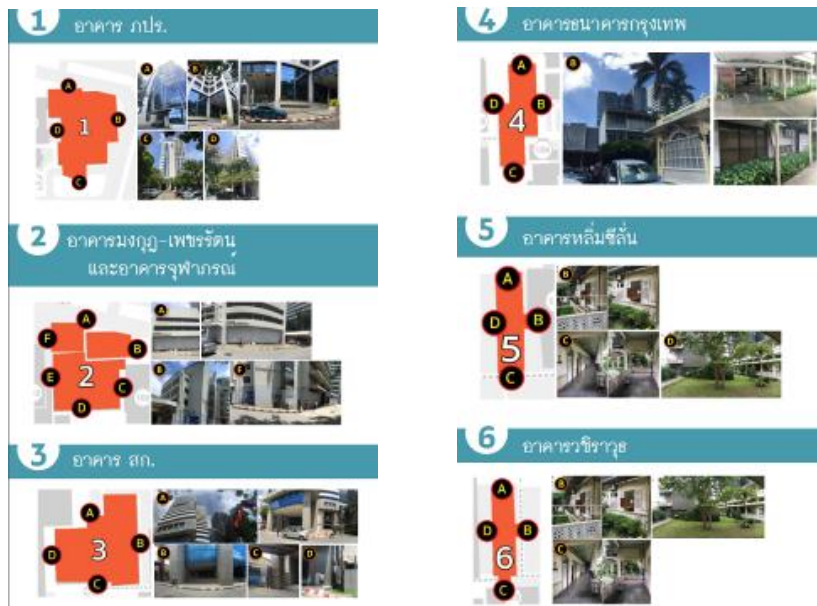
โครงการย่อยที่ 1 : การวิจัยนี้เป็นการวิจัยเพื่อค้นหา แนวทางในการปรับปรุงสภาพแวดล้อมทางกายภาพเพื่อป้องกันอาชญากรรม ซึ่งเป็นงานวิจัยเพื่อพัฒนาพื้นที่ ดังนั้นจะใช้วิธีการวิจัยเชิงสำรวจ (Survey Research) และแบบสัมภาษณ์เชิงลึก (In-depth Interview)

1. การรวบรวมข้อมูล ลักษณะกายภาพอาคาร ในปัจจุบันอาคารผู้ป่วยภายในโรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ มีทั้งสิ้น 12 อาคาร โดยงานบริการผู้ป่วยนอกจะอยู่ที่ตึก ภปร. เป็นหลักนอกจากนั้นอาคารอื่น ๆ จะเป็นงานผู้ป่วยใน ลักษณะอาคารเป็นคอนกรีตเสริมเหล็ก สูงตั้งแต่ 4 - 16 ชั้น โดยแบ่งรายละเอียดการศึกษาจากประเภทของตึกตามงานบริการ และแบ่งการวิเคราะห์สภาพอาคารตามรูปด้านอาคารทั้ง 4 ด้าน



ภาพที่ 1 แสดงตำแหน่งที่ตั้งตึกผู้ป่วย

ที่มา : ดัดแปลงจากแผนที่แสดงตำแหน่งอาคารภายในโรงพยาบาล โดยคณะผู้วิจัย เมื่อ 26 ก.ค. 2559



ภาพที่ 2 รายละเอียดทางกายภาพของอาคารที่ได้สำรวจ อาคาร 1-6



ภาพที่ 3 รายละเอียดทางกายภาพของอาคารที่ได้สำรวจ อาคาร 7-12

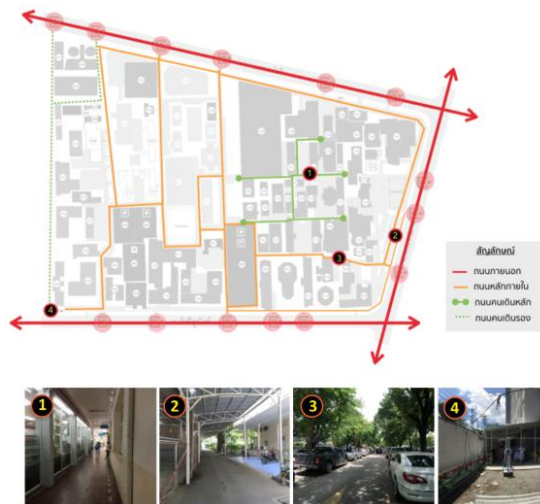
ลักษณะทางการกายภาพของเส้นทางการเข้าถึงและเส้นทางสัญจรภายใน ปัจจุบันประตูทางเข้า-ออกโรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์มีทั้งหมด 13 ประตู สามารถใช้งานได้ปกติ 9 ประตู ได้แก่ หมายเลข 1, 2, 5, 6, 7, 8.2, 9, 10, 11 และ 12 ต่อมา คือ หมายเลข 4, 8.1 และ 13 เป็นจำนวน 3 ประตู และสุดท้ายคือประตูหมายเลข 3 ปิดถาวรแต่คนยังสามารถเข้า-ออกได้อยู่



ภาพที่ 4 สภาพปัจจุบันของประตูทางเข้า-ออก

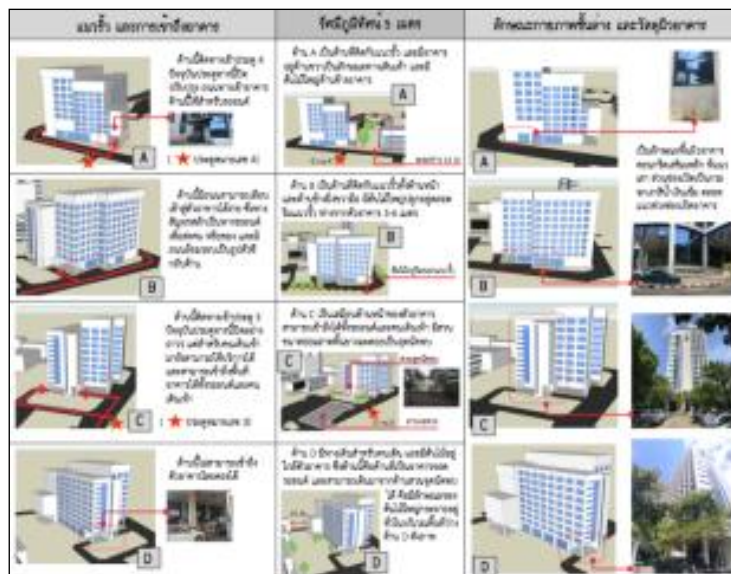
เส้นทางสัญจรรถยนต์สามารถเข้าถึงพื้นที่ได้จากถนนสามสายคือ ถนนราชดำริ ถนนอังรีดูนังต์ และถนนพระรามสี่ (เส้นสีแดงภายในรูปภาพ) ถนนสายหลักในพื้นที่โครงการ (เส้นสีส้ม) มีขนาด 6 เมตร รถยนต์สามารถวิ่งสวนทางกันได้ เส้นทาง

คนเดินภายในพื้นที่โครงการมีกลุ่มอาคารภายในเป็นถนนคนเดินหลัก (เส้นสีเขียวปลายจุด) มีขนาด 1.5 - 2.0 เมตร ส่วนเส้นคนเดินรอง (เส้นประสีเขียว) เป็นเส้นทางภายในอื่น ๆ



ภาพที่ 5 สภาพปัจจุบันของเส้นทางสัญจร

การวิเคราะห์ปัญหาจากลักษณะกายภาพของอาคาร



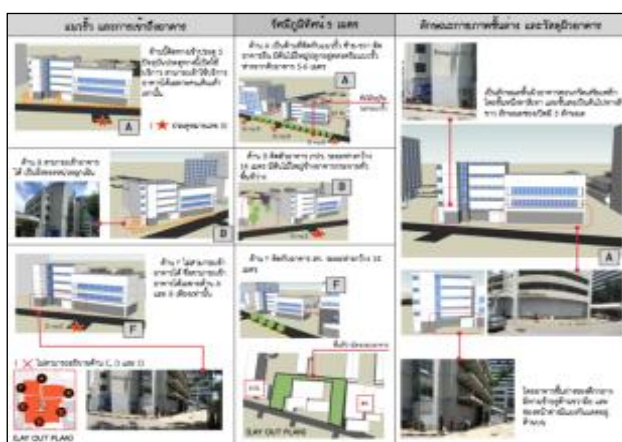
ภาพที่ 6 แสดงการวิเคราะห์อาคาร ภปร.

1) ปัญหาที่พบ : แนวรั้ว และการเข้าถึงอาคาร : การที่อาคารสามารถเข้าถึงได้ทั้งทางรถยนต์และทางคนเดินเท้า จะทำให้เกิดการจัดการระบบการรักษาความปลอดภัยได้ยาก อีกทั้งตัวอาคารอยู่ใกล้แนวรั้ว และประตูทางเข้าในรั้วมีไม่เกิน 6 เมตร ต้องมีการออกแบบลักษณะของชั้นล่างให้มีการค้ำในในเรื่องของการรักษาความปลอดภัยมากขึ้น

2) รัศมีภูมิทัศน์ 5 เมตร : ด้าน A และ B มีแนวรั้วและต้นไม้สูงปลูกตลอดแนว ถึงแม้ว่า

จะเป็นรัมนอกรั้วของพื้นที่ แต่ก็ง่ายต่อการปีนเข้ามาในพื้นที่ ส่วนพื้นที่ด้าน C และ D ติดกับลานจอดรถ อาจทำให้ทัศนียภาพของชั้นล่างถูกบดบังได้

3) ลักษณะกายภาพชั้นล่าง และวัสดุผิวอาคาร : เนื่องจากเป็นอาคารแรกที่ผู้ป่วนอกสามารถเข้ามาใช้บริการได้ ทำให้โถงของชั้นแรกมีลักษณะโล่งโปร่ง และสามารถเข้าถึงได้ง่าย ช่องเปิดของชั้นแรกเป็นกระจกไม่มีแผงกัน ทำให้ง่ายต่อการทุบกระจกแตกบุกเข้าอาคารได้ง่าย

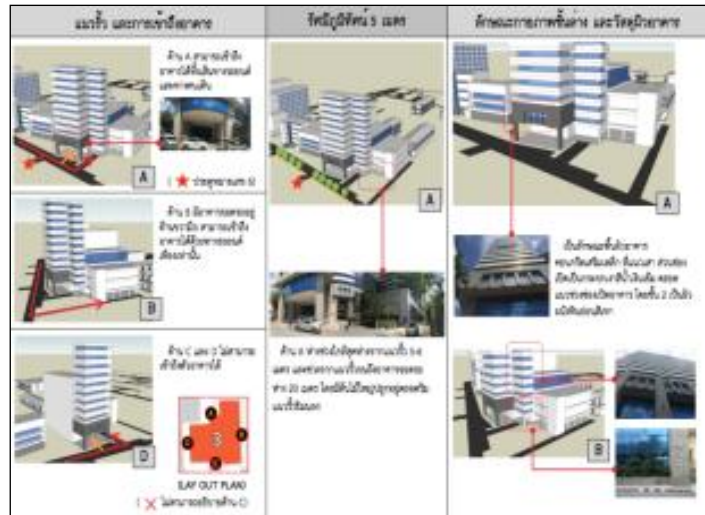


ภาพที่ 7 แสดงการวิเคราะห์อาคารมณฑุ-เพชรรัตน และอาคารจุฬารัตน์

1) ปัญหาที่พบ : แนวรั้ว และการเข้าถึงอาคาร : การเข้าถึงอาคารสามารถเข้าถึงได้ทั้งทางรถยนต์และทางคนเดินเท้า สามารถเข้าถึงได้จากประตู 5 ซึ่งตรงข้ามอาคารจุฬารัตน์ แต่สภาพกายภาพทางเข้าอาคารมีความมืดซิดในระดับหนึ่งสามารถเข้าได้จากทางเดินเท้า และมีทางเข้าเพียง 2 ทางอยู่ด้าน A และ B

2) รัศมีภูมิทัศน์ 5 เมตร : สภาพปัญหาคล้ายกับอาคารภปร.ตรงที่ติดแนวรั้วในด้าน A ง่ายต่อการปีนเข้ามาในพื้นที่

3) ลักษณะกายภาพชั้นล่าง และวัสดุผิวอาคาร : สภาพชั้นแรกของอาคารมีลักษณะการเข้าใจพื้นที่การเข้าถึงตัวอาคารได้ยากในด้าน A และช่องเปิดอาคารนี้ในชั้นแรกมีน้อย และเป็นลักษณะอยู่สูงจากพื้นดินมากทำให้ยากต่อการแอบเข้าสู่พื้นที่อาคาร



ภาพที่ 8 แสดงการวิเคราะห์อาคาร สก.

1) ปัญหาที่พบ : แนวรั้ว และการเข้าถึงอาคาร : การเข้าถึงอาคารสามารถเข้าถึงได้ทั้งทางรถยนต์และทางคนเดินเท้า สามารถเข้าถึงได้จากประตู 6 การที่มีอาคารจอดรถอยู่ด้าน B ทำให้การเข้าถึงอาคารอาจทำได้ทุกชั้นที่ติดกับอาคารจอดรถ ต้องมีการควบคุมการเข้า-ออกมากขึ้น

2) รัศมีภูมิทัศน์ 5 เมตร : สภาพปัญหาคคล้ายกับอาคารรพ.อาคารมรณกุฎ-เพชรรัตน และอาคารจุฬารณณ์ ตรงที่ติดแนวรั้วในด้าน A ง่ายต่อการป็นเข้ามาในพื้นที่ และเข้าสู่ตัวอาคาร

ได้ง่ายเพราะชั้นแรกสุดเป็นโถงทางเข้า และมีอาคารสาธารณะที่เป็นอาคารจอดรถซึ่งง่ายต่อการบุกรุก

3) ลักษณะกายภาพชั้นล่าง และวัสดุผิวอาคาร : ชั้นแรกของอาคารด้าน A และ B มีสภาพเป็นโถงทางเข้า และอาคารจอดรถสาธารณะช่องเปิดเป็นลักษณะของกระจกลอยห่างจากพื้นดินไม่สูงมาก ไม่มีแผงหรือระแนงกัน ง่ายต่อการบุกรุกแตก



ภาพที่ 9 แสดงการวิเคราะห์อาคารธนาคารกรุงเทพ

1) ปัญหาที่พบ : แนวรั้ว และการเข้าถึงอาคาร : แม้ว่าด้าน B มีรั้วชายมือจะมีทางถนนเข้าสู่พื้นที่ได้ แต่เป็นเพียงแค่อานจอดรถ ทำให้คนเดินเท้าเท่านั้นที่สามารถเข้าถึงอาคารได้ แต่จากจุดประตูด้าน B สามารถเดินไปยังด้าน C ได้ตลอดเวลา ทำให้ควบคุมคนเข้าสู่อาคารได้ยาก

2) รัศมีภูมิทัศน์ 5 เมตร : สภาพบริเวณด้าน B ที่ง่ายต่อการเข้าถึงพื้นที่อาคารมีการปลูกไม้พุ่ม ซึ่งถึงแม้ว่าตัวช่องเปิดจะเป็นกระจกก็ทำให้

มีระดับความยุ่งยากในการเข้าบุกรุกเพิ่ม เป็นส่วนหนึ่งในการออกแบบที่ดี นอกจากแค่เรื่องความสวยงาม

3) ลักษณะกายภาพชั้นล่าง และวัสดุผิวอาคาร : ชั้นแรกของอาคารด้าน B มีช่องเปิดอยู่ 2 รูปแบบ โดยกระจกผืนใหญ่ที่อยู่ใกล้ประตูทางเข้า แม้จะง่ายต่อการทุบกระจกแตก แต่มีพุ่มไม้เตี้ยเป็นแนวกันโดยรอบ อีกทั้งช่องเปิดส่วนอื่นแม้จะอยู่ใกล้กับพื้นดินแต่มีตระแกรงลวดป้องกันไว้อย่างดี ในส่วนของชั้น 2-3 ก็มีแผงกันแดดตลอดแนวช่องเปิดเช่นกัน



ภาพที่ 10 แสดงการวิเคราะห์อาคารหลิมชิลัน และอาคารชรราชู

1) ปัญหาที่พบ : แนวรั้ว และการเข้าถึงอาคาร : เนื่องจากอาคารทั้งสองหลังนี้อยู่ในกลุ่มที่เข้าถึงพื้นที่ได้จากเส้นทางเดินเท้าที่มีหลังคาคลุม สามารถเข้าสู่อาคารได้จากด้าน A และ D เพียงเท่านั้น ทำให้สามารถควบคุมคนได้ระดับหนึ่ง แต่การบุกรุกเข้าถึงอาคารยังทำได้ง่ายเนื่องจากมีเพียงแค่นี้

2) รัศมีภูมิทัศน์ 5 เมตร : แม้ว่าพื้นที่ระหว่างกลางของอาคารสองหลังนี้จะเป็นสวนหย่อม แต่คนทั่วไปเข้าสู่พื้นที่สวนได้ยาก ต้องผ่านอาคาร

บางหลังเข้าไปก่อน อีกทั้งรอบกำแพงแนวรั้วด้าน B-6 และ D-5 มีพุ่มไม้ขนาดเล็กอยู่เป็นแนวกำแพง ทำให้การบุกรุกมีสิ่งกีดขวางระดับหนึ่ง

3) ลักษณะกายภาพชั้นล่าง และวัสดุผิวอาคาร : ชั้นแรกของอาคารถึงแม้ว่ามีรั้วกัน แต่ยังคงอยู่ในลักษณะที่เตี้ย อาจปีนบุกรุกเข้าสู่พื้นที่ได้ง่าย แต่ทุกด้านมีแนวอุปสรรคครบ ไม่ว่าจะเป็นรั้วเตี้ย หรือระแนงไม้ ซึ่งถือว่าป้องกันการบุกรุกได้ดี



ภาพที่ 11 แสดงการวิเคราะห์อาคารชिरาphan-สามัคคีพยาบาล

1) ปัญหาที่พบ : แนวรั้ว และการเข้าถึงอาคาร : แม้ว่า จะเข้าถึงได้ทั้งทางรถยนต์และคนเดินเท้า แต่ประตูทางเข้ามีเพียงทางเดียว คือจากด้าน D ซึ่งสามารถกำหนดหรือควบคุมการเข้าถึงได้ง่าย

2) รัศมีภูมิทัศน์ 5 เมตร : ไม่ค่อยมีต้นไม้ใหญ่หรือไม่พุ่มอยู่ในบริเวณอาคาร

ควรมีการเพิ่มเติมเพื่อปรับปรุงทัศนียภาพ อาจเป็นพุ่มไม้เตี้ยตามแนวช่องเปิดของชั้นแรก

3) ลักษณะกายภาพชั้นล่าง และวัสดุผิวอาคาร : ชั้นแรกของตัวอาคารมีช่องเปิดเป็นกระจก ซึ่งง่ายต่อการทุบกระแตก เนื่องจากไม่มีระแนงหรืออุปกรณ์ใดใด



ภาพที่ 12 แสดงการวิเคราะห์อาคารอาหาร และอาคารปัญจมาราชนิ

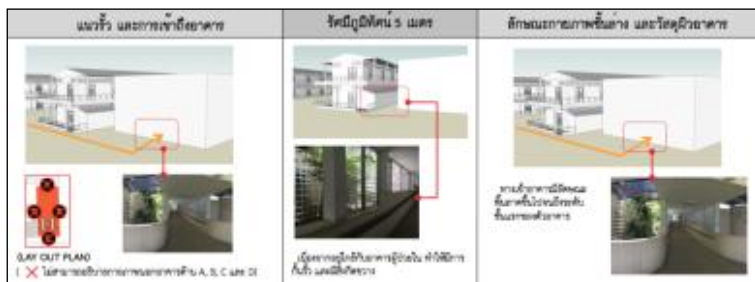
1) ปัญหาที่พบ : แนวรั้ว และการเข้าถึงอาคาร : อาคารสองหลังนี้มีลักษณะการเข้าถึงคล้ายกับอาคารหลิมซีลัน และอาคารวชิราวุธ แตกต่างตรงด้าน C สามารถเข้าถึงพื้นที่ได้ด้วยรถยนต์ ต้องมีการเพิ่มเติมการควบคุมอีกระดับหนึ่งเพื่อความครอบคลุม

2) รัศมีภูมิทัศน์ 5 เมตร : พื้นที่ระหว่างกลางเป็นสวนหย่อมเหมือนอาคารหลิมซีลัน และอาคารวชิราวุธ แต่ใครก็สามารถเข้าถึงได้ง่ายจากด้าน C

3) ลักษณะกายภาพชั้นล่าง และวัสดุผิวอาคาร : มีลักษณะเหมือนอาคารหลิมซีลัน

และอาคารวชิราวุธ คือ ชั้นแรกของอาคาร ถึงแม้ว่ามีรั้วกันแต่ยังอยู่ในลักษณะที่เตี้ย อาจเป็น บุกรุกเข้าสู่พื้นที่ได้ง่าย แต่ทุกด้านมีแนวอุปสรรค

ครบไม่ว่าจะเป็นรั้วเตี้ย หรือระแนงไม้ ซึ่งถือว่า ป้องกันการบุกรุกได้ดี



ภาพที่ 13 แสดงการวิเคราะห์อาคารล้น-เพิ่มพูล่วงวนิช

1) ปัญหาที่พบ : แนวรั้ว และการเข้าถึง อาคาร : ควบคุมการเข้าถึงได้ง่าย เนื่องจาก สามารถเข้าถึงตัวอาคารได้ทางเดียวจากทางเดิน เ้ามีหลังคาคลุมเพียงเท่านั้น

2) รั้วมีภูมิทัศน์ 5 เมตร : ช่วงพื้นที่ใน บริเวณที่อยู่ใกล้กับอาคารอื่น มีสิ่งกีดขวางเป็น ระแนงไม้ตลอดแนวกำแพงชั้นแรก

3) ลักษณะกายภาพชั้นล่าง และวัสดุ ผิวอาคาร : ชั้นแรกของตัวอาคารช่องเปิดอาคาร อยู่ในส่วนที่เข้าถึงได้ยาก ซึ่งยากต่อการบุกรุก ผังด้าน B ไม่มีช่องเปิด



ภาพที่ 14 แสดงการวิเคราะห์อาคารคึกฤกษ์

1) ปัญหาที่พบ : แนวรั้ว และการเข้าถึง อาคาร : การที่อาคารสามารถเข้าถึงได้ทั้งทาง สัญจรแบบรถยนต์จากด้าน A B และ F และ คนเดินเท้าจากด้าน B และ Cจะทำให้เกิด

การจัดการระบบการรักษาความปลอดภัยได้ยาก อีกระดับหนึ่ง อีกทั้งตัวอาคารอยู่ใกล้แนวรั้ว และประตูทางเข้า 10 และ 11 ซึ่งอยู่ในรัศมีไม่ไกล ไม่ไกล ประมาณ 15 เมตร ต้องมีการออกแบบ

ลักษณะของชั้นล่างให้มีการคำนึงในเรื่องของการรักษาความปลอดภัยมากขึ้น

2) รัศมีภูมิทัศน์ 5 เมตร : ด้าน C ควรเป็นด้านที่ต้องระมัดระวังเป็นพิเศษ เนื่องจากอยู่ใกล้สวนหย่อมที่ทุกคนสามารถเข้าถึงพื้นที่ได้ง่าย อีกทั้งสามารถป็นเข้าไปในพื้นที่อาคารได้ง่ายในส่วนของบริเวณโถงทางเข้าอาคาร ต้องได้รับการออกแบบสิ่งกีดขวางเพิ่มเติม หรือกำหนดทางเข้า-ออกสวนให้ชัดเจนขึ้น

3) ลักษณะกายภาพชั้นล่าง และวัสดุผิวอาคาร : มีช่องทางที่สามารถป็นเข้าได้ง่ายในด้าน A-F และ C เนื่องจากติดถนน และสวนหย่อม ควรคำนึงถึงการออกแบบประแนง หรือแผงกันเพิ่มเติมในบางจุด

การวิเคราะห์ปัญหาจากเส้นทางการเข้าถึง และเส้นทางสัญจรภายในพื้นที่



ภาพที่ 15 แสดงการวิเคราะห์การใช้ประตูเข้า-ออก

มีการกำหนดการใช้ประตูเข้าออก โดยประตูที่เชื่อมไปยังอาคารที่สำคัญ ๆ ต่าง ๆ ยังคงให้ยวดยานและคนเดินผ่านเข้า-ออกได้ตามปกติ และจะมีจำนวน 4 ประตู ที่ทางโรงพยาบาลระงับการใช้ชั่วคราว เพราะอยู่ระหว่างปรับปรุงลักษณะของประตูทั้งหมดเป็นซีเหล็กความสูงประมาณ 2 เมตร แม้ว่าจะมีปลายแหลมอยู่บนยอดซีเหล็ก

ก็ยังคงง่ายต่อการป็นเข้ามา กำแพงรั้วมีลักษณะก่อปูนขึ้นมาประมาณ 80 เซนติเมตร จากนั้นก็เป็นซีเหล็กแนวขวางคล้ายกระประตูทางเข้า ซึ่งหากต้องการความปลอดภัยที่มากขึ้นควรสร้างอุปสรรคที่ยากต่อการปีเพิ่ม เพราะรอบแนวรั้วมีต้นไม้สูงอยู่เป็นเส้นทางแนวนานกับรั้ว



ภาพที่ 16 แสดงการวิเคราะห์การสัญจรของจักรยานและคนเดินเท้า

1) เส้นทางสัญจรรถยนต์ : มีขนาดกว้างมากที่สุด 6 เมตร และแคบสุด 4 เมตร โดยถนนเส้นสีแดงสามารถเข้าถึงได้จากถนนราชดำริ ถนนอังรีดูนังค์ และถนนพระรามสี่ และถนนเส้นสีส้มเป็นถนนสายหลัก

2) เส้นทางคนเดิน : มีขนาดความกว้างอยู่ที่ 3 เมตร เป็นทางเดินภายในกลุ่มอาคาร มีหลังคาคลุมตลอดเส้นทาง สามารถเชื่อมต่อพื้นที่ชั้นสองของอาคารผู้ป่วยในหมายเลข 6 5 และ 9 10 (ในภาพ 4.19) ได้จากเส้นทางนี้เท่านั้น และเส้นทางคนเดินรอง ทาง Service จะอยู่ในบริเวณของอาคารหอพักนักศึกษา แพทย์ พยาบาล และเจ้าหน้าที่ มีขนาดกว้าง 2 เมตร และไม่สามารถเข้าใช้ได้หากไม่ได้รับอนุญาต

โครงการย่อยที่ 2 : ในการวิเคราะห์ข้อมูลของการวิจัยครั้งนี้ใช้โปรแกรม ArcGIS10, Microsoft Access, Microsoft Excel และ Space Syntax เพื่อวิเคราะห์และนำเสนอภาพรวมของการเคลื่อนที่และการปิดการจราจรของกลุ่มผู้ชุมนุมทางการเมืองในกรุงเทพมหานคร การค้นหารูปแบบเชิงพื้นที่

วิเคราะห์ข้อมูลเชิงพื้นที่โดยใช้โปรแกรม ArcGIS10 ใช้วิธีการสร้าง Collect Events และการวิเคราะห์พื้นฐานวิทยาเมืองด้วย Space Syntax ในการวิเคราะห์โครงสร้างพื้นฐานรูปทรง และโครงข่ายพื้นฐานของกรุงเทพมหานคร ด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ด้วยวิธีการ Space Syntax เป็นการศึกษาถึงความสัมพันธ์ของพื้นที่ (Space) โดยอาศัยโครงข่ายของเส้น

(Axial Lines) ตามโครงข่ายถนนเพื่อเป็นตัวแทนในการศึกษาและวิเคราะห์รูปทรงและโครงข่ายสัมพันธ์ของกรุงเทพมหานคร เมื่อแทนที่ระบบถนนด้วยโครงข่ายเส้นผ่านทางโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ชื่อว่า Axwoman ซึ่งเป็น extension หนึ่งใน ArcView GIS ด้วยคำสั่ง “draw” ลากเส้นตรงตามแนวถนนให้ยาวที่สุด และจำนวนน้อยที่สุด เพื่อเป็นตัวแทนของระบบถนน ส่วนคำสั่ง “Doit” จะทำการคำนวณโดยอาศัยความสัมพันธ์ของเส้นในระบบ เพื่อคำนวณหาว่าเส้น เส้นหนึ่งมีลำดับความลึก “Dept” จากเส้นอื่นเฉลี่ยแล้วก็ลำดับ ค่าความสัมพันธ์ที่คำนวณได้นี้จะแสดงค่าเป็นตัวเลขและสีของเส้น ถ้าเส้นเส้นหนึ่งมีความสัมพันธ์กับเส้นอื่น ๆ มากค่าก็จะมาก ในที่นี้แทนค่าตัวเลขด้วยลำดับความเข้มของสี (Graduated Color) ด้วยชุดสี Temperature บนโปรแกรม ArcView GIS โดยค่ามากจะเป็นสีแดง เส้นที่มีความสัมพันธ์กับเส้นอื่น ๆ น้อยลงไป สีจะเปลี่ยนเป็นสีส้ม สีเหลือง สีเขียว จนถึงเส้นที่มีความสัมพันธ์ต่ำที่สุดด้วยสีน้ำเงิน ตามลำดับเฉดสี โดยเครื่องมือหลักทำหน้าที่ ดังนี้

Total Dept (ค่าความลึกรวม) ใช้วัดค่าความสัมพันธ์ของเส้นว่าเส้นเส้นหนึ่งเชื่อมติดต่อกับเส้นอื่น ๆ ในลำดับถัดไปแต่ละเส้นเป็นจำนวนกี่เส้น

Connectivity ใช้วัดความสัมพันธ์ของเส้นว่า เส้นเส้นหนึ่งมีเส้นอื่น ๆ ติดต่อเข้ามาโดยตรงเป็นจำนวนกี่เส้น

Local Integration (ความสัมพันธ์เฉพาะส่วน) ใช้วัดว่า เส้นเส้นหนึ่งเชื่อมกับเส้น

อื่น ๆ ที่ติดอยู่กับตัวเองโดยตรง (One-step) และเส้นที่เชื่อมถัดออกไป (Two-step) ค่าเฉลี่ยมากน้อยเพียงใด แสดงให้เห็นว่าเส้น หรือถนนสายไหนมีแนวโน้มจะเป็นเส้นที่สำคัญของย่านย่อย

Global Integration (ความสัมพันธ์ทั้งระบบ) ใช้วัดว่า เส้นเส้นหนึ่งเชื่อมเข้ากับเส้นอื่นที่เหลือทั้งหมดในระบบเฉลี่ยมากน้อยเพียงใด ทำให้พบเส้นทางหรือตำแหน่งที่ทำหน้าที่เป็นศูนย์กลางของระบบนั้น ๆ เพราะระยะทางหรือความลึกจากเส้นใด ๆ ณ บริเวณศูนย์กลางเพื่อออกไปสู่ย่านหรือเส้นทางอื่น ๆ ในระบบด้วยระยะทางที่สั้นที่สุด

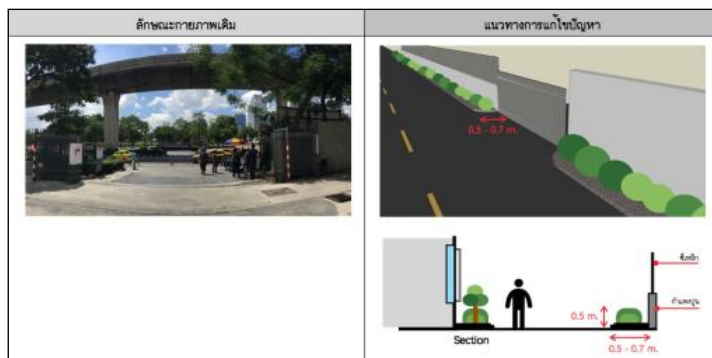
ผลการวิจัย

โครงการย่อยที่ 1 : จะเป็นการค้นหาแนวทางการแก้ปัญหาจากสิ่งที่ค้นพบในพื้นที่ศึกษาในลักษณะของงาน Design Guidelines โดยแบ่งออกเป็นส่วนงานด้านอาคารทั้งหมด 12 อาคาร และออกแบบแนวทางการแก้ไขโดยรวมการวิเคราะห์ 3 ด้าน ได้แก่ แนวรั้ว และการเข้าถึงอาคารรัศมีภูมิทัศน์ 5 เมตร และลักษณะกายภาพชั้นล่างและวัสดุผิวอาคาร ส่วนงานด้านเส้นทางการเข้าถึงและทางสัญจร งานออกแบบแนวทางการรวมการวิเคราะห์ 3 ด้าน ได้แก่ งานออกแบบประตูทางสัญจรทางรถยนต์ และทางสัญจรคนเดิน

แนวทางการแก้ปัญหาด้านลักษณะกายภาพของอาคาร

1. แนวทางการแก้ปัญหาแนวรั้ว และการเข้าถึงอาคาร

1.1 รั้วภายในพื้นที่



ภาพที่ 17 แสดงแนวทางการแก้ไขปัญหารoadwayในพื้นที่

ปัจจุบันบางตำแหน่งมีการตรวจรับบัตรเนื่องจากอยู่ใกล้ลานจอดรถและรถยนต์ที่ไม่มีสติ๊กเกอร์จะต้องไปจอดในส่วนของอาคารอุปการเวชกิจ (หมายเลข 301) เดิมทีลักษณะของรั้วและประตูทางเข้ามีความปลอดภัยดี เป็นลักษณะรั้วซี่เหล็ก แต่เนื่องจากอ้อมต้นไม้สูงอยู่ริมรั้วด้านนอกพื้นที่ ดังนั้นจึงควรมีไม้พุ่มเตี้ยเพื่อเพิ่มอุปสรรคการ

ปีนป่ายอีกระดับ โดยอาจเกาะอยู่กับพุ่มบาทประมาณ 50-70 เซนติเมตร เพื่อให้ถนนภายในยังคงสามารถขับสวนเลนกันได้อยู่ (เหลือประมาณ 5.50-5.30 เมตร) โดยอีกฝั่งของอาคารที่ติดริมรั้วภายนอก ควรปลูกต้นไม้เพื่อป้องกันการเข้าสู่พื้นที่อาคารเพื่อเป็นการช่วยป้องกันอีกระดับหนึ่ง

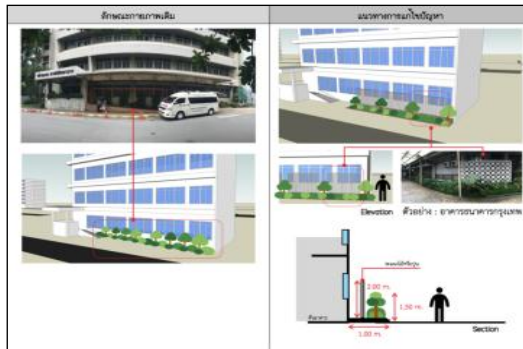
1.2 การเข้าถึงอาคาร



ภาพที่ 18 แสดงแนวทางการแก้ไขปัญหาคารเข้าถึงอาคารลักษณะหน้าต่างชั้นล่างเต็มบาน

ลักษณะช่องเปิดหรือกระจกเต็มกำแพง (อาคาร ภปร. และอาคาร สก.) ควรมีการเพิ่มระแนงในลักษณะแนวตั้งขนาดความสูงเต็มความยาวของกระจก โดยมีการออกแบบเว้นช่วงจังหวะตามความเหมาะสมของรูปแบบอาคาร

นั้น ๆ และควรปลูกไม้พุ่มเตี้ย และพุ่มปานกลางสลับกันไป โดยให้ความสูงขนาด 1.50 เมตร และกว้าง 0.5 - 0.7 เมตร เพื่อป้องกันการเข้าถึงพื้นที่กระจกและป้องกันกันการทุบกระจกแตกอีกระดับหนึ่ง

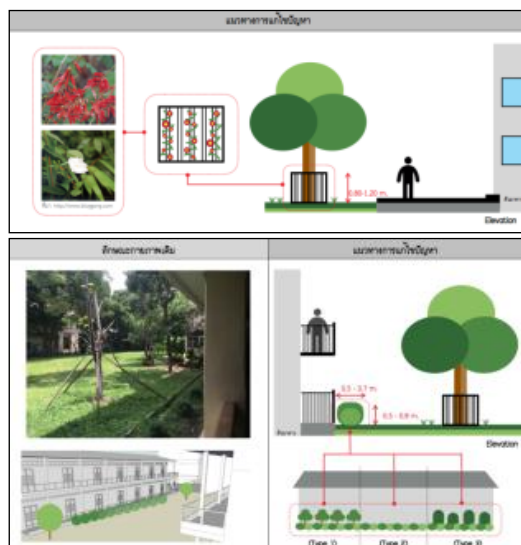


ภาพที่ 19 แสดงแนวทางการแก้ไขปัญหาการเข้าถึงอาคารลักษณะหน้าต่างบานเปิด

ลักษณะช่องเปิดหรือกระจกบานเปิด (อาคารวชิรญาณ-สามัคคีพยาบาล และอาคาร เจริญ-สมศรี เจริญรัชต์ภาคย์) ปัจจุบันบางอาคาร มีการป้องกันการป็นปายด้วยการปลูกไม้พุ่มเตี้ย หรือพุ่มปลานกลาง แต่ควรเสริมแนวของระแนง เพียงขึ้นมาในส่วนของอาคารชั้นล่าง ให้มีลักษณะ รูปแบบคล้ายกับอาคารธนาคารกรุงเทพ โดยมี ลักษณะความสูงประมาณ 1.50-2.00 เมตร และ

สลับนวไม้อายุยืนริมถนนกระแวง เพื่อไม่เป็นการ บดบังแสง หรือการมองเห็นสภาพจากภายใน อาคาร ทำให้ไม่เกิดการทำลายบรรยากาศภายใน เพราะยังสามารถให้แสงภายนอกส่องถึง โดย ออกแบบจังหวะของระแนงตามความเหมาะสม ของรูปแบบอาคาร

2. รัศมีภูมิทัศน์ 5 เมตร



ภาพที่ 20 แสดงแนวทางการแก้ไขปัญหาการเข้าถึงพื้นที่อาคารด้วยจังหวะการปลูกไม้พุ่ม

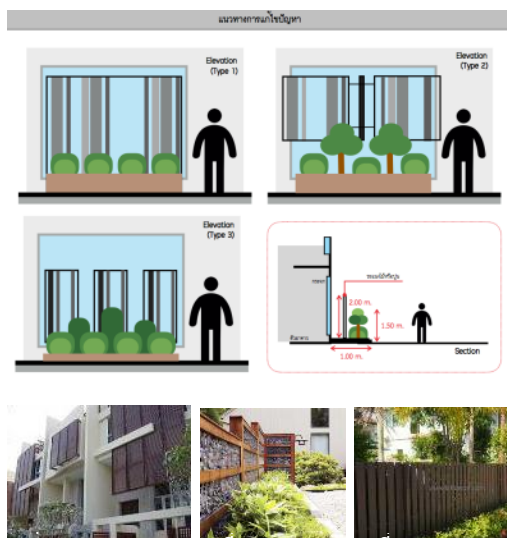
แนวทางการแก้ไขปัญหาดังกล่าวด้วยการเข้าจังหวะ การปลูกไม้พุ่มในอาคารที่มีการใช้พื้นที่ว่างร่วมกัน

(กลุ่มอาคารหลิมชีลัน และอาคารวชิราวุธ กลุ่ม อาคารอาหาร และอาคารปัญญาประดิษฐ์ และอาคาร

อื่น ๆ ที่มีการปลูกไม้พุ่มอยู่รอบรูปด้านอาคาร) ควรมีการปลูกจังหวะที่สลับกับไม้พุ่มปานกลางที่สามารถตัดแต่งได้เพิ่มเติมไปด้วย ทั้งนี้เพื่อสร้าง

อุปสรรคเพิ่มขึ้นจากเดิมที่อาจเป็นแค่ไม้พุ่มเตี้ยอย่างเดียว

3. ลักษณะกายภาพชั้นล่าง และวัสดุผิวอาคาร



ภาพที่ 21 แสดงแนวทางการแก้ไขปัญหการเข้าถึงพื้นที่อาคารด้วยระแนงตามลักษณะกายภาพของชั้นล่าง

พื้นที่กายภาพชั้นล่างของอาคารเกือบทุกหลัง มีช่องเปิดเป็นกระจก ซึ่งการป้องกันการบุกรุกเข้าสู่พื้นที่ที่เห็นผลได้ชัดเจนคือการทำระแนง ควรทำเป็นแนวตั้งเพื่อป้องกันการเหยียบป็นขึ้นระแนง และทั้งนี้ระแนงควรมีหลากหลายรูปแบบทั้งแบบติดตายตัว และสามารถเปิด-ปิดได้ โดยอาคาร ภปร. และอาคาร สก.อาจเป็นระแนงที่ไม่ตายตัว สามารถเปิด-ปิดได้ เนื่องจากพื้นที่ชั้นล่างของอาคารเป็นพื้นที่โล่งใหญ่ คนภายนอกเข้ามาติดตอลงทะเบียนภายในพื้นที่อาคาร ซึ่งตามปกติตรงริมด้านนอกอาคารฝั่งกระจกควรปลูกไม้พุ่มเพื่อเป็นแนวกีดขวางการทุบกระแทกแล้ว การใช้ระแนงจะช่วยป้องกันได้อีกชั้นหนึ่ง

แนวทางการแก้ปัญหาด้านเส้นทางการเข้าถึงและทางสัญจร

1. แนวทางการแก้ปัญหาประตู และแนวรั้ว

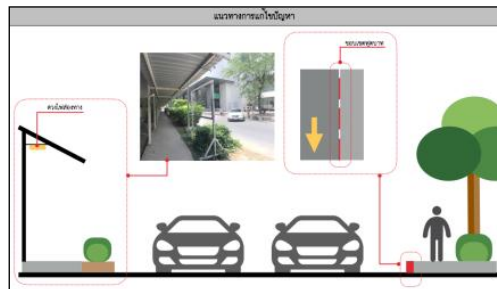
จากการสำรวจพบได้ว่าประตู และแนวรั้วกำแพงเดิมมีลักษณะการออกแบบที่ดี มีการติดตั้ง

ที่กันป็น และเป็นซี่เหล็กแนวตั้ง ยากต่อการป็น อาจทำเสริมในประตูที่ 12 ในด้านของประตูที่ยังง่ายต่อการป็น แต่แนวรั้วกำแพงมีการออกแบบการป้องกันการป็นไว้เป็นอย่างดีแล้ว อาจเปลี่ยนรูปแบบของเหล็กดัดกันป็นเพิ่มเติมไปตามความเหมาะสม และแนวรั้วภายในพื้นที่ต้องมีไม้พุ่มเตี้ยเพิ่มอุปสรรคการป็นอีกระดับหนึ่ง

2. เส้นทางสัญจรทางรถยนต์

การสำรวจพื้นที่พบว่าถนนมีขนาดความกว้าง 5 - 6 เมตร ไม่มีการขีดเส้นถนนที่ชัดเจน ซึ่งปัญหาที่เกิดขึ้นคือหากมีการอพยพคนระหว่างเกิดเหตุภัยใดใดจะเป็นการยาก และใช้เวลานาน ทั้งนี้ควรแก้ไขปัญหาด้วยการขีดเส้นถนนให้ชัดเจน อีกทั้งควรขีดเส้นลูกศรสัญญาณด้วย เพราะบางจุดยังมีการวนรถยนต์ในลักษณะทางเดียวไม่ใช่ทางสวนเลนกัน อาจทำให้เกิดความสับสนส่วนทานสัญญาณรถติดทางเดินเท้า ควรมีหลังคาคลุมตลอดทางนอกจากเพิ่มความสะอาดสบาย

แล้วในเวลาช่วงเย็นหรือกลางคืนการติดไฟส่อง มากกว่า
ทางใต้หลังคาทางเดินจะมีความปลอดภัยนำเดิน



ภาพที่ 22 แสดงแนวทางการแก้ไขปัญหาการทางสัญจรรถยนต์ร่วมกับทางเดินเท้า

3. เส้นทางสัญจรคนเดินเท้า

ทางเชื่อมต่อมีการเข้าถึงตัวอาคารได้เข้า-
ออกง่ายเกินไป ส่วนเส้นทางคนเดินรอง ทาง Service
จะอยู่ในบริเวณของอาคารหอพักนักศึกษา แพทย์

พยาบาล และเจ้าหน้าที่ที่มีการป้องกันการเข้าถึงได้
ดีคือมีการกั้นและทำลวดเหล็กกั้นอย่างดี ซึ่ง
แนวทางการแก้ไขปัญหามทางคนเดินหลักมีรายละเอียด
ดังนี้



ภาพที่ 23 แสดงแนวทางการแก้ไขปัญหาการทางสัญจรคนเดินเท้า

โครงการย่อยที่ 2 : จากวัตถุประสงค์ของ
วิจัยข้อที่ 1 การประยุกต์ใช้โครงข่ายการสัญจร
อิสระ เพื่อศึกษาการเคลื่อนที่ และการปิด
การจราจรของกลุ่มผู้ชุมนุมทางการเมืองใน
กรุงเทพมหานคร การรวบรวมข้อมูล ตาม
วัตถุประสงค์ของการวิจัยข้อที่ 1 คือ การประยุกต์ใช้
โครงข่ายการสัญจรอิสระ เพื่อศึกษาการเคลื่อนที่
และการปิดการจราจรของกลุ่มผู้ชุมนุมทาง
การเมืองในกรุงเทพมหานคร

เก็บข้อมูลโดยการคัดลอกข้อมูลจากบันทึก
การเคลื่อนที่และการปิดการจราจรของกลุ่ม
ผู้ชุมนุมทางการเมือง ในกรุงเทพมหานครและ
รวบรวมข้อมูลข้อเท็จจริง ข่าวสารจากสื่อต่าง ๆ
เช่น หนังสือพิมพ์ เทปบันทึกจากรายการข่าวทาง
โทรทัศน์ เป็นต้น จากนั้นจะใช้โปรแกรม
ArcGIS10 สร้าง Collect Events และการวิเคราะห์
สัณฐานวิทยาเมืองด้วยโครงข่ายการสัญจรอิสระ
(Space Syntax) จากความสัมพันธ์ของสัณฐาน

วิทยาเมือง นำจุดพิกัดการเคลื่อนที่ และการปิด
การจราจรทางเมือง จากการรวบรวมข้อมูลใน
ข้อข้างต้น บรรจุลงโปรแกรม Microsoft Excel
และนำเข้าข้อมูลบรรจุลงในโปรแกรม ArcGIS10

ข้อมูลพิกัดการเคลื่อนที่และการปิดการจราจรทาง
การเมือง และโครงข่ายการสัญจรอิสระในพื้นที่
กรุงเทพชั้นใน ซ้อนลงในโปรแกรม ArcGIS10
เพื่อหาความสัมพันธ์



ภาพที่ 24 ความสัมพันธ์ระหว่างโครงข่ายการสัญจรอิสระกับจุดการเคลื่อนที่
และการปิดการจราจรทางเมือง

สรุปและอภิปรายผล

เป็นการศึกษาเพื่อหาแนวทางในการรักษา
ความปลอดภัยสำหรับการเกิดเหตุภัยในพื้นที่
โรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ โดยใช้วิธีการวิจัยแบบ
สำรวจ (Survey Methods Research) เพื่อใช้ใน
การพัฒนาพื้นที่ของโรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ ทั้งนี้
ได้เจาะประเด็นไปในพื้นที่ของอาคารผู้ป่วยนอก
และผู้ป่วยใน โดยคำนึงถึงประโยชน์ด้านการรักษา
ความปลอดภัยที่ก่อให้เกิดอันตรายทั้งชีวิต และ

ทรัพย์สินสำหรับผู้ที่ใช้บริการทั้งบุคคลภายนอก
และแพทย์ พยาบาล เจ้าหน้าที่ของโรงพยาบาล
จุฬาลงกรณ์ การศึกษาเริ่มจากการศึกษาข้อมูล
ทั่วไปของพื้นที่โครงการ ประวัติความเป็นมา
ลักษณะกายภาพอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง สภาพเศรษฐกิจ
และสังคมเบื้องต้นเพื่อนำมาเป็นแนวทางค้นคว้า
หาแนวทางการออกแบบ โดยวิธีการเก็บข้อมูล
แบ่งออกเป็น 2 วิธี ดังนี้

1. การสำรวจทางกายภาพ (Physical Survey)

เป็นการเก็บสภาพอาคารผู้ป่วยนอก และผู้ป่วยในจำนวน 12 อาคารภายในพื้นที่โรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ โดยสำรวจตำแหน่งที่ตั้ง มุมมอง ภูมิทัศน์ สภาพภายนอกอาคาร สภาพแวดล้อมโดยรอบ และการเข้าถึงพื้นที่อาคาร ใช้วิธีการเก็บข้อมูลหลายรูปแบบคือ ภาพถ่าย ภาพเคลื่อนไหว ภาพสเก็ตช์ และการวัดระยะต่าง ๆ จากสภาพพื้นที่จริง

2. การสังเกตแบบมีส่วนร่วม (Participant Observations)

เป็นการศึกษาพฤติกรรมการใช้งานพื้นที่อาคารจากการสังเกตจากภายนอก เพื่อให้เห็นถึงพฤติกรรมการใช้งานอาคารจริงในแต่ละช่วงเวลา ซึ่งวิธีนี้จะทำให้ได้ข้อมูลจากสภาพการใช้งานจริง โดยผู้สังเกตออกแบบช่วงวัน และเวลาที่แตกต่างกัน ทำให้ได้ข้อมูลทั้งผู้ใช้อาคารจากบุคคลภายนอกและภายในอย่างครอบคลุม

หลังจากนั้นนำข้อมูลที่ได้ทั้งหมดมาทำการวิเคราะห์ พบว่า ในด้านกายภาพ ของอาคารภายในโรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ จะเห็นได้ว่าผังบริเวณภายในค่อนข้างจะสับสน เนื่องจากอาคารต่าง ๆ ภายใน มีการปรับปรุงเปลี่ยนแปลงการใช้งานมาหลายครั้ง บางอาคารก็สร้างมาไม่ใช่สำหรับการรักษาพยาบาล ทำให้การใช้งานอาคารไม่สอดคล้องกับกิจกรรมภายในมากนัก รวมถึงอาคารแต่ละหลัง ก็ก่อสร้างตามพื้นที่ที่มี จึงเป็นผลทำให้การเชื่อมต่อของแต่ละอาคารไปมาไม่สะดวกในส่วนของตัวเองอาคารจะมีความหลากหลายในด้านรูปแบบและวัสดุที่ใช้ การป้องกันการบุกรุกจากบุคคลภายนอก ยังขาดการออกแบบป้องกันที่ดี ซึ่งในการเสนอแนวทางการปรับปรุงนี้จะเสนอในรูปแบบที่ไม่กระทบกับรูปลักษณ์ทางสถาปัตยกรรม อาทิเช่น การเพิ่มความแข็งแรงให้กับกระจก หรือสร้างแนวระแนงเหล็กเพื่อ

ป้องกันการรुकล้ำ รวมถึงการใช้ประโยชน์ของภูมิทัศน์ในการป้องกันการเข้าถึงอีกด้วย ส่วนเรื่องเส้นทางสัญจรภายในพื้นที่โรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์นั้น จะเห็นได้ว่ามีประตูทางเข้า-ออกหลายทาง ซึ่งมีทั้งข้อดีและข้อเสีย ในส่วนของข้อดี คือ ความสะดวกในการเดินทางจากถนนหลาย ๆ เส้นทางที่สามารถเข้า-ออกได้ในยามจราจรคับคั่งหรือเกิดเหตุปิดการจราจรบางเส้นทาง ยังเสี่ยงไปใช้เส้นทางอื่น ๆ ได้ สำหรับข้อเสีย คงเป็นในส่วนของความปลอดภัย ความปลอดภัยที่ยังมากทางเข้า-ออก ก็ยังทวีคูณความเสี่ยงมากขึ้น เพราะต้องมี รปภ.เฝ้าระวังตลอดเวลา รวมถึงการใช้อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์พวกกล้อง CCTV มาช่วยควบคุม และดูแลมากขึ้น

สำหรับแนวทางในการแก้ปัญหาในทางผู้วิจัยอาศัยพื้นที่ทางด้านการออกแบบสถาปัตยกรรม และภูมิทัศน์ ผสานกับข้อมูลที่ได้จากการสอบถามจากผู้เกี่ยวข้องในพื้นที่ สร้างเป็นแนวทางในการปรับปรุงด้านกายภาพของอาคาร และผังบริเวณให้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น โดยไม่กระทบกับรูปแบบทางสถาปัตยกรรมเดิมที่เป็นอยู่

ในส่วนของเส้นทางที่มีการเคลื่อนที่และปิดการจราจรทางการเมืองในกรุงเทพมหานครมากที่สุดและถี่ที่สุดคือเขตพระนคร โดยมีมักอยู่บนเส้นทางที่มีซอยย่อยสะสมมาก ซึ่งจะมีค่าคะแนนความสำคัญย่านย่อยสูง และเป็นถนนที่สำคัญเป็นเส้นหลักที่ใช้ในการคมนาคมในระดับย่านย่อย โดยกรณีพื้นที่บริเวณรัศมีโดยรอบของโรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์พบว่ามีจุดการเคลื่อนที่และการปิดการจราจรของกลุ่มผู้ชุมนุมทางการเมืองบริเวณถนนพญาไท ถนนสุรวงศ์ ถนนราชดำริ และถนนสี่พระยา ซึ่งประกอบด้วยถนนที่มีค่าสะสมในระดับสูง ถึงปานกลาง กล่าวคือ ถนนสุรวงศ์และถนนราชดำริ มีผลการคำนวณจากโปรแกรม Space Syntax ที่พบว่ามีความเหมาะสมสูงที่สุดในระดับย่านแสดงออกเป็น

เส้นสีแดง และถนนพญาไท ถนนสีพระยามีค่า สะสมปานกลาง ปรากฏเป็นเส้นสีส้ม

ซึ่งจากผลดังกล่าวชี้ให้เห็นว่าโครงข่าย การสัญจรดังกล่าวเป็นเส้นสำคัญในการคมนาคม ในย่านย่อยนี้ ดังนั้นเมื่อเกิดเหตุการณ์ปิด การจราจรและการเคลื่อนที่ของกลุ่มผู้ชุมนุมทาง การเมือง จะทำให้ส่งผลกระทบต่อประชาชน ในย่าน โดยเฉพาะผู้ป่วยและประชาชนที่ต้องการ เดินทางเข้า-ออก ในโรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ คณะผู้วิจัยได้แสดงเส้นทาง ทางเลือก ซึ่งเป็น แนวทางในการลำเลียงประชาชนออกจากพื้นที่ การเคลื่อนที่และการปิดการจราจรของกลุ่ม ผู้ชุมนุมทางการเมือง กล่าวคือ ในการป้องกันควร หลีกเลี่ยงเส้นทางที่มีค่าระดับย่านสูง คือ เส้นสีแดง และสีส้ม แนวทางในการลำเลียงควรผ่านถนน ที่มีเส้นที่มีค่าระดับย่านต่ำ เช่น ถนนที่มีตรอก ซอกซอย จะแสดงเป็นเส้นสีเขียวเข้ม เขียวอ่อน และเหลือง ตามลำดับ ทั้งนี้ควรรับลำเลียงผู้ป่วย และประชาชนให้ทันทั่วถึง มิฉะนั้น เส้นสีแดงกล่าว จะถูกปิดล้อมภายในระยะเวลารวดเร็ว

ข้อเสนอแนะ

ในการวิจัยขั้นต่อไป ควรนำผลการวิเคราะห์ ที่ได้จากการวิจัยนี้ไปพัฒนาเป็นรูปแบบแนวทาง ลักษณะกายภาพของอาคารทั้ง 12 หลังให้เหมาะสม ในแต่ละอาคาร ซึ่งผลของการออกแบบเป็น รูปแบบของ Design Guidelines ที่ได้จากการวิจัย สามารถนำแนวทางนี้ไปสู่กระบวนการออกแบบ ที่เฉพาะเจาะจงมากขึ้นในขั้นตอนต่อไป เพื่อให้ เกิดรูปแบบที่เหมาะสมกับอาคารในแต่ละอาคาร และพื้นที่อื่น ๆ ด้วย รวมถึงการพิจารณาเส้นทาง ลัดอื่น ๆ ในพื้นที่ใกล้เคียง เพื่อหลบเลี่ยงการปิด การจราจรในบางเส้นทาง

เอกสารอ้างอิง

- กระทรวงยุติธรรม สำนักงานกิจการยุติธรรม. (2550). การป้องกันอาชญากรรมในเขต กรุงเทพมหานครและปริมณฑล : ศึกษาการจัด สภาพแวดล้อม สำหรับการจัดทำคู่มือ สำหรับประชาชน. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ สำนักงานกิจการยุติธรรม กระทรวง ยุติธรรม.
- กุสุมา ธรรมธำรง. (2549). การออกแบบอาคาร สถานที่เพื่อคนทุกคน. กรุงเทพฯ: คณะ สถาปัตยกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยี พระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- คณิษฐ์ เนียรวิฑูรย์. (2554). การเสนอแนวทาง การออกแบบสภาพแวดล้อม เพื่อลด ช่องโอกาสการเกิดอาชญากรรมในย่าน ที่พักอาศัยของชุมชนในเขตเมือง (กรุงเทพมหานคร). วิทยานิพนธ์ การวางแผนชุมชนเมืองและสภาพแวดล้อม มหาบัณฑิต สาขาวิชาการวางแผน ชุมชน เมือง และ สภาพ แวด ล้อม ภาควิชาการออกแบบและวางผังชุมชนเมือง บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- จันทจิรา เอี่ยมมยุรา. (ม.ป.ป.). เสรีภาพในการ ชุมนุมในที่สาธารณะ : หลักทั่วไปและ ข้อจำกัด. คณะนิติศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.
- ณรงค์ กุลนิเทศ. (2556). รูปแบบการมีส่วนร่วม ของชุมชนเขตพระนครในการป้องกัน อาชญากรรม. งานวิจัยสำนักงาน คณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) ภายใต้ งบประมาณแผ่นดิน มหาวิทยาลัยราชภัฏ สุพรรณินทา.

- ไตรรัตน์ จารุทัศน์. (2552). **คู่มือปฏิบัติวิชาชีพสถาปัตยกรรมการออกแบบสภาพแวดล้อมและสิ่งอำนวยความสะดวกสำหรับทุกคน.** (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: สมาคมสถาปนิกสยามในพระบรมราชูปถัมภ์.
- ธนายุส ธนिति. (2549). **สิ่งอำนวยความสะดวกสำหรับคนพิการและเพื่อทุกคนในสังคม.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโทศึกษาศาสตร์ สาขาวิชาอาชีวศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ประพนธ์ เนียมสา และ ชัยยศ อิชฎีวรพันธุ์. **การศึกษาเชิงจิตวิทยาเกี่ยวกับพื้นที่และขอบเขตส่วนตัวที่มองไม่เห็นในบริบทของพื้นที่.** วิทยานิพนธ์ศิลปมหาบัณฑิต สาขาวิชาการออกแบบ คณะศิลปะและการออกแบบ มหาวิทยาลัยรังสิต.
- ประเสริฐ เมฆมณี. (2523). **ตำรวจและกระบวนการยุติธรรม.** กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์พิธ.
- ประชัย เปี่ยมสมบูรณ์. (2545). **การควบคุมอาชญากรรมจากสภาพแวดล้อม : หลักทฤษฎีและมาตรการ.** (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์บรรณกิจ.
- แผนงานติดตามสถานการณ์ความเป็นธรรมด้านสุขภาพ. (2550). **รายงานฉบับสมบูรณ์สถานการณ์คนพิการในสังคมไทย : การวิเคราะห์ข้อมูลการสำรวจความพิการ และพหุผลภาพของสำนักงานสถิติแห่งชาติ ปี พ.ศ. 2545 และ 2550.** นนทบุรี: สำนักงานพัฒนาโยบายสุขภาพระหว่างประเทศ. กระทรวงสาธารณสุข.
- พรรณทิภา สายวัฒน์. (2552). **การปรับปรุงพื้นที่ว่างสาธารณะในย่านพาณิชยกรรมศูนย์กลางเมืองกรุงเทพมหานคร.** วิทยานิพนธ์สถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการออกแบบชุมชนเมือง ภาควิชาการวางแผนภาคและเมือง คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- วิมลสิทธิ์ หรยางกูร. (2530). **พฤติกรรมมนุษย์กับสภาพแวดล้อม.** กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์.
- สำนักงานตำรวจแห่งชาติ กองวิจัยและพัฒนา. (2550). **คู่มือการป้องกันอาชญากรรมโดยการออกแบบสภาพแวดล้อม (Crime Prevention Through Environment Design).** กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ตำรวจ.
- สำนักงานส่งเสริมคุณภาพชีวิตคนพิการแห่งชาติ. (2555). **คู่มือรายการอุปกรณ์ สิ่งอำนวยความสะดวก หรือบริการที่สอดคล้องกับความต้องการพิเศษของคนพิการ หน่วยปฏิบัติการวิจัยสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมกับผู้สูงอายุและคนพิการ.** กรุงเทพฯ: กระทรวงการพัฒนาสังคมและความมั่นคงของมนุษย์.
- Becker, Franklin D., Mayo, Clara. (1971). **Delineating Personal Distance and Territoriality. Environment and Behavior, 3(4), 375-381.**
- Brantingham, P. and Brantingham, P. (1995). **Criminality of place: Crime generators and crime attractors. European Journal of Criminal Policy and Research, 3, 5- 26.**

- Brantingham, P.J. and Brantingham, P.L.
(1981b). **Introduction: The dimensions of crime.** In P.J. Brantingham and P.L. Brantingham (eds) **Environmental Criminology.** London: Sage.
- Brantingham, P.J. and Brantingham, P.L.
(1981c). **Notes on the geometry of crime.** In P.J. Brantingham and P.L. Brantingham (eds) **Environmental Criminology.** London: Sage.
- Brantingham, P.J. and Brantingham, P.L.
(1984). **Patterns in Crime.** New York: Macmillan.
- Brantingham, P.J. and Brantingham, P.L.
(1981a). **Environmental Criminology.** Prospect Heights: Waveland Press.

การออกแบบและพัฒนาเครื่องหั่นซอยหอมแดงระบบกึ่งอัตโนมัติต้นแบบ สำหรับวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม

สฤษฎีชัย เข้มเจริญ¹, มนตรี น่วมจิตร¹, กฤติธรรณ นามสง่า¹, ศิริชัย ต่อสกุล^{1*}

^{1*} ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ปทุมธานี

บทคัดย่อ

เครื่องหั่นซอยหอมแดงถูกออกแบบและสร้างขึ้นเพื่อลดเวลา ลดแรงงานในการหั่นซอยหอมแดง ลดการระคายเคืองบริเวณดวงตา และผิวหนังของคนงาน สำหรับใช้ในวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม ที่แปรรูปหอมแดงจำหน่าย เครื่องต้นแบบประกอบไปด้วย โครงสร้างเครื่อง ช่องใส่วัตถุดิบ ชุดส่งกำลัง ชุดจานหมุนใบมีด ช่องทางออกของวัตถุดิบ และระบบควบคุมการทำงาน โดยใช้มอเตอร์ไฟฟ้าขนาด 0.5 แรงม้า เป็นเครื่องต้นกำลัง การทำงานของเครื่องเป็นแบบจานหมุนใบมีดภายในถังเพื่อหั่นซอยหอมแดงได้ตามความต้องการ การทดสอบการทำงานพบว่า มุมคมตัดที่ 15 องศา ความเร็ว 350 รอบต่อนาที สามารถหั่นซอยหัวหอมแดงได้ 150 กิโลกรัมต่อวัน และในด้านเศรษฐศาสตร์เครื่องซอยหอมแดงต้นแบบเป็นตัวเลือกที่น่าสนใจสำหรับการลงทุนในวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม

คำสำคัญ : หอมหัวแดง, วิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม, การหั่นซอยหอมแดง

Design and development of semi-automatic shallots chopping machine prototype for small to medium enterprise.

Sirichai Torsakul^{1*}, Sonchai Kamcharlearn¹, Montree Nuamjit¹,

Kittitorn Namsanga¹

^{1*}Department of Industrial Engineering Faculty of Engineering
Rajamangala University of Technology Thanyaburi Pathumthani

Abstract

Shallots chopping machine was design and built to help reduce time and labor in chopping shallots. It helped to reduce eye and skin irritation of worker in small to medium enterprise that transforms shallots for sale. The prototype included structure, material slot, driving force set, spinning blade set, material releasing slot, and controlling system with 0.5 HP. The motor served as the initial power of the spinning blade in container. The experiment found that the machine is 91 percent at its peak performance with the blade cutting at 15 degree. The speed of the chopping is 350 rpm with production at the maximum of 150 kg/day. Economic analysis revealed that this prototype machine payback period is 1.6 year. It is an interesting alternative of small and medium enterprise to invest in.

Keywords : Shallots, small to medium enterprise, shallots chopping

บทนำ

ปัจจุบันวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม หรือ SMEs เริ่มมีการขยายตัวเพิ่มมากขึ้น เนื่องจากปัจจัยหลาย ๆ ด้าน เช่น การสนับสนุนจากภาครัฐ (รับมอบนโยบายส่งเสริม SMEs พร้อมเดินหน้านานปี, 2559) และความต้องการของผู้บริโภคมีความต้องการเพิ่มมากขึ้น ซึ่งรวมไปถึงการขยายตัวของตลาดในประเทศ โดยปี 2558 GDP ของภาคการเกษตร สูงถึง 1,237,309 ล้านบาท หรือคิดเป็นร้อยละ 9.1 (สำนักงานส่งเสริมวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม) ทำให้เกิดช่องทางในการสร้างรายได้ให้กับผู้ประกอบการรายย่อย หรือแม้แต่การรวมกลุ่มกันของคนในชุมชนที่สามารถก่อตั้งเป็นวิสาหกิจชุมชนเพื่อสร้างผลิตภัณฑ์ออกมาจำหน่าย

หอมแดงเป็นพืชอีกชนิดที่มีการปลูกเป็นจำนวนมากในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคเหนือ หอมแดง (*Allium ascalonicum*) เป็นพืชในวงศ์ Alliaceae (Smith, C., Lombard, KA., Peffley, EB. and Liu, W., 2003) ซึ่งเป็นพืชที่มีประโยชน์ทางด้านสมุนไพร และมีสรรพคุณทางยา เช่น แก้อาการคัน แก่หอบหืด ช่วยลดระดับคอเลสเตอรอลในเลือด (สุกัญญา เดชอดิศัย, 2553) และยังเป็นพืชเศรษฐกิจอีกประเภทของไทย ในปี 2558 พบว่ามีผลผลิตสูงถึง 129,741 ตัน (ข้อมูลการผลิตสินค้าการเกษตร, 2558) ซึ่งปัจจุบันการจำหน่ายหอมแดงในท้องตลาดจะมีราคาอยู่ระหว่าง 40 - 70 บาทต่อกิโลกรัม ขึ้นอยู่กับปริมาณหอมแดงในท้องตลาดด้วย และในบางปีเกษตรกรต้องประสบปัญหาจำนวนหอมแดงในท้องตลาดมากเกินไปจนความต้องการ ทำให้มีราคาตกต่ำ บางครั้งทำให้เกิดการเน่าเสีย เนื่องจากเกษตรกรไม่สามารถขายได้ ดังนั้นการแปรรูปหอมแดงเพื่อเพิ่มมูลค่าให้กับเกษตรกร เช่น หอมเจียวจึงเป็นอีกทางเลือก กระบวนการผลิต

หอมเจียวจะแบ่งออกเป็นสามขั้นตอนหลัก ๆ คือ การปอกหัวหอม การหั่นซอย และการเจียว ซึ่งปัจจุบันการหั่นซอยหัวหอมยังใช้ อุปกรณ์สไลด์หอมแดงที่ใช้แรงงานคน ดังภาพที่ 1 ทำให้การหั่นซอยหอมแดงใช้ระยะเวลานาน และมีกำลังการผลิตน้อย นอกจากนี้ยังทำให้เกิดการระคายเคืองดวงตา และผิวหนังได้ ทำให้กลุ่มธุรกิจขนาดเล็กไม่สามารถตอบสนองความต้องการของตลาดได้ และลดโอกาสในการแข่งขันอีกด้วย

ดังนั้นวัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้จึงดำเนินการออกแบบและสร้างเครื่องหั่นซอยหอมแดงระบบกึ่งอัตโนมัติต้นแบบขึ้น เพื่อพัฒนากระบวนการผลิตหอมเจียวให้มีคุณภาพ ลดเวลาในการหั่นซอยหัวหอมแดง และสามารถเพิ่มอัตราการผลิตให้กับอุตสาหกรรมอาหารและสามารถลดผลกระทบจากกระบวนการหั่นซอยหัวหอมแดง



ภาพที่ 1 อุปกรณ์สไลด์หอมแดงและกระเทียม ช่วยประหยัดเวลา (WOODY FOOD TRAVEL)

วิธีการศึกษา

1. ศึกษาข้อมูลสำหรับการออกแบบ

หอมแดงเป็นพืชที่มีลำต้นอยู่ใต้ดิน เป็นไม้หัว มีลักษณะเป็นรูปไข่และพองโต เรียกกันอีกอย่างว่า บัลบ์ (Bulb) เรียงกันเป็นชั้น ๆ ที่มีเปลือกนอกสีม่วงปนแดง ส่วนใหญ่ขนาดหัวหอมที่นำมาหั่นซอยเพื่อผลิตหอมเจียวจะมีขนาดอยู่ระหว่าง 2 - 4.5 เซนติเมตร ดังภาพที่ 2 และมี

ขนาดความหนาหลังการหั่นซอยอยู่ที่ 2 มิลลิเมตร ดังภาพที่ 3 ซึ่งขนาดความหนาของหอมแดงซอย ควรมีความสม่ำเสมอเนื่องจากเมื่อนำไปเจียว จะทำให้ได้หอมเจียวที่มีคุณภาพ

2. การออกแบบเครื่องต้นแบบ

จากผลการศึกษาปัญหาและข้อมูลต่าง ๆ สำหรับการออกแบบเครื่องหั่นซอยหอมแดง เพื่อใช้ในธุรกิจขนาดเล็กนั้น ซึ่งสามารถออกแบบ ส่วนประกอบหลักของเครื่อง ได้แก่ โครงสร้างเครื่อง ชุดจานหมุนใบมีด ชุดส่งกำลัง และระบบควบคุม การทำงาน ดังภาพที่ 4 เนื่องจากเป็นเครื่องจักรที่ใช้สำหรับอาหาร ดังนั้นส่วนประกอบที่สัมผัสกับ หัวหอมโดยตรงจะใช้สแตนเลสเกรด 304 ซึ่งเป็น วัสดุสำหรับอุตสาหกรรมอาหาร (อดิศักดิ์ ฤาชา และ มติ ศรีหล้า, 2558)



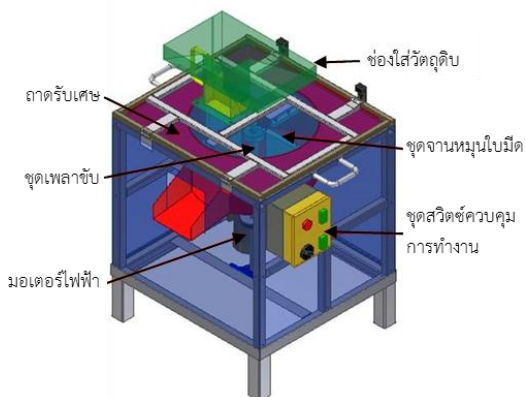
ภาพที่ 2 ขนาดหัวหอมแดงไทย



ภาพที่ 3 การวัดขนาดหอมซอย

3. การออกแบบใบมีดหั่นซอย

จากผลการทดลองก่อนหน้าโดยใช้ใบมีด ที่มีมุมคมตัด 20 และ 30 องศา พบว่า ลักษณะของหอมแดงหลังการหั่นซอยด้วยใบมีดมุมคมตัด 30 องศา มีรอยขีด และมีเศษจากการตัดมากกว่า ใบมีดที่มีมุมคมตัด 20 องศา ดังนั้นในการทดลองนี้ จึงกำหนดมีดแบบลับด้านเดียว (Single Grind) โดยแบ่งมุมคมตัดใบมีดหั่นซอยหัวหอมแดงออกเป็น 4 มุมด้วยกัน คือ 10, 15, 20 และ 25 องศา โดยชุดใบมีดจะใช้ สแตนเลส เกรด 402 ซึ่งต้านทาน การกัดกร่อนได้ดี และเหมาะสำหรับมาทำวัสดุ คมตัด (SIAM STAINLESS, 2554)



(ก) แบบเครื่องหั่นซอยหอมแดงจากโปรแกรม CAD

(ข) เครื่องหั่นซอยหอมแดงที่สร้าง

ภาพที่ 4 เครื่องหั่นซอยหอมแดง

การทดลอง

หลังจากการทดลองเบื้องต้นและแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ เครื่องหั่นซอยหอมแดงต้นแบบได้ถูกทดสอบและประเมินสมรรถนะในการทำงานรวมทั้งคุณภาพในหั่นซอย จากการทดสอบเบื้องต้นยังพบอีกว่าความเร็วมีผลต่อประสิทธิภาพในการหั่นซอย โดยความเร็วสูงสุดที่ใช้ในการหั่นซอยไม่ควรเกิน 450 รอบต่อนาที เนื่องจากหอมซอยจะมีขนาดไม่สม่ำเสมอ และมีเศษจากการตัดมาก ดังนั้นในการศึกษานี้จึงเป็นการทดลองภายใต้มุมคมตัดของใบมีด และความเร็วที่แตกต่างกัน โดยกำหนดมุมคมตัดที่ 10, 15, 20 และ 25 องศา และกำหนดความเร็วที่ 150 250 350 และ 450 รอบต่อนาที หลังจากทำการทดลองตามตัวแปรที่กำหนด หอมแดงซอยที่ได้จะถูกนำมาตรวจสอบทางกายภาพ และทำการวัดขนาดเพื่อนำไปคำนวณค่าประสิทธิภาพ ดังสมการที่ 1 ซึ่งส่วนที่เป็นเศษ มีขนาดความหนาแน่นน้อยกว่า 2 มิลลิเมตร หรือมีความเบี่ยงเบนความหนาแน่นมากกว่า 30 เปอร์เซ็นต์ ถือว่าเป็นของเสียเนื่องจากหากมีเศษเหล่านี้มากแล้วเมื่อนำไปทอด

จะทำให้เศษเหล่านี้ไหม้และทำให้จำนวนการทอดซ้ำของน้ำมันน้อยลง

ผลการทดสอบ

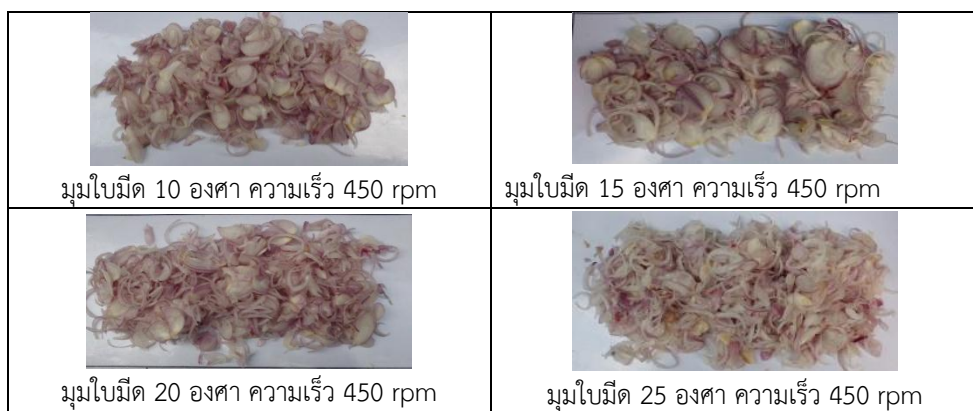
จากการทดสอบเครื่องหั่นซอยหอมแดงต้นแบบ ภายใต้ตัวแปรที่แตกต่างกัน พบว่าประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องมีความแตกต่างกัน ซึ่งผลการตรวจสอบทางกายภาพของหอมแดงหลังการหั่นซอย พบว่ามุมคมตัดใบมีดมีผลต่อการหั่นซอยหอมแดง ดังภาพที่ 5 การใช้มุมคมตัดใบมีด 20 และ 25 องศา ทำให้หอมแดงหลุดออกเป็นชิ้นเล็ก และมีสัดส่วนหอมแดงที่เป็นแผ่นน้อย ขณะที่การใช้มุมคมตัดใบมีด 10 และ 15 องศา หอมแดงส่วนใหญ่ยังจับตัวกันเป็นแผ่น และผลการประเมินประสิทธิภาพจากการทดสอบ ดังภาพที่ 6 พบว่า มุมคมตัดมีประสิทธิภาพสูงสุดที่ความเร็วในการหั่นซอยต่างกัน การใช้มุมคมตัดที่ 10 องศา จะมีประสิทธิภาพสูงสุดที่ความเร็ว 150 รอบต่อนาที การใช้มุมคมตัดที่ 15 องศา จะมีประสิทธิภาพสูงสุดที่ความเร็ว 350 รอบต่อนาที การใช้มุมคมตัดที่ 20 องศา จะมี

ประสิทธิภาพสูงสุดที่ความเร็ว 350 รอบต่อนาที และการใช้มุมคมตัดที่ 25 องศา จะมีประสิทธิภาพสูงสุดที่ความเร็ว 150 รอบต่อนาที อย่างไรก็ตาม เครื่องหั่นซอยต้นแบบมีประสิทธิภาพสูงสุดที่มุมคมตัด 15 องศา ที่ความเร็วรอบ 350 รอบต่อนาที ซึ่งมีค่าเท่ากับ 91 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้นจึงเป็นตัวแปรที่เหมาะสมสำหรับการใช้งานเครื่องหั่นซอยหอมแดง

ต้นแบบเนื่องจากหอมซอยที่ได้มีความหนาสม่ำเสมอ และมีเศษจากของเสียน้อยที่สุด

จากมุมคมตัดใบมีดที่เหมาะสมสำหรับการหั่นซอยหอมแดง พบว่ากำลังการผลิตของเครื่องเปลี่ยนแปลงตามความเร็วรอบของใบมีด ในการหั่นซอย ดังภาพที่ 7 โดยที่มุมคมตัดที่

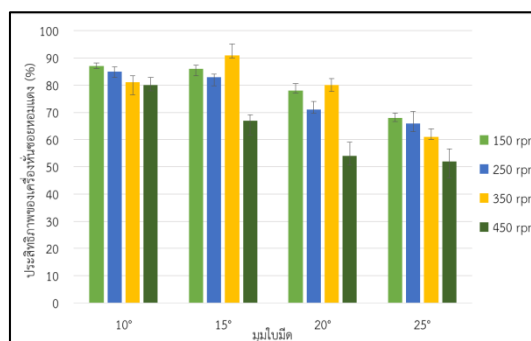
$$\text{ประสิทธิภาพ (\%)} = [\text{ปริมาณหอมแดงที่ใช้ทดลองทั้งหมด} / \text{ปริมาณหอมแดงที่ได้ขนาด}] \times 100 \quad (1)$$



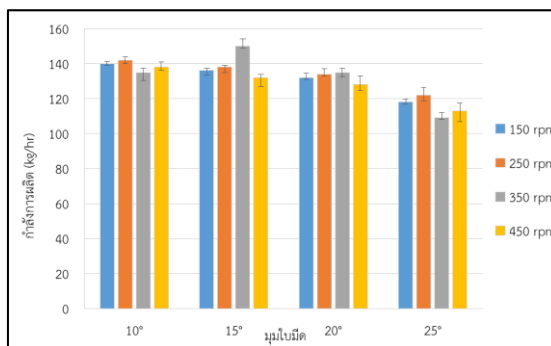
ภาพที่ 5 ลักษณะทางกายภาพหลังการหั่นซอยที่มุมใบมีดต่างกัน

10 องศา มีกำลังการผลิตสูงสุดเท่ากับ 142 กิโลกรัมต่อวันที่ความเร็ว 250 รอบต่อนาที มุมคมตัดที่ 15 องศา มีกำลังการผลิตสูงสุดเท่ากับ 150 กิโลกรัมต่อวันที่ความเร็ว 350 รอบต่อนาที ขณะที่มุมคมตัดที่ 20 องศา มีกำลังการผลิตสูงสุด

เท่ากับ 135 กิโลกรัมต่อวันที่ความเร็ว 350 รอบต่อนาที และมุมคมตัดที่ 25 องศา มีกำลังการผลิตสูงสุดเท่ากับ 122 กิโลกรัมต่อวันที่ความเร็ว 250 รอบต่อนาที



ภาพที่ 6 ประสิทธิภาพของเครื่องหั่นซอยหอมแดงต้นแบบ



ภาพที่ 7 กำลังการผลิตของเครื่องหั่นซอยหอมแดงต้นแบบ.

การวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์

อย่างไรก็ดีการตัดสินใจการลงทุนในตัวเลือกต่าง ๆ จำเป็นอย่างยิ่งสำหรับการวิเคราะห์หาจุดคุ้มทุน เพื่อเป็นการวิเคราะห์ความสัมพันธ์รายได้ และผลกำไรที่ปริมาณการผลิตต่าง ๆ ต้นทุนผลการวิเคราะห์เชิงเศรษฐศาสตร์วิศวกรรมที่ได้จากการประเมินค่าใช้จ่ายเบื้องต้น โดยคิดที่ราคาเครื่องต้นแบบ 75,000 บาท อายุการใช้งานของเครื่อง 5 ปี มูลค่าซาก 2,000 บาท ค่าเสียโอกาสของเงินทุน 12.62 เปอร์เซ็นต์ (MRR ธนาคารกสิกรไทย, 2559) ใช้ผู้ควบคุมเครื่อง 1 คน (ค่าแรง 300 บาทต่อวัน) กำลังการผลิต 150 กิโลกรัมต่อวัน จำนวนวันทำงาน 250 วันต่อปี

รายได้จากการผลิตสินค้าจากเครื่องหั่นซอยหอมต้นแบบ 112,500 บาทต่อปี (ประเมินจากส่วนต่างของราคาขาย 3 บาทต่อกิโลกรัม) อัตราค่าไฟฟ้า 2,500 บาทต่อปี และค่าซ่อมบำรุง 3,000 บาทต่อปี ซึ่งสามารถคำนวณระยะเวลาคืนทุนของเครื่องหั่นซอยหอมแดงต้นแบบได้ดังสมการที่ 2 (ไพบูลย์ แยมเผื่อน, 2548)

จากการคำนวณระยะเวลาคืนทุนของเครื่องหั่นซอยหอมต้นแบบ พบว่า ใช้ระยะเวลาคืนทุนเพียง 1.6 ปี ซึ่งถือว่าเป็นตัวเลือกที่ดีสำหรับการลงทุน เนื่องจากมีระยะเวลาคืนทุนต่ำกว่าอายุการใช้งานของเครื่องอยู่มาก

$$\text{ระยะเวลาคืนทุน} = \text{ราคาเครื่อง} + \text{รายได้ต่อปี } (A/P, i, n) + \text{มูลค่าซาก } (A/F, i, n) + \text{ต้นทุนแปรผัน} + \text{ค่าแรงงานต่อปี} \quad \dots\dots\dots(1)$$

โดยที่ $(A/P, i, n)$ คือ Capital recovery factor, $(A/F, i, n)$ คือ Sinking Fund factor, i คือ อัตราดอกเบี้ย, n คือ อายุการใช้งาน

สรุปผลการทดลอง

จากการทดสอบการทำงานของเครื่องหั่นซอยหอมแดงต้นแบบโดยใช้ตัวชี้วัดผล คือ ประสิทธิภาพการหั่นซอย และกำลังการผลิต พบว่า เครื่องสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

สูงสุดที่มุมคมตัดใบมีด 15 องศา และความเร็วรอบในการหั่นซอย 350 รอบต่อนาที ซึ่งสามารถหั่นซอยหอมแดงได้ 150 กิโลกรัมต่อวัน จากการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ การใช้เครื่อง

หันซอยหอมแดงต้นแบบมีระยะเวลาคืนทุน 1.6 ปี ซึ่งถือว่าเป็นตัวเลือกที่ดีสำหรับการลงทุน

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนจาก RMUTT financial budget in fiscal in 2016 ที่ได้ให้งบประมาณสนับสนุนโครงการวิจัย และขอขอบคุณภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ให้การสนับสนุนในด้านต่าง ๆ จนโครงการวิจัยนี้ประสบผลสำเร็จในการดำเนินงานเป็นอย่างดี ทางผู้วิจัยขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้ด้วย

เอกสารอ้างอิง

MRR ธนาคารกสิกรไทย. อัตราดอกเบี้ยเงินให้สินเชื่อ [ออนไลน์]. สืบค้น 15 มกราคม 2560 จาก <https://www.kasikombank.com/th/rate/LendingPDF/LendingRate28102016.pdf>.

ข่าว สสว. (2559). รับมอบนโยบายส่งเสริม SMEs พร้อมเดินหน้านานปี 2559. [ออนไลน์]. สืบค้นเมื่อ 8 มกราคม 2560 จาก <http://www.sme.go.th/th/index.php/news1/1015-smes-2559>

ไพบุลย์ แยมเผื่อน. (2548). เศรษฐศาสตร์วิศวกรรม. กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดดูเคชั่น.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. ข้อมูลการผลิตสินค้าการเกษตร 2558. [ออนไลน์]. สืบค้นเมื่อ 8 มกราคม 2560 จาก <http://www.oae.go.th>.

สำนักงานส่งเสริมวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม (สสว.). (2559). รายงานสถานการณ์ วิสาหกิจขนาดกลาง และขนาดย่อม ปี 2559. กรุงเทพฯ: ผู้แต่ง.

สุกัญญา เดชอดิศักดิ์. (2553). บทความสมุนไพรรื่องของหอม. ภาควิชาเภสัชเวชและ

เภสัชพฤกษศาสตร์ คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. สงขลา.

อดิศักดิ์ ฤาชา และ มติ ศรีหาล้า. (2558). เครื่องผ่านกล้วยทำกล้วยฉาบ. วารสารเกษตรพระวรุณ. 12(2). 136-143.

SIAM STAINLESS. (2554). การแบ่งกลุ่มสแตนเลส. [ออนไลน์]. สืบค้น 10 มกราคม 2560 จาก <http://www.siamstainless.com/?p=409>

Smith, C., Lombard, KA., Peffley, EB. and Liu, W. (2003). Genetic Analysis of Quercetin in onion (*Allium cepa* L.). The Texas Journal of Agriculture and Natural Resource. 16, 24-28.

WOODY FOOD TRAVEL. (2557). [ออนไลน์]. สืบค้นเมื่อ 8 มกราคม 2560 จาก <https://www.youtube.com/watch?v=7eY6MugJ6Pk>

การจัดการเทคโนโลยีอุตสาหกรรมในประเทศไทย

Industrial Technology Management

ศาสตราจารย์เกียรติคุณ ดร.อนันต์ รัชมิ

มหาวิทยาลัยราชภัฏชัยภูมิ

ความนำ

ในปัจจุบันประเทศไทยเป็นประเทศที่กำลังพัฒนาในทุก ๆ ด้าน เช่น ด้านการศึกษา การเมือง เศรษฐกิจ สังคม และโดยเฉพาะอย่างยิ่งการพัฒนาทางด้านอุตสาหกรรมเพื่อให้สอดคล้องกับแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับปัจจุบัน ฉบับที่ 12 (พ.ศ. 2560-2564) ดังนั้นจึงได้นำเอาความรู้และเทคโนโลยีต่าง ๆ มาเป็นเครื่องมือในการพัฒนาอุตสาหกรรมที่เคยทำกันมาแบบเดิม หรือทำกันมาในอดีต มาเป็นการพัฒนาขึ้นเป็นอุตสาหกรรมสมัยใหม่ ตลอดจนประสิทธิภาพการผลิตสูงขึ้นและเกิดการเปลี่ยนแปลงทางด้านอุตสาหกรรมตามไปด้วย เช่น อุตสาหกรรมการเกษตร เพราะประเทศไทยเป็นประเทศทางด้านเกษตรกรรม ในบทความฉบับนี้ผู้เขียนจะแบ่งเนื้อหาออกเป็น 3 ส่วน คือ ส่วนที่ 1 จะกล่าวถึงการจัดการ (Management) ส่วนที่ 2 จะกล่าวถึงเทคโนโลยีและ ส่วนที่ 3 จะกล่าวถึงอุตสาหกรรม แล้วนำเนื้อหาทั้ง 3 ส่วนนี้มาสรุปเข้าด้วยกัน

1. การจัดการ (Management) เป็นคำที่นิยมใช้เกี่ยวกับการทำธุรกิจ ซึ่งต่างจากคำว่า “การบริหาร” (Administration) ที่หมายถึงการดำเนินงานหรือปฏิบัติงานของหน่วยงานภาครัฐ ในบางครั้งอาจใช้คำว่า “การบริหารจัดการ” สำหรับคำว่า การจัดการส่วนใหญ่นิยมใช้ในภาคธุรกิจ ที่มีวัตถุประสงค์ เพื่อแสวงหาผลกำไรเป็นหลัก การจัดการจึงหมายถึง กระบวนการทำงานหรือกิจกรรมที่กลุ่มบุคคลในองค์กรร่วมกันทำงานเพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ตามแนวทางที่กำหนดไว้ ประกอบด้วย การวางแผน การจัดองค์กร การบังคับบัญชาสั่งการ การประสานงานและ

ควบคุม การจัดการจึงมีความสำคัญต่อองค์กรธุรกิจ เพราะทุกขั้นตอนมีผลต่อความสำเร็จที่จะทำให้เกิดผลกำไรและช่วยให้องค์กรธุรกิจสามารถดำเนินการต่อไปได้ นอกจากนี้ กระบวนการจัดการยังเป็นทั้งศาสตร์และศิลป์ที่ต้องรู้จักนำมาประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ เนื่องจากแต่ละองค์กรมีปัจจัยความสำคัญที่แตกต่างกัน

จากการศึกษาความหมายดังกล่าว สรุปได้ว่าการจัดการ คือ กระบวนการในการใช้กลยุทธ์ และการผสมผสานการใช้ทรัพยากรต่าง ๆ ในการดำเนินงานด้วยความร่วมแรงร่วมใจของสมาชิกในองค์กร ความรู้ ความสามารถ ความถนัด ความต้องการเพื่อให้เกิดสัมฤทธิ์ผลตามเป้าหมายภารกิจ และหน้าที่เป็นสิ่งที่มนุษย์ทุกคนต้องปฏิบัติเพื่อดำรงชีวิตอยู่สำหรับความก้าวหน้า และจะต้องมีความรับผิดชอบต่อความสำเร็จ หรือความล้มเหลวต่อการปฏิบัติงานนั้น ๆ ด้วยในการประกอบกิจกรรมใด ๆ ก็ตามถ้าพึ่งคน ๆ เดียวไม่สามารถที่จะกระทำให้งานทั้งปวงบรรลุถึงวัตถุประสงค์ที่วางไว้ จำเป็นต้องอาศัยพึ่งพาช่วยเหลือซึ่งกันและกัน ร่วมมือและร่วมกันทำงาน เพื่อให้บรรลุตามที่ปรารถนา ปัจจัยที่จะช่วยก่อให้เกิดผลสำเร็จดังกล่าว คือ ความสามารถในการบริหารหรือการจัดการนั่นเอง

การบริหารหรือการจัดการได้ดำเนินมาควบคู่กับสังคมมนุษย์ และพัฒนามาตามลำดับตลอดจนได้พยายามศึกษาอิทธิพลของสังคมทางเศรษฐกิจ การเมือง อุดมการณ์ต่าง ๆ รวมทั้งปรัชญาการบริหารและการจัดการขององค์กรในอันที่จะนำทฤษฎีที่เหมาะสมที่สุดแก่สังคม หรือองค์กรนั้นต่อไป และงานของการบริหาร หรือ

การจัดการนั้นขึ้นอยู่กับขนาดของหน่วยงานภายในองค์กร และผู้บริหารทุกระดับจะต้องปฏิบัติภารกิจแห่งหน้าที่อันเกี่ยวกับการวางแผน การกำหนดนโยบาย วัตถุประสงค์ การจูงใจ การตัดสินใจ การประเมินผล ตลอดจนเทคนิคหรือเคล็ดลับต่าง ๆ เพื่อให้งานบริหารหรือการจัดการบรรลุเป้าหมายอย่างแท้จริง

การจัดการซึ่งกำหนดไว้โดยนักบริหารธุรกิจมักใช้คำว่า Management ส่วนทางราชการมักจะใช้คำว่า Administration เช่น Business Administration อาจกล่าวได้ว่า Administration เน้นในเรื่องนโยบาย ส่วน Management มักจะเป็นการบริหารดำเนินงานนโยบายไปปฏิบัติ ซึ่งได้สรุปการจัดการหรือการบริหาร คือการใช้ทรัพยากรต่าง ๆ เพื่อให้เกิดผลงานตามวัตถุประสงค์ขององค์กรนั่นเอง

องค์กรใดจะอยู่รอดและเจริญก้าวหน้าต่อไปเมื่อได้พิสูจน์ให้สังคมเห็นว่า องค์กรนั้นยังมีความสามารถที่จะให้บริการที่สังคมต้องการมีประโยชน์สูงสุด และเสียค่าใช้จ่ายที่ยุติธรรม ดังนั้น นักบริหารจึงเปรียบเสมือนกุญแจดอกสำคัญที่จะนำองค์กรไปสู่ความสำเร็จตามวัตถุประสงค์ เพราะเหตุที่ว่า

1. การบริหารหรือจัดการช่วยให้องค์การนั้นบรรลุถึงเป้าหมายตามวัตถุประสงค์ วัตถุประสงค์ขององค์กรธุรกิจก็คือ กำไร โดยถือว่า จะต้องประหยัด (Economy) และให้ได้ผลผลิตมากที่สุด

2. การบริหารหรือการจัดการช่วยให้เกิดประสิทธิภาพ (Efficiency) และประสิทธิผลของงาน (Effectiveness)

- ประสิทธิภาพ หมายถึง ผลงานที่เกิดประโยชน์สูงสุด

- ประสิทธิผล หมายถึง ความสำเร็จของผลงานตามที่คาดหมายไว้

นักวิชาการในทางการบริหาร/จัดการ ได้เขียนเป็นสูตรคณิตศาสตร์การบริหาร และการจัดการเกี่ยวกับการวัดประสิทธิภาพของงานไว้ ดังนี้

$$E = (I-P-O) + S$$

โดยกำหนดให้

E = Economy, Efficiency, Effectiveness

I = Input = คือ การนำเข้า

P = Process = คือ กระบวนการ

O = Output = คือ ผลที่ได้รับ

S = Satisfaction = คือ ความพอใจ

3. การบริหารหรือการจัดการช่วยพยุงส่งเสริมฐานทางเศรษฐกิจของชาติ

4. เป็นเครื่องชี้ถึงความเจริญ หรือความเสื่อมขององค์กรและของสังคมในอนาคต

5. ความต้องการนักบริหารมีมากขึ้น อันสืบเนื่องมาจากจำนวนพลเมืองเพิ่มมากขึ้น สภาพทางเศรษฐกิจ การเมืองและสังคมเปลี่ยนแปลงไป ก่อให้เกิดองค์การเพิ่มมากขึ้นงานด้านบริหารหรือการจัดการจึงเป็นสิ่งจำเป็นยิ่ง

ความสำคัญของการจัดการ

การดำเนินงานขององค์กรนั้นจำเป็นจะต้องนำหลักการของการจัดการมาใช้ เพื่อให้การดำเนินงานขององค์กรเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ และบรรลุเป้าหมายขององค์กรที่กำหนดไว้ ซึ่งการจัดการนั้นมีบทบาทและมีความสำคัญอย่างยิ่ง ดังนี้

1. การจัดการเป็นสมองขององค์กร การที่องค์กรจะประสบความสำเร็จตามเป้าหมายที่กำหนดไว้นั้น จำเป็นต้องมีกระบวนการจัดการที่ดี อาทิ เช่น มีการวางแผนและตัดสินใจ โดยผ่านการกลั่นกรองจากฝ่ายจัดการที่ได้พิจารณาข้อมูลต่าง ๆ อย่างใช้ดุลยพินิจ ใช้สติปัญญาพิจารณาผลกระทบต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นต่อองค์กรนั้น

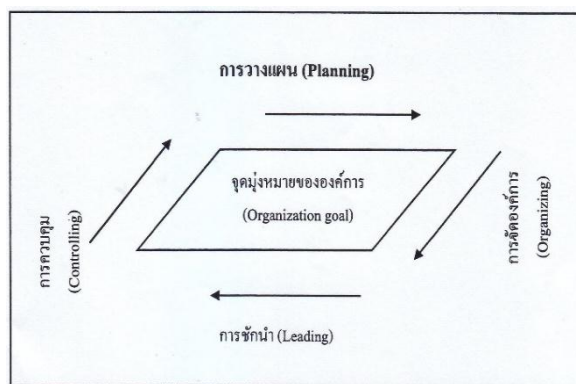
2. การจัดการเป็นเทคนิควิธีการ การจัดการเป็นเทคนิควิธีการที่ทำให้สมาชิกในองค์กรเกิดจิตสำนึกร่วมกันในการปฏิบัติงาน ความตั้งใจเต็มใจช่วยเหลือหรือให้องค์การประสบความสำเร็จ ทั้งนี้เพราะมีกระบวนการสร้างขวัญและกำลังใจในการทำงานนำทางให้องค์การไปสู่ความสำเร็จ

3. การจัดการเป็นการกำหนดขอบเขตในการทำงานของสมาชิกในองค์กร ไม่ให้ซ้ำซ้อนกัน

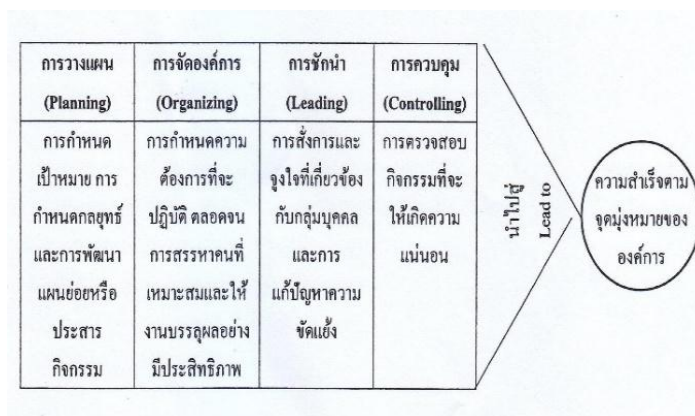
ทำให้การปฏิบัติงานเป็นไปด้วยความราบรื่น รวดเร็วและมีประสิทธิภาพ

4. การจัดการเป็นการแสวงหาวิธีการที่ดีที่สุด ในการปฏิบัติงานให้องค์การเกิดประสิทธิผล และประสิทธิภาพสูงสุดมาใช้

หน้าที่ของการจัดการ หน้าที่ของการจัดการสามารถแยกออกได้ 4 หน้าที่หลัก คือ การวางแผน การจัดการองค์การ การชักนำและการควบคุม ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 แสดงกระบวนการจัดการที่มีการสัมพันธ์กัน 4 ประการ
ที่มา : ศิริวรรณ เสรีรักษ์ และคณะ, 2542



ภาพที่ 2 แสดงหน้าที่ในการจัดการ
ที่มา : ศิริวรรณ เสรีรัตน์ และคณะ, 2542.

การวางแผน (Planning) จะเกี่ยวข้องกับ การกำหนดเป้าหมาย กลยุทธ์ การพัฒนา แผนย่อย เพื่อให้เกิดการประสานงานในกิจกรรมต่าง ๆ การตัดสินใจเลือกใช้วิธีการจากทางเลือกหลาย ๆ ทางเพื่อปฏิบัติในอนาคต

การจัดการ (Organization) เป็นการกำหนดว่าจะทำอะไร บุคคลใดมีความเหมาะสมที่จะทำงานนั้น วิธีการที่จะจัดกลุ่มงาน ใครรายงานขึ้นตรงต่อใครและจุดใดมีความต้องการตัดสินใจเกิดขึ้น การจัดการองค์การจะต้องมีการจัดบุคคลเข้าทำงาน ซึ่งเป็นกระบวนการที่เป็นทางการเพื่อให้มั่นใจว่า องค์การมีพนักงานที่มีความสามารถในงานทุกระดับ เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ขององค์การทั้งระยะสั้นและระยะยาว

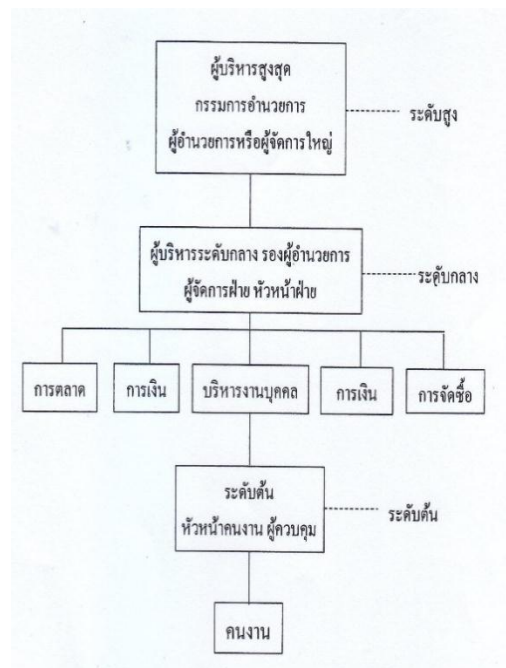
การชักนำ (Leading) ประกอบด้วย การจูงใจ ผู้ใต้บัญชา การสั่งการ การคัดเลือกช่องทางการสื่อสารที่มีประสิทธิภาพมากที่สุด ตลอดจนการแก้ปัญหาการขัดแย้ง

การควบคุม (Controlling) เป็นกิจกรรมติดตามผลและแก้ไข ปรับปรุงสิ่งที่จำเป็น เพื่อให้เกิดความเชื่อมั่นว่างานบรรลุตามที่วางไว้

จากหน้าที่ของการจัดการ จะเห็นว่ามี ความสำคัญสำหรับทุกองค์การผู้บริหารมีหน้าที่ ในการทำให้บุคคลในองค์การร่วมมือร่วมใจ เพื่อให้บรรลุจุดประสงค์ขององค์การไม่ว่าจะเป็น องค์การธุรกิจขนาดเล็ก ขนาดใหญ่ องค์การของรัฐ องค์การอุตสาหกรรมการผลิต อุตสาหกรรมอื่น ๆ ซึ่งองค์การอุตสาหกรรมการผลิต จะเห็นภาพได้ ชัดเจนจากการดำเนินงานตามหน้าที่ของการจัดการ เพราะจะส่งผลโดยตรงต่อปริมาณ คุณภาพของ การผลิต ซึ่งสามารถวัดได้ง่ายและการจัดการมีความจำเป็นในการดำเนินงานขององค์การอุตสาหกรรม อย่างยิ่ง หรืออาจเรียกได้ว่าเป็นการจัดการอุตสาหกรรม นั้นเอง

หน้าที่ของการจัดการในระดับที่แตกต่างกัน หน้าที่ของการจัดการนั้นผู้ที่ต้องนำไปปฏิบัติ คือ

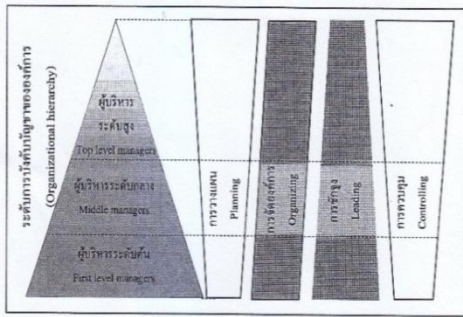
ผู้บริหารหรือผู้จัดการซึ่งถือว่าเป็นคน ๆ เดียวกัน อาจแตกต่างกันที่องค์การที่ทำหน้าที่อยู่ เรียกว่า อย่างไร ส่วนเขตพืดและคณะ (Getwood and Others) ได้แบ่งระดับของการจัดการออกเป็น 3 ระดับ คือ ระดับสูง ระดับกลางและระดับล่าง ซึ่งในแต่ละระดับมีผู้ปฏิบัติหน้าที่ในการจัดการ ดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3 แสดงระดับของการจัดการและปฏิบัติหน้าที่

ที่มา : Getwood and Others, 1995.

ส่วนคุนทซ์ (Koontz) ได้แสดงการใช้เวลา ในหน้าที่การจัดการของผู้บริหารและจัดการระดับต่าง ๆ ดังภาพที่ 4



ภาพที่ 4 แสดงการใช้เวลาในหน้าที่การจัดการของผู้บริหารระดับต่างๆ

ที่มา : Koontz, 1993.

2. เทคโนโลยี (Technology)

คำว่า “Technology” ตรงกับคำภาษาอังกฤษว่า “Technology” ซึ่งมาจากภาษากรีกว่า “Technologia” แปลว่า การกระทำที่มีระบบ อย่างไรก็ตาม คำว่า เทคโนโลยีมักนิยมใช้ควบคู่กับคำว่า วิทยาศาสตร์ โดยเรียกรวม ๆ ว่า “วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี” พจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถานได้ให้ความหมายของเทคโนโลยีคือ “วิทยาการที่เกี่ยวกับศิลปะในการนำเอาวิทยาศาสตร์ประยุกต์มาใช้ให้เกิดประโยชน์ในทางปฏิบัติและอุตสาหกรรม”

ผดุงยศ ดวงมาลา ได้ให้ความหมายของเทคโนโลยีว่า ปัจจุบันมีความหมายกว้างขวางกว่ารากศัพท์เดิม คือ หมายถึง กิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับเครื่องจักรกลสิ่งประดิษฐ์ใหม่ ๆ ทางอุตสาหกรรมในแง่ของความรู้ เทคโนโลยีจะหมายถึง ความรู้หรือศาสตร์ที่เกี่ยวกับเทคนิคการผลิตในอุตสาหกรรมและอื่น ๆ ที่จะเอื้ออำนวยต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์ หรืออาจจะสรุปว่า เทคโนโลยี คือ ความรู้ที่มนุษย์ใช้ทรัพยากรต่าง ๆ ให้เกิดประโยชน์แก่มนุษย์เอง ทั้งในแง่ความเป็นอยู่และควบคุมสิ่งแวดล้อม

ลีปนันท เกตุทัต อธิบายว่า เทคโนโลยี คือ การนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์และศาสตร์อื่น ๆ มาผสมผสานประยุกต์ เพื่อสนองเป้าหมาย

เฉพาะตามความต้องการของมนุษย์ด้วยการนำทรัพยากรต่างๆ มาใช้ในการผลิตและจำหน่ายให้ต่อเนื่องตลอดทั้งกระบวนการเทคโนโลยี จึงมักจะมีคุณประโยชน์และเหมาะสมเฉพาะเวลาและสถานที่ และหากเทคโนโลยีนั่นสอดคล้องกับสภาพเศรษฐกิจ สังคม การเมือง วัฒนธรรมและสภาพแวดล้อม เทคโนโลยีนั้นจะก่อเกิดเป็นประโยชน์ทั้งต่อบุคคลและส่วนรวม หากไม่สอดคล้องกับเทคโนโลยีนั้น ๆ จะก่อให้เกิดปัญหาตามมาอย่างมหาศาล

ธรรมบุญ โรจนะบุรานนท์ กล่าวว่า เทคโนโลยี คือ ความรู้ วิชาการรวมกับความรู้วิธีการและความชำนาญ ที่สามารถนำไปปฏิบัติภารกิจให้มีประสิทธิภาพสูง โดยปกติเทคโนโลยีนั้นมีความรู้ วิทยาศาสตร์รวมอยู่ด้วย นั่นคือ วิทยาศาสตร์เป็นความรู้ เทคโนโลยีเป็นการนำความรู้ไปใช้ในทางปฏิบัติ จึงมักนิยมใช้สองคำด้วยกัน คือ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เพื่อเน้นให้เข้าใจว่า ทั้งสองอย่างนี้ต้องควบคู่กันไปจึงจะมีประสิทธิภาพสูง

ชำนาญ เขาวงกตพงศ์ ได้ให้ความหมายสั้น ๆ ว่า เทคโนโลยี หมายถึง วิชาที่ว่าด้วยการประกอบวัตถุเป็นอุตสาหกรรม หรือวิชาช่างอุตสาหกรรม หรือการนำเอาวิทยาศาสตร์มาใช้ในการปฏิบัติ

พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวทรงกล่าวถึงความหมายของเทคโนโลยีเป็นภาษาง่าย ๆ ว่า หมายถึง การรู้จักนำมาทำให้เป็นประโยชน์นั่นเอง

จากความหมายดังกล่าว สรุปได้ว่า เทคโนโลยี หมายถึง วิชาที่นำเอาวิทยาการทางวิทยาศาสตร์และศาสตร์อื่น ๆ มาประยุกต์ใช้ตามความต้องการของมนุษย์ เช่น โรงงานอุตสาหกรรม เป็นต้น เทคโนโลยีจึงเป็นการนำความรู้ไปใช้ในการปฏิบัติให้เกิดผลเป็นสิ่งที่วัดได้ หรือจับต้องได้ เทคโนโลยีจะอยู่ภายใต้อิทธิพลของปัจจัยทางเศรษฐกิจ สังคมและสิ่งแวดล้อม ดังนั้น

เทคโนโลยีจึงถูกกำหนดเป็นตัวอย่างหนึ่งที่มีราคาซื้อขายกันในตลาด

3. อุตสาหกรรม (Industrial) เป็นการประกอบการเพื่อก่อให้เกิดมูลค่าเพิ่ม และการประกอบการนั้นอาจอยู่ในรูปของการนำเข้าวัตถุดิบมาแปรรูปเป็นวัตถุดิบสำเร็จรูป หรือวัตถุดิบสำเร็จรูป เรียกว่า อุตสาหกรรมการผลิต อาจอยู่ในรูปของการใช้ทรัพยากรธรรมชาติเพื่อการท่องเที่ยว การพักผ่อนหย่อนใจหรือการประกอบการค้าและบริการ ซึ่งเรียกว่า อุตสาหกรรมบริการ หรืออาจอยู่ในรูปของการเพาะเลี้ยง การขยายพันธุ์สัตว์ การทำผลไม้กระป๋อง ซึ่งเรียกว่า อุตสาหกรรมการเกษตรและยังมีนักวิชาการให้คำจำกัดความไว้หลายท่าน ดังนี้

อนันต์ รัศมี ได้ให้ความหมายของอุตสาหกรรม หมายถึง กิจกรรมที่ใช้ทุนและแรงงาน เพื่อผลิตสิ่งของหรือจัดให้มีบริการ เช่น อุตสาหกรรมสิ่งทอ อุตสาหกรรมการท่องเที่ยว อุตสาหกรรมการผลิต

ณรงค์ เส็งประชา ได้ให้ความหมายของอุตสาหกรรมว่า อุตสาหกรรมคือ การประกอบการซึ่งจำเป็นต้องอาศัยกำลังคน วัสดุและเทคโนโลยี เพื่อก่อให้เกิดผลผลิต ซึ่งอาจอยู่ในรูปของสินค้าบริโภคและอุปโภค หรือบริการในอันที่จะสนองความต้องการของมนุษย์

เกษตร พิทักษ์ไพรวรรณ สรุปความหมายของอุตสาหกรรมไว้ว่า การแปรรูปหรือแปรสภาพวัตถุดิบในขั้นต่าง ๆ เพื่อให้ได้ตามวัตถุประสงค์ และส่วนใหญ่จะเป็นการทำให้วัตถุดิบนั้นมีมูลค่าเพิ่มขึ้นในขั้นต่าง ๆ จนถึงขั้นสูงสุด เพื่อเป็นสินค้าสู่ท้องตลาด

ชูชื่น เยาวพัฒน์ ได้ให้ความหมายของอุตสาหกรรมคือ การนำเข้าวัตถุดิบมาปรุงแต่ง ดัดแปลง แปรสภาพ จะเป็นด้วยการใช้แรงงาน หรือเครื่องจักรก็ตาม เพื่อเป็นการเปลี่ยนสภาพเป็นเครื่องอุปโภค บริโภค เพื่อให้เป็นสินค้าหรือ

ผลิตภัณฑ์สำหรับบริโภคใช้สอย ซึ่งทำการซื้อขายหรือแลกเปลี่ยนกันได้ รวมถึงบริการต่าง ๆ ด้วย

ประเภทของอุตสาหกรรม การแบ่งประเภทของอุตสาหกรรมแบ่งออกได้ตามขนาดของอุตสาหกรรม แต่ก็ยังมิได้กำหนดหลักเกณฑ์แน่นอน แต่โดยปกติแล้วอุตสาหกรรมอาจแบ่งออกได้เป็น 3 ประเภทใหญ่ๆ คือ

1) อุตสาหกรรมขนาดใหญ่ (Large Scale Industry) หมายถึง อุตสาหกรรมที่มีเงินทุนจำนวนมาก และการดำเนินงานจะต้องมีเจ้าหน้าที่ที่มีความรู้ ความสามารถในการดำเนินการกิจนั้น ๆ โดยเฉพาะโดยปกติจะต้องมีคนงานในโรงงานมากกว่า 200 คนขึ้นไป ยกเว้นแต่ในอุตสาหกรรมขนาดใหญ่บางประเภทที่ใช้เครื่องจักรอัตโนมัติในการดำเนินงาน มีคนงานจำนวนน้อยลง อุตสาหกรรมประเภทนี้ ได้แก่ อุตสาหกรรมถลุงเหล็ก อุตสาหกรรมเคมี อุตสาหกรรมผลิตรถยนต์ อุตสาหกรรมผลิตเครื่องมือกลและอุตสาหกรรมผลิตเครื่องต้นกำลัง เป็นต้น

2) อุตสาหกรรมขนาดกลาง (Medium Scale Industry) หมายถึง อุตสาหกรรมที่ต้องใช้เงินทุนน้อยกว่าอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ แต่ยังต้องใช้คนที่มีความรู้ ความสามารถโดยเฉพาะมาดำเนินงานอุตสาหกรรมประเภทนี้ อุตสาหกรรมประเภทนี้ ได้แก่ อุตสาหกรรมประกอบรถยนต์นั่ง หรือรถบรรทุก อุตสาหกรรมประกอบหรือผลิตเครื่องรับวิทยุและเครื่องรับโทรทัศน์ อุตสาหกรรมผลิตและประกอบเครื่องปรับอากาศ ตู้เย็น เครื่องไฟฟ้า อุปกรณ์ไฟฟ้า อุตสาหกรรมทอผ้า ปั่นด้าย อุตสาหกรรมผลิตแผ่นเหล็ก ขุบสังกะสีและอุตสาหกรรมผลิตผงชูรส เป็นต้น

3) อุตสาหกรรมขนาดเล็ก (Small Scale Industry) หมายถึง อุตสาหกรรมที่มีเงินทุนน้อย และมีคนงานน้อยกว่าอุตสาหกรรมขนาดกลางและขนาดใหญ่ การดำเนินงานไม่มี

การแบ่งเป็นแผนก ๆ ซึ่งมีหน้าที่โดยเฉพาะ คำจำกัดความของอุตสาหกรรมขนาดย่อมไม่ได้มีเป็นที่แน่นอน แต่จะแตกต่างกันไปตามประเภท เวลา สถานที่หรือวัตถุประสงค์ที่ต่างกัน เราอาจใช้ปัจจัยในการกำหนดขนาดของอุตสาหกรรม ขนาดย่อมได้ต่าง ๆ กันหลายประการ เป็นต้น จำนวนผลผลิตเบื้องต้น (Gross Output) หรือ จำนวนผลผลิตสุทธิ (Net Output) จำนวนเงินลงทุน ปริมาณพลังงานของเครื่องจักรที่ใช้ในการผลิตหรือจำนวนคนงาน เป็นต้น

อุตสาหกรรมขนาดย่อม เป็น อุตสาหกรรมที่ใช้แรงงานเป็นเกณฑ์ในการกำหนดขนาดเป็นส่วนมาก รองลงมาได้แก่ ทุนและเครื่องจักร พลังงานต่าง ๆ อย่างไรก็ตาม โดยลักษณะของ อุตสาหกรรมขนาดย่อมเองจะมีการดำเนินงานที่เรียกว่า เป็นทั้ง Modern Small Industry คือ ในขณะเดียวกันมีลักษณะเป็น Traditional Small Industry คือ เป็นการดำเนินการผลิตแบบดั้งเดิมที่ได้รับการถ่ายทอดกันมาจากรุ่นบุรุษ ซึ่งอุตสาหกรรมขนาดย่อมประเภทนี้ เรามักจะรู้จักกันในชื่อของ อุตสาหกรรมในครอบครัว (House hold Industry หรือ Cottage Industry หรือ Home Industry) และ อุตสาหกรรมหัตถกรรม (Artisan Industry) หรือ Handicrafts Industry

อุตสาหกรรมในครอบครัว (House hold Industry) มีลักษณะดังนี้

1) กิจการที่ดำเนินการผลิตในบ้าน หรือใกล้กับบริเวณบ้าน โดยใช้แรงงานจากสมาชิกในครอบครัว บางครั้งเรียกว่า Cottage Industry ซึ่งควรจะใช้เรียกอุตสาหกรรมในครอบครัวประเภทที่อยู่ชนบท และมีคนงานต่ำกว่า 10 คน

2) เป็นรูปของการผลิต (Manufacturing) ที่เก่าแก่ที่สุดและมีความสำคัญที่สุดในหลาย ประการที่กำลังพัฒนา

3) โดยลักษณะจะมีการผลิตที่ขาดประสิทธิภาพและเกิดผลเสียทางสังคม ซึ่งยากแก่การควบคุมให้ได้ผลอย่างจริงจัง ดังนี้ เนื่องจาก ค่าจ้างแรงงานต่ำมีระยะเวลาทำงานยาวนาน และใช้แรงงานเด็กเป็นส่วนใหญ่

อุตสาหกรรมหัตถกรรม (Handicrafts Industry) กิจการที่ดำเนินการผลิตภายใน โรงงานปฏิบัติการ (Work Shop) โดยช่างฝีมือ (Craftman) ซึ่งรับผิดชอบในการดำเนินงานแต่เพียงผู้เดียว หรือหากจะมีผู้ช่วยก็จะมีจำนวนเพียง 2-3 คน หรือเป็นช่างฝึกหัดเท่านั้น ลักษณะการดำเนินงาน คือ ไม่มีการแบ่งงานกันทำและผลิตสินค้าตามสั่งของลูกค้าเฉพาะราย

ตัวอย่างอุตสาหกรรมหัตถกรรมในระยะแรก ๆ ได้แก่ การทำหม้อ การปั่นฝ้าย การตีเหล็ก การทำรองเท้า การทำขนมปังและอื่น ๆ (Old Lines) ต่อมาเมื่อเศรษฐกิจเจริญขึ้น Artisan Industry ก็ลดน้อยลง เนื่องจากประสบปัญหาการแข่งขันกับสินค้าที่ผลิตจากโรงงานในระยะหลัง ต่อมาจึงเกิด New Line Artisan ขึ้น เช่น การซ่อมรถยนต์ การติดตั้งและซ่อมอุปกรณ์ไฟฟ้าและร้านถ่ายรูป ผลิตภัณฑ์หัตถกรรม การออกแบบผลิตภัณฑ์ และการตกแต่ง เป็นต้น

อุตสาหกรรมขนาดย่อม จึงเป็นอุตสาหกรรมประเภทหนึ่งที่พัฒนามาจาก Artisan Industry โดยมีบุคคลผู้ทำหน้าที่ผู้จัดการ (Manager) เป็นตัวกลางบริหารการดำเนินกิจการอุตสาหกรรมดังกล่าว

สรุป

การจัดการเทคโนโลยีอุตสาหกรรมในประเทศไทยมีการเรียนการสอนถึงระดับปริญญาเอก สถาบันอุดมศึกษาที่เปิดสอนหลักสูตรนี้คือ มหาวิทยาลัยราชภัฏต่าง ๆ ในคณะเทคโนโลยี อุตสาหกรรม ITM ย่อมาจาก Industrial Technology Management แปลว่า การจัดการเทคโนโลยี

อุตสาหกรรม ปัจจุบันหลักสูตรนี้มีการเรียนการสอนคล้าย ๆ กัน 4 หลักสูตร คือ วิศวกรรมอุตสาหกรรม การจัดการหรือการบริหารอุตสาหกรรม เทคโนโลยีการผลิตหรือวิศวกรรมการผลิตและเทคโนโลยีการจัดการอุตสาหกรรม โดยมีรายละเอียด

วิศวกรรมอุตสาหกรรม (Industrial Engineering : IE) ผู้เรียนค่อนข้างจะคิดอะไรเป็นระบบเป็นเหตุเป็นผล และเข้าถึง ตลอดจนใช้งานอุปกรณ์ทางเทคโนโลยีได้คล่องแคล่วกว่าจุดอ่อนของวิศวกรรมอุตสาหกรรม คือ ขาดความรู้ด้านธุรกิจ นอกจากนักศึกษาจะชวนขายลงทะเลเป็นวิชาด้านธุรกิจเป็นวิชาเลือก

การจัดการอุตสาหกรรมหรือการบริหารอุตสาหกรรม (Industrial Management : IM) เป็นสาขาวิชา ที่มีจะสังกัดในสังกัดบริหารธุรกิจ ดังนั้นวิชาพื้นฐานที่เรียนก็จะเป็นพวกบัญชี การเงิน การตลาด การบริหารทรัพยากรมนุษย์ ผู้จบการศึกษาจะมีความสามารถในการจัดการที่ค่อนข้างโดดเด่น เข้าใจภาพรวมทางธุรกิจได้ชัดเจน แต่มีจุดอ่อนด้านเทคโนโลยีหรือวิศวกรรม เนื่องจากไม่ได้รับการปูพื้นฐานทางด้านวิทยาศาสตร์ หรือวิศวกรรมศาสตร์ ทำให้เมื่อจบออกไปทำงาน ในภาคอุตสาหกรรมจะต้องปรับตัวอย่างมากในช่วงแรก

เทคโนโลยีการผลิต (Production Technology) เมื่อจบการศึกษาสาขานี้มักจะให้รับวุฒิเป็น “วิทยาศาสตร์บัณฑิต” หรือ “วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต” การเรียนจะเน้นไปที่วิทยาศาสตร์และวิศวกรรมศาสตร์ที่เกี่ยวข้องและเป็นพื้นฐานของกระบวนการผลิตในอุตสาหกรรมต่าง ๆ ซึ่งการที่จะเข้าใจกระบวนการผลิตในอุตสาหกรรมที่หลากหลายนั้นจำเป็นต้องเรียนเรื่องเกี่ยวกับกรรมวิธีการผลิตอย่างเข้มข้น เช่น เคมี ชีวเคมี ฟิสิกส์ กรรมวิธีการผลิตทางเคมี กรรมวิธีการผลิตทางกล การหล่อ การกลึง ฯลฯ ดังนั้นความรู้

ด้านการบริหารจัดการทางธุรกิจจึงเป็นสิ่งที่บัณฑิตในสาขานี้ต้องปรับตัวอย่างมากเมื่อจบไปทำงาน

เทคโนโลยีการจัดการอุตสาหกรรม (Industrial Management Technology : IMT) เป็นสาขาที่บูรณาการหรือควรวรรณศาสตร์ด้านวิศวกรรมอุตสาหกรรมเข้ากับศาสตร์ด้านการบริหารอุตสาหกรรม (IE+IM) ผู้จบการศึกษาจะได้รับวุฒิ “วิทยาศาสตร์บัณฑิต” หรือ “วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต” แล้วแต่สถาบันการศึกษา และคณะที่สังกัดวิชาที่เรียนจะเน้นไปที่การจัดการเชิงวิทยาศาสตร์ (Management Science) ซึ่งอาศัยข้อมูลเชิงสถิติและวิทยาศาสตร์เข้ามาเกี่ยวข้องกับการบริหารจัดการในอุตสาหกรรม นอกจากนี้นักศึกษาจะต้องเรียนวิชาต่าง ๆ ที่สอดคล้องกับตำแหน่งงานในอุตสาหกรรม เช่น การควบคุมคุณภาพ (QC) การจัดการวัสดุและการจัดซื้อ (Purchasing and Material Control) ระบบบำรุงรักษา (Machine Maintenance) ฯลฯ

กล่าวโดยสรุป การจัดการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม คือ ทางเลือกของผู้เรียนที่มีเป้าหมายชัดเจนว่า ต้องการทำงานได้ในภาคอุตสาหกรรม เพราะเมื่อเรียนจบแล้ว นักศึกษาจะสามารถเข้าทำงานได้ในหลายตำแหน่ง แล้วแต่ความชอบและความถนัดของผู้เรียนเอง ซึ่งต่างจากสาขาอื่น ๆ ที่มีกรอบของวิชาชีพ กำหนดไว้อย่างชัดเจน เช่น เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ สารสนเทศ วิทยาการคอมพิวเตอร์ จบไปก็ต้องไปทำงานในแผนกที่เกี่ยวข้องกับคอมพิวเตอร์หรือเทคโนโลยีไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ จบไปแล้วจะทำงานในแผนกที่เกี่ยวข้องกับด้านไฟฟ้าหรืออิเล็กทรอนิกส์นั่นเอง ฉะนั้นศาสตร์ทางด้านการจัดการเทคโนโลยีอุตสาหกรรมจึงเป็นเครื่องมือสำคัญในการพัฒนาประเทศให้ก้าวหน้า พร้อมแข่งขันและรองรับการเข้าสู่ประชาคมอาเซียน ซึ่งต้องการบุคลากร

ด้านเทคโนโลยีอุตสาหกรรมที่มีคุณภาพสามารถประยุกต์ใช้เทคโนโลยีอุตสาหกรรมกับการดำเนินงานในหน่วยงานทั้งภาครัฐและเอกชน เพื่อสนองต่อการพัฒนาท้องถิ่น อันจะเป็นองค์ประกอบที่เข้มแข็งในการพัฒนาประเทศสามารถทำงานในภาครัฐ รัฐวิสาหกิจ องค์กรเอกชน เช่น นักธุรกิจด้านการจัดการอุตสาหกรรม ผู้ประสานงานระหว่างวิศวกรกับผู้ปฏิบัติงาน ผู้ควบคุม และการบริหารงานอุตสาหกรรม สามารถรับราชการในหน่วยงานของรัฐวิสาหกิจ และเอกชน ทางด้านเทคโนโลยีอุตสาหกรรม หรือประกอบอาชีพอิสระและสามารถศึกษาต่อในระดับปริญญาโทและเอกได้ทั้งในประเทศและต่างประเทศ

<http://arc.rint.ac.th/center/Pongsak/c...it42.html>.

WWW.lm2market.Com.

สวทช. “<http://www.nstda.or.th>”

บรรณานุกรม

เกษตร พิทักษ์ไพรวัน. (2524). **กรมส่งเสริม**

อุตสาหกรรม. อุตสาหกรรมสาร, 24(11).

ณรงค์ เสียงประชา. (2536). **สังคมวิทยา**

อุตสาหกรรมเบื้องต้น. กรุงเทพฯ: โอ.เอส.พรีนติ้งเฮาส์.

ปฐักดิ์ อัดพุม. (2550). **การจัดการ**

อุตสาหกรรม. กรุงเทพฯ: โครงการตำราเฉลิมพระเกียรติ 80 พรรษามหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา.

พะยอม วงศ์สารศรี. (2531). **การบริหารงาน**

บุคคล. (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: พรานนกการพิมพ์.

ศิริวรรณ เสรีรัตน์และคณะ. (2539). **องค์การ**

และการจัดการ. กรุงเทพฯ: อีระฟิล์มและไซเท็กซ์.

อนันต์ รัชมี. (2530). **การจัดและการบริหารโรง**

ฝึกงาน. (พิมพ์ครั้งที่ 3) (Shop Organization and Management). กรุงเทพฯ: บุญเลิศการพิมพ์.

วารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม : มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา

วารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม : มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา เป็นวารสารตีพิมพ์และเผยแพร่บทความวิจัยและบทความวิชาการในด้านเทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และสหวิทยาการด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โดยบทความที่พิจารณาตีพิมพ์ในวารสารนี้จะต้องไม่เคยตีพิมพ์เผยแพร่ในวารสารใดมาก่อน และไม่อยู่ในระหว่างการพิจารณาตีพิมพ์ของวารสารอื่น บทความที่ตีพิมพ์ลงในวารสารฉบับนี้จะต้องผ่านการพิจารณาจากผู้ทรงคุณวุฒิในสาขาที่เกี่ยวข้องจำนวน 2 ท่านต่อหนึ่งบทความ และได้รับความเห็นชอบจากบรรณาธิการวารสารเทคโนโลยีอุตสาหกรรม : มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา กองบรรณาธิการขอสงวนสิทธิ์ในการแก้ไขต้นฉบับและการพิจารณาตีพิมพ์ตามลำดับก่อนหลัง โดยมีข้อเสนอแนะในการส่งบทความดังนี้

การเตรียมต้นฉบับบทความ

รูปแบบและการจัดพิมพ์

- เขียนบทความภาษาไทย ด้วยตัวอักษร TH SarabunPSK ขนาด 16 บนกระดาษมาตรฐาน A4 มีความยาวไม่เกิน 10 หน้า
- เว้นระยะห่างจากขอบกระดาษ ขอบบน 1 นิ้ว ขอบล่าง 1 นิ้ว ขอบซ้าย 1.25 นิ้ว ขอบขวา 1 นิ้ว
- ชื่อเรื่องพิมพ์ไว้ตรงกึ่งกลางหน้ากระดาษด้วยอักษรขนาด 18 ตัวหนา ชื่อผู้เขียนพิมพ์ไว้ตรงกึ่งกลางของหน้ากระดาษด้วยอักษรขนาด 16 ตัวหนา ส่วนหัวข้อหลักอื่น ๆ พิมพ์ไว้ตรงกึ่งกลางของหน้ากระดาษด้วยขนาด 16 ตัวหนา

รายละเอียดของบทความประกอบด้วย

- ชื่อเรื่องภาษาไทยและภาษาอังกฤษ ใช้ตัวอักษร TH SarabunPSK ขนาด 18 ตัวหนา
- ชื่อผู้เขียนภาษาไทยและภาษาอังกฤษ ใช้ตัวอักษร TH SarabunPSK ขนาด 16 ตัวหนา
- สถานที่ทำงานหรือหน่วยงานที่สังกัดของผู้เขียนบทความทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ ใช้ตัวอักษร TH SarabunPSK ขนาด 14
- บทคัดย่อภาษาไทยจำนวนคำไม่เกิน 250 คำ และภาษาอังกฤษจำนวนคำไม่เกิน 300 คำ พร้อมด้วยคำสำคัญ (Keywords) จำนวน 3-5 คำ อยู่ด้วยกันใน 1 หน้ากระดาษ
 - บทคัดย่อและคำสำคัญภาษาไทย : ใช้ตัวอักษร TH SarabunPSK ขนาด 16 ตัวธรรมดา
 - บทคัดย่อภาษาอังกฤษ (Abstract) : ใช้ตัวอักษร TH SarabunPSK ขนาด 16 ตัวธรรมดา
- เนื้อหางานวิจัย หัวข้อหลักใช้ตัวอักษร TH SarabunPSK ขนาด 16 ตัวหนา หัวข้อรองและส่วนเนื้อหาใช้ตัวอักษร TH SarabunPSK ขนาด 16 ตัวธรรมดา โดยเนื้อหาประกอบด้วย

- บทนำ อธิบายถึงความสำคัญ ความเป็นมา และปัญหาของงานวิจัยภูมิหลังของงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
 - วัตถุประสงค์ของการวิจัย การกำหนดจุดมุ่งหมายของการวิจัยให้สอดคล้องกับความต้องการของปัญหาที่จะศึกษาโดยระบุเป็นข้อ ๆ
 - วิธีการวิจัย อธิบายขั้นตอนการวิจัย วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล และวิธีการวิเคราะห์ข้อมูล
 - ผลการวิจัย อธิบายผลการทดลองต่างๆ การแปลความ ควรเสนอตามลำดับของวัตถุประสงค์ และหรือสมมติฐาน
 - สรุปและอภิปรายผล สรุปผลงานสำคัญที่ค้นพบจากการวิจัยหรือการศึกษา โดยนำแนวคิด ทฤษฎีและผลการวิจัยมาสนับสนุน
 - เอกสารอ้างอิง ให้เขียนเอกสารอ้างอิง ตามรูปแบบ ระบบ APA และแปลเอกสารอ้างอิงที่เป็นภาษาไทยให้เป็นภาษาอังกฤษ และให้ใส่ไว้ในหัวข้อ Translated Thai References
- รูปภาพและตาราง กรณีรูปภาพต้องเป็นภาพขาวดำที่ชัดเจน คำบรรยายรูปภาพให้อยู่ได้รูปภาพ กรณีตารางและคำอธิบายสามารถใช้เป็นรูปแบบ 1 คอลัมน์ ใช้ตัวอักษรขนาด 16 ตัวธรรมดา

การเขียนเอกสารอ้างอิง

American Psychological Association (APA)

การอ้างอิงท้ายบทความ เป็นการรวบรวมเอกสารทั้งหมดที่ผู้เขียนบทความได้ใช้อ้างอิงในการเขียนบทความ และจัดเรียงรายการตามลำดับอักษรชื่อผู้แต่ง ตัวอย่าง เช่น

ชื่อผู้แต่ง. (ปีที่พิมพ์). **ชื่อหนังสือ**. (พิมพ์ครั้งที่). เมืองที่พิมพ์: สำนักพิมพ์หรือโรงพิมพ์.

ชื่อผู้แต่ง. (ปีที่พิมพ์). **ชื่อบทความ**. ใน **ชื่อบรรณาธิการ**, **ชื่อหนังสือ**. (เลขหน้าบทความ). เมืองที่พิมพ์: สำนักพิมพ์หรือโรงพิมพ์.

ชื่อผู้แต่ง. (ปีที่พิมพ์). **ชื่อบทความ**. **ชื่อวารสาร**, ปีที่พิมพ์ (ฉบับที่), เลขหน้าบทความ.

ชื่อผู้เขียนวิทยานิพนธ์. (ปีที่วิจัยสำเร็จ). **ชื่อวิทยานิพนธ์**. วิทยานิพนธ์ปริญญา(ระดับ) ชื่อสาขาวิชา สังกัดของสาขาวิชา มหาวิทยาลัย.

ชื่อผู้แต่ง. (ปีที่เผยแพร่). **ชื่อเรื่อง**. ค้นเมื่อ [วัน เดือน ปี] จาก แหล่งสารสนเทศ.[หรือ URL]

การส่งต้นฉบับบทความ

ส่งบทความผ่านระบบ <http://www.journal.fit.ssru.ac.th> เท่านั้น หากต้องการรายละเอียดเพิ่มเติม สามารถติดต่อได้ที่ กองบรรณาธิการวารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม : มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา เลขที่ 1 ถนนอุทองนอก แขวงวชิระ เขตดุสิต กรุงเทพฯ 10300 โทรศัพท์ 0 2160 1438 ต่อ 22 โทรสาร 0 2160 1440 Email : fit@ssru.ac.th



แบบฟอร์มส่งบทความวิจัย/บทความวิชาการเพื่อพิจารณาตีพิมพ์
วารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม : มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา

ชื่อบทความ (ภาษาไทย)

.....

(ภาษาอังกฤษ)

.....

ประเภทบทความ ☐ บทความวิจัย ☐ บทความวิชาการ

ชื่อ-สกุล ผู้เขียนบทความ

สถานที่ติดต่อผู้เขียนบทความ

เลขที่ ถนน แขวง/ตำบล

เขต/อำเภอ จังหวัด รหัสไปรษณีย์.....

โทรศัพท์..... โทรศัพท์มือถือ โทรสาร

E-mail.....

ชื่อ-สกุล ผู้ร่วมบทความ (1)

เลขที่ ถนน แขวง/ตำบล

เขต/อำเภอ จังหวัด รหัสไปรษณีย์.....

โทรศัพท์..... โทรศัพท์มือถือ โทรสาร

E-mail.....

ชื่อ-สกุล ผู้ร่วมบทความ (2)

เลขที่ ถนน แขวง/ตำบล

เขต/อำเภอ จังหวัด รหัสไปรษณีย์.....

โทรศัพท์..... โทรศัพท์มือถือ โทรสาร

E-mail.....

ข้าพเจ้าขอรับรองว่าบทความฉบับนี้ยังไม่เคยได้รับการเผยแพร่และตีพิมพ์ในวารสารอื่น
ใดมาก่อน

ลงชื่อผู้ส่งบทความ

(.....)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

(โปรดระบุรายละเอียดลงในแบบฟอร์มการส่งบทความให้ชัดเจนและแนบมาพร้อมกับบทความ)



จัดพิมพ์โดย : คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา
1 ถนนอุทัยนอก เขตดุสิต กรุงเทพฯ 10300
โทร 0 2160 1433 ต่อ 22 <http://www.fit.ssru.ac.th>