

วารสารวิชาการ

มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเชีย



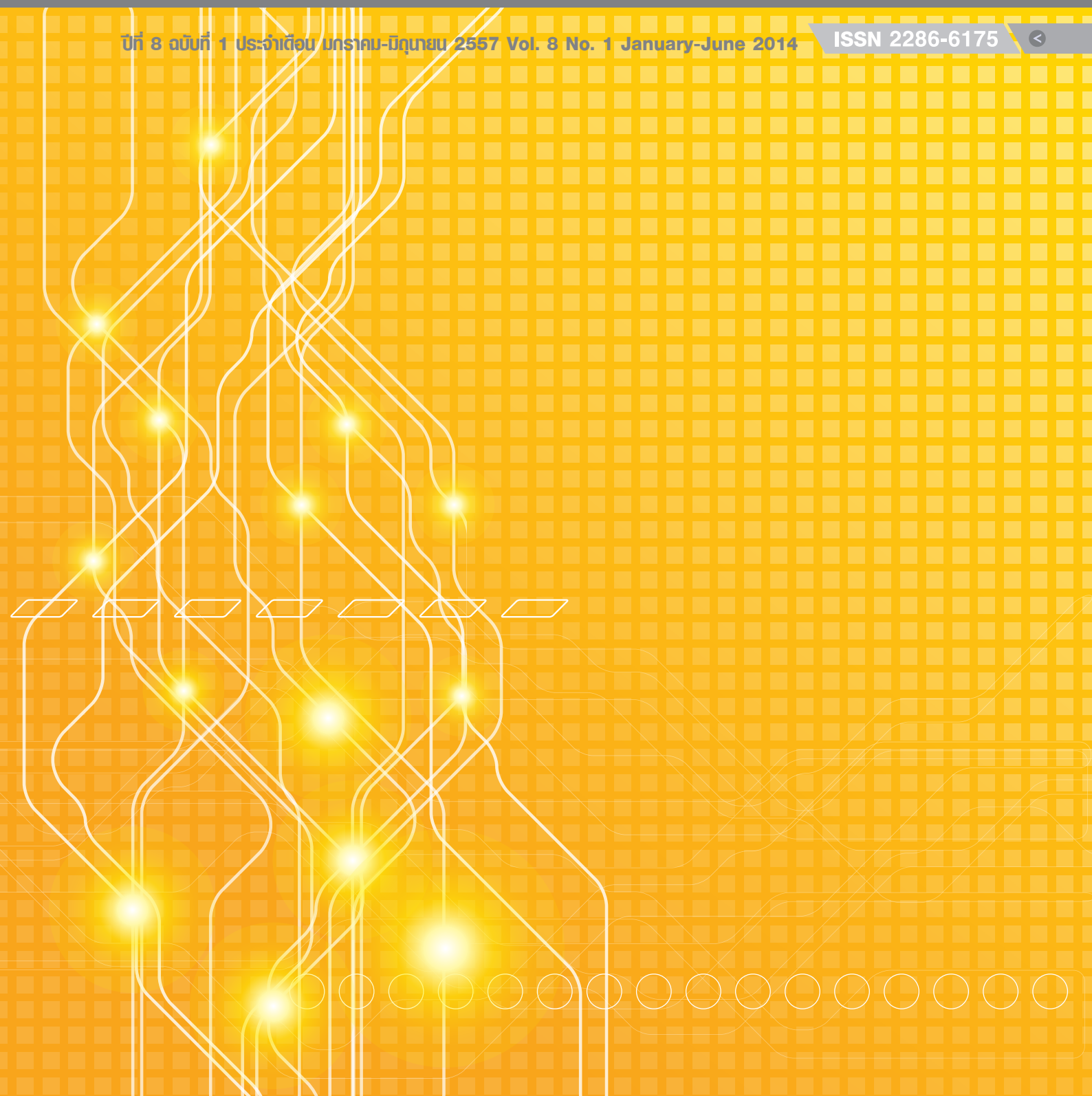
EAU HERITAGE JOURNAL

ฉบับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

Science and Technology

ปีที่ 8 ฉบับที่ 1 ประจำเดือน มกราคม-มิถุนายน 2557 Vol. 8 No. 1 January-June 2014

ISSN 2286-6175



นโยบายการจัดพิมพ์

วารสาร EAU Heritage เป็นวารสารราย 6 เดือน มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซียจัดพิมพ์ขึ้นเพื่อเผยแพร่ความรู้ในสาขาวิชาต่าง ๆ ด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เพื่อให้เกิดประโยชน์ต่อการศึกษาค้นคว้าและเปิดโอกาสให้นักศึกษา นักวิจัย คณาจารย์ ตลอดจนนักวิชาการทั่วไป ทั้งภายในและภายนอกมหาวิทยาลัยได้มีโอกาสเผยแพร่ผลงานให้เป็นที่รู้จักต่อสาธารณชน และได้แลกเปลี่ยนความรู้ในวิทยาการด้านต่าง ๆ

บทความที่เสนอเพื่อตีพิมพ์

บทความที่เสนอเพื่อพิจารณาต้องเป็นบทความวิชาการหรือบทความการวิจัยทั้งภาษาไทย ภาษาอังกฤษ หรือภาษาต่างประเทศอื่น เรื่องที่จะได้รับการตีพิมพ์ต้องผ่านกระบวนการพิจารณาต้นกรองโดยผู้ทรงคุณวุฒิในสาขาวิชาที่เกี่ยวข้องก่อนลงตีพิมพ์ และต้องเป็นบทความที่ยังไม่เคยได้รับการตีพิมพ์เผยแพร่หรืออยู่ระหว่างการพิจารณาในวารสารอื่น ๆ (การละเมิดลิขสิทธิ์ถือเป็นความรับผิดชอบของผู้ส่งบทความโดยตรง)

การเตรียมต้นฉบับ

ต้นฉบับที่เสนอเพื่อพิจารณาลงตีพิมพ์ ต้องมีรูปแบบดังต่อไปนี้

1. พิมพ์ด้วยกระดาษ A4 ความยาวประมาณ 6-10 หน้า
2. รูปแบบตัวอักษรให้ใช้ Angsana new ทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ และขนาดของตัวอักษร หากเป็นชื่อเรื่องใช้ตัวอักษรขนาด 20 หัวข้อต่าง ๆ ใช้ตัวอักษรขนาด 16 และส่วนเนื้อหาทั่วไปใช้ตัวอักษรขนาด 15
3. รูปแบบการจัดหน้า และจัดแนวข้อความชัดเจน (ไม่ต้องปรับขวา)
4. เขียนชื่อ ตำแหน่ง สถานที่ทำงานและที่อยู่ของผู้เขียนอย่างชัดเจน โดยแยกออกจากส่วนต้นฉบับและบทคัดย่อ
5. แนบบทคัดย่อทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษมาพร้อมกับบทความ โดยกำหนดความยาวของบทคัดย่อไม่เกิน 15 บรรทัด พร้อมทั้งกำหนดคำสำคัญ (key words) ไม่เกิน 6 คำ
6. แยกไฟล์ตาราง รูปภาพ ที่ประกอบในเนื้อหาบทความ และส่งมาพร้อมกับไฟล์บทความ

การอ้างอิงและการเขียนเอกสารอ้างอิง

ในกรณีที่ผู้เขียนต้องการระบุแหล่งที่มาของข้อมูลในเนื้อเรื่อง ให้ใช้วิธีการอ้างอิงแบบนามปี (APA) โดยระบุชื่อผู้แต่ง ปีพิมพ์ และเลขหน้าที่ข้อมูลปรากฏอยู่ (ชื่อ นามสกุล, ปีพิมพ์, เลขหน้า) ตัวอย่างเช่น (ธวัชชัย สันติวงษ์, 2540, หน้า 142)

(Fuchs, 2004, p. 21)

ส่วนการเขียนรายการอ้างอิงท้ายเล่ม ให้ใช้ระบบการอ้างอิงแบบ APA ตัวอย่างการเขียนรายการอ้างอิง มีดังนี้

1. หนังสือ

ชื่อผู้แต่ง. (ปีพิมพ์). *ชื่อหนังสือ* (ครั้งที่พิมพ์). เมืองที่พิมพ์: สำนักพิมพ์ หรือหน่วยงานที่พิมพ์.

ประคอง กระณสุต. (2541). *สถิติเพื่อการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์*. กรุงเทพฯ: บรรณกิจ.

วิทยา นการิกุลกิจ. (2523). *การเมืองส่วนท้องถิ่นในประเทศไทย* (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยรามคำแหง.

Sharp, W. F. (1985). *Investment* (3rd ed.). New Jersey: Prentice-Hall.

2. ชื่อบทในหนังสือรายงานการประชุม

Hay, S. P. (1975). Political parties and the community-society continuum. In W. N. Chambers & W. D. Burnham (Eds.), *The American party systems Stage of political development* (2nd ed.). New York: Oxford university press.

สุไร พงษ์ทองเจริญ. (2539). สารสำคัญเกี่ยวกับการเรียนการสอนภาษาอังกฤษระดับประถมศึกษา. ในเอกสารการสอนชุดวิชา *การสอนภาษาอังกฤษระดับประถมศึกษา* (พิมพ์ครั้งที่ 2, หน่วยที่ 9). นนทบุรี: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

3. วารสาร

ชื่อผู้แต่ง. (ปีที่พิมพ์). ชื่อบทความ. *ชื่อวารสาร*, ปีที่(ฉบับที่), เลขหน้า.

สุจินต์ ลิมาภิรักษ์. (2550) หลากหลายปัญหาการเลี้ยงโคนมในประเทศไทย. *วารสารเศรษฐกิจการเกษตร*, 27(2), 53-57.

4. หนังสือพิมพ์

ชื่อผู้แต่ง. (ปี, เดือน วันที่). ชื่อบทความ. *ชื่อหนังสือพิมพ์*, หน้า. ศรีสุกุล ลีวาฬะพันธ์. (2545, กรกฎาคม 11). จักรวรรดิไคร้ทะเลเป่าเขาทำกันอย่างไร?. *มติชน*, หน้า 19.

5. วิทยานิพนธ์

กอบกุล สรรพกิจจำนง. (2541). *การวิจัยเชิงนโยบายเพื่อการพัฒนา นโยบายการใช้อินเทอร์เน็ตสำหรับสถาบันอุดมศึกษาไทย*. คุยภินิพนธ์ครุศาสตรดุษฎีบัณฑิต, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

6. สารสนเทศจากอินเทอร์เน็ต

ชื่อผู้เขียน. (ปีที่เผยแพร่เอกสาร). *ชื่อเรื่อง*. ค้นจาก (ระบุ URL ที่สืบค้นบนอินเทอร์เน็ต).

มานพ แก้วผกา. (2549). *เศรษฐกิจพอเพียง กับการค้าเสรีไปด้วยกัน ได้จริงหรือ*. ค้นจาก <http://www.ftawatch.org>

ชื่อผู้เขียน. (ปีที่เผยแพร่เอกสาร). *ชื่อเรื่อง*. ค้นเมื่อ (ระบุวัน เดือน ปี), จาก (ระบุ URL ที่สืบค้นบนอินเทอร์เน็ต).

Prizker, T. J. (1989). *An early fragment from central Nepal*. Retrieved from <http://www.ingress.com/~astranart/pritzker.html>

การบอกรับเป็นสมาชิก

ผู้สนใจสามารถติดต่อบอกรับเป็นสมาชิกได้ที่ กองบรรณาธิการวารสาร EAU Heritage อัตราค่าสมัครเป็นสมาชิกปีละ 600 บาท

สถานที่ติดต่อ

ผู้สนใจเสนอบทความหรือบอกรับเป็นสมาชิก สามารถติดต่อได้ที่

กองบรรณาธิการวารสาร EAU Heritage

อาคาร ขวน ขวนิชย์ ชั้น 4 ห้อง C423

200 หมู่ 1 ถ.รังสิต-นครนายก ต.รังสิต อ.ธัญบุรี จ.ปทุมธานี 12110

โทรศัพท์: 0-2577-1028 ต่อ 377

e-mail address: eau_heritage@eau.ac.th



มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย



ปรัชญา

“บ่อเกิดแห่งปัญญา คือ การศึกษาที่กว้างไกล”
(Wisdom Through Global Education)



วิสัยทัศน์

มหาวิทยาลัยแห่งการเรียนรู้เพื่อคุณภาพและคุณธรรมในเอเชีย
(Learning University for Quality and Morality in Asia)

มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย

200 ถ.รังสิต-นครนายก (คลอง 5) ต.รังสิต อ.ธัญบุรี จ.ปทุมธานี 12110

โทร. 0-2577-1028-31 ต่อ 314, 222, 225 โทรสาร. 0-2577-3066

E-mail. library@eau.ac.th เว็บไซต์ <http://www.eau.ac.th>

วารสารวิชาการ

มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย



EAU HERITAGE JOURNAL

ฉบับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

Science and Technology

ปีที่ 8 ฉบับที่ 1 ประจำเดือน มกราคม-มิถุนายน 2557 Vol. 8 No. 1 January-June 2014

ISSN 2286-6175



วัตถุประสงค์	1. เพื่อส่งเสริมสนับสนุนการเผยแพร่ผลงานวิจัยและวรรณกรรมทางวิชาการทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 2. เพื่อเป็นเวทีเผยแพร่ผลงานทางวิชาการและผลงานวิจัยของอาจารย์ นักวิจัย นักศึกษาทั้งภายในและภายนอกมหาวิทยาลัย 3. เพื่อเป็นแหล่งศึกษาค้นคว้าทางวิชาการใหม่ๆ ด้านวิศวกรรมศาสตร์ พยาบาลศาสตร์ เกษตรศาสตร์ สาธารณสุขศาสตร์ การบิน เทคโนโลยีสารสนเทศ	
กำหนดการเผยแพร่	2 ฉบับต่อปี (มกราคม-มิถุนายน และ กรกฎาคม-ธันวาคม)	
การเผยแพร่	โดยจัดส่งให้ สำนักงานคณะกรรมการการวิจัยแห่งชาติ (วช.) สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา (สกศ.) สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.) กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (วท.) สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา (สกอ.) สำนักงานรับรองมาตรฐานและการประเมินคุณภาพการศึกษา (สมศ.) สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) หน่วยงานและสถาบันการศึกษาต่างๆ ตลอดจนบุคคลทั่วไปที่ตอบรับเป็นสมาชิก	
เจ้าของ	มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย	
ที่ปรึกษา	ดร.โชติธรัส ขวณิชย์ อาจารย์สุกัญญา ขวณิชย์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ บุญมาลี สินธุประมา	อธิการบดี รองอธิการบดีฝ่ายนโยบายและแผน รองอธิการบดีฝ่ายวิชาการ ราชบัณฑิต สาขาวิชาภาษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ราชบัณฑิต สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย U.S. Public Health Service
คณะที่ปรึกษากองบรรณาธิการ (Editorial advisory board)	ศาสตราจารย์ ดร.อุดม วโรตม์ลิขิตดี ศาสตราจารย์ ดร.จงจิตร หิรัญลาม ศาสตราจารย์ พิเศษ ประสิทธิ์ ไชวโกลกุล รองศาสตราจารย์ ดร.ครรชิต มาลัยวงศ์ รองศาสตราจารย์ ดร.บุญมี เณรยอด รองศาสตราจารย์ ดร.สมพร กันทรดุษฎี เติริยมชัยศรี รองศาสตราจารย์ เพลินทิพย์ โกเมศโสภา Jerrold M. Michael	
บรรณาธิการ	รองศาสตราจารย์ ดร.พิมลพรรณ เรพเพอร์	
กองบรรณาธิการ	รองศาสตราจารย์ ดร.สมบัติ ทัชทรัพย์ ดร.เกรียงศักดิ์ เตมีย์ ดร.มนตรี บุญเรืองเศษ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สรพชัย หูวะนันท์	รองอธิการบดีฝ่ายวิจัย มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง โรงเรียนนายร้อยพระจุลจอมเกล้า

บทความใน "วารสาร EAU HERITAGE" เป็นความเห็นของผู้เขียนโดยเฉพาะ กองบรรณาธิการไม่มีส่วนในความคิดเห็นในข้อความเหล่านั้น



	รองศาสตราจารย์ ดร.วันเพ็ญ แก้วปาน รองศาสตราจารย์ ดร.นุจรี ไชยมงคล รองศาสตราจารย์ ดร.ธนาคม สุนทรชัยนาคแสง	มหาวิทยาลัยมหิดล มหาวิทยาลัยบูรพา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ คณะพลังงาน สิ่งแวดล้อม และวัสดุ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล คณะพยาบาลศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี คณะนิติ คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย คณะนิติ คณะการบิน มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย อาจารย์ประจำ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย
เลขานุการ	นางสาวอรอนงค์ อุดมวงศ์	มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย
ออกแบบปก/จัดรูปเล่ม	อาจารย์วิลาวรรณ สุขมาก นางสาวอรพินท์ ลูกอินทร์ นางสาวพิมพ์ลดา พิทักษ์เศรษฐการ	มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย
พิสูจน์อักษรประจำฉบับ	รองศาสตราจารย์ ดร.สมบัติ ทัชทรัพย์ รองศาสตราจารย์ ดร.ปภาวดี คล่องพิทยาพงษ์ รองศาสตราจารย์ ดร.อัมพร ศรีเสริมโชค อาจารย์มาลิน จันทระโชติ นางสาวทิพย์รัตน์ พานะจิตต์ Associate Professor Dr. Sushama Kasbekar Mr. Eric Larsen	มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย Assumption University A Physical Scientist for the U.S. Department of Energy. He was a technical writer at the Idaho National Laboratory and a research technician, University of Maryland Physics Department



ผู้ทรงคุณวุฒิกลั่นกรองบทความ



รศ.ดร.วันเพ็ญ แก้วปาน	มหาวิทยาลัยมหิดล
รศ.ดร.สมใจ พุทธาพิทักษ์ผล	มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช
ผศ.ดร.พรฤดี เนติโสภาคกุล	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ดร.มนตรี บุญเรืองเศษ	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
รศ.ดร.ดิเรก ทองอร่าม	มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช
รศ.ดร.ปิติเขต สุรักษา	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง
ผศ.ดร.ณัฐวุฒิ แก้วพิบูลย์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี นครราชสีมา
รศ.ดร. ธนาคม สุนทรชัยนาคแสง	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
ศ.ดร.เรีนฤทัย สัจจพันธุ์	มหาวิทยาลัยรังสิต
รศ.ดร.นิพนธ์ ตั้งคณานุรักษ์	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ผศ.ดร. สรรพชัย หุვნันทน์	โรงเรียนนายร้อยพระจุลจอมเกล้า
ดร.ทรงพันธ์ เจริมประยงค์	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ผศ.ดร.พิมพ์รำไพ เปรมสมิท	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
รศ.ดร.ธนาคม สุนทรชัยนาคแสง	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
ดร.บัญชา ชินศรี	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ผศ.ดร.ชงโค แซ่ตั้ง	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก
ศ.นพ.ธีระ รามสูต	กระทรวงสาธารณสุข
ดร.พรธิดา วิเศษศิลปานนท์	มหาวิทยาลัยมหิดล
ผศ.ดร.วินัย นุตมากุล	มหาวิทยาลัยมหิดล
ผศ.ดร.เอื้อมพร ปัทมจิวงค์	มหาวิทยาลัยมหิดล



บทบรรณาธิการ



วารสารฉบับนี้มีบทความวิชาการ 10 เรื่อง และ บทความวิจัย 11 เรื่อง เนื้อหาครอบคลุมหลายด้าน เช่น ด้านการบิน สารสนเทศคอมพิวเตอร์ วิทยาศาสตร์สุขภาพ และ วิศวกรรมศาสตร์ บทความทุกบทความ มีความเชื่อมโยงกับการสร้างองค์ความรู้ที่สามารถนำไปใช้พัฒนาประเทศและการเรียนการสอน โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ของมหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย

เวลาผ่านไปรวดเร็วมาก จนไม่น่าเชื่อว่าเราผลิตวารสารมาถึงฉบับแรกของปีที่ 8 แล้ว ตลอดเวลาที่ผ่านมา คณะผู้จัดทำพยายามอย่างยิ่งที่จะพัฒนาคุณภาพของวารสารให้ดียิ่งขึ้นตามลำดับ ขณะที่ปริมาณสมาชิกก็เพิ่มขึ้นเรื่อยๆ นักวิชาการและนักวิจัยจากต่างหน่วยงานก็ส่งบทความวิชาการและบทความวิจัยมาให้เราพิจารณามากขึ้นอย่างต่อเนื่องเช่นกัน คณะผู้จัดทำใคร่ขอขอบพระคุณผู้ที่เกี่ยวข้องทุกท่านมา ณ. ที่นี้ด้วย

ช่วงปลายปี พ.ศ. 2558 ประเทศไทยได้มีแผนรองรับการเตรียมปรับตัวให้อยู่ร่วมในประชาคมอาเซียน ดังนั้นช่วงนี้จึงเป็นเวลาที่เราจะต้องทบทวนการทำงานในอดีต และวางแผนงานพัฒนาสำหรับอนาคต มหาวิทยาลัย ท่านผู้บริหารและคณะกรรมการจัดทำวารสารวิชาการมหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย ฉบับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ได้มีความตั้งใจที่จะพัฒนาและจัดทำวารสารให้มีมาตรฐานมีคุณค่า เพื่อก่อให้เกิดประโยชน์ต่อนักวิชาการ นักวิจัย และท่านผู้อ่าน เพื่อนำไปสู่การใช้ประโยชน์ในวงกว้างพร้อมกันนี้ หากท่านผู้อ่านมีแนวคิดในการพัฒนาวารสาร คณะผู้จัดทำวารสารยินดีรับฟังความคิดเห็นและจะนำความคิดเห็นไปดำเนินการต่อไป

บรรณาธิการ

แนะนำผู้เขียน



ประวิทย์ วงศ์วิวัฒน์	คณะกรรมการбин มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย E-mail: pravith@eau.ac.th
นาวาอากาศเอก สมนึก พึ่งพวง	คณะกรรมการбин มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย E-mail: somnuk@eau.ac.th
เรืออากาศตรีสุชาติ คงแสงงาม	คณะกรรมการбин มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย E-mail: suchartko@eau.ac.th
สุจิต (สุธารา) ห่วงสุวรรณ	คณบดีคณะกรรมการбин มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย E-mail: sutit@eau.ac.th
สุกรี แก้วมณี	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ คณะวิทยาการจัดการ, กรรมการผู้จัดการ ศูนย์ธุรกิจ ที่ปรึกษาเพื่อการพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม E-mail: sukree@npru.ac.th
ชนิสันท์ สุขาม	คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย Email: chanissnun@eau.ac.th
อัจฉนา วงศ์ชัยสุวรรณ	คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ Email: fsciatw@ku.ac.th
ธิดารัตน์ ผลพิบูลย์	คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย E-mail: tidaratp@eau.ac.th
อิสริย์ฐิกา ชัยสวัสดิ์	คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย E-mail: isareethika@eau.ac.th
อนุวัตร รุ่งพิสุทธิพงษ์	คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย E-mail: anuvat@eau.ac.th
นัทพงศ์ จันทมาศ	คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย E-mail: nutapong@eau.ac.th
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ร้อยโทหญิง อัญชลี เขียวโสธร ดุวอล	คณะพยาบาลศาสตร์ มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย E-mail: anchaleec@eau.ac.th

แนะนำผู้เขียน

ปัทมาภรณ์ ธรรมทัต

คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย
E-mail: pattamaporn@eau.ac.th

สุคนธ์ทิพย์ คำจันทร์

คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย
E-mail: sukhontip@eau.ac.th

ศุภามณ จันทรสกุล

คณะพยาบาลศาสตร์ มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย
E-mail: suphamon@eau.ac.th

ดร.กัญจน์นิชา โภคอุดม

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย
E-mail: kannicha@eau.ac.th

รศ.ดร.ยุทธพงษ์ รังสรรค์เสรี

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร
ลาดกระบัง
E-mail: rangsanseri@yahoo.com

สุปราณี วงษ์แสงจันทร์

คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย
E-mail: supraneev@eau.ac.th

บุญมี จันทรสวัสดิ์

คณะการป็น มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย
E-mail: boonmee@eau.ac.th

ผศ.ธนากร น้ำหอมจันทร์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย
E-mail: thanakorn@eau.ac.th

อดิกร เสรีพัฒนานนท์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย
E-mail: athikorn@eau.ac.th

สายสุนีย์ เจริญสุข

คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย
E-mail: saisunee@eau.ac.th

ปฏิภาณ เกิดลาภ

สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย
E-mail: patiphan@eau.ac.th

แนะนำผู้เขียน



ผศ.ชุตินันท์ อุ้ยยายโสม

สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย
E-mail: freshy@eau.ac.th

กนกพร รอดแสง

บริษัท บอน มาร์ค (ประเทศไทย) จำกัด
E-mail: pk-ne@hotmail.com

นิพนธ์ สุขวิสัย

วิทยาลัยวิทยาการวิจัยและวิทยาการปัญญา มหาวิทยาลัยบูรพา
E-mail: jniphon1@gmail.com

ผศ.ดร.ปณิดา วรรณพิรุณ

วิทยาลัยวิทยาการวิจัยและวิทยาการปัญญา มหาวิทยาลัยบูรพา

ปิยนัฐ โตอ่อน

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตกาฬสินธุ์
E-mail: Piyanat.to@gmail.com

วรรณรพ ชันธิรัตน์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตกาฬสินธุ์
E-mail: Wanrop@windowslive.com

จรุงรัตน์ พันธุ์สุวรรณ

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย
E-mail: jarungrat@eau.ac.th

สาธิต พวงนิล

หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย
E-mail: Keng_513@hotmail.com

อรอนงค์ อุดมวงศ์

หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย
E-mail: onanong@eau.ac.th

ดร.กนกอร หัสโรค์

วิทยาลัยพลังงานและสิ่งแวดล้อมอย่างยั่งยืนรัตนโกสินทร์ มหาวิทยาลัย
เทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์
E-mail: kanokon@rmutr.ac.th

รศ.ดร.สมบัติ ทิมทรัพย์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย
E-mail: sombat@eau.ac.th



พรทิภา ชาบุดร หลักสูตรพยาบาลศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย
E-mail: nid_shabutra@hotmail.com

สุภักัญญา ชวนิชย์ มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย
E-mail: supakanya1112@gmail.com



สารบัญ



บทความวิชาการ

- 1 ► การวางแผนการบินก่อนปฏิบัติการบิน
Pre-Flight Planning
ประวิทย์ วงศ์วิวัฒน์
- 10 ► พื้นที่อากาศกับจราจรทางอากาศ
Airsaces with Air Traffic
นาวาอากาศเอก สมนึก พึ่งพวก
- 14 ► ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมของการบิน
Environmental Impact of Aviation
เรืออากาศตรีสุชาติ คงแสงงาม
- 19 ► การพัฒนาการบริหารและผู้บริหารท่าอากาศยานในประเทศสหราชอาณาจักร
ตามแผนการพัฒนาการขนส่งทางอากาศระยะ 30 ปี (ค.ศ. 2003-2030)
The Development of Airport Administration and Administrators in the United Kingdom
in Accordance with the 30 Years Air Transportation Development Plan (2003-2030)
สุจิตต์ (สุธารา) ห่วงสุวรรณ และ สุกรี แก้วมณี
- 32 ► เซนเซอร์สำหรับวัดออกซิเจนที่ละลายน้ำได้
Dissolved Oxygen Sensor
ชนิศนันท์ สุขงาม และ อัจฉนา วงศ์ชัยสุวัฒน์
- 40 ► ภัยในหน้าหนาวจากฝุ่นละอองขนาดเล็ก ($PM_{2.5}$)
Disaster in the Winter of Particle Matter ($PM_{2.5}$)
ธิดารัตน์ ผลพิบูลย์, อิศริย์ฐิกา ชัยสวัสดิ์ และ อนุวัตร รุ่งพิสุทธิพงษ์
- 47 ► กากไขมันเหลือใช้ไม่ไร้ประโยชน์ : การใช้ประโยชน์จากของเสียเหลือทิ้ง
The Utilization of Waste Grease: Waste Utilization
นันทพงศ์ จันทมาศ
- 55 ► การประเมินศักยภาพและความต้องการจำเป็นในการบริการสุขภาพของชุมชน
Needs and Capacity Assessment in Community Health Services
ร้อยโทหญิง อัญชลี เขียวโสธร ดุวอล

สารบัญ



- 59 ► Web 2.0: สิทธิในการสื่อสารเพื่อขับเคลื่อนสังคมสารสนเทศ
Web 2.0: The Right to Communicate for Information Society Movement
ปัทมาภรณ์ ธรรมทัต และ สุคนธ์ทิพย์ คำจันทร์

- 68 ► ยุคสมัยของการประเมินผลและแนวคิดทฤษฎีของนักประเมิน
The Historical Development of Evaluation and Theorists' Concepts
ศุภามณ จันทร์สกุล

บทความวิจัย

- 80 ► การซ่อนลายน้ำในภาพดิจิทัลโดยใช้พีชชีมีนและระบบอาณานิคมมด
Digital Image Watermarking Using FCM and ACS
ดร.กัญจน์นิชา โภคอุดม, รศ.ดร.ยุทธพงษ์ รังสรรค์เสรี และ สุปราณี วงษ์แสงจันทร์
- 89 ► การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน กับ การจัดการเรียนรู้
โดยวิธีปกติ ในรายวิชา 01337306 กฎและข้อบังคับทางอากาศเรื่อง กฎการบินด้วยสายตา
Comparison Between the Results of Studying by Use Problem Base Learning and the
Normal Teaching Method for Course Number 01337306 Air Law and Regulations
Regarding Visual Flight Rules
บุญมี จันทรสวัสดิ์
- 98 ► ระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ในโรงเรือนเพาะปลูกพืชไร้ดิน แบบทำความเป็น
ด้วยวิธีการระเหยของน้ำร่วมกับการสเปรย์ละอองน้ำแบบอัตโนมัติ โดยใช้ระบบควบคุม
เชิงตรรกะแบบโปรแกรมได้
PLC-Based Automatic Control System of Temperature and Relative Humidity
in Soilless Culture Greenhouse with an Evaporative Cooling System and Fogging System
ธนากร น้ำหอมจันทร์ และ อติกร เสรีพัฒนานนท์
- 112 ► การพัฒนาการเรียนการสอนโดยใช้กระบวนการคิดแก้ปัญหาจากกรณีตัวอย่าง
รายวิชาการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ 1
Developing Instructional Materials on Problem-Solving Ability: A Case of The Sample
in Learning Computer Programming I
สายสุนีย์ เจริญสุข

สารบัญ



- 123** ► การศึกษาการใช้พลังงานของวงจรเรียงกระแสแบบบริดจ์ชนิดเต็มคลื่นระหว่างไดโอด 4 ตัว และไดโอดแบบโมดูล สำหรับแหล่งจ่ายไฟของหลอดไฟฟ้าแอลอีดี
Comparison of Effect of Full Bridge Rectifier Circuit Between 4 Diodes and 1 Diode Module on Energy Saving for Power Supply of LED Lamp Illuminating
ปฎิภาณ เกิดลาภ, ชุตติพนธ์ อุ้ยายโสสม และ กนกพร รอดแสงวง
- 131** ► การพัฒนาระบบบริหารสถานศึกษาอัจฉริยะผ่านคลาวด์คอมพิวเตอร์เพื่อสนับสนุนองค์กรอัจฉริยะด้านเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร
Development of Cloud Computing Intelligence Management Information System (CCIMIS) for Supporting Organizational Intelligence in ICT
นิพนธ์ สุขวิสัย และ ผศ.ดร.ปณิดา วรรณพิรุณ
วิทยาลัยวิทยาการวิจัยและวิทยาการปัญญา มหาวิทยาลัยบูรพา
- 140** ► การวิเคราะห์อัตราการเจริญเติบโตของพืชที่ใช้กระถางต้นไม้จากปุ๋ยคอก ขุยมะพร้าว โดยใช้หลักการออกแบบการทดลอง
Analysis of the Growth Rate of Plants Using Flowerpot from Animal Manure, Fuzz and Coconut Fiber By Using Design of Experiment
ปิยณัฐ ไตอ่อน, วรรณพร ชันธิรัตน์ และ จรุงรัตน์ พันธุ์สุวรรณ
คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตกาฬสินธุ์
- 148** ► ระบบตรวจจับและแจ้งเหตุผิดปกติอุณหภูมิของเครื่องแม่ข่ายผ่านทางโทรศัพท์เคลื่อนที่
Server Temperature Detection and Abnormal-Alarm Informing System Via Mobile
สาธิต พวงนิล
- 155** ► การปรับปรุงกระบวนการทางธุรกิจของงานห้องสมุด สำนักหอสมุดกลางมหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย
Business Process Management of Central Library of Eastern Asia University
อรอนงค์ อุดมวงศ์
- 163** ► การผลิตเชื้อเพลิงเหลวด้วยกระบวนการฟิชเชอร์โทรป
Liquid Fuel Production by Fischer-Tropsch Process
กนกอร หัสโรค์ และ สมบัติ ทิมทรัพย์

สารบัญ



- 171 ► ความสัมพันธ์ของภาวะสุขภาพจิต สิ่งแวดล้อมในการทำงาน และความสามารถในการทำงาน
ของพยาบาลวิชาชีพในโรงพยาบาลสังกัดกระทรวงสาธารณสุข จังหวัดปทุมธานี
Correlation of Mental Health, Working Environment and Work Ability of
Professional Nurses in Hospitals under Public Health Ministry, Pathum Thani Province
พรทิภา ชาบุตร

แนะนำหนังสือ

- 184 ► พระมงกุฎเกล้าและเจ้าฟ้าเพชรรัตน์
สุภกัญญา ขวณิชย์
- 188 ► วิเคราะห์ตัวละครจากบทละครพูดคำฉันท์เรื่องละครพูดคำฉันท์เรื่องมัทนะพาธาตามหลัก
อริยสัจสี่
สุภกัญญา ขวณิชย์



การวางแผนการบินก่อนปฏิบัติการบิน

Pre-Flight Planning

ประวัติ วรวิวัฒน์



บทคัดย่อ

ความรู้ความเข้าใจขั้นพื้นฐานเกี่ยวกับ การวางแผนการบินก่อนปฏิบัติการบิน มีบทบาทสำคัญอย่างมากต่อการดำเนินการบินขนส่งผู้โดยสาร และสินค้าซึ่งต้องคำนึงถึงความปลอดภัย ความประหยัด และความสะดวกรสบายของผู้ใช้บริการ โดยเริ่มตั้งแต่สนามบินต้นทาง ระหว่างทาง จนกระทั่งถึงสนามบินปลายทาง โดยพิจารณาถึงข้อกำหนดหรือกฎเกณฑ์ที่มีความถูกต้องในด้านต่าง ๆ ประกอบด้วย (1) การคำนวณ และพิจารณาจำนวนเชื้อเพลิงที่ต้องใช้สำหรับการเดินทางตามเส้นทางบินนั้น ๆ (2) การคำนวณ และพิจารณาน้ำหนักบรรทุกทุกขณะนำเครื่องบินวิ่งขึ้น และขณะนำเครื่องบินร่อนลง (3) การควบคุมน้ำหนัก และการควบคุมระวางบรรทุกเพื่อให้เครื่องบินขณะทำการวิ่งขึ้น ระหว่างทำการบินในระดับ และขณะทำการร่อนลงอยู่ในลักษณะสมดุลที่ปลอดภัย

คำสำคัญ: แผนการบิน, การวางแผนการบินก่อนปฏิบัติการบิน, การวางแผนจำนวนเชื้อเพลิงบิน, การควบคุมน้ำหนัก และควบคุมระวางบรรทุก

Abstract

The basic knowledge and understanding about the pre-flight planning which plays an important role in transport passengers and goods. There is a need to consider the safety, economy and comfort of frugality users. Starting from the departure airport, en-route, and then at the airport of destination consideration that the requirements is or rules are accurate in various aspects include: (1) calculation and consideration of reserved fuel that is required for a particular flight plan (2) calculation and consideration of take-off weight and landing weight and (3) weight control and load control at take-off, during cruising, and gaining equilibrium during landing.

Keywords: flight plan, pre-flight planning, fuel for flight planning, weight and balance control

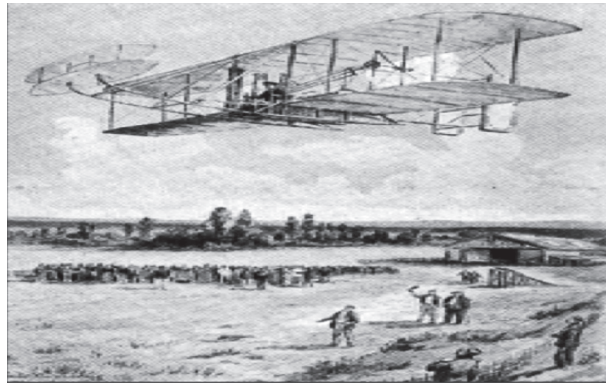


ความนำ

ความรู้เกี่ยวกับเรื่องการบิน ได้รับการศึกษาค้นคว้าในลักษณะที่เป็นวิทยาศาสตร์ เมื่อต้นศตวรรษที่ 19 ประกอบกับการนำเครื่องจักรที่มีเครื่องจักรไอน้ำเป็นแหล่งพลังงานในการขับเคลื่อน และมีอิทธิพลต่อแนวคิดที่สร้างสรรค์ต่อมา

ในปี ค.ศ 1903 เป็นปีประวัติศาสตร์ของมนุษยชาติและเป็นการบินครั้งแรกของเครื่องบินขับเคลื่อนด้วยเครื่องยนต์และเป็นอากาศยานที่พามนุษย์ชาติผ่านอุปสรรคใหญ่หลวง 3 ประการคือ แรงยก การควบคุมวิถีการบิน และแรงผลักดันจากเครื่องยนต์ที่เพียงพอ (การบินไทย, 2543) จากความสำเร็จอย่างรวดเร็วของการบินเชิงพาณิชย์ในปัจจุบันการทำธุรกิจการบินได้เข้ามามีบทบาทในการขนส่งทางอากาศ

และได้รับความนิยมจากผู้ให้บริการในด้านการขนส่งผู้โดยสาร และสินค้ามากยิ่งขึ้น



ภาพ 1 แสดงการบินครั้งแรกของสองพี่น้องสกูลไรท์ที่มา. จาก Aero club, (2543), โดย การบินไทย, กรุงเทพฯ: ผู้แต่ง.

ปริมาณการจราจรทางอากาศรวม



ภาพ 2 แสดงสถิติการขนส่งทางอากาศท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ

ที่มา. จาก สถิติการขนส่งทางอากาศ, (2556), โดย บริษัท ท่าอากาศยานไทย จำกัด, ค้นจาก <http://www.airportthai.co.th/main/th>

เพื่อเป็นการเสริมสร้างสำนึกเกี่ยวกับการบินซึ่งเป็นปัจจัยบริการหนึ่งต่อวิถีชีวิตประจำ เพื่อการเดินทางไปยังเป้าหมายที่ต้องการทางอากาศ ผู้สนใจได้รู้และเข้าใจ เนื่องจากผู้เขียนมีประสบการณ์ด้านงานอำนวยความสะดวกและจากการให้บริการวิชาการแก่พนักงานอำนวยความสะดวก ตามสายการบินในเรื่องการจัดเตรียมข้อมูลข่าวสารการบินเพื่อการ

วางแผนการบิน ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญอย่างยิ่งต่อการเริ่มต้นปฏิบัติการบิน เพื่อการขนส่งผู้โดยสาร และสินค้าทางอากาศ ที่จะทำการบินไปยังจุดหมายปลายทางแต่ละครั้ง ด้วยกระบวนการวิเคราะห์ ข้อมูลต่าง ๆ ที่ใช้ประกอบการบิน และนำมาบูรณาการเพื่อวางแผนการบินให้เป็นไปตามวัตถุประสงค์ด้วยความปลอดภัย ประหยัด และให้ความสะดวกสบายแก่ผู้ให้บริการ

ดังนั้นผู้เขียนจึงขอ นำเสนอ เรื่องการวางแผนการบินเพื่อประโยชน์แก่ผู้สนใจทั่วไป รวมทั้งผู้กำลังศึกษาในสายวิชาชีพการอำนวยความสะดวกการบิน ได้รับรู้ และเข้าใจงานด้านการปฏิบัติการบินมากขึ้น

การวางแผนการบินก่อนปฏิบัติการบิน

การวางแผนการบินก่อนปฏิบัติการบิน (pre-flight planning) การอำนวยความสะดวกการบินเพื่อการขนส่งผู้โดยสาร และสินค้า ต้องคำนึงถึงความปลอดภัย ประหยัด และให้ความสะดวกสบายแก่ผู้ให้บริการ สิ่งที่สำคัญที่สุดคือความปลอดภัยต้องเป็นอันดับหนึ่งตั้งแต่สนามบินต้นทาง ระหว่างทางจนกระทั่งไปถึงสนามบินปลายทางรวมทั้งสนามบินสำรอง โดยพิจารณาถึงข้อกำหนดหรือกฎเกณฑ์หลักที่มีความถูกต้อง และให้ความปลอดภัยหลายประการที่สำคัญมีดังนี้

1. การคำนวณ และพิจารณาน้ำหนักบรรทุกขณะนำเครื่องบินขึ้น และขณะนำเครื่องบินลง (performance pre-flight planning)
2. การคำนวณหาจำนวนเชื้อเพลิงที่ต้องใช้สำหรับในเส้นทางบินนั้น ๆ (Fuel Pre-Flight Planning)
3. การควบคุมน้ำหนัก และควบคุมระวางบรรทุก เพื่อให้เครื่องบินขณะทำการวิ่งขึ้น ร่อนลง และระหว่างบินอยู่ในลักษณะสมดุล (payload planning) or (weight and balance control)

การจัดเตรียมแผนการบิน

ก่อนการปฏิบัติการบินแต่ละครั้ง นักบินผู้ซึ่งรับผิดชอบของเที่ยวบินนั้น ๆ จะต้องศึกษาข้อมูลข่าวสารการบิน และจัดเตรียมแผนการบินตามเส้นทางที่ปฏิบัติการบินทั้งนี้เพื่อเป็นข้อมูลใช้วางแผนการบิน และประกอบการบินให้เกิดความ ถูกต้อง และปลอดภัย

เพื่อเป็นการแบ่งเบาภาระของนักบิน ทางองค์การการบินพลเรือนระหว่างประเทศ (ICAO) จึงได้กำหนดบุคคลทำหน้าที่คอยช่วยเหลือนักบินด้วยการจัดเตรียมเอกสารการบินเพื่อใช้วางแผน และประกอบการบินของทุกเที่ยวบิน บุคคลผู้นั้นคือพนักงานอำนวยความสะดวก

(flight operation officer) โดยทำหน้าที่ และรับผิดชอบร่วมกันดังนี้ (ICAO, 2001)

1. ช่วยเหลือนักบินเกี่ยวกับการจัดเตรียมแผนการบิน (Air traffic service flight plan) เพื่อเสนอต่อหน่วยบริการ การเดินอากาศ และแผนการบินเชิงปฏิบัติการ (Flight operational flight plan) เพื่อนักบินใช้ประกอบการบิน
2. จัดหาข่าวสารที่เห็นว่ามีความจำเป็นต่อความปลอดภัยขณะที่นักบินปฏิบัติการบินด้วยวิธีที่เหมาะสม
3. ถ่ายทอดข่าวสารที่พิจารณาเห็นว่ามีความปลอดภัยต่อการปฏิบัติการบินรวมทั้งข่าวสารการเปลี่ยนแปลงแผนการบินตามเส้นทางบิน
4. ในกรณีฉุกเฉินพนักงานอำนวยความสะดวกสามารถที่จะดำเนินการนอกเหนือจากที่ได้กำหนดวิธีปฏิบัติในเอกสารการปฏิบัติการบิน (operation manual) ได้ แต่ต้องหลีกเลี่ยงการกระทำที่ให้เกิดความสับสนกับหน่วยงานการบริการการจราจรทางอากาศ

พนักงานอำนวยความสะดวกจะต้องมาปฏิบัติหน้าที่ก่อนนักบินทำการบินล่วงหน้าอย่างน้อย 2 ชั่วโมงเพื่อจัดเตรียมเอกสารเป็นข้อมูลการวางแผนการบินร่วมกับนักบิน ก่อนการปฏิบัติการบิน มีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. การคำนวณน้ำหนักวิ่งขึ้น

ก่อนการปฏิบัติการบินทุกครั้ง พนักงานอำนวยความสะดวกจะต้องทำการคำนวณน้ำหนักวิ่งขึ้น (take-off performance) เสียก่อนว่าเที่ยวบินนี้สามารถบรรทุกน้ำหนักได้สูงสุดเท่าใด เรียกว่า allowed weight for take-off โดยปกติสมรรถนะการรับน้ำหนักบรรทุกของเครื่องบินเมื่อปฏิบัติการบินบางครั้งจะไม่สามารถรับน้ำหนักบรรทุกเท่ากับน้ำหนักบรรทุกตามสมรรถนะวิ่งขึ้นที่โรงงานผลิตเครื่องบินกำหนดให้เสมอไป ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่างเป็นตัวแปรที่จะจำกัดน้ำหนักบรรทุก เช่น

1.1 Field-length limited weight (ความยาวทางวิ่งขึ้น)

1.2 Tire-speed limited weight (ระดับความดันลมภายในล้อ)

1.3 Brake-energy limited weight (ระบบเบรก)

1.4 Obstacle-limited weight (สิ่งกีดขวางที่อยู่ในตำแหน่งแนววิ่งขึ้น)

1.5 Climb-limited weight (อัตราการใช้)

1.6 Runway strength limited weight (สภาพพื้นผิวและความหนาแน่นของทางวิ่ง)

1.7 Structure limited weight (ปริมาณการรับน้ำหนักสูงสุดตามโครงสร้างของอากาศยาน)

1.8 Zero fuel weight limited (ปริมาณการรับน้ำหนักสูงสุดตามโครงสร้างของอากาศยานขณะยังไม่มีการบินบรรทุกเชื้อเพลิง)

1.9 Landing weight limited (ปริมาณการรับน้ำหนักสูงสุดตามโครงสร้างของอากาศยานขณะทำการลง) U.S.A.(1988)

น้ำหนักวิ่งขึ้นจากปัจจัยดังกล่าว คำนวณน้ำหนักได้จาก เอกสารการปฏิบัติการบินเรียกว่า Operation Manual ที่ผู้ผลิตเครื่องบินกำหนดให้ จากนั้นพนักงานอำนวยความสะดวกพิจารณาว่าน้ำหนักวิ่งขึ้นจากปัจจัยต่างๆ โดยนำค่าน้ำหนักวิ่งขึ้นที่น้อยที่สุดเป็นค่าน้ำหนักสูงสุดเพื่อการวิ่งขึ้นของเที่ยวบินนั้น เรียกว่า Maximum allowed weight for take-off

2. การคำนวณจำนวนเชื้อเพลิงเดินทางของเที่ยวบิน

พนักงานอำนวยความสะดวกต้องคำนวณหาจำนวนเชื้อเพลิงต่ำสุด (minimum fuel for flight plan) ของเที่ยวบินนั้น โดยจำนวนเชื้อเพลิงประกอบไปด้วยผลรวมของจำนวนเชื้อเพลิงดังต่อไปนี้ (Nok Airline Company Limited, 2007)

Taxi fuel + Trip fuel + contingency fuel + Alternate fuel + Holding fuel

คำอธิบาย

Taxi fuel หมายถึง จำนวนเชื้อเพลิงที่ใช้ start เครื่องยนต์, start เครื่องยนต์สำรอง (auxiliary power unit) และใช้เพื่อขับเคลื่อนจากหลุมจอดไปยังทางวิ่งเพื่อทำการวิ่งขึ้น

Trip fuel หมายถึง เชื้อเพลิงที่ใช้เดินทางตั้งแต่ต้นทางถึงปลายทาง โดยได้จากผลรวม

-จำนวนเชื้อเพลิงที่ใช้ในการ ไต่ไปสู่ระดับที่ต้องการบิน (climb)

-จำนวนเชื้อเพลิงที่ใช้ขณะทำการบินอยู่ในระดับบินที่ต้องการ (cruise)

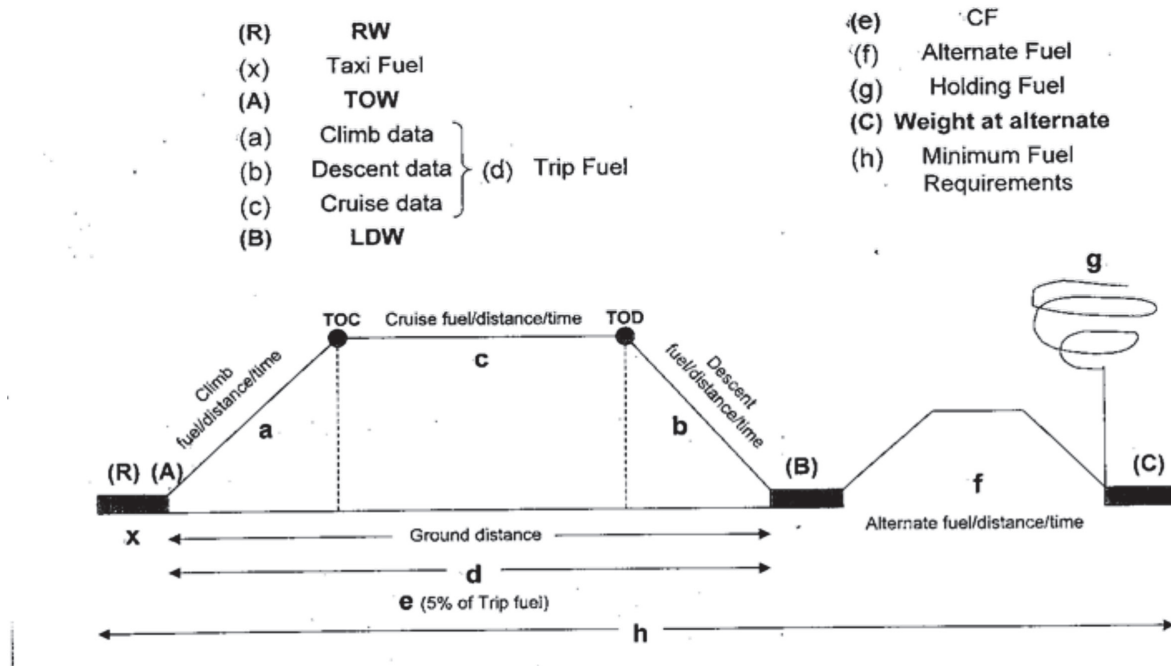
-จำนวนเชื้อเพลิงที่ใช้ขณะทำการบินลดระดับบิน (descent)

-จำนวนเชื้อเพลิงที่ใช้ขณะทำการบินลงสู่สนามบิน (approach & landing)

contingency fuel หมายถึง จำนวนเชื้อเพลิงสำรองคิดจาก 5% ของจำนวนเชื้อเพลิงเดินทาง (trip fuel)

Alternate fuel หมายถึง จำนวนเชื้อเพลิงที่ใช้เดินทางตั้งแต่สนามบินปลายทางไปยังสนามบินสำรอง โดยได้จากผลรวมเชื้อเพลิง เช่นเดียวกับ Trip fuel

Holding fuel หมายถึง จำนวนเชื้อเพลิงนำไปใช้บินเหนือสนามบินสำรองเป็นเวลา 30 นาที สำหรับเครื่องบินใช้เครื่องยนต์ Jet ถ้าเป็นเครื่องบินใบพัดคิดจำนวนเชื้อเพลิงในการบิน เหนือสนามบินสำรองเป็นเวลา 45 นาที (ดูภาพ Preparation of fuel for flight planning)



ภาพ 2 Preparation of fuel

Retrieved from *Flight dispatch manual*, (2007), by Nok Airlines Company Limited.

จำนวนเชื้อเพลิงดังกล่าวสามารถคำนวณค่าได้จากกราฟในเอกสารการปฏิบัติการบิน (Operation manual) ของแต่ละแบบของเครื่องบินนั้นๆ พร้อมนี้จะต้องมีข้อมูลเบื้องต้นเพื่อการคำนวณหาจำนวนเชื้อเพลิงดังกล่าวเช่น

- ระยะทางเดินทางตั้งแต่สนามบินต้นทางถึงสนามบินปลายทาง และจากสนามบินปลายทางถึงสนามบินสำรอง (distance to destination and distance to alternate)

- ระดับบิน (flight level)

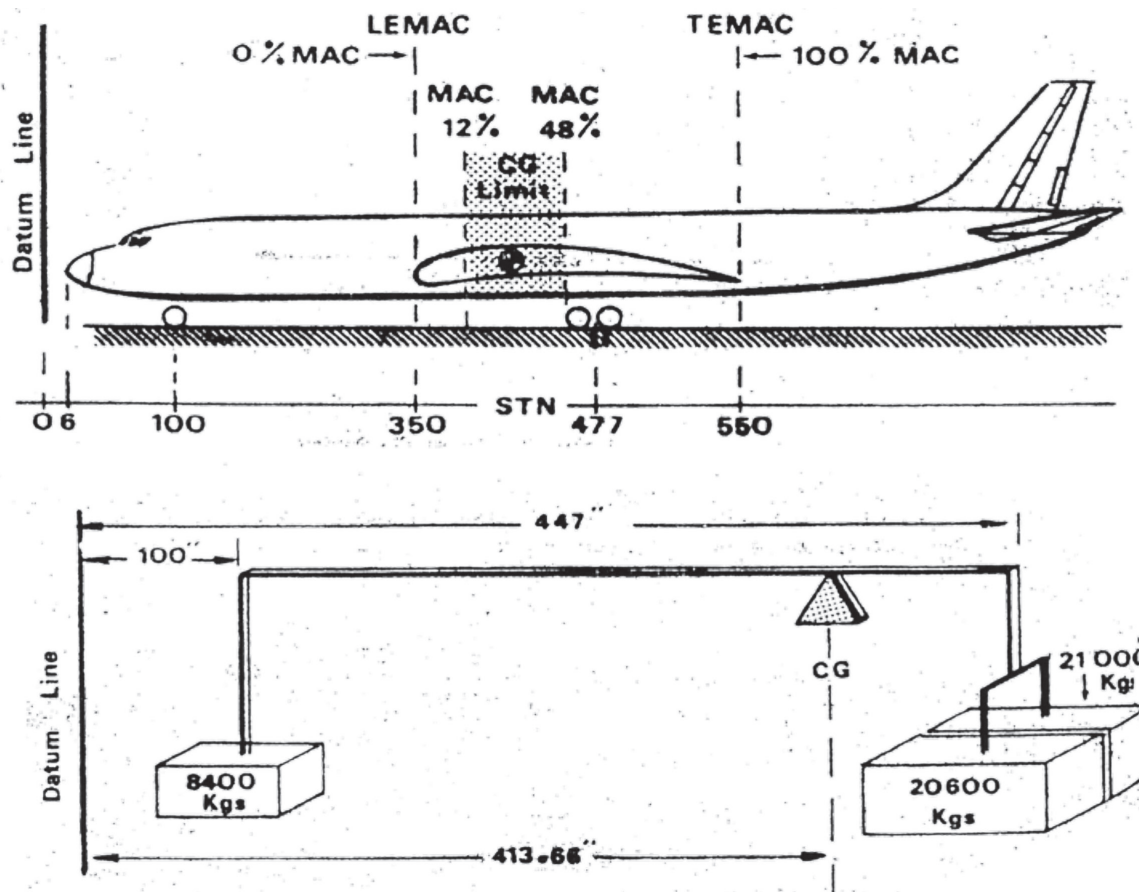
- ความเร็วลมที่มากกระทำกับเครื่องบินระหว่างทำการบินในลักษณะตามลม หรือทวนลม (wind component)

- อุณหภูมิ (temperature)

- น้ำหนักวิ่งขึ้นโดยประมาณ (take-off weight)

3. ควบคุมน้ำหนักและควบคุมระวางบรรทุก

ก่อนการปฏิบัติการบินทุกครั้งพนักงานอำนวยความสะดวกการบินหรือผู้ได้รับมอบอำนาจควบคุมน้ำหนักและควบคุมระวางบรรทุก (weight and balance control) จะต้องมีการวางแผนการบรรทุก และแนะนำต่อพนักงาน Load master ผู้ซึ่งนำพาสัญญาบัตรโดยสารและกระเป๋าเดินทางของผู้โดยสาร และไปรษณีย์ภัณฑ์เพื่อนำไปบรรทุกตามห้องสัมภาระของเครื่องบินต่อไป ส่วนงานของพนักงาน check-in ผู้ตรวจบัตรโดยสาร เมื่อได้ทำการปิดการตรวจบัตรโดยสาร ของเที่ยวบินนั้นแล้ว พนักงานดังกล่าวจะต้องแจ้งจำนวนผู้โดยสารพร้อมจำนวนน้ำหนักสัมภาระ และจำนวนที่นั่งที่ถูกใช้ไป ให้กับพนักงานอำนวยความสะดวกการบิน เพื่อดำเนินการคำนวณน้ำหนักและตรวจสอบสภาพความสมดุลของอากาศยาน มีความถูกต้องหรือไม่ พร้อมนำเสนอให้กับนักบินของเที่ยวบินเที่ยวนั้นรับทราบเพื่อตรวจสอบความถูกต้องอีกครั้งหนึ่ง หากเห็นชอบนักบินจะเซ็นชื่อรับรองต่อไป



ภาพ 4 Center of Gravity limit

Retrieved from *Flight dispatch manual*, (2007), by IATA Manual.

จัดทำแผนการบินเชิงปฏิบัติการ (flight operational flight plan or navigation log) สำหรับนักบินเพื่อใช้ประกอบการบินรวมทั้งเป็นข้อมูลเพื่อวางแผนเชื้อเพลิงและจัดทำแผนการบินตามแบบ form ขององค์การการบินพลเรือนระหว่างประเทศ เรียกว่า Air Traffic Service flight plan อันประกอบไปด้วยข้อมูล ชื่อเรียกขานของอากาศยาน แบบของอากาศยาน อุปกรณ์นำร่อง และสื่อสาร ชื่อสนามบินต้นทาง และปลายทาง ระบุเส้นทางบิน ระบุระดับความสูงที่ทำการบิน ระบุจำนวนผู้โดยสาร และระบุอุปกรณ์ฉุกเฉิน เป็นต้น เพื่อเสนอต่อหน่วยงานการบริการ การจราจรทางอากาศ (air traffic service unit) เพื่อให้หน่วยงานดังกล่าวได้ใช้เป็นข้อมูลในการจัดระเบียบการบินของอากาศยาน (aircraft separation) ตามเส้นทางนั้นๆ และเป็นข้อมูลใช้สอบสวนในกรณีเกิดอุบัติเหตุของอากาศยาน

4. การรวบรวมข้อมูลข่าวพยากรณ์สภาพอากาศ ตามเส้นทางบิน เพื่อเป็นข้อมูลในการวางแผน

การบิน เช่น สภาพอากาศระหว่างทางมีสภาพอากาศที่มีอุปสรรคต่อการบินอะไรบ้าง เช่น Typhoon, Jet steam, Turbulence, Wind shear เป็นต้น

- Typhoon คือ พายุหมุนที่เกิดขึ้นบริเวณทะเลจีนใต้และมหาสมุทรแปซิฟิก จะเรียกว่า Typhoon โดยมีความเร็วหมุนรอบจุดศูนย์กลาง ตั้งแต่ 64 ไมล์ทะเลต่อชั่วโมง หรือ 118 กิโลเมตร ต่อชั่วโมง

- Jet steam (ลมกรด) คือ กระแสลมชั้นบนที่มีความรุนแรง โดยจะมีความเร็วของลมตั้งแต่ 60 ไมล์ทะเลต่อชั่วโมงขึ้นไป จะพบในบริเวณตอนบนของชั้นบรรยากาศโทรโพสเฟียร์ หรือบริเวณตอนล่างของชั้นบรรยากาศสตราโตสเฟียร์

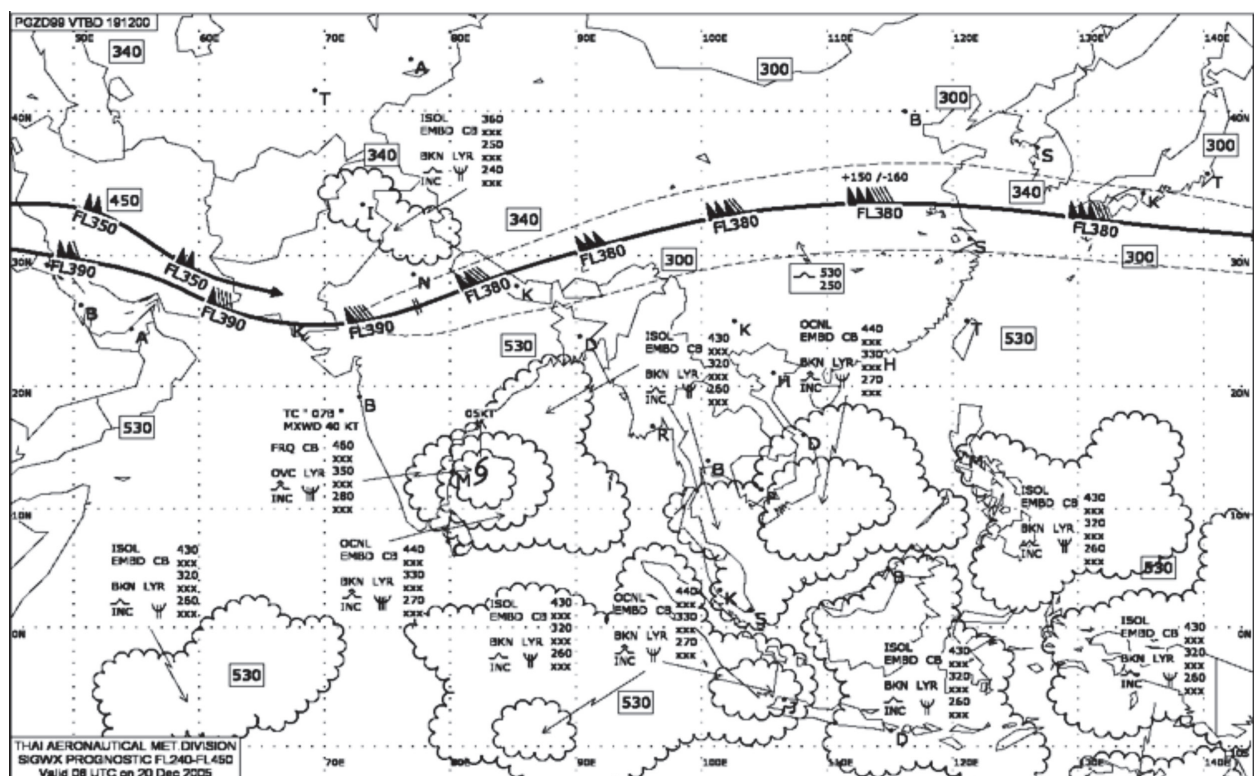
- Turbulence คือ ความปั่นป่วนของอากาศจะพบมากขณะเกิดมีเมฆพายุฟ้าคะนองคือเมฆคิวมูโลนิมบัส

- Wind shear คือความเปลี่ยนแปลง

ความเร็ว และ/หรือทิศทางของลมในระยะสั้น ๆ ทำให้เกิดความปั่นป่วนรุนแรงจึงมีผลอันตรายต่อการบินมาก (อุตุนิยมวิทยา, 2557)

หากมีสภาพอากาศดังกล่าวตามเส้นทางพนักงานอำนวยความสะดวกการบินกับนักบิน จะต้องวางแผนเปลี่ยนแปลงเส้นทางบินเพื่อหลบหลีกสภาพอากาศนั้นทันทีเพื่อความปลอดภัย สภาพอากาศ ณ สนามบินปลายทางรวมทั้งสนามบินสำรองก็เช่นเดียวกัน ต้องมีการตรวจสอบ ข่าวยพยากรณ์อากาศจากอุตุนิยมวิทยาการบิน ว่าช่วงเวลาที่เราเครื่องบินทำการลง สภาพอากาศ ณ สนามบินนั้นมีสภาพอากาศ ที่จะเป็นอุปสรรคต่อการบินเป็นอย่างไร เช่นสภาพทัศนวิสัย และฐานเมฆที่ทางอุตุนิยมวิทยาการบินพยากรณ์ ต่ำกว่าเกณฑ์ต่ำสุดที่ได้รับอนุญาตในแผนที่ของเครื่องช่วยเพื่อการร่อนลงสู่สนามบิน (instrument approach) หากต่ำกว่าเกณฑ์กำหนดเพื่อการร่อนลงสู่สนามบิน ก็จะต้องวางแผนการบินให้กับนักบิน เช่น ด้วยการกำหนดสนามบิน

สำรองเพิ่มขึ้น และสภาพอากาศต้องดี โดยปกติเกณฑ์ต่ำสุดในการร่อนลง ณ สนามบินปลายทาง จะถูกกำหนดไว้ในแผนที่ของเครื่องช่วยเพื่อการร่อนลง ด้วยการนำเอาค่าทัศนวิสัย และฐานเมฆ ของข่าวยพยากรณ์อากาศ มาเปรียบเทียบกับค่าดังกล่าวที่ระบุตาม Instrument approach and landing chart หากค่าของทัศนวิสัย และฐานเมฆที่พยากรณ์มีค่าต่ำกว่าถือว่าการไปลงครั้งนี้ต่ำกว่าเกณฑ์พนักงานอำนวยความสะดวกการบินกับนักบิน ร่วมกันวางแผนใหม่เมื่อไปลงแล้วจะได้ปลอดภัยด้วยวิธีนี้เรียกว่าการวางแผน With two alternate planning คือการกำหนดสนามบินสำรองที่มีระยะทางไกลกว่าสนามบินสำรองแรก ตามกฎการบิน จะต้องกำหนดสนามบินสำรองอย่างน้อย 1 สนามบิน พร้อมกับการคำนวณเชื้อเพลิงใหม่หรือนักบินสั่งเพิ่มเชื้อเพลิง และสภาพอากาศจะต้องดีคือ มีค่าทัศนวิสัยและฐานเมฆเกินจากค่าต่ำสุด ณ สนามบินนั้นกำหนด (Nok airline company limited, 2007)



ภาพ 5 แสดงสภาพอากาศที่มีอุปสรรคต่อการบินตามเส้นทางบิน

ที่มา. จาก สภาพอากาศที่มีอุปสรรคต่อการบินตามเส้นทางบิน, โดย สำนักอุตุนิยมวิทยาการบิน, (2548), กรุงเทพฯ: ผู้แต่ง.

ตรวจสอบ ข่าวสารการบินอื่นๆ เช่น สภาพ สนามบินปลายทาง และสนามบินสำรองได้ทำการปิด เพื่อซ่อมบำรุงหรือไม่ รวมทั้งสภาพเครื่องช่วยเดิน อากาศระหว่างทาง ปลายทาง และสนามบินสำรอง อยู่ในสภาพปกติหรือไม่ และศึกษาตามเส้นทางบิน มีเขตหวงห้ามที่จะเป็นอุปสรรคต่อการบินผ่านหรือไม่ เช่นมีเส้นทางบินถูกปิดเนื่องจากเส้นทางบินนั้นผ่าน พื้นที่ฝึกภาคอากาศทางทหาร (military exercise) หรือถูกปิดห้ามเครื่องบินอื่นๆ บินผ่านเนื่องจากถูก กำหนดไว้สำหรับเส้นทางเครื่องบิน VIP flight เป็นต้น รวมทั้งข่าวสารอื่นๆ ที่เห็นว่าจำเป็นต่อความปลอดภัย

VIP flight คือ เที่ยวบินสำหรับบุคคลสำคัญ เดินทาง เช่น

- His Majesty the King
- Her Majesty the Queen
- The Royal Family; and

- Prime Minister or Heads of foreign Government. (AIP THAILAND, GEN 3.3-3. (10 DEC 2008) ข้อมูล และเอกสารประกอบการบินต้องรวบรวม ให้กับนักบินเพื่อใช้ประกอบการบินต่อไป ข้อมูลและ เอกสารดังกล่าวภายหลังปฏิบัติการภารกิจการบินได้ ดำเนินเรียบร้อยมีการเก็บไว้เป็นหลักฐาน เป็นเวลา 90 วัน (ICAO manual, 2006) การให้ข้อมูลต่อนักบิน (briefing sequence)

ภายหลังนักบินได้ศึกษาและรับทราบ ข้อมูล เป็นที่พอใจ พนักงานอำนวยความสะดวกบิน ต้องรวบรวมเอกสาร ประกอบการบินดังกล่าว ให้กับนักบินเพื่อใช้ประกอบการบินต่อไปซึ่งประกอบด้วยข้อมูลดังนี้

แผนการบินเชิงปฏิบัติการ ข่าวอากาศเช่น ข่าวพยากรณ์อากาศที่เป็นอุปสรรคต่อการบินตาม เส้นทางบิน ข่าวพยากรณ์สภาพทิศทาง และความเร็วลม เบื้องบนและอุณหภูมิที่สอดคล้องกับระดับปฏิบัติการบิน และภาพดาวเทียม



ภาพ 6 การวางแผนการบิน

ที่มา. จาก *Aero club*, (2543), โดย การบินไทย, กรุงเทพฯ: ผู้แต่ง.

ข่าวพยากรณ์สภาพอากาศ ณ.สนามบินปลายทาง, สนามบินสำรองปลายทาง (destination alternate) และสภาพอากาศของสนามบินสำรองตามเส้นทางบิน (en route alternate)

ข่าวประกาศถึงผู้ทำงานในอากาศ (notice to airmen) เกี่ยวกับ สภาพทางวิ่ง, สภาพเครื่องช่วยเดินอากาศ ข่าวรายงานสภาพพื้นที่อันตรายตามเส้นทางบิน หรือข่าวรายงานห้ามบินผ่านตามเส้นทางบิน ข้อมูลและเอกสารดังกล่าวภายหลังปฏิบัติการจะเรียบร้อยจะต้องถูกเก็บไว้เป็นหลักฐาน เป็นเวลา 90 วัน (ICAO manual, 2006) หากมีอุบัติเหตุกับเที่ยวบินนี้จะต้องถูกนำมาเป็นหลักฐานการสอบสวนด้วยเช่นเดียวกัน

บทสรุป

การวางแผนการบินก่อนปฏิบัติการบินที่ได้กล่าวมาแล้วนั้นถือว่าเป็นเรื่องสำคัญกับผู้ประกอบการทำธุรกิจการบิน การขนส่งทางอากาศ โดยเฉพาะความปลอดภัยของผู้โดยสาร และทรัพย์สินตลอดเส้นทาง

ผู้รับผิดชอบจะต้องศึกษาเรียนรู้ และเข้าใจเป็นอย่างดีเช่นเรื่องสมรรถนะของเครื่องบินเฉพาะแบบที่ใช้เพื่อให้บริการรวมทั้งข้อกำหนดกฎเกณฑ์ที่เกี่ยวข้องความปลอดภัยตามปัจจัยดังกล่าวแล้วเพื่อนำมาบูรณาการวางแผนการบินให้ปลอดภัยต่อไป

เอกสารอ้างอิง

การบินไทย. (2543). *การวางแผนการบิน*. กรุงเทพฯ: ผู้แต่ง.

การบินไทย. (2556). *สถิติการขนส่งทางอากาศ*. ค้นจาก <http://www.airportthai.co.th/main/th>

อุตุนิยมวิทยา. (2557). *ความรู้วิชาการ*. ค้นจาก <http://www.tmd.go.th>.

สำนักอุตุนิยมวิทยาการบิน. (2548). *สภาพอากาศที่มีอุปสรรคต่อการบินตามเส้นทางบิน*. กรุงเทพฯ: ผู้แต่ง.

IATA. (2007). *Manual Flight dispatch manual*. Bangkok: Author.

ICAO Manual. (2006). *Meteorological service for international air navigation*. Bangkok: Author.

Nok Airline Company Limited. (2007). *Flight dispatch manual*. Bangkok: Author.

U.S.A. (1988). *Operations manual boeing*. np.

พื้นที่อากาศกับจราจรทางอากาศ

Airspaces with Air Traffic



ภาวอากาศเอก สมนึก พึ่งพวง

บทคัดย่อ

บทความวิชาการเรื่องนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อเป็นแนวความคิดในการใช้พื้นที่อากาศภายในเขตแกลงข่าวการบิน (Flight Information Region-FIR) ให้สอดคล้องกับสภาพจราจรทางอากาศในปัจจุบันและอนาคต เพื่อเป็นแนวทางในการแก้ปัญหาจราจรคับคั่ง ซึ่งจะก่อให้เกิดความปลอดภัย มีประสิทธิภาพ และมีสภาพคล่องต่อการบิน โดยกำหนดแนวทางการใช้พื้นที่อากาศที่มีการควบคุมจราจรทางอากาศ พื้นที่อากาศที่ไม่มีการควบคุมจราจรทางอากาศ พื้นที่อากาศที่จำกัดและพื้นที่อากาศที่สำรองไว้ ให้สามารถใช้ได้แบบบูรณาการ

คำสำคัญ: พื้นที่อากาศ, จราจรทางอากาศ

Abstract

The purpose of this academic paper is to provide information on capacity of the airspace within Flight Information Region (FIR), regarding the numerous air traffic volume at the moment while seeing it increase increasing in the future time and improving increase capacity for safety, efficiency and expeditious flights. The organization of airspace should provide for equitable sharing of its use by the controlled airspace, uncontrolled airspace and airspace restriction and reservation.

Keywords: air space, air traffic

ความนำ

ปัจจุบันนี้อุตสาหกรรมการบินเป็นปัจจัยที่สำคัญในการขนส่งทางอากาศของแต่ละประเทศ และมีการพัฒนาสมรรถนะของอากาศยานทั้งความเร็วและขนาด

รวมไปถึงหน่วยราชการและพลเรือนที่มีความจำเป็นต้องมีอากาศยานตามภารกิจของหน่วย จึงเป็นสาเหตุทำให้อากาศยานเพิ่มขึ้น ความต้องการใช้พื้นที่อากาศก็เพิ่มไปด้วย เป็นเหตุให้สภาพการจราจรทางอากาศคับคั่ง เนื่องจากพื้นที่อากาศมีจำกัด ประกอบกับ

แต่ละหน่วยก็จะปฏิบัติตามภารกิจของตนตามที่ได้รับมอบ เป็นสาเหตุที่ก่อให้เกิดอันตรายและขาดสภาพคล่อง ในการบิน แม้ว่าองค์การการบินพลเรือนระหว่างประเทศ (International Civil Aviation Organization--ICAO) ได้กำหนด แนวทางการบริหารจัดการและจำแนกประเภทของพื้นที่ อากาศ ให้เป็นไปตามภารกิจการใช้พื้นที่อากาศและ อากาศยานที่ปฏิบัติตามกฎการบิน แล้วก็ตาม เอกสาร Air traffic services planning manual (Document 9426), และ Air Traffic Services-ATS (Annex 11). แม้ว่าประเทศที่เป็นสมาชิกขององค์การการบินพลเรือน ได้ปฏิบัติตามแนวทางดังกล่าวแล้วก็ตามยังไม่สามารถ ที่จะแก้ไขปัญหาสภาพจราจรคับคั่งได้

จากเหตุผลที่กล่าวมาแล้วข้างต้น ผู้เขียนได้มี ประสบการณ์จากการปฏิบัติงานเกี่ยวข้องกับพื้นที่อากาศ กับจราจรทางอากาศ และได้เป็นคณะอนุกรรมการ อากาศวิถึ กรมการบินพลเรือน กระทรวงคมนาคม มีแนวความคิดในการบริหารพื้นที่อากาศโดยกำหนดวิธี ที่จะใช้ร่วมกันทุกภาคส่วนโดยแบบบูรณาการ

จากความสำคัญดังกล่าว ในการนำเสนอครั้งนี้ ซึ่งจะเป็นแนวคิดในการพิจารณากำหนดพื้นที่อากาศ ให้เหมาะสมสอดคล้องกับภารกิจของหน่วย

แนวคิดการใช้พื้นที่อากาศกับจราจรทาง อากาศ

พื้นที่อากาศและจราจรทางอากาศ (Airspaces with Air traffic) สถาบันการบินพลเรือน (2556) มีความ สัมพันธ์ต่อกัน การกำหนดพื้นที่อากาศนั้นมีปัจจัยที่ เข้ามาเกี่ยวข้องหลายกรณี เช่น ภารกิจที่จะใช้ ขนาด ห้วงเวลา หน่วยที่รับผิดชอบ รวมไปถึงการกำหนดแนวทางปฏิบัติ ที่จะเข้า-ออก และยังได้กำหนดประเภทของพื้นที่อากาศ เพื่อจำกัดให้อากาศยานที่ปฏิบัติตามกฎการบินที่ มองเห็นด้วยสายตา (Visual Flight Rules--VFR) และ การบินด้วยเครื่องวัดประกอบการบิน Instrument Flight Rules--IFR) ได้กำหนดไว้ในเอกสารแถลงข่าวสารการบิน (Aeronautical Information Publication Thailand--AIP Thailand) ประกอบด้วยพื้นที่อากาศที่ได้รับการควบคุม จราจรทางอากาศบริเวณสนามบิน พื้นที่อากาศ

ควบคุมจราจรทางอากาศประชิดสนามบิน พื้นที่อากาศ ควบคุมจราจรทางอากาศในเส้นทางบิน นอกจากนี้ ยังมีพื้นที่อากาศที่กำหนดเป็นพื้นที่จำกัดในการใช้เฉพาะ ภารกิจที่กำหนด (airspace restrictions) ประกอบด้วย พื้นที่อันตราย (danger area) เป็นพื้นที่อากาศที่กำหนดไว้ สำหรับฝึกบินหรือใช้ในการฝึกของราชการเป็นการเฉพาะ พื้นที่อากาศที่จำกัด (restricted area) จะกำหนดห้าม อากาศยาน อื่น ๆ ที่ไม่เกี่ยวข้องบินผ่านหรือเข้า-ออก พื้นที่อากาศที่ห้ามเข้าเด็ดขาด (prohibited area) ซึ่งจะเป็นพื้นที่อากาศที่กำหนดไว้ใช้ในการใช้อาวุธจาก อากาศยานสู่พื้นดิน หรือพื้นดินสู่อากาศ นอกจากพื้นที่ ดังกล่าวแล้วยังมีพื้นที่อากาศที่สำรอง (reservations) เพื่อเตรียมไว้ใช้ในภารกิจอื่น ๆ เมื่อมีความจำเป็น และยังมีพื้นที่อากาศที่ไม่ได้กำหนดเป็นพื้นที่ดังกล่าว ข้างต้นได้แก่พื้นที่อากาศที่ไม่มีการควบคุมจราจร ทางอากาศ (uncontrolled airspaces) จะได้รับการบริการ ข่าวสารการบินที่เป็นประโยชน์ต่อการบินและการบริการ ช่วยเหลือและกู้ภัย (flight information service and alerting service) ตามข้อกำหนดขององค์การการบิน พลเรือนระหว่างประเทศ ได้กำหนดให้มีหน่วยศูนย์ บริการข่าวสารการบิน (Flight Information Centre--FIC) เพื่อให้บริการข่าวสารที่เป็นประโยชน์ต่อการบินและ ช่วยเหลือเมื่อประสบภัย เอกสารแถลงข่าวสารการบิน (Aeronautical Information Publication Thailand--AIP Thailand) ได้ประกาศการใช้พื้นที่อากาศบางพื้นที่ไว้ ตลอด 24 ชั่วโมง หรือระหว่างดวงอาทิตย์ถึงดวงอาทิตย์ตก (sunrise to sunset) บางสนามบินที่มีการควบคุมจราจร ทางอากาศบริเวณ ณ สนามบิน (controlled aerodrome) หรือเส้นทางบิน (ATS en-route) ที่มีอากาศยาน ขึ้น-ลง หรือผ่านเส้นทาง เพียงวันละ 1 เครื่อง รวมไปถึงพื้นที่ อากาศที่กำหนดเป็นพื้นที่จำกัดในการใช้เฉพาะภารกิจ ที่กำหนด (airspace restrictions) ก็เช่นเดียวกัน

จากสาเหตุตามข้อมูลเอกสารแถลงข่าวการบิน มีความสำคัญเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้พื้นที่อากาศ ไม่สัมพันธ์กับสภาพจราจรทางอากาศที่คับคั่งและมี แนวโน้มที่จะเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง เพื่อการบริหารจัดการ พื้นที่อากาศให้สัมพันธ์กับจราจรทางอากาศ ซึ่งจะก่อ ให้เกิดความปลอดภัยต่อการบินมีประสิทธิภาพ และมี

สภาพคล่องต่อการบิน และมีหน่วยงานที่ให้บริการ ข่าวสารการบิน และการช่วยเหลือเมื่อประสบภัย (flight information service and alerting service) หน่วยที่เป็น ผู้รับผิดชอบแต่ละพื้นที่อากาศ ถ้าหมดความจำเป็นที่จะใช้ พื้นที่อากาศนั้นๆ ก็ให้คืนพื้นที่อากาศให้กับหน่วยที่มี ความจำเป็น และให้หน่วยเกี่ยวข้องกำหนดแนวทาง ปฏิบัติให้ชัดเจนโดยจะกำหนดไว้ในเอกสารแถลงข่าว การบินหรือเป็นการจัดทำข้อตกลงระหว่างหน่วย ซึ่งเป็นการใช้พื้นที่อากาศแบบบูรณาการ และเพื่อ ฝ้าติดตามอากาศยานที่อยู่ในพื้นที่อากาศที่ไม่มีการ ควบคุมจราจรทางอากาศ (uncontrolled airspaces) จากเรดาร์ได้ตลอดเวลาเป็นการป้องกันอุบัติเหตุจาก การชนกันระหว่างอากาศยานกับอากาศยาน หรือ อากาศยานกับสิ่งกีดขวาง ควรกำหนดให้อากาศยาน ทุกเครื่องติดตั้งเรดาร์ทุติยภูมิ (Secondary Surveillance

Radar-SSR) และกำหนดให้มีศูนย์บริการข่าวสารการบิน (Flight Information Centre-FIC) และกำหนดแนวทาง ปฏิบัติให้ครอบคลุมไปถึงอากาศยานทหารด้วย ตาม พระราชบัญญัติการเดินอากาศ (ฉบับที่ 12) พ.ศ. 2553 (สำนักงานคณะกรรมการกฤษฎีกา, 2553) มาตรา 5 ได้กำหนดให้อากาศยานที่ใช้ในราชการทหาร ราชการ ตำรวจ ราชการศุลกากร และราชการอื่นๆ ต้องทำแผน การบิน และปฏิบัติตามกฎจราจรทางอากาศอากาศยาน ที่อยู่ในพื้นที่อากาศเดียวกันจะต้องอยู่ภายใต้หน่วย ควบคุมเดียวกันตามข้อกำหนดขององค์การการบิน พลเรือนระหว่างประเทศ และต้องปฏิบัติตามกฎจราจร ทางอากาศ ตามพระราชบัญญัติการเดินอากาศ ที่ได้ กล่าวมาแล้ว การใช้พื้นที่อากาศร่วมกันเป็นเหตุผลหนึ่ง ที่จะทำให้พื้นที่อากาศเพิ่มมากขึ้นและจะทำให้สภาพ จราจรทางอากาศไม่คับคั่ง



ภาพ 1 พื้นที่อากาศ

บทสรุป

แนวคิดการใช้พื้นที่อากาศกับจราจรทางอากาศแบบบูรณาการ โดยการใช้พื้นที่อากาศร่วมกัน ในกรณี que ที่หน่วยรับผิดชอบพื้นที่อากาศนั้น ๆ หมดความจำเป็นที่จะใช้ในช่วงระยะเวลาใดก็ตาม ให้มอบพื้นที่อากาศ

ให้กับหน่วยที่มีความต้องการใช้พื้นที่อากาศ โดยเฉพาะภารกิจการควบคุมจราจรทางอากาศ มีความจำเป็นต้องพื้นที่อากาศสูง จะก่อให้เกิดสภาพคล่องในการเดินอากาศและก่อให้เกิดความปลอดภัยต่อการบินมีประสิทธิภาพ และรวดเร็ว



เอกสารอ้างอิง

สถาบันการบินพลเรือน. (2556). เอกสารขององค์การการบินพลเรือนระหว่างประเทศ Document 9426, Air traffic planning manual. และ Annex 11 Air traffic services. กรุงเทพฯ: ผู้แต่ง.

สำนักงานคณะกรรมการกฤษฎีกา. (2553). พระราชบัญญัติการเดินอากาศ (ฉบับที่ 12) พ.ศ. 2553. กรุงเทพฯ: ผู้แต่ง.



ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมของการบิน



Environmental Impact of Aviation



เรืออากาศตรีสุชาติ คงแสงงาม

บทคัดย่อ

บทความแสดงให้เห็นถึงภัยอันตรายอันเกิดจากการบินที่มีต่อมนุษยชาติทั้งทางด้านสุขภาพและการดำเนินชีวิตประจำวันของประชาชนที่อาศัยอยู่บริเวณรอบ ๆ สนามบินและพนักงานเจ้าหน้าที่ที่ปฏิบัติงานอยู่ ณ สนามบินโดยตรง ซึ่งภัยอันตรายดังกล่าวเกิดขึ้นจากเสียงของเครื่องบินที่ทำการบินขึ้น-ลงอยู่ตลอดเวลาในขณะเดียวกันบทความได้กำหนดมาตรการป้องกันและการลดมลภาวะดังกล่าวไว้ รวมทั้งมลภาวะทางอากาศอีกด้วย เพื่อให้ผู้เกี่ยวข้องได้นำไปปฏิบัติ ซึ่งมาตรการดังกล่าวเป็นไปตามข้อกำหนดขององค์การบินพลเรือนระหว่างประเทศหรือ ICAO ทุกประการ

คำสำคัญ: สิ่งแวดล้อม, ผลกระทบ, การบิน

Abstract

This paper points out the adverse impacts of aviation to the health of human beings, in their daily lives, including not only the local residents. The airport operators, but also the airline staff who work in the airport, all of whom are directly affected from aircraft noise during take-off and landing. Also this paper has discusses the measures to protect and mitigate the aviation's environmental impacts in accordance with the ICAO standards and recommended practices as well.

Keywords: impacts, environment, aviation



ความนำ

ในปัจจุบันการบินเป็นสิ่งจำเป็นต่อมนุษย์ในการเดินทางทั้งภายในและภายนอกประเทศรวมทั้งการขนส่งสินค้าทางอากาศ ซึ่งก็กระทำโดยเครื่องบิน เพราะสามารถบรรทุกสินค้าได้จำนวนมากและใช้เวลาในการขนส่งน้อย เมื่อเทียบกับการขนส่งประเภทอื่น จึงทำให้อุตสาหกรรมการบินเจริญเติบโตมากเพราะเป็นที่นิยมของผู้ใช้บริการ เป็นเหตุให้การบินก่อให้เกิดผลกระทบอันเป็นปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมสำคัญ 2 ประการ ได้แก่

1. มลภาวะทางเสียง (noise pollution) กล่าวคือ ค่าระดับความดังของเสียงเกินระดับที่ร่างกายมนุษย์จะรับได้ ซึ่งผลกระทบโดยตรงต่อชีวิตความเป็นอยู่ประจำวันและกระทบต่อสุขภาพร่างกายและจิตใจ

2. มลภาวะอันเกิดจากไอเสียของอากาศยาน (aircraft engine emissions) ซึ่งปล่อยไอเสียของเครื่องยนต์จะทำให้คุณภาพอากาศเปลี่ยนไป (climate change) และผลกระทบต่อสุขภาพและอนามัยประชาชน

นิยามศัพท์

การบิน (aviation) หมายถึง กิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบการผลิตและการบำรุงรักษาศาสตร์และศิลป์ในการบิน การปฏิบัติการของอากาศยานในการขนส่งทางอากาศ การบินแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ การบินทางทหาร (military aviation) กับการบินพลเรือน (civil aviation) การบินพลเรือนนั้นแบ่งออกเป็นการบินขนส่งทางอากาศเชิงพาณิชย์ (commercial air transport) และการบินส่วนบุคคลหรือการบินทั่วไป (general aviation) ในที่นี้จะกล่าวถึงเฉพาะการบินที่เกี่ยวข้องกับการบินขนส่งทางอากาศเชิงพาณิชย์เท่านั้น

ส่วนคำว่าสิ่งแวดล้อม (environment) นั้นหมายถึง สิ่งต่าง ๆ ที่มีลักษณะทางกายภาพ (Physical) และชีวภาพ (biological) ที่อยู่รอบตัวมนุษย์ ซึ่งอาจเกิดขึ้นโดยธรรมชาติและสิ่งที่มนุษย์ได้ทำขึ้น

มาตรฐานคุณภาพสิ่งแวดล้อม หมายถึง

ค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำ อากาศ เสียงและสภาวะอื่น ๆ ของสิ่งแวดล้อม ซึ่งกำหนดเป็นเกณฑ์ทั่วไปสำหรับการส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อม

มลพิษ หมายถึง ของเสีย วัตถุอันตรายและมาตรฐานอื่น ๆ รวมทั้งกากตะกอนหรือสิ่งตกค้างจากสิ่งเหล่านั้นที่ถูกปล่อยทิ้งจากแหล่งกำเนิดมลพิษหรือที่มีอยู่ในสิ่งแวดล้อมตามธรรมชาติ ซึ่งก่อให้เกิดหรืออาจก่อให้เกิดผลกระทบต่อคุณภาพสิ่งแวดล้อมหรือภาวะที่เป็นพิษภัยอันตรายต่อสุขภาพอนามัยของประชาชนได้และให้รวมถึงรังสีความร้อน แสง เสียง กลิ่น ความสั่นสะเทือนหรือเหตุรำคาญอื่น ๆ ที่เกิดหรือถูกปล่อยออกจากแหล่งกำเนิดมลพิษ

มลภาวะที่เกิดจากเสียงของเครื่องบิน (aircraft noise) เครื่องบินหรืออากาศยานจะมีระดับเสียงดังเกินกว่าที่มนุษย์จะรับได้ก็คือในช่วงที่เครื่องบินกำลังวิ่งขึ้น หรือร่อนลงสนามบิน มาตรการในการปกป้องมลภาวะทางเสียงหรือทำให้มลภาวะทางเสียงลดน้อยลง (noise mitigation measure) สามารถทำได้หลายวิธี อาทิ

1. การห้ามเครื่องบินบางแบบที่มีเสียงดังเข้ามาลง

2. การกำหนดเส้นทางบินที่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมหรือชุมชนให้น้อยที่สุด

3. กำหนดช่วงเวลาห้ามบิน

4. กำหนดวิธีการบินขึ้น-ลง หรือที่เรียกว่า noise abatement procedures เพื่อให้นักบินปฏิบัติตาม

มาตรการป้องกันเสียงอีกอย่างหนึ่งคือ การบริหารจัดการพื้นที่บริเวณรอบ ๆ สนามบิน (land use and environmental control) โดยมีให้มีการสร้างบ้านพักอาศัย สถานที่ราชการ สถานศึกษาและอื่น ๆ บริเวณใกล้เคียงสนามบิน โดยเฉพาะตามแนวหรือเส้นทางที่เครื่องบินผ่าน

มลภาวะที่เกิดจากไอเสียของอากาศยาน (aircraft emission pollution) ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ (climate change) เครื่องยนต์ของอากาศยานจะปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) และก๊าซเรือนกระจกอื่น ๆ สู่บรรยากาศโลกเป็นการสนับสนุน

เร่งความเร็วภาวะโลกร้อน นอกจากการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) โดยเครื่องบินแล้ว อุตสาหกรรมการบินยังก่อให้เกิดก๊าซเรือนกระจก (greenhouse gases) โดยการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (greenhouse gas emissions) จากยานพาหนะที่ใช้บริการรับ-ส่งผู้โดยสาร และพนักงานสายการบินที่ปฏิบัติงานอยู่ในสนามบิน รวมทั้งการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากการผลิตพลังงานที่ใช้ในอาคารสนามบิน โรงงานสร้างเครื่องบิน และการก่อสร้างโครงสร้างพื้นฐานของสนามบิน

ในขณะที่โดยหลักการการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (greenhouse gas emissions) จากเครื่องบินขณะทำการบิน คือก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) แต่อาจรวมถึงการปล่อยก๊าซอื่นๆ อีกด้วย เช่น ออกไซด์ของไนโตรเจน หรือ NOx ไอน้ำ และอนุภาคอื่นๆ ด้วย

ในภาพรวมอากาศยานพลเรือนที่ทำการบินอยู่ทั่วโลกจะปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) ประมาณ 2% อย่างไรก็ตามในกรณีที่เครื่องบินของสายการบินทำการบินในระยะสูงซึ่งค่อนข้างจะเข้าใกล้หรืออยู่ในชั้นบรรยากาศเบื้องบน ที่ไม่ใช่ชั้นความสูงของการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) อาจมีผลกระทบการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศอย่างมีนัยสำคัญ

โดยหลักการอากาศยานที่มีความเร็วต่ำกว่าเสียง (subsonic aircraft) ขณะที่ทำการบินจะสามารถทำให้มีผลในการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ (climate change) ได้ 4 ทางด้วยกัน คือ

1. การปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์
2. การปล่อยก๊าซออกไซด์ของไนโตรเจน
3. การปล่อยไอน้ำและอนุภาค
4. การปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์กิโลเมตรต่อผู้โดยสาร

มาตรการปกป้องสิ่งแวดล้อมจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง

คณะมนตรีท่าอากาศยานระหว่างประเทศ หรือ Airports Council International (ACI) กำลังหาวิธีลดผลกระทบจากอุตสาหกรรมการบินที่มีต่อสิ่งแวดล้อมด้วยแผนการต่างๆ ดังนี้

1. การลดมลภาวะบริเวณสนามบิน
2. การลดระดับเสียง
3. การลดมลภาวะเกี่ยวกับน้ำ

องค์การบินพลเรือนระหว่างประเทศ หรือ International Civil Aviation Organization (2004) ได้ทำการพัฒนาและกำหนดมาตรฐาน นโยบาย และแนวทางปฏิบัติในการลดเสียง และการปล่อยไอเสียของอากาศยานโดยใช้เทคโนโลยีใหม่ๆ กำหนดแนวทางปฏิบัติ การจัดการ จราจรทางอากาศที่ถูกวิธี การวางแผนการบริหารสนามบิน และการใช้พื้นที่รอบๆ สนามบินอย่างเหมาะสม ตามพิธีสารเกียวโต (Kyoto protocol) การซื้อขายก๊าซเรือนกระจกตามพิธีสารเกียวโต (Kyoto Protocol) เป็นการซื้อขายโดยผ่านกลไกการพัฒนาที่สะอาด (clean development mechanism) ซึ่งอยู่ภายใต้อนุสัญญาสหประชาชาติว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (United Nations Framework Convention on Climate Change: UNFCCC) เริ่มมีผลบังคับใช้เมื่อ 16 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2548 โดยในช่วงแรกระหว่างปี พ.ศ. 2551-2552 ให้ประเทศที่พัฒนาแล้วที่เป็นสมาชิกพิธีสารเกียวโตในกลุ่มประเทศภาคผนวกที่ 1 (Annex 1) มีพันธกรณีในการลดก๊าซเรือนกระจกให้ได้ 5.2 % จากปริมาณการปล่อยก๊าซในปีพ.ศ. 2553 พิธีสารเกียวโตได้กำหนดให้ภาคีสมาชิกต้องดำเนินการเพื่อช่วยแก้ไขปัญหการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ กล่าวคือ ประเทศในภาคผนวกที่ 1 (Annex 1 Countries) ประกอบด้วย ประเทศอุตสาหกรรม ซึ่งเป็นกลุ่มที่มีพันธกรณีในการลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกให้อยู่ในระดับเดียวกับปีพ.ศ. 2533 ภายในปีพ.ศ. 2543 ตามมาตรา 4.2 (ก) และ (ข) เป็นกลุ่มที่ยอมรับเป้าหมายการปล่อยก๊าซในปีพ.ศ. 2553-2555 ตามมาตรา 3 และภาคผนวก ข. ของพิธีสารเกียวโต ประเทศในกลุ่มนี้ประกอบด้วย 24 ประเทศในกลุ่มสหภาพยุโรป และอีก 4 ประเทศที่อยู่ในระหว่างการปรับโครงสร้างและระบบตลาดเสรี อันได้แก่ ประเทศโครเอเชีย ลิกเตนสไตน์ โมนาโก และสโลวาเกีย และประเทศในภาคผนวกที่ 2 (Annex 2 Countries) ประกอบด้วย ประเทศที่กำลังพัฒนา และประเทศด้อยพัฒนาพิธีสารเกียวโตมีกลไกยืดหยุ่นที่ภาคีสมาชิกต้องดำเนินการเพื่อช่วยแก้ไขปัญห

การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ 3 ประเภท ดังนี้ (1) กลไกการดำเนินการร่วม (Joint Implementation : JI) ประเทศที่พัฒนาแล้วสามารถดำเนินโครงการลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกร่วมกันระหว่างประเทศในกลุ่มภาคผนวกที่ 1 ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ลดได้ เรียกว่า (Emission Reduction Units : ERU) (2) กลไกการพัฒนาที่สะอาด (Clean Development : CDM) ประเทศภาคผนวกที่ 1 สามารถดำเนินโครงการลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกร่วมกับประเทศกำลังพัฒนา ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ลดได้จะต้องผ่านการรับรองที่เรียกว่า CERS (Certified Emission Reduction) (3) กลไกการซื้อขายสิทธิการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Emission Trading : ET) ประเทศภาคผนวกที่ 1 (Annex 1) ที่ไม่สามารถลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในประเทศตามที่กำหนดไว้ได้ สามารถซื้อสิทธิการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากประเทศในภาคผนวกที่ 1 ด้วยกันที่ยังมีสิทธิปล่อยก๊าซเหลือ สิทธิในการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่ขายนี้ เรียกว่า Assigned Amount Units : AAUs) คาร์บอนเครดิต (carbon credit) หมายถึง สิ่งทดแทนการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ส่วนใหญ่เกิดจากการเผาผลาญน้ำมันดิบ (fossil fuel) ในโรงงานอุตสาหกรรมหรือยานยนต์ รวมถึงก๊าซที่ก่อให้เกิดภาวะเรือนกระจก (greenhouse gas) เช่น ก๊าซมีเทนที่เกิดจากการเพาะปลูกและเลี้ยงสัตว์ อันเป็นสาเหตุภาวะโลกร้อน (global warming) หากประเทศที่พัฒนาแล้วไม่สามารถลดมลพิษของตนได้อีกต่อไปก็ต้องใช้วิธีช่วยเหลือประเทศด้อยพัฒนาให้ลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก หากสามารถลดมลพิษได้สำเร็จ ยังเป็นการคาร์บอนเครดิตต่อประเทศและไม่ต้องเสียค่าปรับ เช่น การปลูกป่าไม้ 2.5 ไร่ สามารถเก็บคาร์บอนเครดิตได้ 2 ตัน การใช้พลังงานแสงอาทิตย์แทนน้ำมัน 1 หน่วย จะได้เครดิตประมาณ 0.6 กิโลกรัม ซึ่งขณะนี้มีการพัฒนาประสิทธิภาพของเซลล์ (solar cell) ให้ดีขึ้น โดยใช้เทคโนโลยีระดับโมเลกุล มาประยุกต์ใช้ในประเทศไทย มีพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2535 โดยบริษัท ท่าอากาศยานไทย จำกัด (มหาชน) หรือ ทอท. มุ่งสู่การเป็นท่าอากาศยานที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม (green airport) โดยมีแผนโครงการ ดังนี้

1. วางแผนแม่บทท่าอากาศยานที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม (green airport master plan) มีระยะเวลาดำเนินการเริ่มต้นตั้งแต่ ปีพ.ศ. 2554 – 2560

2. เป้าหมายประหยัดพลังงานและลดปริมาณคาร์บอนให้ได้ 10% ภายในปีพ.ศ. 2557 ทั้งนี้เพื่อประเมินการบริหารจัดการและลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) และก้าวไปสู่การเป็นท่าอากาศยานที่มีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ต่ำ ซึ่งมีขั้นตอนการดำเนินงานเป็น 4 ระดับ ได้แก่

- 2.1 การเทียบค่า (mapping) ด้วยการจัดทำฉลากคาร์บอน (carbon footprint)

- 2.2 การลดลง (reduction) ให้มีการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ลดลง

- 2.3 ประสิทธิภาพสูงสุด (optimization) มีส่วนร่วมจากองค์กรภายนอกในการร่วมจัดทำฉลากคาร์บอนและลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

- 2.4 การชดเชย (neutrality) โดยการชดเชยปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่เกิดจากการปลดปล่อยโดยตรง

บริษัทการบินไทย จำกัด (มหาชน) ได้นำร่องโดยใช้น้ำมันเชื้อเพลิงอากาศยานชีวภาพทำการบินเป็นสายการบินแรกในประเทศไทย และภูมิภาคเอเชียภายใต้แนวคิดการเดินทางแบบรักษ์สิ่งแวดล้อม หรือ Travel Green โดยหวังกระตุ้นให้เกิดการพัฒนาการใช้พลังงานทดแทนหรือเชื้อเพลิงอากาศยานชีวภาพอย่างยั่งยืน และลดการใช้น้ำมันอากาศยานที่ผลิตมาจากฟอสซิลให้ได้ในอนาคต บริษัทวิทยุการบินแห่งประเทศไทย จำกัด (บวท.) สนับสนุนการปฏิบัติการบินด้วยเชื้อเพลิงอากาศยานชีวภาพของการบินไทยโดยเทคนิควิธีการปฏิบัติการบิน อันได้แก่

1. การบริหารจัดการภาคพื้นดินที่สนามบิน เพื่อลดการรบกวน เช่น กรณีมีการจราจรคับคั่งทางเจ้าหน้าที่ควบคุมจราจรทางอากาศจะยังไม่ให้เครื่องบินติดเครื่องยนต์ โดยการให้เครื่องบินจอดรออยู่ในหลุมจอดก่อน เพื่อรอลำดับการวิ่งขึ้น ทั้งนี้เพื่อลดการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง

2. การใช้เทคนิค โดยการให้เครื่องบินบินไต่ระดับ อย่างต่อเนื่องทดแทนการเปลี่ยนชั้นความสูงอย่าง เร่งด่วน

3. การบินเป็นเส้นตรง คือ การบินลัดเป็นเส้นตรง ให้มีระยะทางบินใกล้ที่สุด

4. การใช้เทคนิค ในการร่อนลงจอดโดยลดระดับ อย่างต่อเนื่องระหว่างที่บินเข้าสนามบิน ซึ่งการใช้เทคนิค สนับสนุนการจัดการบริหารจราจรทางอากาศดังกล่าว จะเอื้อให้เครื่องบินทำการบินได้อย่างมีประสิทธิภาพ ลดระยะทาง ประหยัดเวลา และใช้พลังงานเครื่องยนต์ ได้เหมาะสมในทุกช่วงการบิน เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพ ในการบิน ให้มีความทันสมัย สะดวกสบาย ประหยัด พลังงาน และเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมมากที่สุด

สรุป

การเดินทางโดยเครื่องบินหรือการขนส่ง ทางอากาศคงไม่สามารถทำการยับยั้งหรือลดจำนวน เที่ยวบินลงได้ เพราะการไปมาหาสู่กันของประชากร หรือนักท่องเที่ยวรวมทั้งนักธุรกิจยังมีความจำเป็น ต้องใช้บริการด้านการบิน ซึ่งเป็นการเดินทางที่ ปลอดภัย สะดวกและรวดเร็วกว่าการเดินทางโดยวิธีอื่น และภาพรวมทางเศรษฐกิจของโลกก็จะดีขึ้น แต่การบิน กับสิ่งแวดล้อมจะเป็นปฏิกิริยาซึ่งกัน จึงจำเป็นต้องหาวิธี ป้องกันเพื่อให้เกิดผลกระทบต่อมนุษยชาติน้อยที่สุด ทั้งมลภาวะทางเสียงและอากาศ

เอกสารอ้างอิง

International Civil Aviation Organization. (2004). *Convention on international civil aviation*, Chicago Convention.

รูปแบบการพัฒนาการบริหารและผู้บริหารท่าอากาศยาน ในประเทศสหราชอาณาจักร ตามแผนการพัฒนาการขนส่ง ทางอากาศ ระยะ 30 ปี (ค.ศ. 2003 – 2030)

The Developmental Models of Airport Administration and Managers in the United Kingdom in Accordance with the 30 Years Air Transportation Development Plan (2003-2030)

สุจิต ห่วงสุวรรณ และ สุกรี แก้วกนิ



บทคัดย่อ

บทความนี้กล่าวถึงแผนการพัฒนาการบริหารและผู้บริหารของท่าอากาศยานในประเทศสหราชอาณาจักรตามแผนพัฒนาท่าอากาศยาน ระยะ 30 ปี คือตั้งแต่ปี ค.ศ. 2003 ถึงปี ค.ศ. 2030 โดยนำเสนอข้อมูลจำนวนเที่ยวบิน จำนวนผู้โดยสาร ปริมาณการขนส่งสินค้าทางอากาศทั้งหมดในประเทศ และนำเสนอประเด็นสำคัญของแผนพัฒนาระยะ 30 ปีโดยสังเขป เป็นข้อมูลเบื้องต้น สาระสำคัญของบทความกล่าวถึงรูปแบบการพัฒนาผู้บริหารและการบริหารท่าอากาศยาน 4 แห่งที่เลือกเป็นตัวอย่าง ประกอบด้วยท่าอากาศยานที่สังกัดบริษัทบีเอเอ มหาชนจำกัด ท่าอากาศยานนานาชาติอีสต์มิดแลนด์ ท่าอากาศยานนานาชาตินิวคาสเซิล และ ท่าอากาศยานนานาชาติแมนเชสเตอร์ โดยยกนำเสนอในส่วนที่เกี่ยวข้องกับ นโยบาย กลยุทธ์และกระบวนการพัฒนา และได้เสนอแนะประเด็นการพัฒนาที่สามารถนำมาปรับใช้กับการพัฒนาผู้บริหารท่าอากาศยานในประเทศไทย

คำสำคัญ: การบริหารท่าอากาศยาน, ผู้บริหารท่าอากาศยาน, ประเทศสหราชอาณาจักร, แผนการพัฒนา

Abstract

This article discusses the plans to develop the administration and administrators of airports in the United Kingdom in accordance with the 30 years-plan (2003-2030) for air transportation development. Information about airports and the total volumes of air travelling and air cargo handling of the country is presented, and the main focuses of the 30 years-plan are briefly reviewed as the background. The main coverage of this article is about the policies, strategies, and processes of the development plans of the selected airports including the airports of the BAA Public Co., the East Midland International Airport, the New Castle International Airport, and the Manchester International Airport. The policies, strategies and processes of these development plans are discussed. Applications for the development of the administrators of international airports in Thailand are suggested.

Keywords: airport administration, airport administrators, The United Kingdom, development plan



ความนำ

ธุรกิจท่าอากาศยานในประเทศไทยสหราชอาณาจักร ถือได้ว่าเป็นธุรกิจขนาดใหญ่ มีท่าอากาศยาน ที่มีเที่ยวบินประจำ 66 แห่ง เป็นรองประเทศฝรั่งเศสที่มีท่าอากาศยาน 72 แห่ง มากกว่าประเทศเยอรมนี ที่มีเพียง 44 แห่ง เท่าที่ผ่านมารัฐกิจท่าอากาศยานของสหราชอาณาจักรมีการเติบโตอย่างต่อเนื่อง จำนวนผู้โดยสารเพิ่มอย่างรวดเร็ว ในปี ค.ศ. 2010 มีปริมาณผู้โดยสารมากกว่า 210 ล้านคน การขึ้นลงของอากาศยานพาณิชย์มากกว่า 2 ล้านเที่ยว และการขนส่งสินค้ากว่า 2.3 ล้านตัน ต่อปี ตามข้อมูลในตาราง 1 (Department for Transport, 2012) คิดเป็นร้อยละ 40 ของปริมาณการขนส่งทางอากาศ ระหว่างสหราชอาณาจักรกับประเทศที่ไม่สังกัดสหภาพยุโรป ใช้บริการการขนส่งทางอากาศ (BATA, 2006)

ตาราง 1

สถิติด้านการบินพาณิชย์สหราชอาณาจักร ปี ค.ศ. 2001 ถึง ปี ค.ศ. 2010

ค.ศ.	จำนวนเที่ยวบิน	จำนวนผู้โดยสาร (คน)	น้ำหนักสินค้า (ตัน)
2001	2,005, 000	180,534, 000	2,143, 000
2002	1,998, 000	188,043, 000	2,193, 000
2003	2,059, 000	199,211, 000	2,206, 000
2004	2,176, 000	214,926, 000	2,369, 000
2005	2,301, 000	227,416, 000	2,361, 000
2006	2,344, 000	234,416, 000	2,315, 000
2007	2,379, 000	239,968, 000	2,325, 000
2008	2,327, 000	235,361, 000	2,282, 000
2009	2,124, 000	218,126, 000	2,048, 000
2010	2,002, 000	210,656, 000	2,325, 000

Note. from Department for Transport, The British Government (2012)

ใน ค.ศ. 2003 รัฐบาลได้จัดทำแผนพัฒนาท่าอากาศยานระยะ 30 ปี ครอบคลุมจนถึง ค.ศ. 2030 เรียกว่า เอกสารขาว (white paper) ซึ่งกล่าวถึงปัญหาสำคัญและมาตรการรองรับของท่าอากาศยานหลายประการ ตัวอย่างปัญหาที่คาดว่าจะท่าอากาศยานทุกแห่งจะต้องประสบและจะต้องปรับตัว คือ ปัญหาความคับคั่งของการจราจรทางอากาศ โดยเฉพาะในพื้นที่ตะวันออกเฉียงใต้ของประเทศ ปัญหาทางแวดล้อมด้านเสียงและการทำลายบรรยากาศ ปัญหาการรองรับความต้องการเพิ่มขึ้นของประชากรที่มีรายได้สูงขึ้น การรองรับการเดินทางจากต่างประเทศที่เพิ่มจำนวนมากขึ้น ปัญหาของการขยายกิจการแข่งขันของท่าอากาศยานในต่างประเทศ หลายประเทศที่อาจส่งผลกระทบต่อธุรกิจการบินในสหราชอาณาจักรเป็นต้น (Department for Transport, 2012)

ดังนั้นท่าอากาศยานของสหราชอาณาจักรจึงอยู่ในระยะที่จำเป็นต้องมีการเปลี่ยนแปลงหลายด้านรวมทั้งในแง่ของการแข่งขันระหว่างประเทศและการปรับตัวกับความผันผวนของสภาพเศรษฐกิจและการเมืองในภูมิภาคยุโรปเองดังกล่าว เท่าที่ผ่านมาระยะประมาณ 10 ปีของแผนเอกสารขาว ท่าอากาศยานได้ดำเนินการพัฒนาไปแล้วบางส่วน ส่งผลให้เกิดประสิทธิภาพในการดำเนินงานของท่าอากาศยานมากขึ้น ตัวอย่างของประสิทธิภาพของท่าอากาศยานฮีทโธรว์ที่กระทรวงคมนาคมสหราชอาณาจักรอ้างว่ามีอัตราการใช้ประโยชน์เปรียบเทียบกับท่าอากาศยานอื่นในภาคพื้นยุโรปด้วยกัน ข้อมูลตามตาราง 2 (Department for Transport, 2012)

ตาราง 2

เปรียบเทียบประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์ท่าอากาศยานยุโรป 4 แห่ง

ท่าอากาศยานหลัก (Hub)	จำนวนทางวิ่ง	จำนวนผู้โดยสารต่อปี (ล้านคน)	ประสิทธิภาพ การใช้ทางวิ่ง	ปริมาณการจราจรทางอากาศ ต่อชั่วโมง
London Heathrow	2	67.7	146	80 (ตามเป้าหมาย)
Frankfurt Main	3	51.9	113	80 (เป้าหมาย 120)
Paris Charles de Gaulle	4	53.5	113	120 (ตามเป้าหมาย)
Amsterdam Schiphol	5	44.1	112	90 (เป้าหมาย 120)

ที่มา. จาก Department for Transport, The British Government (2012)

โครงการพัฒนาการขนส่งทางอากาศ ระยะ 30 ปี (ค.ศ. 2003 – 2030)

ในเดือนธันวาคม ค.ศ. 2003 รัฐบาลสหราชอาณาจักรได้กำหนดนโยบายระยะยาวเกี่ยวกับธุรกิจการบินของประเทศ เรื่อง อนาคตของการขนส่งทางอากาศ (the future of air transport) หรือนิยมเรียกกันว่า “เอกสารขาว” (white paper) ซึ่งต่อเนื่องมาจากนโยบายฉบับก่อนหน้านี้ที่เรียกว่า “เอกสารเขียว” ที่ประกาศใน ค.ศ. 2001 เอกสารขาว มีสาระผูกพันการดำเนินการของท่าอากาศยานและสายการบินตั้งแต่ ค.ศ. 2003 จนถึง ค.ศ. 2030 สาระสำคัญ คือ การสร้างความสมดุลระหว่าง ความต้องการทางเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อม ประเด็นสำคัญของการดำเนินการตามเอกสารขาว มีดังนี้ (Department for Transport, 2012)

1. การเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์ท่าอากาศยานที่มีอยู่ โดยไม่เพิ่มจำนวนทางวิ่ง
2. เปิดโอกาสให้ประชากรทั่วไป (ordinary people) ในประเทศสามารถใช้บริการการเดินทางทางอากาศและท่าอากาศยานที่มีคุณภาพ
3. ส่งเสริมการเดินทางทางอากาศเพื่อการพักผ่อน (leisure) และการเชื่อมต่อ (connectivity) ทั่วโลก
4. การป้องกันและรักษาสภาพแวดล้อม การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ภาวะโลกร้อน มลภาวะทางเสียง

รูปแบบการพัฒนาการบริหารและผู้บริหารท่าอากาศยาน

การพัฒนาตามแผน 30 ปี ดังกล่าว มีความจำเป็นที่ท่าอากาศยานจะต้องมีผู้บริหารที่มีความสามารถเพียงพอ ดังนั้นท่าอากาศยานจึงจำเป็นต้องดำเนินการพัฒนาผู้บริหารของท่าอากาศยานให้มีความพร้อมในการพัฒนา การดำเนินการของท่าอากาศยานควบคู่ไปด้วย บทความนี้นำเสนอรูปแบบการพัฒนาผู้บริหารของท่าอากาศยานที่สำคัญของประเทศสหราชอาณาจักร

รูปแบบการพัฒนาการบริหารและผู้บริหารท่าอากาศยานในประเทศสหราชอาณาจักร แยกนำเสนอตามหน่วยงานที่รับผิดชอบแต่ละรายที่คัดเลือกมาเปรียบเทียบ 4 แห่งคือ ท่าอากาศยานที่สังกัดบริษัท บีเอเอมหาชนจำกัด ท่าอากาศยานนานาชาติอีสต์มิดแลนด์ ท่าอากาศยานนานาชาตินิวคาสเซิล และ ท่าอากาศยานนานาชาติแมนเชสเตอร์ ตามรายละเอียดต่อไปนี้

บริษัท บีเอเอ มหาชนจำกัด ท่าอากาศยานส่วนใหญ่ในสหราชอาณาจักรอยู่ในสังกัดองค์การปกครองส่วนท้องถิ่น แต่ท่าอากาศยานขนาดใหญ่ของประเทศเป็นท่าอากาศยานที่บริหารจัดการโดยกิจการธุรกิจเอกชน กิจการเอกชนที่เป็นเจ้าของท่าอากาศยานที่ใหญ่ที่สุด ในสหราชอาณาจักรคือ บริษัท บีเอเอมหาชน จำกัด (BAA Public Company Limited) ซึ่งแปรรูปมาจาก การท่าอากาศยานสหราชอาณาจักร (British Airport Authority)

ความเป็นมา เดิมท่าอากาศยานในประเทศสหราชอาณาจักรอยู่ในความรับผิดชอบของทางการทหาร ต่อมาใน ค.ศ. 1965 ออกกฎหมายการทำอากาศยาน (airport authority bill) เพื่อก่อตั้งการทำอากาศยานสหราชอาณาจักร ค.ศ. 1966 รับผิดชอบท่าอากาศยาน 4 แห่ง โดย 3 แห่งอยู่ในกรุงลอนดอน คือ แกตวิก (Gatwick) สแตนสเต็ด (Stansted) และฮีทโธรว์ ซึ่งถือได้ว่าเป็นท่าอากาศยานที่มีผู้โดยสารหนาแน่นที่สุดในโลก ส่วนอีก 1 แห่ง คือ ท่าอากาศยานเพรสวิก (Prestwick) เมืองกลาสโกว์ ต่อมาใน ค.ศ. 1971 การทำอากาศยานสหราชอาณาจักรรับผิดชอบท่าอากาศยานอีก 3 แห่ง คือ กลาสโกว์ (Glasgow) เอดิเนบอร์ก (Edinburgh) อาร์เบอร์ดีน (Aberdeen) และเซาท์แฮมตัน (Southampton) ต่อมาได้ออกกฎหมายยกเลิกการทำอากาศยาน ใน ค.ศ. 1986 และแปรรูป (Privatized) เป็นบริษัทมหาชนดำเนินการโดย บริษัท บีเอเอ มหาชน จำกัด ใน ค.ศ. 1987 และเสนอขายหุ้นในตลาดหลักทรัพย์ ค.ศ. 1993 ปริมาณผู้โดยสารรวม 7 แห่ง เท่ากับ ร้อยละ 73 ของทั้งประเทศ คือ ประมาณ 83 ล้านราย ในปี ค.ศ. 2006 มีรายได้ 2.2 ล้านล้านปอนด์ (Chadwick Martin Bailey, 2008) มีการขยายกิจการมากขึ้นเช่นใน ค.ศ. 1998 เปิดบริการรถไฟท่าอากาศยานฮีทโธรว์ มูลค่า 450 ล้านปอนด์ ปี 2000 ดำเนินการสร้างโรงแรม มูลค่า 200 ล้านปอนด์ เป็นต้น (BAA Airport Limited Public Company, 2012) เร็ว ๆ นี้ บีเอเอ สนับสนุนการยกเลิกข้อห้ามการนำของเหลวขึ้นอากาศยานพาณิชย์ มตินี้ริเริ่มโดยสหภาพยุโรป (EU) มีผลบังคับใช้ในเดือน เมษายน 2013 (BAA Limited, 2012) ปัจจุบัน บีเอเอ เป็นเจ้าของท่าอากาศยาน 6 แห่ง คือ ฮีทโธรว์ สแตนสเต็ด เซาท์แฮมตัน อาร์เบอร์ดีน เอดิเนบอร์ก และ กลาสโกว์ ผลการประกอบการเฉพาะเดือนมิถุนายน ค.ศ. 2012 มีผู้โดยสารใช้บริการทั้ง 6 ท่าอากาศยาน จำนวน 9.1 ล้านคนเพิ่มขึ้นจากเดือนที่ผ่านมาร้อยละ 0.7 สถิติในรอบปีสิ้นสุดเดือนมิถุนายน ค.ศ. 2012 มีผู้โดยสาร 99,803,300 คน เพิ่มขึ้นร้อยละ 1.3 จากปีที่ผ่านมา การขึ้นลงของอากาศยาน 821,813 เที่ยวบินเพิ่มขึ้น ร้อยละ 0.6 จากปีที่ผ่านมา การขนส่งสินค้า 1,687, 201 เมตริกตัน ลดลงร้อยละ 1.5 จากปีที่ผ่านมา (Bloomberg Business Week, 2012) ผู้ถือหุ้นใหญ่

ของ บีเอเอ คือ กลุ่มเอฟจีพี ท็อปโค (FGP TopCo) ผู้ถือหุ้นใหญ่ประกอบด้วย บริษัท เฟอโรโรเวียล (Ferrovial) ซึ่งเป็นกิจการก่อสร้างโครงสร้างการคมนาคมใหญ่ที่สุดของประเทศสเปน กลุ่มซีดีพีคิว (La Caisse de dépôt et placement du Québec) ของประเทศแคนาดา กลุ่มจีไอซี (GIC) ของประเทศสิงคโปร์ และกลุ่มอาลินด้า แคปปิตอล พาร์ทเนอร์ (Alinda Capital Partners) ของประเทศสหรัฐอเมริกา (BAA Airport Limited Public Company, 2012)

วิธีการพัฒนาผู้บริหาร บีเอเอดำเนินการพัฒนาการบริหารจัดการ โดยเน้นการพัฒนาจากการมีศักยภาพ (competency) ไปสู่ความเป็นเลิศ (excellence) ได้ร่วมมือกับวิทยาลัยการจัดการแอสริดจ์ (Ashridge Management College) ในการพัฒนาศักยภาพทางการจัดการให้แก่ผู้จัดการจำนวนกว่า 600 คน โดยเน้นทักษะ 4 ประการ คือ สนองตอบลูกค้าอย่างสมบูรณ์ จัดการกระบวนการอย่างมีประสิทธิภาพ การเป็นผู้นำ และ การพัฒนาตนเองในการเริ่มต้นการพัฒนาผู้บริหาร ขั้นตอนแรกคือการประเมินศักยภาพผู้บริหารระดับสูงจำนวน 100 ราย โดยให้วิทยาลัยการจัดการแอสริดจ์เป็นผู้ประเมินและการประเมินตนเอง ขั้นตอน คือ การให้ผู้บริหารที่เหลือรองลงมาอีก 500 ราย ประเมินตนเองโดยเปรียบเทียบกับ 100 รายแรก และกำหนดแผนการพัฒนาของตนเอง เริ่มจากเดือนเมษายน ค.ศ. 1994 ผู้จัดการทุกคนต้องเข้าร่วมการฝึกอบรมหลักสูตร 1 สัปดาห์ จำนวน 2 หลักสูตร หลักสูตรแรก คือ การสร้างวิสัยทัศน์ร่วม (sharing the vision) เน้นภาวะผู้นำและการพัฒนาตนเอง ผู้เข้ารับการศึกษาจะต้องทำความเข้าใจวิสัยทัศน์ของบีเอเออย่างชัดเจน วิสัยทัศน์ กำหนดไว้ว่า “จะต้องมุ่งเน้นสนองความต้องการและความปลอดภัยของผู้โดยสารอยู่เสมอ พยายามค้นหาการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง ในการลดต้นทุนและยกระดับคุณภาพการบริการ และสนับสนุนให้พนักงานทุกคนสามารถใช้ความสามารถอย่างดีที่สุด” ผู้จัดการทุกคนต้องพยายามวิเคราะห์ให้ได้ว่า เพื่อบรรลุเป้าหมายตามที่กำหนด การดำเนินงานจะต้องเป็นอย่างไร ตนเองมีทักษะและศักยภาพอย่างไร ต้องมีการพัฒนาตนเองอย่างไร

หลักสูตรที่สอง คือ การเติบโตของธุรกิจ (growing

the business) มีจุดมุ่งหมายที่ต้องการให้ผู้บริหารเข้าใจภารกิจหลัก 4 ด้านของท่าอากาศยาน คือ การปฏิบัติงานสนามบิน (airfield operation) การจำหน่ายสินค้า (retail) การจัดการสิทธิประโยชน์อาคารสถานที่ (property management) และการจัดการโครงการ (project management) การใช้ความสามารถอย่างดีที่สุดของพนักงานหมายความว่าความรวมถึงพนักงานทุกคน ตั้งแต่เดือนสิงหาคม ค.ศ. 1994 มีการประเมินศักยภาพพนักงานทุกคน รวม 3,000 คน มีการฝึกอบรมอย่างครอบคลุม ความจำเป็น ค่าใช้จ่ายในการฝึกอบรมคิดเป็นร้อยละ 4 ของค่าตอบแทนการทำงานทั้งหมด ท่าอากาศยานทุกแห่งมีการดำเนินการของตนเองในการประเมินและการฝึกอบรม และการกำหนดกลยุทธ์ในการดำเนินการทุกด้าน รวมถึงด้านความปลอดภัย การบริการการบิน การสื่อสาร และการบริการผู้โดยสาร อย่างไรก็ตาม โครงการฝึกอบรมต่าง ๆ ต้องตั้งอยู่บนพื้นฐานของความคุ้มค่า ตามความจำเป็นในระดับบริษัท บีเอเอ และในระดับท่าอากาศยานแต่ละแห่ง ปัจจุบันการฝึกอบรมเน้นหนักด้านร้านขายสินค้า การจัดการสิทธิประโยชน์อาคารสถานที่ และการจัดการโครงการ เฉพาะด้านอาคารสถานที่ การฝึกอบรมเน้นการบริการลูกค้าและการจัดการเรื่องเฉพาะของอาคาร ส่วนการจัดการโครงการเน้นการฝึกอบรมเทคโนโลยีใหม่ด้านอาคารและการพัฒนาทั้งทักษะด้านเทคนิคและทักษะด้านการจัดการสำหรับพนักงานเทคนิค

หลักการสำคัญในการพัฒนา

การพัฒนาการบริหารจัดการทั้งหมดมุ่งไปที่การเพิ่มผลิตภาพ (productivity) เนื่องจากหลังการปรับปรุงจำนวนพนักงานลดลง ดังนั้นบุคลากรที่มีอยู่จำเป็นต้องเน้นประสิทธิภาพมากขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับอัตราส่วนผู้โดยสารที่รับบริการกับพนักงาน อัตราส่วนนี้สูงขึ้นร้อยละ 27 ในระหว่างปี 1992 – 1993 นั่นคือ พนักงาน 1 คนสามารถให้บริการผู้โดยสารได้มากกว่าเดิม การเพิ่มผลิตภาพเหล่านี้มาจากการฝึกอบรมที่ต่อเนื่อง ผู้บริหารต้องเข้าใจปัจจัยภายนอก และมองเห็นปัจจัยแห่งความสำเร็จ (success factor) ในระยะท้าย ๆ ของการฝึกอบรมมีความจำเป็นต้องฝึกทักษะทางการสื่อสารเพราะมีความจำเป็นต้องเชื่อมโยงการฝึกอบรมเข้ากับทิศทาง

ของวิสัยทัศน์ของบริษัท แนวความคิดเรื่องการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง (Continuous Improvement – CI) กลายเป็นหัวข้อสำคัญที่ทุกคนให้ความสนใจ มีการแต่งตั้งรองผู้อำนวยการเพื่อส่งเสริมโครงการพัฒนาพนักงานทุกคนได้รับการฝึกอบรม เรื่องการพัฒนาอย่างสม่ำเสมอ และมีการฝึกผู้จัดการ 50 คน เป็นผู้ประสานเรื่องนี้โดยเฉพาะ มีการส่งเสริมให้พนักงานตั้งกลุ่มพัฒนางาน (CI group) ซึ่งพนักงานสามารถตั้งได้เองโดยไม่ต้องขออนุญาตใด ๆ ประมาณว่าในปี 1994 มีกลุ่มลักษณะนี้ประมาณ 100 กลุ่ม หลายกลุ่มอาจดำเนินการในเรื่องเดียวกัน เช่น เรื่องกระบวนการเช็คอิน การจัดการรถเข็น การจัดการสัมภาระ การจัดสรรหลุมจอดสำหรับอากาศยาน ซึ่งมีมากกว่า 200 หลุมใน 6 ท่าอากาศยาน ตลอดจนถึงการบำรุงรักษาสะพานเทียบจากเครื่องบินหรือขึ้นเครื่องบิน กลุ่มเหล่านี้ถือเป็นเครื่องมือสำคัญในการตอบสนองความต้องการของลูกค้า และเป็นแนวทางสำคัญสำหรับผู้บริหารในการกำหนดแนวทางการลงทุน การพัฒนากระบวนการ และการเลือกใช้เทคโนโลยี ทั้งนี้เป็นที่ยอมรับว่า ผลที่ได้ยังไม่สามารถแก้ปัญหาได้ทุกด้าน และการดำเนินงานกลุ่มพัฒนางานไม่ใช่เรื่องง่าย แต่ผลเท่าที่ได้ถือว่าอยู่ในระดับที่น่าประทับใจ เป็นตัวอย่างของกลุ่มคนที่สามารถนำเอากลยุทธ์การทำงานที่ดีมาใช้สำหรับสถานการณ์ที่ซับซ้อนได้โดยหลักการ คุณภาพการบริการถือเป็นเรื่องสากลที่เกี่ยวข้องกับทุกธุรกิจ อย่างไรก็ตาม ในฐานะท่าอากาศยานแห่งหนึ่ง มีความจำเป็นต้องตอบคำถามที่ว่า จะสามารถสร้างความประทับใจพิเศษแก่ผู้ใช้บริการได้อย่างไร ผู้โดยสารรายหนึ่งแสดงความคิดเห็นต่ออาคาร 4 ของท่าอากาศยานฮีทโธรว์ว่า “เป็นห้างสรรพสินค้าที่มีเครื่องบินจอดรออยู่ด้านนอก” คำถามต่อมา คือ ผู้บริหารท่าอากาศยานจำเป็นต้องมีความรู้ความสามารถพิเศษ ที่แตกต่างจากผู้บริหารของธุรกิจอื่นอย่างไร ในประเด็นนี้ บีเอเอ สรุปว่า ผู้บริหารท่าอากาศยานจะต้องเข้าใจลักษณะการดำเนินการที่เกิดขึ้นระหว่างชาติ เข้าใจโครงสร้างเส้นทางบินของผู้โดยสาร เข้าใจความกดดันที่เกิดขึ้นกับผู้โดยสารกลุ่มต่าง ๆ ดังนั้นผู้บริหารท่าอากาศยานนานาชาติจะต้องมีจิตใจเป็นสากล แต่มีความเป็นท้องถิ่นเป็นหลัก และต้องคิดในระดับโลก

การสำรวจความคิดเห็นผู้โดยสาร

ความสำเร็จต่าง ๆ ไม่สามารถระบุออกมาโดยท่าอากาศยานเองได้อย่างชัดเจนมากนัก บีเอเอได้ดำเนินการสำรวจความคิดเห็นผู้โดยสาร โดยให้กิจการสำรวจ คิวลิตี้ เซอร์วิส มอนิเตอร์ (quality service monitor) สำรวจอย่างเป็นอิสระ สามารถสำรวจผู้โดยสารได้ 200,000 ราย ในปี 1993 ซึ่งสามารถให้ข้อมูลที่สำคัญกับฝ่ายบริหารอย่างมาก ตัวอย่างเช่น ที่ท่าอากาศยานแกตวิก ผู้โดยสารแสดงความคิดเห็นว่าเป็นการไม่สะดวกที่ไม่สามารถใช้รถขึ้นไปจนถึงสถานีรถไฟ ส่งผลให้มีการปรับปรุงสถานที่ให้สามารถใช้ได้ ตัวอย่างที่สองคือที่ท่าอากาศยานฮีทโธรว์มีการปรับปรุงบริการที่จอดรถตามความคิดเห็นจนได้รับความพึงพอใจจากผู้ใช้บริการ ทั้งนี้ บีเอเอใช้วิธีการแข่งขันระหว่างผู้ดำเนินการดูแลที่จอดรถ

ผลจากการสำรวจความคิดเห็นผู้โดยสารอีกประการหนึ่ง ชี้ไปยังข้อสรุปที่ว่า การดำเนินการที่มีประสิทธิภาพเกิดจากความร่วมมือระหว่างท่าอากาศยานกับผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย เช่น สายการบิน กิจการขนส่งและกิจการสนับสนุนอื่น ๆ ตัวอย่างของการพัฒนาความร่วมมือที่เกิดขึ้น คือ การให้สายการบินมีส่วนร่วมในการจัดทำข้อมูลเที่ยวบินของท่าอากาศยาน แต่ในบางประเด็นอาจยังไม่สามารถดำเนินการได้ เช่น ผู้โดยสารจำนวนมากต้องการให้สามารถเช็คอินได้ทุกเคาน์เตอร์ให้จัดทำเป็นเคาน์เตอร์มาตรฐานเหมือนกันหมด แต่สายการบินต้องการให้แต่ละเคาน์เตอร์มีตราสายการบินประจำที่เป็นเอกลักษณ์ของตนเอง อย่างไรก็ตาม มีการทดลองนำวิธีการนี้มาใช้ในอาคาร 3 ของท่าอากาศยานฮีทโธรว์ ซึ่งมีสายการบินให้บริการจำนวน 30 สายการบิน และปรากฏว่าสามารถดำเนินการได้ดี จึงได้นำวิธีนี้ไปใช้กับอาคารด้านทิศเหนือของท่าอากาศยานแกตวิกด้วย พบว่าได้รับการยอมรับมากขึ้นเรื่อย ๆ

ความสำเร็จด้านธุรกิจเกี่ยวเนื่อง

ความสำเร็จที่วัดได้อีกประการหนึ่งจากผลการพัฒนาต่าง ๆ ของ บีเอเอ คือ งานด้านการขายสินค้า

และการจัดการสิทธิประโยชน์อาคารสถานที่ ซึ่งอาจมองได้ว่าไม่ได้เป็นภารกิจหลักของท่าอากาศยาน แต่ในความเป็นจริง งานสองด้านนี้เป็นแหล่งรายได้สำคัญของ บีเอเอ ในปี 1992 – 1993 การขายสินค้ามีรายได้ 322 ล้านปอนด์ คิดเป็นร้อยละ 34 ของรายได้ทั้งหมด ทั้งนี้ในเวลานั้น บีเอเอ มีร้านค้า 312 ร้าน พื้นที่รวม 543,000 ตารางฟุต มีเป้าหมายเพิ่มจำนวนร้านค้าเป็น 460 ร้านและเพิ่มพื้นที่ เป็น 900,000 ตารางฟุต ในปี 1997 ปริมาณการดำเนินการนี้ไม่แตกต่างมากกับกิจการสรรพสินค้าที่ใหญ่ที่สุดของยุโรป คือ เมโทรเซนต์เตอร์ ณ เกตเฮด ซึ่งมีร้านค้า 350 ร้าน พื้นที่ 1.56 ล้านตารางฟุต นอกจากนี้ บีเอเอ ยังมีร้านอาหารและร้านเครื่องดื่ม (pub) มากกว่า 100 ร้าน ตัวอย่างเช่น แกตวิก วิลเลจ อินน์ (Gatwick Village Inn) ท่าอากาศยานแกตวิก สามารถจำหน่ายเบียร์ได้สัปดาห์ละ 74,000 ไพน์ ถือได้ว่าเป็นร้านเครื่องดื่มที่มีลูกค้าแน่นที่สุดในโลก ส่วนด้านสิทธิประโยชน์อาคารสถานที่ มีรายได้คิดเป็นร้อยละ 18 ของรายได้ทั้งหมด

สรุปรูปแบบการพัฒนาการบริหารและผู้บริหารของ บีเอเอ ได้ว่า ขั้นตอนแรกของการพัฒนาได้ร่วมมือกับสถาบันอุดมศึกษาในการจัดทำรูปแบบสมรรถนะผู้บริหาร ขั้นตอนต่อมาเป็นการประเมินสมรรถนะหลายวิธีรวมทั้งการประเมินตนเอง เพื่อจัดทำแผนพัฒนาตนเอง ซึ่งสรุปแผนออกมาได้ 2 ส่วนใหญ่ ๆ คือ การสร้างวิสัยทัศน์ร่วม และการสร้างความเติบโตของธุรกิจ โดยใช้กรอบแนวคิดในการพัฒนา 3 ประการ คือ การเพิ่มผลิตภาพ การพัฒนาอย่างต่อเนื่อง และ คุณภาพการบริการ เมื่อดำเนินการไปแล้ว มีการประเมินโดยตรงจากผู้ให้บริการและข้อมูลทางการเงินสิ่งที่น่าสนใจกับแนวทางการพัฒนาผู้บริหารของท่าอากาศยานของ บีเอเอ มี 4 เรื่อง คือ เรื่องแรก การสร้างความร่วมมือระหว่างหน่วยงานกับสถาบันอุดมศึกษา ซึ่งถือเป็นวิธีการดำเนินการที่มีประสิทธิผล และได้รับประโยชน์ทั้งสองฝ่าย เป็นวิธีที่ได้รับการยอมรับว่าเป็นปัจจัยสำคัญประการหนึ่งในการพัฒนาประเทศญี่ปุ่นให้กลายเป็นมหาอำนาจทางเศรษฐกิจในคริสต์ทศวรรษที่ 1980 (Kaneko, 2004) เรื่องที่สอง คือ การดำเนินการในเชิงการวิจัยเพื่อพัฒนาในลักษณะของ R₁A-D₁A, R₂A-D₂A,

(เจลิยว บุรีภักดี, 2550) คือ ค้นคว้าวิจัย-จัดทำรูปแบบสมรรถนะ, ประเมินสมรรถนะผู้บริหาร-จัดทำแผนการพัฒนา, ทำการพัฒนา-ประเมินผลและพัฒนาต่อเนื่อง เรื่องที่สาม คือ การมอบหมายให้มีการจัดทำแผนพัฒนาตนเอง ซึ่งถือเป็นวิธีการพัฒนาผู้บริหารที่นิยมใช้กันแพร่หลาย (Smilansky, 2006) เรื่องที่สี่ คือ การประเมินความพึงพอใจจากผู้ให้บริการ และการวัดผลจากข้อมูลทางการเงิน ซึ่งเป็นการวัดและประเมินประสิทธิผลที่สามารถนำไปกำหนดการดำเนินการในอนาคตให้เหมาะสมมากขึ้น (Grigoroudis & Siskos, 2010)

ท่าอากาศยานนานาชาติอีสต์มิดแลนด์

ข้อมูลของท่าอากาศยานนานาชาติอีสต์มิดแลนด์ (East Midlands International Airport – EMIA) ที่อยู่ในระยะการขยายตัวสูง คือในระหว่าง ค.ศ. 1992-1993 (Griffith, 1994) ท่าอากาศยานแห่งนี้ เดิมเป็นท่าอากาศยานของสภาองค์กรปกครองท้องถิ่น (Consortium of local councils) ต่อมาขายกิจการให้เอกชน คือ กลุ่มเนชั่นแนล เอ็กเพรส (National Express Group) ใน ค.ศ. 1993 ในราคา 40 ล้านปอนด์ ในช่วงปี ค.ศ. 1992 – 1993 มีการเพิ่มจำนวนผู้โดยสาร ร้อยละ 9 คือ เพิ่มขึ้น 1.27 ล้านคน การขนส่งทางอากาศ (cargo) มีอัตราเพิ่มร้อยละ 73 ปริมาณการขนส่ง 131,000 ตัน กำไรเพิ่มร้อยละ 38

ผู้อำนวยการฝ่ายการเงินและการตลาดของท่าอากาศยานนานาชาติอีสต์มิดแลนด์ กล่าวว่า ท่าอากาศยานมีความจำเป็นต้องพัฒนาการดำเนินการของท่าอากาศยานหลายด้าน ที่สำคัญมาก คือ การรักษาระดับความพึงพอใจของผู้ใช้บริการในระหว่างที่มีการเพิ่มจำนวนการใช้บริการ การก่อสร้างอาคารสถานที่เพิ่มเติม การลดต้นทุน การเพิ่มผลิตภาพ (productivity) และการประกันราคาสำหรับสายการบินและกิจการท่องเที่ยวที่สามารถแข่งขันกับท่าอากาศยานอื่น ๆ ได้ ผู้บริหารเชื่อว่าการแปรรูปเป็นแนวทางที่สามารถพัฒนาวัฒนธรรมองค์กรไปสู่ความตระหนักในความจำเป็นที่จะต้องเพิ่มผลิตภาพและการลดต้นทุน ซึ่งจะส่งผลให้พนักงานเกิดความร่วมมือและการกระจายอำนาจ บริษัท

มีนโยบายที่จะถ่ายโอนอำนาจการตัดสินใจสู่พนักงานระดับต้นบนพื้นฐานของความรับผิดชอบทางการเงิน และเป้าหมายการให้บริการตัวอย่างของการกระจายอำนาจ คือ ในการก่อสร้างอาคารใหม่ บริษัทให้พนักงานมีส่วนร่วมตั้งแต่การเลือกตำแหน่งที่ตั้ง ขั้นตอนการดำเนินงานในอาคาร และออกแบบเครื่องแบบในส่วนงานนั้นเอง แต่การกระจายอำนาจทั้งหลายจะต้องเริ่มต้นจากการฝึกอบรมพนักงานโดยเน้นหลักการคุณภาพ ตัวอย่างการฝึกอบรม เช่น การฝึกอบรมด้านการบริการลูกค้าสำหรับพนักงานต้อนรับ และต่อมาได้ฝึกอบรมให้กับพนักงานทุกฝ่าย การส่งเสริมให้มีการเรียนรู้ภาษาต่างประเทศ ซึ่งภาษาที่ได้รับความนิยมมากอันดับแรก คือ ภาษาฝรั่งเศส รองลงไป คือ ภาษาเยอรมัน

โดยสรุป แนวทางการพัฒนาการบริหารท่าอากาศยานเพื่อตอบรับการขยายตัวของท่าอากาศยานนานาชาติอีสต์มิดแลนด์ คือ การกระจายอำนาจ การมีส่วนร่วมของพนักงาน และการฝึกอบรม เพื่อนำไปสู่การลดต้นทุนและเพิ่มผลิต จุดเด่นที่น่าสนใจในการพัฒนาผู้บริหารของท่าอากาศยานนานาชาติอีสต์มิดแลนด์ มี 2 ประเด็น คือ ประเด็นแรก การเตรียมความพร้อมให้ผู้บริหารคุ้นเคยกับการมีส่วนร่วมของพนักงาน ซึ่งเป็นหลักคิดที่สอดคล้องกับหลักคิดทางการบริหารสมัยใหม่ (Griffin, 2008) และประเด็นที่สอง คือ การฝึกอบรมด้านภาษาต่างประเทศ เนื่องจากปัจจุบัน การเดินทางทางอากาศสามารถเชื่อมต่อกันได้ทุกเส้นทาง ผู้โดยสารจากหลายประเทศจำนวนมากไม่สามารถสื่อสารโดยภาษาที่ได้รับความนิยมมากที่สุดถือว่าเป็นภาษาสากลได้หมด เพื่อเป็นการให้บริการที่สอดคล้องกับความจำเป็นของผู้โดยสาร พนักงานจำเป็นต้องสามารถสื่อสารโดยใช้ภาษาต่างประเทศได้มากขึ้น

ท่าอากาศยานนานาชาตินิวกาสเซิล

ท่าอากาศยานนานาชาตินิวกาสเซิลเป็นท่าอากาศยานขนาดใหญ่ลำดับที่ 10 ของสหราชอาณาจักร ใน ค.ศ. 1993 มีปริมาณผู้โดยสารใช้บริการมากกว่า 2 ล้านคน (Griffith, 1994) แต่การบริหารท่าอากาศยานแห่งนี้ เหมือนกับท่าอากาศยานจำนวน

มากในสหราชอาณาจักร คือ เป็นองค์กรที่สังกัดองค์การบริหารท้องถิ่น และการดำเนินการส่วนใหญ่อยู่ในการจัดการขององค์การปกครองส่วนท้องถิ่นที่เป็นเจ้าของ แต่จากการออกกฎหมายท่าอากาศยาน (airport act) ปี ค.ศ. 1986 ซึ่งกำหนดให้มีบริษัทท่าอากาศยานมหาชน ได้ จึงทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในหลาย ๆ ด้านตามมา

การเปลี่ยนแปลงประการแรกคือ การถ่ายโอนงานด้านการเงิน กฎหมาย การพนักงานและ การตลาด ซึ่งเดิมเป็นความรับผิดชอบของหน่วยงานการปกครองส่วนท้องถิ่นที่เป็นเจ้าของ เปลี่ยนมาเป็นหน้าที่โดยตรงของท่าอากาศยาน การเปลี่ยนแปลงประการที่สอง คือ การเปลี่ยนแปลงผู้บริหารสูงสุดที่เคยปฏิบัติหน้าที่บริหารท่าอากาศยานมา 37 ปี โดยเริ่มดำเนินการมาตั้งแต่นั้นยังเป็นพื้นที่ขึ้นลงของเครื่องบินในคริสต์ศตวรรษที่ 1950 จนกลายเป็นท่าอากาศยานนานาชาติในอีก 30 ปีต่อมา ผลเสียของการบริหารจัดการโดยผู้บริหารคนเดียวอย่างยาวนาน คือ การลดบทบาทของผู้บริหารระดับรอง ๆ ออกไปเกือบทั้งหมด เพราะมีความเชื่อมั่นในผู้บริหารคนเดียว อย่างไรก็ตามผู้บริหารระดับรองลงไปยอมรับว่ามีความจำเป็นต้องใช้เวลาในการปรับตัว

การเปลี่ยนแปลงประการที่สาม คือ การมุ่งพัฒนาทักษะพนักงานด้านเทคโนโลยีสารสนเทศและต่อเนื่องด้วยทักษะการวางแผนเชิงกลยุทธ์ กำหนดหน้าที่คณะผู้บริหารระดับสูงของท่าอากาศยาน คือ ผู้อำนวยการบริหาร 3 คน และหัวหน้าส่วนงานต่าง ๆ ทุกส่วน ทำหน้าที่กำกับดูแลการปฏิบัติงานประจำ ขณะที่มีการวางแผนกลยุทธ์ดำเนินการกำหนดแนวทางและแนวโน้มของการปฏิบัติงานในระยะ 10 – 15 ปี ทักษะที่จำเป็นสำหรับผู้บริหารในอนาคต คือ การจัดการเชิงบวก (more proactive management) และทักษะการพัฒนาธุรกิจ (business development) กล่าวรวม ๆ คือ ท่าอากาศยานต้องการผู้บริหารที่มีความตระหนักเชิงธุรกิจและมุ่งให้บริการโดยยึดลูกค้าเป็นสำคัญ

การเปลี่ยนแปลงประการต่อมา ซึ่งคล้ายคลึงกับท่าอากาศยานอีสต์มิดแลนด์คือ การให้ความสำคัญกับความรับผิดชอบต่อแต่ละบุคคล มีการมอบหมายหน้าที่ของผู้บริหารเดิม คือ เรื่องของวินัย การร้องทุกข์ การสรรหาพนักงาน การจัดทำงบประมาณ การกำหนด

ค่าตอบแทน และการจ่ายค่าตอบแทนไปสู่ความรับผิดชอบของผู้บริหารระดับต้น และถือว่าผู้บริหารระดับต้น คือ หัวหน้า (supervisor) เป็นส่วนหนึ่งของคณะผู้บริหาร ซึ่งการดำเนินการลักษณะนี้จำเป็นต้องมีการฝึกอบรมอย่างเข้มข้น ดำเนินการโดยการฝึกอบรมภายในและมีผู้เชี่ยวชาญที่ปรึกษาภายนอก เริ่มต้นที่ผู้จัดการ ต่อเนื่องไปยังหัวหน้าและผู้ช่วยผลดีที่ตามมาคือ การลดความแบ่งแยกระหว่างกลุ่มบุคคลที่ปฏิบัติงานในพื้นที่ต่างกัน ฝ่ายต่างกัน ตามที่แบ่งแยกหน้าที่ เช่น การบำรุงรักษา เครื่องยนต์ การจัดการสัมภาระ การรักษาความปลอดภัย การควบคุมการจราจรทางอากาศ การควบคุมอัคคีภัย และการสื่อสาร ผู้บริหารที่รับผิดชอบด้านพนักงานยืนยันว่า จุดมุ่งหมายของท่าอากาศยานอย่างหนึ่ง คือ การลงทุนในตัวพนักงาน การฝึกอบรมที่สำคัญอีกประการ คือ การบริการผู้โดยสาร เพราะผู้โดยสารเป็นปัจจัยสำคัญของความสำเร็จ การบริการที่จำเป็น เช่น การตรวจค้นร่างกาย จะต้องดำเนินการอย่างรอบคอบ ระมัดระวัง มีการฝึกฝนอย่างเข้มงวด มีเป้าหมายที่ชัดเจน มีการประเมินทุกขั้นตอนที่ทำได้

การดูแลแถวรอรับบริการ การจัดลำดับ และการรับรู้ความรู้สึกของผู้โดยสารถือเป็นเรื่องสำคัญลำดับต้น ๆ ของการบริการ ซึ่งการรอคอยเวลานานควรจะได้รับการแก้ไขโดยการลงทุนสร้างอาคารเพิ่ม ท่าอากาศยานมีการลงทุนเพิ่มในหลายด้าน เช่น การลงทุน 22 ล้านปอนด์เพื่อขยายอาคารผู้โดยสารและอาคารขนส่งสินค้า และการลงทุน 2 ล้านปอนด์เพื่อเชื่อมต่อท่าอากาศยานเข้ากับการลงทุน 12 ล้านปอนด์เพื่อสร้างระบบขนส่งผู้โดยสารเข้าตัวเมือง

งานที่เกี่ยวข้องกับตัวพนักงานที่ได้รับการเปลี่ยนแปลงอีกด้านหนึ่ง คือ การปรับปรุงระบบการประเมินผลการปฏิบัติงาน เดิมใช้กับผู้บริหารระดับสูงเพียงกลุ่มเดียว เปลี่ยนมาใช้กับพนักงานทุกคน จำนวน 450 คน ซึ่งจำเป็นต้องมีการฝึกอบรมกระบวนการประเมินผลเพื่อความเข้าใจของทุกคน เริ่มต้นด้วยการวิเคราะห์ความจำเป็นของการฝึกอบรมรายบุคคล และเสริมการช่วยเหลือให้พนักงานมีความสามารถ สูงขึ้น ตัวอย่างการฝึกที่สำคัญ คือ การจัดการเวลา และการฝึกอบรมตามความต้องการรายบุคคลต่าง ๆ

ซึ่งวิเคราะห์เทียบกับกลยุทธ์ที่กำหนดไว้ จุดมุ่งหมายสำคัญ คือ การยกระดับมาตรฐานการบริหารจัดการท่าอากาศยานในกรอบเวลา 5-10 ปีข้างหน้า

การเปลี่ยนแปลงที่สำคัญอีกสองประการ คือ การกำหนดให้ส่วนงานหนึ่งเป็นศูนย์ค่าใช้จ่าย (cost centre) และการเน้นการคิดค่าใช้จ่ายตามกิจกรรม (activity-based costing) ซึ่งจะทำให้พนักงานแต่ละส่วนให้ความสำคัญกับการปฏิบัติเชิงธุรกิจมากขึ้นและจะสามารถประเมินผลงานของส่วนงานของตนที่ส่งมอบให้กับ การดำเนินงาน ท่าอากาศยานโดยรวมได้ชัดเจนขึ้นอีกด้วย

การเปลี่ยนแปลงลำดับต่อไป คือ การนำหลักการการจัดการคุณภาพทอควม (TQM) มาใช้ในการบริการเพื่อตอบสนองการขยายตัวที่กำลังเกิดขึ้น แต่สามารถรักษาระดับคุณภาพการบริการได้เหมือนท่าอากาศยานขนาดเล็ก

สรุป แนวทางการพัฒนาการบริหารและผู้บริหารของท่าอากาศยานนิวกาสเซิล คือ การถ่ายโอนภารกิจ การดำเนินงานมาจากองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น มาดำเนินการเองเน้นการกระจายอำนาจลงมายังผู้บริหารระดับต้นมากขึ้นพัฒนาทักษะด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ มีการประเมินผลหลายด้าน ตั้งส่วนงานเป็นศูนย์ค่าใช้จ่าย และนำหลักการที่คิวเอ็มมาใช้จุดเด่นที่น่าสนใจมี 3 เรื่อง คือ เรื่องแรกการลดขั้นตอนการบริหารจากเดิมที่ต้องผ่านการตัดสินใจขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นมาเป็นองค์กรที่มีอิสระในการบริหารตนเอง (autonomous) ใช้รูปแบบศูนย์ค่าใช้จ่ายซึ่งเป็นลักษณะองค์กรที่เหมาะสมกับการดำเนินงานในบริบทที่มีการเปลี่ยนแปลงสูง มีการแข่งขันสูง องค์กรจำเป็นต้องมีความคล่องตัวในการตอบสนองความต้องการ (responsive) มากขึ้น (Allison, 2014) รวมถึงการดำเนินการแบบมีส่วนร่วม (participative operation) และการกระจายอำนาจ ซึ่งเหมาะสมกับธุรกิจบริการทุกลักษณะเพราะผู้ปฏิบัติงาน (operator) ในงานบริการปฏิสัมพันธ์กับผู้บริหารโดยตรง (contact employee) เป็นปัจจัยชี้ขาดคุณภาพการบริการ (Tsaur & Chang, 2004; Lance A. Bettencourt, 1997) เรื่องที่สอง คือ การพัฒนาทักษะเทคโนโลยีสารสนเทศ อันเห็นได้ชัดว่า เป็นความจำเป็น

อย่างมากในโลกยุคข้อมูลข่าวสารนี้ เรื่องที่สาม คือ การใช้ที่คิวเอ็มเป็นหลักในการจัดการคุณภาพ ซึ่งจะเห็นได้ว่าการประเมินผลการปฏิบัติงานหลายด้าน หลักที่คิวเอ็มเป็นหลักการจัดการคุณภาพที่ได้รับการยอมรับอย่างกว้างขวางว่าสามารถดำเนินการได้อย่างมั่นคงยั่งยืนมากกว่าการดำเนินการด้านคุณภาพเพียงด้านใดด้านเดียว (Oakland, 2003; Mohanty & Lakhe, 2008)

ท่าอากาศยานนานาชาติแมนเชสเตอร์

ท่าอากาศยานแมนเชสเตอร์เดิมบริหารในลักษณะหน่วยงานท้องถิ่น (local authority) แปรรูปเป็นธุรกิจเอกชน (privatized) ใน ค.ศ. 1986 มีความจำเป็นในการพัฒนาองค์กรอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ (Griffith, 1994) ในระยะแรกที่มีการตรวจประเมินพบว่าท่าอากาศยานแมนเชสเตอร์ขาดความสามารถที่จะรองรับความเปลี่ยนแปลงในอนาคต ปัญหาที่พบ คือ ผู้บริหารให้ความสำคัญกับการดำเนินงานระยะปานกลางในลักษณะการแก้ปัญหาเฉพาะหน้ามากกว่าจะเป็นการแก้ปัญหาเชิงกลยุทธ์ในระยะยาว มีปัญหาสถานะล่าช้าในระบบราชการ (bureaucracy) ส่วนงานในท่าอากาศยาน มุ่งความสำเร็จเฉพาะส่วน และการดำเนินงานเป็นไปในลักษณะการต่อสู้เผชิญหน้า

แนวทางการพัฒนาท่าอากาศยานแมนเชสเตอร์แบ่งเป็น 3 ระยะ คือ การกำหนดหลักการ การกำหนดกระบวนการ และการกำหนดสมรรถนะ

1. การกำหนดหลักการ

การกำหนดหลักการ 8 ประการ คือ การพัฒนาผู้บริหารต้องอยู่ในกรอบแนวคิด ดังนี้

1.1 มุ่งเน้นที่ความจำเป็นทางธุรกิจ

1.2 กระบวนการต้องขับเคลื่อนโดยผู้บริหารส่วนงาน (line manager) โดยมีฝ่ายบุคลากรเป็นผู้อำนวยความสะดวก

1.3 ผู้เข้าร่วมการพัฒนาได้รับการส่งเสริมให้สร้างความรับผิดชอบต่อการเรียนรู้ของตนเอง

1.4 กิจกรรมการพัฒนาต้องมีผู้รับการพัฒนาเป็นศูนย์กลาง ไม่ใช่ผู้ฝึกสอน

1.5 ต้องกำหนดแผนการพัฒนารายบุคคล
1.6 ต้องมีการวัดและประเมินความก้าวหน้า
ในการปฏิบัติงาน

1.7 ความคาดหวังและข้อกำหนดมุ่งไปที่
การเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง

1.8 ผสมผสานแนวทงสมรรถนะเข้ากับนโยบาย
การบริหารบุคคล

2. การกำหนดกระบวนการ

การดำเนินการพัฒนาผู้บริหารโดยมีกระบวนการ
ในการจัดการ 8 ขั้น คือ

2.1 การกำหนดรูปแบบสมรรถนะ
(competency model)

2.2 การประเมินรายบุคคล (individual
assessment) โดยยึดรูปแบบที่กำหนดในขั้นที่ 1

2.3 จัดทำข้อมูลรายบุคคล (individual
profile)

2.4 เสนอข้อมูลแก่บุคคลแต่ละราย
(individual feedback)

2.5 การเข้าร่วมกิจกรรมการพัฒนิตนเอง
(self-development)

2.6 จัดทำแผนการความก้าวหน้า รายบุคคล
(personal improvement plan)

2.7 จัดทำเป้าหมายรายบุคคล (personal
target)

2.8 ประเมินความก้าวหน้าเปรียบเทียบแผน
(performance review)

3. การกำหนดสมรรถนะ

การกำหนดสมรรถนะ (ความรู้ ความสามารถ
ทักษะ) ในขั้นตอนแรกของการพัฒนา มีรายการ
สมรรถนะของผู้บริหาร 16 ด้าน คือ

3.1 มุ่งความสำเร็จ (achievement)

3.2 ความคิดเชิงบวก (proactivity)

3.3 มีประสิทธิผล (effectiveness)

3.4 ทักษะระหว่างบุคคล (interpersonal
skills)

3.5 การชักจูง (persuasion)

3.6 ผลกระทบ (impact)

3.7 การจูงใจ (motivation)

3.8 ความยืดหยุ่น (flexibility)

3.9 ความเชี่ยวชาญ (expertise)

3.10 การผลักดัน (influence)

3.11 การใช้เหตุผล (reasoning)

3.12 วิสัยทัศน์ (vision)

3.13 ทิศทาง (direction)

3.14 ความมั่นใจ (confidence)

3.15 การควบคุม (control)

3.16 ความรู้เชิงธุรกิจ (business know-how)

สรุปการพัฒนาการบริหารและผู้บริหารของ
ท่าอากาศยานแมนเชสเตอร์มี 3 ขั้นใหญ่ๆ คือ การกำหนด
หลักการ การกำหนดกระบวนการ และการกำหนด
สมรรถนะ โดยเน้น การประเมินหลายด้าน การกำหนด
แผนพัฒนาตนเอง ขับเคลื่อนการพัฒนาโดยผู้บริหาร
ส่วนงาน ยึดผู้รับการพัฒนาเป็นศูนย์กลาง เน้นการ
เรียนรู้ต่อเนื่อง เพื่อก้าวไปสู่สมรรถนะที่กำหนด ประเด็น
ที่น่าสนใจเกี่ยวกับหลักการพัฒนาการบริหารและ
ผู้บริหารของท่าอากาศยานแมนเชสเตอร์ มี 3 เรื่อง
สองเรื่องแรก เป็นการพัฒนามตามแนวทางเดียวกับ
ท่าอากาศยานของปีเอเอ คือ เรื่องแรก การกำหนดแผน
พัฒนาตนเองของผู้บริหาร ดังกล่าวข้างต้น เรื่องที่สอง
คือ การดำเนินการแบบวิจัยพัฒนา ส่วนเรื่องที่สาม
คือ เน้นการมีส่วนร่วมของพนักงาน ซึ่งเป็นแนวทาง
เดียวกับท่าอากาศยานนิวยอร์กเจ็ตส์ แนวคิดการ
บริหารท่าอากาศยานของประเทศสหราชอาณาจักร
จากท่าอากาศยานสี่แห่ง เห็นได้ชัดเจนว่า มีความ
คล้ายคลึงกัน คือ ขั้นตอนแรก เป็นการวางแผนการ
พัฒนา ซึ่งมีความจำเป็นที่จะต้องกำหนดขั้นตอน
การพัฒนาที่ชัดเจน และสังเกตได้ว่า เนื้อหาของการ
พัฒนาส่วนใหญ่เน้นที่การพัฒนาระดับผู้บริหารของ

ท่าอากาศยาน ขั้นตอนที่สอง คือ การกำหนดรูปแบบสมรรถนะของผู้บริหารโดยการวิเคราะห์สังเคราะห์ข้อมูลอย่างหลากหลาย ขั้นตอนที่สาม คือ การประเมินผู้บริหารตามรูปแบบสมรรถนะที่กำหนดไว้ แล้วจึงนำผลการประเมินมากำหนดแผนพัฒนาของตนเองของผู้บริหาร ทั้งนี้ ในการพัฒนาบุคลากรทุกด้านต้องให้ความสำคัญกับการมีส่วนร่วม การพัฒนาเป็นรายบุคคล และการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง

การประยุกต์ใช้ในการพัฒนาผู้บริหารท่าอากาศยานในประเทศไทย

จากจุดเด่นของแนวทางการพัฒนาผู้บริหารของท่าอากาศยานสี่แห่งดังกล่าว มีแนวทางที่น่าสนใจและควรนำไปใช้ในการพัฒนาผู้บริหารท่าอากาศยานในประเทศไทยได้ห้าประการ คือ การดำเนินการพัฒนาในลักษณะของการวิจัยและพัฒนา การร่วมมือกับสถาบันอุดมศึกษา การกระจายอำนาจสู่ผู้บริหารระดับต้น การกำหนดแผนพัฒนาตนเองของผู้บริหาร และการพัฒนาทักษะที่จำเป็นสำหรับการทำงานยุคข้อมูลข่าวสาร รายละเอียดของแนวทางการประยุกต์ใช้ มีดังนี้

1. การดำเนินการพัฒนาในลักษณะของการวิจัยและพัฒนา คือ การดำเนินการในลักษณะของการสืบค้นรวบรวมข้อมูลและนำมาวางแผน การดำเนินงานในระยะต้นแล้วมีการรวบรวมข้อมูลและกำหนดแผนการดำเนินงานต่อเนื่องในการพัฒนาผู้บริหาร ควรมีการรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับความเปลี่ยนแปลงของผู้บริโภค เพื่อนำมากำหนดภารกิจที่สอดคล้องกับความต้องการแล้วจึงวิเคราะห์หาความจำเป็นในการพัฒนา (development need) แล้วจึงกำหนดรูปแบบการพัฒนาให้สอดคล้องกับความต้องการ สำหรับการพัฒนาผู้บริหารท่าอากาศยานของประเทศไทย จำเป็นต้องมีการรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับความต้องการของผู้มีส่วนได้ส่วนเสียทุกกลุ่ม ได้แก่ หน่วยงานที่กำกับดูแล หน่วยงานที่รับผิดชอบหรือเป็นเจ้าของ หน่วยงานที่ใช้บริการ สายการบิน ผู้ประกอบการ ผู้โดยสาร และชุมชนในท้องถิ่นที่เกี่ยวข้อง เมื่อได้ข้อมูลความต้องการแล้วจึงมาวิเคราะห์หาความจำเป็นในการพัฒนาผู้บริหาร ซึ่งจำเป็นต้องมีการประเมินความสามารถ และความพร้อมของ

ผู้บริหารก่อนการกำหนดแผนการพัฒนา

2. ความร่วมมือกับสถาบันอุดมศึกษาการดำเนินการร่วมกับสถาบันอุดมศึกษามีข้อได้เปรียบในแง่ของความก้าวหน้าด้านความรู้ใหม่ๆ แนวทางและหลักการใหม่ๆ และเป็นการลดภารกิจ และค่าใช้จ่ายสำหรับหน่วยงาน คือ ไม่มีความจำเป็นต้องจัดตั้งศูนย์พัฒนาฝึกอบรมขนาดใหญ่ แต่มีส่วนงานที่ดำเนินการในการประสานงาน และการกำกับติดตาม ทำให้สามารถดำเนินการพัฒนาบุคลากรและกระบวนการดำเนินงานได้ในขอบเขตที่กว้างกว่าการดำเนินการเอง ทั้งนี้มีตัวอย่างของการร่วมมือพัฒนาระหว่างกิจการธุรกิจกับสถาบันอุดมศึกษาเสมอ

3. การกระจายอำนาจสู่ผู้บริหารระดับต้นการกระจายอำนาจลงสู่ระดับล่าง เป็นกลยุทธ์สำคัญที่เหมาะสมกับกิจการบริการ เนื่องจากกิจการบริการเน้นการปฏิสัมพันธ์โดยตรงกับผู้รับบริการ ความสามารถของบุคลากรที่ให้บริการเป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อคุณภาพการบริการ และในการบริการของท่าอากาศยาน ซึ่งต้องติดต่อสัมพันธ์กับผู้รับบริการที่มีความแตกต่างทางวัฒนธรรมและภาษา และมีความต้องการ ความจำเป็นที่หลากหลาย บุคลากรผู้ให้บริการอาจประสบกับปัญหาในการให้บริการที่จำเป็นต้องมีการตัดสินใจดำเนินการในทันที ไม่สามารถรอขอความเห็นหรือขออนุญาตจากผู้บังคับบัญชาได้ แต่อย่างไรก็ตามการกระจายอำนาจ จำเป็นต้องมีเกณฑ์และเป้าหมายที่แน่ชัด นอกจากนั้นต้องมีการพัฒนาความพร้อมของบุคลากรก่อนเสมอ

4. การกำหนดแผนพัฒนาตนเองของผู้บริหารเรื่องนี้เป็นกลยุทธ์การพัฒนาบุคลากรที่เหมาะสมกับผู้บริหารระดับสูง เนื่องจากมีความพร้อมในการตัดสินใจมากกว่าระดับอื่น และเป็นการสร้างเป้าหมายที่เหมาะสมกับความสามารถแต่ละบุคคล อย่างไรก็ตามการกำหนดแผนพัฒนาตนเองต้องได้รับความเห็นชอบจากผู้กำกับดูแลเสมอ

5. การพัฒนาทักษะที่จำเป็นสำหรับการทำงานยุคข้อมูลข่าวสาร โดยเฉพาะ ทักษะด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ และภาษาต่างประเทศที่เกี่ยวข้องเนื่องจากความสะดวกในการเดินทางมีมากขึ้น การให้บริการของ

สายการบินต้นทุนต่ำทำให้ผู้โดยสารเพิ่มจำนวนมากขึ้น และมาจากพื้นที่ต้นทางที่แตกต่างกันทั้งทางภาษาและวัฒนธรรม ผู้โดยสารบางกลุ่มอาจเป็นผู้ที่คุ้นเคยกับการเดินทาง หรือ มีความคล่องตัวในการเดินทางสูง มีความสามารถในการรับรู้ข้อมูลข่าวสารได้รวดเร็ว ในขณะที่ผู้โดยสารบางกลุ่มมีความคล่องตัวต่ำ ไม่คุ้นเคยกับการเดินทาง ไม่สามารถรับรู้ข้อมูลข่าวสารได้ด้วยตนเองมีจำนวนมากขึ้น พนักงานของท่าอากาศยานและสายการบินมีความจำเป็นที่ในการสร้างสมรรถนะให้บริการกับกลุ่มผู้โดยสารเหล่านี้ได้ ซึ่งจะต้องผสมผสานไปกับทักษะการสืบค้นข้อมูลและการสื่อสารเสมือนจริงมากขึ้น ดังนั้นทักษะในการใช้อุปกรณ์สื่อสารออนไลน์จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่ง

สรุป

รูปแบบการพัฒนาท่าอากาศยานของสหราชอาณาจักร ดำเนินการเป็น 4 ขั้นตอน เริ่มต้นด้วยการ

กำหนดขั้นตอนการพัฒนาผู้บริหารของท่าอากาศยาน ขั้นตอนที่สอง เป็นการกำหนดรูปแบบสมรรถนะของผู้บริหารโดยการวิเคราะห์สังเคราะห์ข้อมูลอย่างหลากหลาย ขั้นตอนที่สาม เป็นการประเมินผู้บริหารตามรูปแบบสมรรถนะที่กำหนดไว้ แล้วจึงนำผลการประเมินมากำหนดแผนพัฒนาของตนเองของผู้บริหาร ทั้งนี้ ในการพัฒนาบุคลากรทุกด้านให้ความสำคัญกับการพัฒนาเป็นรายบุคคล และการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง รูปแบบการพัฒนาในลักษณะนี้สามารถนำมาใช้กับการพัฒนาท่าอากาศยานของประเทศไทยได้หลายประเด็น เช่น การดำเนินการในลักษณะของการวิจัยและการพัฒนา การสร้างความร่วมมือกับสถาบันอุดมศึกษา การกระจายอำนาจและการบริหารแบบมีส่วนร่วม การสนับสนุนให้ผู้บริหารกำหนดแผนพัฒนาตนเอง และการพัฒนาทักษะการสื่อสารที่จำเป็นในการดำเนินงานในโลกยุคไร้พรมแดน

เอกสารอ้างอิง

- เจลิยว บุรีภักดี. (2550). *ตัวแบบความคิดเรื่องยุทธศาสตร์การพัฒนาเชิงระบบ*. เพชรบุรี: มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี.
- Allison, S. (2014, February 10). *The responsive organization: Coping with new technology and disruption*. (Forbes). Retrieved from <http://www.forbes.com/sites/scottallison/2014/02/10/the-responsive-organization-how-to-cope-with-technology-and-disruption/>
- BAA Airport Limited Public Company. (2012). *Our history*. Retrieved from <http://www.baa.com/about-baa/who-we-are/our-history>
- BAA Limited. (2012). Retrieved from <http://www.ainonline.com/social-tags/baa-limited>
- BATA. (2006). *Welcome to the British Air Transport Association*. Retrieved from <http://www.bata.uk.com/>
- Bloomberg Business Week. (2012, July 13). Company Overview of BAA Airports Limited. *Bloomberg Business Week*.
- Chadwick Martin Bailey. (2008). British Airport Authority Limited. Retrieved from *Customer Success Story*.

- Department for Transport. (2012). *Air transport white paper progress report 2006*. Retrieved from <http://webarchive.nationalarchives.gov.uk/+/http://www.dft.gov.uk/about/strategy/whitepapers/air/aviationprogressreportsection/aviationprogressreport?page=2>
- Department for Transport. (2012). *Aviation*. Retrieved from <http://www.dft.gov.uk/aviation>
- Griffin, R. (2008). *Fundamentals of management*. Boston. MA: Houghton Mifflin.
- Griffith, J. (1994). Airport management issues. *Management development review*, 7(2), 16.
- Grigoroudis, E., & Siskos, Y. (2010). *Customer satisfaction evaluation: Methods for measuring and implementing*. New York: Springer.
- Kaneko, M. (2004). Japanese higher education. In P. G. Altbach, & T. Umakoshi, *Asean Universities Historical Perspectives and Contemporary Challenges* (p. 381). Baltimore, Maryland: The Johns Hopkins University Press.
- Lance A. & Bettencourt, S. W. (1997). Contact employees: Relationships among workplace fairness, job satisfaction and prosocial service behaviors. *Journal of Retailing*, 73(1), 39-61.
- Mohanty, R., & Lakhe, R. (2008). *TQM in the service sector*. Mumbai: Jaico Publishing House.
- Oakland, J. S. (2003). *TQM Text with Cases*. Burlington. MA: Butterworth-Heinemann.
- Smilansky, J. (2006). *Developing executive talent: Best practices from global leaders*. Chichester, West Sussex: John Wiley & Sons.
- Tsaur, S. H., & Chang, H. M. (2004). Cheng-Shiung Wu. *Asia Pacific Management Review*, 9(3), 435-461.



เซนเซอร์สำหรับวัดออกซิเจนที่ละลายน้ำได้

Dissolved Oxygen Sensor

ธนิตนันท์ สุขงาม และ อัจฉนา วงศ์ชัยสุวัฒน์

บทคัดย่อ

ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำเป็นปัจจัยสำคัญต่อการดำรงอยู่ของสิ่งมีชีวิต การหาปริมาณออกซิเจนในน้ำทำได้หลายวิธี ปัจจุบันเทคโนโลยีเซนเซอร์ได้มีบทบาทสำคัญในการนำมาวิเคราะห์ปริมาณสารต่างๆ เทคโนโลยีดังกล่าวมุ่งเน้นในเรื่องของประสิทธิภาพของการวัด และการอำนวยความสะดวกต่อการใช้งาน เซนเซอร์วัดออกซิเจนที่ละลายน้ำมีประโยชน์ในด้านสิ่งแวดล้อมโดยเฉพาะกับสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ในน้ำ ในบทความนี้ได้นำเสนอเซนเซอร์ที่ใช้สำหรับวัดปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำแบบเชิงแสงซึ่งอาศัยการวัดการวาวแสงของฟิล์มเซ็นเซอร์ และแบบเคมีไฟฟ้าซึ่งอาศัยปฏิกิริยารีดอกซ์ของออกซิเจนที่ขั้วไฟฟ้า เปรียบเทียบกับการหาปริมาณออกซิเจนด้วยวิธีการไทเทรตของวังก์เลอร์ซึ่งอาศัยปฏิกิริยาการตกตะกอนและปฏิกิริยารีดอกซ์ เซนเซอร์แบบเชิงแสงให้สภาพไวและความแม่นยำดีที่สุด และมีข้อดีคือไม่ต้องใช้สารละลายอิเล็กโทรไลต์ ดูแลรักษาง่าย ไม่ต้องใช้เมมเบรน เซนเซอร์ประเภทนี้วัดได้ทั้งในระบบที่มีการไหลและไม่มีการไหลของน้ำ

คำสำคัญ: ออกซิเจนที่ละลายน้ำ, เซนเซอร์เชิงแสง, ค่า DO

Abstract

Dissolved oxygen (DO) is an important factor for living organism. The dissolved oxygen can be determined by different methods. Recently the sensor technology plays an important role in analytical methods which provide efficiency and convenient in analysis uses. The oxygen sensor is useful in environmental aspect especially for living organism in water. In this paper, the sensors for measuring dissolved oxygen both optical and electrochemical types are presented, compare to the titration method. The optical oxygen sensor is based on the measurement of luminescence of the sensor film, the electrochemical sensor used the oxygen reduction reaction at the electrode while the Winkler titration method use the precipitation and redox reactions. The optical dissolved oxygen sensor is the most sensitive method which gave high accuracy results. The advantages of the optical oxygen sensor is that

no electrolyte solution and gas permeable membrane are required which provide less maintenances and it can be used to measure dissolved oxygen both in the quiescent and flowing system of water.

Keywords: dissolved oxygen, optical oxygen sensor, DO

ความนำ

แก๊สออกซิเจนเป็นแก๊สที่จำเป็นต่อสิ่งมีชีวิต สิ่งมีชีวิตใช้แก๊สออกซิเจนในกระบวนการต่าง ๆ ของเซลล์ภายในร่างกาย เพื่อผลิตพลังงานในการดำรงชีวิต ในบรรยากาศมีออกซิเจนประมาณ 21 เปอร์เซ็นต์ แก๊สออกซิเจนละลายในน้ำได้น้อยมาก ดังนั้นปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (dissolved oxygen, DO) เป็นปัจจัยที่มีความสำคัญในหลายด้านเช่น ด้านอาหารเรื่องคุณภาพและอายุของอาหาร ด้านเกษตรกรรมเรื่องการเพาะเลี้ยงสัตว์และการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำ ในด้านสิ่งแวดล้อมถ้าออกซิเจนที่ละลายในน้ำมีปริมาณไม่เหมาะสมก็จะทำให้แหล่งน้ำนั้นเกิดการเน่าเสียได้ ทั้งนี้ปริมาณออกซิเจนซึ่งละลายในน้ำมีความสัมพันธ์กับปัจจัยหรือสภาวะแวดล้อมทั้งทางด้านกายภาพ ด้านเคมี และชีวเคมีหลายประการตัวอย่าง เช่น อุณหภูมิของน้ำ ความดันอากาศและสิ่งเจือปนในน้ำ โดยออกซิเจนจะละลายในน้ำได้มากขึ้นเมื่ออุณหภูมิของน้ำต่ำลงและความดันอากาศมีค่ามากขึ้นและไม่มีสารเจือปน

น้ำในธรรมชาติทั่วไปจะมีค่า DO ประมาณ 5-7 มิลลิกรัมต่อลิตร (mg/L) หรือ 5-7 ppm ถ้าค่า DO ต่ำกว่า 3 มิลลิกรัมต่อลิตรจัดว่าน้ำในแหล่งนั้นเน่าเสีย ปริมาณออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำเป็นตัวแปรสำคัญที่จะบอกว่าน้ำมีความเหมาะสมเพียงใดต่อการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิต

การวิเคราะห์หาปริมาณออกซิเจนในน้ำสามารถทำได้หลายวิธี เช่น การวิเคราะห์ด้วยการไทเทรต (Winkler Method) การวิเคราะห์ด้วยวิธีเคมีไฟฟ้าซึ่งใช้ Polarographic cell หรือ Clark cell และการวิเคราะห์ด้วยเซ็นเซอร์เชิงแสง (Optical oxygen sensor) ในปัจจุบันนี้วิธีที่ให้ผลการวัดที่มีสภาพไวมากที่สุด

การเลือกวิธีตรวจวิเคราะห์หาปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำนั้นขึ้นอยู่กับลักษณะของแหล่งน้ำที่ต้องการวัด เพราะสารเจือปนที่อยู่ในแหล่งน้ำนั้นอาจส่งผลกระทบต่อ การตรวจวัดในบางเทคนิค ทั้งนี้ขึ้นกับความชำนาญของผู้วิเคราะห์ด้วยเนื่องจากบางเทคนิคต้องอาศัยความชำนาญของผู้วิเคราะห์เพื่อป้องกันการผิดพลาดของการวิเคราะห์ วิธีที่ใช้ในการหาปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำมี ดังนี้

1. การหาปริมาณออกซิเจนในน้ำโดยการไทเทรต

วิธีของวินด์เลอร์เป็นการวิเคราะห์ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำโดยการไทเทรต ได้มีการดัดแปลงเพิ่มเติมวิธีการวิเคราะห์อีกหลายวิธี เช่น วิธีเอโซดิมอดิฟิเคชันของวิธีไอโอโดเมตริก ซึ่งเหมาะสำหรับใช้วิเคราะห์หาปริมาณออกซิเจนในน้ำที่มีมลพิษสูง เช่น น้ำทิ้ง น้ำในแม่น้ำลำคลอง เป็นต้น

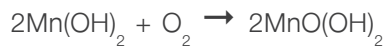
หลักการวิเคราะห์เบื้องต้น

ในขั้นแรกให้ออกซิเจนในน้ำทำปฏิกิริยากับแมงกานีส (II) ไฮดรอกไซด์ ปฏิกิริยาจะเกิดขึ้นเมื่อเติมสารละลายแมงกานีส (II) ซัลเฟตและสารอัลคาไลเอโซดไอโอไดด์ลงไปในตัวอย่งน้ำจะทำให้เกิดตะกอนสีขาวของแมงกานีส (II) ไฮดรอกไซด์ ในสภาวะที่เป็นเบสดังสมการ



เนื่องจากในตัวอย่งน้ำมีออกซิเจนละลายอยู่ตะกอนขาวของแมงกานีส(II) ไฮดรอกไซด์ในน้ำจะถูกออกซิไดซ์โดยโมเลกุลออกซิเจนในน้ำ ได้สารประกอบแมงกานีส (IV) ออกไซด์ไฮดรอกไซด์อัตราส่วนในการเกิดปฏิกิริยา

แมงกานีส (II) ไฮดรอกไซด์ต่อออกซิเจนเท่ากับ 2:1 โดยโมล ดังสมการ

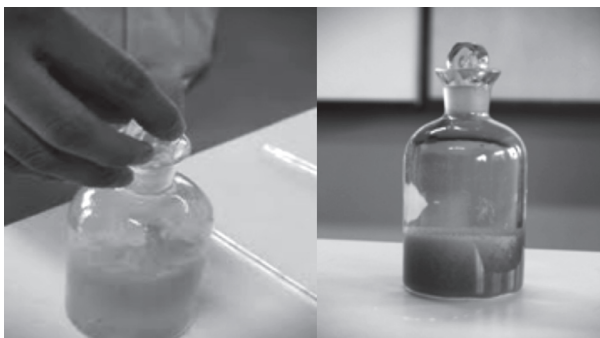


จากนั้นละลายตะกอน MnO(OH)_2 ที่เกิดขึ้น โดยการปรับสภาวะของปฏิกิริยาให้เป็นกรด โดยไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ที่เกิดขึ้นจะเป็นอัตราส่วนกับแมงกานีส (IV) ออกไซด์ไฮดรอกไซด์ที่เกิดขึ้นในขั้นตอนแรก ดังนั้นปริมาณไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ที่เกิดขึ้นจึงเป็นสัดส่วนกับปริมาณออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำด้วย

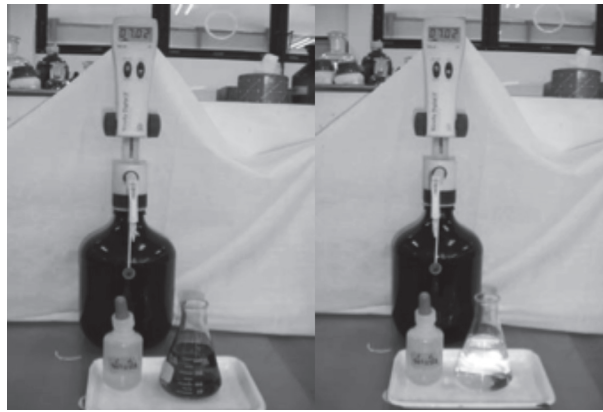
$\text{MnO(OH)}_2 + 4\text{H}^+ + 2\text{I}^- \rightarrow \text{Mn}^{2+} + \text{I}_2 + 3\text{H}_2\text{O}$
ปริมาณไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ที่เกิดขึ้นสามารถวิเคราะห์ได้โดยการไทเทรตกับสารละลายมาตรฐานโซเดียมไทโอซัลเฟต ดังสมการ



เมื่อทราบปริมาณโซเดียมไทโอซัลเฟตที่ใช้ไทเทรตกับไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์แล้ว จะสามารถคำนวณกลับเพื่อหาปริมาณของแมงกานีส (IV) และปริมาณออกซิเจนที่ใช้ในการออกซิไดซ์แมงกานีส (II) ได้ ซึ่งจะสัมพันธ์กับปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำนั่นเอง การหาความเข้มข้นที่แน่นอนของสารละลายมาตรฐานโซเดียมไทโอซัลเฟต ทำได้โดยไทเทรตกับสารละลายมาตรฐานปรัสุมมิซึ่งอาจจะใช้ KIO_3 หรือ $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$



ภาพ 1 ปฏิกิริยาการตกตะกอนของ MnO(OH)_2



ภาพ 2 การไทเทรตหาปริมาณออกซิเจนที่ละลายได้ในน้ำตัวอย่าง

สารเจือปนในการไทเทรตโดยวิธีจังก์เลอร์

ตัวอย่างที่มีไนไตรต์เป็นสารเจือปนในไนไตรต์ จะทำปฏิกิริยากับโพแทสเซียมไอโอไดด์ในสารละลายที่เป็นกรด ทำให้มีปริมาณไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ในสารละลายมากขึ้น ซึ่งอาจทำให้การคำนวณหาปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำได้มีความคลาดเคลื่อน เอไซด์ซึ่งเดิมลงไปจะกำจัดไนไตรต์ได้โดยทำปฏิกิริยากับกรดซัลฟิวริกให้ NH_3 และ NH_3 จะทำปฏิกิริยากับไนไตรต์ได้เป็น N_2O , N_2 และ H_2O

2. การหาปริมาณออกซิเจนในน้ำด้วยวิธีทางเคมีไฟฟ้า

การวิเคราะห์ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำด้วยวิธีทางเคมีไฟฟ้า จะวิเคราะห์โดยใช้ Polarographic cell หรือ Clark cell ซึ่งมีแผ่นเมมเบรนเป็นส่วนประกอบที่ยอมให้แก๊สออกซิเจนจากน้ำตัวอย่างแพร่ผ่านเข้าไปในเซลล์ วิธีนี้เหมาะกับตัวอย่างที่มีสารเจือปนรวมทั้งตัวอย่างน้ำที่มีสีเข้มหรือมีความขุ่นมาก ซึ่งไม่สามารถวิเคราะห์ปริมาณออกซิเจนที่ละลายโดยวิธีเอไซด์มอดิฟิเคชัน สารเจือปนที่กล่าวถึงนี้ได้แก่ sulfite, thiosulfate, polythionate, mercaptans, free chlorine, hypochlorite เป็นต้น

ข้อดีอีกอย่างหนึ่งของการวิเคราะห์หาปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำด้วยวิธีเคมีไฟฟ้า คือ สามารถวัดปริมาณออกซิเจนในตัวอย่างน้ำโดยไม่ทำลายหรือ

ทำให้คุณสมบัติของน้ำเปลี่ยนแปลงไปและสามารถนำตัวอย่างน้ำนี้ไปวิเคราะห์องค์ประกอบหรือดัชนีคุณภาพอื่นต่อไปได้ เหมาะสำหรับเฝ้าระวังคุณภาพน้ำในแม่น้ำลำธารและในแหล่งน้ำอื่นๆ ซึ่งจะให้ข้อมูลที่ต่อเนื่องตลอดเวลา อนึ่งการวิเคราะห์หาปริมาณออกซิเจนละลายโดยวิธีเคมีไฟฟ้านี้จะต้องกวนน้ำตัวอย่างตลอดเพื่อให้ออกซิเจนไหลผ่านได้ดีและมีการปรับเทียบมาตรฐานของเครื่องมือทุกครั้งที่ใช้ ซึ่งอาจจะใช้ค่ามาตรฐานที่ได้จากการวิเคราะห์โดยใช้วิธีเอชดีโมดิฟิเคชัน

หลักการเบื้องต้นในการวิเคราะห์

การวิเคราะห์หาปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำโดยวิธีเคมีไฟฟ้าจะอาศัยหลักการวัดศักย์ไฟฟ้าหรือกระแสในเซลล์กัลวานิกหรือโพราโลกราฟี ในระบบ Galvanic ปฏิกิริยาที่อิเล็กโทรดจะเกิดขึ้นได้เองแบบต่อเนื่อง ส่วนในระบบ Polarographic ปฏิกิริยาที่ขั้วจะเกิดขึ้นจากการให้ศักย์ไฟฟ้าจากภายนอกเข้าไปในระบบ สำหรับหลักการในการวัดปริมาณออกซิเจนนั้นจะใช้หลักการที่ออกซิเจนที่ซึมผ่านเมมเบรนเข้ามาภายในเซลล์เซ็นเซอร์จะเกิดปฏิกิริยารีดักชัน องค์ประกอบของเซลล์เคมีไฟฟ้าที่ใช้วัดออกซิเจนที่ละลายในน้ำมีดังนี้

เมมเบรน : เป็นส่วนที่หุ้มอยู่ด้านนอกและเป็นช่องทาง ที่จะให้โมเลกุลออกซิเจนแพร่ผ่านเข้ามาภายใน เมมเบรนที่ใช้กันส่วนใหญ่จะเป็น polyethylene หรือ fluorocarbon membranes

ขั้วแคโทด : ส่วนใหญ่ทำด้วยโลหะมีสกุล (noble metal) เช่น เงิน ทอง แพลตินัม เป็นต้น

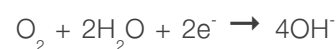
ขั้วแอโนด : ส่วนใหญ่ทำด้วย Base Metal เช่น ตะกั่ว เป็นต้น

สารละลายอิเล็กโทรไลต์ : เป็นสารละลายที่ขั้วแคโทด และแอโนดจุ่มอยู่



ภาพ 3 เครื่องมือวิเคราะห์หาปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำทางเคมีไฟฟ้า

ขั้วแคโทดและแอโนดจะต่ออยู่กับวงจรไฟฟ้าเพื่อทำให้ไฟฟ้าครบวงจรและสามารถตรวจวัดกระแสไฟฟ้าที่เกิดขึ้นได้ เมื่อมีออกซิเจนแพร่ผ่านเมมเบรนเข้ามาภายในเซลล์เซ็นเซอร์ ซึ่งมีอิเล็กโทรไลต์ที่เป็นเบส (alkali electrolyte) อยู่ ออกซิเจนจะเกิดปฏิกิริยารีดักชันที่ขั้วแคโทดซึ่งทำด้วยโลหะเงินจะทำให้เกิดกระแสไฟฟ้าไหลในวงจร ดังสมการ



ส่วนที่ขั้วแอโนดจะเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของตะกั่ว ดังสมการ



กระแสไฟฟ้าที่เกิดขึ้นนี้จะเป็นสัดส่วนกับปริมาณออกซิเจนที่แพร่ผ่านเมมเบรนเข้ามาภายในเซลล์เซ็นเซอร์ ปริมาณออกซิเจนที่แพร่ผ่านเมมเบรนเข้ามาจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับความแตกต่างระหว่างความดันภายในเซลล์และความดันสัมบูรณ์ในน้ำ และเนื่องจากออกซิเจนจะถูกรีดิวซ์ที่ขั้วแคโทดอย่างรวดเร็ว ดังนั้นถือว่าความดันออกซิเจนภายในเซลล์เซ็นเซอร์มีค่าเป็นศูนย์ ฉะนั้นปริมาณออกซิเจนที่แพร่ผ่านเข้ามาภายในเซลล์เซ็นเซอร์ จึงเป็นสัดส่วนกับความดันสัมบูรณ์ของออกซิเจนในน้ำภายนอก

ปัจจัยที่มีผลต่อการแพร่ของออกซิเจนผ่านเมมเบรนมีดังนี้

อุณหภูมิ อุณหภูมิจะมีผลต่อสมบัติการแพร่ผ่านของออกซิเจน ซึ่งวัดได้ในจากสภาพผิวของเซ็นเซอร์

ตามสมการ

$$\log \Phi = 0.43mt + b$$

เมื่อ m = ค่าคงที่ขึ้นกับชนิดเมมเบรน

b = ค่าคงที่ขึ้นกับความหนาของเมมเบรน

t = อุณหภูมิ ($^{\circ}\text{C}$)

Φ = สภาพไวเซนเซอร์ ($\mu\text{A}/\text{mg/L}$)

ถ้าเราทราบค่าสภาพไวของเซนเซอร์ที่อุณหภูมิหนึ่งแล้วเราก็จะหาสภาพไวของเซนเซอร์ที่อุณหภูมิอื่นได้ จากสมการ

$$\log \Phi = \log \Phi_0 + 0.43m(t - t_0)$$

ในปัจจุบันนี้ส่วนใหญ่เครื่องมือที่ใช้วัดปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำจะมีวิธีการแก้ไขปรับค่าอุณหภูมิเรียบร้อยแล้วในตัวเครื่อง โดยการใช้เทอร์มิสเตอร์ (thermistor) ใส่ไว้ในวงจรของเซลล์ที่ใช้วัดหาปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ

ปริมาณเกลือ ค่าสภาพไวของเซนเซอร์จะเปลี่ยนแปลงไปเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงปริมาณเกลือในสารละลาย คำนวณได้ดังนี้

$$\log \Phi_s = \log \Phi_0 + 0.43m_s C_s$$

เมื่อ Φ_s = สภาพไวของเซนเซอร์ในสารละลาย

m_s = salting-out coefficient

Φ_0 = สภาพไวของเซนเซอร์ในน้ำกลั่น

C_s = ความเข้มข้นเกลือหรือความแรงไอออน

สารเจือปนหรือสารรบกวน

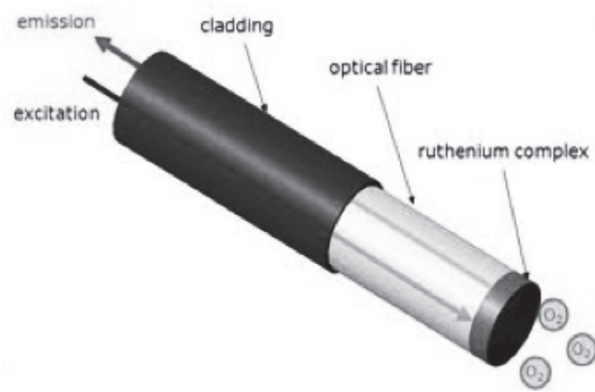
เซนเซอร์นี้ถ้าอยู่ในสภาวะที่มีคลอรีนนาน ๆ จะทำให้มีคลอรีนที่สะสมอยู่ที่ขั้วแอโนดจำนวนมาก จะทำให้การวัดปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำคลาดเคลื่อนและยังจะทำให้เซนเซอร์เสียได้ การตรวจวัดด้วยวิธีนี้ไม่พบว่ามีสารอินทรีย์ที่จะรบกวนได้ ส่วนสารอินทรีย์จะทำให้ปริมาณออกซิเจนที่วัดได้มีค่ามากกว่าความเป็นจริง แต่ในปัจจุบันนี้ส่วนใหญ่เครื่องมือที่ใช้วัดปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำจะมีการนำค่าปริมาณ สารอินทรีย์มาคำนวณแก้ไขด้วยอยู่แล้ว

3. การหาปริมาณออกซิเจนในน้ำโดยเซ็นเซอร์เชิงแสง

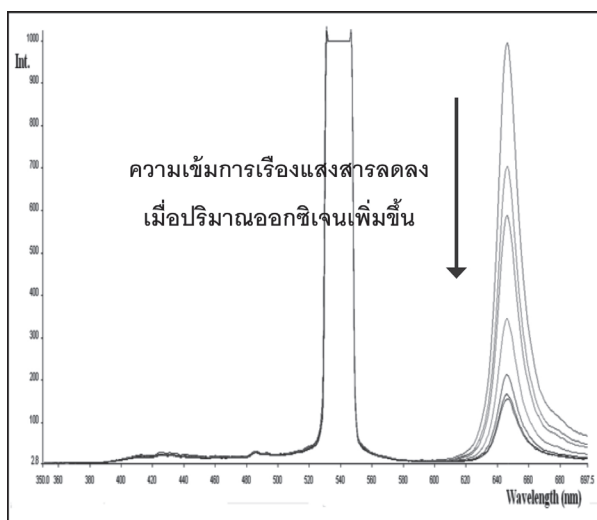
การหาปริมาณออกซิเจนในน้ำโดยการใช้เซ็นเซอร์เชิงแสง เป็นการวัดปริมาณออกซิเจนในน้ำโดยใช้หลักการลูมิเนสเซนซ์ของสารเชิงซ้อน โดยใช้แสงที่มีความยาวคลื่นที่เหมาะสมกระตุ้นให้สารเชิงซ้อนที่มีสีเปล่งแสงออกมา มักจะเคลือบสารเชิงซ้อนเป็นฟิล์มบางบนวัสดุรองรับและนำมาใช้เป็นเซ็นเซอร์ ดังภาพที่ 4 โดยในหัววัดจะเคลือบสารเชิงซ้อนเป็นฟิล์มไว้ที่ปลายขั้ว เมื่อให้แสงกระตุ้นที่มีความยาวคลื่นที่เหมาะสม (Excitation wavelength) สารเชิงซ้อนจะเกิดการเรืองแสงออกมาที่มีความยาวคลื่น (Emission wavelength) เฉพาะของสารเชิงซ้อนนั้น ๆ โดยปริมาณออกซิเจนมีความสัมพันธ์เป็นสัดส่วนผกผันกับความเข้มของแสงที่เปล่งออกมา คือ เมื่อปริมาณออกซิเจนเพิ่มขึ้นจะทำให้การเปล่งแสงของสารเชิงซ้อนลดลง เนื่องจากออกซิเจนจะไปลดการเปล่งแสงของสารเชิงซ้อน (quench) ดังภาพที่ 5 แสดงสเปกตรัมการเรืองแสงของสารเชิงซ้อนที่ลดลงเมื่อมีปริมาณออกซิเจนเพิ่มขึ้นและจากความสัมพันธ์นี้ทำให้สามารถหาปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำได้โดยนำมาสร้างกราฟมาตรฐาน (calibration curve) ใช้สำหรับเป็นตัวเปรียบเทียบ ดังภาพที่ 6 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของออกซิเจนและความเข้มของการเรืองแสงอธิบายได้ตามสมการ Stern-Volmer ดังนี้

$$I_0 / I = 1 + k [O_2]$$

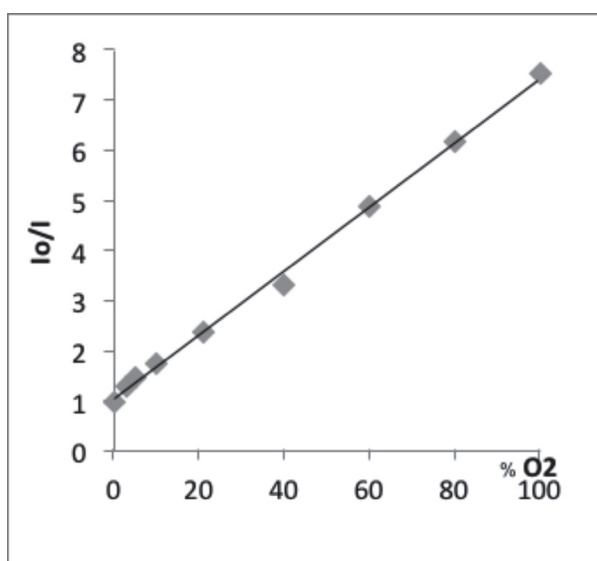
เมื่อ I และ I_0 คือ ความเข้มของแสงลูมิเนสเซนซ์เมื่อมีและไม่มีออกซิเจนตามลำดับ k คือ ค่าคงที่การ quenching ของ Stern-Volmer จากภาพที่ 6 แสดงกราฟของสมการ Stern-Volmer แกนตั้งคืออัตราส่วนค่าความเข้มแสงของการเรืองแสงเมื่อมีออกซิเจนละลาย (I) ต่อค่าความเข้มแสงของการเรืองแสงเมื่อไม่มีออกซิเจนละลาย (I_0) และแกนนอนคือปริมาณออกซิเจนที่แตกต่างกันในน้ำตัวอย่าง 0, 20, 40, 60, 80 และ 100% จะได้กราฟเส้นตรงซึ่งนำมาใช้เป็นกราฟมาตรฐาน เพื่อใช้เป็นตัวกราฟมาตรฐานเปรียบเทียบในเซนเซอร์เชิงแสงสำหรับหาปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ



ภาพ 4 หัววัดเซ็นเซอร์เชิงแสงสำหรับวัดออกซิเจนที่ละลายน้ำได้



ภาพ 5 สเปกตรัมการเรืองแสงของฟิล์มเซ็นเซอร์เมื่อปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำแตกต่างกัน



ภาพ 6 Stern-Volmer พล็อต (I_0/I) ของฟิล์มเซ็นเซอร์เมื่อปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำแตกต่างกัน

อุปกรณ์ที่วัดออกซิเจนเชิงแสงที่จำหน่ายประกอบด้วยส่วนเซ็นเซอร์ และส่วนอุปกรณ์วัดการแปลงแสงพร้อมด้วยส่วนประมวลผลดังแสดงในภาพ 7



ภาพ 7 เครื่องเซ็นเซอร์เชิงแสงสำหรับวัดออกซิเจนที่ละลายน้ำได้

จากตาราง 1 แสดงให้เห็นว่าเซ็นเซอร์เชิงแสงมีข้อดีกว่าเครื่องมือวัดทางเคมีไฟฟ้าคือไม่ต้องใช้สารละลายอิเล็กโทรไลต์ ไม่ต้องใช้เมมเบรน และมีอายุการใช้งานยาวนานกว่าแบบอื่น ดูแลรักษาง่ายและให้ผลการวัดที่แม่นยำ ทั้งในระบบที่มีการไหลและไม่มีการไหลของน้ำ ช่วยประหยัดเวลาและง่ายต่อการใช้งานอีกด้วย

ตาราง 1

ความแตกต่างในการวัดด้วยเทคนิคเคมีไฟฟ้า และเทคนิคลูมิเนสเซนซ์

การวัดปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ	
เทคนิคเคมีไฟฟ้า	เทคนิคลูมิเนสเซนซ์
สารรบกวน เช่น ไขมัน สารประกอบซัลไฟด์อาจทำปฏิกิริยากับสารละลายอิเล็กโทรไลต์ ซึ่งจะทำให้ผลการตรวจวัดผิดพลาด	ไม่มีรายงานเกี่ยวกับสารประกอบซัลไฟด์อาจทำปฏิกิริยากับสารละลายอิเล็กโทรไลต์ ซึ่งจะทำให้ผลการตรวจวัดผิดพลาด
ต้องคอยเปลี่ยนเมมเบรน ทำความสะอาดขั้วไฟฟ้าตลอดเพื่อป้องกันคราบออกไซด์ที่อาจเกิดขึ้น	ดูแลรักษาและทำความสะอาดง่าย เนื่องจากออกซิเจนไม่ต้องแพร่ผ่านเมมเบรน
มีค่าใช้จ่ายสูงในการใช้งานและดูแลรักษา	มีค่าใช้จ่ายต่ำในการใช้งานและดูแลรักษา

การวัดปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ	
เทคนิคเคมีไฟฟ้า	เทคนิคลูมิเนสเซนซ์
ต้องกวนน้ำตัวอย่างเพื่อให้ ออกซิเจนแพร่กระจายผ่าน เมมเบรนมิฉะนั้นค่าที่ตรวจวัดได้ จะต่ำกว่าค่าจริง	ไม่ต้องกวนน้ำตัวอย่าง ขณะตรวจวัดน้ำ เนื่องจาก ออกซิเจนแพร่ผ่านฟิล์ม เซ็นเซอร์ไม่ได้ผ่าน เมมเบรน

ที่มา : ดัดแปลงจาก HACH Company (2006)

บทสรุป

ออกซิเจนในน้ำมีความสำคัญต่อการดำรงชีวิตของสัตว์ และพืชในน้ำ ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำเป็นเครื่องบ่งชี้คุณภาพของน้ำในแหล่งนั้น ถ้าหากออกซิเจนมีปริมาณน้อยมากแสดงว่าน้ำเสียทำให้สิ่งมีชีวิตต่าง ๆ อยู่ไม่ได้ ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำมาจากอากาศเป็นแหล่งสำคัญ ปริมาณการละลาย

ของออกซิเจนในน้ำขึ้นอยู่กับอุณหภูมิและความดันบรรยากาศ เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นทำให้ออกซิเจนละลายได้น้อย แต่ถ้าความดันบรรยากาศสูงขึ้นออกซิเจนจะละลายได้มากขึ้น

การหาปริมาณออกซิเจนในน้ำทำได้หลายวิธี เช่น วิธีวัดด้วยการไทเทรต วิธีวัดทางเคมีไฟฟ้าและวิธีการวัดโดยใช้เซ็นเซอร์เชิงแสง ในปัจจุบันนี้วิธีที่ให้ผลการวัดที่มีความแม่นยำมีความเสถียรมากที่สุดคือ วิธีการวัดโดยใช้เซ็นเซอร์เชิงแสง โดยใช้แสงที่มีความยาวคลื่นที่เหมาะสมกระตุ้นให้สารประกอบเชิงซ้อนที่ทำเป็นฟิล์มเซ็นเซอร์เปล่งแสงออกมา โดยปริมาณออกซิเจนที่มีความสัมพันธ์กับความเข้มของแสงที่เปล่งออกมา คือ เมื่อปริมาณออกซิเจนเพิ่มขึ้นจะทำให้การเปล่งแสงของสารเชิงซ้อนลดลง เรียกว่าการ quench และจากความสัมพันธ์นี้จะทำให้หาปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำได้

เอกสารอ้างอิง

- กลุ่มงานเคมี. (2550). *การวิเคราะห์คุณภาพน้ำ*. กรุงเทพฯ: กรมชลประทาน สำนักวิจัยและพัฒนา กลุ่มงานวิจัยและพัฒนาด้านวิทยาศาสตร์.(อัดสำเนา)
- ชนิสันท์ สุกาม. (2556). *เซ็นเซอร์เชิงแสงที่ใช้สีเชิงซ้อนอนินทรีย์สำหรับวัดออกซิเจนที่ละลายได้*, วิทยานิพนธ์ วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- นิติกรณ์ เชื้อกฤษณะ. (2553). *การศึกษาสารประกอบอินเทอร์คาเลชันในเบนทอนไนต์เพื่อเตรียมฟิล์มสำหรับวัดออกซิเจนที่ละลายในน้ำ*, วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ไพฑูรย์ หมายมั่นสมสุข. ม.ป.ป. *การวิเคราะห์น้ำและน้ำเสียเบื้องต้น*. กรุงเทพฯ: กรมโรงงานอุตสาหกรรม นักวิทยาศาสตร์ 8ว.
- แมน อมรสิทธิ์ และ อมร เพชรสม. (2535). *หลักการและเทคนิคการวิเคราะห์เชิงเครื่องมือ*. กรุงเทพฯ: ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่. (2556). *การวิเคราะห์ออกซิเจนละลายน้ำโดยวิธีเอชดีดีพีเคชั่น*. ค้นจาก http://www.science.cmru.ac.th/envi/waterquality/chapter1_t1.html

Choi, M. F. M. & D. Xiao. (1999). Single standard calibration for an optical oxygen sensor based on luminescence quenching of a ruthenium complex. *Analytica Chimica Acta*, 403, 57–65

Lakowicz, J. R. (1999). *Principles of Fluorescence Spectroscopy* (2nded). New York: Kluwer Academic Plenum Press. Sharma, A. & S. G. Schulman. (1999). *Introduction to Fluorescence Spectroscopy*, Canada: A Wiley Interscience Publication,



ภัยในหน้าหนาวจากฝุ่นละอองขนาดเล็ก (PM_{2.5})

Disaster in the Winter of Particle Matter (PM_{2.5})

ธิดารัตน์ พลพิบูลย์, ดร. อัสริย์ฐิกา ชัยสวัสดิ์ และ ศ. นพ. อมฤต รุ่งพิสุทธพงษ์

บทคัดย่อ

การเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจอย่างรวดเร็ว รวมทั้งความต้องการเพิ่มผลผลิตทางการเกษตร ส่งผลให้ภาคเหนือของประเทศไทยมีอนุภาคฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน เพิ่มขึ้น อนุภาคฝุ่นละอองขนาดเล็กเหล่านี้ได้นำไปสู่ความกังวลในเรื่องของสุขภาพของประชากร โดยเฉพาะโรคเกี่ยวกับระบบทางเดินหายใจ ซึ่งเป็นที่รู้กันดีว่าอัตราการเกิดโรคมะเร็งปอดในเพศหญิงบริเวณภาคเหนือของประเทศไทยมีค่าสูงที่สุดในเอเชีย ข้อมูลพบว่าปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็ก (PM_{2.5}) ช่วงก่อนและหลังเกิดปัญหาวิกฤติหมอกควันในปี 2556 ระหว่างเดือนพฤศจิกายน 2555 ถึง มีนาคม 2556 ส่วนใหญ่เกิดขึ้นจากการเผาในที่ป่าและการเผาพื้นที่ทำการเกษตร ในขณะที่เดียวกันพบว่าค่าเฉลี่ย 24 ชั่วโมงของฝุ่น PM_{2.5} ในบรรยากาศทั่วไปมีปริมาณสูงเกินค่ามาตรฐานที่ทางสำนักงานปกป้องสิ่งแวดล้อมสหรัฐและกรมควบคุมมลพิษกำหนดไว้คือ 35 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และ 50 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ

คำสำคัญ: ฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน, มะเร็งปอด, วิกฤติหมอกควัน

Abstract

Along with rapid economic growth and enhanced agricultural productivity, particulate matter of less than 2.5 microns emissions in the northern cities of Thailand have been increasing. Emissions of particulate matter have brought about a series of public health concerns, particularly chronic respiratory diseases. It is well known that lung cancer incidence among northern Thai women is one of the highest in Asia. Data found that the levels of fine particulate matter (PM_{2.5}) before and after the "Haze Episode" in 2013, from November 2012 to March 2013 were from forest fire and agricultural field burning. In addition the 24-hour PM_{2.5} concentrations were higher than the national standard (*United States Environmental Protection Agency*, US.EPA.) and Thailand standard (*Pollution Control Department*, PCD) of 35 ug/m³ and 50 ug/m³ respectively.

Keywords: PM_{2.5}, lung cancer, Haze Episode

ความนำ

ปัจจุบันมลพิษทางอากาศจัดว่าเป็นปัญหาสำคัญและทวีความรุนแรงมากขึ้น เนื่องมาจากจำนวนประชากรที่เพิ่มขึ้นในแต่ละปี วิถีชีวิตที่เปลี่ยนแปลงไป จนส่งผลให้มีการใช้พลังงานในภาคส่วนต่างๆ เพิ่มขึ้น ไม่ว่าจะเป็นภาคอุตสาหกรรม การคมนาคม การผลิตไฟฟ้า ซึ่งล้วนแล้วแต่ส่งผลให้เกิดมลพิษทางอากาศแทบทั้งสิ้น (จิตลดา หมายมั่น, 2555) ปริมาณของอากาศเสียที่ถูกปล่อยออกมา ซึ่งจะปรากฏในรูปของฝุ่นละอองขนาดเล็กมีปริมาณเพิ่มสูงขึ้นตามมา โดยเฉพาะฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน ($PM_{2.5}$) และ 10 ไมครอน (PM_{10}) หากมีค่าเกินมาตรฐานคุณภาพอากาศจะส่งผลกระทบต่อระบบทางเดินหายใจของประชาชน โดยเฉพาะผู้ที่อยู่ในกลุ่มเสี่ยง ซึ่งได้แก่ เด็ก ผู้สูงอายุ และผู้ที่มีโรคประจำตัวเกี่ยวกับระบบทางเดินหายใจอยู่แล้วจะเป็นผู้ที่ได้รับผลกระทบได้ง่าย (Jinsart *et al.*, 2002)

หากกล่าวถึงปัญหามลพิษทางอากาศในประเทศไทย ปัจจุบันพบว่ามีแนวโน้มความรุนแรงเพิ่มมากขึ้น โดยเฉพาะทางภาคเหนือของประเทศไทย ซึ่งในช่วงเดือนมีนาคม 2555 กรมควบคุมมลพิษได้ประกาศให้ 9 จังหวัดภาคเหนือ ประกอบด้วย จังหวัด เชียงใหม่ เชียงราย ลำปาง ลำพูน แพร่ น่าน แม่ฮ่องสอน อุตรดิตถ์ และพะเยา เป็นพื้นที่ที่มีหมอกควันเกินค่ามาตรฐาน จนเป็นอันตรายต่อสุขภาพ ซึ่งเป็นผลมาจากการเกิดไฟป่าในหลายจุด ประกอบกับทางภาคเหนือของประเทศไทยมีสภาพภูมิประเทศเป็นแอ่งกระทะ มีภูเขาล้อมรอบ ทำให้การไหลเวียนของอากาศค่อนข้างนิ่ง โดยเฉพาะอย่างยิ่งในช่วงฤดูหนาวคือช่วงเดือนธันวาคม-มกราคมแล้ว อากาศที่เป็นมลพิษเหล่านี้จะส่งผลกระทบต่อสุขภาพของมนุษย์เกี่ยวกับระบบหายใจ หัวใจและปอด และยังส่งผลต่อสิ่งแวดล้อมอีกด้วย มีการรายงานจากองค์การอนามัยโลกว่ามลพิษทางอากาศส่งผลกระทบต่อสุขภาพของมนุษย์ และพบว่าประชากรทั่วโลกมากกว่า 2.7 ล้านคนที่เสียชีวิตจากมลพิษทางอากาศ (World Health Organization, 2003) ปัญหาฝุ่นละอองขนาดเล็กในหน้าหนาว จัดเป็นปัญหาสำคัญเนื่องจากส่งผลกระทบต่อความเป็นอยู่

ของประชาชน ได้แก่ ผลกระทบต่อสุขภาพ โดยเฉพาะผู้ที่มีภูมิคุ้มกันต่ำ เช่น ผู้สูงอายุ เด็กเล็ก และผู้ป่วยโรคระบบทางเดินหายใจ รวมทั้งทำให้เกิดความเสียหายต่ออาคารบ้านเรือน เกิดความเดือดร้อนรำคาญแก่ประชาชน บดบังทัศนวิสัย และเป็นอุปสรรคในการคมนาคมและขนส่ง ทำลายทรัพยากรธรรมชาติ และระบบนิเวศป่าไม้ รวมทั้งผลกระทบต่อการท่องเที่ยวที่เป็นระบบเศรษฐกิจที่สำคัญของพื้นที่ ซึ่งความรุนแรงของปัญหาโดยทั่วไปปรากฏชัดเจนในช่วงหน้าหนาวถึงหน้าแล้ง (ธันวาคม-เมษายน) ของทุกปี ที่มีสภาวะอากาศที่แห้งและนิ่ง ทำให้ฝุ่นละอองที่เกิดขึ้นสามารถแขวนลอยอยู่ในบรรยากาศได้นาน นอกจากนี้ยังพบว่าปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กเพิ่มขึ้นเนื่องจากความแห้งที่ส่งผลให้เกิดการเพิ่มขึ้นของไฟป่า ประกอบกับในช่วงเวลาดังกล่าว เกษตรกรจะทำการเผาเศษวัสดุเพื่อเตรียมพื้นที่สำหรับทำการเกษตรในช่วงฤดูฝน สำหรับปีที่มีฝนตกน้อยหรือเกิดภาวะแห้งแล้งจะทำให้การชะล้างหมอกควันหรือฝุ่นที่แขวนลอยในอากาศเป็นไปได้น้อย ในอดีตพบว่าในเดือนมีนาคม พ.ศ. 2550 ภาคเหนือตอนบนของประเทศไทยได้ประสบปัญหาหมอกควันที่รุนแรงมาก ระดับหมอกควันและฝุ่นละอองขนาดเล็กได้ขึ้นสูงมากต่อเนื่องกันเป็นระยะเวลา 3-4 สัปดาห์ ปัญหานี้ส่งผลกระทบต่อธุรกิจการท่องเที่ยวและการบริการรวมถึงการจราจรทั้งทางบกและทางอากาศ โดยเฉพาะอย่างยิ่งมีผลต่อสุขภาพของประชาชนในพื้นที่โดยตรง

การกำหนดค่ามาตรฐานฝุ่นละอองขนาดเล็กในบรรยากาศ

ในช่วงทศวรรษ 1980 งานวิจัยเกี่ยวกับฝุ่นละอองในอากาศได้เปลี่ยนจุดสนใจมาที่ฝุ่นละอองขนาดเล็ก โดยมีสาเหตุส่วนหนึ่งมาจากฝุ่นขนาดเล็กที่มีศักยภาพที่จะก่อให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยของมนุษย์ได้มากกว่าฝุ่นละอองขนาดใหญ่ โดยปี ค.ศ. 1997 United States Environmental Protection Agency (USEPA) ได้กำหนดค่ามาตรฐานฝุ่นละอองที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางเท่ากับหรือเล็กกว่า 2.5 ไมครอน ($PM_{2.5}$) ไว้ในมาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศของประเทศ

สหรัฐอเมริกา (National Ambient Air Quality Standards: NAAQS) เพื่อปกป้องความปลอดภัยของสุขภาพอนามัยของประชาชนและสิ่งแวดล้อม การศึกษานี้ให้ความสำคัญกับ $PM_{2.5}$ ตามความประสงค์ของกรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ที่ตระหนักถึงผลกระทบของ $PM_{2.5}$ ที่อาจมีต่อสุขภาพและอนามัยของประชาชนไทย ประกอบกับมีข้อมูลหลักฐานจากประเทศต่าง ๆ ในหลายทวีปชี้ให้เห็นถึงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของฝุ่นละอองในอากาศกับภาวะสุขภาพอนามัยของมนุษย์ เช่น สหราชอาณาจักร กรีซ สหรัฐอเมริกา แอฟริกา ยุโรป และไต้หวัน ในช่วงปี ค.ศ. 1987 รัฐสภาของสหรัฐอเมริกาได้มีการพิจารณาออก พ.ร.บ. คุณภาพอากาศ (Clean Air Act) ที่กำหนดให้ USEPA มีหน้าที่รับผิดชอบในการกำหนดและดูแลคุณภาพอากาศทั่วไปของสหรัฐอเมริกาให้เป็นไปตามมาตรฐานที่กำหนด จึงส่งผลให้มีการกำหนดมาตรฐานฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนขึ้นและประกอบกับข้อมูลหลักฐานใหม่ ๆ ทางวิทยาศาสตร์ที่ยืนยันว่า ฝุ่นละอองในอากาศมีผลกระทบต่อสุขภาพอนามัย

มาตรฐานฝุ่นละอองขนาดเล็กในบรรยากาศโดยทั่วไปของประเทศไทย

ในประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 10 (พ.ศ. 2538) เรื่อง “กำหนดมาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศโดยทั่วไป” ได้กำหนดค่าเฉลี่ยของฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน ในเวลา 24 ชั่วโมง จะต้องไม่เกิน 120 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ($\mu g\ m^{-3}$) และค่าเฉลี่ยของฝุ่นละอองรวมหรือฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 100 ไมครอน ในเวลา 24 ชั่วโมงจะต้องไม่เกิน 330 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ($\mu g\ m^{-3}$) ในขณะที่ USEPA กำหนดมาตรฐานคุณภาพอากาศของฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน ในเวลา 24 ชั่วโมง จะต้องไม่เกิน 150 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ($\mu g\ m^{-3}$) และได้กำหนดค่าเฉลี่ยของฝุ่น $PM_{2.5}$ ในเวลา 24 ชั่วโมง ต้องไม่เกิน 35 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ($\mu g\ m^{-3}$) ในประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ

ล่าสุด ฉบับที่ 36 (พ.ศ. 2553) เรื่อง “กำหนดมาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศโดยทั่วไป” ได้กำหนดค่าเฉลี่ยของฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน ในบรรยากาศโดยทั่วไป (กรมควบคุมมลพิษ, 2553) เพื่อเป็นเกณฑ์สำหรับการส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมตามพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2535 กำหนดค่ามาตรฐานฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน ในบรรยากาศทั่วไป ค่าเฉลี่ย 24 ชั่วโมง จะต้องไม่เกิน 0.05 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ($mg\ m^{-3}$) หรือ 50 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และในเวลา 1 ปีจะต้องไม่เกิน 25 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

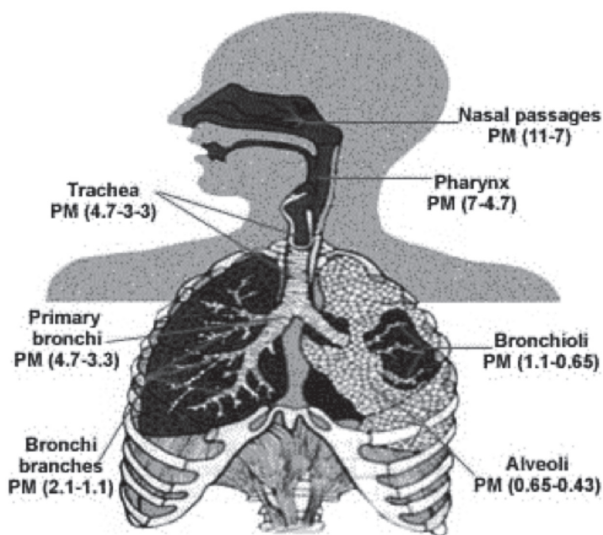
ผลกระทบต่อสุขภาพของประชาชนจากฝุ่นละอองขนาดเล็ก

ฝุ่นละอองขนาดเล็กสามารถก่อให้เกิดอันตรายอย่างรุนแรงต่อสุขภาพประชาชน เนื่องจากเมื่อเข้าสู่ร่างกายของมนุษย์ทางระบบทางเดินหายใจ จะทำลายอวัยวะของระบบทางเดินหายใจโดยตรง และยังทำให้เกิดการระคายเคืองตา ระคายคอ แสบหน้าอก หายใจถี่ หอบหืดอักเสบ เกิดหอบหืด ภูมิแพ้ และอาจเกิดโรคระบบทางเดินหายใจ โดยเส้นทางของฝุ่นละอองขนาดเล็กที่เข้าสู่ทางเดินหายใจนั้นขึ้นอยู่กับขนาด รูปร่าง และความหนาแน่น รวมถึงลักษณะของลมหายใจอีกด้วย (วนิดา จินตาสตร, 2551) ปกติมลพิษอากาศรวมทั้งฝุ่นละอองขนาดเล็กจะเข้าสู่ร่างกายโดยการหายใจ ระบบทางเดินหายใจจะแบ่งเป็น 2 ส่วน ส่วนบนคือ ช่องจมูกและหลอดลม และระบบทางเดินหายใจส่วนล่างคือ ท่อปอด (bronchial tubes) และปอด ซึ่งฝุ่นที่มีขนาดใหญ่กว่า 10 ไมครอน หรือที่เรียกว่าฝุ่นที่หายใจเข้าไป (respiration particulate matter, RPM) จะรอดจากการกรองเข้าไปถึงปอดได้ ส่วนฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน จะเข้าไปถึงถุงลมปอดได้ ฝุ่นละอองขนาดเล็กเหล่านี้ทำให้เกิดการระคายเคืองและมีผลต่ออาการและโรคทางเดินหายใจ

โรกระบบทางเดินหายใจที่เกิดจากฝุ่นละอองขนาดเล็ก

ประกอบด้วย

1. โรคหลอดลมปอดอุดกั้นเรื้อรัง (Chronic obstructive pulmonary disease, COPD)
2. โรคหลอดลมอักเสบเรื้อรัง (Chronic bronchitis)
3. โรคถุงลมโป่งพอง (Emphysema)
4. โรคปอดอักเสบ (Interstitial lung disease)
5. โรคหอบหืด (Asthma)



ภาพ 1 ขนาดของฝุ่นละอองขนาดเล็กที่สามารถเข้าสู่ระบบทางเดินหายใจของมนุษย์

จากการศึกษาของกรมการแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข สํารวจพบว่า มีความชุกของโรคมะเร็งปอดมากในพื้นที่ภาคเหนือของประเทศไทย โดยเฉพาะจังหวัดเชียงใหม่และลำปาง โดยมีความสัมพันธ์กับการสัมผัสก๊าซเรดอนในอาคารบ้านเรือน นอกจากนี้ผลการวิจัยของสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) พบว่า แหล่งกำเนิดของมลพิษอากาศในบริเวณแอ่งเชียงใหม่ส่วนใหญ่มาน้ำมันเชื้อเพลิงของยานพาหนะมากกว่าโรงงานอุตสาหกรรม โดยออกมาในรูปของก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์ ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ และไนโตรเจนไดออกไซด์ ทั้งในที่ราบลุ่มเชียงใหม่และ

ลำพูน และในจังหวัดลำปางมลพิษอากาศของแอ่งแม่เมาะ มาจากกระบวนการผลิตไฟฟ้าของโรงไฟฟ้าแม่เมาะและเหมืองแร่ลิกไนต์ ทำให้เกิดฝุ่นละอองและซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในชั้นบรรยากาศ เกิดก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ทำให้ประชาชนเจ็บป่วยและพืชผลการเกษตรเสียหาย (ทิพวรรณ ประภามณฑล และคณะ, 2553) ปัญหาหมอกควันและฝุ่นละอองขนาดเล็กทำให้คนที่อยู่ในที่โล่งนานๆ มีอาการแสบตา ตาแดง น้ำตาไหล คอแห้ง ระคายคอ หายใจติดขัด เหนื่อยง่าย และแน่นหน้าอก ผลศึกษาข้อมูลผู้ป่วยนอกในกลุ่มเสี่ยง เป็นโรคมะเร็งทางเดินหายใจ โรคหัวใจ และหอบหืด ที่เข้ารับการรักษาในโรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ในปี 2550 จากคณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ พบว่าระดับค่าฝุ่นขนาดเล็ก ที่มีปริมาณเกิน 50 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตรขึ้นไป จะส่งผลให้จำนวนผู้ป่วยกลุ่มเสี่ยงที่ป่วยเป็นโรคหอบหืดและถุงลมโป่งพองสูงขึ้นถึง 3.5 เท่า ขณะที่ประชาชนทั่วไปจะมีอัตราเสี่ยงต่อการเสียชีวิตเพิ่มขึ้นถึงร้อยละ 0.25 เมื่อค่าฝุ่นละอองขนาดเล็กเพิ่มขึ้นในทุกๆ 10 ไมโครกรัม และมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ได้ดำเนินการวิจัยการหาความสัมพันธ์ของฝุ่นละอองกับอัตราการป่วยและเสียชีวิตของประชาชนในเชียงใหม่และลำพูน พบค่าเฉลี่ยรายวันของฝุ่นละอองขนาดเล็ก 2.5 ไมครอน ในเชียงใหม่สูงกว่ามาตรฐานของสหรัฐอเมริกาถึง 3-6 เท่า ส่งผลให้ผู้ป่วยโรกระบบทางเดินหายใจในเชียงใหม่เพิ่มขึ้นทุกปี ฝุ่นขนาดเล็กจะทำให้หลอดเลือดหัวใจตีบตัน ซึ่งอาจสัมพันธ์กับการเสียชีวิตเพิ่มขึ้น เช่นที่โรงพยาบาลสารภี เนื่องจากเป็นพื้นที่ที่พบปริมาณฝุ่นละอองสูงในจังหวัดเชียงใหม่ (มงคล ราชะนาคร, 2553) ข้อมูลของสำนักโรคจากการประกอบอาชีพและสิ่งแวดล้อม รายงานว่า ฝุ่นควันหรือฝุ่นขนาดเล็กที่เกิดจากการเผาไหม้จะส่งผลกระทบ ทำให้มีอาการทางระบบทางเดินหายใจ และอาการทางตา นอกจากนี้ยังทำให้เกิดโรคหัวใจเพิ่มมากขึ้น โดยฝุ่นจะเข้าไปยังปอดในถุงลม เมื่อสิ่งแปลกปลอมเข้าไป ทำให้เม็ดเลือดขาวเข้าไปกำจัดสิ่งแปลกปลอมเหล่านี้ และเกิดการอักเสบในหลอดเลือดได้ ก่อให้เกิดอันตรายต่อปอด เช่นการอักเสบของถุงลมปอด และบางรายอักเสบมากจนทำให้เกิดการหายใจลำบากจนถึงขั้นภาวะวิกฤตได้

หรืออาจทำให้หลอดเลือดหัวใจอักเสบได้ ซึ่งฝุ่นควันที่เกิดจากการเผาไหม้ในบริเวณภาคเหนือ ก็ทำให้เกิดอาการได้เช่นเดียวกันกับฝุ่นควันจากท่อไอเสียรถยนต์ในกรุงเทพมหานคร และยังพบว่าหากเพิ่มปริมาณฝุ่นทุก 10 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร จะทำให้เพิ่มอัตราการตายทุกสาเหตุร้อยละ 4.5 เพิ่มอัตราการตายจากโรคระบบทางเดินหายใจร้อยละ 9.8 เพิ่มอัตราการตายจากโรคหัวใจและหลอดเลือดร้อยละ 3.9 เพิ่มอัตราการตายในผู้สูงอายุที่มากกว่า 65 ปีถึงร้อยละ 5.4 โดยเฉพาะผู้ที่มิมีปัญหาเกี่ยวกับระบบทางเดินหายใจมาก่อน เช่น ภูมิแพ้ หอบหืด ถุงลมโป่งพอง และโรคหัวใจ (สมเกียรติ ศิริรัตนพฤกษ์, 2552) นอกจากนี้อันตรายของฝุ่นละอองจะขึ้นอยู่กับประเภทและองค์ประกอบของฝุ่นละออง แต่โดยทั่วไปแล้วจะก่อให้เกิดความระคายเคืองต่อระบบทางเดินหายใจเท่านั้น ยกเว้นฝุ่นละอองบางชนิดซึ่งมีพิษอยู่ในตัวของมันเอง เช่น ฝุ่นทรายซึ่งมีซิลิกาเป็นองค์ประกอบ และฝุ่นละอองของโลหะหนักต่าง ๆ ซึ่งเป็นอันตรายต่อปอดมาก

ผลกระทบต่อบรรยากาศโดยทั่วไปจากฝุ่นละอองขนาดเล็ก

ฝุ่นละอองจะลดระยะทางในการมองเห็นเนื่องจากฝุ่นละอองในบรรยากาศทั้งที่เป็นของแข็งและของเหลวสามารถดูดซับและหักเหแสงได้ ทำให้ทัศนวิสัยในการมองเห็นลดลง ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับขนาด ความหนาแน่น และองค์ประกอบทางเคมีของฝุ่นละอองนั้น การที่มีฝุ่นละอองแขวนลอยอยู่ในบรรยากาศเป็นจำนวนมากจะบดบังทัศนวิสัย (visibility) ทำให้ระยะทางในการมองเห็นผ่านอากาศลดลงร้อยละ 25 – 45 ไม่สามารถมองเห็นวัตถุในระยะทางไกล ๆ ได้ และจากการศึกษาวิจัยของ Steven และคณะ (2009) พบว่าฝุ่นขนาดเล็กในบรรยากาศเป็นสาเหตุหลักในการลดความสามารถในการมองเห็นในเขตเมืองเดนเวอร์ เช่นเดียวกับการศึกษาของ Liacos และคณะ (2012) ซึ่งพบว่าสาเหตุหลักของทัศนวิสัยที่ลดลงเกิดจากฝุ่นขนาดเล็กในบรรยากาศของเมืองลอสแอนเจลิส ซึ่งลดความสามารถในการมองเห็นในเขตอุทยานแห่งชาติและ

บริเวณกว้างว่างเปล่ามีสาเหตุมาจากฝุ่นขนาดเล็กในบรรยากาศเช่นเดียวกัน นอกจากนี้ฝุ่นละอองขนาดเล็กในบรรยากาศอาจทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของลักษณะภูมิอากาศ เนื่องจากฝุ่นละอองสามารถดูดซับและหักเหแสง ทำให้พลังงานแสงอาทิตย์ตกกระทบผิวโลกลดลง ซึ่งภาวะเช่นนี้ทำให้ผิวโลกมีอุณหภูมิเย็นลง ในขณะที่ชั้นบรรยากาศมีอุณหภูมิสูงขึ้น (Amos, *et al.*, 2010) และฝุ่นละอองยังเป็นอนุภาคทำให้เกิดการกลั่นตัวของเมฆในบรรยากาศทำให้กระบวนการดูดซับความชื้นในอากาศให้กลายเป็นเมฆน้ำเกิดเร็วขึ้นและเกิดกลุ่มเมฆจำนวนมาก องค์ประกอบ ปริมาณ และความเข้มข้นของฝุ่นอาจจะส่งผลกระทบต่อเสถียรภาพและกำลังสะท้อนของก้อนเมฆ มีผลให้สถานที่ที่ฝนตกและปริมาณน้ำฝนเปลี่ยนแปลงไปจากเดิม ทั้งนี้ยังได้ระบุอีกว่าฝุ่นละอองในอากาศอาจมีปฏิกิริยาหรือได้รับอิทธิพลจากองค์ประกอบในบรรยากาศจากอนุภาคฝุ่นละอองขนาดเล็กและการตกสะสมของกรดมีความสัมพันธ์เกี่ยวข้องกัน ในภาคตะวันออกของสหรัฐอเมริกาเนื่องจากปริมาณซัลเฟตที่มีอยู่มากในฝุ่นละอองทำให้ฝุ่นมีสถานะเป็นกรด ซึ่งฝุ่นกรด (acid aerosol) เกิดขึ้นจากปฏิกิริยาออกซิเดชันของซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ก่อให้เกิดผลเสียหลายประการ เช่น การทำลายภาพเขียน ทำให้สิ่งก่อสร้างเกิดความสกปรก และกัดกร่อนผิวหน้าของโลหะและวัตถุอื่น ๆ ในเขตเมือง (Baker and Scheff, 2007) สำหรับอนุภาคฝุ่นละอองที่มีธาตุคาร์บอนเป็นองค์ประกอบ ซึ่งเกิดมาจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงประเภทฟอสซิลนั้น ยังเป็นตัวการทำให้ผิวของอาคารสิ่งก่อสร้างทางประวัติศาสตร์มีสีดำสกปรก และทำลายความงดงามของอนุสาวรีย์หรืออนุสรณ์สถานต่าง ๆ ในประเทศอิตาลี (Martellini, *et al.*, 2012) นอกจากนี้ในสหรัฐอเมริกายังได้รับผลกระทบจากการตกสะสมของกรด ส่งผลต่อคุณภาพน้ำในลำธารมีสภาพเป็นกรดทำให้ปลาจำนวนมากตาย และการตรวจสอบพบว่าน้ำในลำธารที่มีค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ต่ำ และมีสารอะลูมิเนียมปริมาณมาก กรณีผลกระทบต่อพืชพบว่าอนุภาคของฝุ่นละอองที่ตกสะสมบนใบไม้ อาจทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงปริมาณและความเข้มข้นของแสงที่จะไปถึงสารคลอโรฟิลล์ ทำให้ปฏิกิริยาการสังเคราะห์แสง

เกิดขึ้นได้ไม่เต็มที่ (Baker and Scheff, 2007) นอกจากนี้ อนุภาคฝุ่นละอองยังรบกวนการควบคุมแมลงศัตรูพืชโดยชีววิธี รวมทั้งยังสร้างความเสียหายให้พืชโดยการเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรด-ด่างของผิวใบ หรือโดยการละลายหรือแยกสารเคลือบใบออกมา ซึ่งสารเคลือบใบเป็นสารคล้ายขี้ผึ้งบาง ๆ ห่อหุ้มผิวด้านนอกของเยื่อใบ สารนี้มีลักษณะค่อนข้างแข็งไม่ดูดน้ำ จึงมีความสำคัญอย่างยิ่งในการป้องกันไม่ให้น้ำระเหยออกไปจากใบโดยง่าย ถ้าไม่มีสารดังกล่าวห่อหุ้มไว้ พืชอาจแห้งและเฉาตายได้ง่าย การทำลายสารเคลือบใบทำให้การรักษาสมดุลของน้ำในใบไม่เปลี่ยนแปลงไป หรือเป็นการยอมให้สารเคมีที่เป็นพิษสามารถซึมผ่านเยื่อใบได้ แต่มีเชื่อว่าอนุภาคฝุ่นละอองจะสามารถแทรกเข้าสู่เนื้อเยื่อชั้นในของใบได้โดยตรง เช่นเดียวกับการศึกษาของ Ricks and William (1974) ได้สังเกตพบว่าใบของต้นโอ๊คที่อยู่ภายในโรงไฟฟ้าที่ผลิตไฟฟ้าจากแท่งเชื้อเพลิง ซึ่งประกอบด้วยส่วนผสมของผงถ่านหินและน้ำมันดินพบว่าใบโอ๊คเต็มไปด้วยฝุ่นละอองทั้งท้องใบและหลังใบโดยเฉพาะปากใบที่มีช่องว่างให้อากาศผ่านสำหรับแลกเปลี่ยนก๊าซจะปกคลุมด้วยฝุ่นละอองซึ่งขัดขวางกลไกการแลกเปลี่ยนก๊าซของพืช

สรุป

ปัจจุบันปัญหาฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน (PM_{2.5}) นับเป็นปัญหาสำคัญ เนื่องจากส่งผลกระทบต่อสุขภาพโดยตรง มีผลต่อการลดอายุขัยเฉลี่ยของประชาชนลง อีกทั้งยังเป็นที่มาของการเข้ารักษาตัวในโรงพยาบาลอันเนื่องมาจากอาการเจ็บป่วยด้วยโรคต่าง ๆ เพิ่มขึ้น เกิดภาระของการรักษาโรคระบบทางเดินหายใจ โรคหัวใจ และโรคมะเร็งปอด เป็นต้น นอกจากนี้ยังสร้างความเสียหายต่อสภาพแวดล้อมทางธรรมชาติอีกด้วย และในปีหนึ่ง ๆ มีประชากรที่ต้องเสียชีวิตเนื่องจากมลพิษทางอากาศหรือเสียเงินค่ารักษาสุขภาพจากอากาศเจ็บป่วยเป็นจำนวนไม่น้อย ในช่วงหลายปีมานี้ประเทศไทยได้ประสบกับปัญหาสถานการณ์หมอกควันจากไฟป่าและการเผาในที่โล่งเป็นประจำทุกปี โดยเฉพาะพื้นที่ภาคเหนือตอนบน ได้แก่ จังหวัดเชียงใหม่ เชียงราย แม่ฮ่องสอน ลำปาง ลำพูน แพร่น่าน พะเยา และ อุตรดิตถ์ ปัญหาดังกล่าวก่อให้เกิดฝุ่นละอองขนาดเล็กออกสู่อากาศ ส่งผลให้เกิดความเดือดร้อนรำคาญ ซึ่งปัญหาดังกล่าวเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องในระยะเวลาหลายปีที่ผ่านมา ดังนั้นจำเป็นต้องหาแนวทางแก้ไขปัญหาดังกล่าวเป็นรูปธรรม โดยการติดตาม เฝ้าระวัง ควบคุม และป้องกันกันอย่างจริงจัง

เอกสารอ้างอิง

- กรมควบคุมมลพิษ. (2553). *กำหนดมาตรฐานฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอน ในบรรยากาศทั่วไป*. กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. ค้นจาก http://infofile.pcd.go.th/law/2_99_air.pdf?CFID=17460708&CFTOKEN=63440791
- จิตลดา หมายมั่น. (2555). เทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด Cleaner Technology, *วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย: วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี*, 6(1), 34-39.
- ทิพวรรณ ประภามณฑล, ธัญภรณ์ เกิดน้อย, สมพร จันทระ, อนงค์ศิลป์ ด่านไพบูลย์, ไพสิฐ พานิชย์กุล, สมรัก รัศกุลณัฐวัฒน์, ศุภชัย ชัยสวัสดิ์, สุชาติ เกียรติวิวัฒน์เจริญ. (2553). *การขยายผลการวิจัยมลพิษทางอากาศและผลกระทบต่อสุขภาพสู่ชุมชนเพื่อการเรียนรู้และลดแหล่งกำเนิดฝุ่นในอากาศ ในชุมชนภาคเหนือตอนบนของประเทศไทย*. สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ. ค้นจาก http://www1.nrct.go.th/downloads/pc/seminar/file_solve_global_warming/3.presentation3.pdf

- มงคล ราชะนาคร. (2553). *หมอกควันและมลพิษทางอากาศในจังหวัดเชียงใหม่*. เอกสารวิชาการ: ชุดความรู้ นโยบายสาธารณะ สถาบันศึกษานโยบายสาธารณะ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ แผนงานสร้างเสริมการเรียนรู้ กับสถาบันอุดมศึกษาไทยเพื่อการพัฒนา นโยบาย สาธารณะที่ดี (นสธ.) สนับสนุนโดย สำนักงานกองทุน สนับสนุนการสร้างเสริมสุขภาพ (สสส.).
- วนิดา จินาสตร. (2551). *มลพิษอากาศและการจัดการคุณภาพอากาศ*. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, หน้า 28-146.
- สมเกียรติ ศิริรัตนพฤกษ์. (2552). *สำนักโรคจากการประกอบอาชีพและสิ่งแวดล้อม กรมควบคุมโรค*. ค้นจาก <http://www.rakdara.net/overview.php?c=9&id=4768>
- Amos, P. K. T., Loretta, J. M. & Daniel, J. J. (2010). Correlations between fine particulate matter (PM_{2.5}) and meteorological variables in the United States: Implications for the sensitivity of PM_{2.5} to climate change. *Atmospheric Environment*, 44(32), 3976–3984.
- Baker, K. & Scheff, P. (2007). Photochemical model performance for PM_{2.5} sulfate, nitrate, ammonium, and precursor species SO₂, HNO₃ and NH₃ at background monitor locations in the central and eastern United States. *Atmospheric Environment*, 41(29), 6185–6195.
- Environmental Protection Agency (US EPA). (1997). National Ambient Air Quality Standards (NAAQS). Retrieved from <http://www.epa.gov/air/criteria.html>
- Jinsart, W., Tamura, K., Loetkamonwit, S., Sarawut Thepanondh, S., Kanae, K. & Yano, E. (2002). Roadside particulate air pollution in Bangkok. *J. Air & Waste Manage. Assoc*, 52, 1102-1110.
- Liacos, W. J., Kam, W., Delfino, J. R., Schauer, J. J. & Sioutas, C. (2012). Characterization of organic, metal and trace element PM_{2.5} species and derivation of freeway-based emission rates in Los Angeles, CA. *Science of The Total Environment*, 435–436, 159–166.
- Martellini, T., Giannoni, M., Lepri, L., Katsoyiannis, A. & Cincinelli, A. (2012). One year intensive PM_{2.5} bound polycyclic aromatic hydrocarbons monitoring in the area of Tuscany, Italy. Concentrations, source understanding and implications. *Environmental Pollution*, 164, 252–258.
- Ricks, G. R. & Williams, R. J. H. (1974). Effect of atmospheric pollution on deciduous woodland. Part 2: Effects of particulate matter upon stomatal diffusion resistance in leaves of *Quercus petraea*. Leibl. *Environmental Pollution*, 6, 87-109.
- Steven J. D., James J. S., Sverre, V. & Michael, P. H. (2009). PM_{2.5} characterization for time series studies: Pointwise uncertainty estimation and bulk speciation methods applied in Denver. *Atmospheric Environment*, 43(5), 1136–1146.
- World Health Organization. (2003). WHO guidelines for air quality. Fact Sheet No. 187. Retrieved from <http://www.who.int/inffs/en/fact187.html>



กากไขมันเหลือใช้ไม่ไร้ประโยชน์: การใช้ประโยชน์จากของเสียเหลือทิ้ง

The Utilization of Waste Grease: Waste Utilization

นักพงศ จันทภาศ



บทคัดย่อ

กากไขมันเหลือทิ้งหรือกากไขมันเหลือใช้เป็นไขมันและน้ำมันที่ได้จากถังดักไขมันในบ้านเรือน ร้านอาหาร และโรงงานอุตสาหกรรมอาหาร มีผลกระทบทั้งต่อสุขภาพและสิ่งแวดล้อม ดังนั้นการนำกากไขมันเหลือทิ้งมาใช้ให้เกิดประโยชน์ จึงเป็นการลดปริมาณของเสียที่แหล่งกำเนิดและเป็นการใช้ประโยชน์จากของเสีย คุณสมบัติของกากไขมันเหลือทิ้งที่สะอาดมีลักษณะเช่นเดียวกับ ไขมันหรือน้ำมันทั่วไป สามารถนำมาผลิตเป็นเครื่องใช้ในบ้านหรือครัวเรือนโดยผ่านขั้นตอนการผลิตอย่างง่าย เช่น การผลิตเป็นเทียนไข สบู่ และใช้เป็นวัสดุปรับปรุงดิน นอกจากนี้แล้วกากไขมันเหลือทิ้ง ยังสามารถผ่านกระบวนการทางเคมีขั้นสูง เพื่อผลิตเป็นพลังงานทดแทนรูปแบบต่าง ๆ เช่น การผลิตเป็นน้ำมันไบโอดีเซล น้ำมันชีวภาพแบบต่าง ๆ แก๊สชีวภาพ และเชื้อเพลิงชีวอัดแท่ง เป็นต้น

คำสำคัญ: กากไขมันเหลือทิ้ง, ถังดักไขมัน, การใช้ประโยชน์จากของเสียเหลือทิ้ง

Abstract

Waste grease is fat and oil from grease trapped in domestic, restaurant and food industry kitchens. It has an effect on health and the environmental. Therefore, the utilization of waste grease reduces solid waste at the source and increases waste conservation utilization. The characteristic of clean waste grease is similarly of lipid or fat and oil. It was produced to household appliances by basic process such as candle, soap and soil conditioners. Waste grease processing by height chemical reaction were produced to sustainable energy for example biodiesel, bio oil, biogas and green solid fuel.

Keywords: waste grease, grease trap, waste utilization



ความนำ

การเพิ่มขึ้นของประชากรมนุษย์ ที่นับวันจะเพิ่มมากขึ้นเรื่อย ๆ ตามพัฒนาการของเทคโนโลยีและระบบสาธารณสุข โดยคาดว่าประชากรของโลกจะเพิ่มขึ้นเป็น 9,700 ล้านคนในปี 2573 จากปัจจุบันซึ่งมี 7,100 ล้านคน และเมื่อสิ้นศตวรรษนี้ คาดว่าประชากรโลกจะมีจำนวนประมาณ 10,000-11,000 ล้านคน (กรุงเทพธุรกิจออนไลน์, 2556) ประชากรที่เพิ่มขึ้นเหล่านี้ ล้วนแต่ใช้ทรัพยากรต่าง ๆ เพื่อการดำรงชีวิตทั้งสิ้น โดยอัตราการใช้ทรัพยากรจะมีความแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับ สภาพสังคม เศรษฐกิจ และวัฒนธรรมของพื้นที่นั้น ๆ สิ่งหนึ่งที่เกิดขึ้นเสมอ เมื่อมีการใช้ทรัพยากรที่ใดก็ตามคือ ของเสีย (Waste) สำนักจัดการกากของเสียและสารอันตราย กรมควบคุมมลพิษ พบว่า ในช่วง 6 ปีที่ผ่านมา ปริมาณขยะในแต่ละวันของประเทศไทยมีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้นทุกปี จากเดิมในปี 2548 มีปริมาณขยะโดยรวมจำนวน 39,221 ตันต่อวัน เพิ่มเป็น 41,532 ตันต่อวัน ในปี 2553 (สำนักงานกองทุนการสร้างเสริมสุขภาพ: สสส, 2555). ขยะที่เกิดขึ้นภายในประเทศ ส่วนใหญ่แล้วมีแหล่งที่มาจาก 2 แหล่งหลัก ๆ คือ ขยะมูลฝอยที่มาจากครัวเรือนและขยะมูลฝอยที่มาจากโรงงานอุตสาหกรรม

ไขมันและน้ำมัน (fat oil and grease--FOG) เป็นสารประกอบเอสเทอร์ของกรดไขมันซึ่งเกิดจากการทำปฏิกิริยาของกรดไขมัน 1 โมเลกุล กับแอลกอฮอล์ 3 โมเลกุล ไขมันและน้ำมันมีแหล่งที่มา ทั้งจากในพืชและในสัตว์ ประโยชน์ของไขมันและน้ำมันต่อมนุษย์ คือ เป็นแหล่งพลังงานสะสม โดยไขมัน 1 กรัมให้พลังงานสูงกว่าสาร ชีวโมเลกุล (biomolecule) ชนิดอื่น ๆ คือ 9 แคลลอรี่ ช่วยให้ความอบอุ่นแก่ร่างกาย ละลายวิตามินบางชนิด เป็นส่วนประกอบของเยื่อหุ้มเซลล์และช่วยในระบบการขนส่งกระแสประสาท ดังนั้นไขมันจึงเป็นหนึ่งในอาหารที่จำเป็นของมนุษย์ ซึ่งหากขาดการรับประทานอาหารดังกล่าวก็จะเกิดผลกระทบต่างๆ ต่อร่างกายมากมาย

อุตสาหกรรมอาหารของประเทศไทยมีการเติบโตอย่างต่อเนื่องแสดงในตาราง 1 โดยในปี 2550 ประเทศไทยมีมูลค่าการส่งออก ของอุตสาหกรรมอาหาร

คิดเป็น 19,395 ล้านดอลลาร์สหรัฐฯ อยู่เป็นลำดับที่ 7 ของโลก รองจากกลุ่มประเทศในสหภาพยุโรป สหรัฐอเมริกา บราซิล จีน แคนาดาและอาร์เจนตินา (กระทรวงอุตสาหกรรม, 2552)

ตาราง 1

มูลค่าการส่งออกของอุตสาหกรรมอาหาร ปี 2547-2551

ปี (พ.ศ)	มูลค่าส่งออก (ล้านบาท)
2547	507,013
2548	519,815
2549	563,911
2550	617,542
2551	776,000

ที่มา.จาก แผนแม่บทอุตสาหกรรมอาหารปี 2553 - 2557, กระทรวงอุตสาหกรรม, 2552 ค้นจาก<http://www.kmitl.ac.th/plandiv/plan%20web2/planning/food%20masterplan.pdf>.

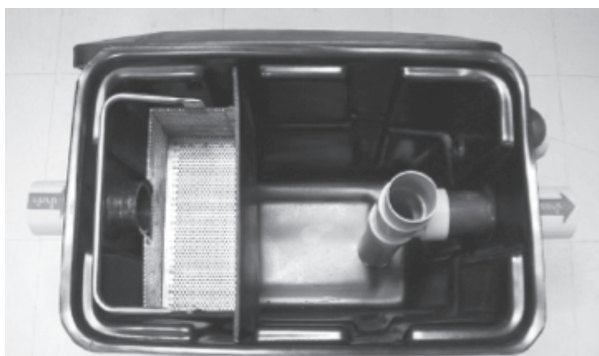
จากการเพิ่มปริมาณของประชากรและการขยายตัวของอุตสาหกรรมอาหารอย่างต่อเนื่องและความจำเป็นของไขมันและน้ำมันในการบริโภคมนุษย์ การเป็นส่วนหนึ่งหรือส่วนประกอบของวัตถุดิบตั้งต้นในอุตสาหกรรมอาหาร ส่งผลให้ของเสียจำพวกกากไขมันเพิ่มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่องด้วยเช่นกัน ของเสียจำพวกไขมันที่เป็นขยะหรือของเสียเหลือทิ้ง มักถูกชะล้างละลายออกมาปนเปื้อนอยู่กับน้ำเสีย โดยอาจละลายผสมอยู่ในน้ำ ลอยตัวอยู่เหนือน้ำ หรือปรากฏเป็นคอลลอยด์ (colloid) อยู่ในน้ำ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสมบัติของไขมันหรือน้ำมันชนิดนั้น (สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาค 8, ม.ป.ป) โดยน้ำมันและไขมันเป็นอีกหนึ่งสาเหตุหลักของปัญหาน้ำเสียชุมชน จากการสำรวจของกรมควบคุมมลพิษ พบว่าไขมันและน้ำมันเป็นองค์ประกอบหนึ่งที่พบในน้ำเสียชุมชน มีปริมาณร้อยละ 10 ของปริมาณสารอินทรีย์ทั้งหมด (กรมควบคุมมลพิษ, 2546) น้ำเสียจากบ้านเรือนที่มีน้ำมันและไขมันปนเปื้อนส่วนใหญ่มาจากการประกอบอาหารได้ก่อให้เกิดปัญหาน้ำมันและไขมันปล่อยออกสู่สิ่งแวดล้อมเป็นจำนวนมาก โดยอาจปนเปื้อนสู่ดินและแหล่งน้ำผิวดินโดยตรง ทำให้เกิด

สภาพไม่น่าดูและขวางกั้นการซึมผ่านของออกซิเจนจากอากาศลงสู่แหล่งน้ำ อาจส่งผลให้เกิดปัญหาน้ำเน่าเสียตามมาได้ นอกจากนี้แล้ว กากไขมันเหลือทิ้งที่ถูกปล่อยออกสู่สาธารณะ ทั้งจากครัวเรือนและอุตสาหกรรม หากไม่จัดการอย่างถูกหลักสุขาภิบาล ก็อาจเป็นแหล่งก่อโรคที่สำคัญ เป็นแหล่งเพาะพันธุ์ของแมลงและสัตว์นำโรค เช่น แมลงสาบ หนูหรือแมลงวันได้

ด้วยคุณสมบัติของไขมันและน้ำมัน ที่มีมวลโมเลกุลสูง มีสภาพเป็นไข เสถียรและไม่ว่องไวต่อการเกิดปฏิกิริยามากนัก เมื่อเผาไหม้หรือย่อยสลายแล้วให้พลังงานงานต่อหน่วยออกมาสูงกว่าชีวมวลอื่นอีกหลายชนิด ดังนั้นจึงมีความเป็นไปได้ว่ากากไขมัน น่าจะสามารถปรับปรุงคุณภาพและดัดแปลงให้กลับกลายมาเป็นพลังงานทดแทนชนิดใหม่ได้ นอกจากนี้ไขมันยังถูกนำมาใช้ประโยชน์อื่นๆ ได้อีกหลายชนิดนอกเหนือจากการแปรรูปเป็นพลังงานทดแทน ดังนั้นบทความวิชาการชิ้นนี้จึงได้รวบรวม รูปแบบและข้อเสนอแนะการใช้กากไขมันด้านต่าง ๆ งานวิจัยที่คิดค้นแปรรูปกากไขมันไปใช้ เพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดในการใช้ประโยชน์จากของเสีย ซึ่งจะนำไปสู่การพัฒนาสภาพแวดล้อมให้ดีขึ้น ๆ ขึ้น ต่อไปในอนาคต

กากไขมันเหลือใช้

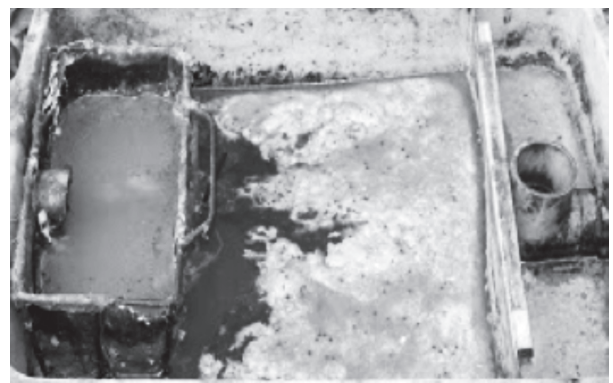
กากไขมันเหลือใช้หรือกากไขมันเหลือทิ้ง (waste Grease) หมายถึง ไขมันหรือน้ำมันที่ได้จากบ่อดักไขมัน เป็นส่วนที่ลอยตัวขึ้นเหนือ น้ำ ออกมาอยู่บนบนในถังหรือบ่อดักไขมัน กลไกการดักไขมันของบ่อดักไขมันแสดงดังภาพ 1



ภาพ 1 ลักษณะถังดักไขมันที่ติดไขมันในน้ำเสียจนได้กากไขมันเหลือใช้

ที่มา. จาก คู่มือแนวทางการจัดการน้ำมันและไขมันจากบ่อดักไขมันและการนำไปใช้ประโยชน์สำหรับบ้านเรือน, กรมควบคุมมลพิษ 2551, กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม.

น้ำมันและไขมันในน้ำเสียจากบ้านเรือน มีประมาณ 500 มิลลิกรัม/ลิตร ซึ่งจากการคาดการณ์โดยการคำนวณประสิทธิภาพของบ่อดักไขมันที่ร้อยละ 60 พบว่าปริมาณไขมันจากบ่อดักไขมันของบ้านเรือนเท่ากับ 0.8 และ 0.2 กิโลกรัม/วัน-ครัวเรือน ซึ่งขึ้นอยู่กับ การติดตั้ง (กรมควบคุมมลพิษ, 2551) ลักษณะกากไขมันจากครัวเรือนแสดงดังภาพ 2 สำหรับกากไขมันเหลือใช้จากโรงงานอุตสาหกรรม มักพบจตุรบรรณกากไขมันในส่วน ของ บ่อดักไขมันขนาดใหญ่ ก่อนน้ำเสียเข้าสู่ระบบบำบัด ทั้งนี้เพื่อเป็นการลดปริมาณความเข้มข้นของสารอินทรีย์ในน้ำเสีย เพื่อลดภาระการบำบัดน้ำเสียในระบบ ปริมาณกากไขมันในโรงงานอุตสาหกรรมขึ้นอยู่กับขนาดของโรงงาน กำลังการผลิต วัตถุดิบและลักษณะของกระบวนการผลิต ลักษณะของกากไขมันจากอุตสาหกรรมอาหารแสดงดังภาพ 3



ภาพ 2 ลักษณะกากไขมันเหลือใช้จากครัวเรือน

ที่มา.จาก วิธีแก้ปัญหาไขมัน, บล็อกสิ่งแวดล้อม 2553, ค้นจาก http://roongaroonenvironment.blogspot.com/2010_03_01_archive.html

คุณสมบัติของกากไขมันจากบ่อดักไขมันของครัวเรือน มีพีเอชประมาณ 5-7 ปริมาณไนโตรเจนและฟอสฟอรัสอยู่ที่ประมาณ 9-106 และ 0.13-100 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ คุณสมบัติของกากไขมันด้านอื่น แสดงดังตาราง 2



ภาพ 3 ลักษณะของกากไขมันจากบ่อดักไขมันใน
อุตสาหกรรมอาหาร

ที่มา.จาก การใช้ประโยชน์จากของเสีย, โดยศูนย์
ประสานงานเครือข่ายการเรียนรู้ด้านการจัดการเมืองและ
สิ่งแวดล้อม ประจำปีภาคตะวันออก 2553, ค้นจาก <http://ercsumc53.muangklang.com/know/4know.html>.

คุณสมบัติของกากไขมันจากบ่อดักไขมันของ
ครัวเรือน มีพีเอชประมาณ 5-7 ปริมาณไนโตรเจน
และฟอสฟอรัสอยู่ที่ประมาณ 9-106 และ 0.13-100
มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ คุณสมบัติของกากไขมัน
ด้านอื่น แสดงดังตาราง 2

ตาราง 2

สมบัติของกากไขมันเหลือทิ้งจากครัวเรือน

พารามิเตอร์	หน่วย	ความเข้มข้น
พีเอช	-	5-7
สภาพนำไฟฟ้า	S/cm	300-2,500
สี	ADMI	60-700
ไนโตรเจน	mg/L	9-106
กรดไขมันอิสระ	%	0.25-85
ไขมันและน้ำมัน	mg/L	14-38,000
ฟอสฟอรัส	mg/L	0.13-100

ที่มา.จาก คู่มือแนวทางการจัดการน้ำมันและไขมันจาก
บ่อดักไขมันและการนำไปใช้ประโยชน์สำหรับบ้านเรือน,
กรมควบคุมมลพิษ 2551, กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม.

การใช้ประโยชน์กากไขมันเหลือใช้

สำหรับการนำกากไขมันเหลือใช้ มาใช้ประโยชน์
สามารถแบ่งออกเป็น 4 รูปแบบดังนี้

การผลิตเป็นของใช้ทั่วไปในครัวเรือน

การนำกากไขมันเหลือใช้ มาแปรรูปเป็นของใช้
ในครัวเรือน ได้แก่ การนำมาผลิตเป็น

- **เทียนไข** เทียนหอมหรือเทียนแฟนซี ด้วย
คุณสมบัติของกากไขมันที่เป็นไข หากนำมาผสมกับสาร
ที่สามารถขึ้นรูปได้ก็จะอยู่ตัวในระดับหนึ่ง และสามารถ
นำมาเป็นแหล่งให้พลังงานได้ วิธีการทำเทียนไขง่าย ๆ
คือ นำกากไขมันสะอาดไปผสมกับพาราฟิน สี และกลิ่น
ตามความต้องการ ทำการหลอมขึ้นรูปในแม่พิมพ์และ
ตากแห้งเพื่อความสวยงามลักษณะเทียนแฟนซีจาก
กากไขมันแสดงในภาพ 4

- **สบู่หรือสารสำหรับล้างมือ** ด้วยคุณสมบัติ
ของไขมันซึ่งเป็นเอสเทอร์ชนิดหนึ่ง สามารถทำปฏิกิริยา
สะaponิฟิเคชัน กับสารละลายด่าง จำพวกโพแทสเซียม
ไฮดรอกไซด์ให้เป็นสารประกอบ เอสเทอร์ของกรด
ไขมันหรือสารสำหรับการซักล้างหรือสบู่สำหรับการ
ล้างมือ ลักษณะของสบู่ที่ได้จากกากไขมันแสดงดังภาพ 4

การนำกากไขมันมาแปรรูปเป็นของใช้ใกล้ตัว
ควรมีขั้นตอนการทำความสะอาดให้ไขมันสะอาดและ
ปราศจากเชื้อโรค วิธีการสำหรับการทำความสะอาด
กากไขมันคือ การคัดเลือกเศษอาหาร สิ่งปนเปื้อนออก
ต้มด้วยน้ำสะอาดจนเดือดและกรองด้วยผ้าขาวบาง
จนได้น้ำไขมันที่ใส สะอาด จากนั้นจึงทิ้งให้เย็น ก็จะได้
ไขมันที่สะอาดพร้อมแปรรูป

การแปรรูปเป็นอาหารสัตว์

เนื่องจากสมบัติของไขมันคือ เป็นแหล่งพลังงาน
ชั้นดีประกอบกับยังมี ไนโตรเจนและโพแทสเซียม
ดังนั้นจึงสามารถนำมาผสมกับ วัตถุดิบตั้งต้นอื่น ๆ
ได้แก่ วัตถุดิบประเภทแป้ง โปรตีน วิตามินและกรด
อะมิโนสังเคราะห์ผลิตเป็นอาหารสัตว์ได้



ภาพ 4 ลักษณะเหียนและสบู่ออกจากกากไขมันเหลือใช้

ที่มา.จาก คู่มือแนวทางการจัดการน้ำมันและไขมันจากปอดักไขมันและการนำไปใช้ประโยชน์สำหรับบ้านเรือน, (18-19) กรมควบคุมมลพิษ 2551, กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม.

จากการศึกษาการใช้กากไขมันจากโรงงานปลากระป๋องทดแทนน้ำมันปาล์มสำหรับผลิตอาหารไก่พบว่า การใช้กากไขมันทดแทนน้ำมันตั้งแต่สัดส่วน 0-100% ให้ผลด้านการเติบโต การตายและคุณลักษณะเนื้อไก่ไม่แตกต่างกันกับการใช้น้ำมันปกติ ทั้งนี้เนื่องจากสัดส่วนของกรดไขมันทั้งอิ่มตัวและไม่อิ่มตัวมีความใกล้เคียง อยู่ในช่วงเดียวกับการใช้สูตรอาหารที่ใช้น้ำมันปกติโดยการใช้กากไขมันทดแทนน้ำมันที่สัดส่วน 100% ให้ต้นทุนการผลิตต่ำสุด (วาริชา ลาแม, 2551) สำหรับอาหารไก่พบว่า การเพิ่มเติมสัดส่วนไขมันในอาหารไก่มีผลทำให้ไก่เติบโตได้มากขึ้น จากงานวิจัยใช้ กากไขว้ผสมน้ำมันถั่วเหลืองในอาหาร สัดส่วนที่เพิ่มขึ้นจาก 3 เป็น 6 และ 9% ตามลำดับ โดยปรับให้ระดับไขมันอิ่มตัวต่อไขมันไม่อิ่มตัวอยู่ในระดับตามเกณฑ์ ผลการศึกษาพบว่า การเติบโต ประสิทธิภาพการใช้อาหารและประสิทธิภาพการใช้โปรตีน ดีขึ้นเมื่อเพิ่มสัดส่วนไขมันในอาหาร (ศศิพันธ์ วงศ์สุทธาวาส, 2546)

จากการศึกษาด้านคุณสมบัติของกากไขมันจากโรงอาหาร มหาวิทยาลัยพระจอมเกล้าธนบุรี พบว่า

มีความเป็นไปได้สำหรับการผลิตเป็นอาหารสัตว์ จำพวกหมูและปลา เนื่องจากมีโปรตีนเฉลี่ยอยู่ร้อยละ 26.04 และไขมันเฉลี่ยร้อยละ 37.14 มีโพแทสเซียมร้อยละ 3.26 ไนโตรเจนร้อยละ 4.09 และฟอสฟอรัสร้อยละ 0.97 แต่ทั้งนี้อาจต้องมีการเติม วิตามินหรือแร่ธาตุบางอย่างที่ยังขาด (สุภารัตน์ ปัญญาเวชไมตรี, 2538)

การนำกากไขมันมาใช้ประโยชน์สำหรับการเป็นอาหารสัตว์ พบว่ามีความเป็นไปได้สูงทั้ง ไก่ หมู ปลา และสัตว์อื่น ๆ โดยสามารถลดต้นทุนการผลิตได้เป็นอย่างดี แต่สิ่งที่ควรพิจารณาคือ กากไขมันต้องไม่เป็นพิษต่อสัตว์ ควรฆ่าเชื้อกากไขมันอย่างดี สำหรับสัดส่วนในการผสมลงในอาหารสัตว์สิ่งที่ควรระมัดระวังเป็นอย่างยิ่งคือ ชนิดของกรดไขมันในกากไขมันนั้น ๆ ควรปรับสัดส่วนของกรดไขมันอิ่มตัวกับกรดไขมันไม่อิ่มตัวอยู่ในระดับที่เหมาะสม สำหรับการเป็นอาหารสัตว์ชนิดนั้น ๆ

การแปรรูปเป็นปุ๋ยหรือวัสดุปรับปรุงดิน

การศึกษาเปรียบเทียบวัสดุหมักร่วมกับกากไขมัน หารูปแบบการหมักและหาสัดส่วนและเวลาที่เหมาะสม พบว่าขุยมะพร้าวเหมาะสมกว่า ขี้เลื่อยและการหมักแบบใช้อากาศดีกว่าการหมักแบบเติมอากาศ สัดส่วนกากไขมันเหมาะสมที่ใช้คือ 40-60% ใช้เวลา 35-58 วัน ย่อยสลายกากไขมันได้ถึง 95% คุณภาพปุ๋ยที่ได้ โพแทสเซียมและไนโตรเจนเป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานปุ๋ยของกรมพัฒนาที่ดิน ส่วนฟอสฟอรัสต้องมีการเพิ่มเข้าไปเพิ่มเติม (สมใจ ใจเพชร, 2543)

ด้วยคุณสมบัติของกากไขมัน โดยเฉพาะจากครัวเรือนที่มี ธาตุอาหารอยู่ในระดับที่เพียงพอต่อการเติบโตของพืช กรมควบคุมมลพิษแนะนำให้นำมาผสมกับ วัสดุจากธรรมชาติและมูลโคแห้งในอัตรา 3:5:7 เติมน้ำให้ขึ้นระดับ 45-50% พลิกกลับไปมา 2-3 เดือน จะมีสีคล้ำคล้ายดิน สามารถนำไปใช้แทนปุ๋ยเคมีได้ แสดงภาพ 5



ภาพ 5 ลักษณะการผสมกากไขมันกับวัสดุต่างๆ เพื่อทำปุ๋ยหมัก

ที่มา.จาก คู่มือแนวทางการจัดการน้ำมันและไขมันจากบ่อดักไขมันและการนำไปใช้ประโยชน์สำหรับบ้านเรือน, กรมควบคุมมลพิษ 2551, กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม.

การทำปุ๋ยหมักจากกากไขมันด้วยวัสดุผสมเพียงชนิดเดียว มักมีปัญหาเรื่องกลิ่น และไม่ปฏิบัติตามมาตรฐานปุ๋ยตามที่กำหนด กระบวนการหมักรวมกากไขมัน วัสดุเหลือใช้ในครัวเรือน ปุ๋ยขาว กากตะกอนต่างๆ กระดูก ปลาป่น และหมักที่อุณหภูมิสูงประมาณ 55 องศาเซลเซียส ช่วยลดกลิ่นและปัญหาจุลินทรีย์ได้ ทำให้มีระดับธาตุอาหารที่เพิ่มขึ้นและครบตามเกณฑ์ แต่ทั้งนี้ควรเฝ้าระวังมาตรฐานด้านอื่นๆ เพิ่มเติม เช่น ปริมาณโลหะหนักชนิดต่างๆ (Elpert, J., 2011)

การแปรรูปเป็นพลังงานทดแทน

สารในกลุ่มไขมันหรือกากไขมันเป็นกลุ่มที่มีพลังงานสูง ดังนั้นจึงมีนักวิจัยศึกษาการนำกากไขมันไปใช้ประโยชน์ในด้านนี้ได้หลายอย่าง รูปแบบ เนื่องจากพลังงานที่ใช้อยู่ในปัจจุบันกำลังหมดไปอย่างรวดเร็ว หากใช้เพิ่มขึ้นด้วยอัตราปัจจุบัน เช่น แก๊สธรรมชาติ จะหมดไปราว 20-30 ปี น้ำมันจะหมดไปใน 30-40 ปี และถ่านหินจะหมดไปในราว 80-100 ปี (สุกาญจนา เลขพัฒน์และสมบัติ ทิมทรัพย์, 2556) การนำกากไขมันไปใช้ประโยชน์เป็นพลังงานทดแทนแบ่งเป็น 4 รูปแบบ ดังนี้

การผลิตเป็นเชื้อเพลิงอัดแท่ง

เชื้อเพลิงอัดแท่ง คือเชื้อเพลิงผสมที่ได้จากกระบวนการผสมของกากไขมันและวัสดุ เผาขึ้นรูปให้เป็นของแข็งให้ความร้อนได้ การศึกษาการใช้กากไขมันผลิตเป็นเชื้อเพลิงมีดังนี้

ตาราง 3

งานวิจัยที่ใช้กากไขมันผลิตเป็นเชื้อเพลิงแข็งอัดแท่ง

วัตถุดิบตั้งต้น/สัดส่วนที่เหมาะสม	คุณสมบัติ
เศษอาหาร:ผัก:หญ้า:กากไขมัน:แยม:มัน ลำปะหลัง 4:3:1:1:1 ¹	ให้ความร้อน 7,070 cal/g
กากไขมันผสมซีลี้อย:ผักตบชวาหรือ ซังข้าวโพด 5:3 ²	-
กากไขมัน:ซีลี้อย 1:3 ³	7,065 cal/g

ที่มา.จาก

¹การจัดการขยะภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา อย่างครบวงจรและเหมาะสม, อาณัฐ ตะปิ่นตาและรณบรรจบ อภิริติกุล 2553, มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา.

²คู่มือแนวทางการจัดการน้ำมันและไขมันจากบ่อดักไขมันและการนำไปใช้ประโยชน์สำหรับบ้านเรือน, กรมควบคุมมลพิษ 2551, กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม.

³การนำกากไขมันจากบ่อดักไขมันของสถานที่จำหน่ายอาหารมาผสมกับซีลี้อยเพื่อเป็นเชื้อเพลิงแท่ง, นิศารัตนดอนกระสินธุ์ 2544, มหาวิทยาลัยมหิดล.

การแปรรูปเป็นน้ำมันเชื้อเพลิงสำหรับรถยนต์

การแปรรูปเป็นน้ำมันสำหรับรถยนต์และเครื่องยนต์พบว่า กากไขมันสามารถแปรรูปได้ทั้งเป็นน้ำมันไบโอดีเซลและน้ำมันชีวภาพที่ใช้ทดแทนน้ำมันเบนซิน จากการศึกษาศักยภาพในการนำกากไขมันเหลือทิ้งมาผลิตเป็นไบโอดีเซล ของสหรัฐอเมริกาพบว่าเป็นไปได้สูง ทั้งในแง่นโยบาย กฎหมายท้องถิ่น แรงเศรษฐกิจ ซึ่งมีราคาวัตถุดิบที่ถูก ขนส่งได้ง่ายและมีกากของเสียเหล่านี้นี้ปริมาณมาก จากการสำรวจปริมาณ

กากไขมันในสหรัฐอเมริกา พบจากพืชประมาณ 23.569 ล้านปอนด์ต่อปี และกากไขมันจากสัตว์ 11.638 ล้านปอนด์ต่อปี (Groschen, R., 2002) การวิจัยเพื่อผลิตไบโอดีเซลจากกากไขมันแสดงดังตาราง 4

ตาราง 4

งานวิจัยการผลิตไบโอดีเซลจากกากไขมันเหลือใช้

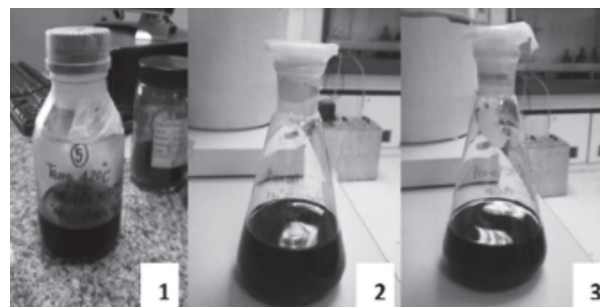
กระบวนการ/สัดส่วนสารเคมี	ผลการศึกษา
ทรานส์เอสเทอร์ริฟิเคชันแบบสองขั้นตอน เป็นไปตามมีด่างเป็นตัวเร่ง/เมทานอล:ไขมัน 0.26:1 ¹ มาตรฐาน ASTM	
ทรานส์เอสเทอร์ริฟิเคชันแบบขั้นตอนเดียว ได้ผลมีกรดเป็นตัวเร่ง/เอทานอล:ไขมัน 30:1 ² เอทิลเอสเตอร์ 95.17 v/v	

ที่มา. จาก

¹การผลิตไบโอดีเซลจากกากไขมันจากถังดักไขมันบำบัดน้ำเสียด้วยกระบวนการสองขั้นตอนและคุณสมบัติของไบโอดีเซลจากกากไขมัน, สุจินดา กรรณสูตและคณะ ม.ป.ป., มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

²Preliminary Study of Biodiesel Production from Canteen's Trap Grease, Kappaput Thong-Innatra 2006, Mahidol University.

การนำกากไขมันมาผลิตเป็นน้ำมันชีวภาพโดยใช้กากไขมัน 150 กรัม เติมน้ำมันปฏิกิริยา เวลาหนึ่งชั่วโมง 30 นาที โดยการทดลองอยู่ภายใต้สภาวะความดันและอุณหภูมิสูง พบว่า สภาวะที่เหมาะสมของการทดลองคือ ที่ 380 องศาเซลเซียส ความดัน สดท้ายในปฏิกรณ์ 195.811 บาร์ ได้ผลิตผลิตภัณฑ์น้ำมันชีวภาพ 123.56 กรัมของกากไขมันที่เติม มีไฮโดรเจน ออกซิเจน และคาร์บอน และมีค่าความร้อน 32,551.33 กิโลจูล/กิโลกรัม ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับน้ำมันเบนซิน ลักษณะน้ำมันชีวภาพที่ได้แสดงดังภาพ 6



ภาพ 6 ลักษณะน้ำมันชีวภาพที่ได้จากการทดลองอุณหภูมิต่างๆ

ที่มา. จากการผลิตเชื้อเพลิงเหลวจากกากไขมันภายใต้สภาวะความดันและอุณหภูมิสูง, วิลาสินี พรหมศิลา และคณะ 2554, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สำหรับการนำกากไขมันมาผลิตเป็นพลังงานเพื่อทดแทน น้ำมันดีเซลหรือการผลิตเป็นไบโอดีเซลนั้น กระบวนการที่ใช้ผลิตเป็นกระบวนการเอสเทอร์ริฟิเคชัน จำนวนขั้นตอนหรือกระบวนการที่ใช้ จะเพิ่มขั้นตอน ทรานส์ เอสเทอร์ริฟิเคชัน ด้วยหรือไม่และควรใช้ตัวเร่งชนิดใด กรดหรือด่างนั้น ควรพิจารณาจากลักษณะของกากไขมันเหลือใช้ตั้งต้น หากกากไขมันเหลือใช้มีกรดไขมันอิสระสูง ก็ควรใช้กระบวนการทรานส์เอสเทอร์ริฟิเคชันเพิ่มเติมเข้าไปอีกขั้น เป็นแบบสองขั้นตอน เพื่อให้ได้น้ำมันที่มีคุณภาพดีเป็นไปตามมาตรฐานมากขึ้น

การแปรรูปเป็นก๊าซชีวภาพ

ด้วยคุณสมบัติของกากไขมันที่มีโมเลกุลประกอบด้วยสารอินทรีย์ ไขมัน มีปริมาณคาร์บอนสูง ดังนั้น นักวิจัยจึงสนใจนำมาย่อยสลายด้วยกระบวนการไร้อากาศด้วยความคาดหวังว่าจะเพิ่มปริมาณแก๊สมีเทน ซึ่งเป็นเชื้อเพลิงได้ การศึกษาเพื่อหาศักยภาพการเพิ่มแก๊สมีเทน จากงานวิจัยจะพบว่าเมื่อเพิ่มกากไขมันลงในวัสดุ อาจเป็นการเพิ่มเข้าไปหรือเพิ่มสัดส่วน ผลที่ได้เป็นไปในทิศทางเดียวกันคือ ทำให้ระบบสามารถผลิตแก๊สมีเทนได้เพิ่มขึ้น จากการทดลองเพิ่มสัดส่วนกากไขมันในวัสดุหมักคือตะกอนจากระบบบำบัดน้ำเสียพบว่า การปรับสัดส่วนให้ มีกากไขมัน เป็น 10% และ 20% ในวัสดุหมัก สามารถเพิ่มปริมาณแก๊สมีเทนได้ถึง 178% และ 317% ตามลำดับ (Tarek, N., Reyes, W. F. and Joel, J., n.d) และจากการศึกษาศักยภาพ

ผลิตแก๊สมีเทนจากการหมักร่วม ของเสียจากภัตตาคาร และความเป็นไปได้ในการผลิตไฟฟ้าจากแก๊สมีเทนที่ได้จากการทดลอง พบว่าการเพิ่มกากไขมันในระบบทำให้อัตราการผลิตแก๊สมีเทนเพิ่มขึ้นมากกว่า 100% สามารถลดขยะชีวภาพได้มากกว่า 1,000 ตันต่อเดือนผลิตไฟฟ้าได้ 15 เมกะวัตต์ต่อวัน (Bailey, R. S. ,2007)

การผลิตแก๊สชีวภาพจากกากไขมันเหลือใช้เหมาะสมสำหรับ การนำไปหมักร่วมกับขยะชีวภาพอื่นๆ โดยเฉพาะโปรตีน คาร์โบไฮเดรต เนื่องจากไขมันช่วยเพิ่มสัดส่วนของคาร์บอนได้ในระดับที่สูงขึ้น ซึ่งจะทำให้ปริมาณก๊าซชีวภาพหรือปริมาณแก๊สมีเทนที่ได้มากขึ้น นอกจากนี้การหมักร่วม โปรตีนจะช่วยให้ พีเอชของระบบหรือความเป็นกรดต่างสมดุล ให้สัดส่วนธาตุอาหารที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ที่อยู่ในระบบ ซึ่งทำให้อัตราการผลิตมีเทนเพิ่มขึ้นได้ สำหรับการพัฒนาระบบการหมักร่วมกากไขมันเหลือใช้กับเศษอาหารจากครัวเรือนนั้น ควรพัฒนาด้านสายพันธุ์ของกลุ่มจุลินทรีย์ที่สามารถย่อยสลายสารชีวโมเลกุลแบบสายยาวและใช้กับระบบนี้โดยเฉพาะเพื่อย่นระยะเวลาและลดปริมาณกากตะกอนจากการหมักให้เปลี่ยนแปลงไปในทิศทางที่ดีขึ้น

บทสรุป

การใช้ประโยชน์กากไขมันเหลือใช้ เป็นอีกแนวทางหนึ่งในการใช้ประโยชน์จากของเสียเหลือทิ้ง ด้วยคุณลักษณะเฉพาะของกากไขมัน จึงทำให้สามารถนำมาแปรรูปได้หลากหลาย ทั้งการผลิตเป็นสิ่งของสำหรับการใช้ในครัวเรือน แปรรูปเป็นอาหารสัตว์ แปรรูปเป็นวัสดุปรับปรุงดินหรือปุ๋ยหมักและการแปรรูปให้เป็นพลังงานทดแทนรูปแบบต่างๆ ทั้งนี้สิ่งที่ควรคำนึงถึงในการเลือกรูปแบบการใช้ประโยชน์ ควรพิจารณาถึงความพร้อมของผู้ดำเนินการด้านต่างๆ ทั้งในแง่ เศรษฐศาสตร์การลงทุน ตลาดรองรับผลิตภัณฑ์ เทคโนโลยีและความเหมาะสมที่นำมาใช้ ความปลอดภัยของกระบวนการและผลิตภัณฑ์ที่ได้และความยั่งยืน ความเพียงพอของแหล่งวัตถุดิบ

อย่างไรก็ตาม การนำของเสียมาใช้ให้เกิดประโยชน์ ถือเป็นอีกแนวทางที่สำคัญในการลดปริมาณของเสียที่เกิดขึ้น ลดภาระการจัดการของเสีย ลดการปลดปล่อยแก๊สเรือนกระจก ซึ่งเป็นการสร้างภาพลักษณ์ด้านสิ่งแวดล้อมและความรับผิดชอบต่อที่ดีให้แก่หน่วยงานนั้นๆ ได้

เอกสารอ้างอิง

Bailey, R. S. (2007). *Coal Merchant in Knaresborough*. North Yorkshire.

Tarek, N., Reyes, W. F. & Joel, J. (n.d.). Anaerobic co-digestion of fat, oil, and grease (FOG): A review of gas production and process limitations. *Process Safety and Environmental Protection*.

การประเมินศักยภาพและความต้องการจำเป็นในการบริการสุขภาพ ของชุมชน

Needs and Capacity Assessment in Community Health Services

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ร้อยโกหกภัย อัญชลี เชี่ยวโสธร ตูวอล



บทคัดย่อ

การประเมินศักยภาพและความต้องการจำเป็น (capacity and needs assessment) เป็นงานวิจัยเชิงประเมินที่ได้รับความนิยมมากขึ้นในปัจจุบัน เนื่องจากนโยบายของชาติที่ได้กำหนดให้มีการลงทุนสนับสนุนโครงการพัฒนาสุขภาพของประชาชนด้วยหลักการเศรษฐกิจพอเพียงและความยั่งยืนของโครงการพัฒนาสุขภาพที่จัดตั้งขึ้น ประชาชนจึงควรมีส่วนร่วมในโครงการพัฒนาสุขภาพดังกล่าวด้วยการรายงานความต้องการและศักยภาพของตนเอง ตลอดจนชุมชนที่เกี่ยวข้อง ผู้รับผิดชอบโครงการส่งเสริมสุขภาพจำเป็นต้องวางแผนการดำเนินงานอย่างมีระบบระเบียบและรัดกุม เพื่อให้โครงการดังกล่าวมีประสิทธิภาพสูงสุด ข้อเสนอสรุปที่ประมวลได้จากการประเมินศักยภาพและความต้องการจำเป็นนั้นจะช่วยให้ผู้บริหารสามารถกำหนดลำดับความสำคัญของกิจกรรมต่าง ๆ ของการดำเนินงาน และยังเข้าใจลักษณะธรรมชาติของสังคมในชุมชนที่ต้องการพัฒนาอีกด้วย

คำสำคัญ: การประเมินศักยภาพและความต้องการจำเป็น, การให้บริการสุขภาพในชุมชน

Abstract

Capacity and needs assessment is an evaluative research method that is gaining in popularity today. The Government has made large investments to support communities with optimum health promotion programs. To be economically wise, those programs should be able to resolve health issues effectively with the least investment and the most long lasting benefits possible. Community cooperativeness is crucial for the success of those programs. Needs and capacity assessments are keys to the effective planning of those programs for the communities. The results from needs and capacity assessments can be evidence that assists administrators in getting insight into the culture of communities, and can be utilized for making decisions and for the effective prioritization of activities and plans.

Keywords: needs and capacity assessment, community health promotion



ความนำ

ความต้องการจำเป็น คือ ความแตกต่างระหว่างสถานภาพที่เป็นอยู่กับสิ่งที่ควรจะเป็นหรือบุคคลอยากให้เป็น (Gilmore, 2012, p. 8) ความต้องการจำเป็นของบุคคลสามารถจำแนกออกได้เป็น 2 ประเภท คือ ความต้องการจำเป็นที่ต้องมี (Actual needs) และความต้องการจำเป็นที่รับรู้ (Perceived needs) ข้อมูลหรือข่าวสารเกี่ยวกับความต้องการจำเป็นที่รวบรวมได้จากบุคคลหรือชุมชน (reported needs) เป็นความต้องการจำเป็นที่รับรู้

การประเมินความต้องการจำเป็น

การประเมินความต้องการจำเป็น คือ กระบวนการดำเนินงานอย่างมีแบบแผน เพื่อค้นหาความต้องการที่รายงานจำเป็นโดยบุคคลหรือชุมชน (reported needs) การประเมินความต้องการจำเป็นด้านสุขภาพและการบริการสุขภาพ เป็นกระบวนการดำเนินงานอย่างเป็นระบบ เพื่อให้ทราบถึงสิ่งจำเป็นหรือบริการที่จำเป็นต่อสุขภาพแต่ยังไม่มี การดำเนินการหรือดำเนินการไปบางส่วนแล้วแต่ยังไม่เสร็จสมบูรณ์แล้วนำไปสู่การเติมเต็มให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น (Softganz, personal communication on December 27, 2009) และเป็นกระบวนการที่โครงการส่งเสริมสุขภาพควรวางแผนให้มีการดำเนินงานมีก่อนหน้าที่จะกำหนดโครงการต่าง ๆ ผลจากการประเมินความต้องการจำเป็นนี้ นอกจากจะเป็นข้อมูลที่สามารถนำมาใช้ในการกำหนดความสำคัญและการจัดลำดับก่อน-หลังของการดำเนินงานโครงการฯ แล้ว ยังช่วยให้เข้าใจถึงธรรมชาติ ลักษณะ และวัฒนธรรมของกลุ่มชุมชนอีกด้วย ซึ่งผู้บริหารสามารถนำมาใช้เป็นข้อมูลเชิงประจักษ์พื้นฐานที่ช่วยชี้นำในการตัดสินใจ เช่น การวางแผนพัฒนาและกำหนดยุทธวิธีการดำเนินงานโครงการฯ ให้บรรลุผลสำเร็จอย่างมีประสิทธิภาพและมีการสืบสานต่อเนื่องอย่างยั่งยืนโดยชุมชน การวิเคราะห์หาแนวโน้มและการเปลี่ยนแปลงโดยความร่วมมือจากชุมชน การกำหนดกิจกรรมที่ชุมชนให้ความสนใจและมีส่วนร่วม นอกจากนี้ข้อสรุปจากการประเมินความต้องการจำเป็นยังเป็น

ข้อมูลพื้นฐานที่มีความสำคัญในการพัฒนาเครื่องมือสำหรับเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการวิจัย การตัดสินใจ การระดมทุน และการลงทุนดำเนินโครงการต่าง ๆ สำหรับชุมชนเป้าหมาย (New Mexico Department of Health, 2006, p. 2) และยังช่วยในการติดตามผลและการประเมินโครงการทั้งที่กำลังดำเนินอยู่และเสร็จสิ้นไปแล้วด้วย เมื่อกล่าวถึงการประเมินความต้องการจำเป็นของชุมชนเพื่อการจัดโครงการที่เกี่ยวข้องกับการส่งเสริมสุขภาพ สิ่งที่ต้องประเมินควบคู่ไปด้วยกันคือ การประเมินศักยภาพ หรือแหล่งทรัพยากรต่าง ๆ ที่มีอยู่ในท้องถิ่นทั้งที่เป็นบุคคล ธรรมชาติ และวัตถุ ที่สามารถนำมาดัดแปลงเพื่อสนับสนุนในการส่งเสริมสุขภาพ และคุณภาพชีวิตของชุมชน

การประเมินศักยภาพ

การประเมินศักยภาพ คือ การประเมินทรัพยากรต่าง ๆ ที่มีอยู่ในชุมชน ซึ่งสามารถนำมาใช้ หรือประยุกต์ใช้เพื่ออำนวยความสะดวกในการทำนุบำรุง และส่งเสริมสุขภาพ ทรัพยากรเหล่านี้รวมถึงองค์ประกอบทางสังคมและวัฒนธรรมด้วย เช่น กิจกรรมศาสนาที่ชุมชนถือปฏิบัติ โครงสร้างทางสังคมและเศรษฐกิจของท้องถิ่น นโยบายการบริหารประจำท้องถิ่น เป็นต้น ทั้งหมดนี้จะเป็นเครื่องชี้วัดถึงคุณภาพในการดำรงชีวิตของชุมชนนั้น ๆ ผลการประเมินศักยภาพสามารถนำไปใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานประกอบการพิจารณาการระดมทุนเพื่อจัดทำโปรแกรมต่าง ๆ สำหรับชุมชน ตลอดจนองค์ประกอบที่เกี่ยวข้องด้วยตัวอย่างเช่น การพัฒนากองทุนหมู่บ้าน ของกรมพัฒนาชุมชนกระทรวงมหาดไทย (กลุ่มงานส่งเสริมการบริหารจัดการชุมชน, 2553) การจัดโครงการส่งเสริมสุขภาพต่าง ๆ ควรมีการวางแผนพัฒนางานอย่างเป็นระบบเพื่อให้โครงการนั้น ๆ เกิดประสิทธิภาพสูงสุด และคุ้มค่าต่อการลงทุน การประเมินศักยภาพและความต้องการจำเป็น เป็นขั้นตอนที่สำคัญที่จะขาดเสียมิได้ในระบบการพัฒนางานบริการสุขภาพ เนื่องจากต้องใช้งบประมาณอย่างมหาศาลในการดำเนินโครงการฯ การประเมินความต้องการจำเป็น (needs assessment) จึงเป็นสิ่งจำเป็นมาก

การใช้ผลการประเมินในการส่งเสริมสุขภาพ

การประเมินศักยภาพความต้องการจำเป็นของชุมชนเพื่อนำผลการประเมินมาใช้เป็นข้อมูลเชิงประจักษ์ในการกำหนดโครงการส่งเสริมสุขภาพ อาจแบ่งได้เป็น 3 ส่วน คือ ก่อนการประเมิน (pre-assessment) การประเมิน (assessment) และหลังการประเมิน (post-assessment)

ก่อนการประเมิน (Pre-assessment) กิจกรรมหลักในส่วนนี้มักเป็นการวางแผน กำหนดนิยาม จุดมุ่งหมาย และขอบเขตของการประเมิน ซึ่งจะนำไปสู่การตัดสินใจเลือกกลุ่มเป้าหมาย เครื่องมือและวิธีการเก็บข้อมูล วิธีการวิเคราะห์ข้อมูลและการนำไปใช้ในการวางแผนเบื้องต้นเพื่อดำเนินการในส่วนต่อไป

การประเมิน (Assessment) กิจกรรมในส่วนนี้เป็นกิจกรรมภาคสนาม ซึ่งเกี่ยวข้องกับการนำแผนในส่วนแรกลงสู่การปฏิบัติ โดยมากคือการเก็บรวบรวมข้อมูล จัดการข้อมูล วิเคราะห์ และสรุปผลลำดับความสำคัญและความต้องการด้านบริการสุขภาพของชุมชน

หลังการประเมิน (Post Assessment) ส่วนนี้มีความสำคัญสำหรับการตัดสินใจกำหนดโครงการบริการสุขภาพแก่ชุมชน ซึ่งผู้ประเมินจะต้องนำข้อมูลมาวิเคราะห์จัดเรียงลำดับความต้องการจำเป็นก่อนและหลังด้วยวิธีการทางสถิติ พิจารณาแหล่งประโยชน์ในชุมชนและทางเลือกที่ให้ประโยชน์สูงสุด จัดลำดับก่อนและหลังของการจัดตั้งโครงการ พัฒนาโครงการที่ดำเนินอยู่แล้ว ประเมินผลการประเมินความต้องการจำเป็น และรายงานผลการประเมินฯ

องค์ประกอบพื้นฐานของการประเมินศักยภาพและความต้องการจำเป็น

การประเมินศักยภาพและความต้องการจำเป็นของชุมชนควรพิจารณาองค์ประกอบพื้นฐาน 6 ประการ ได้แก่ (Gilmore, 2012, pp. 14-15)

1. บุคคลเป็นปัจจัยที่สำคัญที่สุดของกระบวนการประเมินศักยภาพและความต้องการจำเป็น เนื่องจากเป็นแหล่งกำเนิดของข้อมูลเกี่ยวกับความต้องการด้าน

สุขภาพ ซึ่งข้อมูลเหล่านี้นอกจากจะเป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่งในการขึ้นนำการวางแผนยุทธศาสตร์การดำเนินงานตามโครงการส่งเสริมสุขภาพแล้ว ยังสามารถนำมาใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการกำหนดขอบเขตการดำเนินงานของทีมส่งเสริมสุขภาพอีกด้วย

2. ข้อมูลเกี่ยวกับความต้องการจำเป็นที่ได้มาจากบุคคลที่เกี่ยวข้อง สามารถใช้เป็นข้อเท็จจริงประกอบการจัดตั้งโครงการอบรมต่างๆ ได้

3. การประเมินความต้องการจำเป็น คือ กระบวนการรวบรวมข้อมูลข่าวสารที่มีสำคัญและจำเป็นอย่างยิ่งสำหรับการวางแผนยุทธศาสตร์ดำเนินโครงการส่งเสริมสุขภาพที่ตอบสนองต่อความต้องการของชุมชน ซึ่งผู้ให้บริการส่งเสริมสุขภาพไม่ควรละเลย

4. วิธีการที่ใช้ในการประเมินศักยภาพในแต่ละบุคคล หรือแต่ละท้องถิ่นอาจมีความแตกต่างกัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสถานที่ ชุมชน เวลา วัฒนธรรม และสภาพแวดล้อมของท้องถิ่นนั้นๆ

5. คณะกรรมการวางแผนงาน และที่ปรึกษาเป็นผู้ที่มีบทบาทที่สำคัญในกระบวนการประเมินศักยภาพและความต้องการจำเป็น ดังนั้น คณะกรรมการฯ จึงควรประกอบด้วย ผู้ที่มีอำนาจสั่งการรักษาผู้ป่วย และผู้ที่ปฏิบัติหน้าที่เกี่ยวข้องกับการส่งเสริมสุขภาพตามระเบียบกระทรวงสาธารณสุข เพื่อสนับสนุนให้การวางแผนโครงการส่งเสริมสุขภาพนั้นตอบสนองความต้องการของชุมชนอย่างแท้จริง ผู้ให้การรักษาส่งเสริมสุขภาพสามารถให้ความช่วยเหลือในการรวบรวมข้อมูลโดยการซักประวัติผู้มารับบริการสุขภาพ และการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อการวินิจฉัยและรักษาโรค ซึ่งจะบ่งชี้ถึงความต้องการของผู้ป่วย

6. การประเมินศักยภาพและความต้องการจำเป็นของการส่งเสริมสุขภาพของชุมชนเป็นกิจกรรมสำคัญสำหรับการวางแผนดำเนินงานอย่างมีประสิทธิภาพ ผลการประเมินสามารถขึ้นไปถึงความต้องการที่แท้จริงของชุมชนนั้นๆ และยังบ่งชี้ถึงทรัพยากรที่มีอยู่ในชุมชนซึ่งสามารถนำมาใช้ประโยชน์ในการดำเนินโครงการได้อย่างเหมาะสมและมีประสิทธิภาพ

สรุป

การประเมินศักยภาพและความต้องการจำเป็นเกี่ยวกับการบริการสุขภาพของชุมชนเป็นกระบวนการที่ต้องกระทำอย่างมีแบบแผนและต่อเนื่องในระยะยาว เพื่อช่วยกระตุ้นให้ประชาชนได้เห็นคุณค่าของการดำรงชีวิตให้มีสุขภาพที่ดี และให้ความร่วมมือกับโครงการส่งเสริมสุขภาพต่าง ๆ ด้วย ความร่วมมือจากชุมชนที่เกี่ยวข้องเป็นสิ่งสำคัญที่จะทำให้โครงการส่งเสริม

สุขภาพต่าง ๆ เหล่านั้นประสบความสำเร็จและอำนวยความสะดวกอย่างยั่งยืน และการได้มาซึ่งผลสำเร็จนี้จะขาดเสียมิได้ซึ่งเทคนิคการดำเนินงานอย่างเป็นระบบระเบียบเป็นแบบแผนที่ชัดเจน และง่ายต่อการปฏิบัติตามแผนที่พัฒนาขึ้นอย่างเหมาะสมและสอดคล้องกับความต้องการของชุมชนอย่างแท้จริง บนพื้นฐานของการใช้งบประมาณอย่างประหยัดด้วย

เอกสารอ้างอิง

กลุ่มงานส่งเสริมการบริหารจัดการชุมชน. (ธันวาคม 2553). *การขับเคลื่อนกระบวนการแผนชุมชน*. กรุงเทพฯ: สำนักเสริมสร้างความเข้มแข็งชุมชน กรมการพัฒนาชุมชน กระทรวงมหาดไทย.

Gilmore, G. D. (2008). *Needs and capacity assessment strategies for health education and health promotion*. Burlington, MA: Jones & Bartlett.

New Mexico Department of Health. (2006). *Adolescent Health System Capacity Assessment Key Issues*. The report prepared by The Office of School and Adolescent Health NM Department of Health and The Konopka Institute for Best Practices in Adolescent Health, University of Minnesota.

Web 2.0: สิทธิในการสื่อสารเพื่อขับเคลื่อนสังคมสารสนเทศ

Web 2.0: The Right to Communicate for Information Society Movement

ปัทมาภรณ์ ธรรมกิต และ สุคนธ์ทิพย์ คำจันทร์



บทคัดย่อ

การพัฒนากระบวนการสื่อสารของโลกได้เปิดโอกาสให้สิทธิในการสื่อสารมีความก้าวหน้ามากยิ่งขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งในเรื่องการสื่อสารด้วย Web 2.0 ที่ถูกนำมาใช้เป็นเครื่องมือในการขับเคลื่อนสังคมสารสนเทศ บทความนี้ได้อธิบายถึงการใช้ Web 2.0 ในการขับเคลื่อนสังคมสารสนเทศ และการแพร่กระจายด้วยสิทธิในการสื่อสาร การพัฒนาของ Web 2.0 ได้แสดงให้เห็นอย่างเด่นชัดถึงวิธีการที่ Web 2.0 มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างการขับเคลื่อนสังคมสารสนเทศและเทคโนโลยีการสื่อสาร สิทธิในการสื่อสารจึงเชื่อมโยงไปถึงเรื่องของการเข้าถึงแหล่งของการสื่อสารที่เกิดจากการไหลเวียนของเครือข่ายสารสนเทศด้วยการใช้เทคโนโลยี Web 2.0 เกิดพัฒนาการของการมีส่วนร่วม การแสดงเสรีภาพทางความคิด สิทธิด้านทรัพย์สินทางปัญญา สิทธิมนุษยชน และการแสดงออกทางวัฒนธรรม และภาษาซึ่งเกิดขึ้นจากการพัฒนาด้านการสื่อสารระหว่างบุคคล สิทธิในการสื่อสารจึงเป็นความคาดหวังด้านการสื่อสารของมนุษย์ซึ่งมีสิทธิพื้นฐานในการตัดสินใจเลือกการสื่อสารใด ๆ บนสังคมสารสนเทศได้อย่างมีประสิทธิภาพ

คำสำคัญ: เว็บ 2.0, สิทธิในการสื่อสาร, สังคมสารสนเทศ, การขับเคลื่อนสังคมสารสนเทศ

Abstract

The development of global communications systems present an opportunity to advance communication rights, specifically the right to communicate by using Web 2.0 tools as a good complement for information society movement. This paper describes the social society movement for a right to communicate and the discourse surrounding Web 2.0 development, with demonstrate how Web 2.0 is a manifestation of an on going interaction between human rights social movement and communication technology. The right to communicate relates to access to communication resources, flow of Web 2.0 information networking, participation in development, intellectual freedom, intellectual property rights, and culture and linguistic identity that are arising out of rapid development of global and interpersonal communication. The right



to communicate is the expectation in the basic human communication for decision making in freedom to choose any type of communication in information society.

Keywords: web 2.0, right to communicate, information society, information society movement.



ความนำ

ปัจจุบัน Web 2.0 เป็นภาพรวมของการขับเคลื่อนสังคมที่อยู่ในรูปแบบของการพัฒนาการด้านซอฟต์แวร์ในการให้บริการบนโลกโซเชี่ยลมีเดีย Web 2.0 จึงเป็นตัวแทนของการขับเคลื่อนทางสังคมอย่างต่อเนื่องที่เกิดขึ้นมาพร้อมกับพัฒนาการด้านเทคโนโลยีการสื่อสาร และการแพร่กระจายของสิทธิในการสื่อสาร ซึ่งนับเป็นสิทธิมนุษยชนขั้นพื้นฐานในการสื่อสารของมนุษย์ทุกคนที่มีส่วนร่วมในการใช้และการพัฒนาการสื่อสารของโลก สิทธิในการสื่อสารจึงได้รับการยอมรับว่าเป็นเสรีภาพทางสารสนเทศที่เกิดขึ้นมาพร้อมกับโครงสร้างของสังคมในเรื่องของสิ่งพิมพ์และสื่ออิเล็กทรอนิกส์ที่เป็นการปฏิสัมพันธ์ระหว่างบุคคลผ่านช่องทางการสื่อสารในหลายรูปแบบ และมีปฏิสัมพันธ์กันด้วยการสื่อสารแบบอิเล็กทรอนิกส์ อย่างไรก็ตามพัฒนาการของเว็บได้เพิ่มบทบาทของผู้ใช้ให้เข้ามามีส่วนร่วมมากยิ่งขึ้น พัฒนาการของเว็บจึงเป็นการพัฒนาความสามารถของปัจเจกบุคคลที่นำประสบการณ์ด้านสิทธิในการสื่อสารมาขับเคลื่อนสังคมให้เกิดการพัฒนาในด้านต่าง ๆ อย่างต่อเนื่อง

การสื่อสารและสิทธิมนุษยชนในโลก

จากพัฒนาการด้านเทคโนโลยีการสื่อสารของมนุษย์ทำให้เกิดการปฏิสัมพันธ์อย่างต่อเนื่องระหว่างพัฒนาการด้านสิทธิในการสื่อสารและด้านเทคโนโลยี โดยผ่านการสื่อสารหลายช่องทางตั้งแต่ศตวรรษที่ 19 ถึง ศตวรรษที่ 20 (McIver & Birdsall, 2004; Birdsall & Rasmussen, 2005) สิทธิเหล่านี้ได้รับการรับรองในระดับนานาชาติจาก United Nations Universal Declaration of Human Rights (UDHR) ตั้งแต่ปี ค.ศ. 1948 โดย UDHR ได้กล่าวไว้ว่า “มนุษย์ทุกคนมีสิทธิและเสรีภาพในการแสดงความคิดเห็นและการแสดงออก

รวมทั้งเสรีภาพในการแสดงความคิดเห็นที่ปราศจากการแทรกแซงใดๆ การค้นหา การรับ การส่งสารสนเทศ และความคิดผ่านทางสื่อใดๆ ได้”

ในปี ค.ศ. 1960 ได้เกิดการสื่อสารผ่านระบบดาวเทียม ซึ่งใช้กันอย่างแพร่หลายทั้งในการทำงานของภาครัฐ การวิจัย และในการบริการสาธารณะทั่วไป หลายประเทศทั่วโลกได้ตัดสินใจเข้าร่วมในการสื่อสารผ่านดาวเทียมในครั้งนี้ รวมทั้งประเทศที่กำลังพัฒนาหลายประเทศก็ได้เข้าร่วมเป็นสมาชิกขององค์การสหประชาชาติเพื่อขอสิทธิในการเข้าถึงแหล่งด้านการสื่อสารนี้เช่นกัน การส่งผ่านการสื่อสารผ่านดาวเทียมจากประเทศที่พัฒนาไปสู่ประเทศที่กำลังพัฒนานั้น จึงนับเป็นวัฒนธรรมของมวลมนุษยชาติในด้านการสื่อสารที่ผลักดันให้แต่ละประเทศได้เข้ามามีส่วนร่วม และเป็นจุดกำเนิดของการสื่อสารสารสนเทศอย่างแท้จริง

ต่อมาในปี ค.ศ. 1974 องค์การ UNESCO ได้เข้ามามีบทบาทในการขับเคลื่อนเรื่องสิทธิในการสื่อสาร และได้ประกาศสัมพันธภาพเรื่องสิทธิในการสื่อสารผ่านการประชุมนานาชาติหลายครั้ง ในเวลาเดียวกันนั้น ได้มีสมาชิกใหม่ของ UN ได้ร่วมกันสร้าง New World Information and Communication Order (NWICO) ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการประกาศสัมพันธภาพพัฒนาด้านเศรษฐกิจ ซึ่งผู้วิเคราะห์ของ NWICO ได้ให้ความสำคัญเกี่ยวกับเรื่องสิทธิในการสื่อสาร และการมีส่วนร่วมในกระบวนการของการสื่อสารมากยิ่งขึ้นอีกด้วย

นอกจากนี้กองทุนของ Dag Hammarskjold (Dakroury, 2005) ได้เสนอแนวคิดในการสนับสนุนเรื่องสิทธิในการสื่อสารโดยเน้นประเด็นที่สำคัญ คือ

1. ทฤษฎีพหุนิยม (pluralism) ทุกคนต้องได้รับสิทธิในการสื่อสารอย่างเท่าเทียมกัน

2. การไหลเวียนการสื่อสารแบบทางตรง (direct communication flows) แต่ละบุคคลสามารถสื่อสารทุกสิ่งที่มีอยู่จากทุกภาคส่วนในสังคมได้โดยตรง โดยปราศจากการควบคุมจากภายนอก

3. องค์ประกอบทางสังคม (social function) สารสนเทศเป็นองค์ประกอบทางสังคมและถูกสร้างขึ้นเพื่อเพิ่มพูนความรู้ให้เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่อง

4. การวิเคราะห์สื่อ (media analysis) การวิเคราะห์และการรายงานทำให้ทราบถึงกระบวนการของสารสนเทศที่เกิดขึ้น

5. การสื่อสารและสารสนเทศ (communication versus information) การสื่อสารต้องเกิดขึ้นในระดับแนวราบและเป็นประโยชน์ต่อการแลกเปลี่ยนสารสนเทศไม่ควรสื่อสารในระดับแนวตั้งเนื่องจากจะเกิดการควบคุมและเป็นอุปสรรคต่อผู้รับสาร

6. การใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสม (appropriate use of technology) เมื่อนำเทคโนโลยีมาใช้ และเกิดผลกระทบต่อสังคมและโครงสร้างต่าง ๆ ต้องมีการพิจารณาเทคโนโลยีที่มีความเหมาะสมต่อนั้น ๆ

7. สิทธิในการสื่อสารจึงเป็นกรอบแนวคิดในการทำงานภายใต้ประเด็นเรื่องการเข้าถึงทรัพยากรทางปัญญา วัฒนธรรมและสิทธิทางภาษาศาสตร์ รวมทั้งความเป็นส่วนตัวบนสภาพแวดล้อมของการสื่อสารที่อยู่ในรูปแบบดิจิทัลอีกด้วย

สิทธิในการสื่อสาร

จากการสื่อสารผ่านระบบดาวเทียมได้เปิดโลกทัศน์ใหม่ของการสื่อสารอีกหลายช่องทางทั่วโลกทั้งในรูปแบบการสื่อสารแบบปฏิสัมพันธ์ และการสื่อสารระหว่างบุคคล สภาพแวดล้อมของการสื่อสารแบบใหม่นี้ได้เปลี่ยนแปลงโครงสร้างด้านการสื่อสารทั้งในรูปแบบสิ่งพิมพ์และสื่ออิเล็กทรอนิกส์ในช่วงศตวรรษที่ 19 ถึงศตวรรษที่ 21 การเปลี่ยนแปลงโครงสร้างนี้เป็นการเปลี่ยนแปลงทั้งในรูปแบบแนวตรง และแบบระดับบนสู่ระดับล่าง ทำให้เกิดการไหลเวียนสารสนเทศที่เกิดจากความร่วมมือกันในด้านต่าง ๆ เทคโนโลยีใหม่นี้จึงทำให้ผู้คนสามารถสื่อสารถึงกันทั้งในรูปแบบปฏิสัมพันธ์

การสื่อสารข้ามพรมแดนโดยผ่านระบบเครือข่ายไปทั่วโลก

สิทธิในการสื่อสารจึงมีแนวคิดที่แตกต่างจากเสรีภาพด้านสารสนเทศในประเด็นของบทบาทที่เปลี่ยนแปลงของปัจเจกบุคคล จากการเป็นผู้รับสารสนเทศที่ส่งผ่านจากระยะไกลมาสู่การเป็นผู้มีส่วนร่วมเชิงปฏิสัมพันธ์ในการพัฒนาและการใช้วิธีการในการสื่อสาร สิทธิในการสื่อสารจึงเป็นการให้เนื้อหาซึ่งอยู่ในกระบวนการของการสื่อสาร ซึ่งเปรียบเสมือนสิทธิของการเข้ามามีส่วนร่วมเชิงปฏิสัมพันธ์อีกด้วย (McKenna, 2005) ดังนั้นเสรีภาพด้านสารสนเทศและสิทธิในการสื่อสารจึงมีโครงสร้างทางสังคมที่ตรงกันข้ามกล่าวคือ เป็นเรื่องของการรับรู้การเปลี่ยนแปลงสภาพในระดับแนวราบ การสื่อสารแบบสองทางหรือมากกว่าสองทาง การมีปฏิสัมพันธ์ การเข้ามามีส่วนร่วม การสื่อสารระหว่างบุคคลบนโลกอินเทอร์เน็ตและเวิลด์ไวด์เว็บ ความตรงข้ามในเรื่องสิทธิการสื่อสารจึงมีความหลากหลาย เช่น ในโลกตะวันตกเห็นว่าเรื่องนี้เป็นเรื่องของการสร้างสารสนเทศตามคำสั่ง แต่ในประเทศอื่น ๆ มองในทางตรงข้ามกล่าว คือ เรื่องสิทธิในการสื่อสารเป็นการสนับสนุนความสำคัญของค่านิยมในโลกตะวันตกเท่านั้น (Bullen, 2002)

จากรายงานของหน่วยงานด้านการจัดเก็บสถิติการใช้อินเทอร์เน็ตพบว่า มีผู้ใช้อินเทอร์เน็ตทั่วโลกมากกว่า 1 พันล้านคน คิดเป็นอัตราที่เพิ่มขึ้นมากกว่า 142 % นับตั้งแต่ปี ค.ศ. 2010 ศักยภาพของคนและศักยภาพของการสื่อสารอิเล็กทรอนิกส์ในแบบปฏิสัมพันธ์ได้เพิ่มขึ้นเนื่องจากพัฒนาการด้านการสื่อสารที่มีความหลากหลาย เช่น การสื่อสารแบบจดหมายอิเล็กทรอนิกส์ (e-mail) บล็อก (blog) podcasts และการใช้เว็บไซต์อื่น ๆ เช่น YouTube.com และ MySpace.com เป็นต้น การพัฒนาด้านฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์นี้ทำให้ผู้คนมากกว่าหนึ่งล้านคนสามารถสื่อสารกันได้โดยตรงผ่านระบบอิเล็กทรอนิกส์ และสามารถสื่อสารได้ทั่วโลกทั้งเฉพาะส่วนบุคคลหรือการสื่อสารแบบกลุ่ม จากจำนวนของบุคคลผู้ใช้งานที่เพิ่มขึ้นทำให้ทุกคนสามารถเข้ามามีส่วนร่วมกับการพัฒนาเว็บได้อีกด้วย

แต่ความก้าวหน้าเหล่านี้ทำให้เกิดข้อจำกัดในเรื่องความสามารถของบุคคลด้านสิทธิในการสื่อสาร ในขณะที่มีผู้ใช้อินเทอร์เน็ตมากกว่า 1 พันล้านคน แต่จำนวนผู้ใช้กลุ่มนี้เป็นเพียงร้อยละ 17 ของจำนวนประชากรโลก ซึ่งในอีกหลาย ๆ ภาคส่วนทั่วโลกผู้คนมีข้อจำกัดในการใช้หรือไม่มีการเข้าถึงสารสนเทศเลย ดังนั้น จึงเป็นที่รับรู้กันว่ามีผู้คนอีกหลายเชื้อชาติที่มีความเหลื่อมล้ำในเรื่องการเข้าถึงเทคโนโลยี (digital divided) (Birdsall, 2006; Birdsall & Birdsall, 2005) นอกจากนี้จำนวนผู้ใช้อินเทอร์เน็ตมากกว่าร้อยละ 85 เป็นผู้ใช้ที่อยู่ในแถบเอเชีย ยุโรป และอเมริกาเหนือ ซึ่งห่างไกลจากการใช้ในประเทศแถบทวีปแอฟริกา ตะวันออกกลาง และลาตินอเมริกา

สิทธิในการสื่อสารจึงเป็นเรื่องที่ใกล้เคียงกับสิทธิมนุษยชนที่เกี่ยวข้องกับการปฏิบัติการทางเทคนิคของการสื่อสาร เช่น โครงสร้างพื้นฐาน แหล่งเงินทุนด้านการเงินและสมรรถนะทางเทคนิค เป็นต้น การสื่อสารนับเป็นความต้องการพื้นฐานของมนุษย์เนื่องจากเป็นกระบวนการในการแสดงออกทางสังคม ซึ่งมนุษย์ทุกคนต้องการได้รับสารสนเทศและใช้สารสนเทศเพื่อความ เป็นอยู่ หากขาดกระบวนการในการเข้าถึงสารสนเทศแล้วย่อมหมายถึงการเกิดวิกฤตในด้านต่าง ๆ ที่ผู้รับสารไม่สามารถจะดำเนินการในเรื่องต่าง ๆ ได้ เช่น การขาดการสื่อสารด้านสาธารณสุข และด้านสุขภาพ (McIver; Birdsall & Rasmussen, 2003) ความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีสารสนเทศจึงได้รับการพิจารณาให้เป็นส่วนหนึ่งของการปฏิบัติการด้านสิทธิในการสื่อสาร และได้มีการคิดสรรเทคโนโลยีที่เหมาะสมด้านการสื่อสารให้แก่ชุมชน โดยการเปิดรับเทคโนโลยีการสื่อสารที่กำลังอยู่ในความนิยม รวมทั้งเทคโนโลยีการสื่อสารแบบดิจิทัล การสื่อสารระหว่างบุคคล และกลไกการสื่อสารที่ขับเคลื่อนสถาบันการศึกษา เช่น ห้องสมุดหรือสถาบันบริการสารสนเทศ เป็นต้น

เรื่องของสิทธิในการสื่อสารนี้ได้จางหายไปจากการประชุมของ UNESCO แต่หน่วยงานที่รับผิดชอบเกี่ยวกับเรื่องสื่อได้ดำเนินการเชื่อมโยงเรื่องนี้ให้บรรจุไว้ในวัตถุประสงค์ของ NWICO (Bullen, 2002) อย่างไรก็ตามองค์กรที่ไม่แสวงหาผลกำไร (Non-Governmental

Organizations-NGOs) ได้เข้ามามีบทบาทและดำเนินการรักษาแนวคิดของเรื่องสิทธิในการสื่อสารให้ยังคงอยู่ และผลักดันเรื่องนี้เข้าสู่วาระการพิจารณาในการประชุม UN World Summit on the Information Society อีกด้วย

สิทธิในการสื่อสารจึงทำหน้าที่เสมือนเป็นกรอบแนวคิดการทำงานที่รวมอยู่ในประเด็นของนโยบายสาธารณะ เช่น การเข้าถึงแหล่งสารสนเทศและการสื่อสาร ทรัพย์สินทางปัญญา วัฒนธรรมและการแสดงออกเกี่ยวกับภาษาศาสตร์ รวมทั้งความเป็นส่วนตัว (privacy) ทั้งในบริบทของการสื่อสารทั่วโลกและการสื่อสารระหว่างบุคคล สิทธิในการสื่อสารจึงเป็นการจัดการการบริการด้านพื้นฐานและเป็นการสร้างโอกาสการสื่อสารไปทั่วโลก และรวมไปถึงประเด็นของเรื่องความเหลื่อมล้ำทางด้านเทคโนโลยีสารสนเทศสารสนเทศ (Cunningham, 2005) การทำให้การสื่อสารแพร่กระจายไปทั่วโลก (Darkrouy, 2005) การแสดงออกทางวัฒนธรรม (Rasmussen, 2002) การจัดการความรู้ (Kuhlen, 2003) และนโยบายสารสนเทศสาธารณะของภาครัฐ (Birdsall, 2006)

ความสัมพันธ์ของสิทธิในการสื่อสารและเทคโนโลยีการสื่อสารจึงเป็นกระบวนการของการแพร่กระจายการสื่อสารไปทั่วโลก ซึ่งพบเห็นได้จากการขับเคลื่อนผ่านระบบอินเทอร์เน็ตในด้านของสิทธิมนุษยชน ดังนั้นความสัมพันธ์ระหว่างประชาธิปไตย สิทธิมนุษยชน และเทคโนโลยีการสื่อสารยังคงเป็นแนวคิดในการพัฒนาของการกำหนดนโยบายด้านการสื่อสารในยุคสังคมสารสนเทศ จากรายงานของ UNDP (2000) เรื่อง สิทธิมนุษยชนและการพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ได้ชี้ให้เห็นว่า สิทธิมนุษยชนและการพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ในยุคสังคมสารสนเทศนั้น เป็นการแบ่งปันวิสัยทัศน์และเป้าหมายพื้นฐาน ทั้งนี้เพื่อเป็นการรักษาเสรีภาพ ความเป็นอยู่ และศักดิ์ศรีของมนุษย์ในทั่วโลก ในรายงานดังกล่าวได้เชื่อมโยงเรื่องของการพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ สิทธิมนุษยชน และเทคโนโลยีสารสนเทศว่า ปัจจุบันเทคโนโลยีเป็นส่วนขับเคลื่อนและเปิดโอกาสให้กับสังคมโดยผ่านระบบเครือข่าย และเป็นการสร้างพันธมิตรในการสื่อสารให้มากขึ้นอีกด้วย นอกจากนั้นควรมีการใช้เทคโนโลยี

และการศึกษารวมทั้งสื่อต่าง ๆ เพื่อประชาสัมพันธ์เรื่อง
ค่านิยมของสิทธิมนุษยชนในสังคมสารสนเทศ

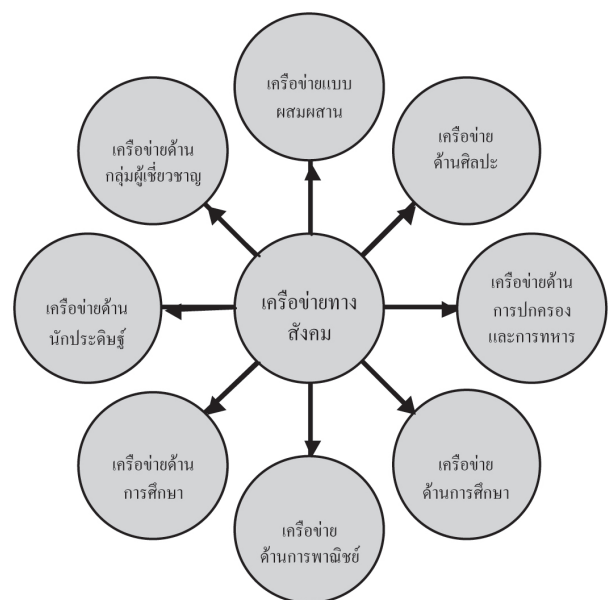
Web 2.0

ในระยะเริ่มต้นของการใช้เว็บเป็นเครื่องมือ
ในการสื่อสารเพื่อขับเคลื่อนสังคมสารสนเทศนั้น ผู้ใช้
สามารถสื่อสารได้ในลักษณะทางเดียว และมีการใช้
HTML อย่างแพร่หลายซึ่งเรียกว่า Web 1.0 ต่อมาในปี
2004 ได้มีการพัฒนา Web 2.0 ขึ้นและได้รับความนิยม
อย่างกว้างขวางในการให้คำอธิบายเรื่องของ Web 2.0 นั้น
ได้มีผู้ให้ความหมายไว้หลายแนวคิด แต่ละแนวคิด
เกี่ยวข้องกับเรื่องของบทบาทการใช้และการมีส่วนร่วม
ของผู้ใช้ในการพัฒนาเว็บที่มีปริมาณเพิ่มมากขึ้น
ซึ่ง O'Reilly (2005) และ Linh (2008) ได้กล่าวว่า Web 2.0
เป็นการพัฒนาหลักการที่เกี่ยวข้องกับสถาปัตยกรรม
ของการมีส่วนร่วม ประสบการณ์ของผู้ใช้ หรือการทำ
หน้าที่เป็นผู้พัฒนาร่วมของผู้ใช้ ส่วน Maness (2006)
ได้เน้นถึงเรื่องขององค์ประกอบที่สำคัญของ Web 2.0
ที่รวมการมีส่วนร่วมของผู้ใช้ในการสร้างเนื้อหาและ
การบริการ ซึ่งทำให้เกิดการสื่อสารทางสังคมระหว่าง
ผู้ใช้และนวัตกรรมใหม่ที่เกิดขึ้น ส่วนหลักการของ
Miller (2006) ได้ให้แนวคิดที่ว่า Web 2.0 จะรวมถึงเรื่อง
สารสนเทศที่ไม่ต้องเสียค่าใช้จ่าย การมีส่วนร่วม
การปฏิบัติงานเพื่อผู้ใช้ การแบ่งปันสารสนเทศ การสื่อสาร
และการอำนวยความสะดวกแก่ชุมชน รวมทั้งความ
น่าเชื่อถือของสารสนเทศ

Graham (2005) กล่าวว่า Web 2.0 เป็นชุด
ของเครื่องมือที่ใช้ในการสื่อสารบนระบบอินเทอร์เน็ต
นวัตกรรมทางสังคมนี้เป็นการสื่อสารแบบปฏิสัมพันธ์ที่
รวบรวมความรู้จากประสบการณ์ของผู้ใช้บนโลกออนไลน์
แนวคิดของการมีส่วนร่วมในการทำงานบนระบบเครือข่าย
ทางสังคมและการใช้ซอฟต์แวร์บูรณาการนี้ได้นำไปสู่
การเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญต่อรูปแบบการใช้
อินเทอร์เน็ตทั่วโลก นอกจากนั้นองค์ประกอบหลักของ
Web 2.0 อีกสองด้าน คือ ความเป็นประชาธิปไตย และ
การไม่กระทำผิดต่อผู้ใช้ ซึ่งหมายถึงการแสดงความนับถือ
ต่อผู้ใช้เว็บ และการสร้างเนื้อหาที่เกิดจากการพัฒนา
บนเว็บ เช่น การสร้างเนื้อหาบน Wikipedia ที่ให้ผู้ใช้

ได้มีส่วนร่วมในการพัฒนาเนื้อหาอย่างมีคุณภาพ ซึ่ง
สอดคล้องกับแนวคิดของ Jimmy Wales ที่ได้กล่าวถึง
การมีอาสาสมัครเข้ามาร่วมในการสร้างเนื้อหาใน Wiki
และทำให้ Wiki เป็นฐานข้อมูลใหญ่และเป็นเครื่องมือ
ในการค้นหาสารสนเทศ ดังนั้นแนวคิดหลักของการสร้าง
ชุมชนบนโลกออนไลน์ คือ การให้อำนาจแก่ผู้ใช้ด้วยการ
ให้ผู้ใช้มีส่วนร่วมโดยตรงในกระบวนการพัฒนาที่เป็นไป
อย่างโปร่งใส การตรวจสอบและการแก้ไขเพื่อให้เนื้อหา
สารสนเทศมีคุณภาพมากยิ่งขึ้น (Cohen, 2007)

จากการสร้างชุมชนบนโลกออนไลน์ได้นำ
แนวคิดของพื้นฐานทางด้านการสื่อสารมาสร้างเครือข่าย
ทางสังคมที่มีรูปแบบที่หลากหลาย แต่ละรูปแบบขึ้นอยู่กับ
ความต้องการและกลุ่มเป้าหมายในการใช้ ซึ่งเป็นไป
ตามกิจกรรมขององค์กรทั้งในส่วนภายในและภายนอก
องค์กร หรือในส่วนที่เกี่ยวข้องอื่น ๆ ที่มีปฏิสัมพันธ์กัน
อย่างไรก็ตามในทุกภาคส่วนของสังคมได้มีการใช้
เครือข่ายทางสังคมในการขับเคลื่อนสารสนเทศอย่าง
หลากหลายเช่นกัน ขอบเขตหลักของเครือข่ายทางสังคม
ที่หลากหลายประกอบด้วยขอบเขตหลัก 8 ด้าน
ดังปรากฏในภาพ 1



ภาพ 1 ขอบเขตหลักของเครือข่ายทางสังคม

จากภาพ 1 เป็นการแสดงขอบเขตหลักของ
เครือข่ายทางสังคม 8 ด้าน ที่เชื่อมโยงสัมพันธ์กัน
เป็นวงจร โดยเริ่มต้นจากเครือข่ายแบบผสมผสานที่มี

ผู้คนจากหลากหลายกลุ่มเข้าร่วม เช่น Facebook เครือข่ายด้านศิลปะที่เชื่อมโยงกับงานด้านดนตรี งานที่เกี่ยวข้องกับศิลปะ เช่น Buzznet เครือข่ายด้านการปกครองและการทหารที่เป็นสารสนเทศเฉพาะกลุ่ม เครือข่ายด้านการกีฬาที่บริการสารสนเทศกับองค์กรหรือบุคคลที่อยู่ในอาชีพเดียวกัน เช่น Athinks เครือข่ายด้านการพาณิชย์และการบริการ เช่น Wal-Mart เครือข่ายด้านการศึกษาที่ให้สารสนเทศด้านวิจัย เครือข่ายนักพัฒนาหรือนักประดิษฐ์ และเครือข่ายด้านกลุ่มผู้เชี่ยวชาญที่ออกแบบมาเพื่อกลุ่มบุคคลในวิชาชีพพิเศษ เช่น แพทย์ นักวิทยาศาสตร์ วิศวกร หรือสมาชิกจากภาคอุตสาหกรรม

จากขอบเขตหลักของเครือข่ายทางสังคมได้มีการนำนวัตกรรมใหม่เข้ามาปรับใช้เพื่อขับเคลื่อนเครือข่ายทางสังคมให้เป็นรูปธรรมด้วยการใช้ YouTube และ MySpace ดังนั้นในปี ค.ศ. 2006 นิตยสารไทม์ (Time Magazine) ได้คัดเลือกให้ YouTube และ MySpace เป็นเว็บไซต์ยอดนิยมแห่งปีเนื่องจากมีผู้ใช้เข้ามาดาวน์โหลดเนื้อหาทุกวันจนทำลายสถิติเว็บอื่น ๆ ซึ่งไทม์ได้กล่าวว่าการเปลี่ยนแปลงครั้งยิ่งใหญ่นี้เป็นการเปลี่ยนแปลงด้านศิลปะในยุคสารสนเทศด้วยการใช้ผู้เชี่ยวชาญจาก Web 2.0 ในการสร้างชุมชนและการมีส่วนร่วม การสร้างพลังให้กับประชาชน การกุมบังเหียนด้านสื่อของโลก การสื่อสารของบุคคลถึงบุคคล และเป็นการรวมกันของสังคมขนาดใหญ่อีกด้วย (Time, 2007)

ส่วนประเด็นของความเป็นประชาธิปไตยนั้นกล่าวได้ว่า Web 2.0 ได้แสดงออกถึงประเด็นดังกล่าวอย่างชัดเจน เช่น การแสดงความนับถือต่อผู้ใช้ การนำเสนอของผู้ใช้ การสร้างชุมชน การมีส่วนร่วม การปฏิสัมพันธ์ การแบ่งปันสารสนเทศ การสร้างเครือข่ายทางสังคม เป็นต้น ซึ่ง Berners-Lee (1999) ได้กล่าวว่า Web 2.0 เป็นการสร้างสังคมมากกว่าการสร้างวิชาการ ซึ่งผู้ใช้

ในชุมชนได้เข้ามามีบทบาทและมีส่วนร่วมในการพัฒนาเนื้อหาเป็นสำคัญ

การไหลเวียนของสารสนเทศบนเครือข่ายทางสังคมด้วย Web 2.0

จากสภาพแวดล้อมในปัจจุบันการรู้สารสนเทศได้กลายมาเป็นเครื่องมือในการสร้างมูลค่าเพิ่มให้แก่บุคคลบนโลกของเครือข่ายทางสังคม และ Web 2.0 เป็นองค์ประกอบหลักในการสร้างสังคมนี้ให้เจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว ดังนั้นแนวคิดหลักของ Web 2.0 จึงเกี่ยวข้องสัมพันธ์กับหลักการ 6 ประการ คือ

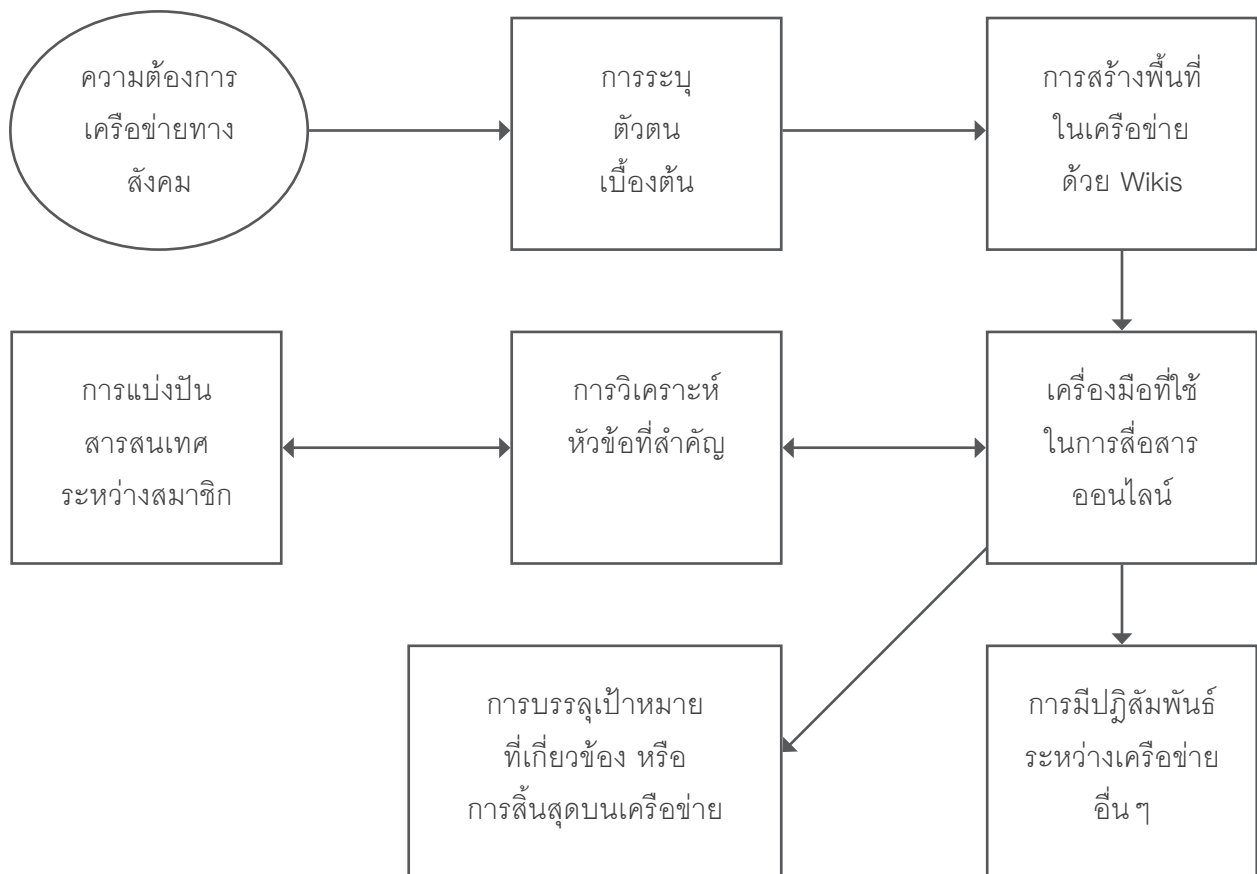
1. การสร้างชุมชน (communities)
2. การสร้างบล็อก (blog)
3. การแบ่งปันสารสนเทศผ่าน Wikis
4. การเป็นศูนย์กลางให้ผู้ใช้สามารถ tag เนื้อหาออนไลน์ และสามารถสืบค้น

สารสนเทศได้อย่างสะดวก รวมทั้งการแสดงเนื้อหานั้นอย่างเที่ยงตรงด้วยการสร้างคำศัพท์โดยผู้ใช้ด้วยการเชื่อมโยงสารสนเทศอย่างอิสระ (folksonomy)

5. การช่วยผู้ใช้ในการส่งแฟ้มข้อมูลต่าง ๆ ที่เชื่อมโยงกับแบบเครือข่าย เพื่อให้ผู้ใช้บนเครือข่ายสามารถมองเห็นได้อย่างชัดเจน

6. การให้บริการแบบใหม่ด้วยระบบการรวมสารสนเทศจากแหล่งต่าง ๆ เช่น สารสนเทศจาก Google map เพื่อการค้นหาแหล่งสารสนเทศจากโทรศัพท์เคลื่อนที่ผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

วงจรชีวิตของระบบเครือข่ายสังคมออนไลน์ด้วย Web 2.0 จึงมีการไหลเวียนของสารสนเทศปรากฏดังภาพต่อไปนี้



ภาพ 2 การไหลเวียนของสารสนเทศด้วย Web 2.0

แนวคิดของเครือข่ายทางสังคมและการขับเคลื่อนด้วย Web 2.0 ได้สร้างการเชื่อมโยงสารสนเทศให้เกิดขึ้นอย่างหลากหลายรูปแบบ และทำให้เกิดวงจรชีวิตของเครือข่ายทางสังคมอย่างเป็นขั้นตอน และขั้นตอนทั้งหมดได้แสดงถึงศักยภาพของการสื่อสารที่เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องบนระบบเครือข่าย อย่างไรก็ตาม การใช้ Web 2.0 ในเครือข่ายทางสังคมย่อมส่งผลกระทบต่อสังคมโดยภาพรวม เช่น การส่งผลกระทบในเชิงบวกต่อการแพทย์ด้วยการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศในการช่วยชีวิตผู้คน จากผลการวิจัยสรุปว่าบุคคลในวงการแพทย์ร้อยละ 89 ใช้ Web 2.0 เป็นเครื่องมือในการปฏิบัติงาน รวมทั้งใช้ในการค้นหาสารสนเทศทางการแพทย์ผ่านระบบเครือข่ายเพิ่มเติม

ลักษณะพิเศษที่ปรากฏขึ้นของ Web 2.0 นี้ นับเป็นปรากฏการณ์ใหม่ของผู้ใช้ที่เกิดการเปลี่ยนแปลงในเชิงปฏิสัมพันธ์ อย่างไรก็ตามในการพัฒนานี้เป็นเรื่องที่ตื่นตัวเร็วใจต่อผู้ใช้และเป็นวิวัฒนาการในด้านการสร้างบทสนทนายว่หว่างการพัฒนาเทคโนโลยี

การสื่อสารและสิทธิของการสื่อสารที่เป็นไปอย่างต่อเนื่อง คุณค่าของ Web 2.0 จึงเกี่ยวกับการมีส่วนร่วมของผู้ใช้ ความร่วมมือ ชุมชน และการมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างกันซึ่งสอดคล้องกับสิทธิมนุษยชนในด้านการสื่อสาร การพัฒนาเว็บในปัจจุบันจึงมีนัยสำคัญในการขับเคลื่อนสังคมสารสนเทศ เพื่อเพิ่มพูนความสามารถของบุคคลหรือกลุ่มบุคคลในการดำเนินการด้านสิทธิในการสื่อสาร บริบทนี้จึงเป็นการบรรจบกันของคุณค่าที่เพิ่มขึ้น และปรากฏขึ้นทั้งส่วนสิทธิในการสื่อสาร การพัฒนาเว็บ Web 2.0 จึงเป็นองค์ประกอบที่สำคัญต่อการขับเคลื่อนสังคมสารสนเทศขนาดใหญ่

สรุป

จากงานวิจัยและพัฒนาด้าน Web 2.0 ที่เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องไปพร้อมกับกับสิทธิในการสื่อสารเพื่อขับเคลื่อนทางสังคมสารสนเทศ จะสอดคล้องกับเรื่อง การมีส่วนร่วมของผู้ใช้ในการพัฒนาสื่อด้านการสื่อสาร และการบริการ การสื่อสารแบบปฏิสัมพันธ์ การสื่อสาร

แนวราบระหว่างผู้มีส่วนร่วม การใช้ช่องทางการสื่อสารในหลากหลายรูปแบบ ความสัมพันธ์แบบไม่มีลำดับชั้นของความร่วมมือระหว่างผู้ใช้ นักพัฒนาและผู้จัดหาการให้บริการ การมีข้อตกลงในการสร้างชุมชนและสอดคล้องต่อความต้องการของชุมชนอย่างชัดเจน และการรับรู้ว่าการพัฒนาเทคโนโลยีและสิทธิในการสื่อสารสารสนเทศเป็นส่วนหนึ่งของการพัฒนาอย่างยั่งยืนที่หน่วยงานของภาครัฐต้องกำหนดไว้ในนโยบายของการพัฒนาประเทศด้วย

ประเด็นเรื่องสิทธิในการสื่อสารได้ทำให้เกิดแนวคิดในการกำหนดนโยบายสาธารณะที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารทั้งในสังคมระดับชาติ นานาชาติ ด้านวัฒนธรรม เศรษฐศาสตร์และการเมืองการปกครอง นอกจากนี้สิทธิในการสื่อสารยังเป็นกรอบแนวคิดการทำงานด้านการวิจัยและการพัฒนากลยุทธ์ของเว็บที่รวมเรื่องการมีส่วนร่วมด้านความร่วมมือที่ผู้ใช้เว็บเป็นผู้มีบทบาทเป็นศูนย์กลางการพัฒนาด้านเทคโนโลยี เช่น ระบบอินเทอร์เน็ต เวิลด์ไวด์เว็บ หรืออื่นๆ เป็นการใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนตัวเป็นเครื่องมือในการสื่อสารไปยังประชากรทั่วโลก การพัฒนานี้จึงเป็นการให้แหล่งข้อมูลและ

เพิ่มพูนประสบการณ์โดยตรงแก่ผู้ใช้ในการพัฒนาเครือข่ายไปสู่ชุมชนของตนเองทั้งด้านเศรษฐศาสตร์ สังคม การศึกษาและวัฒนธรรม

การวางแผนทางเรื่องสิทธิในการสื่อสารและคุณค่าของ Web 2.0 จึงถูกกำหนดไว้ในนโยบายสาธารณะของประเทศ อย่างไรก็ตามทั้งสองประเด็นนี้มีลักษณะพิเศษที่แตกต่างกัน คือ การพัฒนา Web 2.0 เป็นศูนย์กลางการพัฒนาซอฟต์แวร์จากภาคเอกชน และเป็นเรื่องการพัฒนาการตลาดในขณะที่การประชาสัมพันธ์เรื่องสิทธิในการสื่อสารเป็นการขับเคลื่อนสังคมด้านสิทธิมนุษยชน ดังนั้นทั้งในส่วนของสิทธิในการสื่อสารและ Web 2.0 จึงเป็นส่วนหนึ่งของการขับเคลื่อนสังคมขนาดใหญ่ที่เกิดขึ้นระหว่างวิธีการสื่อสารและการพัฒนาด้านเทคโนโลยี การพัฒนาเว็บจึงไม่เพียงแต่เป็นการเกิดขึ้นของนวัตกรรมเทคโนโลยีหรือโมเดลใหม่ทางธุรกิจเท่านั้น แต่เป็นเรื่องของพลังอำนาจและเศรษฐกิจการเมืองที่เรื่องของพัฒนาเว็บได้เข้ามาแทนที่การพัฒนาศักยภาพของ Web 2.0 จึงเป็นการพัฒนาเพื่อการขับเคลื่อนสังคมสารสนเทศ และต้องเป็นการพัฒนาอย่างยั่งยืนที่หน่วยงานของภาครัฐต้องกำหนดไว้ในนโยบายของการพัฒนาประเทศด้วย



เอกสารอ้างอิง

- Berners-Lee, T. (1999). *Weaving the Web*. San Francisco: Harper San Francisco.
- Birdsall, W. F. (2006). A right to communicate as an open work. *Media Development*, 53(1), 41-46. Retrieved October 15, 2013, from http://www.wace.org.uk/wacc/publications/mwdia_development/2006_1/
- Birdsall, S. A., & Birdsall, W. F. (2005). Geography matters: mapping human development and digital access. *First Monday*, 10(10). Retrieved October 15, 2013, from http://firstmonday.org/issues/issues10_10/index.html
- Bullen, D. (2002). Advocating a right to communicate. In *New Code Words for Censorship: Modern labels for Curbs on the Press*. World Press Freedom Committee, Reston, Virginia, pp. 93-97.
- Cohen, N. (2007). *Something Wiki is coming to the Web search market*. New York Times, January 1. C5.

- Cunningham, C. (2005). The right to communicate: Democracy and the digital divide. *Paper presented to the Telecommunication Policy and Research Conference*, September 24, 2005. Retrieved from <http://web.si.umich.edu/tprc/papers/2005/434/>
- Dakrouy, A. I. (2002). Globalization and the right to communicate: Utopia or prison? *Journal of Intergroup Relations*, 31(Fall), 40-60.
- Dakrouy, A. I. (2005). Who owns the medium owns the message? The ambiguity of the right to communicate in the age of convergence. *Reconstruction.5* (Spring). Retrieved from <http://reconstruction.ese-for-pub1300803.pdgrver.org/052/>
- Graham, P. (2005). *Web 2.0*. Retrieved October 15, 2013, Retrieved from <http://www.paulgraham.com/web20.html>
- Kuhlen, R. (2003). Framework for the collaborative production and exchange of Knowledge. *World Library and Information Congress: 69th IFLA General Conference and Council, Berlin, 2003*. Retrieved from Web/rk ifla03 for pub1300803.pdf
- Linh, N. C. (2008). A survey of the application of Web 2.0 in Australasian university libraries. *Library Hi Tech*. 26(4), pp. 630-653.
- Maness, J. M. (2006). Library 2.0 theory: Web 2.0 and its implications for libraries. *Webology*, 3(2), Article 25. Retrieved from <http://www.webology.org/2006/v3n2/a25.html>
- McIver, W. J., Jr., & Birdsall, W. F. (2004). Technological evolution and the right to communicate. *EJC/REC: the Electronic Journal of Communication/La Revue Electronique e-Communication*. 14(3, 4). Retrieved from <http://www.cios.org/www/ejc/v143toc.htm>
- McIver, W. J., Jr., & Birdsall, W. F. & Rasmussen, M. (2003). The internet and the right to Communicate. *First Monday*, 8(12). Retrieved from http://firstmonday.org/issues/issues8_12/mciver/index.html
- McKenna, A. (2005). The concept of participation in the information society: a realizable human right, a possible legal claim, or mere empty rhetoric?. Canterbury: Kent Law School, University of Kent.
- Miller, P. (2006). *Coming together around Library 2.0*. D-Lib Magazine 12(4). Retrieved from <http://www.dlib.org/miller/04miller.html>
- O'Reilly, T. (2005). What is web 2.0: Design patterns and business models for the next generation of software. Retrieved from <http://www.oreilly.com/pub/a/oreilly/tim/news/2005/html>
- Rasmussen, M. (2002). Identity, culture and to communicate: Aboriginal peoples in the Canadian Constitution. Retrieved from <http://www.righttocommunicate.org/viewReference.atm?id=20>
- Time Magazine. December 25, 2006/January 1, 2007.
- United Nations Development Programme (UNDP). (2000). United Nations Development Programme Report. Human rights and human development. Retrieved from <http://www.undp.org>



ยุคสมัยของการประเมินผลและแนวคิดทฤษฎีของนักประเมิน



The Historical Development of Evaluation and Theorists' Concepts



ศุภามณ จันทรสกุล

บทคัดย่อ

การประเมินผล (Evaluation) เป็นการวัดผลโดยเปรียบเทียบสิ่งที่ถูกประเมินกับเกณฑ์มาตรฐานทั้งนี้เพื่อตัดสินคุณค่า ผลประโยชน์ และความคุ้มค่าที่ได้รับจากสิ่งที่ถูกประเมินนั้น ยุคสมัยของการประเมินเริ่มตั้งแต่อ่อนปี ค.ศ. 1900 และมีพัฒนาการอย่างต่อเนื่องมาจนถึงปัจจุบัน ในแต่ละยุคของการประเมินมีแนวคิดทฤษฎีของนักประเมินที่สำคัญๆ ได้แก่ แนวคิดทางการประเมินของ Michael Scriven, การประเมินซิปป์โมเดลของ Daniel L. Stufflebeam, การประเมินแบบตอบสนองของ Robert Stake, การประเมินเน้นการใช้ประโยชน์ของ Michael Patton, การประเมินโดยใช้ทฤษฎีเป็นแรงขับเคลื่อนของ Huey T. Chen, การประเมินยุคที่ 4 ของ Guba & Lincoln เป็นต้น บทความนี้นำเสนอ ยุคสมัยของการประเมินและแนวคิดทฤษฎีของนักประเมินเพื่อนำไปสู่ความรู้ ความเข้าใจ เพื่อนำแนวคิดของนักทฤษฎีไปใช้ในการประเมินผลต่างๆ ต่อไป

คำสำคัญ: การประเมินผล, การประเมินซิปป์โมเดล, การประเมินแบบตอบสนอง, การประเมินเน้นการใช้ประโยชน์, การประเมินโดยใช้ทฤษฎีเป็นแรงขับเคลื่อน, การประเมินยุคที่ 4

Abstract

The evaluation includes measurement, compares evaluation objects with standard criteria, and compares value judgment about merit, worth, significance, and benefit of evaluation objects. The period of evaluation, is the period prior to 1900 and has been developed until the recent times. Each period of evaluation has evaluation theorists' concepts such as an evaluation of Michael Scriven, The CIPP Model of Daniel L. Stufflebeam, Stake's responsive evaluation, Utilization-Focused Evaluation of Michael Patton, Theory-Driven Evaluation of Huey T. Chen, and Four Generation Evaluation Theory of Guba & Lincoln. This article presents the historical development of evaluation and theorists' concepts for knowing, understanding and applying theorists' concepts to others evaluation projects.

Keywords: Evaluation, CIPP Model, Responsive Evaluation, Utilization-Focused Evaluation (UFE), Theory - Driven Evaluation, Four Generation Evaluation Theory



ความนำ

ในชีวิตประจำวันของมนุษย์เกี่ยวข้องกับ การประเมินผลอย่างไม่อาจสามารถหลีกเลี่ยงได้ การประเมินผลเกี่ยวข้องกับเราในการเปรียบเทียบ สิ่งต่างๆ เพื่อตัดสินคุณค่าและผลประโยชน์ (benefit) ของสิ่งนั้นเมื่อเทียบกับเกณฑ์มาตรฐาน (criteria) ที่กำหนดในใจของแต่ละบุคคล ไม่ว่าจะเป็นตั้งแต่ การเลือกอาหารที่รับประทาน การใช้จ่ายใช้สอย ตลอดจนการกระทำกิจกรรมต่างๆ

การประเมินผล (Evaluation: E) เป็นการตัดสินคุณค่า (Judge: J) โดยวัดผล (Measurement: M) และตัดสินคุณค่าของสิ่งที่ถูกประเมินเทียบกับเกณฑ์ (criteria) หรือ $E = M + J$ บุคคลจะตัดสินใจประเมินผล ว่าสิ่งใด ๆ มีคุณค่าสูงจากการเปรียบเทียบกับเกณฑ์ในใจ ของแต่ละบุคคลแล้วพบว่าสิ่งนั้นมีความสำคัญ มีคุณค่า และให้ความคุ้มค่า (Scriven, 2001; Stufflebeam, & Shinkfield, 2007)

ประวัติศาสตร์ยุคสมัยของการประเมินผลเริ่ม ตั้งแต่ก่อนปี ค.ศ. 1900 โดยแบ่งเป็น 7 ยุค ได้แก่ The Age of Reform (ก่อนปี ค.ศ. 1900), The Age of Efficiency and Testing (ค.ศ. 1900-1930), The Tylerian Age (ค.ศ. 1930-1945), The Age of Innocence (ค.ศ. 1946-1957), The Age of Development or The Age of Realism (ค.ศ. 1958-1972), The Age of Professionalization (ค.ศ. 1973-1983), The Age of Expansion and Integration (ค.ศ. 1983-2001) พัฒนาการทางด้านการประเมินผลยังคงมีอย่างต่อเนื่อง มาจนถึงปัจจุบัน

ในแต่ละยุคสมัยประวัติศาสตร์การประเมินผล มีแนวคิดทฤษฎีของนักประเมินที่สำคัญ ได้แก่ แนวคิด ทางการประเมินของ Michael Scriven, การประเมิน ชิปปี้โมเดลของ Daniel L. Stufflebeam, การประเมิน แบบตอบสนองของ Robert Stake, การประเมินเน้น

การใช้ประโยชน์ของ Michael Patton, การประเมินโดยใช้ ทฤษฎีเป็นแรงขับของ Huey T. Chen, การประเมินยุคที่ 4 ของ Guba & Lincoln เป็นต้น ซึ่งได้นำเสนอในบทความนี้ เนื้อหาในบทความประกอบด้วยประวัติศาสตร์ยุคสมัย ของการประเมินผล พัฒนาการของการประเมินผล ตลอดจนแนวคิดทฤษฎีของนักประเมินที่น่าสนใจในการ พัฒนางานประเมินผล

ประวัติศาสตร์และพัฒนาการของการ ประเมินผล

ยุคสมัยของการประเมินผลมีการเจริญเติบโต และพัฒนาการดังต่อไปนี้

ยุคแรก ก่อนปี ค.ศ. 1900 ซึ่งเรียกว่า “The Age of Reform” เริ่มมี Formal education evaluation เป็นครั้งแรกในอเมริกาเมื่อปี ค.ศ. 1845 มีการทดสอบ ประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนในบอสตัน ซึ่งถือเป็นจุดสำคัญของประวัติศาสตร์การประเมิน เพราะ มีการใช้คะแนนการทดสอบเพื่อประเมินประสิทธิภาพ ของโรงเรียนหรือโปรแกรมการเรียนการสอน (Stufflebeam and Shinkfield, 2007; Stufflebeam, Madaus, & Kellaghan, 2000 cited in R. Lance Hogan, 2007) ต่อมาในปี ค.ศ. 1895 Joseph Rice ได้รวบรวม คะแนนสอบในการเรียนการสอนและคณิตศาสตร์ จากนักเรียน 16,000 คนในอเมริกา และค้นพบว่า ในแต่ละวันมีการใช้เวลาในการเรียนการสอนมาก แต่ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในการสอบกลับน้อย การประเมินของไรซ์ถือเป็น Formal educational program evaluation ครั้งแรกในอเมริกา (Stufflebeam and Shinkfield, 2007; Stufflebeam et al., 2000 cited in R. Lance Hogan, 2007)

ยุคที่สอง ปี ค.ศ. 1900-1930 ซึ่งเรียกว่า The Age of Efficiency and Testing Fredrick W. Taylor ได้นำแนวคิดประสิทธิภาพ (efficiency) และ

การสอบมาตรฐาน (Standardized testing) มาเพื่อค้นมาตรฐานและประสิทธิภาพในโรงเรียน (Stufflebeam and Shinkfield, 2007) มีการใช้ Objective-based tests เป็นสิ่งสำคัญในการตัดสินคุณภาพของการเรียนการสอน จะเห็นได้ว่าในช่วงแรกนี้ยังถือว่าการวัดและการประเมินเป็นสิ่งเดียวกัน (Worthen, Sanders, & Fitzpatrick, 1997 cited in R. Lance Hogan, 2007)

ยุคที่สาม ปี ค.ศ. 1930 – 1945 ซึ่งเรียกว่า “The Tylerian Age” ในช่วงต้นปี ค.ศ. 1930 มีนักทฤษฎีคนสำคัญซึ่งได้รับการกล่าวขานว่าเป็นบิดาแห่งการประเมินผลการศึกษาได้แก่ Ralph Tyler (Stufflebeam and Shinkfield, 2007; Stufflebeam et al., 2000 cited in R. Lance Hogan, 2007) ไทเลอร์ได้ทำการศึกษาเป็นระยะเวลา 8 ปี (1932-1940) โดยประเมินผลโปรแกรมการศึกษาของโรงเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายและค้นพบว่าวัตถุประสงค์ของการเรียนการสอนเป็นสิ่งที่อธิบายพฤติกรรมในการเรียนการสอน วัตถุประสงค์จึงเป็นพื้นฐานของการประเมิน (Tyler, 1975 cited in R. Lance Hogan, 2007) การประเมินในแนวคิดของไทเลอร์จึงเป็นการประเมินอิงวัตถุประสงค์ (objective-based evaluation) โดยเทียบผลลัพธ์ที่เกิดขึ้น (outcomes) กับวัตถุประสงค์ (objectives) ว่ามีความสอดคล้องกันเพียงใด แต่ไม่ได้ให้ความสนใจมากนักกับความแตกต่างของคะแนนนักเรียนแต่ละคน การประเมินจึงเริ่มมีความชัดเจนแยกออกจากการวัดโดยมีความชัดเจนในสิ่งที่ถูกประเมินเมื่อเทียบกับเกณฑ์ซึ่งคือวัตถุประสงค์นั่นเอง

ยุคที่สี่ ปี ค.ศ. 1946 – 1957 ซึ่งเรียกว่า “The Age of Innocence” เป็นช่วงเวลาหลังสงครามโลกครั้งที่ 2 ซึ่งผู้คนต้องการลืมความเจ็บปวดซึมเศร้าจากสงครามทำให้เกิดการพัฒนาในหลายๆ อย่างเพื่อก้าวสู่ชีวิตที่ดีขึ้น ในทางการศึกษามีการขยายตัวในเรื่องของตัวบุคคล (personnel) และปัจจัยเอื้อ (facilities) (Stufflebeam, 2007; Stufflebeam and Shinkfield, 2007) ทำให้เกิดเครื่องมือและกลวิธีที่หลากหลายในการประเมิน ในปี ค.ศ. 1956 เกิด “Taxonomy of Educational Objectives” โดย Bloom, Engelhart, Furst, Hill และ Krathworth ที่แสดงให้เห็นว่าพฤติกรรมของผู้เรียนหรือผลลัพธ์ทางการเรียนที่หลากหลายถูกจำแนกตามวัตถุประสงค์

ต่าง ๆ ทางการศึกษา (Stufflebeam and Shinkfield, 2007) ในยุคนี้นักเรียนจะประเมินผลหรือไม่ประเมินผลทางการศึกษาก็ได้โดยไม่มีความกดดันจากนโยบายของรัฐบาลกลางและมลรัฐ ทุนในการประเมินมาจากองค์กรและมูลนิธิในท้องถิ่น (Stufflebeam and Shinkfield, 2007)

ยุคที่ห้า ปี ค.ศ. 1958 – 1972 ซึ่งเรียกว่า “The Age of Development or The Age of Realism” นับตั้งแต่มีการส่งยาน Sputnik 1 ในปี ค.ศ. 1957 ทำให้มีการพัฒนาของหลักสูตรต่าง ๆ โดยเฉพาะวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์จึงต้องมีการประเมินผลโปรแกรมหลักสูตรการเรียนเหล่านั้น ต่อมาในปี ค.ศ. 1957 รัฐบาลสหรัฐมีนโยบายให้ทุนสนับสนุนการศึกษาสำหรับเด็กที่มีปัญหาทางการเรียน ในการประเมินผลมีการใช้การทดสอบมาตรฐานร่วมกับการประเมินความสอดคล้องของผลลัพธ์และวัตถุประสงค์ตามแนวคิดของไทเลอร์ ซึ่งผลการประเมินพบความไม่สอดคล้องเกิดขึ้นเนื่องจากนักการศึกษามุ่งเทคนิคสำคัญในการตั้งวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ดีโดยไม่ได้เขียนวัตถุประสงค์นั้นจากข้อมูลความต้องการจำเป็น (needs) และปัญหาของนักเรียน ผลดังกล่าวทำให้เกิดความตื่นตัวทางการประเมินผล มีนักทฤษฎีทางการประเมินเกิดขึ้นอย่างมากได้แก่ Provus (ปี ค.ศ. 1969 & 1971), Hammond (ปี ค.ศ. 1967), Eisner (ปี ค.ศ. 1967) และ Metfessel & Michael (ปี ค.ศ. 1967) เสนอแนวคิดที่ปรับปรุงจากไทเลอร์ Glaser (ปี ค.ศ. 1963), Tyler (ปี ค.ศ. 1967) และ Popham (ปี ค.ศ. 1971) เสนอการทดสอบแบบอิงเกณฑ์ (criterion-referenced testing) เป็นทางเลือกจากการทดสอบแบบอิงกลุ่ม (norm-referenced testing) Cook (ปี ค.ศ. 1966) เสนอการใช้การวิเคราะห์เชิงระบบ (the systems-analysis approach) ในการประเมินโปรแกรม Scriven (ปี ค.ศ. 1967), Stufflebeam และคณะ (ปี ค.ศ. 1967 & 1971), Stake (ปี ค.ศ. 1967) นำเสนอโมเดลใหม่ของการประเมิน ซึ่งแนวคิดของเหล่านักประเมินดังกล่าวข้างต้นตระหนักถึงความจำเป็นในการประเมินเป้าหมาย (goals) ปัจจัยนำเข้า (inputs) การดำเนินงาน (implementation) การวัดผลลัพธ์ที่ตั้งใจให้เกิด (intended outcomes) และผลลัพธ์ที่ไม่ตั้งใจให้เกิด (unintended

outcomes) ของโปรแกรม รวมถึงเน้นความจำเป็นในการตัดสินเกี่ยวกับคุณค่า (merit or worth) ของสิ่งที่ถูกประเมิน จะเห็นได้ว่าพัฒนาการของการประเมินในยุคนี้มีแนวคิดการประเมินกระบวนการ การประเมินเพื่อตัดสินคุณค่า นอกเหนือไปจากการประเมินที่เน้นผลลัพธ์เพียงอย่างเดียว

ยุคที่หก ปี ค.ศ. 1973 – 1983 ซึ่งเรียกว่า “The Age of Professionalization” เป็นยุคที่มีความพยายามที่จะทำให้การประเมินมีความเป็นมาตรฐานทางวิชาชีพ โดยมีวารสารทางการประเมินเกิดขึ้นได้แก่ Educational Evaluation and Policy Analysis, Studies in Educational Evaluation, CEDR Quarterly, Evaluation Review, New Directions for Program Evaluation, Evaluation and Program Planning, Evaluation News เป็นต้น รวมถึงมหาวิทยาลัยต่าง ๆ ได้แก่ University of Illinois, Stanford University, Boston College, UCLA, University of Minnesota, Western Michigan University และ Nova University เป็นต้น โดยมีมหาวิทยาลัยมีการจัดอบรมและมีหลักสูตรการเรียนการสอนที่เกี่ยวกับการประเมิน นอกจากนี้ในยุคนี้ยังมีการพัฒนาเทคนิคต่าง ๆ ในการประเมิน รวมถึงการตอบสนองของความต้องการจำเป็นของผู้ใช้การประเมิน (clients of evaluation) มีการพัฒนาแนวคิดทฤษฎีทางการประเมินต่าง ๆ ได้แก่ การประเมินแบบไม่อิงวัตถุประสงค์ (goal-free evaluation) ของ Scriven, การประเมิน CIPP Model ของ Stufflebeam, การประเมิน responsive evaluation ของ Stake, การประเมินเชิงธรรมชาติ (naturalistic evaluation) โดย Guba & Lincoln, การประเมิน metaevaluation, การประเมินแบบศิลปวิทยาการของ Eisner, การประเมินความต้องการจำเป็น (needs assessment) เป็นต้น

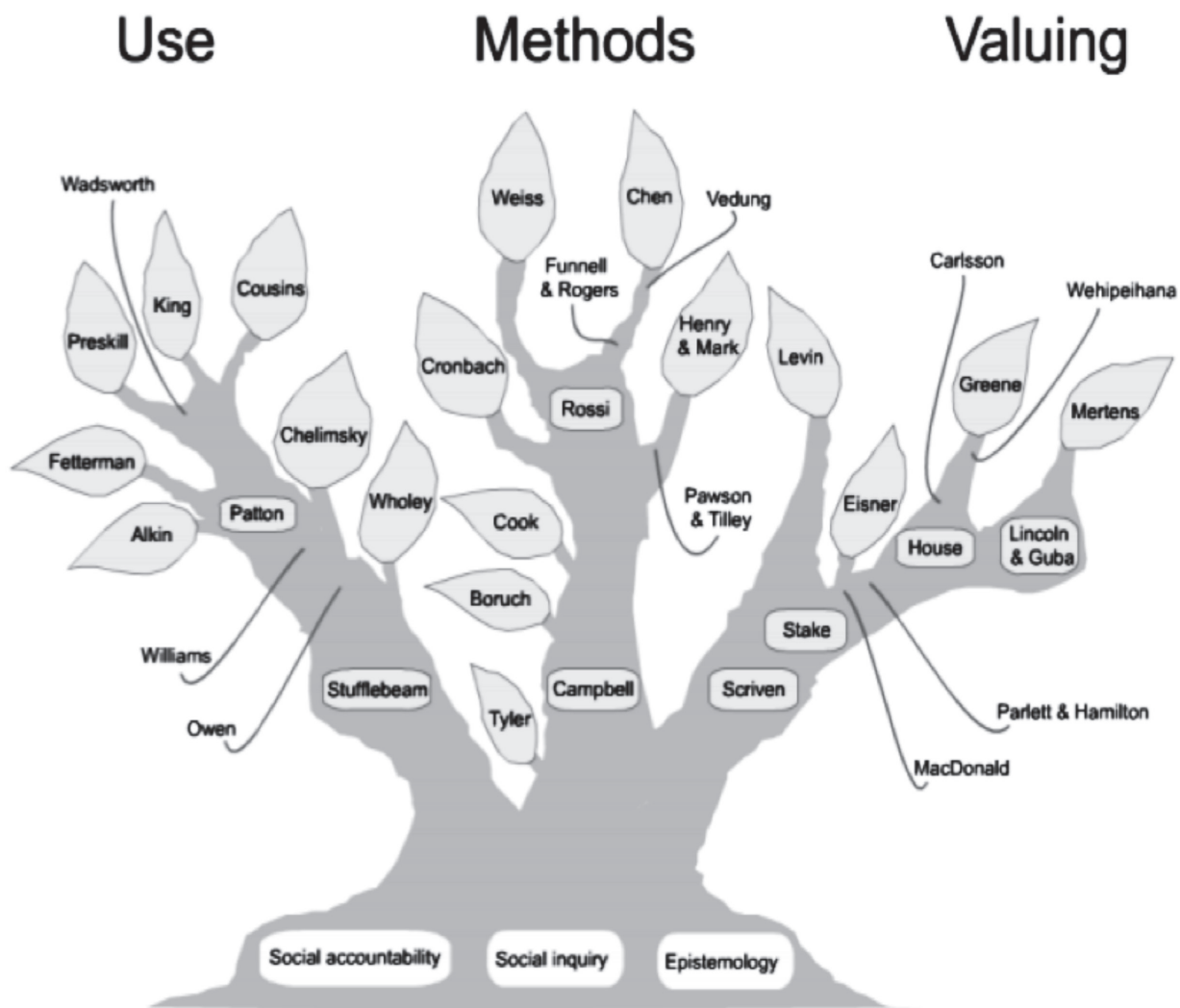
ยุคที่เจ็ด ปี ค.ศ. 1983 – 2001 ซึ่งเรียกว่า “The Age of Expansion and Integration” ในยุคนี้การประเมินมีการขยายตัวเจริญงอกงามซึ่งแสดงให้เห็นจากการมีมากกว่า 20 ประเทศที่เข้าร่วมใน professional evaluation societies มีความร่วมมือกันและการติดต่อสื่อสารกันของเหล่านักประเมิน นอกจากนี้ยังมี The Evaluation Research Society มีเครือข่ายของนักประเมิน American Evaluation Association (AEA) ผลดังกล่าว

ทำให้เกิดการบูรณาการและการแลกเปลี่ยนความคิดในการประเมิน (cross-fertilization of evaluation ideas) ตลอดจนวิธีวิทยาการในการประเมิน ในปี ค.ศ. 1995 AEA ได้จัดการประชุมและเชิญนักประเมินจากทั่วโลก ซึ่งประสบความสำเร็จและเกิดองค์กรความร่วมมือทางการประเมิน (evaluation associations) มากกว่า 20 แห่งทั่วโลก นอกจากนั้น Joint Committee on Standards for Educational Evaluation ได้กำหนดมาตรฐานต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับการประเมิน ได้แก่ มาตรฐานการประเมินโปรแกรม (The program evaluation standards) มาตรฐานการประเมินบุคคล (personnel evaluation standards) มาตรฐานการประเมินนักเรียน (The student evaluation standards) เป็นต้น อีกทั้งมีการกำหนดมาตรฐานของนักประเมิน (AEA’s Guideline principles for evaluators)

ประวัติศาสตร์ของการประเมินตั้งแต่อดีตถึงปัจจุบันในแต่ละยุคมีนักทฤษฎีทางการประเมินที่สำคัญ ซึ่งปัจจุบันก็ยังมีการนำแนวคิดทฤษฎีต่าง ๆ เหล่านั้นมาใช้กันอยู่ในปัจจุบันดังจะกล่าวถึงต่อไป

แนวคิดทฤษฎีของนักประเมินผลที่สำคัญ

Alkin และ Christie ได้แกะรอยแนวคิดของนักทฤษฎีทางการประเมินต่าง ๆ ในแต่ละยุคและได้เขียน Evaluation Roots ในปี ค.ศ. 2004 และปรับปรุงใหม่ในปี 2012 โดยส่วนประกอบของต้นไม้แห่งการประเมินได้แก่รากของการประเมินอยู่บนฐานของหลักความรับผิดชอบ ต่อสังคม (social accountability) หลักการสืบเสาะแสวงหาความจริงทางสังคม (social inquiry) และญาณวิทยา (epistemology) ซึ่งเป็นศาสตร์/ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับความรู้ และได้จัดความรู้ทางการประเมินเป็นกิ่งก้านสาขาของต้นไม้โดยแบ่งเป็น การประเมินที่เน้นการนำไปใช้ประโยชน์ (use), การประเมินที่เน้นทางวิธีการ (Methods) และการประเมินที่เน้นด้านคุณค่า (valuing) (Alkin, M. C., & Carden, F., 2012) เมื่อนำแนวคิดของนักประเมินในแต่ละยุคมาจัดตำแหน่งบนต้นไม้และสาขากิ่งก้านของการประเมินเพื่อรวบรวมแนวคิดของนักประเมินให้เป็นหมวดหมู่จึงได้ต้นไม้แห่งการประเมินดัง ภาพ 1



ภาพ 1 ต้นไม้แห่งการประเมิน (Evaluation Theory Tree)

ที่มา. จาก “Evaluation Roots: An International Perspective,” 2012 โดย Alkin, M. C., ค้นจาก www.ipdet.org

จากภาพต้นไม้แห่งการประเมินแสดงให้เห็นถึงการเติบโตเจริญงอกงามของศาสตร์ทางการประเมินตั้งแต่อดีตถึงปัจจุบันในแต่ละยุคเกิดนักทฤษฎีทางการประเมินหลายท่าน โดยในปัจจุบันยังคงมีการนำแนวคิดทฤษฎีสำคัญๆ มาใช้อยู่ดังนี้

1. แนวคิดทางการประเมินของ Michael Scriven

แนวคิดทางการประเมินของ Scriven มุ่งในเรื่อง Consumer-Oriented Evaluation โดยเน้นความต้องการจำเป็นของ Consumer หรือเป็นการประเมินแบบ Need-Based Evaluation ตามแนวคิดของ Scriven การประเมินเป็นการตัดสินคุณค่า (merit, worth, value) ความสำคัญ

(significance) ของสิ่งที่มีงประเมินเมื่อเทียบกับเกณฑ์ (criteria) เช่นในเรื่องต้นทุน (costs) และความคุ้มค่า (benefits) โดยเกณฑ์การประเมินจำแนกได้เป็นเกณฑ์สัมบูรณ์ (absolute criteria) ซึ่งกำหนดระดับคุณภาพมาตรฐานซึ่งเป็นเกณฑ์จุดตัดที่ยอมรับได้ และเกณฑ์สัมพัทธ์ (relative criteria) ซึ่งกำหนดคุณภาพโดยการเปรียบเทียบกับสิ่งที่เคยทำในอดีต บทบาทหน้าที่ของผู้ประเมินต้องทำการตัดสินคุณค่าของสิ่งที่ประเมิน ส่วนบทบาทของการประเมินนอกจาก Goal Based Evaluation ซึ่งประเมินผลลัพธ์อิงวัตถุประสงค์ของโครงการตามแนวคิดการประเมินแบบ Tylerian แล้ว Scriven ยังได้เสนอการประเมินแบบ Goal Free Evaluation

ซึ่งประเมินผลที่เกิดขึ้นจริงทั้งหมดของโครงการทั้งผลที่คาดหวังและไม่คาดหวัง ผลทางบวกและลบ และนอกจากจะประเมินผลสรุป (Summative Evaluation) ซึ่งเป็นการประเมินผลลัพธ์ (Product Evaluation) ตัดสินคุณค่าเมื่อโครงการสิ้นสุดลงแล้ว Scriven ยังได้เสนอว่าควรมีการประเมินความก้าวหน้า (Formative Evaluation) ระหว่างการดำเนินโครงการซึ่งเป็นการประเมินกระบวนการ (Process Evaluation) ทั้งนี้เพื่อการพัฒนาปรับปรุงให้โครงการสามารถดำเนินไปได้ดี และตอบสนองความต้องการจำเป็นของ Consumer นอกจากนี้ Scriven ยังได้กล่าวถึงการประเมินแบบ Intrinsic และ Payoff โดย Intrinsic Evaluation เป็นการประเมินเกี่ยวกับเป้าหมาย, โครงสร้าง, ระเบียบวิธีการ, คุณลักษณะและทัศนคติของ staff, การอำนวยความสะดวก, ความน่าเชื่อถือ ส่วน Payoff Evaluation เป็นการประเมินเกี่ยวกับผลกระทบที่เกิดขึ้นกับ clients (Scriven, M., 1998; Scriven, M., 2001; Scriven, M., 2007; Scriven, M., 2011)

จุดเด่นในแนวคิดของ Scriven คือ Goal Free Evaluation ซึ่งประเมินผลที่เกิดขึ้นจริงทั้งหมดของโครงการทั้งผลที่คาดหวังและไม่คาดหวัง ผลทางบวกและลบ ซึ่งแตกต่างจากแนวคิดการประเมินแบบเดิมซึ่งอิงเพียงวัตถุประสงค์ของโครงการอย่างเดียว

2. แนวคิดทางการประเมิน CIPP Model ของ Daniel L. Stufflebeam

ในแนวคิดการประเมิน CIPP Model การประเมินเป็นกระบวนการที่เป็นระบบเกี่ยวข้องกับคุณภาพ คุณค่า (Merit/Worth) และความสำคัญ (Significance) ของสิ่งที่มุ่งประเมินเพื่อใช้ในการตัดสินใจ (decision making) โดยมาตรฐานของการประเมินอยู่บนหลักของประโยชน์ (Utility), ความเป็นไปได้ (Feasibility), ความชอบธรรม (Propriety), ความถูกต้อง (Accuracy) ในการประเมิน CIPP Model นักประเมิน (Evaluator) ต้องร่วมมือกับผู้ใช้การประเมิน (Client/Stakeholder) ในสิ่งที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ ผู้ได้รับผลประโยชน์ (Beneficiaries) ความต้องการจำเป็นของผู้ใช้การประเมินในทุกขั้นตอนของ CIPP ซึ่งประกอบด้วย

Context evaluation เป็นการประเมินบริบทซึ่งเกี่ยวข้องกับความต้องการจำเป็นของผู้ได้รับผลประโยชน์ (beneficiaries' needs) สินทรัพย์ (assets) ที่มี และปัญหา (problems) ภายใต้บริบทสิ่งแวดล้อมในการประเมินซึ่งรวมถึงการเมืองในการประเมิน (political dynamics) ด้วย โดยการประเมินบริบทจะเกี่ยวข้องกับ core values ในการกำหนดเป้าหมาย (Goal-setting tasks)

Input evaluation เป็นการประเมินสิ่งนำเข้าเพื่อการวางแผน(plans) การเลือกกลยุทธ์ (strategies) ที่ตอบสนองต่อ needs และมีความเป็นไปได้ ตลอดจนงบประมาณที่เกี่ยวข้องกับแผนงาน (budgets of the selected approach)

Process เป็นการประเมินกระบวนการในการดำเนินงานของโครงการซึ่งเกี่ยวข้องกับ การติดตาม (monitor) รวมถึงเอกสาร (document) และกิจกรรมต่าง ๆ (activities)

Product เป็นการประเมินผลผลิตและผลที่ได้จากโครงการ ซึ่งเกี่ยวข้องกับการประเมินดังนี้ การประเมินผลกระทบ (impact evaluation), การประเมินประสิทธิผล คุณภาพ และความสำคัญของผลลัพธ์ที่ได้ (effectiveness evaluation), การประเมินความสำเร็จและความต่อเนื่อง (sustainability evaluation), การประเมินเพื่อขยายความสำเร็จของโครงการนำไปประยุกต์ใช้กับโครงการอื่น (transportability evaluation)

การประเมิน CIPP Model มีบทบาทของการประเมินในเชิงการประเมินความก้าวหน้า (formative evaluation) และการประเมินผลสรุป (summative evaluation) ดังนี้

- บทบาทของการประเมินความก้าวหน้า : การใช้ข้อมูลของ CIPP เป็นแนวทางชี้แนะ (guidance) ช่วยในการตัดสินใจพัฒนาปรับปรุงการดำเนินงานในขณะที่โครงการกำลังดำเนินอยู่เพื่อคุณภาพของโครงการ

- บทบาทของการประเมินผลสรุป : การใช้ข้อมูลของ CIPP ในการตัดสินคุณภาพ ความคุ้มค่า และความสำคัญของโครงการเมื่อโครงการสิ้นสุดลงแล้ว (Stufflebeam, 2007; Stufflebeam and Shinkfield, 2007)

จุดเด่นของการประเมินแบบ CIPP คือมีทั้งการประเมินแบบ Formative ซึ่งประเมินระหว่างการดำเนินโครงการและ Summative ซึ่งประเมินเมื่อโครงการสิ้นสุดลงแล้ว ดังนั้นการนำแนวคิด CIPP มาใช้ในการประเมินโครงการไม่ควรใช้แค่เพียงสรุปผลโครงการเมื่อโครงการสิ้นสุดไปแล้วเพียงอย่างเดียวเท่านั้นซึ่งเป็นการนำไปใช้ที่ผิดหลักการของ CIPP

3. แนวคิดทางการประเมิน Responsive Evaluation ของ Robert Stake สำคัญ

Stake ได้ให้ความหมายของการประเมินในแนวคิด Responsive Approach (Stake, R.E., & Abma, T. A., 2001) ดังนี้ การประเมิน (Evaluation) = คุณค่าทั้งหมดของโครงการ (Whole constellation of values held for a program) / ความคาดหวังและเกณฑ์ที่แต่ละบุคคลคิดเห็นต่อโครงการ (Complex of expectations and criteria that different people have for the program)

ลักษณะการประเมินแบบ Responsive Evaluation ในด้านจุดประสงค์ (purpose) เพื่อช่วย client ให้มองเห็นปัญหา จุดแข็งและจุดอ่อน ด้านภาพรวมของบริการ (scope of services) โดยตอบสนองความต้องการของผู้ใช้การประเมินอย่างตรงประเด็น ตอบคำถามและให้ข้อมูลผ่านการศึกษา ด้านพันธะสัญญา (contracts) โดยวัตถุประสงค์และวิธีการถูกวางโครงสร้างจากจุดเริ่มต้นและมีความยืดหยุ่นระหว่างการศึกษา ด้านความมุ่งหมายหลัก (main orientation) เกี่ยวข้องกับความคาดหวังว่าอะไรเป็นสิ่งที่สำคัญด้านการออกแบบ (designs) เป็นลักษณะ open-ended และให้รายละเอียดตอบสนองต่อคำถามสำคัญของ clients ด้านระเบียบวิธีการ (methodology) เป็นเชิงธรรมชาติ ด้านเทคนิค (preferred techniques) ใช้ case study แสดงออกถึงวัตถุประสงค์ใช้ purposive sampling และการสังเกต การรายงานเชิงบรรยายในลักษณะ storytelling ต่อ stakeholder ด้านการติดต่อสื่อสารระหว่างผู้ประเมินกับผู้รับการประเมิน (communications between evaluator and client) มีรูปแบบไม่ป็นทางการ มีลักษณะผ่อนคลายและต่อเนื่อง ด้านการแปลผล (interpretation) แปลผลคุณค่าที่แตกต่างจากมุมมอง

ของผู้คนที่เกี่ยวข้องกับการศึกษา ด้าน key trade-offs เน้นการรายงานความมีประโยชน์ของโครงการด้านการลดความอคติ (provisions for reducing bias) โดยตรวจสอบการรวบรวมข้อมูลหรือศึกษาซ้ำในทอมที่ไม่ชัดเจน การประเมิน Responsive Evaluation ทำอย่างไร ? Stake ได้ให้โครงสร้าง 12 งานของการประเมินในลักษณะเข็มนาฬิกาดังนี้

- 12 นาฬิกา : พูดคุยกับผู้เกี่ยวข้อง ได้แก่ clients, program staff เป็นต้น ซึ่งเกี่ยวข้องกับคำถามสำคัญในการประเมิน

- 1 นาฬิกา : ร่วมมือกับ client ในการกำหนดขอบเขตของโครงการ

- 2 นาฬิกา : วางภาพรวมกิจกรรมของโครงการ

- 3 นาฬิกา : กำหนดวัตถุประสงค์ของโครงการ

- 4 นาฬิกา : วิเคราะห์ประเด็นและสังเคราะห์กรอบแนวคิด

- 5 นาฬิกา : ระบ data needs และแหล่งข้อมูลบริบทของปัญหา

- 6 นาฬิกา : วางแผนกิจกรรมการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่ การสังเกต, เครื่องมือ, ตัวอย่าง เป็นต้น

- 7 นาฬิกา : สังเกตโดยใช้ Countenance model พิจารณา congruence ของ intended กับ observed พิจารณามาตรฐานและการตัดสินใจเกี่ยวกับ Antecedents, Transactions, Outcomes โดยเปรียบเทียบเชิงสัมบูรณ์และเชิงสัมพัทธ์

- 8 นาฬิกา : วิเคราะห์ข้อมูลที่เก็บรวบรวม

- 9 นาฬิกา : ตรวจสอบความตรงและวิเคราะห์คุณภาพของข้อมูลที่เก็บรวบรวมได้

- 10 นาฬิกา : ออกแบบและจัดเตรียมรูปแบบการรายงานข้อมูลที่เป็นประโยชน์สูงสุดตอบสนองต่อความต้องการข้อมูลของผู้ใช้ประโยชน์ที่แตกต่างกัน

- 11 นาฬิกา : จัดทำรายงานอย่างเป็นทางการ

จุดเด่นของการประเมินแบบ Responsive Evaluation คือการได้ข้อมูลของการประเมินที่ตอบสนองต่อความต้องการข้อมูลของผู้ใช้ประโยชน์อย่างแท้จริง

4. แนวคิดทางการประเมิน Utilization-Focused Evaluation (UFE) ของ Michael Patton

แนวคิด UFE เน้นการใช้ประโยชน์จากการประเมินของ intended user โดยค้นหามติเอกฉันท์ในการหาคุณค่า (value) และการตัดสินคุณค่า (judgments) ทั้งนี้เพื่อกระบวนการตัดสินใจ จุดประสงค์การประเมินเป็นทั้ง formative, summative และ developmental โดยใช้ข้อมูลทั้ง quantitative, qualitative และ mixed การออกแบบการประเมินเป็นได้ทั้ง naturalistic และ experimental โดยมุ่งที่ processes, outcomes, impacts, costs และ cost-benefit บทบาทของนักประเมินมีหลากหลายโดยต้องเป็นนักเจรจาต่อรอง (negotiator) เป็นผู้ฝึกอบรม (trainer) เป็นผู้อำนวยความสะดวก (group facilitator) เป็นผู้แก้ปัญหา (problem solver) สิ่งสำคัญที่ Patton เน้นคือการเจรจาต่อรองระหว่างนักประเมินกับ intended user ตั้งแต่เริ่มต้นโครงการ จนจบโครงการทั้งนี้เพราะ intended user ต้องมีส่วนเกี่ยวข้องในการประเมินตั้งแต่ต้นจนจบ ในการเจรจาต่อรองเกี่ยวข้องกับกระบวนการ Active (ระบุสิ่งที่ intended user จะถาม) – Reactive (คำตอบในสิ่งที่ intended user ถาม) – Adaptive (ความยืดหยุ่นต่อคำถามการประเมิน) Processes ขั้นตอนของ UFE (2013) (Patton, M.Q. ,2013) ดังนี้

Step 1 ประเมินและสร้างความเข้าใจ ความพร้อมในการใช้ UFE ของผู้ที่เกี่ยวข้อง

Step 2 ประเมินความรู้ ความพร้อม และสมรรถนะในการใช้ UFE ของนักประเมิน

Step 3 แนะนำให้ความช่วยเหลือ สร้างความรู้สึกเป็นเจ้าของการประเมินของ primary intended users

Step 4 ทำงานร่วมกับ primary intended users ในสถานการณ์ต่างๆ ของการประเมิน

Step 5 ระบุและจัดเรียงความสำคัญของวัตถุประสงค์การประเมินร่วมกับ primary intended users

Step 6 พิจารณาและสร้างกระบวนการใช้การประเมินที่เหมาะสมร่วมกับ primary intended users

Step 7 ระบุและช่วย primary intended users ตั้งคำถามและจัดเรียงความสำคัญของคำถามการประเมิน

Step 8 ตรวจสอบว่า primary intended users ได้พิจารณาประเด็นเกี่ยวกับกระบวนการใช้และผลลัพธ์ของโปรแกรมการประเมิน

Step 9 พิจารณากรอบแนวคิดทฤษฎีในการประเมินที่เหมาะสม

Step 10 เจรจาต่อรองวิธีที่เหมาะสมเพื่อสร้างความน่าเชื่อถือของข้อค้นพบ

Step 11 อภิปรายและเลือกระเบียบวิธีที่เหมาะสม

Step 12 ก่อนเก็บรวบรวมข้อมูล จำลองการใช้ข้อค้นพบ

Step 13 เก็บรวบรวมข้อมูล

Step 14 วิเคราะห์แปลผลข้อค้นพบ

Step 15 รายงานผลการประเมิน

Step 16 ติดตามการใช้ข้อค้นพบจากการประเมิน

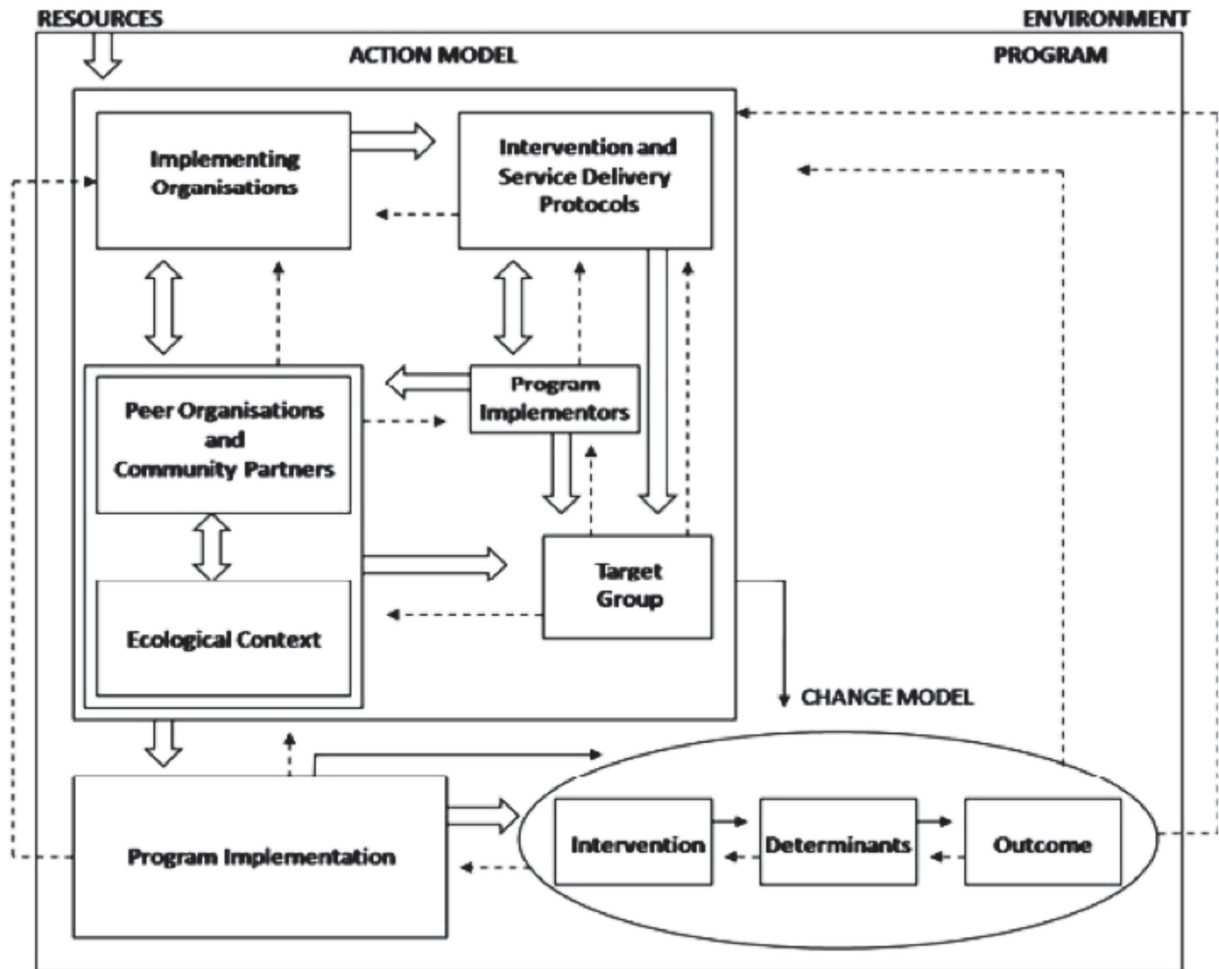
Step 17 การประเมินของการประเมิน (Meta-evaluation)

จุดเด่นของการประเมิน UFE คือ เน้นการใช้ประโยชน์จากการประเมินของ intended user โดยค้นหามติเอกฉันท์ในการหาคุณค่า (value) และการตัดสินคุณค่า (Judgments) ของสิ่งที่ประเมิน แต่อย่างไรก็ตาม UFE มีข้อจำกัดในเรื่องความลำเอียงและคอร์รัปชันในกลุ่ม intended users โดยถ้า intended users ไม่ได้นำเสนอประเด็นตามความสนใจของ stakeholder และถ้านักประเมินไม่มีความสามารถสูงพอในทักษะเจรจาต่อรองและมีทักษะในการประเมิน (evaluation competence) ที่เพียงพอไม่ควรใช้การประเมิน UFE

5. แนวคิดทางการประเมิน Theory - Driven Evaluation ของ Huey T. Chen

การประเมินโดยใช้แรงขับเคลื่อนทางทฤษฎีเป็นการออกแบบและประเมินโดยใช้ทฤษฎีเป็นกรอบแนวคิดในการประเมินเรียกว่า “Program theory” ซึ่งเป็นเซตข้อตกลงของ stakeholders เกี่ยวกับการกระทำอะไรที่จำเป็นในการแก้ปัญหาและทำไมปัญหาถึงตอบสนองต่อการกระทำนั้น จุดมุ่งหมายของการประเมินโดยใช้แรงขับเคลื่อนทางทฤษฎีไม่เพียงแต่ประเมินว่า intervention ใดเหมาะสมหรือไม่เหมาะสมแต่คำนึงถึงว่าทำไมจึงใช้ intervention และจะใช้อย่างไรที่ทำให้ได้สารสนเทศที่มีความจำเป็นสำหรับ stakeholders การประเมินโดยใช้แรงขับเคลื่อนทางทฤษฎีแตกต่างจาก Black-box Evaluation ซึ่งเป็นการประเมิน intervention ที่มีผลกระทบต่อ outcomes โดยไม่สนใจกระบวนการเปลี่ยนแปลง (transformation) ระหว่าง intervention และ outcomes หรือ Minimalist Theory นอกจากนี้การประเมินโดยใช้แรงขับเคลื่อนทางทฤษฎียังมีความแตกต่างจาก Method-driven Evaluation ซึ่งใช้วิธีการวิจัยเป็นฐานสำหรับการทำการประเมินโดยใช้วิธีเชิงปริมาณ (Quantitative), วิธีเชิงคุณภาพ (Qualitative), วิธีผสมผสาน (Mixed) นอกจากนี้ Method-driven Evaluation ไม่สนใจความคิดเห็นของ stakeholders ซึ่งเกี่ยวข้องในการประเมิน การประเมินโดยใช้แรงขับเคลื่อนทางทฤษฎีอยู่บนพื้นฐานรายละเอียดข้อตกลง

(Descriptive assumptions) ซึ่งเรียกว่า change model เกี่ยวข้องกับอะไรเป็นกระบวนการเชิงสาเหตุที่คาดหวังให้เกิดในการบรรลุเป้าหมายโปรแกรมประกอบไปด้วย 3 องค์ประกอบคือ 1) เป้าหมายและผลลัพธ์ (Goals and Outcomes) - เป้าหมายสะท้อนความต้องการเพื่อเติมเต็มความต้องการจำเป็นที่ไม่บรรลุได้แก่ สุขภาพเจ็บป่วย ความยากจน เป็นต้น ส่วนผลลัพธ์ต้องเป็นรูปธรรมสามารถวัดได้ตามเป้าหมาย, 2) Determinants – กลไกชั้นกลางซึ่งช่วย treatment/intervention ให้บรรลุความต้องการจำเป็น/ผลลัพธ์, 3) Intervention or Treatment – กิจกรรมในโปรแกรมมีผลต่อการเปลี่ยนแปลง Determinants นอกจาก change model แล้วการประเมินโดยใช้แรงขับเคลื่อนทางทฤษฎียังอยู่บนพื้นฐาน Prescriptive assumptions ซึ่งเรียกว่า action model เกี่ยวข้องกับอะไรเป็นกิจกรรมที่ต้องทำในโปรแกรมเพื่อสร้างความเปลี่ยนแปลงที่ต้องการโดยมีการวางแผนอย่างเป็นระบบดังนี้ Implementing Organization – การดำเนินการขององค์กร, Program Implementers – สมรรถนะของบุคลากรในองค์กร, Peer Organizations/Community Partners - ความร่วมมือระหว่างองค์กร, Intervention and Service Delivery Protocols - เนื้อหาและกิจกรรมรายละเอียดขั้นตอนปฏิบัติ, Ecological Context – บริบททางนิเวศวิทยา, Target Population – ประชากรเป้าหมาย ความสัมพันธ์เชื่อมโยงดังภาพ 2



ภาพ 2 กรอบแนวคิดของ Program Theory ทาง การประเมินผล

ที่มา. จาก “Theory-driven evaluation: Conceptual framework, application and advancement,” 2012 โดย Huey T. Chen, ค้นจาก www.springer.com

จุดเด่นของการประเมิน Theory - Driven Evaluation คือ การใช้ทฤษฎีเป็นแรงขับเคลื่อนในการออกแบบและเป็นกลไกในการประเมิน

6. แนวคิดทางการประเมิน Four Generation Evaluation Theory ของ Guba & Lincoln

Guba และ Lincoln ได้แบ่งยุคของการประเมินออกเป็น 4 ยุคดังนี้ ยุคแรก First Generation Evaluation: ยุควัดผล (Measurement) ยุคนี้เริ่มประมาณต้นปี ค.ศ. 1900 การประเมินมุ่งในเรื่องของการวัดผลเป็นหลัก ยุคที่ 2 Second Generation Evaluation: ยุคบรรยาย (Description) มุ่งการบรรยายจุดแข็ง จุดอ่อนตามวัตถุประสงค์เป็นหลัก นักทฤษฎีการประเมินคนสำคัญ

ในยุคนี้ได้แก่ Tyler ยุคที่ 3 Third Generation Evaluation: ยุคตัดสิน (judgment) มุ่งการตัดสินคุณค่าของสิ่งที่ประเมิน นักทฤษฎีการประเมินคนสำคัญในยุคนี้ได้แก่ Scriven, Eisner จาก 3 ยุคที่ผ่านมาของการประเมินพบว่าการประเมินยังไม่สามารถรวบรวมคุณค่าในเชิงพหุมิติ จึงเกิดยุคที่ 4 คือ Fourth Generation Evaluation: ยุคการตอบสนองและสร้างสรรค์ (responsive constructivist) โดยมุ่งการประเมินอย่างสร้างสรรค์ และตอบสนองต่อความต้องการของ stakeholders โดยการประเมินต้องอาศัยความร่วมมือจากทุกฝ่ายเพื่อตอบสนองต่อ stakeholders การประเมินประกอบด้วย Claims, Concerns, Issues – CCI การประเมินมี 4 ระยะ (Moreau, A. K., & Clarkin, L. C., 2012) ดังนี้

ระยะที่ 1 การระบุ stakeholders และดึงข้อมูล CCI โดย

- C : Claims – ให้ stakeholder เสนอและยืนยันสิ่งที่พึงประสงค์ของโครงการ
- C : Concerns – ให้ stakeholder เสนอสิ่งไม่พึงประสงค์ของโครงการ
- I : Issues - ค้นหาประเด็นเหตุผลของความไม่สอดคล้อง

ระยะที่ 2 การเปิดโอกาสให้ stakeholders แลกเปลี่ยนกันและได้ข้อมูลใหม่ๆ

ระยะที่ 3 นักประเมินรวบรวมข้อมูลเพื่อเตรียมการสนทนาระหว่างกลุ่ม stakeholder เกี่ยวกับ CCI

ระยะที่ 4 นักประเมินปล่อยให้กลุ่ม stakeholder อภิปรายตามข้อมูลในระยะ 3 เพื่อหามติเอกฉันท์

ในการประเมินแบบ Four Generation Evaluation Theory มีจุดเด่นคือ (Claims, Concerns, Issues--CCI) ผลลัพธ์ที่ได้จะเป็นข้อยุติสมบูรณ์และเป็นมติเอกฉันท์ อันนำไปสู่การปฏิบัติต่อไป

สรุป

ยุคสมัยของการประเมินผลในระยะแรก (ก่อนปี ค.ศ. 1900) การประเมินผลเน้นการวัดผลเป็นหลัก จนปี ค.ศ. 1930 Tyler แสดงแนวคิดทางการประเมินผลแบบอิงวัตถุประสงค์โดยการประเมินผลลัพธ์ของโครงการต้องพิจารณาตามวัตถุประสงค์ของโครงการ (Goal-based evaluation) Tyler จึงเป็นบิดาของการ

ประเมินผล ในยุคที่ห้าของการประเมินผลมีนักทฤษฎีทางการประเมินผลเกิดขึ้นหลายท่านซึ่งมีแนวคิดทฤษฎีทางการประเมินผลต่างๆ ได้แก่ Scriven แสดงแนวคิดทางการประเมินมุ่งการตัดสินคุณค่าของสิ่งที่ประเมิน และการประเมินผลควรประเมินตามผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นจริง ไม่จำเป็นต้องอิงวัตถุประสงค์ของโครงการเพียงอย่างเดียว (Goal-free evaluation) อีกทั้งการประเมินผลควรประเมินทั้งในขณะที่โครงการกำลังดำเนินอยู่ (Formative evaluation) และเมื่อโครงการสิ้นสุดลงแล้ว (Summative evaluation), Stufflebeam มีแนวคิดทางการประเมินผลโดยใช้ CIPP Model, Robert Stake แสดงแนวคิดทางการประเมินแบบตอบสนองต่อ stakeholders, Michael Patton แสดงแนวคิดทางการประเมินโดยเน้นการใช้ประโยชน์ของ stakeholders, Huey T. Chen แสดงแนวคิดทางการประเมินโดยใช้ทฤษฎีเป็นแรงขับเคลื่อน และ Guba & Lincoln แสดงแนวคิดทางการประเมินแบบ Four Generation Evaluation Theory ดังได้กล่าวถึงในบทความ ในการนำแนวคิดของนักทฤษฎีทางการประเมินผลไปใช้ในโครงการควรพิจารณาถึงความเหมาะสมของบริบทและจุดเน้นในการประเมินผลของแต่ละโครงการเพื่อให้การประเมินผลมีความเป็นไปได้และเกิดประสิทธิภาพ ประสิทธิผลสูงสุด ตลอดจนเกิดผลสำเร็จของโครงการ อย่างไรก็ตาม พัฒนาการทางด้านการประเมินผลยังคงมีอย่างต่อเนื่อง มีแนวคิดทฤษฎีใหม่ๆ ทางทางการประเมินผลเกิดขึ้น รวมถึงวิธีการใหม่ๆ ทางทางการประเมินผลที่น่าสนใจติดตาม ทั้งนี้เพื่อให้การประเมินผลสามารถทำให้องค์กรมีการพัฒนาที่ยั่งยืนต่อไป

เอกสารอ้างอิง

- Alkin, M. C., & Carden, F. (2012). Evaluation Roots: An International Perspective. *Journal of MultiDisciplinary Evaluation*, 8(17), 102-118.
- Chen, H. T. (2012). *Theory-driven evaluation: Conceptual framework, application and advancement*. Retrieved from <http://www.springer.com>.

- Hogan, L. R. (2007). The Historical Development of Program Evaluation: Exploring The Past and Present. *Online Journal of Workforce Education and Development*, 2(4), (Fall). Retrieved from <http://opensiuc.lib.siu.edu>
- Madaus, G. F., & Stufflebeam, D. L. (2000). *Program Evaluation: A Historical Overview*. Retrieved from <http://link.springer.com>.
- Moreau, A. K., & Clarkin, L. C. (2012). Thinking beyond measurement, description and judgment: Fourth generation evaluation in family-centered pediatric healthcare organizations. *Journal of MultiDisciplinary Evaluation*, 8(17), 33-45.
- Patton, M.Q. (2003). *Qualitative evaluation checklist*. Retrieved from <http://www.wmich.edu>
- Patton, M.Q. (2013). *Utilization-focused evaluation (U-FE) checklist*. Retrieved from <http://www.wmich.edu>
- Scriven, M. (2011). *Evaluating evaluations: A meta-evaluation checklist*. Retrieved from <http://michaelscriven.info>
- Scriven, M. (2001). Evaluation: Future tense. *American Journal of Evaluation*, 22(3), 301-307.
- Scriven, M. (1998). Minimalist theory: The least theory that practice requires. *American Journal of Evaluation*, 19(1), 57-70.
- Scriven, M. (2007). *The logic of evaluation*. Retrieved from <http://www.coris.uniroma1.it>
- Stake, R. E., & Abma, T. A. (2001). Stake's responsive evaluation: Core ideas and evolution. *New Directions for Evaluation*, 92, (Winter), 7-21.
- Stufflebeam, D. L. (2007). *CIPP evaluation model checklist: A tool for applying the CIPP Model to assess long-term enterprises*. Retrieved from <http://www.wmich.edu>.
- Stufflebeam, D. L., & Shinkfield, A. J. (2007). *Evaluation theory, models, & applications*. San Francisco, CA., John Wiley & Sons.
- Youker, B. W. (2010). *Goal-free evaluation and goal-based evaluation two program evaluation approaches one synthesized report*. Retrieved from <http://www.wmich.edu>



การซ่อนลายน้ำในภาพดิจิทัลโดยใช้ฟัซซี่ซีมีนและระบบอาณานิคมมด

Digital Image Watermarking using FCM and ACS

ดร.กัญจน์กนิชา โกศลอุดม, รศ.ดร.ยุทธพงษ์ รังสรรค์เสรี และ สุปรานี วงษ์แสงจันทร์

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอวิธีใหม่สำหรับการซ่อนลายน้ำในภาพดิจิทัลบนโดเมนดีซีที อัลกอริทึมฟัซซี่ซีมีนถูกนำมาใช้ในการจำแนกบล็อกดีซีทีขนาด 8×8 พิกเซล ออกเป็นสองประเภทที่แตกต่างกัน อัลกอริทึมของระบบอาณานิคมมดได้ถูกออกแบบและพัฒนาขึ้นเพื่อค้นหาความเหมาะสมระหว่างความสามารถด้านการมองเห็นและความคงทนของลายน้ำ ผลลัพธ์ที่ได้คือตำแหน่งของค่าสัมประสิทธิ์ความถี่และค่าพลังงานในการซ่อนลายน้ำที่เหมาะสมสำหรับแต่ละประเภทของบล็อก ผลการทดลองที่ได้แสดงให้เห็นว่าวิธีที่นำเสนอสามารถให้ลายน้ำที่ไม่สามารถมองเห็นได้และมีความคงทนต่อการประมวลผลภาพในหลากหลายรูปแบบ ประสิทธิภาพของอัลกอริทึมที่นำเสนอได้นำมาทดลองเปรียบเทียบกับงานวิจัยที่เคยมีก่อนหน้านี้

คำสำคัญ: การซ่อนลายน้ำดิจิทัล, ฟัซซี่ซีมีน, ระบบอาณานิคมมด

Abstract

This paper proposes, a new approach for digital image watermarking in DCT domain. was proposed. This approach used a Fuzzy C-Mean algorithm (FCM) to classify 8×8 DCT blocks as two different regions. The Ant Colony System (ACS) were designed and developed to search for the optimal trade-off between watermark imperceptibility and watermark robustness. The resulting optimal frequency bands and embedding strength were therefore dependent on the region type. The experimental results show that the proposed scheme yielded a watermark that was invisible and robust against various image manipulations. The effectiveness of this algorithm was also compared with the previous work.

Keywords: Digital Image Watermarking, FCM, ACS

ความนำ

การซ่อนลายน้ำในภาพดิจิทัล (digital image watermarking) เป็นช่องทางหนึ่งของการแก้ไขปัญหาการละเมิดลิขสิทธิ์ของภาพดิจิทัล ซึ่งทำโดยการซ่อนลายน้ำ (Watermark) เข้าไปในตัวภาพดิจิทัลก่อนที่จะทำการเผยแพร่ภาพดังกล่าวออกไป โดยลายน้ำที่ถูกซ่อนเข้าไปนี้สามารถกู้คืนกลับมาได้โดยผู้ที่เป็นเจ้าของภาพหรือผู้ที่ได้รับอนุญาตเท่านั้น กรณีที่พบว่าผู้ลักลอบนำภาพดังกล่าวไปเผยแพร่หรืออ้างความเป็นเจ้าของภาพหรือมีการนำภาพไปดัดแปลงแก้ไขโดยไม่ได้รับอนุญาต ผู้เป็นเจ้าของภาพตัวจริงสามารถตรวจสอบเพื่อพิสูจน์ความเป็นเจ้าของภาพที่แท้จริงได้ ทั้งนี้การซ่อนลายน้ำมีหลักการสำคัญที่ต้องคำนึงถึง 2 ประการ คือ เมื่อซ่อนลายน้ำเข้าไปในภาพแล้ว ลายน้ำที่ซ่อนเข้าไปต้องไม่ไปลดคุณภาพด้านการมองเห็นของภาพ และลายน้ำในภาพจะต้องมีความคงทนต่อการถูกดัดแปลงแก้ไขภาพ (Pokudom, 2011)

งานวิจัยของ (Cox, Killian & Shamoon, 1997) นำเสนอวิธีการซ่อนลายน้ำแบบการกระจายแถบความถี่ถึงในค่าสัมประสิทธิ์ของโดเมนความถี่ที่ได้จากการแปลงโคซายน์แบบดิสคริต จากการวิจัยพบว่าลายน้ำจะมีความคงทนถ้าทำการซ่อนลายน้ำลงในค่าสัมประสิทธิ์ดีซีที่ส่วนที่เป็นความถี่ต่ำของสัญญาณภาพ งานวิจัยของ (Hsu & Wu, 1999) เสนอวิธีการซ่อนลายน้ำบนการแปลงโคซายน์แบบดิสคริตโดยเลือกที่จะทำการซ่อนลายน้ำเข้ากับค่าสัมประสิทธิ์ดีซีที่ส่วนที่เป็นความถี่กลาง เพื่อรักษาคุณภาพด้านการมองเห็นของภาพภายหลังการซ่อนลายน้ำและคุณภาพด้านความคงทนของลายน้ำในคราวเดียวกัน งานวิจัยของ (Huang & Wu, 2000, 2004), นำเสนอวิธีการซ่อนลายน้ำที่อาศัยการแปลงโคซายน์แบบดิสคริตร่วมกับกระบวนการทางพันธุศาสตร์ (genetic algorithm--GA) โดยการซ่อนลายน้ำในค่าสัมประสิทธิ์ดีซีที่ส่วนที่เป็นความถี่กลาง และนำกระบวนการทางพันธุศาสตร์มาค้นหาตำแหน่งที่เหมาะสมในการซ่อนลายน้ำจนได้ภาพภายหลังการใส่ลายน้ำที่มีคุณภาพ งานวิจัยของ (Shieh, Huang, Wang & Pan, 2004) นำเสนอเทคนิคการซ่อน

ลายน้ำที่ใช้กระบวนการทางพันธุศาสตร์มาช่วยในการค้นหาตำแหน่งที่เหมาะสมที่สุดในการซ่อนลายน้ำเข้ากับค่าสัมประสิทธิ์ของบล็อกดีซีที่ขนาด 8x8 พิกเซล ซึ่งช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในด้านความคงทนของลายน้ำและด้านคุณภาพการมองเห็นของภาพภายหลังการซ่อนลายน้ำเมื่อทดลองเปรียบเทียบกับวิธีการซ่อนลายน้ำตามวิธีของ (Hsu & Wu, 1999) งานวิจัยของ (Wei, Dai & Li, 2006) ได้ทำการปรับปรุงวิธีการซ่อนและกู้คืนลายน้ำของ (Shieh, Huang, Wang & Pan, 2004) โดยแสดงให้เห็นว่าวิธีการที่ปรับปรุงขึ้นนี้ให้ผลลัพธ์ของการซ่อนลายน้ำที่ดีกว่าทั้งในด้านความคงทนของลายน้ำและด้านคุณภาพการมองเห็นของภาพภายหลังการซ่อนลายน้ำ งานวิจัยของ (Promcharoen & Rangsanteri, 2008) นำเสนอวิธีการซ่อนลายน้ำโดยใช้ฟuzzy set ในการจำแนกประเภทของบล็อกดีซีที่ขนาด 8x8 พิกเซล จากนั้นนำกระบวนการทางพันธุศาสตร์มาทำการค้นหาตำแหน่งและค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสมในการซ่อนลายน้ำ โดยทำการเปรียบเทียบผลการทดลองกับวิธีของ (Wei, Dai & Li, 2006) ซึ่งพบว่าสามารถพัฒนาประสิทธิภาพของการซ่อนลายน้ำให้ดีขึ้นในขณะทำงานวิจัยของ (Dorigo และ Gambardella, 1997) ได้ทำการพิสูจน์ให้เห็นว่าระบบอาณานิคมมด (ant colony system--ACS) สามารถพัฒนาประสิทธิภาพในการค้นหาคำตอบของปัญหาได้ดีกว่ากระบวนการทางพันธุศาสตร์ในบทความนี้ ผู้วิจัยจึงมีแนวความคิดในการนำระบบอาณานิคมมดมาทำการค้นหาค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสมต่อการซ่อนลายน้ำลงไปในแต่ละประเภทของบล็อกดีซีที่ ซึ่งผ่านการจำแนกประเภทด้วยอัลกอริทึมฟuzzy set จากผลการทดลองพบว่าวิธีที่นำเสนอสามารถพัฒนาประสิทธิภาพของการซ่อนลายน้ำเมื่อเปรียบเทียบกับผลการทดลองกับงานวิจัยของ Promcharoen และ Rangsanteri

วัตถุประสงค์การวิจัย

ต้องการพัฒนาวิธีการซ่อนลายน้ำในภาพดิจิทัลที่ให้คุณภาพด้านการมองเห็นของภาพที่ผ่านการซ่อนลายน้ำที่ดี และลายน้ำที่ถูกซ่อนต้องมีความคงทนต่อการดัดแปลงแก้ไขภาพ

สมมติฐานการวิจัย

การใช้อัลกอริทึมพีซีซีมีนทำการจำแนกประเภทของบล็อกดีซีทีที่ ร่วมกับการนำระบบอานานิคม มาทำการค้นหาค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสมต่อการซ่อนลายน้ำสำหรับแต่ละประเภทของบล็อกดีซีทีที่สามารถเพิ่มประสิทธิภาพด้านการมองเห็นของภาพที่ผ่านการซ่อนลายน้ำ และด้านความคงทนของลายน้ำได้

วิธีดำเนินการวิจัย

การซ่อนลายน้ำ

ภาพดิจิทัลต้นฉบับ X ขนาด $M \times N$ พิกเซล จะถูกแบ่งออกเป็นบล็อกขนาด 8×8 พิกเซลจากนั้น จะถูกนำมาแปลงด้วยเทคนิคการแปลงโคไซน์แบบ ดิสครีต (DCT) ดังนี้

$$Y = DCT(X) \quad (1)$$

$$\text{และ } Y = \bigcup_{m=1}^{M/8} \bigcup_{n=1}^{N/8} Y_{(m,n)} \quad (2)$$

ในแต่ละบล็อก (m,n) จะประกอบไปด้วยค่าสัมประสิทธิ์ดีซีที $(Y_{(m,n)})$ จำนวน 64 ค่า

$$Y_{(m,n)} = \bigcup_{k=0}^{63} \{Y_{(m,n)}(k)\} \quad (3)$$

เมื่อ $1 \leq m \leq \frac{M}{8}, 1 \leq n \leq \frac{N}{8}$ และ $Y_{(m,n)}(k)$ เป็นการ จัดเรียงค่าสัมประสิทธิ์ดีซีทีแบบซิกแซกสแกน แสดง ดังภาพ 1

อัลกอริทึมพีซีซีมีนจะถูกนำมาใช้ในการจำแนกประเภทของบล็อกดีซีทีที่ออกเป็น 2 ประเภท โดยในแต่ละรอบการทำงานของพีซีซีมีน จุดศูนย์กลางของแต่ละประเภทและเมทริกซ์แสดงความสัมพันธ์ จะถูกปรับปรุงด้วยสมการ (4) และ (5) โดยมีเงื่อนไขของการหยุดกระบวนการทำซ้ำดังสมการที่ (6)

$$v_i = \frac{\sum_{k=1}^N (u_{ki})^r Y(k)}{\sum_{k=1}^N (u_{ki})^r} \quad (4)$$

$Y_{(m,n)}(0)$	$Y_{(m,n)}(1)$	$Y_{(m,n)}(5)$	$Y_{(m,n)}(6)$	$Y_{(m,n)}(14)$	$Y_{(m,n)}(15)$	$Y_{(m,n)}(27)$	$Y_{(m,n)}(28)$
F_{low}							
$Y_{(m,n)}(2)$	$Y_{(m,n)}(4)$	$Y_{(m,n)}(7)$	$Y_{(m,n)}(13)$	$Y_{(m,n)}(16)$	$Y_{(m,n)}(26)$	$Y_{(m,n)}(29)$	$Y_{(m,n)}(42)$
$Y_{(m,n)}(3)$	$Y_{(m,n)}(8)$	$Y_{(m,n)}(12)$	$Y_{(m,n)}(17)$	$Y_{(m,n)}(25)$	$Y_{(m,n)}(30)$	$Y_{(m,n)}(41)$	$Y_{(m,n)}(43)$
F_{mid}							
$Y_{(m,n)}(9)$	$Y_{(m,n)}(11)$	$Y_{(m,n)}(18)$	$Y_{(m,n)}(24)$	$Y_{(m,n)}(31)$	$Y_{(m,n)}(40)$	$Y_{(m,n)}(44)$	$Y_{(m,n)}(53)$
$Y_{(m,n)}(10)$	$Y_{(m,n)}(19)$	$Y_{(m,n)}(23)$	$Y_{(m,n)}(32)$	$Y_{(m,n)}(39)$	$Y_{(m,n)}(45)$	$Y_{(m,n)}(52)$	$Y_{(m,n)}(54)$
F_{high}							
$Y_{(m,n)}(20)$	$Y_{(m,n)}(22)$	$Y_{(m,n)}(33)$	$Y_{(m,n)}(38)$	$Y_{(m,n)}(46)$	$Y_{(m,n)}(51)$	$Y_{(m,n)}(55)$	$Y_{(m,n)}(60)$
$Y_{(m,n)}(21)$	$Y_{(m,n)}(34)$	$Y_{(m,n)}(37)$	$Y_{(m,n)}(47)$	$Y_{(m,n)}(50)$	$Y_{(m,n)}(56)$	$Y_{(m,n)}(59)$	$Y_{(m,n)}(61)$
$Y_{(m,n)}(35)$	$Y_{(m,n)}(36)$	$Y_{(m,n)}(48)$	$Y_{(m,n)}(49)$	$Y_{(m,n)}(57)$	$Y_{(m,n)}(58)$	$Y_{(m,n)}(62)$	$Y_{(m,n)}(63)$

ภาพ 1 การจัดเรียงค่าสัมประสิทธิ์ดีซีทีที่แบบซิกแซกสแกน

$$u_{ki} = \left[\sum_{j=1}^c \left(\frac{d_{ki}}{d_{kj}} \right)^{\frac{2}{r-1}} \right]^{-1} \quad (5)$$

$$\max \left\{ |u_{ki}^{(t)} - u_{ki}^{(t-1)}| \right\} < \varepsilon \quad (6)$$

เมื่อ $Y(k)$ เป็นค่าสัมประสิทธิ์เอซี (AC coefficients) ของบล็อกดีซีที, $(k \in [1, 63])$, v_i เป็นจุดศูนย์กลางของบล็อกประเภทที่ i , u_{ki} เป็นค่าความเป็นสมาชิกของ $Y(k)$ สำหรับบล็อกประเภทที่ i , c เป็นจำนวนของประเภทบล็อกทั้งหมด, r เป็นค่าถ่วงน้ำหนัก, $d_{ki} = \|y(k) - v_i\|$ เป็นระยะห่างแบบยูคลิเดียนระหว่างค่า $Y(k)$ กับ v_i , t เป็นรอบการทำงาน และ ε เป็นค่าเทรชโวลด์ที่กำหนด โดยในงานวิจัยนี้กำหนดให้ $c = 2$, $m = 2$ และ $\varepsilon = 0.00001$

W เป็นลายน้ำขนาด $M_w \times N_w$ พิกเซล ซึ่งมีขนาดเล็กกว่าขนาดของภาพดิจิทัลต้นฉบับ กำหนดดังสมการที่ (7) ในแต่ละบล็อกดีซีทีของภาพต้นฉบับจะมีตำแหน่งที่ใช้ในการซ่อนลายน้ำทั้งหมด

$$64 \times (M_w \times N_w) / (M \times N) \text{ ตำแหน่ง}$$

$$W = \{w(i,j), 0 \leq i < M_w \text{ และ } 0 \leq j < N_w\} \quad (7)$$

เมื่อ $w(i,j) \in \{-1, 1\}$

ทั้งนี้ก่อนที่จะทำการซ่อนลายน้ำ ลายน้ำจะถูกสลับตำแหน่งโดยใช้การสุ่มลำดับแบบอิสระเพื่อให้ยากต่อการถูกกู้คืนดังสมการที่ (8) จากนั้นลายน้ำจะถูกนำไปซ่อนตามตำแหน่งค่าสัมประสิทธิ์ดีซีทีที่เหมาะสมของแต่ละประเภทบล็อกด้วยสมการที่ (9)

$$W_p = \text{permute}(W) \quad (8)$$

$$Y'_{(m,n)}(i) = Y_{(m,n)}(i) + \alpha |Y_{(m,n)}(i)| W_{p(m,n)} \quad (9)$$

$$Y' = \bigcup_{m=1}^{M/8} \bigcup_{n=1}^{N/8} \bigcup_{k=0}^{63} \{Y'_{(m,n)}(k)\} \quad (10)$$

เมื่อ Y และ Y' เป็นค่าสัมประสิทธิ์ดีซีทีทีก่อนและหลังการซ่อนลายน้ำตามลำดับ ส่วน α เป็นค่าพลังงานในการซ่อนลายน้ำ และ i เป็นตำแหน่งของค่าสัมประสิทธิ์ดีซีทีทีที่เหมาะสมในการซ่อนลายน้ำ โดย α และ i จะถูกค้นหาค่าที่เหมาะสมจากระบบอานานิคม

เมื่อได้มาซึ่งค่าสัมประสิทธิ์ดีซีทีทีที่ผ่านการซ่อนลายน้ำ (Y') จะต้องทำการแปลงกลับดีซีทีที (Inverse DCT: IDCT) จึงจะได้ภาพที่ผ่านการซ่อนลายน้ำ (X') ดังนี้

$$X' = \text{IDCT}(Y') \quad (11)$$

การวัดคุณภาพด้านการมองเห็นของภาพที่ผ่านการซ่อนลายน้ำ

ภาพที่ผ่านการซ่อนลายน้ำจะถูกนำมาตรวจสอบคุณภาพด้านการมองเห็นด้วยดัชนี PSNR (Peak Signal to Noise Ratio) ถ้า PSNR มีค่ามากแสดงว่าภาพที่ผ่านการซ่อนลายน้ำมีความเหมือนกับภาพต้นฉบับมาก โดยทั่วไปแล้วค่า PSNR ที่ยอมรับได้สำหรับการนำภาพไปใช้อยู่ที่ 30 dB ขึ้นไป (Chen และ Hwang, 1998) ค่า PSNR คำนวณได้จากสมการที่ (12) และ (13) ดังนี้

$$\text{PSNR} = 10 \log \frac{(255)^2}{\text{MSE}} \quad (12)$$

$$\text{MSE} = \frac{1}{M \cdot N} \sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^N [x_{(i,j)} - x'_{(i,j)}]^2 \quad (13)$$

เมื่อ MSE เป็นค่าผิดพลาดกำลังสองเฉลี่ย (Mean Square Error) ระหว่างภาพต้นฉบับและภาพที่ผ่านการซ่อนลายน้ำ, M และ N เป็นจำนวนพิกเซลตามความกว้างและความสูงของภาพ, $x_{(i,j)}$ และ $x'_{(i,j)}$ เป็นค่าของพิกเซลที่ตำแหน่ง (i, j) ของภาพต้นฉบับและภาพที่ผ่านการซ่อนลายน้ำตามลำดับ

การกู้คืนลายน้ำ

การกู้คืนลายน้ำ เริ่มจากการนำภาพที่ต้องการกู้คืนลายน้ำ (X'') และภาพต้นฉบับ (X) มาทำการแปลงดีซีทีทีแบบบล็อกขนาด 8×8 พิกเซล ตามสมการที่ (14) และ (15) จากนั้นทำการกู้คืนลายน้ำ W'' ด้วยสมการที่ (16) และ (17) จากนั้นจะต้องนำลายน้ำ W'' มาทำการสลับคืนตำแหน่งตามสมการที่ (18) จึงจะได้เป็นลายน้ำที่ถูกกู้คืน W' โดยสมบูรณ์

$$Y = \text{DCT}(X) \quad (14)$$

$$Y'' = \text{DCT}(X'') \quad (15)$$

$$W'_{p(m,n)}(i) = \frac{Y''_{(m,n)}(i) - Y_{(m,n)}(i)}{\alpha |Y_{(m,n)}(i)|} \quad (16)$$

$$W'_p = \bigcup_{m=1}^{M/M_W} \bigcup_{n=0}^{N/N_W} W'_{p(m,n)}(i) \quad (17)$$

$$W' = \text{inverse permute}(W'_p) \quad (18)$$

เมื่อ α เป็นค่าพลังงานในการซ่อนลายน้ำ และ i เป็นตำแหน่งของค่าสัมประสิทธิ์ดีซีทีทีที่เหมาะสมในการซ่อนลายน้ำจากสมการที่ (9)

การวัดคุณภาพด้านความคงทนของลายน้ำ

การวัดคุณภาพด้านความคงทนของลายน้ำที่ถูกคืน นิยมวัดจากค่า Normalized Cross Correlation: NC โดยค่า NC ที่คำนวณได้จะมีค่าอยู่ในช่วง $[0, 1]$ ถ้าค่า $\text{NC} = 1$ จะแสดงถึงคุณภาพความคงทนของลายน้ำมากที่สุด การคำนวณค่า NC แสดงดังสมการที่ (19)

$$\text{NC} = \frac{\sum_{i=1}^{M_W} \sum_{j=1}^{N_W} [W_{(i,j)} \cdot W'_{(i,j)}]}{\sum_{i=1}^{M_W} \sum_{j=1}^{N_W} [W_{(i,j)}]^2} \quad (19)$$

เมื่อ W_{ij} คือ ค่าพิกเซลที่ตำแหน่ง (i, j) ของลายน้ำต้นฉบับ, W'_{ij} คือ ค่าพิกเซลที่ตำแหน่ง (i, j) ของลายน้ำที่ถูกคืนมาได้, M_W และ N_W คือ จำนวนพิกเซลตามความกว้างและความสูงของลายน้ำตามลำดับ

ระบบอาณานิคมมด

ระบบอาณานิคมมด (Ant Colony System: ACS) ถูกนำเสนอโดย (Dorigo และ Gambardella, 1997) และ (Dorigo, Birattari และ Stutzle, 2006) เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพจากระบบมด (Ant System: AS) ให้สามารถแก้ไขปัญหาที่มีขนาดใหญ่ได้ภายในเวลาที่เหมาะสม โดยได้เพิ่มการทำงานจากระบบมดดังนี้

1. การปรับปรุงค่าฟีโรโมนเฉพาะบริเวณ (Local Pheromone Update)

การปรับปรุงค่าฟีโรโมนเฉพาะบริเวณจะกระทำโดยมดทุกตัว โดยจะปรับปรุงในทุกเส้นทางที่มดแต่ละตัวได้เลือกตำแหน่งเมือง j ถัดไป ในขณะที่ปัจจุบันมดอยู่ที่ตำแหน่งเมือง i โดยปริมาณฟีโรโมนบนด้านที่เชื่อมต่อระหว่างเมือง (i, j) จะถูกปรับปรุงด้วยสมการที่ (20)

$$\tau_{ij} = (1 - \rho) \cdot \tau_{ij} + \varphi \cdot \tau_0 \quad (20)$$

เมื่อ τ_0 คือ ค่าเริ่มต้นของฟีโรโมน, φ คือ ค่าสัมประสิทธิ์การเสื่อมสลายของฟีโรโมนเฉพาะบริเวณซึ่ง $\varphi \in (0, 1]$

2. การปรับปรุงค่าฟีโรโมนครอบคลุมทั้งระบบ (Global Pheromone Update)

การปรับปรุงค่าฟีโรโมนครอบคลุมทั้งระบบจะกระทำเมื่อเสร็จสิ้นการทำงานในแต่ละรอบ (เมื่อมดทุกตัวได้เดินทางครบแล้ว) โดยจะกระทำเฉพาะเส้นทางของมดตัวที่ให้คำตอบที่ดีที่สุดเท่านั้น การปรับปรุงค่าฟีโรโมนครอบคลุมทั้งระบบแสดงดังสมการที่ (21)

$$\tau_{ij} \leftarrow (1 - \rho) \cdot \tau_{ij} + \rho \cdot \Delta \tau_{ij} \quad (21)$$

เมื่อ $\Delta \tau_{ij}(t) = 1/L_{best}$ และ L_{best} คือระยะทางที่สั้นที่สุดโดยพิจารณาจากระยะทางของมดทุกตัว

3. กระบวนการตัดสินใจเลือกตำแหน่งถัดไป

การเลือกตำแหน่งเมืองถัดไป j เมื่อปัจจุบันอยู่ที่ตำแหน่งเมือง i นั้น ระบบอาณานิคมมดจะพิจารณาจากสมการที่ (22)

$$j = \begin{cases} \arg[\text{Max}_{C_{ii} \in N(s^p)} \{ \tau_{ij}^\alpha \cdot \eta_{ij}^\beta \}], & \text{โดยที่ } q \leq q_0 \\ n, & \text{กรณีอื่น ๆ} \end{cases} \quad (22)$$

เมื่อ q_0 เป็นค่าคงที่ที่มีค่าอยู่ระหว่าง $[0, 1]$ และ q เป็นค่าที่ได้จากการสุ่มค่าระหว่าง $[0, 1]$ โดยมดแต่ละตัวจะต้องสุ่มค่า q ใหม่ทุกครั้งเมื่อจะทำการเลือกตำแหน่งเมืองถัดไป

Procedure Ant Colony System

Initialize /*Set pheromone trails to small numbers*/

Loop /*At this level, each loop is called an iteration*/

Each ant is positioned on a starting node

Loop /*At this level, each loop is called a step*/

Apply State Transition Rule

(pseudorandom proportional)

Apply Local Update pheromone

Until End condition Apply Global Update pheromone

Until End condition

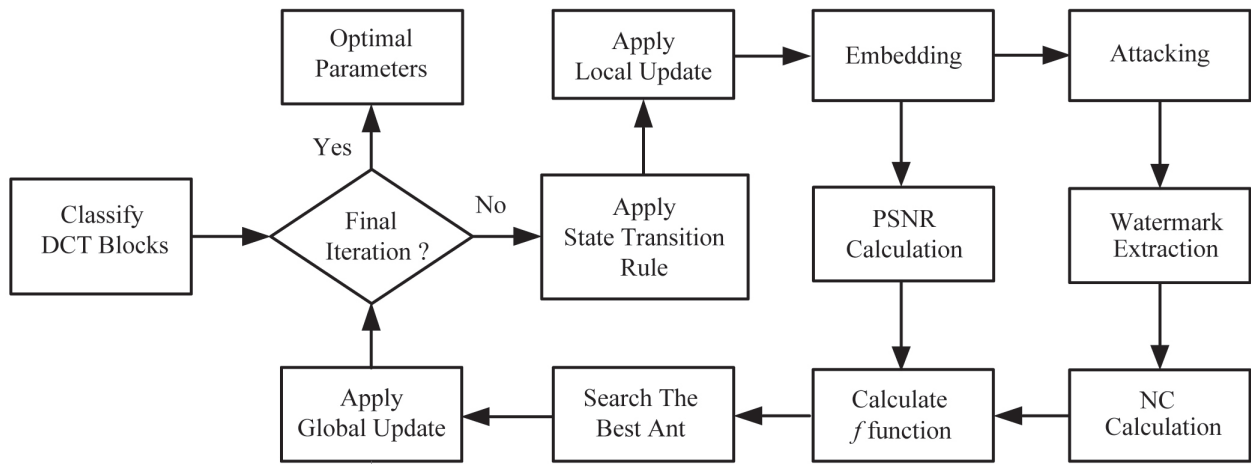
End Ant Colony System

ภาพ 2 อัลกอริทึมของระบบอาณานิคมมด

การปรับปรุงฟีโรโมนในระดับเฉพาะบริเวณของระบบอาณานิคมมด มีวัตถุประสงค์เพื่อป้องกันไม่ให้เส้นทางที่มีจำนวนมดผ่านมากมีค่าของฟีโรโมนในเส้นทางนั้นมากเกินไปจนทำให้เส้นทางอื่นมีโอกาสถูกเลือกน้อย ดังนั้นเมื่อมดผ่านมายังด้านใด ๆ ก็จะทำให้การปรับปรุงค่าฟีโรโมนเฉพาะบริเวณเพื่อลดระดับฟีโรโมนบนด้านนี้ให้มีความน่าสนใจน้อยลง จึงทำให้มดตัวอื่นในฝูงมีโอกาสที่จะสำรวจเส้นทางใหม่ ๆ หรือค้นพบเส้นทางที่แตกต่างกันออกไปได้ อัลกอริทึมของระบบอาณานิคมมดแสดงดังภาพ 2

การค้นหาค่าตำแหน่งและค่าพลังงานในการซ่อนลายน้ำด้วยระบบอาณานิคมมด

การซ่อนลายน้ำตามสมการที่ (9) ระบบอาณานิคมมดจะถูกนำมาใช้ในการค้นหาค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสม อันประกอบด้วย ตำแหน่งของสัมประสิทธิ์ดีซีที (i) ที่ใช้ในการซ่อนลายน้ำ และค่าพลังงานในการซ่อนลายน้ำ (α) โดยจำนวนของพารามิเตอร์ที่ต้องทำการค้นหาจะขึ้นอยู่กับขนาดของภาพต้นฉบับและลายน้ำ ตัวอย่างเช่น ถ้าใช้ภาพต้นฉบับขนาด 256×256 พิกเซล และลายน้ำขนาด 64×64 พิกเซล จะต้องทำ



ภาพ 3 ขั้นตอนการทำงานของระบบอาณานิคมมดในการค้นหาตำแหน่งและค่าพลังงานที่เหมาะสม

การค้นหาตำแหน่งของสัมประสิทธิ์ดีซีที่ 256/64 = 4 ตำแหน่ง และค้นหาพลังงานในการซ่อนลายน้ำ 1 ค่า สำหรับแต่ละประเภทบล็อก ในงานวิจัยนี้จำแนกบล็อกออกเป็น 2 ประเภท จึงมีจำนวนพารามิเตอร์ที่ระบบอาณานิคมมดต้องทำการค้นหาทั้งสิ้น 10 ค่า ได้แก่ ตำแหน่งของสัมประสิทธิ์ดีซีที่ 8 ค่า และค่าพลังงานในการซ่อนลายน้ำ 2 ค่า

ขนาดของตารางฟีโรโมนของตำแหน่งค่าสัมประสิทธิ์ดีซีที่แต่ละตำแหน่งถูกกำหนดให้มีขนาด 63×1 เพื่อแทนตำแหน่งที่เป็นไปได้ทั้งหมดของสัมประสิทธิ์เอซี 63 ตำแหน่ง ส่วนขนาดของตารางฟีโรโมนของค่าพลังงานในการซ่อนลายน้ำแต่ละค่าถูกกำหนดให้มีขนาด 200×1 สำหรับค่าพลังงานในการซ่อนลายน้ำ 200 ค่า (0.01, 0.02, ..., 2.00) เมื่อเสร็จสิ้นการทำงานในแต่ละรอบ (มดทุกตัวได้เลือกพารามิเตอร์ทุกค่าครบแล้ว) ระบบอาณานิคมมดจะทำการค้นหาหาค่าที่ดีที่สุดเพื่อทำการปรับปรุงค่าฟีโรโมนครอบคลุมทั้งระบบ โดยใช้ฟังก์ชันการค้นหาตามสมการที่ (23) โดยมดตัวที่ดีที่สุดจะให้ค่าฟังก์ชัน f สูงที่สุด

$$f = PSNR + 25 \sum_{a=1}^h NC_a \quad (23)$$

เมื่อ h เป็นจำนวนรูปแบบการโจมตีภาพทั้งหมดที่ใช้ในการทดสอบความคงทนของลายน้ำ ส่วนค่า $\Delta\tau_{ij}$ ในสมการที่ (21) ถูกกำหนดโดยสมการ (24)

$$\Delta\tau_{ij} = 1/(1/f) = f \quad (24)$$

บล็อกไดอะแกรมแสดงขั้นตอนการทำงานของระบบอาณานิคมมดในการค้นหาตำแหน่งและค่าพลังงานที่เหมาะสมแสดงดังภาพ 3

ผลการวิจัยและการอภิปรายผล

ภาพดิจิทัลต้นฉบับที่ใช้ในการทดลองมีขนาด 256×256 พิกเซล จำนวน 4 ภาพ ได้แก่ ภาพ Lena, Peppers, Boat และ Zelda ภาพ 4 (ก) แสดงภาพต้นฉบับ Lena ลายน้ำมีขนาด 64×64 พิกเซล แสดงดังภาพ 4 (ข) พารามิเตอร์ที่ระบบอาณานิคมมดทำการค้นหา มี 10 ค่า ได้แก่ ตำแหน่งของสัมประสิทธิ์ดีซีที่ 8 ค่า และค่าพลังงานในการซ่อนลายน้ำ 2 ค่า พารามิเตอร์สำหรับการทำงานของระบบอาณานิคมมดกำหนดดังนี้ จำนวนมดที่ใช้ 10 ตัว, รอบการทำงาน 100 รอบ, $q_0 = 0.9$, $\varphi = \rho = 0.1$, $\alpha = 1$ และ $\beta = 0$

ผลของการจำแนกประเภทบล็อกดีซีของภาพ Lena แสดงดังภาพ 5 (ก) ภาพ Lena ที่ผ่านการซ่อนลายน้ำแสดงดังภาพ 5 (ข) ภาพ 6 แสดงลายน้ำที่กู้คืนจากการประมวลผลภาพด้วยตัวกรองความถี่ต่ำผ่าน (Low-Pass Filtering: LPF), ตัวกรองความถี่มัธยฐาน (Median Filtering: MF) และการบีบอัดภาพตามมาตรฐาน JPEG โดยใช้คุณภาพการบีบอัด 70% ลายน้ำที่กู้คืนมาจากการบีบอัดภาพตามมาตรฐาน JPEG โดยใช้คุณภาพการบีบอัดตั้งแต่ 10% ถึง 100% แสดงดังภาพ 7 (วิธีที่นำเสนอ) ค่า PSNR และ NC ในรอบการทำงานต่างๆ ของระบบอาณานิคมมดของภาพ Lena แสดงดังตาราง 1

(วิธีที่นำเสนอ) และตาราง 2 (Promcharoen และ Rangsanteri, 2008) ค่า PSNR และ NC ของทุกภาพแสดงดังตาราง 3 (วิธีที่นำเสนอ) และตาราง 4 (Promcharoen และ Rangsanteri, 2008) ส่วนตาราง 5 แสดงค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากการค้นหาด้วยระบบอาณานิคมมด ภาพ 8 – ภาพ 10 แสดงภาพต้นฉบับและภาพที่ผ่านการซ่อนลายน้ำของภาพ Peppers, Boat และ Barbara ตามลำดับ

จากผลการทดลองที่ได้จะสังเกตเห็นว่าเมื่อจำนวนรอบการทำงานของระบบอาณานิคมมดเพิ่มมากขึ้น คุณภาพด้านการมองเห็นของภาพที่ผ่านการซ่อนลายน้ำ (PSNR) และคุณภาพด้านความคงทนของลายน้ำ (NC) ก็พัฒนาเพิ่มขึ้นตามไปด้วย และเมื่อเปรียบเทียบผลการทดลองของวิธีที่นำเสนอกับ (Promcharoen และ Rangsanteri, 2008) พบว่าวิธีที่นำเสนอให้ค่า PSNR และ NC ที่สูงกว่าในทุกภาพการทดลอง

บทสรุป

บทความวิจัยนี้ได้นำเสนอวิธีการซ่อนลายน้ำในภาพดิจิทัล ที่มีการนำฟัซซี่ซีมีนมาใช้ในการจำแนกประเภทของบล็อกที่ดีและประยุกต์ใช้ระบบอาณานิคมมดในการค้นหาค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ที่เหมาะสมต่อการซ่อนลายน้ำ ผลการทดลองได้แสดงให้เห็นว่าวิธีที่นำเสนอสามารถพัฒนาคุณภาพของภาพที่ผ่านการซ่อนลายน้ำและให้ลายน้ำที่มีความคงทนมากขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับวิธีที่นำเสนอในงานวิจัยก่อนหน้านี้



(ก)



(ข)

ภาพ 4 (ก) ภาพ Lena ต้นฉบับ 256×256 พิกเซล
(ข) ภาพลายน้ำ 64×64 พิกเซล



(ก)

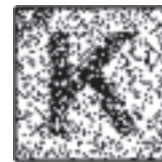


(ข)

ภาพ 5 (ก) ผลการจำแนกบล็อกของภาพ Lena (ข) ภาพที่ผ่านการซ่อนลายน้ำ



(ก)

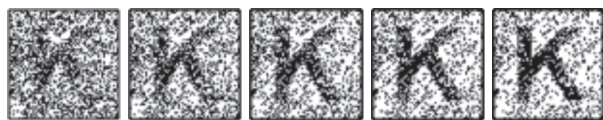


(ข)



(ค)

ภาพ 6 ลายน้ำที่กู้คืนจากการประมวลผลภาพ Lena ด้วย (ก) LPF (ข) MF และ (ค) JPEG



Q = 10% Q = 20% Q = 30% Q = 40% Q = 50%



Q = 60% Q = 70% Q = 80% Q = 90% Q = 100%

ภาพ 7 ลายน้ำที่กู้คืนมาจากการบีบอัดภาพ Lena ตามมาตรฐาน JPEG โดยใช้คุณภาพการบีบอัดตั้งแต่ 10% ถึง 100%

ตาราง 1

ค่า PSNR และ NC ในรอบการทำงานต่างๆ ของ ACS ของภาพ Lena (วิธีที่นำเสนอ)

รอบที่	PSNR (dB)	NC1 (LPF)	NC2 (MF)	NC3 (JPEG)
1	34.8592	0.6210	0.7030	0.8098
50	34.8805	0.7211	0.7772	0.8512
100	35.5849	0.7490	0.7891	0.8620

ตาราง 2

ค่า PSNR และ NC ในรอบการทำงานต่าง ๆ ของ ACS ของภาพ Lena (Promcharoen และ Rangsanteri, 2008)

รอบที่	PSNR (dB)	NC1 (LPF)	NC2 (MF)	NC3 (JPEG)
1	36.4834	0.5661	0.6244	0.6996
50	33.2626	0.7054	0.7607	0.8500
100	33.0240	0.7146	0.7732	0.8631

ตาราง 3

ค่า PSNR และ NC ของทุกภาพการทดลอง (วิธีที่นำเสนอ)

ภาพ	PSNR (dB)	NC1 (LPF)	NC2 (MF)	NC3 (JPEG)
Lena	35.5849	0.7490	0.7891	0.8620
Peppers	35.3264	0.7291	0.7996	0.8871
Boat	34.7914	0.7189	0.7551	0.8868
Barbara	35.4866	0.7211	0.7628	0.8693

ตาราง 4

ค่า PSNR และ NC ของทุกภาพการทดลอง (Promcharoen และ Rangsanteri, 2008)

ภาพ	PSNR (dB)	NC1 (LPF)	NC2 (MF)	NC3 (JPEG)
Lena	33.0240	0.7146	0.7732	0.8631
Peppers	34.0817	0.7024	0.7591	0.8742
Boat	33.3337	0.7076	0.7358	0.8859
Barbara	34.3434	0.6944	0.7254	0.8411

ตาราง 5

ค่าพารามิเตอร์จากการค้นหาด้วย ACS

ภาพ	ตำแหน่งของสัมประสิทธิ์ดีซีที่		ค่าพลังงานในการฝังลายน้ำ	
	ประเภทที่ 1	ประเภทที่ 2	α_1	α_2
Lena	13, 4, 9, 10	11, 8, 10, 13	0.51	1.65
Peppers	13, 18, 19, 17	10, 4, 13, 8	0.62	1.35
Boat	10, 12, 13, 9	6, 13, 8, 5	0.37	1.43
Barbara	9, 8, 17, 13	9, 13, 10, 8	0.30	1.22



(ก)



(ข)

ภาพ 8 (ก) ภาพ Peppers ต้นฉบับ (ข) ภาพที่ผ่านการซ่อนลายน้ำ



(ก)



(ข)

ภาพ 9 (ก) ภาพ Boat ต้นฉบับ (ข) ภาพที่ผ่านการซ่อนลายน้ำ



(ก)



(ข)

ภาพ 10 (ก) ภาพ Barbara ต้นฉบับ (ข) ภาพที่ผ่านการซ่อนลายน้ำ

เอกสารอ้างอิง

- Chen, T. S., Chang, C. C., & Hwang, M. S. (1998), A Virtual Image Cryptosystem based upon Vector Quantization. *IEEE Trans. on Image Processing*, 7(10).
- Cox, I. J., Kilian, Leighton, J. F. T., & Shamoon, T. (1997). Secure Spread Spectrum Watermarking for Multimedia. *IEEE Trans. on Image Processing*, 6(12), 1673–1687.
- Dorigo, M., & Gambardella L. M. (1997). Ant Colony System: a Cooperative Learning Approach to the Traveling Salesman Problem. *IEEE Transactions on Evolutionary Computation*, 1(1), 53-66.
- Dorigo, M., Birattari M., & Stutzle, T. (2006), Ant Colony Optimization. *IEEE Computational Intelligence Mag.*, 28-39.
- Hsu, C. T., & Wu, J. L. (1999). Hidden Digital Watermarks in Images. *IEEE Trans. on Image Processing*, 8(1), 58–68.
- Huang, C. H., & Wu, J. L. (2000). A watermark optimization technique based on genetic algorithms. *Proceeding of SPIE-Visual Communications Image Processing*, 516–523.
- Huang, C. H., & Wu J. L. (2004). *Using Genetic Algorithms as Watermarking Performance Optimizers*. Retrieved from [http://www.cmlab.csie.ntu.edu. Tw/~bh/oldpage/](http://www.cmlab.csie.ntu.edu.tw/~bh/oldpage/)
- Promcharoen, S., & Rangsanseri, Y. (2008). Genetic Watermarking with Block-Based DCT Clustering. *Proceeding of the International Symposium on Communication and Information Technology (ISCIT)*, 346-351.
- Pokudom, S. (2011). Image Watermarking for Image Copyright Protection. *EAU Heritage Journal, Science and technology*, 5(2), 17-27.
- Shieh, C. S., Huang, H. C., Wang, F. H., & Pan, J. S. (2004). Genetic watermarking based on transform domain techniques. *Pattern Recognition*, 37(3), 555–565.
- Wei, Z., Dai, J., & Li, J. (2006). Genetic watermarking based on DCT domain techniques. *Proceeding of IEEE CCECE/CCGEI*, 2365–2368.



การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน กับ การจัดการเรียนรู้โดยวิธีปกติ ในรายวิชา 01337306 กฎและข้อบังคับทางอากาศเรื่อง กฎการบินด้วยสายตา

Comparison Between the Results of Studying by Use Problem Base Learning and the Normal Teaching Method for Course Number 01337306 Air Law and Regulations Regarding Visual Flight Rules

บุญมี จันทร์สวัสดิ์



บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษา (1) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษา ก่อนเรียนและหลังเรียน (2) การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานกับการจัดการเรียนรู้โดยวิธีปกติในรายวิชา 01337306 กฎและข้อบังคับทางอากาศ เรื่อง กฎการบินด้วยสายตา ว่ามีความแตกต่างหรือไม่แตกต่างกัน (3) เพื่อศึกษาความพึงพอใจของผู้เรียนต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ในรายวิชา 01337306 กฎและข้อบังคับทางอากาศ เรื่อง กฎการบินด้วยสายตา ว่ามีความพึงพอใจอยู่ในระดับใดจากผลการศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ ด้วยกิจกรรมที่ใช้ปัญหาเป็นฐานด้วยการจัดกลุ่มการเรียนรู้เป็นกลุ่มย่อย กลุ่มละ 4-5 คน ผลการศึกษาพบว่า คะแนนเฉลี่ยหลังการเรียนสูงกว่าคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนเท่ากับ 54.00 คะแนน และ 39.50 คะแนน ตามลำดับ และทำการเปรียบเทียบผลการเรียนรู้ระหว่างการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานกับวิธีปกติเป็นฐาน พบว่ามีค่าเฉลี่ยของคะแนนหลังการเรียนไม่แตกต่างกันโดยมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 54.00 คะแนน และ 56.00 คะแนน ตามลำดับ จากการที่ให้นักศึกษาตอบแบบสอบถามความพึงพอใจภายหลังจากการสิ้นสุดกิจกรรมของนักศึกษาต่อการเรียน การสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานจำนวน 20 คน ได้รับคืนแบบสอบถามกลับมาครบ 20 แบบสอบถาม พบว่านักศึกษามีความพึงพอใจในรูปแบบการเรียนการสอนโดยรวมอยู่ในระดับปานกลาง (ค่าเฉลี่ย = 3.43)

คำสำคัญ: การเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน, กฎและข้อบังคับทางอากาศ, กฎการบินด้วยสายตา

Abstract

The purpose of this research was (1) to compare the learning achievement, by used problem based learning between prior or after such study to the undergraduate students of School of Aviation, Aviation Management Course, (2) to compare the learning achievement, of the performance problem based learning and the normal methodology activities, (3) to explore the undergraduate who were satisfied with this model. The results comparing the learning achievement, and the learning by using problem based learning was divided into subgroups, 4-5 students in each group, in the Air Law and Regulations Course,



which concerns visual flight rules. It was found that the efficient of such learning methods had a mean and standard deviation that was different prior and after study. To compare the learning achievement between using teacher/learning documents based learning that is the normal methodology activities and problem based learning, it was not different in mean. Also, the students' satisfaction was at medium level.

Keywords: Problem Based Learning, Air Law and Regulations, Visual Flight Rules

ความนำ

การศึกษาเป็นเครื่องมือสำคัญเนื่องจากเป็นรากฐานในการผลิตและพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ซึ่งถือได้ว่าเป็นกำลังหลักในการพัฒนาประเทศการจัดการศึกษาของไทยในปัจจุบันนั้นพบว่ายังประสบปัญหาอยู่มาตั้งแต่แม้ว่าจะผ่านการปฏิรูปการศึกษาครั้งใหญ่มาแล้วไม่ต่ำกว่าสองครั้งและหนึ่งในจำนวนนั้นคือการปฏิรูปการศึกษาครั้งสำคัญที่สามารถปรากฏเป็นกฎหมายชัดเจนครั้งแรกในปีพ.ศ. 2540 ซึ่งได้มีการตราไว้ในรัฐธรรมนูญอันเป็นกฎหมายหลักที่สำคัญของประเทศปรากฏการณ์ครั้งสำคัญนี้ส่งผลให้มีการตราพระราชบัญญัติ การศึกษาแห่งชาติพ.ศ. 2542 อันเป็นแรงผลักดันให้รัฐบาลและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องได้ดำเนินการปฏิรูปและเร่งรัดปรับปรุงระบบการศึกษาอย่างต่อเนื่องเรื่อยมาจนถึงปัจจุบันอีกทั้งแนวโน้มของการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญได้รับการกล่าวถึงและกำหนดให้มีความสำคัญมากขึ้นเป็นลำดับทั้งจากพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติพ.ศ. 2542 แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ.2545 ซึ่งระบุแนวทางการเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญที่ต้องยึดหลักในการจัดการศึกษาว่าผู้เรียนทุกคนมีความสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้และถือว่าผู้เรียนมีความสำคัญที่สุดโดยมีการจัดกระบวนการเรียนการสอนที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาตามธรรมชาติและเต็มศักยภาพและเปลี่ยนบทบาทของนักศึกษาจากผู้รับมาเป็น“ผู้เรียน” และเปลี่ยนบทบาทของอาจารย์จากผู้สอนหรือผู้ถ่ายทอดข้อมูลความรู้มาเป็น “ผู้จัดประสบการณ์การเรียนรู้” และทำหน้าที่เป็นผู้แนะนำหรือผู้เอื้ออำนวยการเรียนรู้ให้จุดเน้นการเรียนรู้อยู่ที่ผู้เรียนมากกว่าอยู่ที่ผู้สอนดังนั้นผู้เรียนจึงกลายเป็น

ศูนย์กลางของการเรียนการสอนเพราะบทบาทการเรียนรู้ส่วนใหญ่จะอยู่ที่ตัวผู้เรียนเป็นสำคัญกำหนดให้มีสาระการเรียนรู้ที่เน้นความสำคัญทั้งความรู้คุณธรรมกระบวนการเรียนรู้และการบูรณาการให้มีเนื้อหาสาระและกิจกรรมที่สอดคล้องกับความสนใจความถนัดและความแตกต่างของผู้เรียนฝึกทักษะกระบวนการคิดและการประยุกต์ใช้ให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากประสบการณ์จริงกำหนดให้ผู้สอนจัดการเรียนการสอนให้ผู้เรียนสามารถใช้การวิจัยเป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการเรียนรู้รวมทั้งยังได้มีการกำหนดไว้ในระบบการประกันคุณภาพการศึกษาภายในและระบบการประเมินคุณภาพการศึกษาภายนอก (สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา, 2550) การผลิตบัณฑิตที่สามารถตอบสนองเป้าหมายดังกล่าวนี้จึงเป็นสิ่งที่คณาจารย์สามารถสร้างให้เกิดขึ้นกับนักศึกษาด้วยการเรียนการสอนที่ส่งเสริมให้นักศึกษาได้ฝึกใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการวิเคราะห์ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับศาสตร์ สาขาวิชาต่างๆ ฝึกทักษะการค้นคว้าแสวงหาความรู้จากแหล่งข้อมูลต่างๆ ทั้งที่เป็นเอกสารหลักการแนวคิดทฤษฎีและผลงานวิจัยทั้งในประเทศและต่างประเทศเพื่อฝึกทักษะการวิเคราะห์สังเคราะห์และประเมินแนวทางแก้ไขปัญหาด้วยตนเองรวมทั้งการแก้ไขปัญหาเป็นกลุ่มทีมงานโดยมีผู้สอนทำหน้าที่เป็นที่ปรึกษาขอให้คำแนะนำและชี้แนะในข้อบกพร่องของผู้เรียนการจัดการเรียนการสอนโดยให้ผู้เรียนร่วมกันเป็นกลุ่มมีการร่วมคิดร่วมแก้ปัญหาปรึกษาหารืออภิปรายและแสดงความคิดเห็นด้วยเหตุผลซึ่งกันและกันจะช่วยให้นักศึกษาได้พัฒนาการเรียนรู้ทักษะกระบวนการคิดและมีประสบการณ์มากขึ้น (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี,

2545 อ้างถึงในเมธาวีพิมพ์วัน, 2549) แนวทางการเรียนการสอนดังกล่าวมีความสอดคล้องกับแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem Based Learning: PBL) ซึ่งเป็นแนวทางการเรียนการสอนที่เริ่มใช้ในการเรียนการสอนในสาขาทางวิทยาศาสตร์สุขภาพและขยายไปยังสาขาอื่นๆ เช่นวิศวกรรมศาสตร์สังคมศาสตร์นิติศาสตร์สถาปัตยกรรมศาสตร์ภาษาศาสตร์วิทยาศาสตร์คณิตศาสตร์ เป็นต้นโดยมุ่งนำเสนอสถานการณ์ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับโลกแห่งความจริงที่มีแนวทางในการแก้ปัญหาได้หลายอย่างเป็นตัวกระตุ้นให้ผู้เรียนคิดวิเคราะห์อย่างหลากหลายโดยใช้กระบวนการกลุ่มเพื่อทำความเข้าใจปัญหาระบุปัญหาให้ชัดเจนศึกษาค้นคว้าและแสวงหาข้อมูลความรู้เพิ่มเติมมีการวางแผนการแก้ปัญหาตั้งสมมติฐานและตัดสินใจเลือกแนวทางแก้ปัญหาที่เหมาะสมพร้อมทั้งมีส่วนร่วมในการประเมินผลการเรียนรู้ของตนเองและของกลุ่มด้วย (เฉลิมวรวิทย์, 2531; มัณฑรา ธรรมบุศย์, 2545; Barrows and Tamblyn, 1980; Edens, 2000)

อารักษ์ ชัยมงคล, 2553 ได้สรุปไว้ในรายงานวิจัยว่าผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานในรายวิชา 1015106 (ความเป็นครูและการบริหารจัดการในชั้นเรียน) สามารถทำให้ผู้เรียนเกิดการพัฒนาในหลาย ๆ ด้านสอดคล้องกับแนวคิดของนักวิชาการและพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติซึ่งสามารถนำมาเป็นกรอบการระดมความคิดเห็นหลอมรวมและบูรณาการให้เกิดข้อมูลใหม่ที่มีประโยชน์สามารถคาดการณ์ค้นพบปัญหาและหาแนวทางการแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องตรงตามเนื้อหาวิชาซึ่งเป็นสิ่งที่ควรได้ในการจัดการเรียนรู้แบบนี้มาสอนอีกเพราะจะทำให้ นักศึกษาได้ค้นคว้าความรู้เพิ่มเติมพร้อมกับเสนอว่าควรเพิ่มเวลาให้ผู้เรียนได้เข้าใจ Concept กระบวนการและวิธีการจัดการให้มากขึ้นต้องหาปัญหาและแนวคิดที่ไม่ซับซ้อนนำมาเป็นตัวอย่างการวิเคราะห์รวมถึงคนไทยไม่มีวินัยในตนเองทำให้การจัดการเรียนรู้แบบนี้ อาจจะไม่ประสบผลและควรมีการทดสอบก่อนและหลังเรียนในทุกครั้งที่เรียนจะได้ช่วยกระตุ้นผู้เรียนเกิดความสนใจและมีความตั้งใจในการเรียนรู้ครั้งต่อไป

แนวคิดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem Based Learning--PBL) ไม่ประสบผลกับผู้เรียนทุกคนหรือกับทุกสาขา ด้วยเหตุที่นักศึกษาแต่ละคนมีพฤติกรรมที่แตกต่างกันและเนื้อหาในรายวิชามีความแตกต่างกัน ดังนั้นการจัดการเรียนการสอนจำเป็นต้องให้นักศึกษามีความรู้ความเข้าใจในกระบวนการและวิธีการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem Based Learning--PBL) ที่มากขึ้น มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซียเล็งเห็นถึงความสำคัญในการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ เพื่อผลิตบัณฑิตให้มีคุณภาพสามารถตอบสนองเป้าหมายได้ด้วยการเน้นขั้นตอนการเรียนรู้ตามแนวทางของ Bloom (1956) ซึ่งได้จัดแบ่งไว้เป็น 6 ขั้นตอนหรือ 6 ระดับได้แก่ (1) ความรู้ความจำ (knowledge) (2) ความเข้าใจ (comprehension) (3) การนำไปใช้ (application) (4) การวิเคราะห์ (analysis) (5) การสังเคราะห์ (synthesis) และ (6) การประเมินค่า (evaluation)

ในรายวิชา 01337306 ที่ผ่านมามีรูปแบบการจัดการเรียนการสอนเน้นการเรียนการสอนแบบบรรยายดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาว่าถ้านำรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานมาใช้ในการจัดการเรียนรู้ในรายวิชา 01337306 (กฎและข้อบังคับทางอากาศ) จะประสบผลทำให้ผู้เรียนสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาต่อไปได้อย่างไร มีประสิทธิภาพผู้วิจัยจึงได้สร้างเครื่องมือในการวิจัยและจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem Based Learning--PBL) ในรายวิชา 01337306 (กฎและข้อบังคับทางอากาศ) เรื่องกฎการบินด้วยสายตา (Visual Flight Rules) ทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างที่สุ่มมาจากนักศึกษาคณะการบินที่ลงทะเบียนเรียนในภาคการศึกษาที่ 2/2554 ที่มีผลการศึกษาอยู่ในระดับต่ำปานกลาง และ ดีมาก จำนวน 20 คน ซึ่งหากการวิจัยครั้งนี้ประสบผลจะเป็นแนวทางในการพัฒนาการเรียนการสอนในรายวิชา 01337306 (กฎและข้อบังคับทางอากาศ) ต่อไปให้การเรียนรู้มีความหลากหลายและทำให้ผู้เรียนได้พัฒนาคุณลักษณะที่พึงประสงค์ตามกรอบมาตรฐานคุณวุฒิอุดมศึกษา (TQF) มากขึ้นทั้งนี้เพื่อพัฒนาการศึกษาให้มีคุณภาพและส่งผลต่อการพัฒนาประเทศต่อไป

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษา ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้ปัญหาเป็นฐานว่ามีความแตกต่างหรือไม่แตกต่างกัน

2. เพื่อศึกษาเปรียบเทียบการจัดการเรียนรู้ โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน กับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีปกติในรายวิชา 01337306 กฎและข้อบังคับทางอากาศ (rules of the air) เรื่อง กฎการบินด้วยสายตา (visual flight rules) ว่ามีความแตกต่างหรือไม่แตกต่างกัน

3. เพื่อศึกษาความพึงพอใจของผู้เรียนต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem Based Learning) ในรายวิชา 01337306 กฎและข้อบังคับทางอากาศ (Rules of the Air) เรื่อง กฎการบินด้วยสายตา (Visual Flight Rules) ว่ามีความพึงพอใจอยู่ในระดับใด

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยในชั้นเรียนครั้งนี้ มีวิธีการดำเนินการวิจัย ดังนี้

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรเป็นนักศึกษาหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาบริหารกิจการการบิน คณะการบิน มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย ชั้นปีที่ 1 ที่ลงทะเบียนเรียนในภาคการศึกษาที่ 2 ประจำปีการศึกษา

กลุ่มตัวอย่างในการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานและวิธีปกติ เป็นนักศึกษาสาขาวิชาบริหารกิจการการบิน ชั้นปีที่ 1 เลือกจากกลุ่มเรียนที่ 3 จำนวน 20 คนซึ่งมีผลการเรียนแตกต่างกันในระดับต่ำ ปานกลาง และดีมากให้เป็นกลุ่มตัวอย่างทดลองการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานและเลือกจากกลุ่มเรียนที่ 2 จำนวน 20 คน มีผลการเรียนแตกต่างกันในระดับต่ำ ปานกลาง และดีมาก เช่นกัน เป็นกลุ่มตัวอย่างที่ควบคุม การเรียนรู้โดยวิธีปกติ

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

แบบสอบถามความพึงพอใจในการเรียนรู้ โดยใช้ปัญหาเป็นฐานของผู้เรียน

วิธีการสร้างเครื่องมือพร้อมกับการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ

สร้างชุดทดสอบเพื่อประเมินผลก่อนเรียนและชุดทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน พร้อมกับการจัดทำแบบสอบถามความพึงพอใจและข้อคิดเห็นในการเรียนรู้โดยวิธีการใช้ปัญหาเป็นฐาน จากนั้นได้นำเครื่องมือดังกล่าวไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบคุณภาพก่อนที่จะนำไปใช้ในการทดสอบประเมินผลการเรียนรู้ในรายวิชา กฎและข้อบังคับทางอากาศ (Rules of the Air) เรื่อง กฎการบินด้วยสายตา (Visual Flight Rules) ตามขั้นตอนการดำเนินงานวิจัยต่อไป

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ก่อนเรียนให้นักศึกษาทำชุดทดสอบแล้วเก็บบันทึกผลการทดสอบไว้เพื่อทำการวิเคราะห์เปรียบเทียบภายหลังสิ้นสุดการเรียน ดำเนินการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานกับกลุ่มตัวอย่างที่ทำการทดลองและใช้วิธีปกติกับกลุ่มตัวอย่างที่ควบคุม เมื่อสิ้นสุดการเรียนการสอนให้นักศึกษาทำการวัดประเมินผลการเรียนรู้ทั้งสองกลุ่มแล้วนำผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมาวิเคราะห์ทางสถิติต่อไป

การวิเคราะห์ข้อมูล

ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล คือ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ผลการเรียนรู้ของกลุ่มทดลองโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ทำการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติค่าร้อยละของความรู้ก่อนเรียนและหลังเรียนร้อยละ วิเคราะห์ข้อมูลความแตกต่างระหว่างการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานของกลุ่มทดลองและการเรียนรู้โดยวิธีปกติของกลุ่มควบคุม ทางสถิติค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติจากแบบสอบถามความพึงพอใจในการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

ของกลุ่มทดลองโดยกำหนดระดับความพึงพอใจไว้ 5 ระดับ ได้แก่

ระดับ	ความหมาย ระดับความคิดเห็น
1 น้อยสุด	(ไม่น่าสนใจ/ไม่กระตุ้น/ไม่ควร//ไม่ดี)
2 น้อย	(น่าสนใจ/กระตุ้น/ควร//ดี)
3 ปานกลาง	ระดับความคิดเห็น (น่าสนใจ/กระตุ้น/ควร//ดี)
4 มาก	ระดับความคิดเห็น (น่าสนใจ/กระตุ้น/ควร//ดี)
5 มากสุด	ระดับความคิดเห็น (น่าสนใจ/กระตุ้น/ควร//ดี)

ผลการวิจัย

การวิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน และกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ เรื่องกฎการbinทั่วไป โดยทำการวิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนของนักศึกษาทั้ง 2 กลุ่ม เพื่อพิจารณาเปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนพื้นฐานก่อนเรียนก่อน โดยดำเนินการวิเคราะห์ความแตกต่างด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนด้วย Independent t-Test ผลปรากฏดังตาราง ดังนี้

ตาราง 1

การเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนของนักศึกษาโดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน (PBL) และกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติเรื่องกฎการbinทั่วไป ด้วย Independent t-Test

คะแนน ผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียน	ใช้ปัญหา เป็นฐาน	แบบปกติ	t	p
	(N=20)	(N=20)		
	X SD	X SD		
หลังเรียน	54.00 9.119	56.00 10.4630	.644	0.523

จากตาราง 1 พบว่าคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนของกลุ่มที่ใช้รูปแบบการเรียนการสอนแบบปกติสูงกว่าคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนของกลุ่มเรียนที่ใช้รูปแบบการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน โดยคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 56 คะแนน และ 54 คะแนน ตามลำดับ และเมื่อได้ไปทำการทดสอบสถิติ Independent t-Test ปรากฏว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนของ

กลุ่มเรียนที่ใช้รูปแบบการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานและกลุ่มเรียนที่ใช้รูปแบบการเรียนการสอนแบบปกติไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ 0.05

ตาราง 2

การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องกฎการbinทั่วไปก่อนการเรียนและหลังการเรียนโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (คะแนนเต็ม 100 คะแนน)

กลุ่มผู้เรียน	n	$\bar{x}$	SD	t	Sig (1-tailed)
ก่อนเรียน	20	39.50	13.27	-4.103	0.001**
หลังเรียน	20	54.00	9.12		

** นัยสำคัญทางสถิติ 0.01

จากตาราง 2 พบว่าคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียน โดยคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 54.00 คะแนน และ 39.50 คะแนน ตามลำดับ และพบว่าการกระจายของคะแนนก่อนเรียนมีการกระจายมากกว่าคะแนนหลังเรียนโดยมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 13.27 และ 9.12 ตามลำดับ เมื่อได้ไปทำการทดสอบสถิติ Dependent t-Test ปรากฏว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนดีกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญ 0.01

2. การวิเคราะห์เปรียบเทียบความพึงพอใจและความคิดเห็นของนักศึกษาที่เข้าร่วมกิจกรรมการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (PBL) เรื่องกฎการbinทั่วไป

ตาราง 3

ผลประเมินความพึงพอใจต่อรูปแบบการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

ลำดับที่	รายการ	$\bar{x}$	SD	แปลผล
1	ความน่าสนใจของกิจกรรม	3.05	0.83	พึงพอใจปานกลาง
2	ช่วยสร้างความรู้และมุมมองใหม่ได้	3.65	0.93	พึงพอใจมาก
3	ประโยชน์ที่ได้รับจากการกิจกรรม	3.95	0.76	พึงพอใจมาก
4	รูปแบบการจัดกิจกรรม	2.90	0.72	พึงพอใจปานกลาง
5	การเปิดโอกาสให้ซักถาม/วิพากษ์	3.35	0.99	พึงพอใจปานกลาง
6	ควรจัดกิจกรรมแบบนี้ทุกรายวิชา	3.10	0.91	พึงพอใจปานกลาง
7	ควรจัดกิจกรรมแบบนี้ทุกภาคการศึกษา	3.60	1.05	พึงพอใจมาก
8	กิจกรรมดังกล่าวกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดี	3.80	1.15	พึงพอใจมาก
รวม		3.43	0.97	พึงพอใจปานกลาง

จากตาราง 3 จากแบบสอบถามสำรวจความพึงพอใจและความคิดเห็นของนักศึกษาที่ร่วมกิจกรรมการจัดการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานจำนวน 20 แบบสอบถาม ผู้วิจัยได้นำไปวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติแล้ว ปรากฏผลวิเคราะห์ดังตารางแปลผลดังนี้

ข้อ 1 ความน่าสนใจของกิจกรรมมีค่าเฉลี่ย 3.05 มีความน่าสนใจในกิจกรรมอยู่ในระดับปานกลาง

ข้อ 2 ช่วยสร้างความรู้และมุมมองใหม่ได้มีค่าเฉลี่ย 3.65 ช่วยสร้างความรู้และมุมมองใหม่อยู่ในระดับมาก

ข้อ 3 ประโยชน์ที่ได้รับจากการกิจกรรมมีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับ 3.95 ได้รับประโยชน์จากกิจกรรมอยู่ในระดับมาก

ข้อ 4 รูปแบบการจัดกิจกรรม มีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับ 2.90 รูปแบบของกิจกรรมดีปานกลาง

ข้อ 5 การเปิดโอกาสให้ซักถาม/วิพากษ์ มีค่าเฉลี่ย 3.35 มีการเปิดโอกาสให้ซักถามและวิพากษ์ในระดับปานกลาง

ข้อ 6 ควรจัดกิจกรรมแบบนี้ทุกรายวิชา มีค่าเฉลี่ย 3.10 เห็นควรให้มีการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานทุกรายวิชาอยู่ในระดับปานกลาง

ข้อ 7 ควรจัดกิจกรรมแบบนี้ทุกภาคการศึกษา

มีค่าเฉลี่ย 3.60 เห็นควรให้มีการจัดการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานทุกภาคการศึกษาอยู่ในระดับมาก

การอภิปรายผล

การวิจัยเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาหลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาบริหารกิจการการบิน ในรายวิชา 01337306 กฎและข้อบังคับทางอากาศ เรื่องกฎการบินด้วยสายตา (Visual flight rules) ระหว่างการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน และการจัดการเรียนรู้แบบปกติสามารถอภิปรายผลได้ดังนี้

1. รายวิชา 01337306 กฎและข้อบังคับทางอากาศ เรื่องกฎการบินด้วยสายตา (Visual flight rules) ที่จัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานและการจัดการเรียนรู้แบบปกติมีประสิทธิภาพ 39.5/54 และ 49.25/56 หมายความว่านักศึกษาทำแบบทดสอบการประเมินผลการเรียนรู้ก่อนเรียน มีคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 39.5 และ 49.25 แต่ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนมีคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 54.00 และ 56.00 ตามลำดับ นั่นคือนักศึกษาที่ร่วมกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานและการจัดการเรียนรู้แบบปกติ ประสิทธิภาพในการเรียนมีความก้าวหน้าคิดเป็นร้อยละ 14.5/6.75 หมายความว่าผลการเรียนรู้โดยใช้ปัญหา

เป็นฐานนักศึกษาจะมีความก้าวหน้าในการเรียนคิดเป็นร้อยละ 14.5 และการเรียนรู้โดยวิธีปกตินักศึกษาจะมีความก้าวหน้าในการเรียน คิดเป็นร้อยละ 6.75 แสดงว่าการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานมีความก้าวหน้าในการเรียนมากกว่าการเรียนรู้โดยวิธีปกติเนื่องมาจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานเป็นการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญเป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้คิดและแก้ปัญหาด้วยตนเองได้ศึกษาค้นคว้าจากสื่อต่าง ๆ ที่มีอิสระโดยครูผู้สอนมีส่วนช่วยในการจัดเนื้อหาสาระและกิจกรรมให้สอดคล้องกับหลักการแนวคิดและวิธีการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน และการเรียนการสอนที่ให้นักศึกษาเป็นศูนย์กลางโดยเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญตามความแตกต่างระหว่างบุคคลและอาศัยหลักปรัชญาแนวคิดทฤษฎีวิธีการตลอดจนศึกษาเทคนิคการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อเป็นแนวทางและเป็นประโยชน์ต่อการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน (PBL) ที่มีประสิทธิภาพและประสิทธิผลตามแนวทางของผู้เชี่ยวชาญและผู้มีประสบการณ์ทางด้านเนื้อหาการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ด้านการวัดและประเมินผลและก่อนที่จะนำแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างจริงได้ผ่านการทดลองเพื่อหาประสิทธิภาพพร้อมนำมาแก้ไขส่วนที่บกพร่องและปรับปรุงให้เหมาะสมยิ่งขึ้นจนสามารถนำไปใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2. ศึกษาเปรียบเทียบแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน กับแผนการจัดการเรียนรู้โดยวิธีปกติในรายวิชา 01337306 กฎและข้อบังคับทางอากาศ เรื่อง กฎการบินด้วยสายตา พบว่าการจัดการเรียนรู้ทั้งสองแบบมีนักศึกษาแบบละ 20 คน กลุ่มทดลองที่เรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานมีคะแนนทดสอบหลังเรียนเฉลี่ยร้อยละ 54.0 (SD = 9.12) และกลุ่มควบคุมที่เรียนรู้โดยวิธีปกติมีคะแนนทดสอบหลังเรียนเฉลี่ย ร้อยละ 56.0 (SD = 10.46) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั้งสองกลุ่มไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ 0.05 สอดคล้องกับงานวิจัยจริยา บุญหงษ์ (2545) ศึกษาการเปรียบเทียบการเรียนการสอนแบบบรรยายกับการใช้ปัญหาเป็นตัวกระตุ้นการเรียนรู้ผลการวิจัย พบว่า การสอนทั้ง 2 แบบมีนักศึกษา 30 คน

กลุ่มที่ได้รับการสอนแบบบรรยายมีคะแนนทดสอบเฉลี่ย 8.17 (SD = 0.84) และคะแนนความพึงพอใจเฉลี่ย 8.57 (SD = 0.97) กลุ่มที่ได้รับการสอนแบบใช้ปัญหาเป็นตัวกระตุ้น มีคะแนนทดสอบเฉลี่ย 8.47 (SD = 1.01) และคะแนนความพึงพอใจเฉลี่ย 8.98 (SD = 0.93) โดยคะแนนของทั้ง 2 กลุ่ม ทั้งคะแนนทดสอบและคะแนนความพึงพอใจ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) สรุปผลการศึกษาพบว่า ไม่มีความแตกต่างระหว่างกลุ่มที่ได้รับการสอนแบบบรรยายกับกลุ่มที่ได้รับการสอนแบบใช้ปัญหาเป็นตัวกระตุ้น ทั้งความรู้ที่นิสิตได้รับและความพึงพอใจต่อวิธีการสอน

3. คะแนนความพึงพอใจของกลุ่มทดลองใช้ปัญหาเป็นฐานในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน มีคะแนนเฉลี่ยความพึงพอใจจากแบบสอบถามเฉลี่ย 3.43 (SD = 0.97) แสดงว่านักศึกษาส่วนมาก มีความพึงพอใจ ต่อการมีส่วนร่วมกิจกรรมการจัดการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน โดยเฉลี่ยอยู่ในระดับปานกลาง จากผลวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติปรากฏว่า นักศึกษามีความเห็นดังนี้

3.1 ความน่าสนใจของกิจกรรมมีค่าเฉลี่ย 3.05 มีความน่าสนใจในกิจกรรมอยู่ในระดับปานกลาง

3.2 ช่วยสร้างความรู้และมุมมองใหม่ได้ มีค่าเฉลี่ย 3.65 ช่วยสร้างความรู้และมุมมองใหม่อยู่ในระดับมาก

3.3 ประโยชน์ที่ได้รับจากกิจกรรมมีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับ 3.95 ได้รับประโยชน์จากกิจกรรมอยู่ในระดับมาก

3.4 รูปแบบการจัดกิจกรรม มีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับ 2.90 รูปแบบของกิจกรรมดีปานกลาง

3.5 การเปิดโอกาสให้ซักถาม/วิพากษ์ มีค่าเฉลี่ย 3.35 มีการเปิดโอกาสให้ซักถามและวิพากษ์ในระดับปานกลาง

3.6 ควรจัดกิจกรรมแบบนี้ทุกรายวิชา มีค่าเฉลี่ย 3.10 เห็นควรให้มีการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานทุกรายวิชาอยู่ในระดับปานกลาง

3.7 ควรจัดกิจกรรมแบบนี้ทุกภาคการศึกษา

มีค่าเฉลี่ย 3.60 เห็นควรให้มีการจัดการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานทุกภาคการศึกษาอยู่ในระดับมาก

3.8 กิจกรรมดังกล่าวกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดี มีค่าเฉลี่ย 3.80 เป็นการกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดีมาก

จากผลวิเคราะห์ทางสถิติ มีค่าเฉลี่ยโดยรวมอยู่ที่ 3.43 อยู่ในระดับปานกลาง แต่ถ้าพิจารณาจากผลวิเคราะห์จะเห็นว่า 50% อยู่ในระดับดีมาก ได้แก่ ช่วยสร้างความรู้และมุมมองใหม่ได้ เป็นกิจกรรมที่มีประโยชน์ควรจัดกิจกรรมแบบนี้ทุกภาคการศึกษาและกิจกรรมดังกล่าวกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดี และจากประเด็นความเห็นของนักศึกษาที่ว่าการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานเป็นประโยชน์ต่อการศึกษาอยู่ในระดับสูงสุดที่ค่า 3.95

ข้อวิจารณ์

จากการวิจัยพบว่าแผนการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานเมื่อนำไปใช้แล้วให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดวิเคราะห์เพิ่มขึ้น และมีดัชนีประสิทธิผลสูงแสดงว่าแผนการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานเป็นแผนการจัดการเรียนรู้ที่สามารถนำไปใช้ได้ผลจริงดังนั้นจึงสมควรอย่างยิ่งที่จะนำไปใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมพัฒนาการเรียนรู้ความสามารถในการคิดวิเคราะห์และความสามารถในการให้เหตุผลกับทุกกลุ่มสาระการเรียนรู้ ส่วนแผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติแม้นักเรียนจะมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงความสามารถในการคิดวิเคราะห์ความสามารถในการให้เหตุผลและดัชนีประสิทธิผลต่ำกว่าแผนการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน อาจมีสาเหตุมาจากกระบวนการและขั้นตอนของรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติไม่สอดคล้องกับความสนใจของนักเรียนเท่ากับแผนการจัดการเรียนรู้

แบบใช้ปัญหาเป็นฐานแต่อาจจะใช้ได้ดีกับนักเรียนกลุ่มอื่นในระดับเดียวกันหรือระดับที่สูงกว่า

ครูผู้สอนควรจัดกิจกรรมเพื่อฝึกทักษะด้านการคิดและการใช้เหตุผลให้นักเรียนที่เหมาะสมทำทายน่าสนใจอย่างต่อเนื่องโดยจัดสถานการณ์ปัญหาที่มีความท้าทาย สอดคล้องกับความต้องการความสามารถของผู้เรียนมากขึ้นไม่ยากหรือซับซ้อนเกินไปรวมทั้งการจัดเวลาให้เหมาะสมกับการแก้ปัญหาสถานการณ์นั้น ๆ

ควรสนับสนุนให้นักเรียนแต่ละคนมีอิสระในการเลือกวิธีการแก้ปัญหาด้วยตนเองภายใต้การให้คำแนะนำจากครูที่เหมาะสมและควรเลือกใช้ปัญหาที่ใกล้เคียงผู้เรียนให้มากขึ้นเพื่อประโยชน์ในการเรียนรู้ที่พึงประสงค์และมีความหมายสำหรับผู้เรียน

ข้อเสนอแนะ

1. ควรมีการวิจัยในชั้นเรียนเพื่อจะได้ข้อมูลในระดับลึกและมีความเป็นจริงมากยิ่งขึ้นโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานและบูรณาการหรือผสมผสานด้วยเทคนิคการเรียนรู้แบบอื่นที่เอื้อต่อการเรียนแบบกลุ่มร่วมมือ

2. ควรมีการวิจัยเปรียบเทียบระหว่างรูปแบบใช้ปัญหาเป็นฐานกับรูปแบบปกติในกลุ่มตัวอย่างอื่นอีกครั้งเพื่อจะได้คำตอบที่ชัดเจนยิ่งขึ้นว่ารูปแบบใดเหมาะสมกับนักเรียนกลุ่มใดระดับใดและสถานศึกษาใดมากกว่ากัน

3. ควรมีการศึกษาตัวแปรต่าง ๆ ที่มีผลต่อการจัดการเรียนรู้ของผู้เรียนหลังการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน



เอกสารอ้างอิง

- พิจิตร อุตตะโปน. (2550). ชุดการเรียนรู้การสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานเรื่องการวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้นระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบัณฑิตศึกษามหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
- เมธาวิ พิมวัน. (2549). ชุดการเรียนรู้การสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานเรื่องพื้นที่ผิวระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบัณฑิตศึกษามหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- สมบัติ เฝ่าพงศ์คล้าย. (2546). การส่งเสริมความรู้และความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่องเศรษฐกิจชุมชนพึ่งตนเองโดยการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน.
- อาภรณ์ แสงรัศมี. (2543). ศึกษาผลของการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นหลักต่อลักษณะการเรียนรู้ด้วยตนเอง ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมและความพึงพอใจต่อการเรียนการสอนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบัณฑิตศึกษามหาวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ธีรพัฒน์ อุทธกริ, วิไลวรรณ สารมู, สนิใจ เทนชัยภูมิ และ สุชาติพิทย์ คำอุดม. (2557). รูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน *Problem-based Learning (PBL)*. ค้นจาก <http://comed5kku.wordpress.com/การจัดการเรียนรู้โดยใช้/>
- กัญญา กำศิริพิมาน.(2550). วารสารการวิจัยทางการศึกษา. เชียงใหม่: ศูนย์วิจัยการศึกษาคณะศึกษาศาสตร์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
- มณฑรา ธรรมบุศย์. (2552). *PBL มีความเป็นมาอย่างไร?*. ค้นจาก <http://luksoshow.multiply.com/journal/item/101/101>
- ยรรยง สิ้นธุ์งาม. (2551). การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน. ค้นจาก <http://www.vcharkarn.com/vblog/37131>
- กัญญา กำศิริพิมาน.(2550). วารสารการวิจัยทางการศึกษา. เชียงใหม่: ศูนย์วิจัยการศึกษาคณะศึกษาศาสตร์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. (2552). วารสารวิชาการ. กรุงเทพฯ: สกสค.
- Anderson, L. W., & Krathwohl, D. R. (Eds.). (2001). A taxonomy for learning, teaching and assessing: A revision of Bloom's Taxonomy of educational objectives. (Complete edition). New York: Longman.
- Anderson, L. W. (2009). Bloom's Taxonomy. Retrieved from: http://www.odu.edu/educ/roverbau/Bloom/blooms_taxonomy.htm. [2009, April 23]
- Annex 2 to the convention on international civil aviation-Tenth Edition July 2005-ICAO-Rules of the Air
- Doc 7300/18-Convention on International Civil Aviation Eighth Edition-2000



ระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ในโรงเรือนเพาะปลูกพืชไร้ดิน แบบทำความเย็นด้วยวิธีการระเหยของน้ำร่วมกับการสเปรย์ละอองน้ำ แบบอัตโนมัติ โดยใช้ระบบควบคุมเชิงตรรกะแบบโปรแกรมได้



PLC-Based Automatic Control System of Temperature and Relative Humidity in Soilless Culture Greenhouse with an Evaporative Cooling System and Fogging System



สมภาร น้าหอมจันทร์ และ อติกร เสรีพัฒนานนท์

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอการออกแบบสร้างระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ในโรงเรือนเพาะปลูกพืชไร้ดิน แบบการทำความเย็นด้วยวิธีการระเหยของน้ำ ร่วมกับการสเปรย์ละอองน้ำ แบบอัตโนมัติ ซึ่งใช้ PLC เป็นอุปกรณ์ควบคุม โดยรับสัญญาณอะนาลอกจากเซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ผ่านอุปกรณ์รับสัญญาณอะนาลอกเพื่อให้ PLC ประมวลผล และใช้ดิจิทัลโวลต์มิเตอร์แสดงค่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายในโรงเรือนที่หน้าตู้ควบคุม ระบบควบคุมที่ออกแบบสร้างสามารถทำงานได้ทั้งแบบการควบคุมด้วยมือ และแบบอัตโนมัติ ผลการทดสอบพบว่า ระบบควบคุมอัตโนมัติสามารถเริ่มและหยุดการทำงานได้ตามเวลาที่กำหนดไว้ และสามารถสั่งให้ระบบการทำความเย็นด้วยวิธีการระเหยของน้ำและระบบสเปรย์ละอองน้ำ ทำงานตามเงื่อนไขอุณหภูมิและเวลาที่กำหนดไว้ เพื่อรักษาให้อุณหภูมิภายในโรงเรือนไม่เกิน 30 องศาเซลเซียส ซึ่งเป็นอุณหภูมิที่แนะนำสำหรับการปลูกพืชไร้ดินในโรงเรือน โดยอุณหภูมิภายในโรงเรือนเฉลี่ย 30.45 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ภายในโรงเรือนเฉลี่ย 80.54 เปอร์เซ็นต์ ระบบสเปรย์ละอองน้ำทำงานเฉลี่ย 10 นาทีต่อวัน ระบบการทำความเย็นด้วยวิธีการระเหยของน้ำทำงานเฉลี่ย 6.37 ชั่วโมงต่อวัน ซึ่งจำนวนชั่วโมงการทำงานของระบบทำความเย็นด้วยวิธีการระเหยของน้ำขึ้นอยู่กับสภาพอากาศภายนอก เป็นการลดการใช้พลังงานไฟฟ้า น้ำ และคนงานได้ สามารถนำไปใช้ควบคุมการทำงานของโรงเรือนเพาะปลูกสำหรับบ้านพักอาศัยได้เป็นอย่างดี

คำสำคัญ: ระบบควบคุมอัตโนมัติ การปลูกพืชไร้ดิน โรงเรือนเพาะปลูก พีแอลซี

Abstract

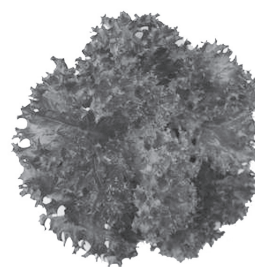
This paper presents the design and construction of PLC-based automatic control System of temperature and relative humidity in soilless culture greenhouse with an evaporative cooling system and fogging system. In this paper , we use programmable logic control for controller, an analog input device for receive analog signals from temperature and relative humidity sensor to processing in PLC, and use 2 digital voltmeters to displays the temperatures relative humidity in the greenhouse at the front of the control cabinet. The control system can be controlled with both manual control and automatic

control. The test result show the control system can automatically start and stop run as scheduled and can command the evaporative cooling system and fogging system run in the conditions of temperature and time specified to maintain the temperature in the greenhouse less than 30 degrees celsius that are the recommended temperature for soilless culture in the greenhouses, the average temperature in the greenhouse of 30.45 degrees celsius, the average relative humidity in the greenhouse of 80.54 percent, fogging system average run of 10 minutes per day and evaporative cooling system average run of 6.37 hours per day. The running hours of the evaporative cooling system is based on the weather outside greenhouse. This will reduce electric power consumption, water and labor as well as for the control of greenhouse for the home as well.

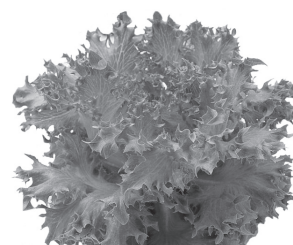
Keywords: automatic control system, soilless culture, greenhouse, PLC

ความนำ

ปัจจุบันคนไทยหันมาใส่ใจดูแลรักษาสุขภาพมากขึ้น การบริโภคผักผลไม้เป็นปัจจัยสำคัญปัจจัยหนึ่งที่ช่วยเสริมสร้างสุขภาพร่างกายให้แข็งแรง ซึ่งผักปลอดสารพิษเป็นตัวเลือกหนึ่งที่มีความนิยมจากผู้บริโภคมากขึ้นเรื่อยๆ สำหรับผักปลอดสารพิษที่จำหน่ายอยู่ตามท้องตลาดในปัจจุบันมีหลายชนิด ได้แก่ ผักกาดหอม และผักกาดแก้ว รวมถึงผักเมืองหนาวประเภทผักสลัด เช่น Green Oak, Red Oak, Red Coral, Butter Head, Cos และ Iceberg เป็นต้น ภาพตัวอย่างพันธุ์ผักสลัดแสดงดังภาพ 1



เรดคอรัล (red coral)



ฟิลเล่ซีไอส์เบิร์ก (frillice iceberg)



กรีนคอส (green cos)



มิซึน่า (mizuna)

ภาพ 1 ลักษณะพันธุ์ผักสลัด

ที่มา. จาก ลักษณะพันธุ์ผักสลัด. โดย phukethydro, ค้นจาก www.phukethydro.com

การปลูกผักปลอดสารพิษและผักเมืองหนาว โดยมากจะปลูกในบริเวณภาคเหนือของประเทศ ด้วยข้อจำกัดทางด้านดินฟ้าอากาศและอุณหภูมิ ทำให้ผลผลิตที่ได้ไม่สม่ำเสมอตลอดทั้งปี ส่งผลต่อปริมาณและคุณภาพที่ไม่เพียงพอต่อความต้องการของผู้บริโภค จึงต้องมีการนำเข้าจากต่างประเทศ ซึ่งเป็นสาเหตุให้

ผักปลอดสารพิษจะมีราคาค่อนข้างสูง บางชนิดมีราคาสูงถึงกิโลกรัมละ 300 บาท บางชนิดจำหน่ายเป็นต้นในราคาสูงถึงต้นละ 25 บาท เมื่อเทียบกับผักไทยที่ปลูกด้วยวิธีปกติทั่วไป ซึ่งมีราคาประมาณกิโลกรัมละ 5-30 บาท

แต่เนื่องด้วยสภาวะโลกร้อนในปัจจุบัน เป็นสาเหตุให้สภาพ ดิน ฟ้า อากาศ แปรปรวนเป็นอย่างมาก อีกทั้งยังเกิดมหาอุทกภัยในปี พ.ศ. 2554 ทำให้เกิดผลกระทบต่อผลิตผลทางการเกษตรอย่างมาก ซึ่งในช่วงไม่กี่ปีที่ผ่านมา ประเทศไทยได้นำเทคโนโลยีทำให้สามารถปลูกผักเมืองหนาวได้แม้ในพื้นที่ที่มีอากาศร้อน อุณหภูมิสูงก็ตามเข้ามาใช้ โดยใช้เทคนิคที่เรียกว่า ไฮโดรโปนิคส์ (Hydroponics) มาช่วยในการปลูก ซึ่งนอกจากจะช่วยให้สามารถปลูกผักเมืองหนาวในเขตภาคกลางหรือในพื้นที่ที่อากาศร้อนได้แล้ว ยังได้ผลผลิตที่ดีและสม่ำเสมอไม่ขึ้นกับฤดูกาล สามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตได้เร็วขึ้น อีกทั้งผักที่ได้ยังเป็นผักปลอดสารพิษอีกด้วย

การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินอธิบายได้ตามลักษณะระบบหรือวิธีการปลูกได้ 2 วิธีการ (ดิเรก ทองอร่าม: 2550) ดังนี้

1. ซับสเตรท คัลเจอร์ (Substrate Culture) เป็นการปลูกพืชบนดินโดยไม่ใช้ดินเป็นวัสดุปลูก แต่เป็นการปลูกพืชลงบนวัสดุปลูกชนิดต่าง ๆ ที่เป็นได้ทั้งอินทรีย์สารและอนินทรีย์สาร โดยพืชสามารถเจริญเติบโตบนวัสดุปลูกจากการได้รับสารละลายอาหารพืชที่มีน้ำผสมกับปุ๋ยหรือสารเคมีที่มีธาตุต่าง ๆ ที่พืชต้องการ (Nutrient solution) จากรากพืช

2. ไฮโดรโปนิคส์ (Hydroponics) เป็นการปลูกพืชที่ไม่ใช้วัสดุปลูก (Nonsubstance หรือ Water Culture) คือ การทำการปลูกพืชลงบนสารละลายธาตุอาหารพืช โดยให้รากพืชสัมผัสกับสารละลายธาตุอาหารโดยตรงนั่นเอง การปลูกพืชลักษณะนี้ต้องทำการควบคุมอุณหภูมิของสารละลายธาตุอาหารพืชให้เหมาะสมกับการเจริญเติบโตของพืช

การปลูกพืชในโรงเรือนที่สามารถควบคุมอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ให้มีสภาวะพอเหมาะแก่

การเจริญเติบโตของพืชพันธุ์ได้จะทำให้สามารถเพาะปลูกพืช ผัก ผลไม้ได้อย่างมีคุณภาพและมีปริมาณตามที่ต้องการ เนื่องด้วยผักไฮโดรโปนิคส์มีอายุเฉลี่ย 45 วัน ทั้งนี้ผู้ปลูกสามารถประมาณปริมาณสำหรับบริโภคและสำหรับจำหน่ายได้อย่างแน่นอนและจำนวนรอบการปลูกสูงกว่าการปลูกพืชแบบใช้ดิน อีกทั้งยังใช้พื้นที่น้อยกว่าอีกด้วย การปลูกผักในระบบไฮโดรโปนิคส์นั้นสิ่งที่จะต้องพิจารณา คือ อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ภายในโรงเรือน การนำระบบควบคุมอัตโนมัติเข้ามาใช้จะทำให้ ลดการใช้กำลังคน น้ำ และกระแสไฟฟ้า ซึ่งจะเป็นการประหยัดพลังงานที่ใช้ในโรงเรือนได้

แนวคิดและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

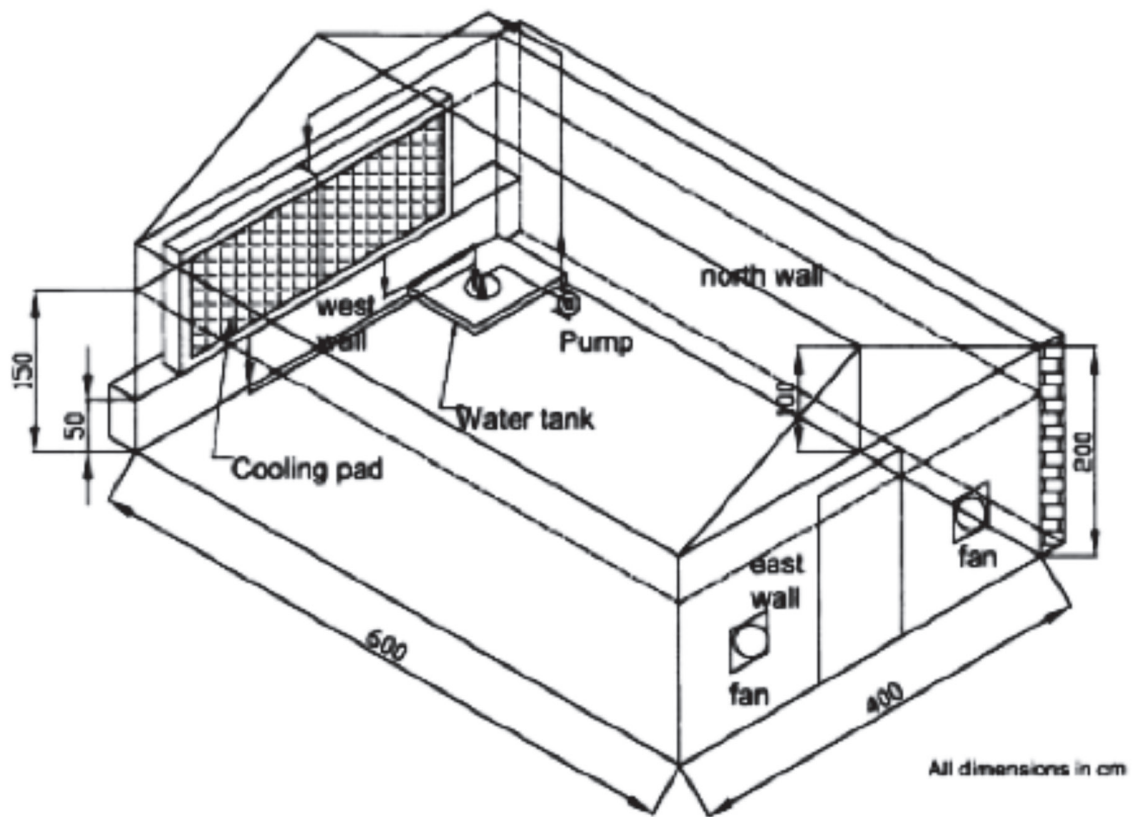
การปลูกพืชไร้ดินในระบบไฮโดรโปนิคส์ แบบ Nutrient Film Technique (NFT) ในโรงเรือนเพาะปลูกระบบปิด จะต้องควบคุมให้มีอุณหภูมิ 25-35 °C ความชื้นสัมพัทธ์ 60-80 % อุณหภูมิภายในโรงปลูก 18-30 °C (ดิเรก ทองอร่าม, 2550; นพดล เรียบเลิศศิริ, 2553; โสระยา รุ่งรังสี, 2544; อาณัฐ ตันโช, 2552) การควบคุมดังกล่าวมีวัตถุประสงค์เพื่อให้ได้ผลผลิตที่คงที่ จึงต้องนำระบบควบคุมอัตโนมัติเข้ามาช่วยเพื่อลดการใช้พลังงานไฟฟ้า และน้ำในการปลูกผักในโรงเรือน อีกทั้งลดการใช้แรงงานคนอีกด้วย ตัวอย่างโรงเรือนแบบ Evaporative Cooling System (Dilip Jain and Gopal Nath Tiwari: 2002) แสดงดังภาพ 2 การสเปรย์ละอองน้ำเพิ่มในโรงเรือนในช่วงเวลากลางวันจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ได้ดียิ่งขึ้น (A. Arbel, M. Barak and A. Shklyar: 2003) ภาพแสดงการติดตั้งหัวฉีดสเปรย์ละอองน้ำร่วมกับระบบ Evaporative Cooling System แสดงดังภาพ 3

วัตถุประสงค์การวิจัย

จากข้อมูลข้างต้น ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะออกแบบสร้างระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ในโรงเรือนเพาะปลูกพืชไร้ดิน แบบทำความเย็นด้วยวิธีการระเหยของน้ำ (Evaporative Cooling System)

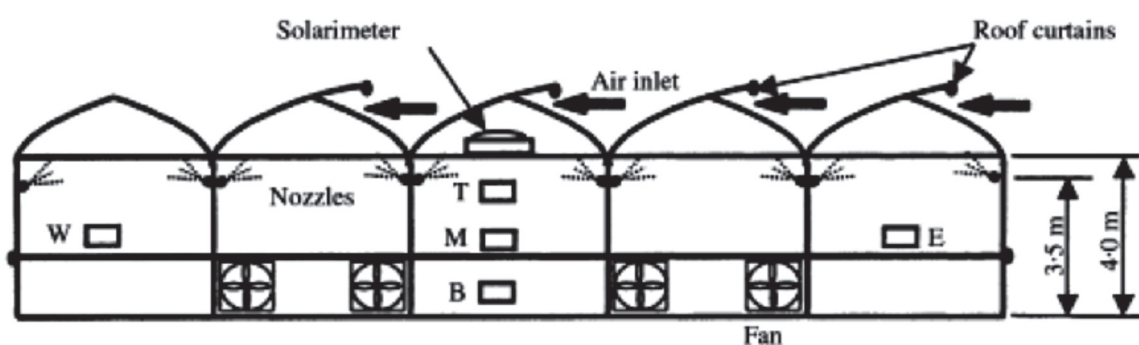
ร่วมกับการสเปรย์ละอองน้ำ (Fogging System หรือ Sprinkler) แบบอัตโนมัติ โดยใช้ PLC ในการควบคุม

การทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้สำหรับเพิ่มความชื้นสัมพัทธ์และลดอุณหภูมิในโรงเรือนระบบปิด



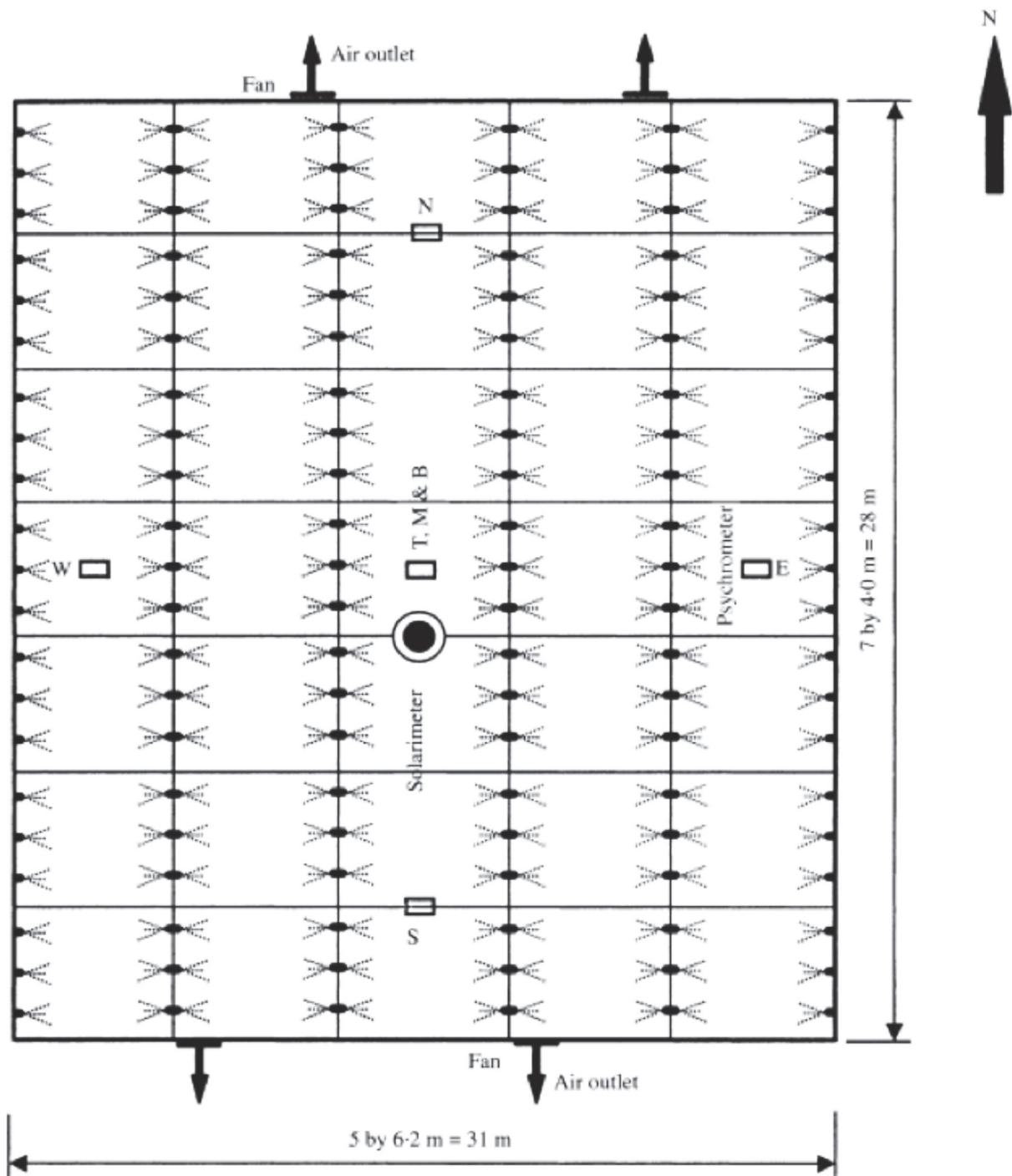
ภาพ 2 ภาพ Isometric ของโรงเรือนแบบ Evaporative Cooling System

Note. from Modeling and optimal design of evaporative cooling system in controlled environment greenhouse, (2002), by Dilip Jain & Tiwari, J. N., *Biosystems Engineering*, 84(1), 45-55.



ภาพ 3 การติดตั้งหัวฉีดสเปรย์ละอองน้ำร่วมกับระบบ Evaporative Cooling System

Note. from Combination of Forced Ventilation and Fogging Systems for Cooling Greenhouses. (2003), by Arbel, M. A., Barak, A. & Shklyar, A. *Biosystems Engineering*, 84(1), 45-55.



ภาพ 3 (ต่อ)

ข้อกำหนดของการออกแบบ

ข้อกำหนดในการออกแบบสร้างระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ในโรงเรียนเพาะปลูกพืชไร่นา แบบทำความเย็นด้วยวิธีการระเหยของน้ำร่วมกับการสเปรย์ละอองน้ำ แบบอัตโนมัติ โดยใช้ PLC มีดังนี้

1. ใช้ PLC เป็นอุปกรณ์ควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ในโรงเรียนให้ไม่เกิน 30 องศาเซลเซียส โดยรับสัญญาณอะนาล็อกของอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายในโรงเรียนจากเซ็นเซอร์ ส่งไปประมวลผลใน PLC และสั่งให้อุปกรณ์ต่างๆ ทำงานตามที่กำหนด และสามารถเลือกโหมดการทำงานได้

ทั้งแบบควบคุมด้วยมือ (Manual) และแบบควบคุมอัตโนมัติ (Automatic)

2. ระบบทำความเย็นด้วยวิธีการระเหยของน้ำ ประกอบด้วย พัดลมระบายอากาศ พิกัด 220 V, 50 Hz, 370 W จำนวน 1 เครื่อง สำหรับลดอุณหภูมิและเพิ่มความชื้นสัมพัทธ์ในโรงเรือน พัดลมระบายอากาศขนาดเล็ก 220 V, 50 Hz, 28 W จำนวน 2 เครื่อง สำหรับระบายอากาศในโรงเรือนขณะที่พัดลมระบายอากาศขนาดใหญ่หยุดการทำงาน (ทำงานสลับกัน) ปั๊มน้ำของ Cooling Pad พิกัด 220 V, 50 Hz, 60 W จำนวน 1 เครื่อง โดยสามารถสั่งให้ทำงานได้อัตโนมัติในกรณีที่อุณหภูมิสูงกว่า 30 องศาเซลเซียส

3. ระบบสเปรย์ละอองน้ำ คือ ปั๊มน้ำ พิกัด 220 V, 50 Hz, 180 W จำนวน 1 เครื่อง สำหรับช่วยระบบทำความเย็นด้วยวิธีการระเหยของน้ำลดอุณหภูมิและเพิ่มความชื้นสัมพัทธ์ในโรงเรือน โดยสามารถสั่งให้ทำงานเป็นช่วงเวลาตามที่กำหนด และทำงานอัตโนมัติในกรณีที่อุณหภูมิสูงกว่า 33 องศาเซลเซียส

ข้อกำหนดของการทดสอบ

การทดสอบเก็บผลระบบควบคุมที่ออกแบบสร้างแล้วเสร็จ จะทำการเก็บผลโดยใช้อุปกรณ์เก็บข้อมูล (Data Acquisition; DAQ) ที่สามารถรับสัญญาณแรงดันจากเซ็นเซอร์อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ทั้งภายในและภายนอกโรงเรือน และการทำงานของระบบทำความเย็นด้วยวิธีการระเหยของน้ำและระบบสเปรย์ละอองน้ำ โดยทำการทดสอบเก็บผล 2 สัปดาห์ บันทึกค่าต่างๆ ทุก 1 วินาที เพื่อให้สามารถพิจารณาประสิทธิผลของระบบควบคุม เปรียบเทียบอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ระหว่างภายในโรงเรือนและภายนอกโรงเรือน และการทำงานของระบบทำความเย็นด้วยวิธีการระเหยของน้ำและระบบสเปรย์ละอองน้ำ ได้ชัดเจนยิ่งขึ้น

การออกแบบโปรแกรมการควบคุม

จากข้อกำหนดข้างต้น สามารถจำแนกกลุ่มอุปกรณ์ได้ดังนี้

อุปกรณ์อินพุต

- Push Button Switch จำนวน 6 ตัว ได้แก่ ON/OFF ระบบควบคุม ON/OFF ระบบ Evaporative Cooling System และ ON/OFF Fogging System หรือระบบสเปรย์ละอองน้ำ หรือสปริงเกอร์

- Selector Switch จำนวน 1 ตัว สำหรับเลือกโหมดการทำงาน Manual/Automatic

- Temperature and Relative Humidity Sensor ยี่ห้อ PRIMUS รุ่น HM-004-00 พิกัดอินพุต 0-100 °C, 0-100 % เอาท์พุต 0-10 Vdc จำนวน 1 ตัวสำหรับรับค่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ในโรงเรือน

อุปกรณ์เอาท์พุต

- Evaporative Cooling System

- Sprinkler System

หมายเหตุ: เอาท์พุตของ PLC ไม่สามารถขับ Evaporative Cooling System และ Sprinkler System ได้โดยตรง จึงใช้เอาท์พุตของ PLC ไปขับ Relay และ Magnetic Contractor เพื่อให้สามารถสั่งการให้ Evaporative Cooling System และ Sprinkler System ทำงานได้

อุปกรณ์ควบคุม

- PLC ยี่ห้อ OMRON รุ่น CPM2A-20CDR-D โดยมี 20 I/O แบ่งเป็น 12 อินพุต และ 8 เอาท์พุต ซึ่งเพียงพอต่อจำนวนอินพุตและเอาท์พุตที่ต้องการควบคุม

- Analog Input ยี่ห้อ OMRON รุ่น CPM1A-MAD01 พิกัดอินพุต 10 Vdc โดยมี อะนาลอกอินพุต

จำนวน 2 ช่อง ซึ่งเพียงพอต่ออินพุตที่ต้องการจะรับค่า คือ อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ เพื่อป้อนให้แก่ PLC สำหรับประมวลผล

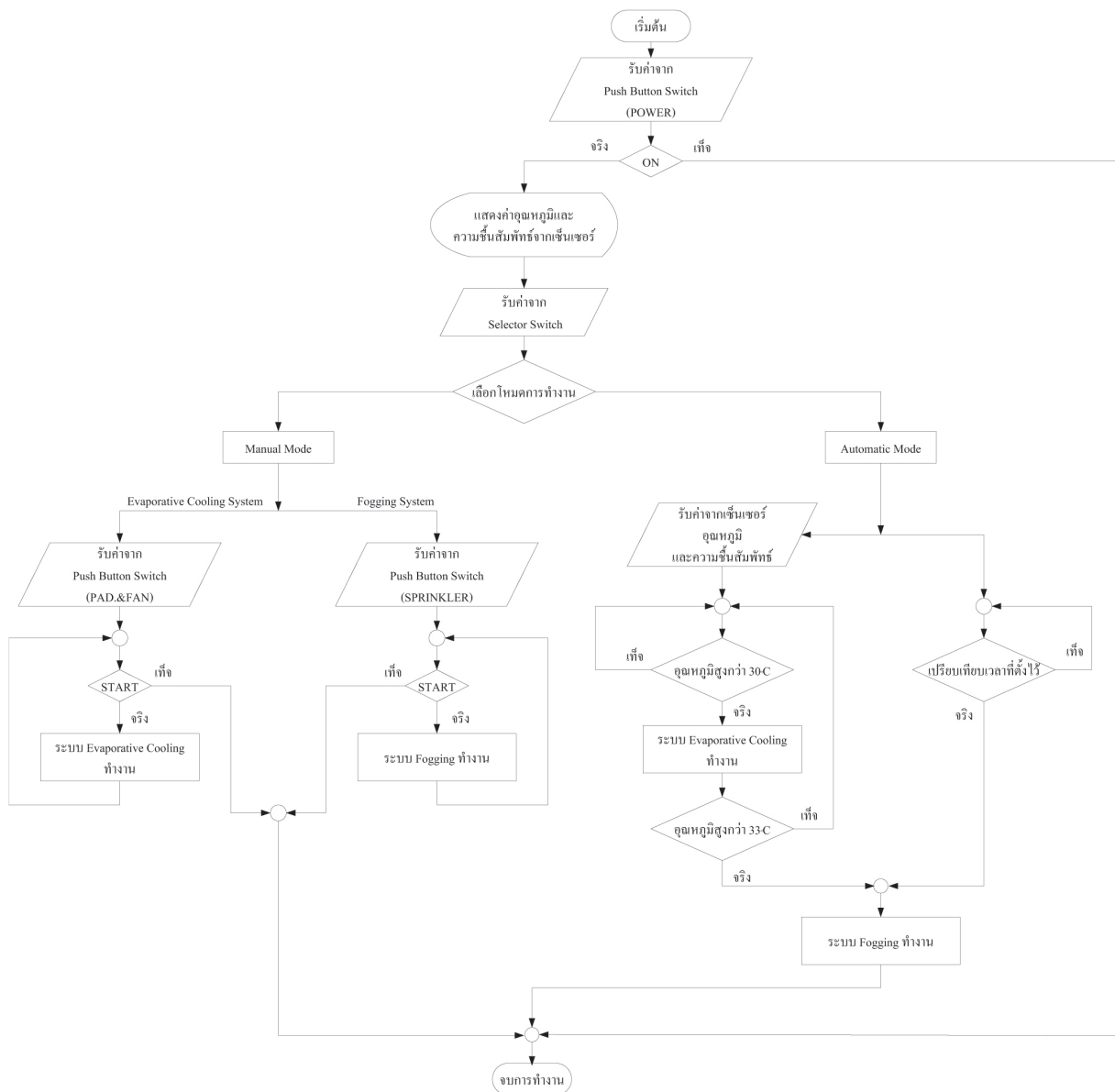
อุปกรณ์แสดงผล

- Pilot Lamp จำนวน 3 หลอด สำหรับแสดงสถานะการทำงานของระบบควบคุม การทำงานของ

Evaporative Cooling System และการทำงานของ Sprinkler System

- DC Volt Meter พิกัด 0-10 V_{dc} จำนวน 2 ตัว สำหรับแสดงค่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ในโรงเรือน

จากข้อกำหนดและอุปกรณ์จะสามารถเขียนแผนผังการทำงานของระบบควบคุมได้ดังภาพ 4

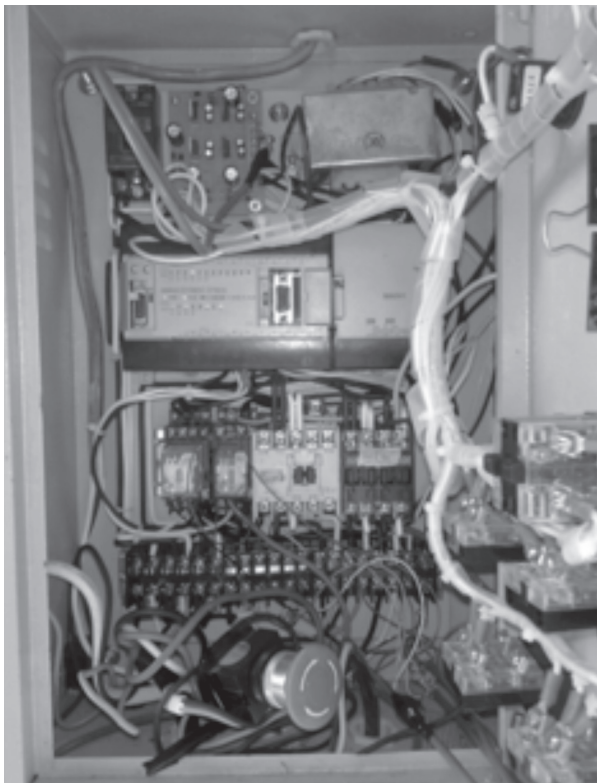


ภาพ 4 แผนผังการทำงานของระบบควบคุม

จากแผนผังการทำงานของระบบควบคุม จะสามารถเขียนโปรแกรมควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ในโรงเรือนเพาะปลูกแบบอัตโนมัติควบคุมด้วย PLC ได้ โดย Ladder Diagram ศึกษาได้จาก รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์ (ธนากร น้ำหอมจันทร์ และ อติกร เสรีพัฒนานนท์: 2556)

การออกแบบและติดตั้งอุปกรณ์ในตู้ควบคุม

จากข้อกำหนดและอุปกรณ์ที่ใช้ในการออกแบบ สร้างระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ ในโรงเรือนเพาะปลูกพืชไร้ดิน แบบทำความเย็น ด้วยวิธีการระเหยของน้ำร่วมกับการสเปรย์ละอองน้ำ แบบอัตโนมัติ โดยใช้ PLC ในการติดตั้งอุปกรณ์ในตู้ควบคุมจะต้องคำนึงถึงขนาดของอุปกรณ์ที่จะติดตั้งในตู้ควบคุม จากขนาดของอุปกรณ์ที่ใช้ในงานวิจัยนี้ โดยเลือกใช้ตู้ควบคุมขนาดมาตรฐาน MS1 ขนาด 30 × 45 × 17 เซนติเมตร โดยมีลักษณะการจัดวางและการติดตั้งอุปกรณ์ในตู้ควบคุม แสดงดังภาพที่ 5 และ 6



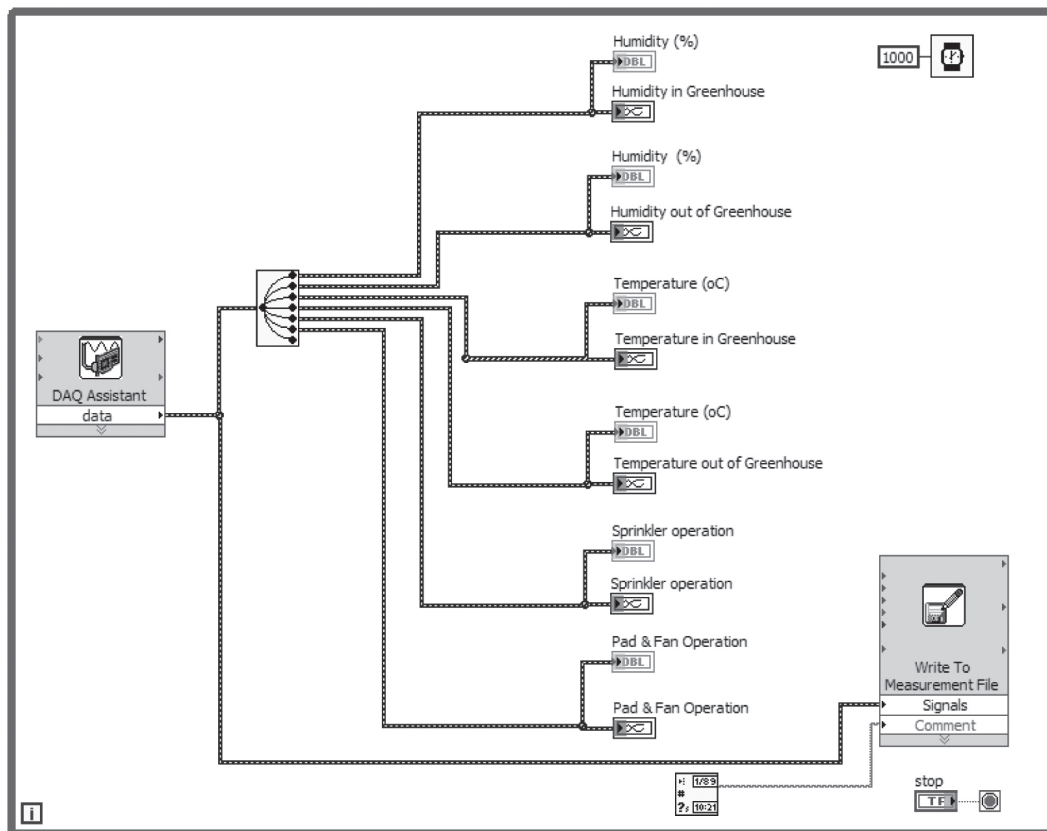
ภาพ 5 การติดตั้งอุปกรณ์ภายในตู้ควบคุม



ภาพ 6 การติดตั้งอุปกรณ์ภายนอกตู้ควบคุม

การออกแบบระบบวัด

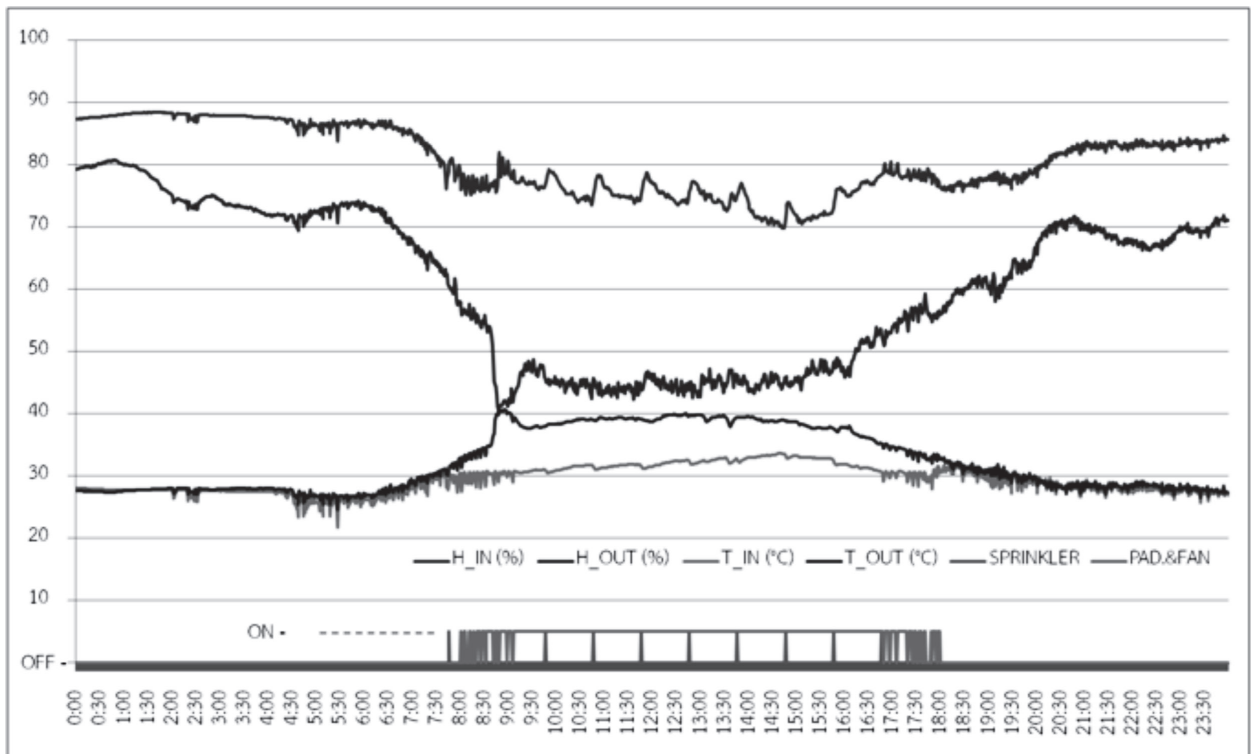
ระบบวัดของงานวิจัยนี้ใช้อุปกรณ์เก็บข้อมูล LabVIEW รุ่น NI-USB 6008 ใช้งานเป็น monitoring ในการวัดและค่าต่าง ๆ เช่น อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ ทั้งภายในและภายนอกโรงเรือนรวมถึงการทำงานของ Evaporative Cooling System และ Fogging System และบันทึกค่าเป็นไฟล์ข้อมูล โดยทดสอบเก็บผล 2 สัปดาห์ บันทึกค่าต่าง ๆ ทุก 1 วินาที เพื่อให้สามารถพิจารณาประสิทธิภาพผลของระบบควบคุม สามารถเปรียบเทียบอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ระหว่างภายในโรงเรือน และภายนอกโรงเรือน และการทำงานของระบบ Evaporative Cooling System และ Fogging System ได้ชัดเจนยิ่งขึ้น Block Diagram ของระบบวัดที่เขียนบนโปรแกรม LabVIEW แสดงดังภาพที่ 7 และ Front Panel ของระบบวัดที่เขียนบนโปรแกรม LabVIEW แสดงดังภาพ 8



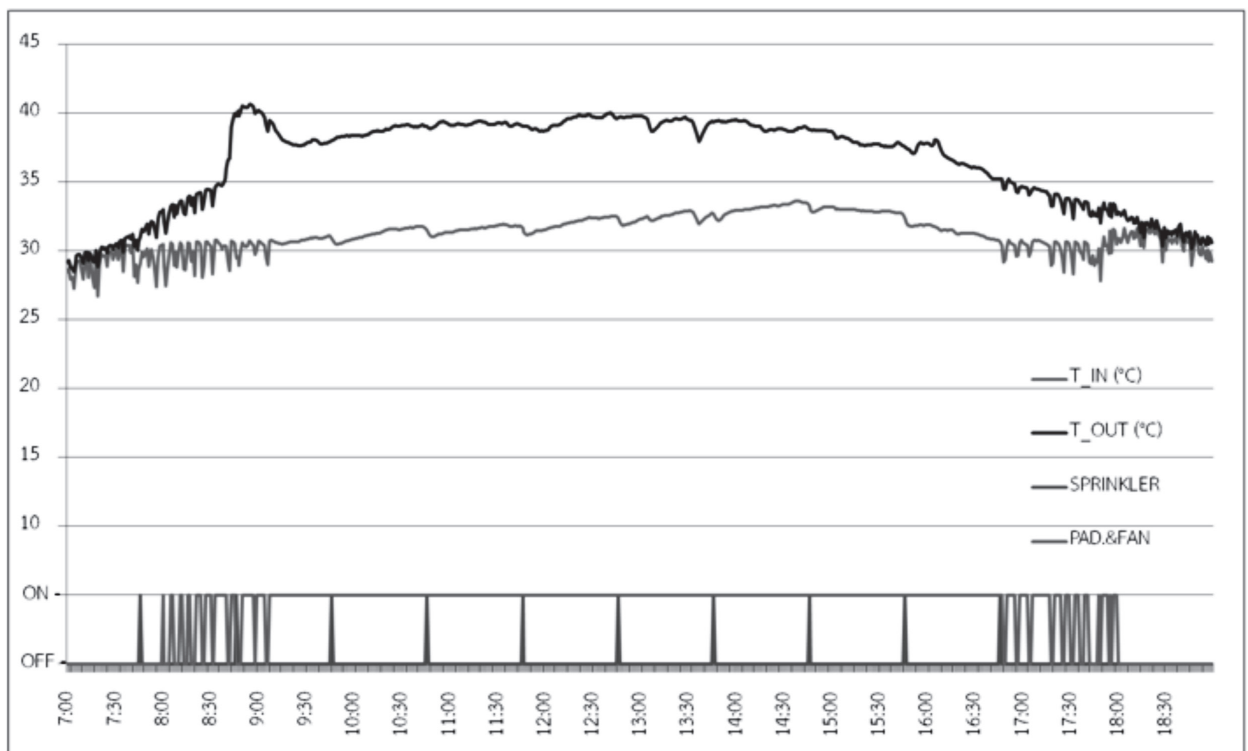
ภาพ 7 Block Diagram ของระบบวัดที่เขียนบนโปรแกรม LabVIEW



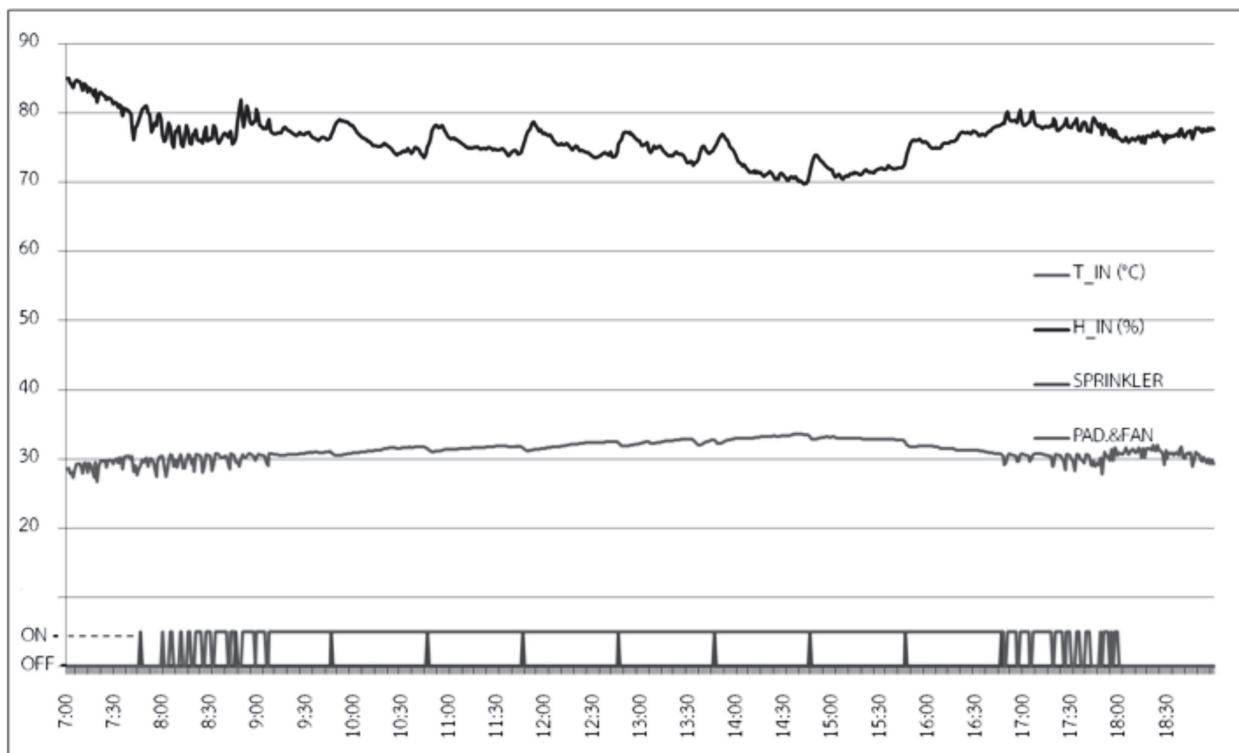
ภาพ 8 Front Panel ของระบบวัดที่เขียนบนโปรแกรม LabVIEW



ภาพ 9 ผลการทดสอบระบบควบคุมที่ออกแบบสร้างใน 1 วัน ของวันที่ 9 มิถุนายน พ.ศ. 2556



ภาพ 10 ผลการเปรียบเทียบอุณหภูมิภายในและภายนอกโรงพยาบาลและการทำงานของระบบ ในช่วงเวลา 07.00-19.00 น. ของวันที่ 9 มิถุนายน พ.ศ. 2556



ภาพ 11 อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายในโรงเรือนและการทำงานของระบบ ในช่วงเวลา 07.00-19.00 น. ของวันที่ 9 มิถุนายน พ.ศ. 2556

จากภาพ 9-11

H_IN (%) คือ ความชื้นสัมพัทธ์ภายในโรงเรือน หน่วยเป็น %

H_OUT (%) คือ ความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกโรงเรือน หน่วยเป็น %

T_IN (°C) คือ อุณหภูมิภายในโรงเรือน หน่วยเป็น °C

T_OUT (°C) คือ อุณหภูมิภายนอกโรงเรือน หน่วยเป็น °C

SPRINKLER คือ การทำงานของระบบ Fogging System

PAD.&FAN คือ การทำงานของระบบ Evaporative Cooling System

จากผลการทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ในโรงเรือน เพาะปลูกพืชไร้ดิน แบบทำความเย็นด้วยวิธีการระเหยของน้ำร่วมกับการสเปรย์ละอองน้ำ แบบอัตโนมัติ โดยใช้ PLC ตลอด 2 สัปดาห์ โดยภาพที่ 9 -11 เป็นกราฟตัวอย่างที่ทำการบันทึกผลใน 1 วัน (วันที่ 9 มิถุนายน 2556) สำหรับค่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์การทำงานของระบบทำความเย็นด้วยวิธีการระเหยของน้ำและระบบสเปรย์ละอองน้ำ เฉลี่ยใน 1 วัน ในช่วงเวลา 08.00-18.00 น. ตลอด 2 สัปดาห์ที่ทำการทดสอบเก็บผล แสดงดังตารางที่ 1

ตาราง 1

ผลการทดสอบเก็บผลอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ และการทำงานของระบบทำความเย็นด้วยวิธีการระเหยของน้ำและระบบสเปร์ยละอองน้ำ

วัน/เดือน/ปี	ข้อมูลจากกรมอุตุนิยมวิทยา				ผลการทดสอบ (นอกโรงเรือน)				ผลการทดสอบ (ในโรงเรือน)					
	อุณหภูมิ		ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย (%)	ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย (มม.)	อุณหภูมิ		ความชื้นสัมพัทธ์ (%)		อุณหภูมิ		ความชื้นสัมพัทธ์ (%)		SPRIKLER ทำงาน (นาทีก)	PAD.&FAN ทำงาน (ชั่วโมง)
	(°C)				(°C)				(°C)					
	สูงสุด	ต่ำสุด			เฉลี่ย 24 ชั่วโมง	เฉลี่ย 12 ชั่วโมง**	เฉลี่ย 24 ชั่วโมง	เฉลี่ย 12 ชั่วโมง**	เฉลี่ย 24 ชั่วโมง	เฉลี่ย 12 ชั่วโมง**				
30 พ.ค. 56	37.0	27.5	ไม่มีข้อมูล	ไม่มีข้อมูล	31.06	33.36	66.61	59.54	29.49	30.31	83.89	81.45	10.00	5.07
31 พ.ค. 56	33.6	26.4	ไม่มีข้อมูล	ไม่มีข้อมูล	30.04	32.79	68.33	59.82	28.85	30.17	83.73	80.23	10.00	4.57
1 มิ.ย. 56	37.0	25.0	70.5	0	31.58	36.13	63.92	48.77	29.06	30.59	81.93	76.72	10.00	8.38
2 มิ.ย. 56	37.0	24.5	72.0	0	29.99	32.66	69.61	62.56	28.94	30.34	84.59	81.38	10.00	6.00
3 มิ.ย. 56	36.0	24.9	80.2	0.1	30.11	33.08	70.67	62.66	28.92	30.47	84.72	81.23	10.00	6.55
4 มิ.ย. 56	36.0	25.6	83.0	2.2	30.28	32.75	70.68	63.02	29.21	30.40	84.90	81.35	10.00	6.38
5 มิ.ย. 56	33.8	25.2	85.5	5.4	28.36	30.51	76.21	70.39	28.30	29.73	86.65	83.82	10.00	4.00
6 มิ.ย. 56	33.5	23.6	88.9	23.9	29.53	32.53	72.22	62.88	28.59	30.27	85.46	81.26	10.00	5.30
7 มิ.ย. 56	34.0	24.0	84.1	12.8	30.54	33.65	70.27	60.48	29.12	30.51	84.84	81.19	10.00	6.77
8 มิ.ย. 56	35.6	24.2	69.8	0	31.74	35.79	65.14	52.73	29.41	30.95	82.80	78.55	10.00	9.80
9 มิ.ย. 56	38.5	24.2	62.6	0	32.27	36.58	60.67	49.72	29.40	31.26	80.56	76.11	10.00	9.13
10 มิ.ย. 56	36.0	26.8	71.8	1.4	30.92	34.56	66.80	55.98	28.88	30.45	82.86	79.34	10.00	5.50
11 มิ.ย. 56	35.0	25.0	83.2	18.8	30.15	33.09	72.79	64.40	29.33	30.77	85.41	82.19	10.00	6.63
12 มิ.ย. 56	32.5	24.8	84.1	5.6	28.97	31.42	74.86	67.40	28.63	29.99	85.97	82.69	10.00	5.05

ที่มา. จาก กรมอุตุนิยมวิทยา, โดย สถานี สกษ. ปทุมธานี, ค้นจาก <http://www.tmd.go.th/>

** ช่วงเวลา 07.00-19.00 น.

ผลการวิจัย

ระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ในโรงเรือนเพาะปลูกพืชไร้ดินแบบระบบทำความเย็นด้วยวิธีการระเหยของน้ำรวมกับการสเปร์ยละอองน้ำแบบอัตโนมัติ โดยใช้ PLC OMRON รุ่น CPM2A-20CDR-D เป็นอุปกรณ์ควบคุม ซึ่งรับค่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ จากเซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ ยี่ห้อ PRIMUS รุ่น HM-004-00 ใช้ Analog Input ยี่ห้อ OMRON รุ่น CPM1A-MAD01

สำหรับรับสัญญาณอะนาลอกจากจากเซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์เพื่อส่งให้กับ PLC ประมวลผล และใช้ดิจิทัลโวลท์มิเตอร์แสดงค่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายในโรงเรือนที่หน้าตู้ควบคุม

ระบบควบคุมที่ออกแบบสร้างสามารถทำงานได้ทั้งแบบการควบคุมด้วยมือ (Manual) และแบบอัตโนมัติ (Automatic) โดยแบบควบคุมด้วยมือสามารถเปิด/ปิดการทำงานของระบบทำความเย็นด้วยวิธีการระเหยของน้ำ ซึ่งประกอบด้วย พัดลมระบายอากาศพิกัด 220 V,

50 Hz, 370 W จำนวน 1 เครื่อง พัดลมระบายอากาศ ขนาดเล็ก 220 V, 50 Hz, 28 W จำนวน 2 เครื่อง และ ปั๊มน้ำ พัก 220 V, 50 Hz, 60 W จำนวน 1 เครื่อง และระบบสเปรย์ละอองน้ำ คือ ปั๊มน้ำพัก 220 V, 50 Hz, 180 W จำนวน 1 เครื่อง ได้ตามต้องการ โดยมี Pilot Lamp จำนวน 3 หลอด สำหรับแสดงสถานะ การทำงานของระบบควบคุมอัตโนมัติ การทำงาน ของระบบทำความเย็นด้วยวิธีการระเหยของน้ำและ การทำงานของระบบสเปรย์ละอองน้ำ สำหรับการ ควบคุมแบบอัตโนมัติ ระบบควบคุมจะสั่งการ ให้ระบบทำความเย็นด้วยวิธีการระเหยของน้ำทำงาน เมื่ออุณหภูมิภายในโรงเรือนสูงกว่า 30 องศาเซลเซียส และเมื่ออุณหภูมิสูงกว่า 33 องศาเซลเซียส ระบบ ควบคุมจะสั่งการให้ระบบสเปรย์ละอองน้ำทำงาน ร่วมกับระบบทำความเย็นด้วยวิธีการระเหยของน้ำและ จะสั่งให้ระบบสเปรย์ละอองน้ำทำงานตามเวลาที่กำหนด เช่น ทำงานทุกชั่วโมง ชั่วโมงละ 5 นาที โดยการควบคุม แบบอัตโนมัติจะสั่งการให้ระบบทำความเย็นด้วยวิธีการ ระเหยของน้ำและระบบสเปรย์ละอองน้ำทำงานในช่วง เวลา 07.00-18.00 น. ของทุกวัน ซึ่งเป็นช่วงเวลาที่ เมื่อไม่มีระบบควบคุมอัตโนมัติจะส่งผลให้อุณหภูมิ ภายในโรงเรือนจะสูงกว่า 30 °C ซึ่งอุณหภูมิดังกล่าว จะส่งผลต่อการเจริญเติบโตของพืชไร้ดินที่ปลูกใน โรงเรือน

จากผลการทดสอบเก็บผลอุณหภูมิและ ความชื้นสัมพัทธ์ในโรงเรือนเปรียบเทียบกับภายนอก โรงเรือนและการทำงานของระบบทำความเย็นด้วย วิธีการระเหยของน้ำ (PAD.&FAN) และระบบสเปรย์ ละอองน้ำ (SPRINKLER) เมื่อติดตั้งระบบควบคุม อัตโนมัติ อธิบายได้ดังนี้

ระบบควบคุมอัตโนมัติสามารถเริ่มและหยุด การทำงานได้ตามที่กำหนดไว้ซึ่งช่วงเวลา 08.00-17.00 น. เป็นช่วงเวลาที่อุณหภูมิภายในโรงเรือนสูงกว่า 30 °C โดยการทำงานแบบอัตโนมัติจะเริ่มทำงานที่เวลา 07.00 น. และหยุดการทำงานที่เวลา 18.00 น. อีกทั้ง ทำการสเปรย์ละอองน้ำได้ตามเวลาที่กำหนดเพื่อช่วย ลดอุณหภูมิในโรงเรือน

ระบบควบคุมอัตโนมัติจะสั่งการให้ ระบบ ทำความเย็นด้วยวิธีการระเหยของน้ำทำงานเมื่อ อุณหภูมิภายในโรงเรือนสูงกว่า 30 °C และเมื่ออุณหภูมิ ภายในโรงเรือนสูงกว่า 33 °C ระบบควบคุมอัตโนมัติ จะสั่งการให้ระบบสเปรย์ละอองน้ำร่วมทำงานด้วย เพื่อช่วยลดอุณหภูมิภายในโรงเรือนอยู่ในช่วงที่กำหนด และเมื่ออุณหภูมิภายในโรงเรือนต่ำกว่า 30 °C ระบบ ทำความเย็นด้วยวิธีการระเหยของน้ำและระบบสเปรย์ ละอองน้ำจะไม่ทำงาน และจะหยุดทำงานในช่วงเวลา 18.00 น. ถึง 07.00 น. ของวันต่อไปซึ่งเป็นช่วงที่ อุณหภูมิเฉลี่ยต่ำกว่า 30 °C

จากการทำงานของระบบควบคุมอัตโนมัติและ ผลการทดสอบเก็บผล สามารถสรุปได้ดังนี้ ระบบควบคุม อัตโนมัติสามารถเริ่มและหยุดการทำงานได้ตามเวลา ที่กำหนดไว้ และสามารถสั่งการให้ระบบทำความเย็น ด้วยวิธีการระเหยของน้ำและระบบสเปรย์ละอองน้ำ ทำงานตามเงื่อนไขอุณหภูมิและเวลาที่กำหนดไว้ เพื่อ รักษาให้อุณหภูมิภายในโรงเรือนไม่เกิน 30 °C ซึ่งเป็น อุณหภูมิที่แนะนำสำหรับการปลูกพืชไร้ดินในโรงเรือน ซึ่งจะเป็นการลดใช้พลังงานไฟฟ้า น้ำ และคนงานได้ อีกทั้งเหมาะสำหรับการควบคุมการทำงานของโรงเรือน เพาะปลูกสำหรับบ้านพักอาศัยได้เป็นอย่างดี

การอภิปรายผล

จากการทดสอบเก็บผล ตลอด 2 สัปดาห์ เพื่อประเมินประสิทธิภาพการทำงานของระบบควบคุม อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ในโรงเรือนเพาะปลูกพืช ไร้ดิน แบบทำความเย็นด้วยวิธีการระเหยของน้ำร่วมกับ การสเปรย์ละอองน้ำ แบบอัตโนมัติ โดยใช้ PLC ระบบ ควบคุมอัตโนมัติที่ออกแบบสร้างขึ้นสามารถทำงาน ได้ตรงตามเงื่อนไขที่ออกแบบทั้งการทำงานตามเวลาที่ กำหนดและรักษาอุณหภูมิภายในโรงเรือนไม่ให้เกิน 30 องศาเซลเซียส โดยการสั่งให้ระบบทำความเย็น ด้วยวิธีการระเหยของน้ำและ ระบบสเปรย์ละอองน้ำ ทำงานตามเงื่อนไข

ผลจากการทดสอบ 2 สัปดาห์ พบว่า อุณหภูมิภายในโรงเรือนเฉลี่ย 30.45 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ภายในโรงเรือนเฉลี่ย 80.54 เปอร์เซ็นต์ ระบบสเปร์ยละอองน้ำทำงานเฉลี่ย 10 นาทีต่อวัน ระบบทำความเย็นด้วยวิธีการระเหยของน้ำทำงานเฉลี่ย 6.37 ชั่วโมงต่อวัน ซึ่งจำนวนชั่วโมงการทำงานของระบบทำความเย็นด้วยวิธีการระเหยของน้ำจะขึ้นอยู่กับสภาพอากาศภายนอกเป็นสำคัญ

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการส่งเสริมและสนับสนุนทุนวิจัยจาก โครงการ “Undergraduate Research Project” เรื่อง ต้นแบบโรงเรือนปลูกผักไฮโดรโปนิคส์แบบอัตโนมัติสำหรับบ้านพักอาศัย จากมหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย ประจำปีการศึกษา 2555 ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความอนุเคราะห์ และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ ที่นี้ และขอขอบพระคุณ รศ.ดร.ปิติเขต สุรักษา และ รศ.ดิเรก ทองอร่าม ที่กรุณาพิจารณาข้อเสนอโครงการวิจัยและให้ข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์ต่อการทำวิจัยนี้

เอกสารอ้างอิง

- ดิเรก ทองอร่าม. (2550). *การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน: หลักการจัดการการผลิตและเทคโนโลยีการผลิตเชิงธุรกิจในประเทศไทย* (ฉบับปรับปรุงใหม่พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพมหานคร: พิมพ์ดีการพิมพ์
- ณรงค์ ต้นชีวะวงศ์. (2542). *ระบบ PLC*. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์ ส.ส.ท. สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น).
- ธนากร น้ำหอมจันทร์ และ อติกร เสรีพัฒนานนท์. (2556). *ระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ในโรงเรือนเพาะปลูกพืชไร้ดินแบบ Evaporative Cooling System ร่วมกับการสเปร์ยละอองน้ำ แบบอัตโนมัติ โดยใช้ PLC*. รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์ ทุนวิจัยมหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย ประจำปีการศึกษา 2555
- ธีรศิลป์ ทุมวิภาต และ สุภาพร จำปาทอง. (2545). *เรียนรู้ PLC ขั้นต้นด้วยตัวเอง*. กรุงเทพมหานคร: บริษัท ซีเอ็ดดูเคชั่น จำกัด (มหาชน)
- นพดล เรียบเลิศหิรัญ. (2553). *การปลูกพืชไร้ดิน* (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพมหานคร: สุวีริยาสาส์น.
- รุ่งโรจน์ สงวนวัฒนา. (มปป). *เอกสารประกอบการสอนรายวิชาคอมพิวเตอร์ในงานอุตสาหกรรม. คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร*
- โสระยา ร่วมรังสี. (2544). *การผลิตพืชสวนแบบไม่ใช้ดิน*. กรุงเทพมหานคร: โอเดียนสโตร์.
- อานัฐ ตันโช. (2552). *คู่มือการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน*. เชียงใหม่: ทริโอ แอดเวอร์ไทซิง แอนด์ มีเดีย
- Arbel, A. Barak, M. & Shklyar, A. (2003). Combination of Forced Ventilation and Fogging Systems for Cooling Greenhouses. *Biosystems Engineering*. 84(1), pp. 45-55.
- Dilip Jain & Tiwari, G. N. (2002). Modeling and optimal design of evaporative cooling system in controlled environment greenhouse. *Energy Conversion and Management*. 43. 2235-2250.
- Omron. SYSMAC CPM2A Programmable Controllers OPERATION MANUAL.pdf

การพัฒนาการเรียนการสอนโดยใช้กระบวนการคิดแก้ปัญหา จากกรณีตัวอย่าง รายวิชาการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ 1

Developing Instructional Materials on Problem-Solving Ability: A Case of the Sample in Learning Computer Programming I



สายสุนีย์ เจริญสุข

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ (1) เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาจากการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการคิดแก้ปัญหาจากกรณีตัวอย่าง (2) เพื่อศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางการเขียนโปรแกรมของนักศึกษาจากการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการคิดแก้ปัญหาจากกรณีตัวอย่าง (3) เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อการจัดการเรียนการสอนโดยใช้กระบวนการคิดแก้ปัญหาจากกรณีตัวอย่างกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในวิจัยครั้งนี้ได้แก่ นักศึกษาสาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศธุรกิจ ที่ลงทะเบียนเรียนในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2554 จำนวน 15 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยได้แก่ (1) แบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาด้วยการเขียนโปรแกรม (2) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน และหลังเรียน (3) แบบประเมินการนำเสนอผลงาน และ (4) แบบสอบถามความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อการจัดการเรียนการสอนโดยใช้กระบวนการคิดแก้ปัญหาจากกรณีตัวอย่าง เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ ตามแนวคิดของลิเคอร์ท สถิติที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และทดสอบสมมติฐาน โดยใช้ t-test ผลการวิจัยพบว่า (1) นักศึกษามีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการคิดแก้ปัญหาจากกรณีตัวอย่าง ได้ร้อยละ 77.30 (2) นักศึกษามีความสามารถในการแก้ปัญหาทางการเขียนโปรแกรมของนักศึกษาจากการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการคิดแก้ปัญหาจากกรณีตัวอย่าง ได้ร้อยละ 67.79 (3) ความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อการจัดการเรียนการสอนโดยใช้กระบวนการคิดแก้ปัญหาจากกรณีตัวอย่างในภาคทฤษฎีโดยรวมอยู่ระดับมาก

คำสำคัญ: รายวิชาการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ 1 Programming I, กระบวนการแก้ปัญหา

Abstract

The purposes of this study were (1) to study the academic achievement of students in the learning process by using a problem solving solution. (2) to study the ability of students to solve problems through a process of learning by using a case of the sample in learning computer programming I. (3) to study of student satisfaction with the learning process. The sample used in this study were business information technology students who were enrolled in first semester of 2554 academic year, The researcher conducted

the study as follows: (1) tested their ability to solve problems by having them write programs. (2) administered an achievement test before and after the learning process began (3) evaluated the presentations and (4) evaluated the satisfaction of students with the learning process by using a solution of the sample. The 5-level rating scale is based on the concept of the Likert scale. The statistics used in this study were percentage, mean, standard deviation. The hypotheses were tested using t-test. The results showed that: (1) student achievement, the learning process using a solution of the approximate percentage of 77.30, which was higher than the 60 percent (2) Students have the ability to solve the problem through, a student of the learning process using a solution of the approximate percentage of 67.79, which is higher than the 60 percent (3) satisfaction of students with the learning process though. The theoretical solution of the sample were at high level.

Keywords: computer programming courses 1, (Programming I), problem solving.

ความนำ

การเขียนโปรแกรมเป็นการเรียนรู้ทักษะทางปัญญา จะต้องคิดวิเคราะห์ปัญหาได้โดยนักศึกษาจะต้องใช้เวลาออกชั้นเรียนอีกมากในการฝึกทักษะการแก้ปัญหาเชิงการเขียนโปรแกรม เพราะต้องเรียนรู้ทักษะอื่นๆ อีกด้วยและล้วนเป็นทักษะที่มีความซับซ้อน บุเจียและวอยซ์ (Bujea & Voyce, 1988, p. 161) ได้ให้ความเห็นว่า แม้ว่าการเรียนรู้ภาษาการเขียนโปรแกรมจะมีความจำเป็นเนื่องจากเป็นส่วนประกอบหนึ่งของการเขียนโปรแกรม แต่จะต้องมีทักษะสำคัญอื่นๆ อีกที่จะต้องทำได้สำหรับความสามารถในการเขียนโปรแกรม ทักษะดังกล่าวคือความสามารถในการแก้ปัญหาโดยใช้ขั้นตอนวิธี (algorithms) การออกแบบซอฟต์แวร์ การเรียนรู้ภาษาการเขียนโปรแกรมใดภาษาหนึ่ง การเขียนโปรแกรม การแก้ไขซอฟต์แวร์ (debugging software) จากที่ได้สอนรายวิชาการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ 1 มาเป็นเวลาไม่น้อยกว่า 5 ปี พบว่าในแต่ละปีจะมีนักศึกษาที่ประสบปัญหาเกี่ยวกับการเขียนโปรแกรมมากบ้างน้อยบ้าง แตกต่างกันไปในแต่ละปี ซึ่งส่งผลให้นักศึกษากลุ่มที่มีปัญหาการเขียนโปรแกรมไม่ประสบผลสำเร็จในการเรียนวิชาที่มีการเขียนโปรแกรมอื่นด้วย ปัญหาที่จะให้นักศึกษาเขียนโปรแกรมได้ทุกคน ทำอย่างไรให้นักศึกษาเรียนรู้แบบยั่งยืนเพื่อพึ่งพาตนเองได้ กระบวนการเรียนการสอนที่จะพัฒนานักศึกษาไปสู่

การพัฒนาที่ยั่งยืนนั้น ต้องให้โอกาสได้คิด วิเคราะห์ แก้ปัญหาด้วยตนเองเป็นการยกระดับความรู้และทักษะได้ตลอดระยะเวลาที่ดำเนินอยู่ในวิชาชีพ ที่สำคัญคือสอดคล้องกับชีวิตที่เป็นจริงความต้องการในอนาคต การพัฒนาที่ยั่งยืนต้องยึดผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง เป็นการพัฒนาที่เน้นการปฏิบัติจริง และใช้การเรียนรู้จากประสบการณ์เป็นพื้นฐาน (UNESCO, 1996)

ผู้วิจัยได้พัฒนารูปแบบการเรียนการสอนมาตลอดตั้งแต่ครั้งแรกที่สอนรายวิชาการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ 1 โดยเน้นสอนเพิ่มเวลาโดยคิดว่าการสอนช้าๆ ซ้ำๆ จะทำให้นักศึกษาเข้าใจและจำได้ ผลสรุปได้ว่าไม่ประสบผลสำเร็จเพราะนักศึกษาที่เข้าเรียนเพิ่มจะเป็นนักศึกษาที่เรียนระดับปานกลางขึ้นไปเข้าเรียน นักศึกษาที่เรียนระดับต่ำไม่เข้าเรียน และการสอนเพิ่มไม่ช่วยให้ นักศึกษาคิด วิเคราะห์ แก้ปัญหาด้วยตนเอง เนื่องจากเมื่อนักศึกษาทำโครงงานคอมพิวเตอร์ที่จะต้องเขียนโปรแกรม นักศึกษากลับทำไม่ได้ ต่อมาได้เน้นสอนเป็นกลุ่มย่อยๆ ทุกระดับโดยให้นักศึกษาทดลองทำตามโจทย์ปัญหาที่ผู้สอนกำหนดให้ แล้วอธิบายตามโจทย์ปัญหา จะใช้โจทย์ทำจนกว่านักศึกษาจะทำได้ด้วยตนเอง จึงจะผ่านไปเรื่องอื่นๆ ได้ข้อสรุปวิธีนี้คือมีนักศึกษาที่เข้ามาพบครั้งต่อไปน้อยลงเพราะท้อที่ต้องทำโจทย์หลายครั้ง เช่นบางเรื่องต้องทำโจทย์ถึง 10 ครั้งจึงจะทำได้ด้วยตนเองได้ วิธีต่อมาโดยได้คัดเลือกนักศึกษา

ที่สามารถช่วยดูเพื่อน ๆ ในชั้นเรียนได้ แล้วให้นักศึกษาที่มีปัญหาถามนักศึกษาที่ผู้สอนได้คัดเลือกไว้ประมาณ 2-3 คน ทั้งแก้ปัญหาในชั้นเรียนและนอกชั้นเรียน ได้ข้อสรุปว่า นักศึกษาที่คัดเลือกมีความเชื่อมั่นตนเองสูง เมื่อขึ้นสอบ รายวิชาโครงการคอมพิวเตอร์จะมีคณะกรรมการตัดสิน พหุติกรรมที่ไม่ฟังความคิดเห็นคณะกรรมการ หรือแม้กระทั่งเมื่อจบการศึกษาผู้สอนได้ติดตามผลปรากฏว่า พอเริ่มทำงานได้ประมาณ 2-3 เดือนท้อแท้อยากเปลี่ยนงานเพราะไม่ฟังผู้ร่วมงาน เชื่อมั่นความคิดตนเองเกินไป ฉะนั้นการให้ความสำคัญกับนักศึกษา และมีความเชื่อมั่นตนเองสูงจะได้ผลเสียในเรื่องความเชื่อมั่นตนเอง วิธีการสอนต่อมาผู้สอนให้จัดกลุ่ม แล้วให้คนที่เก่งของกลุ่มอธิบายเพื่อนให้มีความเข้าใจ เนื้อหาก่อนแล้วจึงทำโจทย์แก้ปัญหา ผลปรากฏว่า ได้คะแนนในภาพรวมดีแต่เมื่อวัดประเมินการเขียน โปรแกรมเป็นรายคนผลปรากฏว่ายังไม่สำเร็จเพราะเมื่อ ขาดคนช่วยนักศึกษาจะเขียนโปรแกรมไม่ได้ ถ้าต้องคิด และเขียนโปรแกรมคนเดียว และได้ศึกษาค้นคว้าผลงาน วิจัยวิธีการพัฒนาการเรียนการสอนที่เกี่ยวข้องจะมี ผลงานวิจัยที่ได้เป็นไปในแนวทางเดียวกันตัวอย่างเช่น พัชรินทร์ ธารีรัฐการพ์ (2535: 82) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ การเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาของ ผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนชัยบาดาลพิทยาคม อำเภอชัยบาดาล จังหวัดลพบุรีภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2535 โดยการสอนแบบเทคนิคการแก้ตัวอย่าง และ แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหา ผลการวิจัยพบว่า ความสามารถในการคิดแก้ปัญหา ของผู้เรียนที่เรียนวิชาสังคมศึกษาโดยการสอนแบบ เทคนิคศึกษากรณีตัวอย่างกับการสอนตามคู่มือการสอน ของหน่วยศึกษานิเทศก์กรมสามัญศึกษา แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากเหตุผลและสภาพปัญหาดังกล่าวทำให้ ผู้วิจัยได้เล็งเห็นความสำคัญที่จะทำให้นักศึกษามี กระบวนการแก้ปัญหาด้วยตนเองสำหรับเขียน โปรแกรมได้ จึงมีแนวคิดในการบูรณาการเรียนแบบ กระบวนการคิดแก้ปัญหาจากกรณีตัวอย่าง มาจัด การเรียนการสอนแล้วให้คิดแก้ปัญหาตามโจทย์ที่ กำหนด ซึ่งการเขียนขั้นตอนวิธีแก้ปัญหาคือการบรรยาย

การแก้ปัญหาอย่างมีขั้นตอนต่อเนื่องเป็นขั้น ๆ ดังนั้น การสร้างขั้นตอนวิธีคือการพัฒนาเครื่องมือที่จะอธิบาย ว่าปัญหานั้นจะสามารถแก้ได้อย่างไร ซึ่งมีความจำเป็น ต้องแจกแจงเป็นขั้น ๆ อย่างชัดเจน โดยมีจุดมุ่งหมาย ให้นักศึกษาได้พัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความ สามารถในการคิดแก้ปัญหา ผู้วิจัยได้เล็งเห็นประโยชน์ ในอนาคตทางการศึกษาจึงได้จัดทำวิจัยเรื่องนี้เพื่อ ให้มีการพัฒนาการเรียนการสอนสำหรับภาคการศึกษาต่อไป

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของ นักศึกษาจากการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการคิดแก้ปัญหา จากกรณีตัวอย่าง
2. เพื่อศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหา ทางการเขียนโปรแกรมของนักศึกษาจากการเรียนรู้ โดยใช้กระบวนการคิดแก้ปัญหาจากกรณีตัวอย่าง
3. เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักศึกษาที่มี ต่อการจัดการเรียนการสอนโดยใช้กระบวนการคิด แก้ปัญหาจากกรณีตัวอย่าง

กรอบแนวคิดการวิจัย

กระบวนการแก้ปัญหา 6 ขั้นตอน
 ขั้นที่ 1 ขั้นระบุโจทย์ปัญหา
 ขั้นที่ 2 ขั้นวิเคราะห์โจทย์ปัญหาผลลัพธ์
 ขั้นที่ 3 ขั้นกำหนดวิธีการเพื่อแก้โจทย์ปัญหา
 ขั้นที่ 4 ขั้นค้นหาคำตอบเสนอแนวทางแก้ไข
 ขั้นที่ 5 ขั้นทดลองปฏิบัติจริงในการตรวจสอบผลลัพธ์
 ขั้นที่ 6 ขั้นสรุปปัญหาพร้อมแนวทางแก้ไข ปัญหาและกรณีตัวอย่าง

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
 ผลสัมฤทธิ์การแก้ปัญหาและ
 ความพึงพอใจของนักศึกษา

ภาพ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย

สมมติฐานการวิจัย

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาจากการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการคิดแก้ปัญหาจากกรณีตัวอย่าง ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 60

2. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางการเขียนโปรแกรมของนักศึกษาจากการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการคิดแก้ปัญหาจากกรณีตัวอย่างผ่านเกณฑ์ร้อยละ 60

วิธีดำเนินการวิจัย

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

นักศึกษาสาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศธุรกิจ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มีจำนวน 147 คน

กลุ่มตัวอย่างในการวิจัย การคัดเลือกนักศึกษาที่เป็นตัวแทนของประชากรในการวิจัยใช้วิธีการเลือกแบบเจาะจง (purposive sampling) ซึ่งมีเกณฑ์ในการพิจารณาคัดเลือกนักศึกษาดังนี้ เป็นนักศึกษาที่เรียนทางด้าน การเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ 1 ที่เป็นรายวิชาเอกบังคับของสาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศธุรกิจ ในภาคการศึกษาที่ 1/2554 มีจำนวน 15 คน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษามี 4 ชนิด คือ

1. แบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาด้วยการเขียนโปรแกรมโดยมีขั้นตอนทั้งหมด 6 ขั้นตอน รวม 30 คะแนน จำนวน 11 ครั้ง รวม 330 คะแนน

1.1 ขั้นระบุโจทย์ปัญหา ใช้เวลา 15 นาที 5 คะแนน

1.2 ขั้นวิเคราะห์โจทย์ปัญหา ใช้เวลา 15 นาที 5 คะแนน

1.3 ขั้นกำหนดวิธีการเพื่อแก้โจทย์ปัญหา ใช้เวลา ใช้เวลา 30 นาที 5 คะแนน

1.4 ขั้นค้นหาคำตอบเสนอแนวทางแก้ไข ใช้เวลา 30 นาที 5 คะแนน

1.5 ขั้นทดลองปฏิบัติจริงในการตรวจสอบผลลัพธ์ด้วยโปรแกรม C# ใช้เวลา 30 นาที 5 คะแนน

1.6 ขั้นสรุปปัญหาพร้อมแนวทางแก้ไข ปัญหา ใช้เวลา 30 นาที 5 คะแนน

2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนเป็นแบบปรนัย ชนิดเลือกตอบ 5 ตัวเลือก จำนวน 15 ข้อ 15 คะแนน ส่วนหลังสอบกลางภาคจะมีเพิ่มโจทย์ให้เขียนโปรแกรม จำนวน 2 ข้อ 10 คะแนน

3. แบบประเมินการนำเสนอผลงานโดยมีแบบประเมินการนำเสนอผลงาน รวมทั้ง 21 ข้อ 105 คะแนน

4. แบบสอบถามความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อการจัดการเรียนการสอนโดยใช้กระบวนการคิดแก้ปัญหา

การสร้างเครื่องมือ

ผู้วิจัยได้กำหนดขั้นตอนในการดำเนินการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาวิจัย ตามลำดับ ดังนี้

1. สร้างแบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาด้วยการเขียนโปรแกรมโดยมีขั้นตอนทั้งหมด 6 ขั้นตอนโดยเทียบกับเวียร์ (Weir, 1974, p. 18) ได้เสนอแนะขั้นตอนในการคิดแก้ปัญหาไว้ 4 ลำดับ คือ

ขั้นที่ 1 ขั้นในการเสนอปัญหา

ขั้นที่ 2 ขั้นในการวิเคราะห์ปัญหา

ขั้นที่ 3 ขั้นในการเสนอวิธีคิดแก้ปัญหา

ขั้นที่ 4 ขั้นในการตรวจสอบผลลัพธ์

ซึ่งได้มีการดัดแปลงของเวียร์ให้มีรายละเอียดมากขึ้น แต่มีเค้าโครงส่วนใหญ่เหมือนเดิม

1.1 ศึกษาทฤษฎีกระบวนการคิดแก้ปัญหา

1.2 วิเคราะห์กระบวนการคิดแก้ปัญหาแต่ละขั้นตอนโดยได้นำการวิเคราะห์ที่ได้มาเขียนตัวอย่างโปรแกรมตามกระบวนการวิเคราะห์

1.3 นำตัวอย่างโปรแกรมที่ทำจากข้อ 3.1.2 เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษา เพื่อพิจารณาให้คำแนะนำด้านความถูกต้องเหมาะสม ความครอบคลุมเนื้อหา

1.4 นำตัวอย่างโปรแกรมที่ทำจากข้อ 1.2 เสนอผู้เชี่ยวชาญ เพื่อตรวจสอบความถูกต้อง ความ

ครอบคลุมเนื้อหา และประเมินความเหมาะสมโดยพิจารณาด้วยแบบประเมินการฝึกทักษะการแก้ปัญหา การเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ นำคะแนนที่ได้จากผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่านมาหาค่าเฉลี่ยโดยเทียบกับเกณฑ์ของบุญชม ศรีสะอาด (2545, หน้า 102-103)

ระดับความคิดเห็น	ระดับคะแนนเฉลี่ย
เหมาะสมมากที่สุด	4.51-5.00
เหมาะสมมาก	3.51-4.50
เหมาะสมปานกลาง	2.51-3.50
เหมาะสมน้อย	1.51-2.50
เหมาะสมน้อยที่สุด	1.00-1.50

ผลการประเมินพบว่า ได้คะแนนความเหมาะสมของแบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาด้วยการเขียนโปรแกรมโดยมีขั้นตอนทั้งหมด 6 ขั้นตอน ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.43 หมายความว่าแบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาด้วยการเขียนโปรแกรมโดยมีขั้นตอนทั้งหมด 6 ขั้นตอนในระดับความคิดเห็นเหมาะสมมาก

2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน เป็นแบบปรนัยเลือกตอบ 5 ตัวเลือกและหลังจากสอบกลางภาคมีแบบอัตนัยด้วยซึ่งผู้วิจัยได้ศึกษาวิธีการสร้างตามขั้นตอนต่อไปนี้

2.1 วิเคราะห์หลักสูตรด้านเนื้อหา จุดประสงค์การเรียนรู้ เพื่อใช้เป็นแนวทางในการสร้างแบบทดสอบ

2.2 ศึกษาวิธีการสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในกระบวนการคิดแก้ปัญหาของการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ โดยยึดหนังสือเทคนิคการวัดผลของ ขวาล แพรัตกุล (2518, หน้า 11-266) หนังสือการวัดผลประเมินผลของสมนึก ภัทธีธรณี (2544, หน้า 73-180) หนังสือการวิจัยทางการวัดผลและประเมินผลของบุญชม ศรีสะอาด (2543, หน้า 50-63)

2.3 สร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ เป็นแบบปรนัย 5 ตัวเลือกเนื้อหาแต่ละบท 15 ข้อ และถ้าหลังสอบกลางภาคจะมีแบบอัตนัย 2 ข้อและปรนัย 13 ข้อ โดยให้สอดคล้องกับจุดประสงค์และเนื้อหา

2.4 นำแบบทดสอบที่สร้างพร้อมแบบประเมิน เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญเพื่อตรวจสอบหาความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา โดยวิธีอาศัยดุลพินิจของผู้เชี่ยวชาญ โดยให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาประเมินความสอดคล้องของข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ (IOC : Item Objective Congruence) (สุรวาท ทองบุ, 2550, หน้า 105-106) ซึ่งมีเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้

+1 เมื่อแน่ใจว่าข้อสอบนั้นวัดได้ตามผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

0 เมื่อไม่แน่ใจว่าข้อสอบนั้นวัดได้ตามผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

-1 เมื่อแน่ใจว่าข้อสอบนั้นวัดได้ไม่ตรงตามผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

นำผลการวิเคราะห์ข้อมูลหาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างคำถามของแบบทดสอบกับผลการเรียนรู้ที่คาดหวังโดยใช้สูตร (IOC: Item Objective Congruence) (สุรวาท ทอง, 2550, หน้า 105-106) แล้วเลือกข้อสอบที่มีค่าตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไปเป็นข้อสอบบทที่อยู่ในเกณฑ์ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาที่ใช้ได้ในการวิจัยครั้งนี้ได้ค่า IOC อยู่ระหว่าง 0.60-1.00 ซึ่งเข้าเกณฑ์ทุกข้อ

2.5 นำแบบทดสอบที่ได้รับการตรวจสอบความเที่ยงตรงของเนื้อหาและจุดประสงค์จากผู้เชี่ยวชาญไปทดลองกับนักศึกษาสาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศธุรกิจ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศที่เรียนรายวิชาการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ 1 ในภาคการศึกษาที่ 1/2554 มีจำนวน 15 คน

2.6 นำกระดาษคำตอบมาตรวจให้คะแนนเพื่อวิเคราะห์หาค่าความยาก(P) และหาค่าอำนาจจำแนก (r) ตามวิธีของเบรนนัน (Bernnan) คัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความยากอยู่ระหว่าง 0.32-0.68 และมีค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.23-0.77 (สมนึก ภัทธีธรณี, 2546, หน้า 203) แล้วเลือกข้อสอบไว้จำนวน 15 ข้อของแต่ละบท

2.7 นำแบบทดสอบที่คัดเลือกไว้มาวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับโดยใช้วิธีของโลเวทท์ มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.79

3. แบบประเมินการนำเสนอผลงาน

3.1 ศึกษาเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเนื้อหาแนวคิดทฤษฎีและขั้นตอนในการสร้างแบบวัดความพึงพอใจ (บุญชม ศรีสะอาด, 2545, หน้า 63)

3.2 สร้างแบบประเมินการนำเสนอผลงานชนิดมาตราส่วนประมาณค่า (RatingScale) 5 ระดับ จำนวน 21 ข้อ

3.3 นำแบบประเมินการนำเสนอผลงานเสนอผู้เชี่ยวชาญชุดเดิม ตรวจสอบความถูกต้อง ความเหมาะสมและประเมินความสอดคล้องของข้อคำถามกับประเด็นหลักที่ต้องการวัดในแบบประเมินการนำเสนอผลงานแต่ละข้อดังนี้

ให้คะแนน +1 เมื่อแน่ใจว่าข้อคำถามนั้นสอดคล้องกับนิยามประเด็นหลักให้คะแนน 0 เมื่อไม่แน่ใจว่าข้อคำถามนั้นสอดคล้องกับนิยาม

ให้คะแนน -1 เมื่อแน่ใจว่าข้อคำถามนั้นไม่สอดคล้องกับนิยามประเด็นหลัก

3.4 วิเคราะห์ข้อมูลหาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับนิยามประเด็นหลัก เลือกข้อคำถามที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.60 ถึง 1.00 ถือเป็นข้อคำถามที่อยู่ในเกณฑ์ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาที่ใช้ได้ ปรากฏว่าแบบประเมินการนำเสนอได้ค่าเฉลี่ยทุกข้อเท่ากับ 1.00 ซึ่งเข้าเกณฑ์ทั้ง 21 ข้อ แล้วนำไปใช้กับกลุ่มเป้าหมายต่อไป

4. สร้างแบบวัดความพึงพอใจในการเรียนรู้ของนักศึกษา ชนิดมาตราส่วนประมาณค่า (RatingScale) 5 ระดับ จำนวน 21 ข้อ โดยผู้วิจัยกำหนดประเด็นการวัดความพึงพอใจในการเรียนรู้ 5 ด้านในส่วนของภาคทฤษฎี คือ ด้านการวางแผนการสอน ด้านวิธีการสอน ด้านผลการสอน ด้านการจัดการเรียนการสอน และด้านสิ่งแวดล้อมในห้องบรรยาย และผู้วิจัยกำหนดประเด็นการวัดความพึงพอใจในการเรียนรู้ 2 ด้านในส่วนของภาคปฏิบัติ คือ ด้านการเรียนการสอนและด้านสภาพห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์และอุปกรณ์

4.1 นำแบบวัดความพึงพอใจในการเรียนรู้ของนักศึกษาที่สร้างเสร็จแล้วเสนอผู้เชี่ยวชาญชุดเดิม

ตรวจสอบความถูกต้อง ความเหมาะสมและประเมินความสอดคล้องของข้อคำถามกับประเด็นเนื้อหาที่ต้องการสอบถามในแบบสอบถามความพึงพอใจในแต่ละข้อโดยใช้สูตร IOC โดยใช้คะแนนพิจารณาความสอดคล้อง ดังนี้

ให้ +1 ถ้าแน่ใจว่าข้อสอบถามสอดคล้องกับประเด็นเนื้อหา

ให้ 0 ถ้าไม่แน่ใจว่าข้อสอบถามสอดคล้องกับประเด็นเนื้อหา

ให้ -1 ถ้าแน่ใจว่าข้อสอบถามไม่สอดคล้องกับประเด็นเนื้อหา

4.2 วิเคราะห์ข้อมูลหาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับประเด็นเนื้อหาที่ต้องการสอบถามในแบบสอบถามความพึงพอใจเลือกข้อคำถามที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.60 ถึง 1.00 ถือเป็นข้อคำถามที่อยู่ในเกณฑ์ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาที่ใช้ได้ ปรากฏว่าแบบสอบถามความพึงพอใจได้ค่าเฉลี่ยทุกข้อเท่ากับ 1.00 ซึ่งเข้าเกณฑ์ทั้ง 21 ข้อ

การเก็บรวบรวมข้อมูล

การพัฒนาการเรียนการสอนโดยใช้กระบวนการคิดแก้ปัญหาจากกรณีตัวอย่าง รายวิชาการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ 1 ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูลโดยมีขั้นตอน ดังนี้

1. ก่อนดำเนินการทดลองผู้วิจัยได้อธิบายให้นักศึกษาเข้าใจถึงแบบฟอร์มการประเมินแบบสอบถามแบบทดสอบ ขบวนการจัดกลุ่มจำนวน 2 กลุ่ม และรายบุคคล กระบวนการให้คะแนน กระบวนการเรียนการสอน ให้เข้าใจก่อน

2. ทดสอบก่อนเรียน (Pre-test) โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ตัวเลือกจำนวน 15 ข้อและหลังสอบกลางภาคจะมีโจทย์สำหรับเขียนโปรแกรมอีก 2 ข้อ

3. ดำเนินการสอนตามเนื้อหาในแผนการสอน รายวิชาการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ 1 ปีการศึกษา 1 ภาคการศึกษา 2554

4. หลังจากนักศึกษาเรียนจบเนื้อหาแล้ว จะต้องทำการวิเคราะห์แก้ปัญหาตามโจทย์ที่นักศึกษา ต้องการหรือตั้งขึ้นเอง ที่มีขั้นตอนแก้ปัญหาทั้งหมด 6 ขั้นตอน

5. หลังจากทีนักศึกษาได้ทำการวิเคราะห์ แก้ปัญหาทั้ง 6 ขั้นตอนเรียบร้อยแล้วจะจับฉลาก มาแนะนำหน้าชั้นเรียน

6. ทดสอบหลังเรียน (Post-test) โดยใช้แบบ ทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ตัวเลือกจำนวน 15 ข้อและหลังสอบกลางภาคจะมีโจทย์ สำหรับเขียนโปรแกรมอีก 2 ข้อซึ่งเป็นชุดเดียวกันกับ แบบทดสอบก่อนเรียน

7. สุดท้ายให้นักศึกษาแสดงความคิดเห็น ในแบบสอบถามความพึงพอใจที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูล ดังต่อไปนี้

1. หาค่าสถิติพื้นฐาน ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนที่ได้จาก แบบทดสอบก่อนและหลังเรียน คะแนนการนำเสนอ คะแนนการบ้าน คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหา แบบวัดความพึงพอใจในการเรียนรู้ของนักศึกษา

2. หาค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบทดสอบ ก่อนและหลังเรียนกับจุดประสงค์การเรียนรู้ โดยใช้สูตร ดัชนีความสอดคล้อง (IOC)

3. หาค่าความยาก (Difficulty:P) และอำนาจ จำแนก (Discrimination : B) ของแบบทดสอบแต่ละข้อ ใช้วิเคราะห์แบบทดสอบแบบอิงเกณฑ์ของเบรนน

4. หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบโดยใช้ วิธีของโลเวท สำหรับแบบทดสอบ

5. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของ นักศึกษาจากการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการคิดแก้ปัญหา จากกรณีตัวอย่างหลังเรียนโดยใช้ t-test

6. วิเคราะห์ความสามารถในการแก้ปัญหา โดยใช้ค่าเฉลี่ยและร้อยละ

7. วิเคราะห์ความพึงพอใจในการเรียนรู้โดยใช้

ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานโดยกำหนด แปลผลคะแนนตามระดับความพึงพอใจ 5 ระดับ

4.51-5.00 หมายถึง มีความพึงพอใจมากที่สุด

3.51-4.50 หมายถึง มีความพึงพอใจมาก

2.51-3.50 หมายถึง มีความพึงพอใจปานกลาง

1.51-2.50 หมายถึง มีความพึงพอใจน้อย

1.00-1.50 หมายถึง มีความพึงพอใจน้อยที่สุด

ผลการวิจัย

ตาราง 1

ผลการวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษา จากการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการคิดแก้ปัญหาจาก กรณีตัวอย่าง

คนที่	คะแนนระหว่างเรียน			แบบทดสอบวัดผล สัมฤทธิ์ทาง การเรียน
	การบ้าน	คะแนน นำเสนอ	รวม	
	(190)	(105)	(295)	(224)
1	153	92	245	181.00
2	121	87	208	161.00
3	78	79	157	121.00
4	115	77	192	119.00
5	91	0	91	65.00
6	189	101	290	187.00
7	127	83	210	179.50
8	165	76	241	104.00
9	81	86	167	145.00
10	140	94	234	144.00
11	96	95	191	141.00
12	162	91	253	178.00
13	152	86	238	142.00
14	162	86	248	144.00
15	119	90	209	180.00
รวม	1948	1223	3174	2191.50
เฉลี่ย	129.87	81.533	211.6	146.10
ร้อยละ	68.35	77.65	71.73	77.30

จากตาราง 1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาจากการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการคิดแก้ปัญหาจากกรณีตัวอย่าง พบว่า นักศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการคิดแก้ปัญหาจากกรณีตัวอย่าง ได้ร้อยละ 77.30 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ร้อยละ 60

ตาราง 2

เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยกับเกณฑ์ของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาจากการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการคิดแก้ปัญหาจากกรณีตัวอย่าง

ตัวแปร	n	$\bar{Y}$	S	t	df	p
คะแนนทดสอบหลังเรียน	15	143.53	21.12	12.38	14	.00

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($P < .05$)

จากตาราง 2 เป็นการทดสอบโดยใช้สถิติ One Sample T Test ซึ่งมีสมมติฐานดังนี้

$H_0: \mu \leq 60$ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาจากการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการคิดแก้ปัญหาจากกรณีตัวอย่างโดยเฉลี่ยน้อยกว่าหรือเท่ากับ 60

$H_1: \mu > 60$ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาจากการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการคิดแก้ปัญหาจากกรณีตัวอย่างโดยเฉลี่ยมากกว่า 60

ค่า P (ความน่าจะเป็น) = .00 ที่คำนวณออกมาเป็นค่า Sig.(2-tailed) ในกรณีตัวอย่างนี้ตั้งสมมติฐานในลักษณะ Sig.(1-tailed) เพราะฉะนั้นค่า P ที่ได้จากการคำนวณจะต้องนำมาหารด้วย 2 ก่อนที่จะนำมาเปรียบเทียบกับค่า α

$$P = .00/2 = .00$$

P (ความน่าจะเป็น) = .00, α (ระดับนัยสำคัญ) = .05 ดังนั้น ค่า P น้อยกว่า ค่า α (เท่ากับ Sig.) จึงยอมรับ H_1

สรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาจากการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการคิดแก้ปัญหาจาก

กรณีตัวอย่างโดยเฉลี่ยมากกว่า 60 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตาราง 3

ผลการวิเคราะห์ความสามารถในการแก้ปัญหาทางการเขียนโปรแกรมของนักศึกษาจากการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการคิดแก้ปัญหาจากกรณีตัวอย่าง

คนที่	คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหา (330)
1	231
2	231
3	160
4	224
5	188
6	267
7	192
8	203
9	182
10	267
11	267
12	219
13	231
14	267
15	231
รวม	3356
เฉลี่ย	223.7
ร้อยละ	67.79

จากตาราง 3 ความสามารถในการแก้ปัญหาทางการเขียนโปรแกรมของนักศึกษาจากการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการคิดแก้ปัญหาจากกรณีตัวอย่าง พบว่า นักศึกษามีความสามารถในการแก้ปัญหาทางการเขียนโปรแกรมของนักศึกษาจากการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการคิดแก้ปัญหาจากกรณีตัวอย่าง ได้ร้อยละ 67.79 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ร้อยละ 60

ตาราง 4

ผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อการจัดการเรียนการสอนโดยใช้กระบวนการคิดแก้ปัญหาจากกรณีตัวอย่าง ภาคทฤษฎี

รายการประเมิน	$\bar{x}$	SD	แปลผล
การวางแผนการสอน			
1. อาจารย์ชี้แจงวัตถุประสงค์ ขอบเขตของเนื้อหา และวิธีการ วัดผลของเนื้อหาวิชาน้อย่าง ชัดเจน	3.99	0.65	มาก
2. อาจารย์แนะนำหนังสือ หรือ เว็บไซต์ ที่จำเป็นในการเรียน	3.91	0.68	มาก
วิธีการสอน			
3. อาจารย์มีอุปกรณ์การสอน สื่อ/ เอกสารที่เหมาะสมกับเนื้อหา	3.92	0.63	มาก
4. อาจารย์เปิดโอกาสให้นักศึกษา ชักถาม และแสดงความคิดเห็น	4.02	0.69	มาก
5. อาจารย์มีแนวทางการสอนที่ ทำให้ผู้เรียนสนใจพฤติกรรม การสอน	3.95	0.68	มาก
6. อาจารย์อธิบายเนื้อหาที่เข้าใจง่าย	3.72	0.91	มาก
7. อาจารย์เข้าสอนและเลิกสอน ตรงเวลา	4.06	0.83	มาก
8. อาจารย์สอนครอบคลุมเนื้อหา ตามวัตถุประสงค์ และขอบเขต ของเนื้อหา	3.99	0.70	มาก
9. อาจารย์กระตุ้นให้นักศึกษาคิด และสืบค้นข้อมูลเพิ่มเติม	4.03	0.79	มาก
ผลการสอน			
10. นักศึกษาได้รับความรู้เพิ่มขึ้น หลังเข้าเรียนหัวข้อที่สอนนี้	3.90	0.71	มาก
การจัดการเรียนการสอน			
11. เนื้อหาในหัวข้อที่สอนนี้ มีประโยชน์ และทันสมัย	3.86	0.69	มาก
สิ่งแวดล้อมภายในห้องบรรยาย			
12. สภาพของห้องบรรยาย	3.58	1.01	มาก
13. อุปกรณ์ในห้องบรรยาย	3.49	1.09	มาก
เฉลี่ยรวม	3.88	0.77	มาก

จากตาราง 4 จากผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อการจัดการเรียนการสอนโดยใช้กระบวนการคิดแก้ปัญหาจากกรณีตัวอย่างในภาคทฤษฎี

โดยรวมอยู่ระดับมาก ($\bar{X} = 3.88$, $SD = 0.77$) และเมื่อพิจารณาเป็นรายข้อเรียงลำดับจากมากไปหาน้อยพบว่า อาจารย์เข้าสอนและเลิกสอนตรงเวลา นักศึกษามีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.06$, $SD = 0.83$) รองลงมาคือ อาจารย์กระตุ้นให้นักศึกษาคิด และสืบค้นข้อมูลเพิ่มเติม นักศึกษามีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.03$, $SD = 0.79$) และอาจารย์เปิดโอกาสให้นักศึกษาซักถาม และแสดงความคิดเห็น นักศึกษามีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.02$, $SD = 0.69$) ตามลำดับ

ตาราง 5

ผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อการจัดการเรียนการสอนโดยใช้กระบวนการคิดแก้ปัญหาจากกรณี

รายการประเมิน	$\bar{x}$	SD	แปลผล
ข้อมูลด้านการเรียนการสอน			
1. อาจารย์มีแนวทางการสอน ที่ทำให้นักศึกษาสนใจ ฝึกปฏิบัติ	4.10	0.60	มาก
2. อาจารย์ให้คำปรึกษา และ ช่วยเหลือนักศึกษาในห้อง ฝึกปฏิบัติ	4.07	0.66	มาก
3. อาจารย์ตรวจผลงาน และ ให้ข้อคิดเห็นที่เป็นประโยชน์	4.09	0.62	มาก
4. อาจารย์กระตุ้นให้นักศึกษาคิด และประยุกต์มาใช้ในห้อง ปฏิบัติการคอมฯ ได้	4.05	0.65	มาก
5. อาจารย์ให้เวลานักศึกษาตลอด การปฏิบัติงาน	4.15	0.73	มาก
รวม	4.09	0.65	มาก
สภาพห้องปฏิบัติการ คอมพิวเตอร์ และอุปกรณ์			
1. สภาพของห้องปฏิบัติการ คอมพิวเตอร์	3.46	1.07	ปานกลาง
2. อุปกรณ์ในห้องปฏิบัติการ	3.38	1.20	ปานกลาง
รวม	3.42	1.14	ปานกลาง
รวมทั้งสิ้น	3.76	0.89	มาก

จากตาราง 5 จากผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อการจัดการเรียนการสอนโดยใช้

กระบวนการคิดแก้ปัญหาจากกรณีตัวอย่างในภาคปฏิบัติ โดยรวมของข้อมูลด้านการเรียนการสอน มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.09$, $SD = 0.65$) และโดยรวมของข้อมูลด้านสภาพห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์และอุปกรณ์ นักศึกษามีความพึงพอใจอยู่ในระดับปานกลาง ($\bar{X} = 3.42$, $SD = 1.14$)

การอภิปรายผล

ผู้วิจัยขอเสนอการอภิปรายผลตามวัตถุประสงค์ของการวิจัยที่ตั้งไว้ ดังต่อไปนี้

1. จากผลการวิจัยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาจากการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการคิดแก้ปัญหาจากกรณีตัวอย่าง พบว่าวิธีนี้แก้ปัญหาได้โดยทำให้นักศึกษามีคะแนนได้มากกว่าร้อยละ 60 ซึ่งสอดคล้องกับเพญจันทร์ สินธุเขต (2547: 86-98) ได้ทำการวิจัยเรื่องผลการพัฒนากระบวนการแก้โจทย์ปัญหาโดยกิจกรรมโครงงานคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนศรีสุข อำเภอกำแพงแสนนาง จังหวัดนครราชสีมา ผลการวิจัยพบว่านักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนผ่านเกณฑ์ทุกคน คิดเป็นร้อยละ 75.66 และนักเรียนยังมีความพึงพอใจในการเรียนการสอนแบบโครงงานอยู่ระดับมากที่สุด

2. จากผลการวิจัยที่นักศึกษามีความสามารถในการแก้ปัญหาทางการเขียนโปรแกรมของนักศึกษาจากการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการคิดแก้ปัญหาจากกรณีตัวอย่าง ได้ร้อยละ 67.79 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ร้อยละ 60 โดยเทียบกับเวียร์ (Weir, 1974, p. 18) ได้เสนอแนะขั้นตอนในการคิดแก้ปัญหาไว้ 4 ลำดับ ซึ่งได้มีการดัดแปลงของเวียร์ให้มีรายละเอียดมากขึ้น แต่มีเค้าโครงส่วนใหญ่เหมือนเดิม และมีการทำงานเป็นกลุ่มกับรายบุคคล ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาวเคราะห์งานวิจัยของพัชรินทร์ธารีรัฐการพ์ (2535, หน้า 82) บัวสอน วรพันธุ์ (2550, หน้า 87-100) ที่พบว่าการใช้กระบวนการคิดแก้ปัญหาตามแนวคิดนี้เป็นวิธีการสอนที่สามารถช่วยให้นักศึกษาเกิดการคิด วิเคราะห์ และส่งเสริมให้นักศึกษามีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น แต่ผลคะแนนที่ทำเป็นรายบุคคลจะได้น้อยกว่าคนที่ทำ

เป็นกลุ่มทั้งนี้เนื่องจากการคิดแก้ปัญหาถ้ามีหลายคนช่วยคิดจะได้ผลลัพธ์ที่ครบถ้วนและทันเวลาในชั้นเรียน ส่งผลให้เมื่อคิดคะแนนเฉลี่ยได้สูงกว่าร้อยละ 60 เพียงร้อยละ 7.79

3. จากผลการวิจัยพบว่าผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อการจัดการเรียนการสอนโดยใช้กระบวนการคิดแก้ปัญหาจากกรณีตัวอย่างในภาคทฤษฎีโดยรวมอยู่ระดับมาก ($\bar{X} = 3.88$, $SD = 0.77$) และเมื่อพิจารณาเป็นรายข้อเรียงลำดับจากมากไปหาน้อย พบว่า อาจารย์เข้าสอนและเลิกสอนตรงเวลานักศึกษามีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.06$, $SD = 0.83$) รองลงมาคือ อาจารย์กระตุ้นให้นักศึกษาคิด และสืบค้นข้อมูลเพิ่มเติม นักศึกษามีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.03$, $SD = 0.79$) และอาจารย์เปิดโอกาสให้นักศึกษาซักถาม และแสดงความคิดเห็น นักศึกษามีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.02$, $SD = 0.69$) ตามลำดับ ผลจากการวิจัยครั้งนี้เป็นสิ่งที่ยืนยันถึง การพัฒนาความสามารถในการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ โดยใช้กระบวนการคิดแก้ปัญหาทำให้นักศึกษาเรียนรู้ด้วยความเข้าใจมีความสามารถในการแก้ปัญหาได้สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด จึงเป็นสาเหตุให้นักศึกษาเกิดความพึงพอใจในการเรียนรู้ ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของสมยศ นาวิการ (2547 หน้า 119) ที่กล่าวถึงความสัมพันธ์ระหว่างความพึงพอใจกับผลการทำงานหรือผลการเรียนรู้

ดังนั้นจึงสรุปผลการวิจัยที่ได้ว่า การทำงานเป็นกลุ่มจะช่วยกันคิดวิเคราะห์แก้ปัญหาการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ได้ผลงานที่ดีกว่าเดี่ยว แต่ความรู้ที่เป็นกลุ่มทุกคนจะได้ไม่ครบกระบวนการ คิดแก้ปัญหาทั้ง 6 ขั้นตอน และผลการวิจัยนี้จะช่วยให้การเรียนการสอนวิชาเขียนโปรแกรมประสบผลสำเร็จจะต้องมีการผสมระหว่างกลุ่มและเดี่ยว นั่นคือควรมีกระบวนการคิดแก้ปัญหาการเขียนโปรแกรมสำหรับงานชิ้นหนึ่งที่ใช้การวิเคราะห์แก้ปัญหาโดยร่วมกันเป็นกลุ่ม และมีงานที่ไม่ซับซ้อนใช้กระบวนการคิดแก้ปัญหาแบบเดี่ยวด้วย เพื่อให้นักศึกษาสามารถทำงานได้ครบสมบูรณ์ทุกขั้นตอนของกระบวนการคิดแก้ปัญหา

ข้อเสนอแนะ

ผลการวิจัยในงานนี้ ผู้สอนสามารถนำไปปรับใช้ หรือใช้เป็นตัวอย่างในรายวิชาที่เกี่ยวกับการเขียน โปรแกรมวิชาอื่นได้ เช่น รายวิชาการเขียนโปรแกรม บนอินเทอร์เน็ต 1 การเขียนโปรแกรมบนอินเทอร์เน็ต 2 การเขียนโปรแกรมเชิงออบเจกต์ การพัฒนาโปรแกรม ประยุกต์บนเว็บ

ข้อเสนอแนะสำหรับการศึกษาค้างต่อไป

ควรมีการวิจัยเรื่องกระบวนการกลุ่มที่จะทำให้ ทุกคนมีกระบวนการคิดวิเคราะห์ตามกระบวนการทั้ง 6 ขั้นตอนได้ครบถ้วน ควรมีการวิจัยเรื่องกิจกรรมค่าย การเขียนโปรแกรมเพื่อให้นักศึกษาได้เขียนโปรแกรมได้ ต่อเนื่องของกระบวนการคิดแก้ปัญหาทั้ง 6 ขั้นตอน และเขียนโปรแกรมได้ทุกคน

เอกสารอ้างอิง

- คณะกรรมการการอุดมศึกษา, สำนักงาน. (2553). ข้อมูลสารสนเทศอุดมศึกษาเชิงสถิติ. ค้นจาก <http://www.mua.go.th/student.php>
- จรรยา บุญหงส์. (2545). การเปรียบเทียบการเรียนการสอนแบบบรรยายกับการใช้ปัญหาเป็นตัวกระตุ้นการเรียนรู้. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ บัณฑิตวิทยาลัย, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ชวาล แพรัตกุล. (2518). เทคนิคการวัดผล (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช.
- ทิตินา แคมมณี. (2548). รูปแบบการเรียนการสอนทางเลือกที่หลากหลาย (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: ด้านสุทธาการพิมพ์.
- บุษกร เขียวจินดาภานต์. (2548). ผลของการจัดกิจกรรมการแก้ปัญหาตามกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้ การศึกษานอกสถานที่เสมือนที่มีต่อการแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อมของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ บัณฑิตวิทยาลัย, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- พิจิตร อุตตะโปน. (2550). ชุดการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่องการวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น ระดับชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 3. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- Maslow, Abraham Harold. (1970). *Motivation and Personality* (2nded.). New York: Haper and Row.
- Polya, G. (1957). *How to solve it* (2nded.). Newyork: Doubleday & Company.
- Thompson, G. W. (1991). *The effect of systematic instruction in mental computation upon fourth grade students arithmetic problem solving and computation ability (Fourth-Grade)*. Doctor's Thesis Dakota, The University of North Dakota.
- UNESCO. (1996). *Principle regional office for asia and the pacific strengthening the role of teacher a changing world: An Asia-Pacific Perspective*. Bangkok: Author.

การศึกษาการใช้พลังงานของวงจรเรียงกระแสแบบบริดจ์ ชนิดเต็มคลื่นระหว่างไดโอด 4 ตัว และไดโอดแบบโมดูล สำหรับแหล่งจ่ายไฟของหลอดไฟฟ้าแอลอีดี

Comparison of Effect of Full Bridge Rectifier Circuit Between 4 Diodes and 1 Diode Module on Energy Saving for Power Supply of LED Lamp Illuminating

ปฏิภาณ เกิดลาภ, ชุตติพนธ์ อู่ยายโสม และ กนกพร รอดแสง

บทคัดย่อ

บทความนี้เสนอการเปรียบเทียบผลกระทบของวงจรเรียงกระแสแบบบริดจ์ชนิดเต็มคลื่นระหว่างการใช้ไดโอด 4 ตัว และไดโอดแบบโมดูล 1 ตัว ที่มีผลต่อการประหยัดพลังงานของแหล่งจ่ายไฟของหลอดไฟฟ้าแอลอีดี โดยทำการเปรียบเทียบแหล่งจ่ายแบบไดโอด 4 ตัวต่อกันภายนอก กับแบบโมดูลซึ่งมีไดโอดบรรจุอยู่ภายใน 4 ตัว ต่อแบบบริดจ์ และ การเปรียบเทียบแหล่งจ่ายไฟ 2 ชนิด ปรากฏว่าแหล่งจ่ายไฟแบบไดโอด 4 ตัว ใช้กำลังไฟฟ้ามากกว่าแบบโมดูล 1 ตัว ประมาณ 6.3 เปอร์เซ็นต์ และแหล่งจ่ายไฟแบบไดโอด 4 ตัวจะมีค่าความสว่างมากกว่าไดโอดแบบโมดูล 1 ตัว ประมาณ 1.5 เปอร์เซ็นต์ ผลที่ได้จะเป็นข้อมูลในการวิจัยทางด้านการประหยัดพลังงานในระบบแสงสว่าง

คำสำคัญ: แหล่งจ่ายไฟ, หลอดแอลอีดี, การประหยัดพลังงาน

Abstract

This paper presents the comparison of the effect of full bridge rectifier circuit between 4 diodes and 1 diode module on energy saving for power supply of LED Lamp and compareing the power supply with module type and the 4 diodes type. The experimental results show the power consumption difference is about 6.3 percentage and the brightness difference is about 1.5 percent. 4 diodes type is less bright than the module type 1 lux power loss is less than in system, input power factor of transformer is more than, and input current is less and cost less. The experimental results are used to save energy in lighting system.

Keywords: power supply, light emitting diode, energy savings

ความนำ

ในสภาวะปัจจุบัน ปริมาณการใช้พลังงานของประเทศมีความต้องการใช้พลังงานสูงขึ้นทุก ๆ ปี พลังงานเป็นสิ่งที่ทุกภาคส่วนนั้นให้ความสำคัญเป็นอย่างยิ่ง การประหยัดพลังงานจึงถือว่าเป็นความสำคัญอย่างยิ่งในระบบแสงสว่างคิดเป็นประมาณ 30 เปอร์เซ็นต์ของการใช้พลังงาน ดังนั้นในการศึกษาการประหยัดพลังงานไฟฟ้า จากแหล่งจ่ายไฟของหลอด LED นี้ จะกล่าวถึงประสิทธิภาพ เนื่องจากเป็นนวัตกรรมใหม่ ในปัจจุบันหลอด LED มีข้อดีหลายประการ เช่น การใช้พลังงานต่ำ ให้ความสว่างที่มากกว่า มีความร้อนต่ำ ประสิทธิภาพในการลดปริมาณการใช้พลังงานและลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมได้เป็นอย่างดี [1]

หลอดแอลอีดีนิยมนำมาใช้เป็นแหล่งกำเนิดแสงแทนหลอดไส้ และหลอดฟลูออเรสเซนต์ เนื่องจากกินไฟน้อย ให้แสงสว่างมาก และมีอายุการใช้งานยาวนาน ซึ่งหลอดแอลอีดีนั้นต้องการแหล่งจ่ายไฟฟ้าแบบกระแสตรงเพื่อขับหลอด ซึ่งจะต้องใช้วงจรเรกติไฟเออร์แบบบริดจ์ เพื่อแปลงไฟจากกระแสสลับให้เป็นไฟกระแสตรงสำหรับผู้ออกแบบและผู้นำหลอดแอลอีดีมาใช้ในระบบส่องสว่างภายในอาคารจะต้องคำนึงถึงแหล่งจ่ายไฟสำหรับหลอดแอลอีดี ซึ่งแหล่งจ่ายไฟจะมีหลายแบบ เช่น แบบเป็นเชิงเส้น แบบสวิตชิ่ง หรือแบบอื่นๆ อาจจะมีผลกระทบทางด้านสัญญาณรบกวน ซึ่งเป็นสิ่งที่ไม่พึงปรารถนาต่อระบบ เนื่องจากการรบกวนดังกล่าวจะส่งผลให้อุปกรณ์ไฟฟ้าอื่นๆ ในระบบทำงานผิดพลาดได้ [2-3]

ดังนั้นในบทความนี้มีแนวคิดว่าจะลดการใช้กำลังไฟฟ้าในวงจรขับให้ได้มากที่สุด จึงได้ทำการออกแบบแหล่งจ่ายไฟกระแสตรงแบบเต็มคลื่น และทำการเปรียบเทียบกันระหว่างผลการทำงานของการใช้ไดโอดแบบไดโอด 4 ตัวต่อกัน กับแบบโมดูล 1 ตัว สำหรับใช้เป็นแหล่งจ่ายไฟให้กับหลอด LED เพื่อทำการทดลองศึกษาการใช้กำลังไฟฟ้า และแสงสว่างที่ได้จะมีความแตกต่างกันอย่างไร โดยทำการทดสอบสมรรถนะต่าง ๆ ทางไฟฟ้า และทางแสง

วัตถุประสงค์การวิจัย

เพื่อศึกษาและออกแบบวงจรเรียงกระแสแบบเต็มคลื่นใช้เป็นแหล่งจ่ายให้กับหลอดแอลอีดี และเปรียบเทียบผลการทำงานของการใช้ไดโอดแบบโมดูล 1 ตัวกับแบบไดโอด 4 ตัวต่อกัน

การออกแบบ

การออกแบบแหล่งจ่ายไฟ เพื่อใช้สำหรับหลอดแอลอีดีนั้น จะออกแบบให้ทั้ง 2 แหล่งจ่ายไฟ มีพิกัดและคุณสมบัติทางไฟฟ้าที่เหมือนกัน คือ แหล่งจ่ายไฟสามารถทนกระแสไฟฟ้าได้ 2 แอมป์ แรงดัน 50 โวลต์ ใช้ตัวต้านทานและตัวเก็บประจุที่มีขนาดเท่ากัน และนำมาทดสอบกับหลอดแอลอีดี 12V_{dc} ที่ขนาดและพิกัดกำลังเท่ากัน โดยสมการที่ใช้ในการออกแบบสร้างแหล่งจ่ายไฟ แสดงดังสมการที่ 1 และ สมการที่ 2 [4-5]

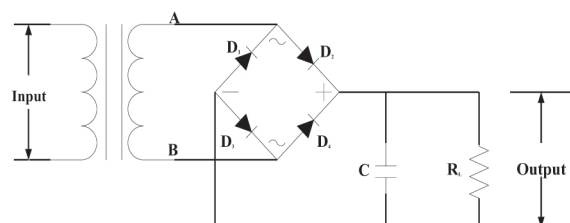
$$V_r = V_{dc} \times \frac{r}{100} \quad (1)$$

$$= 12 \times \frac{25}{100} = 3V$$

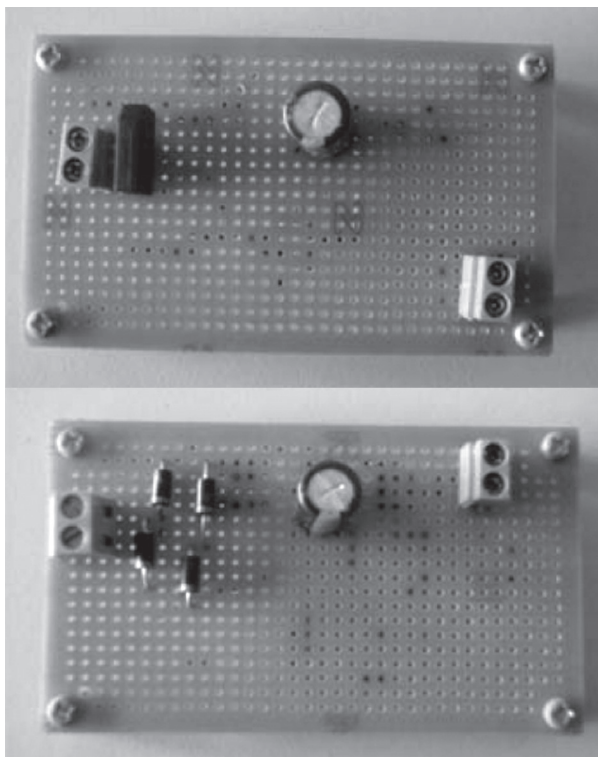
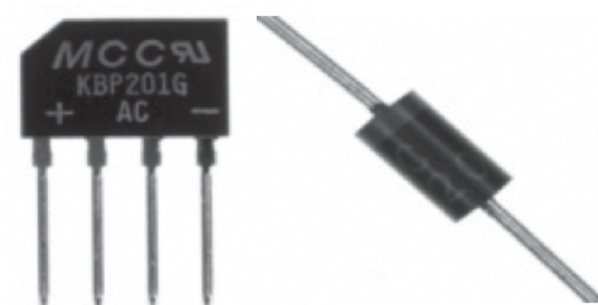
$$V_{rr(P)} = \frac{I_{dc}}{2fc} \quad (2)$$

$$C = \frac{I_{dc}}{2fV_{rr(P)}} = \frac{300 \times 10^{-3}}{(2)(50)(3)} = 1,000 \mu F$$

วงจรพื้นฐานที่ใช้ในการออกแบบสร้างแหล่งจ่ายไฟ แสดงวงจรในภาพ 1



ภาพ 1 วงจรบริดจ์เรกติไฟเออร์ชนิดไดโอดพร้อมตัวเก็บประจุ



ก) แบบโมดูล 2A, 50 V_{dc}

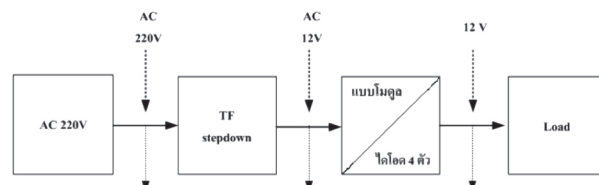
ข) แบบไดโอด 4 ตัว 2 A, 50 V_{dc}

ภาพ 2 แหล่งจ่ายไฟทั้ง 2 แบบที่ใช้ในการทดลอง

การวัดและเทคนิคการวัด

การทดสอบค่าสมรรถนะต่างๆ ทางไฟฟ้า

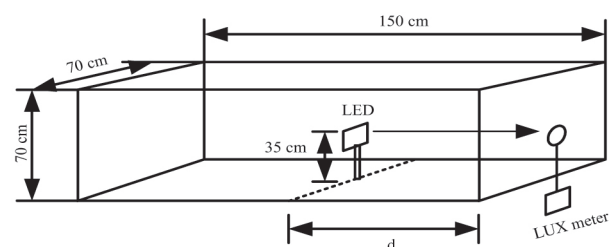
ในการทดสอบวัดค่าสมรรถนะต่างๆ ทางไฟฟ้า เพื่อเก็บข้อมูลทางไฟฟ้า นำมาวิเคราะห์สรุปผลโดยจะใช้ เครื่องมือวัดคุณภาพสัญญาณทางไฟฟ้า หรือ Power quality analyzer (Fluke รุ่น 43B) ซึ่งสามารถวัดได้ทั้ง รูปคลื่นสัญญาณค่าแรงดันไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า กำลังไฟฟ้า ค่าตัวประกอบกำลัง แสดงดังภาพ 3



ภาพ 3 ไดอะแกรมการทดลองวัดค่าสมรรถนะต่างๆ ทางไฟฟ้า

การวัดการกระจายแสงและความสว่าง

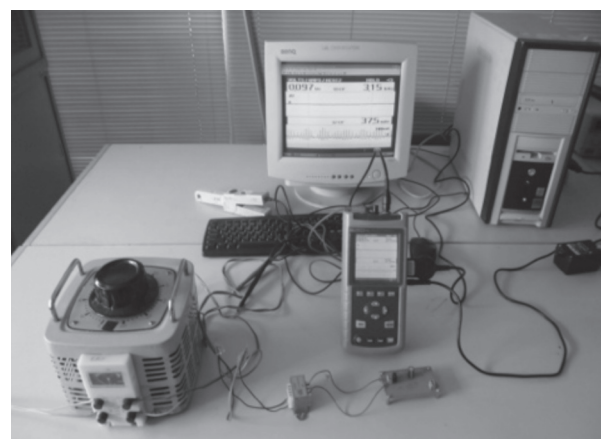
การทดลองวัดค่าความสว่างจะใช้เครื่องมือวัดแสงหรือลักซ์มิเตอร์ ซึ่งทำการทดสอบภายในกล่องดำ ขนาด 0.70×0.70×1.50 m. ภายในทาสีดำทั้งด้านในและด้านนอก โดยการวัดค่าความสว่างที่จะกำหนดระยะห่างจากจุดกำเนิดแสงถึงลักซ์มิเตอร์คือ $d = 1$ m.



ภาพ 4 ไดอะแกรมการทดสอบการวัดค่าความสว่าง



ภาพ 5 ชุดทดสอบวัดค่าความสว่าง

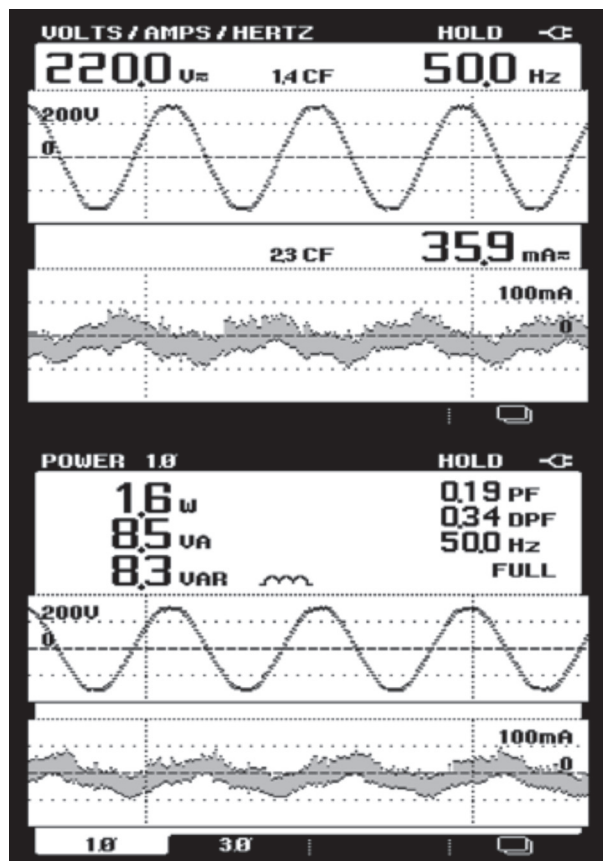


ภาพ 6 การวัดค่าทางไฟฟ้าแหล่งจ่ายไฟแบบโมดูล 1 ตัว และแบบไดโอด 4 ตัว

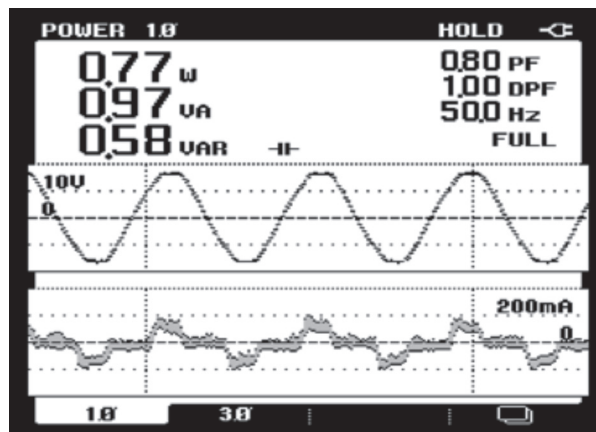
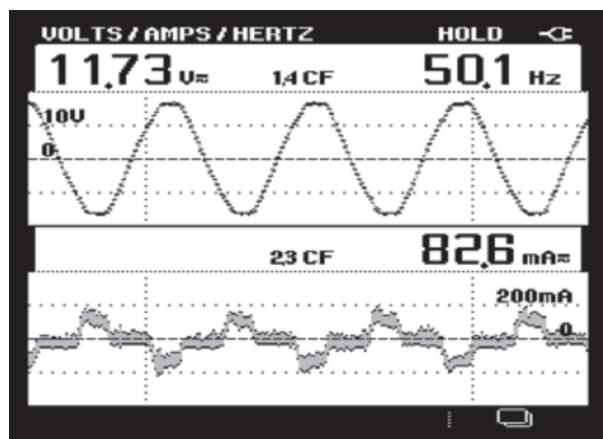
ผลการทดสอบ

1. การทดสอบวัดค่าสมรรถนะต่างๆ ทางไฟฟ้า

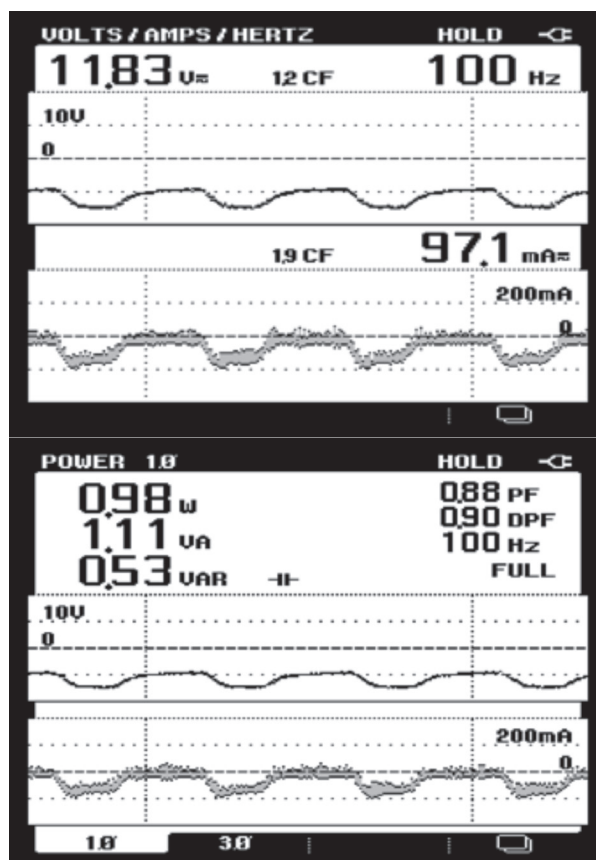
1.1 การทดสอบคุณสมบัติของแหล่งจ่ายไฟแบบโมดูล ซึ่งทำการกำหนดแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับที่ 220 โวลต์ จากนั้นทำการวัดค่าต่างๆ



ภาพ 7 สัญญาณแรงดันและกำลังไฟฟ้าของแหล่งจ่ายไฟแบบโมดูลด้านเข้าหม้อแปลง

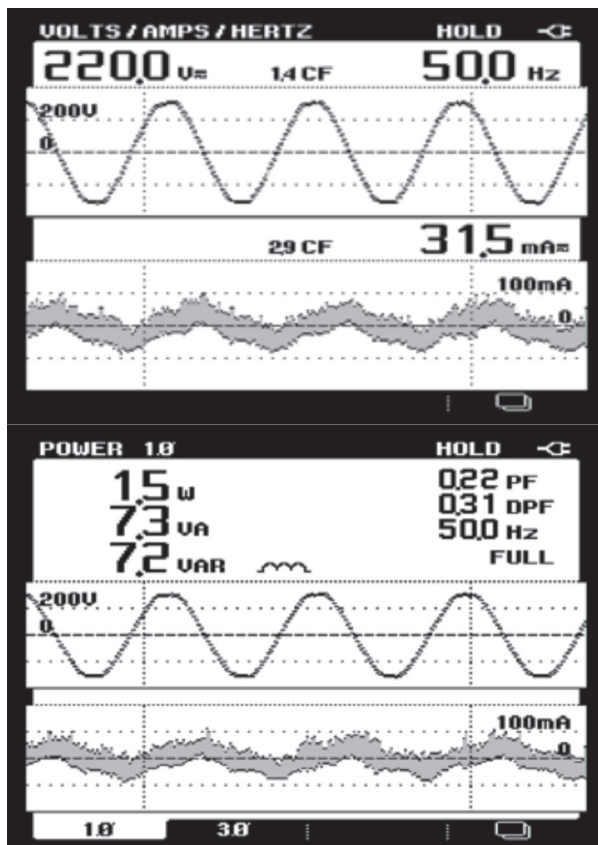


ภาพ 8 สัญญาณแรงดันและกำลังไฟฟ้าของแหล่งจ่ายไฟแบบโมดูลด้านออกจากหม้อแปลง

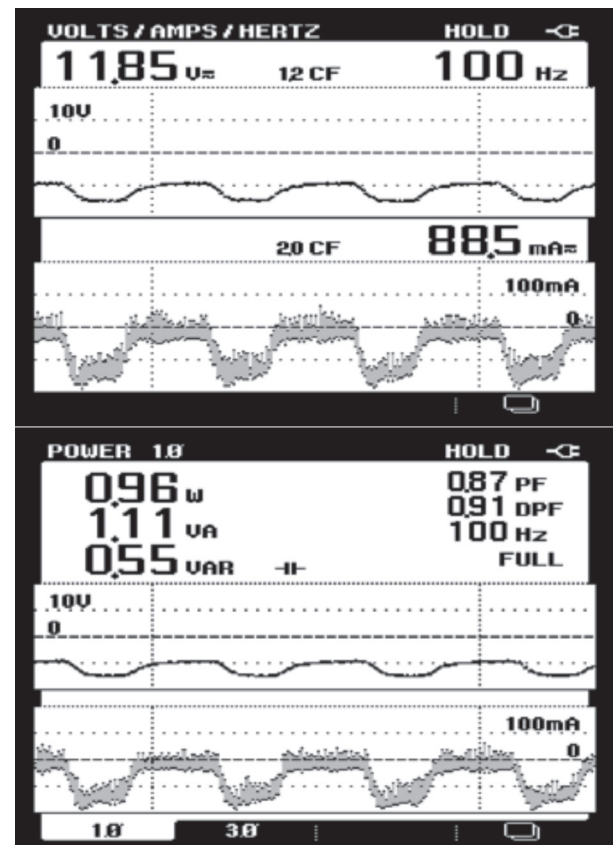


ภาพ 9 สัญญาณแรงดันและกำลังไฟฟ้าของแหล่งจ่ายไฟแบบโมดูลด้านเข้าโหลด

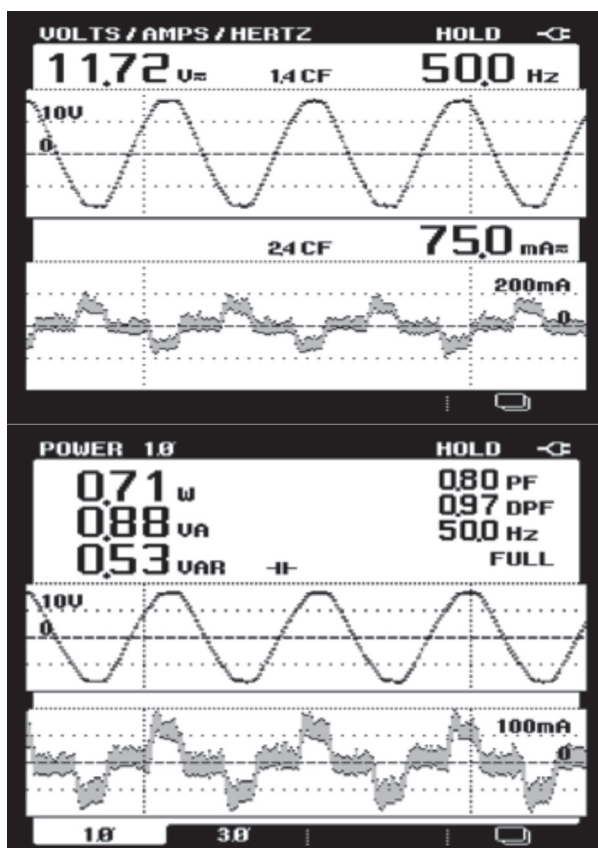
1.2 การทดสอบแหล่งจ่ายไฟแบบไดโอด 4 ตัว ซึ่งทำการกำหนดแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับที่ 220 โวลต์ จากนั้นทำการวัดค่าต่างๆ



ภาพ 10 สัญญาณแรงดันและกำลังไฟฟ้าของแหล่งจ่ายไฟด้านเข้าหม้อแปลงแบบไดโอด 4 ตัว



ภาพ 12 สัญญาณแรงดันและกำลังไฟฟ้าของแหล่งจ่ายไฟด้านเข้าโหลดแบบไดโอด 4 ตัว



ภาพ 11 สัญญาณแรงดันและกำลังไฟฟ้าของแหล่งจ่ายไฟด้านออกจากหม้อแปลงแบบไดโอด 4 ตัว

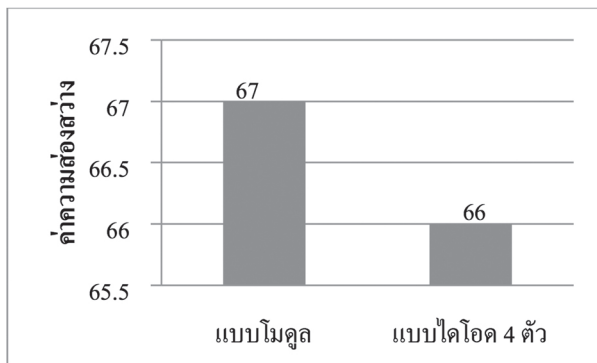
2. การวัดความสว่าง

ผลการทดสอบวัดค่าความสว่างของหลอดแอลอีดีจากแหล่งจ่ายไฟทั้ง 2 แบบ ข้อมูลแสดงดังตาราง 1

ตาราง 1

ผลการทดสอบวัดค่าความสว่างในตัววัดแสง

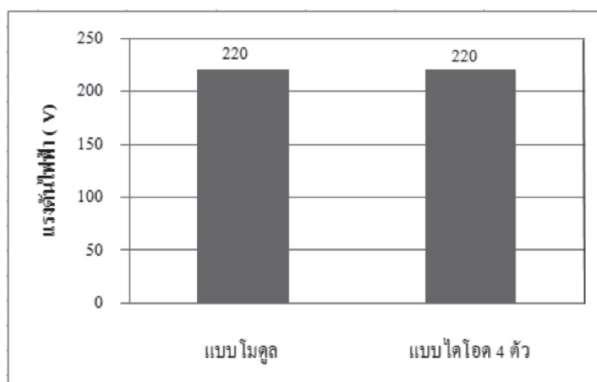
ลำดับ	แหล่งจ่ายไฟ	ค่าความสว่าง (Lux)
1.	กรณีใช้แบบโมดูล 1 ตัว	67 lx
2.	กรณีใช้แบบไดโอด 4 ตัว	66 lx



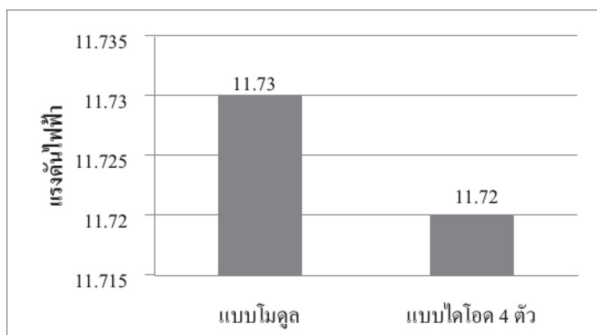
ภาพ 13 การเปรียบเทียบค่าความสว่างของแหล่งจ่ายทั้ง 2 แบบ

การเปรียบเทียบแหล่งจ่ายไฟแบบโมดูลและแหล่งจ่ายไฟแบบไดโอด 4 ตัว

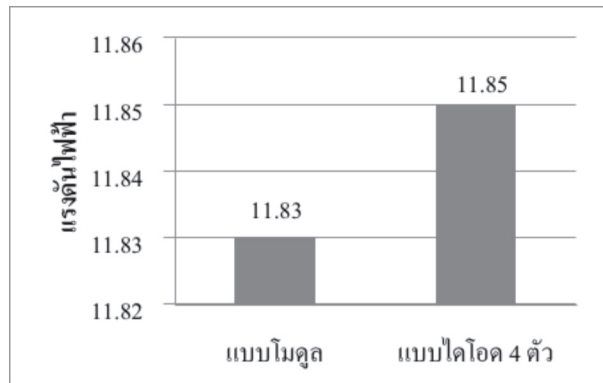
ผลการทดสอบแหล่งจ่ายไฟแบบโมดูลและแหล่งจ่ายไฟแบบไดโอด 4 ตัว เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับในกราฟ เพื่อแสดงข้อมูลแหล่งจ่ายไฟทั้ง 2 แบบ ซึ่งจะแสดงในภาพ 14-19



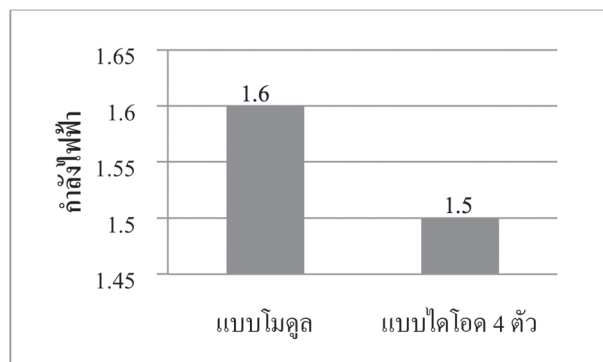
ภาพ 14 การเปรียบเทียบค่าแรงดันไฟฟ้าด้านเข้าหม้อแปลง



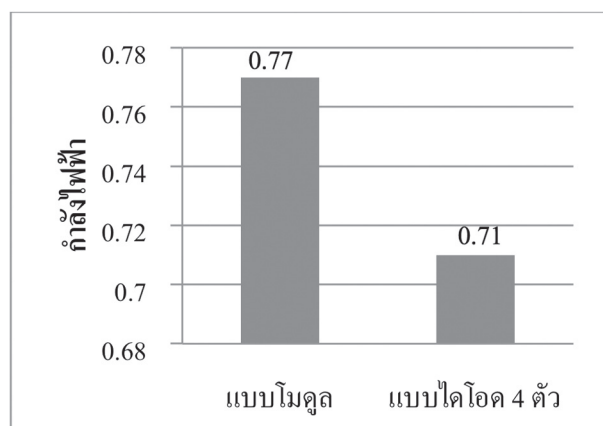
ภาพ 15 การเปรียบเทียบค่าแรงดันไฟฟ้าด้านออกจากหม้อแปลง



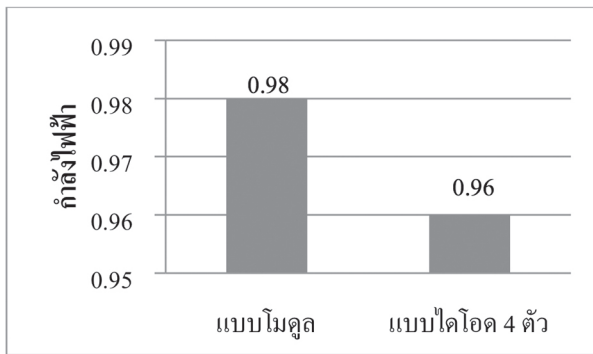
ภาพ 16 การเปรียบเทียบค่าแรงดันไฟฟ้าด้านเข้า Load DC



ภาพ 17 การเปรียบเทียบค่ากำลังไฟฟ้าด้านเข้าหม้อแปลง



ภาพ 18 การเปรียบเทียบค่ากำลังไฟฟ้าด้านออกจากหม้อแปลง



ภาพ 19 การเปรียบเทียบค่ากำลังไฟฟ้าด้านเข้า Load DC

ตาราง 2

การเปรียบเทียบสมรรถนะต่าง ๆ ของแหล่งจ่ายไฟ

ค่าพารามิเตอร์	P_{in} (W)	P_{load} (W)	P_{loss} (W)	PF	Ix	Price (บาท)
แบบโมดูล	1.6	0.98	0.62	0.88	67	15
แบบไดโอด 4 ตัว	1.5	0.96	0.54	0.87	66	2.4
ค่าความแตกต่าง	0.1	0.02	0.08	0.01	1	12.60
ความแตกต่าง (%)	6.3%	2%	13%	1.1%	1.5%	84%
หมายเหตุ	โมดูล มีค่ามากกว่า	โมดูล มีค่ามากกว่า	โมดูล มีค่ามากกว่า	โมดูล มีค่ามากกว่า	โมดูล มีค่ามากกว่า	โมดูล มีราคาสูงกว่า

สรุป

จากผลการทดสอบคุณสมบัติทางไฟฟ้าของแหล่งจ่ายไฟแบบโมดูลและแหล่งจ่ายไฟแบบไดโอด 4 ตัว พบว่า แหล่งจ่ายไฟแบบโมดูลจะใช้กำลังไฟฟ้ามากกว่าแหล่งจ่ายไฟแบบไดโอด 4 ตัวอยู่ 0.1 วัตต์ แหล่งจ่ายไฟแบบโมดูลใช้กำลังไฟฟ้า 1.6 วัตต์ แหล่งจ่ายไฟแบบไดโอด 4 ตัวใช้กำลังไฟฟ้า 1.5 วัตต์ ซึ่งแหล่งจ่ายไฟแบบไดโอด 4 ตัว จะประหยัดพลังงาน 6.3 เปอร์เซ็นต์เมื่อเทียบกับแหล่งจ่ายไฟแบบโมดูล แหล่งจ่ายไฟแบบโมดูลจะใช้การสูญเสีย (P_{loss}) 0.62 วัตต์ แหล่งจ่ายไฟแบบไดโอด 4 ตัวจะใช้กำลังไฟฟ้าในระบบ 0.54 วัตต์ ซึ่งแหล่งจ่ายไฟแบบโมดูลจะมีค่ากำลังไฟฟ้าในระบบน้อยกว่าแหล่งจ่ายไฟแบบไดโอด 4 ตัวประมาณ 13 เปอร์เซ็นต์ โดยค่าความสว่างของแหล่งจ่ายไฟแบบโมดูลมีค่าความสว่าง 67 ลักซ์ แหล่งจ่ายไฟแบบไดโอด 4 ตัว มีค่าความสว่าง 66 ลักซ์

ผลการทดสอบสามารถเปรียบเทียบค่าพารามิเตอร์ที่สำคัญของแหล่งจ่ายทั้ง 2 แบบ ดังแสดงในตารางที่ 2

ซึ่งแหล่งจ่ายไฟแบบโมดูลให้ค่าความสว่างมากกว่า 1.5 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเทียบกับแหล่งจ่ายไฟแบบ 4 ตัว

ดังนั้นจะเห็นว่าการใช้งานไดโอดแบบโมดูลที่มีไดโอดต่อกัน 4 ตัวภายในจะมีข้อดีตรงที่การเชื่อมต่อวงจรมีความง่ายสะดวกกว่า และมีค่าความสว่างที่เกิดจากหลอดแอลอีดีสูงกว่าเล็กน้อย แต่อย่างไรก็ตามจะมีราคาที่สูงกว่าไดโอดแบบ 4 ตัวต่อกัน แต่ถ้าผู้ใช้งานต้องการเน้นไปที่การประหยัดพลังงาน และต้นทุนการผลิต ก็ควรพิจารณาใช้งานไดโอดแบบ 4 ตัวต่อกันจะให้ผลดีที่สุด

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ รศ.ดร.สมบัติ ทิมทรัพย์ คณบดี คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย ที่ให้คำแนะนำช่วยเหลือ และให้โอกาสที่ดีเสมอมา ณ โอกาสนี้

เอกสารอ้างอิง

- จดุพงษ์ จาตุรงค์. (2551). หลอดผอมใหม่ที 5 (T5) สิ่งควรรู้ก่อนตัดสินใจ. วารสาร TIEA สมาคมไฟฟ้าแสงสว่างแห่งประเทศไทย (สฟสท.) 2(4) ตุลาคม-ธันวาคม.
- ปฏิกาน เกิดลาภ. (2554). การศึกษาผลกระทบจากแหล่งจ่ายไฟระหว่างแหล่งจ่ายไฟแบบเชิงเส้นและแบบสวิตชิ่งสำหรับโคมไฟฟ้าแอลอีดีกำลังสูง. การประชุมวิชาการทางวิศวกรรมไฟฟ้า ครั้งที่ 34, 1-3 ธันวาคม, PW 086, หน้า 345-348.
- พันธ์ศักดิ์ พุฒิมานิตพงศ์. (2545). ทฤษฎีวงจรอิเล็กทรอนิกส์ 1. กรุงเทพฯ. ซีเอ็ดยูเคชั่น.
- มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี. (2554). ข้อมูลจากจดหมายข่าวกลุ่มงานวิจัยเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน, 12(1)-มกราคม-มีนาคม.
- วีระเชษฐ์ ชันเงิน. วุฒิพล ธาราธิรเศรษฐ์. (2547). อิเล็กทรอนิกส์กำลัง (พิมพ์ครั้งที่ 4). กรุงเทพฯ: ห้างหุ้นส่วนจำกัดวี เจ.พรินติ้ง.



การพัฒนากระบวนการบริหารสถานศึกษาอัจฉริยะผ่านคลาวด์คอมพิวติงเพื่อสนับสนุนองค์กรอัจฉริยะด้านเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร

Development of Cloud Computing Intelligence Management Information System (CCIMIS) for Supporting Organizational Intelligence in ICT

นิพนธ์ สุบลวิสัย และ พศ.ดร.ปณิศา จรรณพิริกุล



บทคัดย่อ

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยและพัฒนา (1) ระบบบริหารสถานศึกษาอัจฉริยะผ่านคลาวด์คอมพิวติงเพื่อสนับสนุนองค์กรอัจฉริยะด้านเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร (2) พัฒนาระบบและการสื่อสาร และ (3) ประเมินประสิทธิภาพของระบบ วิธีดำเนินการวิจัยแบ่งออกเป็น 3 ระยะ คือ การวิเคราะห์และสังเคราะห์กรอบแนวคิดการพัฒนาระบบตามกระบวนการพัฒนาระบบ SDLC และการประเมินประสิทธิภาพของระบบ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ ผู้เชี่ยวชาญด้านระบบบริหารสถานศึกษาอัจฉริยะ คลาวด์คอมพิวติง องค์กรอัจฉริยะ เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร จำนวน 15 ท่าน โดยเลือกแบบเจาะจง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ ระบบบริหารสถานศึกษาอัจฉริยะผ่านคลาวด์คอมพิวติงเพื่อสนับสนุนองค์กรอัจฉริยะด้านเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร และแบบประเมินคุณภาพของระบบ สถิติที่ใช้ในการวิจัย คือ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ผลการวิจัย พบว่าระบบบริหารสถานศึกษาอัจฉริยะผ่านคลาวด์คอมพิวติงเพื่อสนับสนุนองค์กรอัจฉริยะด้านเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร ประกอบด้วย 6 โมดูลหลัก คือ (1) โมดูลสนับสนุนการจัดการเรียนการสอน (2) โมดูลเทคโนโลยีเพื่อการจัดการคลังความรู้ (3) โมดูลการจัดการเอกสาร (4) โมดูลคลังสารสนเทศ (5) โมดูลเทคโนโลยีเพื่อการสื่อสารและการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ และ (6) โมดูลระบบสารสนเทศเพื่อบริหารจัดการผ่านคลาวด์คอมพิวติง ส่วนผลการประเมินประสิทธิภาพของระบบอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.55$, $SD = 0.24$)

คำสำคัญ: ระบบบริหารสถานศึกษาอัจฉริยะ, คลาวด์คอมพิวติง, องค์กรอัจฉริยะ, เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร

Abstract

The purposes of this research and development were to (1) analyze and synthesize relevant literature in Cloud Computing Intelligence Management Information System (CCIMIS) for Supporting Organizational Intelligence in ICT, (2) develop the CCIMIS for Supporting Organizational Intelligence in ICT, and (3) evaluate the performance of the CCIMIS. Research methodology was divided into three



stages (1) analyzing and synthesizing relevant literature in CCIMIS, (2) developing of the CCIMIS, system which had been designed following the system development life cycle (SDLC) model, and (3) evaluating the performance of the CCIMIS. Sample group studies used in this study were 15 experts in intelligence management information system, cloud computing, intelligent organization, information, and communications technology. The Instruments used in this research were the CCIMIS, and the performance evaluation of the CCIMIS form. Data were analyzed by using the statistic of Mean, and Standard Deviation. The research findings were as: (1) the Cloud Computing Intelligence Management Information System (CCIMIS) for Supporting Organizational Intelligence in ICT consisted of 6 Modules were Learning and Teaching. Technologies for Managing Repositories. Document Management. Information Repository. Technologies for Communication and Knowledge Sharing. and Cloud Computing Management Information System. The experts agree that the CCIMIS was appropriate in a very good level ($\bar{X} = 4.55$, $SD = 0.24$).

Keywords: intelligence management information system, cloud computing, intelligent organization, information and communications technology.

ความนำ

ระบบบริหารสถานศึกษาอัจฉริยะ (intelligent educational systems) เป็นระบบที่ใช้ในการจัดการกระบวนการทำงาน สามารถรวบรวม วิเคราะห์ และนำเสนอข้อมูล เพื่อช่วยในการตัดสินใจ และเพิ่มความสามารถในการแข่งขันระหว่างสถานศึกษาด้วยกัน ซึ่งสารสนเทศเป็นสิ่งสำคัญสำหรับการตัดสินใจของทิศทางในการบริหารสถานศึกษา ดังนั้น ระบบบริหารสถานศึกษาอัจฉริยะจึงเป็นเครื่องมือที่ช่วยในการประเมินและติดตามการเปลี่ยนแปลงของสถานภาพทางสถานศึกษาและใช้ในการเปรียบเทียบหรือระบุทางเลือกของสถานศึกษา ทำงานในลักษณะระบบฐานข้อมูลแบบรวมศูนย์ การเรียกใช้หรือจัดการข้อมูลสารสนเทศจะเกิดเพียงจุดเดียว และมีการเชื่อมโยงไม่ว่าจะเป็นระบบ พร้อมทั้งใช้วงจร SDLC ดังนี้ (1) ในการวิเคราะห์และออกแบบกระบวนการทำงานซึ่งมีแนวคิดพัฒนาในรูปแบบเทคโนโลยีอัจฉริยะ (intelligent technology) โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อรวบรวมและเผยแพร่ข้อมูลทางด้านสารสนเทศที่จำเป็นสำหรับการวางแผนเชิงกลยุทธ์และการตัดสินใจที่มีประสิทธิภาพ (2) แล้วนำระบบบริหารสถานศึกษาอัจฉริยะไปติดตั้งไว้บนคลาวด์คอมพิวเตอร์ (cloud computing) เพื่อขยายขีด

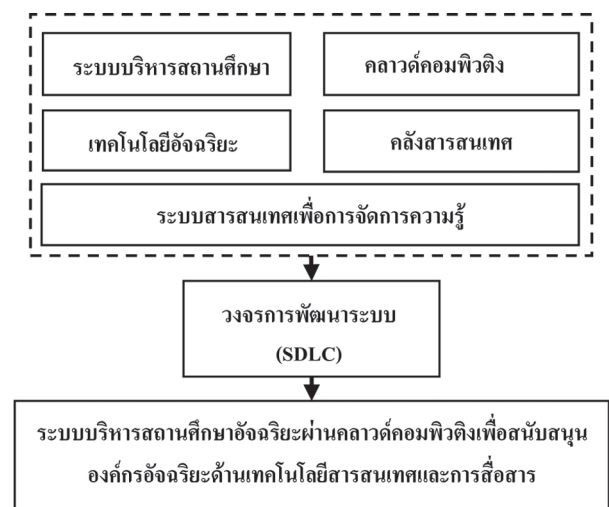
ความสามารถในการประมวลผลของระบบคอมพิวเตอร์ในการให้บริการสารสนเทศที่สามารถกลายเป็นการประมวลผลที่เกิดคุณประโยชน์ต่อผู้ใช้งานระบบอินเทอร์เน็ต โดยสามารถปรับเปลี่ยนทรัพยากรและเทคโนโลยีต่างๆ ได้ตามความเหมาะสม และสามารถเรียกใช้งานอินเทอร์เน็ตได้จากทุกสถานที่และสามารถทำงานได้กับคอมพิวเตอร์ทุกเครื่อง (3) จึงทำให้เพิ่มขีดความสามารถขององค์กร เป็นองค์กรอัจฉริยะ (organizational intelligence) โดยที่องค์กรสามารถดำเนินการจัดการความรู้อย่างถูกต้อง ถูกแนวทาง เกิดการสนธิพลัง (synergy) ระหว่างองค์ประกอบหลัก 4 องค์ประกอบของการจัดการความรู้ คน (people) กระบวนการ (process) เนื้อหาความรู้ (content) และ เทคโนโลยี (technology) ความเป็นอัจฉริยะขององค์กรแสดงออกด้วยความมั่นคงยั่งยืน องค์กรเป็นผู้สร้างหรือควบคุมสถานการณ์การเปลี่ยนแปลงภายในของตน มีการทบทวนตรวจสอบตนเอง (organization mapping) และตรวจสอบสถานการณ์แวดล้อม (environment mapping) อยู่เสมอ องค์กรอัจฉริยะด้านเทคโนโลยีจะพัฒนาขีดความสามารถทางเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร คือ องค์กรที่มีการพัฒนาทักษะในการใช้ ตัวช่วย (enabler) ต่อการจัดการความรู้

เป็นเครื่องมือช่วยในการพัฒนางานควบคู่ไปกับการดูดซับความรู้ สร้างความรู้ใช้ความรู้และยกระดับความรู้ เช่น การจัดการเอกสาร (document management) การเรียนรู้และการพัฒนา (learning and development) คลังสารสนเทศ (information repository) เทคโนโลยีเพื่อการสื่อสารและการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ (technologies for communication and knowledge sharing) เทคโนโลยีเพื่อการค้นหาและการสร้างความรู้ (technologies for discovery and creation) และ เทคโนโลยีเพื่อการจัดการคลังความรู้ (technologies for managing repositories) เป็นต้น (4) ระบบบริหารสถานศึกษาอัจฉริยะผ่านคลาวด์คอมพิวเตอร์เพื่อสนับสนุนองค์กรอัจฉริยะด้านเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารที่พัฒนาขึ้นนี้ จึงเป็นเครื่องมือสำคัญสำหรับสนับสนุนการดำเนินการของสถานศึกษาให้เป็นองค์กรแห่งการเรียนรู้ (learning organization) และพัฒนาไปสู่องค์กรอัจฉริยะด้านเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารต่อไปในอนาคต ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ประยูร เทพพิทักษ์ศักดิ์ (5) และบุญไทย แก้วขันธ์ (6) ที่พบว่า การใช้ระบบสารสนเทศเพื่อการบริหารจัดการช่วยให้องค์กรได้สารสนเทศที่ทันสมัย ใช้งานง่าย สะดวก รวดเร็ว ถูกต้อง และตรงตามความต้องการ เป็นการประมวผลที่ประหยัดทั้งเวลา และแรงงาน

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อออกแบบระบบบริหารสถานศึกษาอัจฉริยะผ่านคลาวด์คอมพิวเตอร์เพื่อสนับสนุนองค์กรอัจฉริยะด้านเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร
2. เพื่อพัฒนาระบบบริหารสถานศึกษาอัจฉริยะผ่านคลาวด์คอมพิวเตอร์เพื่อสนับสนุนองค์กรอัจฉริยะด้านเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร
3. เพื่อประเมินประสิทธิภาพของระบบบริหารสถานศึกษาอัจฉริยะผ่านคลาวด์คอมพิวเตอร์เพื่อสนับสนุนองค์กรอัจฉริยะด้านเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร

กรอบแนวคิดการวิจัย



ภาพ 1 กรอบแนวคิดการพัฒนาระบบบริหารสถานศึกษาอัจฉริยะผ่านคลาวด์คอมพิวเตอร์เพื่อสนับสนุนองค์กรอัจฉริยะด้านเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร

สมมติฐานการวิจัย

ระบบบริหารสถานศึกษาอัจฉริยะผ่านคลาวด์คอมพิวเตอร์ เพื่อสนับสนุนองค์กรอัจฉริยะด้านเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารมีประสิทธิภาพอยู่ในระดับมากขึ้นไป

วิธีดำเนินการวิจัย

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย คือ ผู้เชี่ยวชาญด้านระบบบริหารสถานศึกษาอัจฉริยะ คลาวด์คอมพิวเตอร์ องค์กรอัจฉริยะ เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ ผู้เชี่ยวชาญด้านระบบบริหารสถานศึกษาอัจฉริยะ คลาวด์คอมพิวเตอร์ องค์กรอัจฉริยะ เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร จำนวน 15 ท่าน ได้จากการเลือกแบบเจาะจง โดยเป็นผู้ที่มีประสบการณ์ในด้านที่เกี่ยวข้องอย่างน้อย 5 ปี ตัวแปรอิสระ คือ ระบบบริหารสถานศึกษาอัจฉริยะผ่านคลาวด์คอมพิวเตอร์เพื่อสนับสนุนองค์กรอัจฉริยะด้านเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร ตัวแปรตาม คือ ประสิทธิภาพของระบบ

การเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยและพัฒนา แบ่งการดำเนินการออกเป็น 3 ระยะ ตามวัตถุประสงค์การวิจัย ดังนี้

ระยะที่ 1 การออกแบบระบบบริหารสถานศึกษาอัจฉริยะผ่านคลาวด์คอมพิวเตอร์เพื่อสนับสนุนองค์กรอัจฉริยะด้านเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร ดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

1) วิเคราะห์และสังเคราะห์เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อกำหนดกรอบแนวคิดระบบบริหารสถานศึกษาอัจฉริยะผ่านคลาวด์คอมพิวเตอร์เพื่อสนับสนุนองค์กรอัจฉริยะด้านเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร

2) ออกแบบระบบบริหารสถานศึกษาอัจฉริยะผ่านคลาวด์คอมพิวเตอร์ 6 โมดูลหลัก ดังนี้

โมดูลสนับสนุนการจัดการเรียนการสอน	โมดูลระบบสารสนเทศเพื่อบริหารจัดการผ่านคลาวด์คอมพิวเตอร์
โมดูลเทคโนโลยีเพื่อการจัดการคลังความรู้	โมดูลเทคโนโลยีเพื่อการสื่อสารและการแลกเปลี่ยนเรียนรู้
โมดูลการจัดการเอกสาร	โมดูลคลังสารสนเทศ

ระยะที่ 2 การพัฒนาระบบบริหารสถานศึกษาอัจฉริยะผ่านคลาวด์คอมพิวเตอร์เพื่อสนับสนุนองค์กรอัจฉริยะด้านเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร ดำเนินการพัฒนาระบบบริหารสถานศึกษาอัจฉริยะผ่านคลาวด์คอมพิวเตอร์เพื่อสนับสนุนองค์กรอัจฉริยะด้านเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร ตามกระบวนการพัฒนาระบบ (System Development Life Cycle: SDLC) 7 ขั้นตอน ดังนี้

- 1) เข้าใจปัญหา (Problem Recognition)
- 2) การศึกษาความเป็นไปได้ (Feasibility Study)
- 3) การวิเคราะห์ (Analysis)
- 4) การออกแบบ (Design)

5) การพัฒนาระบบ (Construction)

6) การปรับเปลี่ยน (Conversion)

7) การบำรุงรักษา (Maintenance)

ระยะที่ 3 การประเมินประสิทธิภาพของระบบบริหารสถานศึกษาอัจฉริยะผ่านคลาวด์คอมพิวเตอร์เพื่อสนับสนุนองค์กรอัจฉริยะด้านเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารประเมินประสิทธิภาพของระบบบริหารสถานศึกษาอัจฉริยะผ่านคลาวด์คอมพิวเตอร์เพื่อสนับสนุนองค์กรอัจฉริยะด้านเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร โดยผู้เชี่ยวชาญด้านระบบบริหารสถานศึกษาอัจฉริยะ คลาวด์คอมพิวเตอร์ องค์กรอัจฉริยะ เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร จำนวน 15 ท่าน ได้จากการเลือกแบบเจาะจง โดยเป็นผู้ที่มีประสบการณ์ในด้านที่เกี่ยวข้องอย่างน้อย 5 ปี ด้วยแบบประเมินประสิทธิภาพของระบบ 4 ด้าน คือ 1) ด้านความสามารถในการทำงานของระบบ (Function Requirement Test) 2) ด้านความถูกต้องในการทำงานของระบบ (Function Test) 3) ด้านความสะดวกและง่ายต่อการใช้งานระบบ (Usability Test) และ 4) ด้านการรักษาความปลอดภัยของระบบ (Security Test) วิเคราะห์ผลการประเมินประสิทธิภาพของระบบโดยใช้ค่าเฉลี่ยเลขคณิต และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ผลการวิจัย

1. ในระบบบริหารสถานศึกษาอัจฉริยะผ่านคลาวด์คอมพิวเตอร์เพื่อสนับสนุนองค์กรอัจฉริยะด้านเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารระบบบริหารสถานศึกษาอัจฉริยะผ่านคลาวด์คอมพิวเตอร์เพื่อสนับสนุนองค์กรอัจฉริยะด้านเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร ประกอบด้วย 6 โมดูลหลัก และ 19 โมดูลย่อย ดังนี้

1.1 โมดูลสนับสนุนการจัดการเรียนการสอน (Learning and Teaching) ประกอบด้วย 4 โมดูลย่อย ดังนี้

1.1.1 โมดูลจัดการโครงสร้างหลักสูตร

1.1.2 โมดูลวิชาการ

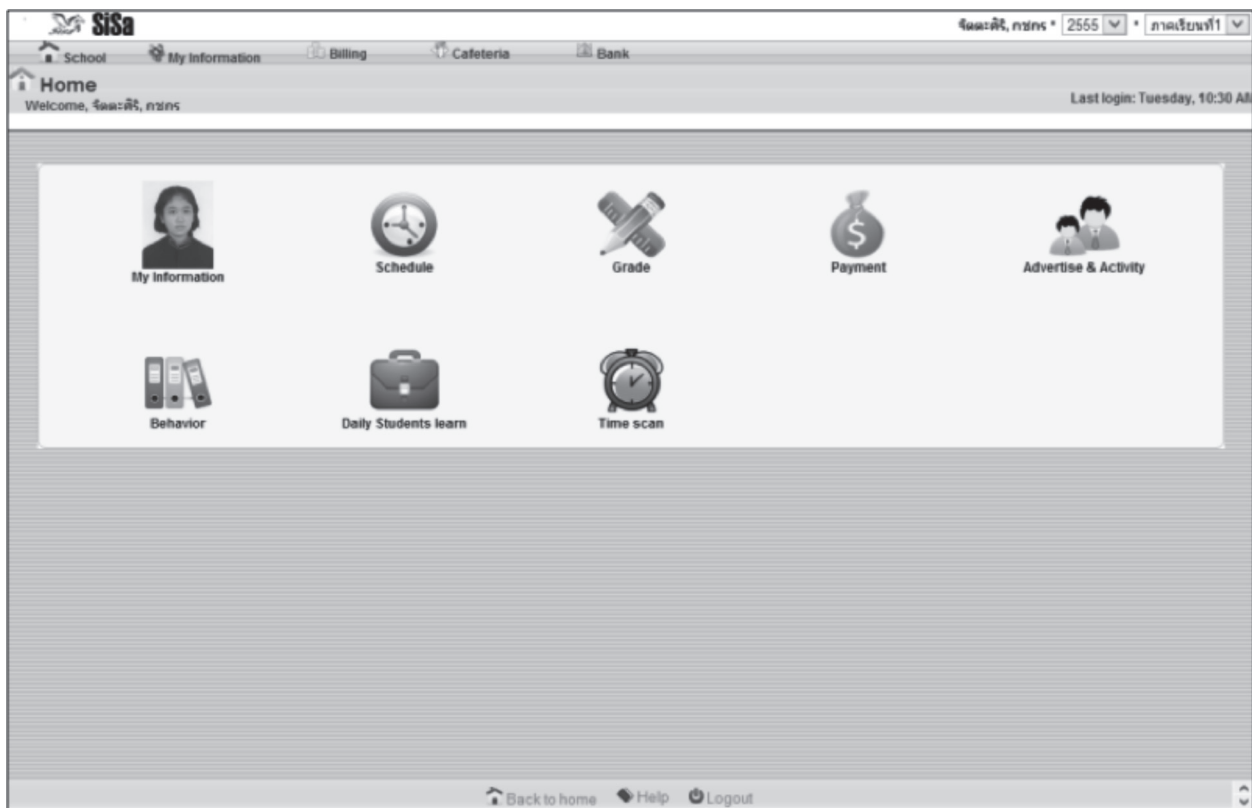
- 1.1.3 โมดูลกิจกรรมพัฒนาผู้เรียน
 - 1.1.4 โมดูลอาจารย์ประจำวิชา
 - 1.2 โมดูลเทคโนโลยีเพื่อการจัดการคลังความรู้ (Technologies for Managing Repositories) ประกอบด้วย 3 โมดูลย่อย ดังนี้
 - 1.2.1 โมดูลประเมิน
 - 1.2.2 โมดูลทะเบียนนวัตกรรม
 - 1.2.3 โมดูลแผนการสอน
 - 1.3 โมดูลการจัดการเอกสาร (Document Management) ประกอบด้วย 2 โมดูลย่อย คือ
 - 1.3.1 โมดูลเอกสารอิเล็กทรอนิกส์
 - 1.3.2 โมดูลแบบฟอร์มอิเล็กทรอนิกส์
 - 1.4 โมดูลคลังสารสนเทศ (Information Repository) ประกอบด้วย 4 โมดูลย่อย ดังนี้
 - 1.4.1 โมดูลทะเบียนนักเรียน
 - 1.4.2 โมดูลการเงิน
 - 1.4.3 โมดูลวัสดุครุภัณฑ์
 - 1.4.4 โมดูลบุคลากร
 - 1.5 โมดูลเทคโนโลยีเพื่อการสื่อสารและการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ (Technologies for Communication and Knowledge Sharing) ประกอบด้วย 4 โมดูลย่อย ดังนี้
 - 1.5.1 โมดูลส่ง SMS
 - 1.5.2 โมดูลอาจารย์ที่ปรึกษา
 - 1.5.3 โมดูลผู้เรียนและผู้ปกครอง
 - 1.5.4 โมดูลดูแลช่วยเหลือนักเรียน
 - 1.6 โมดูลระบบสารสนเทศเพื่อบริหารจัดการผ่านคลาวด์คอมพิวเตอร์ (Cloud Computing Management Information System: CCMS) ประกอบด้วย 2 โมดูลย่อย ดังนี้
 - 1.6.1 โมดูลการสนับสนุนการตัดสินใจของผู้บริหาร
 - 1.6.2 โมดูลระบบสารสนเทศเพื่อบริหารจัดการ
2. ผลการประเมินประสิทธิภาพของระบบบริหารสถานศึกษาอัจฉริยะผ่านคลาวด์คอมพิวเตอร์เพื่อสนับสนุนองค์กรอัจฉริยะด้านเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร



ภาพ 2 หน้าจอการเข้าสู่ระบบ

Sisa							
Niphol Sisa Admin * โรงเรียนทอวิทยารวมสองภาษา * 2556 * ภาคเรียนที่ 1							
การตั้งค่า ข้อมูลนักเรียน บุคลากร ตารางเรียน ทะเบียนรายวิชา พจนานุกรม การนับ ธนาคาร งานเอกสาร รายงาน กิจกรรม จัดการงานแจ้งเตือน							
ข้อมูลนักเรียน							
238 ชื่ออยู่นักเรียน							
Go to Page 1, 2, 3, 4, 5							
Displaying 1 through 50 — 50							
รหัส	นักเรียน	เกรด	ห้อง	ประเภทวิชา	สาขาวิชา - สาขางาน	หลักสูตร	ปี
00700	เด็กหญิง พงษ์ พงษ์ใส	ประถมศึกษาปีที่3	1	ประถมศึกษา	สามัญ -	ภาคเช้า - ประถมศึกษา	2013
00682	เด็กหญิง กนกพร ลาภโรจน์กิจ	จนจบ3	1	จนจบ	สามัญ -	ภาคเช้า - จนจบ	2013
00826	เด็กชาย กวีระชัย สาทร	จนจบ1	1	จนจบ	สามัญ -	ภาคเช้า - จนจบ	2013
00751	เด็กชาย กนกพร ศรี	จนจบ2	1	จนจบ	สามัญ -	ภาคเช้า - จนจบ	2013
00838	เด็กหญิง ศิรดาพร สารภักดิ์	ประถมศึกษาปีที่4	1	ประถมศึกษา	สามัญ -	ภาคเช้า - ประถมศึกษา	2013
00636	เด็กหญิง ศุภณัฐวิมล ป้อมแก้ว	ประถมศึกษาปีที่2	1	ประถมศึกษา	สามัญ -	ภาคเช้า - ประถมศึกษา	2013
00750	เด็กชาย ศุภณัฐวิมล พงษ์	จนจบ3	1	จนจบ	สามัญ -	ภาคเช้า - จนจบ	2013
00410	เด็กชาย ศุภณัฐวิมล ศิริวานิช	ประถมศึกษาปีที่5	1	ประถมศึกษา	สามัญ -	ภาคเช้า - ประถมศึกษา	2013
00784	เด็กชาย ศุภณัฐวิมล วงษ์น้อย	จนจบ2	1	จนจบ	สามัญ -	ภาคเช้า - จนจบ	2013
00819	เด็กชาย ศุภณัฐวิมล สิงห์น้อย	จนจบ1	1	จนจบ	สามัญ -	ภาคเช้า - จนจบ	2013
00522	เด็กชาย ศุภณัฐวิมล สิงห์น้อย	ประถมศึกษาปีที่6	1	ประถมศึกษา	สามัญ -	ภาคเช้า - ประถมศึกษา	2013
00598	เด็กชาย ศุภณัฐวิมล สิงห์น้อย	ประถมศึกษาปีที่2	1	ประถมศึกษา	สามัญ -	ภาคเช้า - ประถมศึกษา	2013
00550	เด็กหญิง ศุภณัฐวิมล สิงห์น้อย	ประถมศึกษาปีที่6	1	ประถมศึกษา	สามัญ -	ภาคเช้า - ประถมศึกษา	2013
00451	เด็กชาย ศุภณัฐวิมล สิงห์น้อย	ประถมศึกษาปีที่5	1	ประถมศึกษา	สามัญ -	ภาคเช้า - ประถมศึกษา	2013
00706	เด็กชาย ศุภณัฐวิมล สิงห์น้อย	ประถมศึกษาปีที่5	1	ประถมศึกษา	สามัญ -	ภาคเช้า - ประถมศึกษา	2013
00721	เด็กชาย ศุภณัฐวิมล สิงห์น้อย	จนจบ3	1	จนจบ	สามัญ -	ภาคเช้า - จนจบ	2013
00695	เด็กหญิง สิงห์น้อย	จนจบ3	1	จนจบ	สามัญ -	ภาคเช้า - จนจบ	2013
00752	เด็กหญิง สิงห์น้อย	ประถมศึกษาปีที่5	1	ประถมศึกษา	สามัญ -	ภาคเช้า - ประถมศึกษา	2013
00539	เด็กชาย สิงห์น้อย	ประถมศึกษาปีที่3	1	ประถมศึกษา	สามัญ -	ภาคเช้า - ประถมศึกษา	2013
00421	เด็กชาย สิงห์น้อย	ประถมศึกษาปีที่5	1	ประถมศึกษา	สามัญ -	ภาคเช้า - ประถมศึกษา	2013

ภาพ 3 หน้าจอสำหรับเจ้าหน้าที่เรื่องการคัดกรองผู้เรียนที่มีปัญหาด้านการเรียน ด้านการเงิน และอื่น ๆ



ภาพ 4 หน้าจอสำหรับผู้เรียนการคัดกรองผู้เรียนที่มีปัญหาด้านการเรียน ด้านการเงิน และอื่น ๆ

Setup Admissions Students Personnel Scheduling Grades Syllabus Examinations Discipline Billing Library Paperwork Activity SMS Inventory SAR

Timetable

พณิชยการ (ปวช.) - ปวช. พณิชยการ - การบัญชี เข้า - ปวช. - เข้า ปวช.3

Faculty Department/Major Program Grade Level

Back กำหนดเรียนจากแผนการสอน Save Delete

ปวช.310 - 403 - นาน ชีวรักษ์ ตรี

Teacher 403 Room 10 Section To Lecture

Begin : 26 พ.ค. 2557 Yes Yes th Reserve by teacher Reserve by room Reserve by section

End : 26 มิ.ย. 2557 Use default semester date Table Check on Comment

	คาบที่ 1 08:00 - 08:50	คาบที่ 2 08:50 - 09:40	คาบที่ 3 09:40 - 10:30	คาบที่ 4 10:30 - 11:20	คาบที่ 5 11:20 - 12:10	คาบที่ 6 12:10 - 13:00	คาบที่ 7 13:00 - 13:50	คาบที่ 8 13:50 - 14:40	คาบที่ 9 14:40 - 15:30	คาบที่ 10 15:30 - 16:20
Sun										
Mon			(26/5/57 : 26/9/57) 403 ภาษาอังกฤษพื้นฐาน นายจิรวัฒน์ - ชัยวัฒน์ เข้า เข้า ปวช. 3/12	(26/5/57 : 26/9/57) 403 ทบทวนและเตรียม นายชัชวาล - วาญานเมือง เข้า ปวช. 3/12	(26/5/57 : 26/9/57) 403 คณิตศาสตร์ นางสาวณัฏฐพร - ชว พชร เข้า เข้า ปวช. 3/12	(26/5/57 : 26/9/57) 403 ภาษาอังกฤษ นายสาวิทย์ - จุลน กร เข้า เข้า ปวช. 3/12	(26/5/57 : 26/9/57) 403 จริยธรรม/ไทย นางณิษฐา - นนเศรษฐี ศิริ เข้า ปวช. 3/12	(26/5/57 : 26/9/57) 403 บัญชีภาคต้น นายณัฏฐ์ - ชิตวิไล กร เข้า เข้า ปวช. 3/12	(26/5/57 : 26/9/57) 410 พลังงานและ นายปณต - เมธ สิทธิ์ เข้า เข้า ปวช. 3/12	
Tue	(26/5/57 : 26/9/57) 403 เศรษฐศาสตร์ นายชัชวาล - วาญานเมือง เข้า เข้า ปวช. 3/12	(26/5/57 : 26/9/57) 403 เศรษฐศาสตร์ นายชัชวาล - วาญานเมือง เข้า เข้า ปวช. 3/12	(26/5/57 : 26/9/57) 403 ภาษาอังกฤษ นางสาวณัฏฐพร - ชว พชร เข้า ปวช. 3/12	(26/5/57 : 26/9/57) 403 ภาษาอังกฤษ นายณัฏฐ์ - ชิตวิไล กร เข้า เข้า ปวช. 3/12	(26/5/57 : 26/9/57) 403 คณิตศาสตร์ นายวิวัฒน์ - ตรี กร เข้า เข้า ปวช. 3/12	(26/5/57 : 26/9/57) 403 วิทยาศาสตร์ นางสาวณัฏฐพร - ชว พชร เข้า ปวช. 3/12	(26/5/57 : 26/9/57) 406 บัญชีภาคต้น นายณัฏฐ์ - ชิตวิไล กร เข้า เข้า ปวช. 3/12	(26/5/57 : 26/9/57) 403 พลังงานและ นายปณต - เมธ สิทธิ์ เข้า เข้า ปวช. 3/12	(26/5/57 : 26/9/57) 410 พลังงานและ นายปณต - เมธ สิทธิ์ เข้า เข้า ปวช. 3/12	

ช่วยเหลือ ออกจากระบบ

ภาพ 5 หน้าจอการจัดตารางสอนพร้อมทั้งตรวจสอบการคาบสอนซ้ำซ้อนอัตโนมัติ

Setup Admissions Students Personnel Scheduling Grades Syllabus Examinations Discipline Billing Library Paperwork Activity SMS Inventory SAR

Demographic Info Schedule Courses Taught **Grade book** Grade Book Assignment Grade Point Assignment Advisor

นายศานติโชค - ตรีเพชร End

Teacher Programs - Grade book 2201-2404 - การบัญชีโปรแกรมพวช.3

Back Select Report : Docket Grade book Print KPI Title Print Remark Print Signature Save Final Grade Calc Grade Summary

Internal Evaluation External Evaluation

Last Modified : 16 มิ.ย. 2557 16:57:47 - 04:57:47

50 Students

Approve	Section No.	Code	Name	แบบ ฝึกที่ 1 (10)	แบบ ฝึกที่ 2 (10)	ใบ งาน 1 (10)	ใบ งาน 2 (10)	กิจกรรม (10)	ฝึก ฝึก (10)	สอบ กลาง ภาค (20)	สอบ ปลาย ภาค (20)	Total (100)	Final Grade	Comment
-	1	1	5609876 นาย ดนตรี ชัยวัฒน์	-	-	-	-	-	-	-	-	0.00	N/A	
-	1	2	5609877 นาย จานทร สอนทรัพย์	-	-	-	-	-	-	-	-	0.00	N/A	
-	1	3	5609880 นาย จิรวิทย์ ศิริโชค	-	-	-	-	-	-	-	-	0.00	N/A	
-	1	4	5609881 นาย ชัยวัฒน์ นนเศรษฐี	-	-	-	-	-	-	-	-	0.00	N/A	
-	1	5	5609882 นาย ชัยวัฒน์ นนเศรษฐี	-	-	-	-	-	-	-	-	0.00	N/A	

ช่วยเหลือ ออกจากระบบ

ภาพ 6 หน้าจอจัดการข้อมูลคะแนนเก็บและตัดเกรดแบบอิงกลุ่มหรืออิงเกณฑ์อัตโนมัติ

ตาราง 1

ผลการประเมินประสิทธิภาพของระบบบริหารสถานศึกษา
อัจฉริยะผ่านคลาวด์คอมพิวเตอร์เพื่อสนับสนุนองค์กร
อัจฉริยะด้านเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร

รายการประเมิน	$\bar{X}$	S.D.	ประสิทธิภาพ
ความสามารถในการทำงาน ของระบบ	4.53	0.52	มากที่สุด
ความถูกต้องในการทำงานของ ระบบ	4.67	0.49	มากที่สุด
ความสะดวกและง่ายต่อการ ใช้งานระบบ	4.47	0.74	มาก
การรักษาความปลอดภัยของ ระบบ	4.53	0.64	มากที่สุด
รวม	4.55	0.24	มากที่สุด

จากตารางที่ 1 ผลการประเมินประสิทธิภาพ
ของระบบบริหารสถานศึกษาอัจฉริยะผ่านคลาวด์
คอมพิวเตอร์เพื่อสนับสนุนองค์กรอัจฉริยะด้านเทคโนโลยี
สารสนเทศและการสื่อสาร พบว่า ระบบบริหารสถาน
ศึกษาอัจฉริยะผ่านคลาวด์ คอมพิวเตอร์ที่พัฒนาขึ้น
มีประสิทธิภาพอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.55$, $SD = 0.24$) เมื่อพิจารณาเป็นรายด้านพบว่า ด้านความถูกต้อง
ในการทำงานของระบบมีประสิทธิภาพมากที่สุด ($\bar{X} = 4.67$, $SD = 0.49$) รองลงมาด้านความสามารถในการ
ทำงานของระบบมีค่าเฉลี่ยเท่ากับด้านการรักษา
ความปลอดภัยของระบบ ($\bar{X} = 4.53$, $SD = 0.64$) และ
ด้านความสะดวกและง่ายต่อการใช้งานระบบ ($\bar{X} = 4.47$, $SD = 0.74$) ตามลำดับ

การอภิปรายผล

ระบบบริหารสถานศึกษาอัจฉริยะผ่านคลาวด์
คอมพิวเตอร์เพื่อสนับสนุนองค์กรอัจฉริยะด้านเทคโนโลยี
สารสนเทศและการสื่อสารที่พัฒนาขึ้น ประกอบด้วย
6 โมดูลหลัก คือ 1) โมดูลสนับสนุนการจัดการเรียน
การสอน 2) โมดูลเทคโนโลยีเพื่อการจัดการคลังความรู้
3) โมดูลการจัดการเอกสาร 4) โมดูลคลังสารสนเทศ
5) โมดูลเทคโนโลยีเพื่อการสื่อสารและการแลกเปลี่ยน
เรียนรู้ และ 6) โมดูลระบบสารสนเทศเพื่อบริหารจัดการ

ผ่านคลาวด์คอมพิวเตอร์ และมีประสิทธิภาพอยู่ในระดับ
มากที่สุด สอดคล้องกับแนวคิดวิธีแห่งองค์กรอัจฉริยะ
ของวิจารณ์ พานิช (2550) ที่เสนอกรอบแนวคิดการ
พัฒนาองค์กรไปสู่องค์กรอัจฉริยะโดยใช้เทคโนโลยี
สารสนเทศและการสื่อสารเป็นตัวช่วยต่อการจัดการ
ความรู้ เพื่อเป็นเครื่องมือช่วยในการพัฒนางานควบคู่
ไปกับการดูดซับความรู้ สร้างความรู้ ใช้ความรู้และ
ยกระดับความรู้ได้แก่ การจัดการเอกสาร คลังสารสนเทศ
คลังสารสนเทศ เทคโนโลยีเพื่อการสื่อสารและการ
แลกเปลี่ยนเรียนรู้ เทคโนโลยีเพื่อการค้นหาและการสร้าง
ความรู้ และ เทคโนโลยีเพื่อการจัดการคลังความรู้ และ
สอดคล้องกับงานวิจัยของ ประยูร เทพพิทักษ์ศักดิ์
(2555) และบุญไทย แก้วขันตี (2554) ที่พบว่า การใช้
ระบบสารสนเทศเพื่อการบริหารจัดการช่วยให้องค์กรได้
สารสนเทศที่ทันสมัย ใช้งานง่าย สะดวก รวดเร็ว ถูกต้อง
และตรงตามความต้องการ เป็นการประมวผลที่ประหยัด
ทั้งเวลา และแรงงาน และสอดคล้องกับงานวิจัยของ
Krautheim (2012) และ Lee and other (2012) ที่พบว่าการ
บูรณาการคลาวด์คอมพิวเตอร์ในการดำเนินงานและการ
บริหารจัดการองค์กรนั้นสามารถส่งเสริมให้บุคลากร
ในองค์กรมีทักษะด้านการสื่อสาร ด้านการทำงานร่วมกัน
ในเชิงสารสนเทศ และทักษะความรู้ความเข้าใจด้าน
เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารได้ และยังเป็นการ
ประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเป็น
เครื่องมือในการพัฒนาองค์กรไปสู่องค์กรแห่งการเรียนรู้
ที่มีการยกระดับความรู้จนกลายเป็นองค์กรอัจฉริยะ
หรือธุรกิจอัจฉริยะได้ในที่สุด

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะสำหรับการนำผลการวิจัยไปใช้
จากข้อค้นพบของงานวิจัยและข้อเสนอแนะของ
ผู้เชี่ยวชาญ สรุปข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัย
ไปใช้ได้ดังนี้

1.1 องค์กรที่นำระบบบริหารสถานศึกษา
อัจฉริยะผ่านคลาวด์คอมพิวเตอร์เพื่อสนับสนุนองค์กร
อัจฉริยะด้านเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร
ไปใช้เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพและประสิทธิผล ควรมีการ

ดำเนินการเตรียมความพร้อม 4 ด้าน คือ 1) ด้านบุคลากร (People) 2) ด้านกระบวนการ (Process) 3) ด้านเนื้อหาความรู้ (Content) และ 4) ด้านเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร (Information and Communications Technology)

1.2 องค์การที่นำระบบบริหารสถานศึกษาอัจฉริยะผ่านคลาวด์คอมพิวเตอร์มาเพื่อสนับสนุนองค์การอัจฉริยะด้านเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารไปใช้ควรมีการประเมินสมรรถนะด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ

และการสื่อสารของบุคลากรก่อนใช้งานระบบ หากพบว่าบุคลากรมีสมรรถนะอยู่ในระดับน้อยควรจัดอบรมเพื่อพัฒนาสมรรถนะและควรมีการสร้างเจตคติที่ดีต่อการปฏิบัติงานโดยใช้ระบบสารสนเทศเป็นตัวช่วยในการทำงาน

2. ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไปควรศึกษาผลของการใช้งานของระบบบริหารสถานศึกษาอัจฉริยะผ่านคลาวด์คอมพิวเตอร์มาเพื่อสนับสนุนองค์การอัจฉริยะด้านเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร

เอกสารอ้างอิง

วิจารณ์ พานิช. (2550). วิถีแห่งองค์กรอัจฉริยะ. *จุลสารอุตสาหกรรมสัมพันธ์*. 7 (73), 2-3.

วิจารณ์ พานิช. (2556). *วิถีแห่งองค์กรอัจฉริยะ*. ค้นจาก <http://kmi.or.th/kmi-articles/prof-vicharn-panich/27-2010-04-05-0313-45.html>

บุญไทย แก้วขันตี. (2554). *ภาวะผู้นำองค์กรอัจฉริยะและยุทธศาสตร์รวมภิบาลเพื่อการพัฒนาชนบทอย่างยั่งยืนตามหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง: ศึกษากรณีธนาคารเพื่อการเกษตรและสหกรณ์การเกษตร*. ปรินญาดุสิตบัณฑิตสาขาภาวะผู้นำเชิงยุทธศาสตร์ความเป็นเลิศ, บัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต.

ประยูร เทพพิทักษ์ศักดิ์. (2555). *การพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อการบริหารสำนักงานอธิการบดีมหาวิทยาลัยนครพนม*. ปรินญาการศึกษาดุสิตบัณฑิต สาขาวิชาการบริหารและพัฒนาการศึกษา, มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

A. A. Karahroudy. (2012). Security Analysis and Framework of Cloud Computing with Parity-Based Partially Distributed File System. *Doctoral Dissertation*, Retrieved July 25, 2012, from ProQuest Dissertation & Theses databases. (UMI No. 1497854).

J. W. Satzinger, R. B. Jackson, & S. Burd. (2007). *Systems Analysis & Design In A Changing World* (4th ed). Boston: Thomson Course Technology.

L. Mortara, R. and other. (2010). Developing a technology intelligence strategy at kodak european research: Scan & target. *Research Technology Management*, 53(5), 27-38.

S. Lee and other. (1998). Analysis of document-mining techniques and tools for technology intelligence: Discovering knowledge from technical documents. *International Journal of Technology Management*, 60, 130-156.

การวิเคราะห์อัตราการเจริญเติบโตของพืชที่ใช้กระถางต้นไม้จากปุ๋ยคอก ขุยมะพร้าว โดยใช้หลักการออกแบบการทดลอง การวิเคราะห์อัตราการเจริญเติบโตของพืชที่ใช้ กระถางต้นไม้จากปุ๋ยคอก ขุยมะพร้าวโดยใช้หลักการออกแบบการทดลอง

Analysis of the Growth Rate of Plants Using Flowerpot from Animal Manure, Fuzz and Coconut Fiber By Using Design of Experiment

ปิยนัฐ ไตอ่อน, วรณรพ ชันธิรัตน์ และ จรุงรัตน์ พันธุ์สุวรรณ

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของการวิจัยนี้ เพื่อวิเคราะห์หาส่วนผสมระหว่างปุ๋ยคอก ขุยมะพร้าว ที่มีผลต่ออัตราการเจริญเติบโตของพืชที่ใช้กระถางต้นไม้จากปุ๋ยคอก ขุยมะพร้าว ซึ่งถือว่าเป็นปัจจัยที่สำคัญที่ช่วยลดภาวะโลกร้อนที่เกิดขึ้นในปัจจุบัน รวมไปถึงการลดใช้กระถางต้นไม้ที่ทำมาจากพลาสติก ในงานวิจัยนี้ใช้การทดลองแบบผสม ในการพิจารณาปริมาณส่วนผสมระหว่างปุ๋ยคอก ขุยมะพร้าว จากการออกแบบการทดลองทำให้ได้สูตรการผสมเป็น 9 สูตร จากผลการทดลองพบว่าอัตราการเจริญเติบโตของพืช มีความสัมพันธ์กับส่วนผสมระหว่างปุ๋ยคอก ขุยมะพร้าวอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งผลการวิเคราะห์ค่าที่ดีที่สุด (response optimizer) ของอัตราการเจริญเติบโตของพืชสูงสุด (maximum) อยู่ที่ร้อยละ 70 จะต้องใช้ปุ๋ยคอก 63.74 กรัม คิดเป็นร้อยละ 9.11 ขุยมะพร้าว 596.25 กรัม คิดเป็นร้อยละ 85.18 และขุยมะพร้าว 40 กรัม คิดเป็นร้อยละ 5.71 ของน้ำหนักโดยรวม งานวิจัยนี้เป็นการพัฒนาวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรมาใช้ประโยชน์ พร้อมทั้งสามารถนำไปช่วยส่งเสริมให้เกษตรกรและผู้ประกอบอาชีพเพาะชำพันธุ์พืชได้

คำสำคัญ: อัตราการเจริญเติบโตของพืช, กระถางต้นไม้, การออกแบบการทดลอง, ปุ๋ยคอก, ขุยมะพร้าว, ขุยมะพร้าว

Abstract

The purpose of this research was to analyze the mixture of animal manure, fuzz and coconut fiber on the growth rate of plants using Flower Pot from Animal Manure, Fuzz and Coconut Fiber as well as to reduce the use of planted pots made out of plastic. This is considered an important factor in reducing global warming occurring today. The research of the experimental design chosen for this was a Mixture Design for use in determining the amount of the mixture of Animal Manure, Fuzz and Coconut Fiber. The design is formulated by nine recipes. The results showed that the growth rate of plants using Flower Pot from Animal Manure, Fuzz and Coconut Fiber has a statistical significance in relation to the

response optimizer of the growth rate of most plants. The results of the analysis showed the optimal value of the rate of growth of most plants. 70 percent of plants will require a 9.11 percent manure, 63.74 grams of coconut, 596.25 grams or 85.18 percent coconut fiber, 40 grams or 5.71 percent of the overall weight. This research was the development of agricultural waste materials utilization, and can be used to help farmers and professions of propagated plants.

Keywords: growth rate of plants, flower pot, animal manure, fuzz, coconut fiber, experimental design



ความนำ

ปัจจุบันวัสดุที่ทำมาจากพลาสติกนั้น เป็นที่ทราบกันดีว่าต้องใช้ระยะเวลาหลายสิบปีกว่าพลาสติกเหล่านี้จะย่อยสลาย ในการนำกลับมาใช้ใหม่ก็มีขั้นตอนที่ยุ่งยาก พร้อมทั้งมีต้นทุนสูงมาก และที่สำคัญ พลาสติก ยังเป็นสาเหตุหนึ่งของการเกิดภาวะโลกร้อน ซึ่งเป็นปัญหาสำคัญของโลกในขณะนี้ หลายฝ่ายทั้งภาครัฐและเอกชนต่างหันมาช่วยกันรณรงค์ในเรื่องของการลดสภาวะโลกร้อนด้วยกันหลายวิธี และวิธีลดการใช้พลาสติก ถือว่าเป็นอีกแนวทางหนึ่งในการรณรงค์ จากสถิติปริมาณการใช้ผลิตภัณฑ์พลาสติกในประเทศไทย ปริมาณการใช้ถุงพลาสติกและโฟมเพิ่มมากขึ้นทุกปี ปี 2542 มีการใช้ถุงพลาสติกและโฟมประมาณร้อยละ 14 หรือ 1.9 ล้านตัน มีอัตราเพิ่มขึ้นประมาณ 1.5 เท่าในช่วง 4 ปีที่ผ่านมา ส่งผลให้ปริมาณขยะมูลฝอยประเภทพลาสติกและโฟมในปี 2546 มีประมาณเป็นร้อยละ 18.27 หรือ 2.78 ล้านตัน และอนาคตอีก 10 ปีข้างหน้าอาจเพิ่มจากเดิมอีก 2-3 เท่า (กรมควบคุมมลพิษ, 2556) ไม่นับแต่วัสดุที่ใช้ในด้านเกษตรกรรม เช่น กระถางต้นไม้ และถุงเพาะต้นกล้า ที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบันทำมาจากพลาสติก เนื่องจากมีราคาต้นทุนถูกกว่ากระถางที่ทำมาจากดินเผา แต่มีผลเสียในระยะยาวตามที่ได้กล่าวมาตามขั้นต้น

ในเขตพื้นที่ของจังหวัดกาฬสินธุ์ ได้มีการเพาะปลูกต้นกล้าของไม้ยางพารา มันสำปะหลัง ปาล์ม มะม่วง และอื่นๆ เป็นจำนวนมาก เพื่อใช้ในเชิงเกษตรกรรมและพาณิชย์ จึงได้ทำการคิดค้นนำเอาจากมะพร้าวมาทำการแปรรูปเป็น 2 ส่วน คือ ขุยและใยมะพร้าว และได้ทำการนำเอาปุ๋ยคอก (มูลโค-กระบือ)

มาทำการผสมในอัตราส่วนร้อยละ 10 ของน้ำหนักโดยรวมของกระถาง เพื่อเสริมแร่ธาตุและส่งผลต่ออัตราการเติบโตของต้นกล้าที่ใส่ปลูก (ศูนย์ส่งเสริมและพัฒนาอาชีพการเกษตร, 2553) จึงได้นำเอาปุ๋ยคอก ขุยและใยมะพร้าวมาทำเป็นกระถางต้นไม้ ซึ่งมีแร่ธาตุที่เหมาะสม ความแข็งแรงทนทาน ความยืดหยุ่นสูง รากของกิ่งสามารถชอนไชออกจากกันของกระถางได้ดี มีความสามารถในการอุ้มน้ำ และการระบายความร้อนได้ดี อีกทั้งยังสามารถย่อยสลายเองได้ตามธรรมชาติ (สุจิน สุณีย์, 2551)

ดังนั้นคณะผู้วิจัยจึงได้นำเอาเศษวัสดุที่เหลือจากการแปรรูปผลผลิตทางการเกษตรมาใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุด และสร้างเครื่องอัดกระถางต้นไม้จากขุยมะพร้าวขึ้น เพื่อลดการใช้ถุงพลาสติก กระถางที่ทำมาจากปุ๋ยคอก ขุยและใยมะพร้าวในการเพาะหรือชำต้นไม้ สามารถช่วยลดสภาวะโลกร้อน และส่งผลดีต่อเกษตรกร ผู้ประกอบการร้านขายไม้ดอกไม้ประดับ รวมไปถึงบุคคลทั่วไป ซึ่งช่วยในการประหยัดต้นทุนจากการใช้กระถางพลาสติก โดยใช้หลักการออกแบบการทดลอง เพื่อการพัฒนารูปแบบใหม่ๆ ไปใช้กับงานอื่นๆ ตามความเหมาะสมต่อไป

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. ออกแบบการทดลองเพื่อหาอัตราส่วนผสมระหว่างปุ๋ยคอก ขุยมะพร้าว และใยมะพร้าว ที่ส่งผลต่ออัตราการเจริญเติบโตของต้นมะม่วงที่ดีที่สุดได้
2. เพื่อทำนายอัตราส่วนผสมระหว่างปุ๋ยคอก ขุยมะพร้าว และใยมะพร้าว ที่ส่งผลต่ออัตราการเจริญเติบโตของต้นมะม่วงได้

วิธีดำเนินการวิจัย

วิธีการดำเนินการวิจัยนี้เป็นการหาปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับอัตราการเจริญเติบโตของต้นไม้ โดยมีลำดับการดำเนินการดังนี้

1. เครื่องมือและวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ทดสอบ
2. วัสดุทดสอบ (ปุ๋ยคอก ขุยมะพร้าว และ โยมะพร้าว)
3. การออกแบบการทดลองโดยใช้โปรแกรม Minitab
4. การวิเคราะห์หาปัจจัยที่เกี่ยวข้องต่ออัตราการเจริญเติบโตของต้นไม้ โดยแบ่งการทดสอบตามสมบัติของกระถางต้นไม้ ดังนี้

4.1 สมบัติทางกายภาพ

อัตราการเจริญเติบโต ซึ่งสามารถแสดงขั้นตอนและวิธีการดำเนินงานไว้ตามภาพ 1



ภาพ 1 ขั้นตอนการทดลอง

เครื่องมือและวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบ

ผู้จัดทำโครงการเครื่องมือเพื่อการทดลองดังต่อไปนี้

1. เครื่องชั่งน้ำหนัก



ภาพ 2 เครื่องชั่งน้ำหนัก

จากภาพ 2 เป็นเครื่องชั่งน้ำหนักดิจิทัลนำมาใช้ในการหาน้ำหนักที่เหมาะสมสำหรับกระถางต้นไม้ที่ทำการขึ้นรูป ซึ่งผลจากการทดสอบกระถางต้นไม้จากปุ๋ยคอก ขุยมะพร้าว และโยมะพร้าว ต้องมีน้ำหนักประมาณ 700 กรัม จะทำให้มีคุณสมบัติแข็งแรงทนทาน และมีความยืดหยุ่นสูง รากของกิ่งชำสามารถชอนไชออกจากกระถางได้ดี

2. เครื่องวัดความชื้น (Moisture Balance)



ภาพ 3 เครื่องวัดความชื้น (Moisture Balance)

จากภาพ 3 เป็นเครื่องวัดความชื้น ใช้ในการวัดอัตราการคายน้ำของกระถาง เพื่อเพิ่มคุณสมบัติ

ในการอุ้มน้ำ และระบายความร้อนของกระถางตัวอย่าง
ที่ใช้ในการทดสอบ

ตัวอย่างทดสอบ



ภาพ 4 ปุ๋ยคอก ขุยมะพร้าว และใยมะพร้าว

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่าขุยมะพร้าวและใยมะพร้าวสามารถนำมาทำเป็นกระถางต้นไม้ได้ และช่วยอุ้มน้ำได้ดีกว่ากระถางพลาสติก ในการผสมปุ๋ยคอกลงในกระถางต้นไม้แบบการอัดขึ้นรูปด้วยขุยมะพร้าว

และใยมะพร้าว จะต้องมีความหนาไม่เกินร้อยละ 10 ของน้ำหนักของกระถางเนื่องจาก หากใส่มากเกินไปจะทำให้ดินเค็มต้นกล้าอาจตายได้

3 การออกแบบการทดลองโดยใช้โปรแกรม Minitab R.16

การออกแบบการทดลองในงานวิจัยครั้งนี้ได้ใช้โปรแกรม Minitab เป็นโปรแกรมวิเคราะห์เชิงสถิติ ซึ่งสามารถช่วยทำนายผลการทดลองได้ เพื่อใช้ในการวิเคราะห์ปัญหา ซึ่งงานวิจัยนี้ได้ใช้วิธีการออกแบบการทดลองแบบผสม (mixture design) ในการวิเคราะห์หาส่วนผสมระหว่างปุ๋ยคอก ขุยมะพร้าว และใยมะพร้าว ส่งผลต่ออัตราการเจริญเติบโตของต้นไม้ตามที่ได้ระบุไว้ตามข้อ 3.4 (จรัล ทรัพย์เสรี, 2555)

จากนั้นได้ทำการกำหนดอัตราส่วนผสมระหว่างปุ๋ยคอก ขุยมะพร้าว และใยมะพร้าว โดยการทดสอบครั้งนี้จะพิจารณาจากปัจจัยที่เกี่ยวข้องนั้นกับค่าอัตราการเจริญเติบโตของพืช หลังจากนั้นกำหนดอัตราส่วนผสมระหว่างปุ๋ยคอก ขุยมะพร้าว และใยมะพร้าว โดยกำหนดได้ดังนี้ 630:20:50 612.5:25:62.5 610:40:50 602.5:35:62.5 595:30:75 587.5:25:87.5 580:20:100 577.5:35:87.5 และ 560:40:100 กรัม ตามลำดับ (ขุยมะพร้าว:ใยมะพร้าว:ปุ๋ยคอก) ในการทดลองครั้งนี้จะได้ 9 สูตร ซึ่งทำการออกแบบในการทดสอบซ้ำ 3 ครั้ง ใน 1 สูตร ทำให้ได้จำนวนขึ้นทดสอบทั้งหมด 27 ขึ้นตามภาพ 5



ภาพ 5 กระถางทดสอบ

จากนั้นทำการทดลองจริงตามที่โปรแกรมได้ทำการออกแบบการทดลอง แล้วนำค่าที่ได้ทั้งหมดมาทำการวิเคราะห์ผล ตาราง 1

ตาราง 1

ตัวอย่างการวิเคราะห์ผล

StdOrder	RunOrder	PtType	Blocks	ขุยมะพร้าว (g.)	ใบมะพร้าว (g.)	ปุ๋ยคอก (g.)	% grown
3	1	1	1	630.0	20.0	50.0	57.4
8	2	-1	1	612.5	25.0	62.5	68.5
17	3	-1	1	612.5	25.0	62.5	70.6
24	4	-1	1	577.5	35.0	87.5	45.3
19	5	1	1	560.0	40.0	100.0	39.5
16	6	-1	1	587.5	25.0	87.5	43.3
2	7	1	1	580.0	20.0	100.0	34.6
1	8	1	1	560.0	40.0	100.0	34.2

4. การวิเคราะห์คุณสมบัติของตัวอย่างทดสอบ

ในการทดสอบครั้งนี้ได้แบ่งการทดสอบตามสมบัติของตัวอย่างทดสอบ มีขั้นตอนดังนี้

4.1 สมบัติทางกายภาพ

ค่าอัตราการเจริญเติบโตของพืช เป็นการทดสอบหาค่าอัตราการเจริญเติบโตของพืช โดยกำหนดอัตราส่วนผสมระหว่างปุ๋ยคอก ขุยมะพร้าว และใบมะพร้าวที่ได้จากการออกแบบด้วยโปรแกรมทางสถิติจะได้จำนวนกระถางทั้งหมด 27 ใบ จากนั้นนำต้นกล้าของต้นมะม่วงไปเพาะปลูกกับกระถางทดสอบ แล้วทำดูแลรักษาเป็นเวลา 2 เดือน เพื่อเปรียบเทียบกับ การปลูกเพาะชำในกระถางต้นไม้แบบไม่เติมปุ๋ยคอก หลังจากนั้นใช้ไม้บรรทัดวัดทำการวัดความสูงของ ต้นมะม่วงแล้วจดบันทึก (เนตรชนก เวียนเสี้ยว, 2556)

ผลการวิจัย

1. การวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพ

1.1 สมบัติทางกายภาพ

1.) ค่าอัตราการเจริญเติบโตของพืช

ผลการทดสอบหาค่าอัตราการเจริญเติบโตของต้นมะม่วงที่ใช้กระถางต้นไม้จากตามอัตรา

ส่วนผสมได้ที่กำหนดไว้ พบว่าอัตราส่วนที่ 602.5:35:62.5 กรัม (ขุยมะพร้าว:ใบมะพร้าว:ปุ๋ยคอก) มีอัตราการเจริญเติบโตสูงสุดคิดเป็นร้อยละ 75.6 และอัตราการเจริญเติบโตต่ำสุดคิดเป็นร้อยละ 36.3 ของอัตราการเจริญเติบโต อยู่อัตราส่วนผสมที่ 560:40:100 กรัม (ขุยมะพร้าว:ใบมะพร้าว:ปุ๋ยคอก) ซึ่งสามารถสรุปผลได้ตามตาราง 2

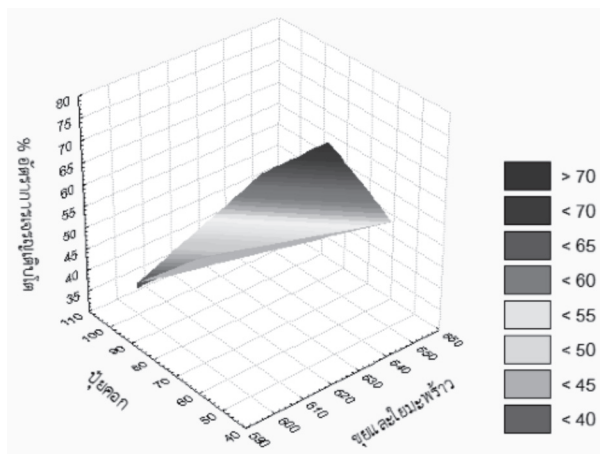
ตาราง 2

ผลการวิเคราะห์ค่าอัตราการเจริญเติบโตของต้นมะม่วง ที่ใช้กระถางต้นไม้จากปุ๋ยคอก ขุยมะพร้าว และใบมะพร้าว

ขุยมะพร้าว (กรัม)	ใบมะพร้าว (กรัม)	ปุ๋ยคอก (กรัม)	% อัตราการเจริญเติบโต
630.0	20.0	50.0	54.0
612.5	25.0	62.5	69.5
610.0	40.0	50.0	56.2
602.5	35.0	62.5	75.6
595.0	30.0	75.0	64.7
587.5	25.0	87.5	44.4
580.0	20.0	100.0	37.5
577.5	35.0	87.5	44.3
560.0	40.0	100.0	36.3

2. การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของปัจจัย

จากนั้นทำการพิจารณาจากภาพ 6 เป็นกราฟที่แสดงพื้นที่ความสัมพันธ์ระหว่างปุ๋ยคอก และขุยมะพร้าว มีผลต่ออัตราการเจริญเติบโตของต้นมะม่วงที่ใช้ในการทดสอบ



ภาพ 6 พื้นที่ความสัมพันธ์ระหว่างปุ๋ยคอกกับขุยมะพร้าว มีผลต่ออัตราการเจริญเติบโตของต้นกล้า

จากภาพ 6 แสดงให้เห็นว่าอัตราส่วนผสมระหว่างปุ๋ยคอกกับขุยมะพร้าวส่งผลโดยตรงต่อค่าอัตราการเจริญเติบโตของต้นมะม่วง

ตาราง 4

การวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance for % grown, (Component proportions))

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
Regression	4	3865.35	3865.35	966.34	21.73	0.000
Linear	2	2512.45	1456.05	728.02	16.37	0.000
Quadratic	2	1352.90	1352.90	676.45	15.21	0.000
ขุยมะพร้าว*ปุ๋ยคอก	1	154.50	292.29	292.29	6.57	0.018
ขุยมะพร้าว*ปุ๋ยคอก	1	1198.41	1198.41	1198.41	26.94	0.000
Residual Error	22	978.55	978.55	44.48		
Lack-of-Fit	4	916.77	916.77	229.19	66.78	0.000
Pure Error	18	61.78	61.78	3.43		
Total	26	4843.90				

จากการศึกษาเอกสารวิชาการและวิทยานิพนธ์ที่เกี่ยวข้องกัน พบว่า การออกแบบการทดลองที่ดีควรมีค่าความแปรปรวน (R^2) > 70% และค่าการตรวจสอบ

จากนั้นได้ทำการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอย (estimated regression coefficients) พร้อมทั้งทำการวิเคราะห์ความแปรปรวน (analysis of variance) ของค่าอัตราการเจริญเติบโตของต้นมะม่วงดังที่ได้แสดงตามตาราง 3 และตาราง 4 ตามลำดับ

ตาราง 3

การวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอย (Estimated Regression Coefficients for % grown, (Component proportions))

Term	Coef	SE Coef	T	P	VIF
ขุยมะพร้าว	-67	32.49	*	*	463.5
ปุ๋ยคอก	12584	4497.61	*	*	23945.5
ขุยมะพร้าว*	-12741	2452.86	*	*	44513.0
ขุยมะพร้าว*	-13508	5269.38	-2.56	0.018	23496.9
ปุ๋ยคอก	15794	3042.88	5.19	0.000	48100.6

S = 6.66931 PRESS = 1380.91

R-Sq = 79.80% R-Sq (pred) = R-Sq (adj) = 76.13%
71.49%

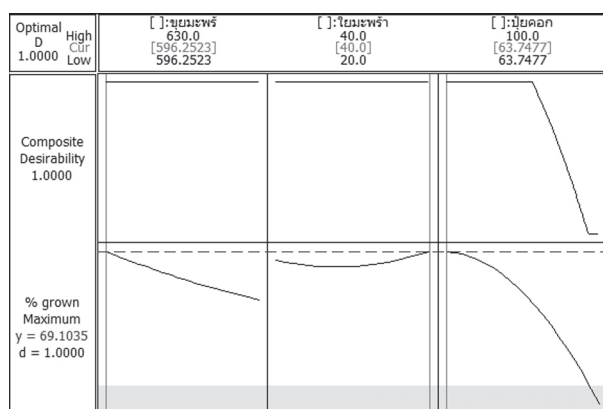
Lack of Fit ค่า P- Value (ความน่าจะเป็น) 0.05 (α) แสดงว่าแบบจำลองนี้มีความเพียงพอในการฟิตข้อมูลและถือว่าเป็นข้อมูลที่ดี สามารถนำไปสร้างสมการ

ทำนายเพื่อหาค่าผลตอบแทนที่ดีที่สุด (สุรพงศ์ บางพาน, 2547) และ (Haaland, 1989)

ผลการวิเคราะห์งานวิจัยนี้พบว่าอัตราส่วนผสมระหว่างปุ๋ยคอก ขุยมะพร้าว และเเยมะพร้าวที่ส่งผลต่อมีค่าอัตราการเจริญเติบโตของต้นมะม่วง โดยที่ค่า $R^2 = 79.80\%$ และค่า $R^2 (adj) = 76.13\%$ ตามลำดับ มีค่าสูงกว่า 70% และค่า P- Value ของปัจจัยในการทดสอบ มีค่าต่ำกว่า 0.05 แสดงว่าการออกแบบการทดลองครั้งนี้เป็นแบบจำลองที่ดี ซึ่งสามารถทำนายและหาคำตอบที่ดีที่สุดได้ ซึ่งสามารถทำนาย และหาคำตอบที่ดีที่สุดได้โดยมีสมการดังนี้

$$Y = -0.0962922 (\text{ขุยมะพร้าว}) + 17.9775 (\text{เเยมะพร้าว}) - 18.2014 (\text{ปุ๋ยคอก}) - 0.0275669 (\text{ขุยมะพร้าว} * \text{เเยมะพร้าว}) + 0.0322336 (\text{ขุยมะพร้าว} * \text{ปุ๋ยคอก})$$

จากนั้นทำการทดสอบหาค่าที่ดีที่สุด (Response Optimization) ของอัตราส่วนผสมระหว่างปุ๋ยคอก ขุยมะพร้าว และเเยมะพร้าว ที่ส่งผลต่อมีค่าอัตราการเจริญเติบโตของต้นมะม่วง โดยได้กำหนดความต้องการให้ได้คุณสมบัติทางกายภาพ คือ ค่าอัตราการเจริญเติบโตของต้นมะม่วงมีค่ามากที่สุด (Maximum) ผลที่ได้จากทดลองเป็นไปตามภาพ 7



ภาพ 7 การวิเคราะห์หาคุณสมบัติที่สูงที่สุด (Maximum)

จากภาพ 7 เป็นการวิเคราะห์หาค่าที่ดีที่สุด (response optimization) ของอัตราส่วนผสมระหว่างปุ๋ยคอก ขุยมะพร้าว และเเยมะพร้าว ที่ส่งผลต่อมีค่าอัตราการเจริญเติบโตของต้นมะม่วง โดยมีค่าที่สูง

(Maximum) จะได้อัตราส่วนผสมเท่ากับ ปุ๋ยคอก 63.74 กรัม คิดเป็นร้อยละ 9.11 ส่วนขุยมะพร้าว 596.25 กรัม คิดเป็นร้อยละ 85.18 และเเยมะพร้าว 40 กรัม คิดเป็นร้อยละ 5.71 ซึ่งมีค่าอัตราการเจริญเติบโตของต้นมะม่วง อยู่ที่ร้อยละ 70

การอภิปรายผล

พลาสติก เป็นวัสดุที่ได้รับความนิยมใช้กันมากในปัจจุบัน เนื่องจากมีราคาถูก และสามารถแปรรูปใช้งานได้หลายรูปแบบ แต่มีข้อเสียคือ ต้องใช้เวลาหลายสิบปีกว่าพลาสติกเหล่านี้จะย่อยสลาย การนำกลับมาใช้ใหม่ก็มีขั้นตอนที่ยุ่งยากพร้อมทั้งมีต้นทุนสูงมาก และเป็นสาเหตุหนึ่งของการทำให้เกิดภาวะโลกร้อน ในขณะนี้ ไม่เว้นแม้แต่การใช้งานในด้านเกษตรกรรม ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้ทำการศึกษาวัสดุจากธรรมชาติ ทางเลือกใช้ทดแทน เนื่องจากประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรม จึงมีวัสดุเหล่านี้อยู่จำนวนมากนำมาใช้ในการปรับปรุงและพัฒนาได้

งานวิจัยชิ้นนี้ได้ใช้ปุ๋ยคอก ขุยมะพร้าว และเเยมะพร้าว ซึ่งเป็นเศษวัสดุที่เหลือจากกระบวนการผลิต นำมาผสมกันใช้ทำเป็นกระถางต้นไม้ ซึ่งคำนึงถึงปัจจัยผลรับที่ได้จากการทดสอบ คืออัตราการเจริญเติบโตของต้นมะม่วง ถือว่าเป็นการปรับปรุงและพัฒนาคุณสมบัติของกระถางต้นไม้ให้มีความเหมาะสมกับการใช้งาน โดยได้ใช้โปรแกรม Minitab ในการวิเคราะห์ข้อมูล ซึ่งมีผลการวิเคราะห์ดังนี้

1. อัตราส่วนผสมระหว่างปุ๋ยคอก ขุยมะพร้าว และเเยมะพร้าว ที่ส่งผลต่อมีค่าอัตราการเจริญเติบโตของต้นมะม่วง โดยที่ค่า $R^2 = 79.80\%$ และค่า $R^2 (adj) = 76.13\%$ มีค่าสูงกว่า 70% และค่า P- Value ของปัจจัย มีค่าต่ำกว่า 0.05 แสดงว่าการออกแบบการทดลองครั้งนี้เป็นแบบจำลองที่ดี ซึ่งสามารถทำนายและหาคำตอบที่ดีที่สุดได้

2. สามารถทำนายอัตราส่วนผสมระหว่างปุ๋ยคอก ขุยมะพร้าว และเเยมะพร้าว ที่ส่งผลต่อมีค่าอัตราการเจริญเติบโตของต้นมะม่วงได้

เอกสารอ้างอิง

- กรมควบคุมมลพิษ.(2556). *โครงการจัดทำฐานข้อมูลการลดและใช้ประโยชน์ขยะมูลฝอยชุมชนของเทศบาล*.
ค้นจาก: http://www.pcd.go.th/about/ab_operation.html.
- จรัล ทรัพย์เสรี. (2555). *โปรแกรม Minitab R14. คู่มือโปรแกรม Minitab R.14*. ค้นจาก: <http://www.training/minitab14.html>.
- เนตรชนก เวียนเสี้ยว. (2556). ผลของการขาดน้ำต่อการเติบโตของต้นกล้าถั่วดำ ถั่วเขียว และถั่วแดงหลวง. *วารสารวิทยาศาสตร์ มข. ปีที่41 ฉบับที่ 1* หน้าที่ 149-157
- ปทุมทิพย์ ตันทับทิมทอง.(2547). การปรับปรุงคุณภาพของแป้งมันสำปะหลังโดยการตัดแปรงด้วยสารโซเดียมไธโอไฟฟอสเฟต, *การประชุมสัมมนาทางวิชาการ สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล ครั้งที่ 20, 11-13 กุมภาพันธ์ 2547, โรงแรมอมรินทร์ ลาภูน, อำเภอเมือง, จังหวัดพิษณุโลก*.
- วุฒิชัย เกื้อเล็ก. (2553). *ผลิตภัณฑ์กระถางต้นไม้จากวัสดุธรรมชาติ*, วิทยาลัยการอาชีพบางแก้ว
- ศูนย์ส่งเสริมและพัฒนาอาชีพการเกษตร จังหวัดนครราชสีมา (พืชสวน).(2553). *ข่าวประชาสัมพันธ์ ศูนย์ส่งเสริมและพัฒนาอาชีพการเกษตร จังหวัดนครราชสีมา*. ค้นจาก <http://www.aopdh06.doae.go.th/news/new.html>. 25
- สุจิน สุณี. (2551). กระถางจากขุยมะพร้าว. *หนังสือพิมพ์ไทยรัฐ วันศุกร์ที่ 18 เมษายน 2551 ปีที่ 59 ฉบับที่ 18350*.
- สุรพงศ์ บางพาน. (2547). *การปรับปรุงประสิทธิภาพเครื่องสีข้าวกล้องโดยใช้เทคนิคการออกแบบการทดลอง*. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- Haaland, P. D. (1989). Experimental design. *Experimental design in biotechnology*. 105(15), 259.
- Suwannarangsee, S. Bunterngsook, B. & Arnthong, J. (2012). Optimisation of synergistic biomass-degrading enzyme systems for efficient rice straw hydrolysis using an experimental mixture design. *Bioresource Technology Volume 119*, September 2012, 252–261.



ระบบตรวจจับและแจ้งเหตุผิดปกติอุณหภูมิของเครื่องแม่ข่าย ผ่านทางโทรศัพท์เคลื่อนที่

Server Temperature Detection and Abnormal-Alarm Informing System Via Mobile



สาริต พวงนิล

บทคัดย่อ

บทความนี้ศึกษาและพัฒนาระบบตรวจจับและแจ้งเหตุผิดปกติอุณหภูมิของเครื่องแม่ข่ายผ่านทางโทรศัพท์เคลื่อนที่ ผู้วิจัยศึกษาการทำงานของอุปกรณ์ไมโครคอนโทรลเลอร์และนำมาประยุกต์ใช้งานเป็นระบบตรวจจับและแจ้งเหตุผิดปกติอุณหภูมิของเครื่องแม่ข่ายผ่านทางโทรศัพท์เคลื่อนที่ โดยระบบที่พัฒนาสามารถตรวจจับค่าอุณหภูมิสูงเกินกว่าค่าที่กำหนดแล้วรายงานไปยังผู้ดูแลระบบโดยผ่านทางโทรศัพท์เคลื่อนที่โดยอัตโนมัติ ผลจากการทดสอบ พบว่า ระบบที่พัฒนาสามารถทำงานได้ตามวัตถุประสงค์กล่าวคือ ระบบสามารถแจ้งเหตุผิดปกติอุณหภูมิของห้องแม่ข่ายไปยังผู้ดูแลระบบได้ทันที จึงทำให้เครื่องแม่ข่ายไม่เกิดความเสียหาย และยังสามารถใช้เป็นต้นแบบในการพัฒนาระบบต่อไปในอนาคต อย่างไรก็ตามการศึกษายังคงมีข้อจำกัด เช่น ยังไม่สามารถรายงานเหตุผิดปกติแยกเป็นพื้นที่ได้ และยังไม่สามารถใส่หมายเลขโทรศัพท์ได้มากกว่า 1 หมายเลขได้

คำสำคัญ: อุณหภูมิ, เครื่องแม่ข่าย, โทรศัพท์เคลื่อนที่

Abstract

This paper reports the study and development of the system detecting and notifying unusual the temperature of server via mobile phone. The researcher studies the behavior of a microcontroller and applied as the system detects and notify unusual temperature of the server via mobile phone. The developed system can detect the temperature exceeds a certain value and reported to the administrator via the mobile phone automatically. The results of the tests showed that the developed system is able to work according to the purposes which system can notify unusual temperature of the room to the server administrator immediately. This study can save the life span of the server and can also be used as a model for development in the future. However this study contains limitations it can't separately report enter more than one phone number areas and can't the problem in different.

Keyword: Server, temperator, mobile phone

ความนำ

ในปัจจุบันองค์กรที่มีการดำเนินงานธุรกิจต่าง ๆ ได้มีการนำเทคโนโลยีสารสนเทศมาบริหารจัดการภายในองค์กร เพื่อให้การดำเนินงานธุรกิจนั้นใช้ทรัพยากรได้อย่างมีประสิทธิภาพมากที่สุด องค์กรจึงต้องมีการลงทุนด้านเครือข่ายคอมพิวเตอร์ เครือข่าย (client) ตลอดจนถึงเครือข่าย (server) เพื่อสนับสนุนการใช้ระบบสารสนเทศที่นำเข้ามาใช้ในองค์กร โดยปกติแล้วเครือข่ายจะมีบทบาทสำคัญที่เกี่ยวข้องกับระบบสารสนเทศ อาทิเช่น ทำหน้าที่ดูแลระบบฐานข้อมูล (database server) ระบบเครือข่าย (network system) และระบบการแชร์แฟ้มข้อมูล (file sharing) เป็นต้น

เพื่อให้ระบบสารสนเทศขององค์กร สามารถใช้งานได้อย่างต่อเนื่อง เครือข่าย ซึ่งเป็นหัวใจหลักในระบบสารสนเทศ จะต้องมีการดูแลรักษา ซ่อมบำรุง อุปกรณ์ให้สามารถใช้งานได้อย่างต่อเนื่องและตลอดเวลา เพื่อไม่ให้ธุรกิจหยุดชะงัก ซึ่งสาเหตุของสิ่งที่จะทำให้เครือข่ายไม่สามารถทำงานได้อย่างเต็มประสิทธิภาพก็คือความร้อน ซึ่งมาจากการทำงานของอุปกรณ์ตลอดเวลา จึงต้องมีการติดตั้งเครื่องปรับอากาศให้กับห้องเครือข่าย และต้องควบคุมอุณหภูมิในห้องเครือข่ายต่ำกว่าอุณหภูมิห้องปกติ ถ้าเครื่องปรับอากาศตัวใดตัวหนึ่งหยุดการทำงานจนทำให้อุณหภูมิห้องเครือข่ายสูง อาจจะทำให้เครื่องแม่ข่ายตกอยู่ในความเสี่ยง อันจะทำให้เครื่องแม่ข่ายหรืออุปกรณ์ชิ้นใดชิ้นหนึ่งเกิดการชำรุด ส่งผลให้เครื่องแม่ข่ายทำงานได้ไม่เต็มประสิทธิภาพ อาจส่งผลกระทบต่อธุรกิจขององค์กรได้ ดังนั้นงานวิจัยนี้ได้ให้ความสำคัญกับการควบคุมอุณหภูมิในห้องเครือข่าย โดยระบบจะรายงานอุณหภูมิภายในห้องเครือข่ายให้กับผู้ดูแลหรือผู้เกี่ยวข้องทราบถึงอุณหภูมิ ณ ปัจจุบัน โดยมีการแจ้งเตือนผ่านโทรศัพท์มือถือของผู้ดูแลระบบ เพื่อแจ้งให้ผู้ดูแลทราบว่าอุณหภูมิสูงกว่าที่กำหนดไว้จะได้ทำการแก้ไข หรือเข้ามาตรวจสอบความผิดปกติได้ทันทีทันที เพื่อให้เครือข่ายทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพต่อไป

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อประยุกต์ใช้เครื่องวัดอุณหภูมิสำหรับการตรวจสอบเหตุผิดปกติในกรณีที่เครื่องปรับอากาศในห้องเครื่องแม่ข่ายทำงานผิดปกติ หรือหยุดการทำงาน
2. เพื่อพัฒนาระบบที่สามารถแจ้งเตือนให้ผู้ดูแลระบบได้รับทราบอย่างทันทีทันใดในกรณีที่อุณหภูมิห้องเครื่องแม่ข่ายสูงผิดปกติจากขอบเขตที่กำหนดไว้
3. เพื่อให้ระบบที่พัฒนาสามารถแจ้งรายงานค่าอุณหภูมิในห้องเครื่องแม่ข่ายผ่านทางโทรศัพท์เคลื่อนที่ เพื่อให้ผู้ดูแลทราบ และหากพบความผิดปกติหรือปัญหา ก็จะได้แก้ไขได้ทันทีทันใด

แนวทางในการพัฒนาระบบ

ในการพัฒนาระบบตรวจจับและแจ้งเหตุผิดปกติ อุณหภูมิของเครื่องแม่ข่ายผ่านทางโทรศัพท์เคลื่อนที่ ผู้วิจัยมีการดำเนินการดังนี้ อุปกรณ์หลักที่ใช้ มี 3 ตัว คือ ไมโครคอนโทรลเลอร์

ปัจจุบันเทคโนโลยีไมโครคอนโทรลเลอร์ ได้มีการพัฒนาให้มีความสามารถในการประมวลผลข้อมูลได้รวดเร็วและมีราคาไม่แพง ง่ายต่อการศึกษาและออกแบบ สามารถเขียนโปรแกรมชุดคำสั่งได้หลายภาษา ตลอดจนมีโปรแกรมช่วยสนับสนุนจำนวนมากเพื่อช่วยในการออกแบบพัฒนาระบบ จึงทำให้ไมโครคอนโทรลเลอร์มีการนำมาใช้งานอย่างแพร่หลายในวงจรอิเล็กทรอนิกส์ต่าง ๆ ไมโครคอนโทรลเลอร์ (Microcontroller) คือชิปอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ประมวลผลอย่างหนึ่ง ทำหน้าที่ประมวลผลตามโปรแกรมหรือชุดคำสั่ง โครงสร้างภายในเป็นวงจรรวมขนาดใหญ่ประกอบไปด้วย หน่วยคำนวณทางคณิตศาสตร์และลอจิก บัสต่าง ๆ พอร์ต รีจิสเตอร์ หน่วยความจำ วงจรนับและวงจรจับเวลา รวมกันอยู่ในชิป ไมโครคอนโทรลเลอร์ถูกออกแบบมาเพื่อใช้ในงานควบคุมสามารถติดต่อกับอุปกรณ์อินพุตและเอาต์พุตได้สะดวกใช้งานง่าย สามารถทำงานได้โดยใช้ชิปเดียว สามารถเข้าถึงข้อมูลระดับบิตได้ โปรแกรมควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์ มีภาษาที่ใช้ระดับสูง

หลายภาษา ทำให้ง่ายต่อการศึกษารียนรู้รูปแบบวงจรพัฒนาระบบ

โครงสร้างเบื้องต้นของไมโครคอนโทรลเลอร์มีส่วนประกอบหลักต่าง ๆ ดังนี้

1. หน่วยประมวลผลกลางหรือซีพียู (CPU--Central Processing Unit) ทำหน้าที่ประมวลผลข้อมูลตามคำสั่งโปรแกรม ส่วนรีจิสเตอร์จะเก็บข้อมูลและกำหนดการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์การทำงานของซีพียูมี 2 จังหวะคือ เฟตช์ (fetch) และ เอ็กซีคิวต์ (executed) เริ่มจากการเฟตช์ คือการอ่านคำสั่งแล้วทำการถอดรหัสคำสั่งเป็นภาษาเครื่อง จากนั้นจังหวะเอ็กซีคิวต์ กระทำตามคำสั่งโปรแกรมจนเสร็จ

2. หน่วยความจำโปรแกรม (Program Memory) ทำหน้าที่เก็บโปรแกรมเพื่อส่งให้กับซีพียู ทำการประมวลผล ที่นิยมจะมี 3 แบบคือ

2.1 แบบอีพรอม (EPROM--Erasable Programmable Read Only Memory) มีแบบโปรแกรมได้ครั้งเดียว และแบบโปรแกรมได้หลายครั้ง การลบต้องใช้แสงอุลตราไวโอเล็ต ถ้าแบบโปรแกรมได้ครั้งเดียวจะไม่สามารถลบและโปรแกรมใหม่ได้

2.2 แบบอีอีพรอม (EEPROM--Electrically Erasable Programmable Read Only Memory) เป็นหน่วยความจำที่ลบและเขียนใหม่ได้ด้วยไฟฟ้า

2.3 แบบแฟลช (flash) หน่วยความจำชนิดนี้สามารถลบและเขียนใหม่ได้ด้วยสัญญาณไฟฟ้าเป็นที่นิยมมากเพราะราคาไม่แพง

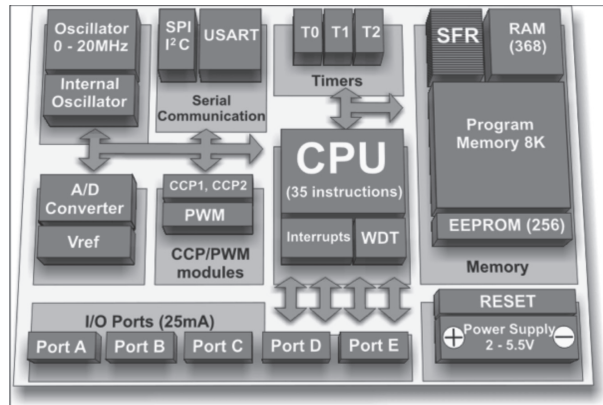
3. หน่วยความจำข้อมูลแรม (data memory) ทำหน้าที่เก็บข้อมูลจากการประมวลผลของซีพียู

4. หน่วยความจำข้อมูล EEPROM เป็นหน่วยความจำที่มีในไมโครคอนโทรลเลอร์บางรุ่นทำหน้าที่เก็บข้อมูลไว้แม้ไม่มีไฟเลี้ยง การอ่านและเขียนจะใช้สัญญาณไฟฟ้า

5. รีจิสเตอร์พอร์ต (register space) เป็นหน่วยความจำพิเศษสามารถอ่านเขียนได้ตลอดเวลาทำหน้าที่เก็บข้อมูลในการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์แสดงสถานะของการทำงาน กำหนดการทำงานไมโคร-

คอนโทรลเลอร์ เป็นขาพอร์ตติดต่อสื่อสารข้อมูลที่ได้รับเข้ามาทางขาอินพุตและส่งข้อมูลออกทางเอาต์พุตไปยังอุปกรณ์ภายนอก

6. วงจรสัญญาณนาฬิกา ทำหน้าที่ควบคุมจังหวะการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์



ภาพ 1 แสดงโครงสร้างเบื้องต้นของไมโครคอนโทรลเลอร์ที่มา จาก บอร์ด ET-BASE GSM SIM900, โดย อีทีที, 2557, ค้นจาก <http://www.ett.co.th/prod2013/et-base%20gsm%20sim900/et-base%20gsm%20sim900.html>

ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยเลือกไมโครคอนโทรลเลอร์ รุ่น PIC16F877 เป็นรุ่นที่หาง่ายในท้องตลาด ราคาไม่แพง รองรับการเขียนโปรแกรมได้หลากหลายภาษา ภาษาแอสเซมบลี MPLAB, ภาษาซี (CCS, Hitech, C30, MicroC), ภาษาเบสิก (PICBASIC PRO, MicroBasic) มีคุณสมบัติดังนี้

- ซีพียูแบบ RISC มีคำสั่งใช้งานเพียง 35 คำสั่ง
- ใน 1 คำสั่งใช้สัญญาณนาฬิกาเพียง 1 ลูกหรือ 2 ลูก
- ความถี่ของสัญญาณนาฬิกา ตั้งแต่ไฟตรงถึง 20 MHz
- ขนาดหน่วยความจำโปรแกรมแบบแฟลช มีขนาด 8 กิโลเวิร์ด (1 เวิร์ด = 14 บิต)
- หน่วยความจำข้อมูลแรม ขนาด 368 ไบต์
- มีหน่วยความจำข้อมูลอีพรอม ขนาด 128 ไบต์

- ตอบสนองการอินเทอร์รัปต์ได้ 14 แหล่ง
- มีสแต็ก 8 ระดับ
- มีวงจรเพาเวอร์ออนรีเซต (POR: Power On Reset), เพาเวอร์อัปไทมเมอร์ (PWRT: Power Up Timer), และออสซิลเลเตอร์สตาร์ทอัปไทมเมอร์ (OST: Oscillator Start Up)
- มีวอตช์ด็อกไทมเมอร์ (Watchdog Timer)
- มีระบบป้องกันการคัดลอก มีโหมดประหยัดพลังงาน (Sleep Mode)
- เลือกสัญญาณนาฬิกาได้ 6 โหมดหลักคือ EC, ER, INTRC, LP, XT, HS
- สามารถโปรแกรมด้วยไฟ +5V ได้
- สามารถโปรแกรมในวงจรได้ (In Circuit Serial Programming)
- ทำงานที่ไฟเลี้ยง +3V ถึง + 5.5V
- กระแสซิงค์และซอร์สของพอร์ต 25 mA.
- มีไทมเมอร์ 3 ตัว (ไทมเมอร์ 0, 8 บิต, ไทมเมอร์ 1, 16 บิตและไทมเมอร์ 2, 8 บิต)
- มีโมดูล CCP (Capture/Comparator/PWM: Pulse Width Modulation) 2 ชุด
- มีวงจรแปลงสัญญาณอะนาลอกเป็นดิจิตอล (A/D Converter) ขนาด 10 บิต
- มีโมดูลสร้างแรงดันอ้างอิง
- มีโมดูลสื่อสารข้อมูลอนุกรม USART แบบ RS-232
- มีวงจรตรวจจับระดับแรงดันไฟเลี้ยง (Brown Out Reset)
- มี I/O พอร์ตจ านวน 5 พอร์ต

เทอร์มิสเตอร์

เป็นตัววัดอุณหภูมิแบบสารกึ่งตัวนำที่ใช้หลักการการเปลี่ยนแปลงความต้านทานเมื่ออุณหภูมิเปลี่ยนไป แต่จะมีทั้งการเปลี่ยนแบบสัมพัทธ์ตรง และผกผัน

โครงสร้างของเทอร์มิสเตอร์

1. เทอร์มิสเตอร์ที่มีสัมประสิทธิ์ความต้านทานต่ออุณหภูมิเป็นลบ (Negative Temperature Coefficient --NTC) เป็นเทอร์มิสเตอร์ที่ความต้านทานลดลงเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น แต่มีการเปลี่ยนแปลงความต้านทานสูงมากเมื่อเทียบกับ RTD ตัวอย่างเช่น ที่อุณหภูมิ 0°C NTC มีความต้านทาน 10kΩ แต่ที่อุณหภูมิ 100 °C NTC จะมีความต้านทานลดลงเหลือเพียง 200Ω เท่านั้น ด้วยความไวต่อการเปลี่ยนแปลงมาก เทอร์มิสเตอร์แบบนี้จึงเหมาะกับงานที่ต้องการวัดความแตกต่างของอุณหภูมิที่ชัดเจน แต่เทอร์มิสเตอร์มีคุณสมบัติไม่เป็นเชิงเส้น ดังนั้นช่วงอุณหภูมิที่ใช้งานจึงจำกัดอยู่ในช่วงแคบๆ เป็นช่วงๆ ไปเช่น ช่วง 50-150 °C หรือ 150-250 °C เป็นต้น

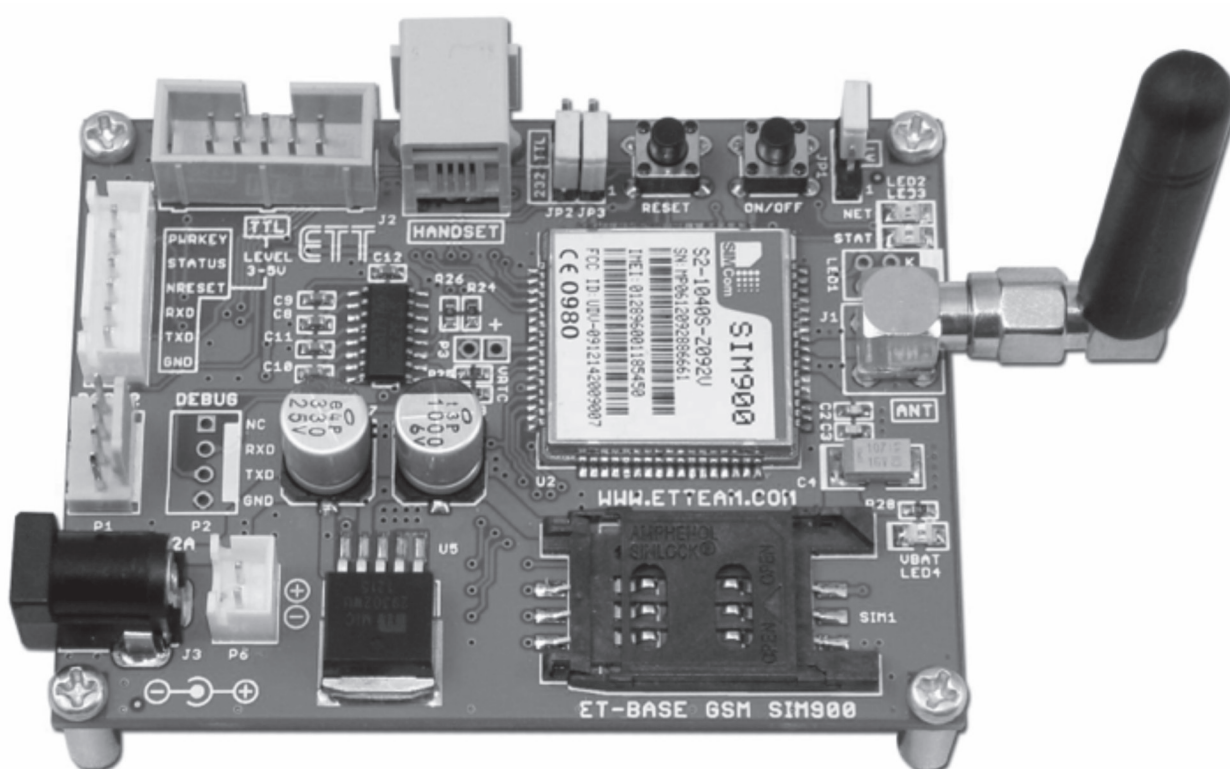
2. เทอร์มิสเตอร์ที่มีสัมประสิทธิ์ความต้านทานต่ออุณหภูมิเป็นบวก (Positive Temperature Coefficient, PTC) เป็นเทอร์มิสเตอร์ที่ความต้านทานเพิ่มขึ้นเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น โดยค่าความต้านทานของ PTC จะมีค่าต่ำที่อุณหภูมิต่ำ แต่จะเปลี่ยนเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วมากเมื่ออุณหภูมิถึงจุดๆ หนึ่ง PTC บางชนิดมีการเติมสารเจือปนลงไปเพื่อให้มีความเป็นเชิงเส้น และการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิแบบเรียบขึ้นได้ PTC ส่วนมากจะนำไปตัดต่อวงจรให้กับอุปกรณ์ไฟฟ้าด้วยหลักการที่ขณะที่กระแสปกติอุณหภูมิที่ PTC จะต่ำ แต่เมื่อกระแสสูงเกินกำหนดความต้านของ PTC จะสูงมากจนเปรียบเสมือนการตัดวงจรออกไป เมื่อ PTC จะเย็นลงและความต้านทานก็จะลดลงทำให้วงจรกลับมาต่ออีกครั้ง

บอร์ด ET-BASE GSM SIM900

เป็นชุดเรียนรู้และพัฒนากระบวนการสื่อสารไร้สายโดยใช้โมดูล GSM/GPRS รุ่น SIM900 ของบริษัท SIMCom เป็นอุปกรณ์หลัก ซึ่ง SIM900 เป็นโมดูลสื่อสารระบบ GSM/GPRS ขนาดเล็ก รองรับการสื่อสาร GSM ความถี่ 800/900/1800/1900MHz โดยส่งงานผ่านพอร์ตอนุกรม RS232 ด้วยชุดคำสั่ง AT Command สามารถประยุกต์ใช้งานมากมายหลายรูปแบบ ไม่ว่าจะเป็นการรับส่งสัญญาณแบบ Voice, SMS, Data,

FAX และ Firmware ปัจจุบันไว้ภายในตัวเป็นทีเรียบร้อยแล้วก็ยังไม่สามารถนำไปใช้งานได้โดยตรงทันที เนื่องจากในการใช้งานจริงๆ นั้น ผู้ใช้งานเองจำเป็นต้องออกแบบวงจรรอบนอกที่จำเป็นมาเชื่อมต่อกับขาสัญญาณของตัวโมดูลอีกในบางส่วนไม่ว่าจะเป็น วงจรภาค Power Supply, วงจรเชื่อมต่อกับ SIM Card รวมไปถึงวงจร Line Driver ของ RS232 เป็นต้น ดังนั้น ทีมงาน อีทีที จึงได้จัดสร้างบอร์ดสำหรับเป็นตัวกลางในการเชื่อมต่อระหว่างโมดูล SIM900 กับอุปกรณ์ภายนอกเพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถนำโมดูล GSM ของ

SIM900 ไปทำการทดลองและศึกษาเรียนรู้การสั่งงานต่างๆ ได้โดยสะดวก ก่อนที่จะนำเอาโมดูลตัวนี้ไปออกแบบดัดแปลงและประยุกต์ใช้งานในด้านต่างๆ ได้ต่อไปในอนาคต ซึ่งถึงแม้ว่าวงจรการเชื่อมต่อทั้งหมดที่ทางอีทีที ได้จัดทำขึ้นมาจะยังไม่สามารถรองรับการใช้งานทรัพยากรต่างๆ ที่มีอยู่ภายในโมดูลได้ครบถ้วนทั้งหมดก็ตามที แต่ในส่วนของการใช้งานโมดูลในส่วนที่เป็นความสามารถหลักๆ ที่จำเป็นนั้น มีไว้รองรับอย่างครบถ้วนเพียงพอแล้ว



ภาพ 2 ตัวอย่างบอร์ด ET-BASE GSM SIM900

ที่มา. จาก บอร์ด ET-BASE GSM SIM900, โดย อีทีที, 2557, ค้นจาก <http://www.ett.co.th/prod2013/et-base%20gsm%20sim900/et-base%20gsm%20sim900.html>

วิธีดำเนินการวิจัย

1. ศึกษา/ค้นคว้างานที่เกี่ยวข้อง ศึกษาโปรแกรม Visual Studio 2008
2. วิเคราะห์และออกแบบการทำงานของระบบ ติดตั้ง Visual Studio 2008
3. พัฒนาระบบ เป็นการวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้น

ในการพัฒนาระบบและหาวิธีแก้ไขพร้อมแผนการทดสอบระบบ

4. ทดสอบระบบเป็นการทดสอบระบบที่พัฒนาเพื่อดูว่าการทำงานเป็นไปตามข้อกำหนดต่างๆ ที่ได้ออกแบบไว้ พร้อมทั้งหาข้อบกพร่องของระบบและทำการแก้ไข

5. จัดทำคู่มือและเอกสารจัดทำคู่มือและเอกสารประกอบการใช้งานระบบตรวจจับและแจ้งเหตุผิดปกติของอุณหภูมิทางโทรศัพท์เคลื่อนที่

ผลการวิจัย

การพัฒนาระบบตรวจจับและแจ้งเหตุผิดปกติอุณหภูมิของเครื่องแม่ข่ายผ่านทางโทรศัพท์เคลื่อนที่โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ผลจากการดำเนินงานและทดสอบการใช้งานเป็นไปตามวัตถุประสงค์ของการศึกษาและเป็นไปตามขอบเขตการทำงานดังนี้

1. สามารถนำตัววัดอุณหภูมิมาประยุกต์ใช้ในการตรวจจับอุณหภูมิที่ผิดปกติอันเนื่องมาจากการทำงานของเครื่องปรับอากาศในห้องแม่ข่าย

2. สามารถพัฒนาระบบที่สามารถตรวจจับและแจ้งเตือนความผิดปกติของอุณหภูมิภายในห้องแม่ข่ายได้ทันที โดยแจ้งผ่านทางโทรศัพท์เคลื่อนที่เพื่อให้ผู้ดูแลระบบทราบความผิดปกติของห้องแม่ข่ายและทำการแก้ไขความผิดปกติได้ทันเวลาที่

3. เมื่ออุณหภูมิแวดล้อมภายในห้องแม่ข่ายสูงกว่าปกติ ระบบจะแจ้งเตือนความผิดปกติไปยังผู้ดูแลระบบทราบ โดยการโทรศัพท์ไปยังโทรศัพท์เคลื่อนที่ของผู้ดูแลระบบซึ่งได้มีการกำหนดไว้ในระบบ และแจ้งข้อมูลด้วยไฟล์ mp3 ที่บันทึกไว้ล่วงหน้า

4. หากระบบตรวจพบว่าอุณหภูมิในห้องแม่ข่ายผิดปกติ ระบบทำการโทรศัพท์แจ้งไปยังผู้ดูแลระบบ แต่ผู้ดูแลไม่ได้รับสายการแจ้งเตือนครั้งนี้ ระบบที่พัฒนาจะทำการโทรศัพท์ไปยังผู้ดูแลระบบตามจำนวนครั้งที่กำหนดไว้

จากการพัฒนาระบบตรวจจับและแจ้งเหตุผิดปกติอุณหภูมิของเครื่องแม่ข่ายผ่านทางโทรศัพท์เคลื่อนที่ โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ ดังกล่าวนั้น ระบบที่พัฒนาสามารถช่วยให้เพิ่มประสิทธิภาพในการ

ทำงานของห้องแม่ข่ายและยังยืดอายุการใช้งานของอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ทำงานในห้องแม่ข่ายให้ลดค่าใช้จ่ายให้กับองค์กรอีกด้วย

ข้อจำกัดของระบบ

เนื่องจากระบบที่พัฒนาขึ้นมานี้บางส่วนอาจจะมีข้อจำกัดอยู่บ้างในด้านต่าง ๆ ซึ่งสามารถสรุปได้ดังนี้

1. ค่าอุณหภูมิที่ถูกระบบตรวจจับว่าผิดปกติโดยแยกเป็นพื้นที่ที่ติดตั้งตัวเซ็นเซอร์ยังไม่สามารถโทรศัพท์แจ้งผู้ดูแลระบบได้ว่าอุณหภูมิในพื้นที่ไหนที่มีค่าอุณหภูมิที่สูงกว่าค่าปกติ

2. ระบบที่พัฒนายังไม่สามารถเรียกดูค่าอุณหภูมิภายในห้องแม่ข่ายในเวลาที่ผ่านมาแล้วได้

3. ระบบที่พัฒนายังไม่สามารถแจ้งรายงานความผิดปกติไปยังผู้ดูแลระบบคนที่ 2 ได้ เนื่องจากใส่เบอร์โทรศัพท์ได้เพียง 1 เบอร์เท่านั้น

ข้อเสนอในการศึกษาครั้งต่อไป

ในการพัฒนาระบบตรวจจับและแจ้งเหตุผิดปกติอุณหภูมิของเครื่องแม่ข่ายผ่านทางโทรศัพท์เคลื่อนที่ จุดประสงค์หลักคือช่วยให้ห้องแม่ข่ายทำงานได้อย่างสมบูรณ์และเต็มประสิทธิภาพและยังช่วยยืดอายุการใช้งานของอุปกรณ์ต่าง ๆ ภายในห้องแม่ข่าย ดังนั้น เพื่อให้การพัฒนาระบบดังกล่าวมีประสิทธิภาพการทำงานสูงมากขึ้นควรจะพัฒนาในด้านต่าง ๆ เพิ่มเติมดังนี้

1. พัฒนาระบบให้มีการแจ้งเตือนความผิดปกติแยกรายงานตามพื้นที่ที่เกิดความผิดปกติ

2. พัฒนาระบบให้มีการโทรศัพท์แจ้งความผิดปกติไปยังผู้ดูแลระบบมากกว่า 1 เลขหมาย เพื่อให้การแก้ไขความผิดปกติได้ทันเวลาที่

เอกสารอ้างอิง

นคร ภัคดีชาติ และชัยวัฒน์ ลิ้มพรจิตรวิไล. (2554). ทดลองและใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F887 ด้วยโปรแกรมภาษา C. กรุงเทพฯ: ไมโครชิพ.

วรวิทย์ วิเศษ. (2557). หน่วยประมวลผลกลางหรือซีพียู. ค้นจาก <https://sites.google.com/site/wrwuthiwikesett/karban/ngan-thi-1>

อีทีที. (2557). บอร์ด ET-BASE GSM SIM900, ค้นจาก <http://www.ett.co.th/prod2013/et-base%20gsm%20sim900/et-base%20gsm%20sim900.html>



การนำรูปแบบกระบวนการทางธุรกิจมาใช้ เพื่อปรับปรุงงานห้องสมุด ของสำนักหอสมุดกลาง มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย

Using Business Process Modelling for the Library Work Improvement in the Central Library of Eastern Asia University

อรอนงค์ อุตมวงศ์



บทคัดย่อ

บทความนี้ เป็นผลงานวิจัยเชิงปฏิบัติการที่ศึกษากระบวนการทำงานของงานห้องสมุด โดยใช้รูปแบบของกระบวนการทางธุรกิจ (Business Process Modeling Notation--BPMN) ซึ่งใช้สื่อสัญลักษณ์เพื่ออธิบายรายละเอียดและความสัมพันธ์ของการดำเนินงานร่วมกันภายในองค์กร วิเคราะห์ขั้นตอนการดำเนินงานของงานห้องสมุด ทำโดยพัฒนาแบบจำลองและทดลองใช้แบบจำลองที่สร้างขึ้น เพื่อปรับกระบวนการทำงาน ของสำนักหอสมุดกลาง มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย ผลการวิจัยพบว่า แบบจำลองที่ได้จากการปรับปรุงกระบวนการทำงานสามารถลดขั้นตอนการทำงานของการจัดเก็บข้อมูลที่ซ้ำซ้อน ลดเวลาที่ใช้ในการบันทึกข้อมูล เพิ่มประสิทธิภาพในการนำทรัพยากรออกให้บริการได้รวดเร็วยิ่งขึ้นภายใต้ข้อจำกัดของจำนวนบุคลากร และการรายงานผลที่รวดเร็วยิ่งขึ้น ผู้รับบริการมีความพึงพอใจเพิ่มขึ้น และส่งผลดีต่อภาพลักษณ์ของหน่วยงานต่อไป

คำสำคัญ: รูปแบบกระบวนการทางธุรกิจ, การปรับปรุงกระบวนการของงานห้องสมุด, กระบวนการทางธุรกิจ

Abstract

The purpose of this study was as follows: to study the function of the library by using the (Business Process Modeling Notation--BPMN). This model is a symbolic media to describe the details and relations of the work process within the organization is the library. The researcher developed a BPMN Library Model, and used it to improve the working process of the Central Library of Eastern Asia university. The results showed that the Model improve the process work and to reduce the process of storing redundant data, reducing the time required to record data. Optimization of resources is available more quickly under the constraint of number of personnel and reporting results more quickly Increased client satisfaction And resulted of the good corporate image.

Keywords: business process modeling, business process improvement library, business process management



ความนำ

ห้องสมุดสถาบันอุดมศึกษา ทำหน้าที่ในการเป็นแหล่งส่งเสริมการเรียนรู้ การสอน การวิจัย ทำนุบำรุง ศิลปวัฒนธรรม และบริการทางวิชาการแก่นิสิต นักศึกษา อาจารย์ บุคลากร ในสถาบันอุดมศึกษา ทุกระดับ ตลอดจนมีหน้าที่ในการส่งเสริมการเรียนรู้ด้วยตนเอง อย่างต่อเนื่องและตลอดชีวิต ในสถาบันการศึกษา ห้องสมุดจึงเป็นเครื่องมือที่สนับสนุน เพื่อภารกิจของ มหาวิทยาลัย การรวบรวมทรัพยากรและการให้บริการ สะท้อนให้เห็นถึง การเปลี่ยนแปลงและความก้าวหน้า ทางวิชาการในสถานศึกษา ซึ่งตามกฎหมายการบริการของ ห้องสมุดของ Ranganathan (1931) ได้เสนอกฎ 5 ข้อ ไว้ดังนี้ (1) หนังสือมีไว้สำหรับใช้ (2) หนังสือเป็นของ ผู้อ่านทุกคน (3) หนังสือทุกเล่มต้องมีคนอ่าน (4) ห้องสมุด จะต้องประหยัดเวลาให้ผู้ใช้ และ (5) ห้องสมุดเป็นองค์กร ที่มีการเปลี่ยนแปลงอยู่เสมอ ซึ่งกฎ 5 ข้อนี้ ได้เป็นที่ ยอมรับเป็นแนวทางการปฏิบัติงานในการให้บริการผู้ใช้ สำหรับผู้ประกอบการอาชีพบรรณารักษ์เรื่อยมาจนถึง ปัจจุบันจนมีการพัฒนาการบริการที่เรียกว่า “ห้องสมุด มีชีวิต” ซึ่งหมายถึง ห้องสมุดที่มีชีวิตชีวาที่มีการเติบโต ปรับเปลี่ยนปรับปรุงให้เหมาะสมกับยุคสมัยอยู่เสมอ เป็นสถานที่ให้ความรู้ความบันเทิงพักผ่อนหย่อนใจ ผู้ใช้ เข้าถึงความรู้ได้ทุกรูปแบบ งานห้องสมุดจึงเป็นงานที่ มีการขับเคลื่อนให้เกิดการเคลื่อนไหวเปลี่ยนแปลงอยู่ ตลอดเวลา ก่อให้เกิดปัญหาในการจัดเก็บและการใช้ ประโยชน์จากความรู้ ข้อมูลใหม่ ๆ ที่มีการสร้างขึ้นและ พัฒนาในสื่อทุกรูปแบบผู้วิจัยจึงพัฒนานำระบบการ บรรณการและกระบวนการทางธุรกิจมาทดลองใช้เพื่อ ให้เกิดการทำงานร่วมกัน เพื่อให้บรรลุเป้าหมายของ องค์กร (Dansghar & Parirokh, 2007)

ปัจจุบันพบว่า ปัญหาที่เกิดขึ้นในกระบวนการ ทำงานต่าง ๆ ของห้องสมุด ประกอบด้วย (1) การขาด การประสานร่วมกันของระบบงานที่เกี่ยวข้อง (2) การขาด ความเป็นอันหนึ่งอันเดียวกันของข้อมูล อันเนื่องจาก มีการกระจายกระจายของข้อมูลอยู่ตามฝ่ายหรือ หน่วยงานต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องและมีระบบข้อมูล สารสนเทศแยกตามกลุ่มงาน ทำให้เกิดความซ้ำซ้อน ของข้อมูล และการที่จะให้กลุ่มงานต่าง ๆ ใช้ข้อมูล

ร่วมกันนั้นเป็นไปได้ยาก ทำให้เป็นอุปสรรคกีดขวาง การทำงาน การขาดการประสานความร่วมมือกันระหว่าง กันและทำให้การใช้ความสามารถของคนในกลุ่มงาน มาช่วยกันแก้ปัญหาและบริหารงานอย่างสร้างสรรค์นั้น ไม่สามารถเกิดขึ้นได้ (3) การขาดความรวดเร็วในของ ข้อมูลในการตอบสนองความต้องการแก่ผู้ใช้ ข้อมูล ที่เกิดขึ้นในแต่ละกลุ่มงานนั้นจะถูกประมวลผลแบบ เป็นช่วง ๆ เช่น เดือนละครั้ง ภาคการศึกษาละครั้ง ทำให้ ข้อมูลของแต่ละแผนก กว่าจะถูกนำไปใช้ในองค์กร โดยรวมเกิดความล่าช้า ดังนั้น การบริหารที่สามารถ วิเคราะห์ข้อมูลปัจจุบันแบบ real time เพื่อการตัดสินใจ ได้ทันท่วงที เป็นไปได้ยาก (4) ขาดความสามารถด้าน สังคมโลกในปัจจุบันที่มีการรวมตัวเป็นหนึ่งเดียวกัน เพิ่มมากขึ้น (ราชบัณฑิตยสถาน, 2542) ระบบข้อมูล สารสนเทศที่ผ่านมานั้น ถูกสร้างขึ้นมาใช้เฉพาะงาน ไม่สามารถรองรับการทำธุรกิจแบบข้ามสายงาน และ ไม่สามารถทำให้กระบวนการทางธุรกิจ (business process) เป็นแบบ global ได้ ดังนั้นการใช้ข้อมูล ข้ามสายงานเพื่อให้เกิดการทำงานร่วมกันจึง เกิดขึ้นยาก ผลก็คือ ทำให้การตัดสินใจที่ทันต่อเหตุการณ์ บนพื้นฐานของสภาพความจริงของการดำเนินการแบบ ข้ามฟังก์ชันงาน ไม่สามารถทำได้ (5) ความไม่ยืดหยุ่น ของระบบข้อมูลสารสนเทศ ระบบข้อมูลสารสนเทศเดิม ส่วนใหญ่จะพัฒนากันขึ้นมาเอง ระบบจึงประกอบด้วย โปรแกรมที่มีขนาดใหญ่ ขาดความยืดหยุ่นในการแก้ไข เพิ่มเติมและดูแลระบบ จึงยากต่อการปรับปรุงเพื่อให้ สามารถรับมือกับการบริหารเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นอย่าง รวดเร็ว และบางครั้ง บุคลากรในองค์กรซึ่งหมายถึง คนในองค์กรตั้งแต่พนักงานปฏิบัติงานขึ้นไปจนถึง ผู้บริหารสำนัก ขาดความเข้าใจธุรกิจและกระบวนการ ธุรกิจของตัวเอง รวมทั้งความหมายของการจัดการธุรกิจ

ดังนั้น ผู้วิจัยได้มองเห็นปัญหาการที่บุคลากร ในองค์กรไม่เข้าใจกระบวนการทางธุรกิจ การใช้ข้อมูล ร่วมกันระหว่างหน่วยงาน จึงเห็นความสำคัญในการหา วิธีการที่จะศึกษากระบวนการทางธุรกิจของงานห้องสมุด ด้วยการเลือกศึกษาจากสำนักหอสมุดกลาง มหาวิทยาลัย อีสเทิร์นเอเซีย โดยใช้เครื่องมือแผนภูมิรูปภาพที่เข้าใจ ได้ง่าย นำมาศึกษากระบวนการทำงาน ตลอดจนถึง การจำลองรูปแบบการทำงานที่เกิดขึ้น ร่วมกับบุคลากรที่มี

ส่วนเกี่ยวข้องในกระบวนการธุรกิจ อันเป็นตัวแปรสำคัญในการเป็นผู้ปฏิบัติงานในกระบวนการธุรกิจ การจัดการกระบวนการ การวิเคราะห์เพื่อหาองค์ประกอบที่เชื่อมโยงกระบวนการทางธุรกิจของงานห้องสมุดกับสภาพแวดล้อมทั้งภายในและภายนอกสำนัก และทำให้การปรับปรุงกระบวนการของทำงานและกระบวนการทางธุรกิจสำนักหอสมุดกลางมหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซียเป็นไปอย่างรวดเร็ว และมีความคล่องตัวในการปฏิบัติงาน

วัตถุประสงค์การวิจัย

การวิจัยมีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษากระบวนการทางธุรกิจในการดำเนินงานของสำนักหอสมุดกลางมหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย โดยแบ่งรายละเอียดออกตามลักษณะของงานดังนี้ (1) กระบวนการที่เกี่ยวข้องกับงานเทคนิค (2) กระบวนการที่เกี่ยวข้องกับงานบริการ และ (3) กระบวนการที่เกี่ยวข้องกับงานบริหารปรับปรุงกระบวนการทางธุรกิจของงานห้องสมุด สำนักหอสมุดกลาง มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย

แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

แนวคิดกระบวนการทางธุรกิจ ซึ่งวัชรวิ ว่องอรุณ (2555) ได้กล่าวว่า กระบวนการทางธุรกิจ (business process) คือ ขั้นตอนในการประกอบธุรกิจ โดยเริ่มตั้งแต่การนำเงินมาลงทุนในกิจการเพื่อใช้จ่ายเป็นค่าเครื่องจักร วัสดุอุปกรณ์ วัตถุดิบ ค่าแรง ตลอดจนค่าใช้จ่ายในการบริหารงานด้านต่างๆ แล้วทำการจำหน่ายสินค้าหรือบริการออกไปเพื่อให้ได้มาซึ่งรายรับแก่ธุรกิจ หลังจากนั้นจึงนำไปหักค่าใช้จ่ายเพื่อดูผลได้สุทธิว่ากำไรหรือขาดทุน แล้วจึงนำเงินนั้นมาใช้เพื่อดำเนินธุรกิจต่อไป

โดยการจัดทำแผนผังกระบวนการในการดำเนินธุรกิจเป็นการนำเอาภารกิจหลักขององค์กรมาจัดความสัมพันธ์ในเชิงของกระบวนการ (business processes) เพื่อให้เห็นว่าภารกิจใดเกิดขึ้นก่อน-หลัง ในแต่ละภารกิจนั้นจะต้องทำกิจกรรมอะไรบ้าง แผนผังกระบวนการนี้จะทำให้เราสามารถมองเห็นกระบวนการในการบริหารธุรกิจได้อย่างชัดเจน และช่วยในการป้องกันความซ้ำซ้อน

ของงานในการนำไปจัดโครงสร้างการบริหารงานได้ (พีเพิล แวลู โซลูชั่น โปรไวเดอร์, 2555) นอกจากนี้จะช่วยให้เราสามารถวิเคราะห์จุดเสี่ยงในแต่ละขั้นตอนได้ว่ามีความเสี่ยงมากน้อยเพียงใด และจะหาทางป้องกันความเสี่ยงที่อาจจะเกิดขึ้นในแต่ละขั้นตอนอย่างไร ดังนั้น ผู้นำหรือผู้บริหารขององค์กรธุรกิจจึงต้องจัดการเปลี่ยนแปลง (change management) หรือปรับปรุง (improvement) กระบวนการธุรกิจให้ตอบสนองต่อลูกค้าได้ ไม่ใช่มองการจัดการการเปลี่ยนแปลงเป็นการเปลี่ยนแปลงคน การเปลี่ยนแปลงเทคโนโลยี การเปลี่ยนแปลงโครงสร้างองค์กร การเปลี่ยนแปลงวัฒนธรรมเท่านั้น แต่ควรพิจารณาว่าเป็นการเปลี่ยนแปลงและปรับปรุงกระบวนการธุรกิจ เพราะผลลัพธ์จากการเปลี่ยนแปลงกระบวนการธุรกิจจะเป็นต้นกำเนิดสำหรับการเปลี่ยนแปลงต่างๆ กระบวนการธุรกิจเป็นจุดสุดท้ายที่เชื่อมต่อไปใกล้ชิดกับลูกค้ามากที่สุด และลูกค้าต้องการคุณค่าที่ออกมาจากกระบวนการธุรกิจเท่านั้น ลูกค้าไม่ได้ต้องการทรัพยากรอื่นๆ ขององค์กรธุรกิจ

แนวคิดกระบวนการทำงานของงานห้องสมุดสถาบันอุดมศึกษา ซึ่งเป็นหน่วยงานที่มีหน้าที่หลักในการส่งเสริมการเรียนรู้ การเรียนการสอน การวิจัยทำนุบำรุง ศิลปวัฒนธรรม และบริการทางวิชาการแก่สถาบัน อุดมศึกษา นักเรียน นักศึกษา คณาจารย์ บุคลากรของสถาบันอุดมศึกษา ศิษย์เก่า นักธุรกิจ ประชาชนทั่วไป ตลอดจนผู้ใช้ บริการจากต่างประเทศในทุกกระบวนการศึกษาและแก่สังคม ตลอดจนส่งเสริมการเรียนรู้ด้วยตนเองอย่างต่อเนื่องและตลอดชีวิต โดยมีงานพื้นฐาน ดังนี้ (1) งานพัฒนาทรัพยากรสารสนเทศ (2) งานวิเคราะห์ทรัพยากรสารสนเทศ (3) งานสื่อโสตทัศนและสื่ออิเล็กทรอนิกส์ (4) งานวารสาร (5) งานเอกสารและสิ่งพิมพ์รัฐบาล (6) งานบริการยืมคืน (7) งานบริการอ้างอิง (8) งานผลิตคู่มือสืบค้นพิเศษ (9) งานส่งเสริมและเผยแพร่บริการวิชาการ (10) งานระบบงานเทคโนโลยีสารสนเทศ และ (11) งานจดหมายเหตุ สถาบันอุดมศึกษา

จาก ทฤษฎี แบบจำลองกระบวนการทางธุรกิจ Business Process Modeling Notation (BPMN)

(The Business Process Management Initiative-BPMI) ได้รับการพัฒนาให้เป็นมาตรฐานสำหรับจำลองกระบวนการงานทางธุรกิจในรูปแบบที่เข้าใจง่าย โดยวัตถุประสงค์ทำเป็นรูปแบบสัญลักษณ์ที่ผู้ใช้เข้าใจง่าย โดย นักวิเคราะห์ธุรกิจ จากการสร้างแบบร่างของกระบวนการเพื่อนักธุรกิจที่จะจัดการและตรวจสอบกระบวนการเหล่านั้น (White, 2004, pp. 1-11) ดังนั้น BPMN คือ การสร้างสะพานมาตรฐานที่เชื่อมต่อช่องว่างระหว่างการออกแบบกระบวนการทางธุรกิจและการดำเนินการ การสร้างแบบจำลองของกระบวนการทางธุรกิจโดยแบบจำลอง ผู้ใช้ทางธุรกิจและควบคุมการไหลตามกำหนดลำดับของจากผลการดำเนินงาน แผนภาพกระบวนการทางธุรกิจที่สร้างขึ้นจากชุดองค์ประกอบกราฟิก ซึ่งองค์ประกอบเหล่านี้ช่วยให้มองเห็นการพัฒนาของแผนภาพกระบวนการทางธุรกิจได้ง่าย สามารถจดจำประเภทพื้นฐานขององค์ประกอบและเข้าใจแผนภาพได้ง่าย โดยองค์ประกอบของ BPMN มีดังต่อไปนี้ (1) Flow Objects (2) Connecting Objects (3) Swim lanes และ (4) Artifacts

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง โดย Tbaishat (2010, pp. 480-4 93) ได้ศึกษาเกี่ยวกับ การใช้แบบจำลองกระบวนการทางธุรกิจสำหรับตรวจสอบกิจกรรมห้องสมุดสำหรับวารสาร “Using business process modelling to examine academic library activities for periodicals” โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อการตรวจสอบกระบวนการในการซื้อวารสารที่เป็นสิ่งพิมพ์และการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวารสารอิเล็กทรอนิกส์ในห้องสมุดสถาบันอุดมศึกษาใช้กระบวนการทางธุรกิจเทคนิคการสร้างแบบจำลองแผนภาพกิจกรรมบทบาท (Rapid Application Development--RAD) โดยใช้วิธีการวิจัยที่หลากหลายวิธีในการเก็บรวบรวมข้อมูล และการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ แบบสอบถาม การสัมภาษณ์ โดยผู้ถูกสัมภาษณ์ส่วนใหญ่เป็นบรรณารักษ์ที่ปฏิบัติงานในห้องสมุด (จำนวน 8 คน) จาก 2 สถานที่เป็นผู้บอกรายละเอียดเกี่ยวกับการปฏิบัติงาน การศึกษาข้อมูลจากเอกสาร การสังเกตการปฏิบัติงานเป็นครั้งคราวอย่างไม่เป็นทางการโดยใช้วิธี RAD ที่เป็นเทคนิคในการสร้างแบบจำลอง ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของ Riva business

process-modelling suite (Ould, 2005) ผลการวิจัย พบว่าจากแผนภาพตัวอย่างของบทบาทกระบวนการทางธุรกิจ ที่แสดงให้เห็นถึงความแตกต่างในกระบวนการทำงานระหว่างเว็บไซต์และเอกสาร โดยการสำรวจกระบวนการที่นำมาใช้เพื่อหาแนวทางการเปรียบเทียบและการปรับปรุงความเป็นไปได้ด้วยเจ้าหน้าที่ของห้องสมุดในหลายๆ วิธี ซึ่งเป็นการศึกษาเชิงปฏิบัติการโดยการหารือกับเข้าร่วมการวิจัยและการประเมินผลอย่างต่อเนื่องเป็นส่วนหนึ่งเพื่อการวิจัย โดยขอบเขตงานวิจัยชิ้นนี้ จำกัดเฉพาะกระบวนการเกี่ยวข้องกับงานวารสารในห้องสมุดสถาบันอุดมศึกษา และศึกษาเฉพาะกิจการนิตยสาร/วารสาร ในสหราชอาณาจักร (UK) และที่อื่นๆ ในประเทศจอร์แดน ผลลัพธ์ที่ได้ คือ เทคนิคการสร้างแบบจำลองที่ใช้เป็นไปได้และให้พื้นฐานสำหรับการพัฒนาและการจัดการโดยการสนับสนุนการวิเคราะห์ผลการดำเนินงาน กระบวนการและพฤติกรรมของงานวารสาร ก่อให้เกิดการริเริ่มที่สำคัญ โดยเฉพาะ (1) การเชื่อมต่อช่องว่างระหว่างการวิจัยและการปฏิบัติคือการสื่อสารผ่านการนำเสนอของข้อมูลในทางโครงสร้าง (2) สื่อเป็นภาพแทนในการวิเคราะห์กระบวนการทางธุรกิจที่ใช้ในการให้ความช่วยเหลือในการอภิปรายระหว่างนักวิจัยและผู้ปฏิบัติงาน

วลัยลักษณ์ อัครธีรวงศ์ (2555) ศึกษาการปรับปรุงกระบวนการทางธุรกิจด้วยการจำลองสถานการณ์ซึ่งงานวิจัยชิ้นนี้มุ่งเน้นศึกษาถึงการปรับปรุงกระบวนการทางธุรกิจด้วยการจำลองสถานการณ์ของบริษัทกรณีศึกษา งาน ซึ่งเป็นบริษัทขนาดเล็กที่ทำธุรกิจประเภทเซรามิก โดยมีวัตถุประสงค์หลักนำเสนอแนวทางในการปรับปรุงประสิทธิภาพการไหลของงาน โดยการลดเวลาทำงานของในกระบวนการให้สั้นลง อีกทั้งเพิ่มประสิทธิภาพของการทำงานพนักงาน โดยได้ดำเนินการจัดเก็บรวบรวมข้อมูลในกระบวนการผลิตทุกขั้นตอน ตั้งแต่ แผนกหล่อกระทงถึงแผนกบรรจุภัณฑ์เพื่อส่งมอบให้ลูกค้า ซึ่งข้อมูลที่ได้รวบรวมมานั้นได้ใช้สร้างแบบจำลองสถานการณ์ด้วยโปรแกรม Arena โดยได้นำเสนอแนวทางในการปรับปรุงรูปแบบ 4 แบบจำลองเทียบกับสถานการณ์ปัจจุบัน ผลการวิจัย พบว่า แบบจำลองสถานการณ์ที่ 1 มีประสิทธิภาพสูงสุด ส่วนแบบจำลอง

สถานการณ์ที่ 4 นั้นจะช่วยลดความเสี่ยงจากการเสียหายของชิ้นงานที่อาจแตกหักได้จากการขนย้ายระหว่างชั้นได้

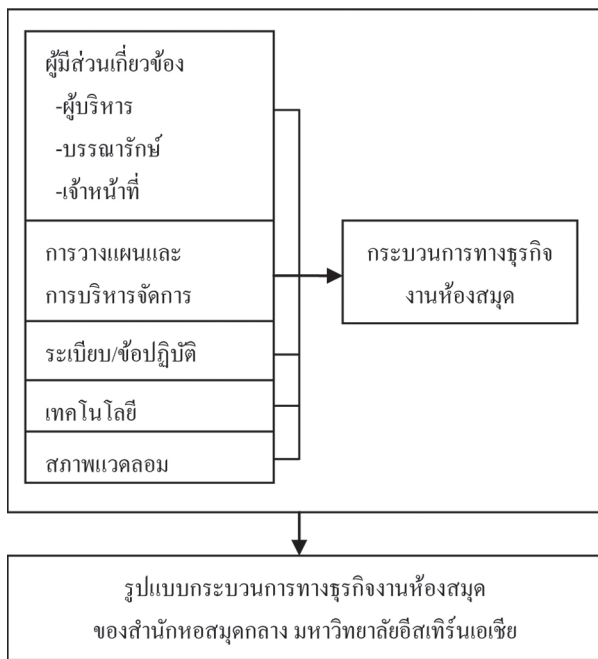
ธัญญารัตน์ ธีระกุล (2555) งานวิจัยเรื่องการปรับปรุงกระบวนการทางธุรกิจสำหรับระบบการบริหารพัสดุและสินค้าคงคลัง ระบบงานขายและจัดส่ง โดยใช้ระบบ SAP กรณีศึกษาธุรกิจการผลิตสินค้าประเภทอุตสาหกรรมการผลิตอุปกรณ์ อิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งเป็นการนำระบบ ERP มาใช้เชื่อมโยงกิจกรรมในองค์กร และการไหลเวียนของข้อมูลผ่านระบบสารสนเทศเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการทำงาน ทำให้ผู้บริหารมีเครื่องมือในการติดตาม และระบบสนับสนุนการตัดสินใจนโยบายการบริหาร เพื่อพัฒนาปรับปรุงกระบวนการทางธุรกิจขององค์กร ซึ่งเป้าหมาย คือการลดขั้นตอนการดำเนินการที่ไม่มีประสิทธิภาพ ลดเวลาดำเนินการ และเพิ่มประสิทธิภาพการส่งมอบระบบ EPR เป็นการเชื่อมโยงข้อมูลแบบบูรณาการภายในองค์กร ทั้งระหว่างแผนก และในแผนก ภายในองค์กร ทั้งลูกค้า และผู้จัดหาวัตถุดิบ ส่งผลให้เกิดการเพิ่มประสิทธิภาพ การไหลเวียนของข้อมูลระหว่างบริษัท กรณีศึกษากับโรงงานรับจ้างผลิต โดยทำการวิเคราะห์กระบวนการการรับสินค้าสำเร็จรูปในระบบการบริหารพัสดุและสินค้าคงคลัง และกระบวนการจำหน่ายสินค้าสำเร็จรูปในระบบงานขายและจัดส่ง ในระบบ Systems, Applications and Products in Data Processing--SAP โดยทำการปรับปรุงกระบวนการทำงานให้เป็นระบบอัตโนมัติ เพื่อลดขั้นตอนการทำงานและเวลาการทำงาน เมื่อเปรียบเทียบกระบวนการก่อนการทำงาน (AS IS Process) กับกระบวนการหลังการปรับปรุง (TO BE process) ผลการดำเนินงานคือ ขั้นตอนการรับสินค้าสำเร็จรูปลดลง 62% และขั้นตอนการขายและการจัดส่งสินค้าสำเร็จรูปลดลง 62% นอกจากนั้นเวลาเฉลี่ยในกระบวนการรับสินค้าสำเร็จรูปลดลง 94% กระบวนการขายและจัดส่งสินค้าสำเร็จรูปลดลง 95%

สุพจน์ เหล่างาม และ ธนัญญา วสุศรี (2550) ศึกษาการปรับปรุงกระบวนการเติมเต็มคำสั่งซื้อด้วยแบบจำลองกระบวนการธุรกิจ: กรณีศึกษา บริษัท

อุตสาหกรรมสิ่งทอในประเทศไทย ผลจากการเปิดเสรีสิ่งทอภายใต้ WTO เมื่อวันที่ 1 มกราคม 2548 ทำให้ระบบโควตากับคู่ค้าต่าง ๆ ถูกยกเลิกไป ดังนั้นผู้ประกอบการอุตสาหกรรมสิ่งทอและเครื่องนุ่งห่มของไทยจึงจำเป็นต้องปรับปรุงกระบวนการให้สามารถตอบสนองความต้องการของลูกค้าได้อย่างรวดเร็วและมีประสิทธิภาพมากขึ้น อีกทั้งเพื่อความได้เปรียบทางการแข่งขัน โดยเฉพาะกับคู่แข่งอย่างประเทศจีน ที่สามารถผลิตสินค้าได้อย่างรวดเร็วและมีต้นทุนการผลิตที่ต่ำกว่า ปัญหาสำคัญประการหนึ่งที่ผู้ประกอบการของไทยกำลังประสบอยู่ คือ วัฏรอบระยะเวลาการดำเนินการนาน ทำให้การส่งมอบสินค้าเกิดความล่าช้าไม่สามารถสนองตอบต่อความต้องการของลูกค้าได้ การวิจัยนี้ได้ศึกษาถึงเวลาที่สูญหายไปหรือเวลารอคอย (waiting time) ที่เกิดขึ้นในหน่วยงานต่าง ๆ ของสภาพการทำงานปัจจุบัน เพื่อทำการวิเคราะห์และเสนอแนวทางการปรับปรุงรอบระยะเวลาการทำงานให้สั้นลง ด้วยการปรับปรุงโครงสร้างการทำงาน (re-engineering) ของกระบวนการเติมเต็มคำสั่งซื้อ โดยใช้เทคนิคการสร้างแบบจำลองกระบวนการธุรกิจ (business process simulation) มาเป็นเครื่องมือในการวิเคราะห์และหาแนวทางการปรับปรุง ผลที่ได้จากการวิจัยพบว่าเวลารอคอย (waiting time) ส่วนใหญ่เกิดขึ้นที่หน่วยงานฝ่ายขาย ถ้าปรับโครงสร้างการทำงานและปรับเปลี่ยนหน้าที่ความรับผิดชอบของผู้จัดการสินค้า (merchandiser) ไปให้หน่วยงานอื่นที่เหมาะสมรับผิดชอบแทน จะช่วยให้รอบระยะเวลาในการทำงานของกระบวนการเติมเต็มคำสั่งซื้อสั้นลง

ข้อกำหนดการพัฒนา

กรอบแนวคิดพัฒนาจากมาตรฐานการพัฒนาซอฟต์แวร์ประกอบด้วย 5 ส่วน คือ ผู้ที่เกี่ยวข้อง การวางแผนและการบริหารจัดการองค์กร ระเบียบวิธีการ/ข้อปฏิบัติ เทคโนโลยี และสภาพแวดล้อม ทั้งภายในและภายนอกที่เกี่ยวข้อง เพื่อกำหนดรูปแบบกระบวนการทางธุรกิจงานห้องสมุด ของสำนักหอสมุดกลาง มหาวิทยาลัยอีสต์เทิร์นเอเซีย



ภาพ 1 กรอบแนวคิดการพัฒนา

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลองปฏิบัติการ โดยศึกษากระบวนการทางธุรกิจของงานห้องสมุด สำนักหอสมุดกลาง มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย โดยทำการศึกษาจากการปฏิบัติงานภายในห้องสมุด ศึกษาค้นคว้าจากเอกสาร คู่มือปฏิบัติงาน การสังเกต การสัมภาษณ์ โดยนำแนวคิด ทฤษฎี การศึกษาค้นคว้าจากตำรา และข้อมูลจากอินเทอร์เน็ต รวมไปถึงข้อเสนอแนะจากผู้เกี่ยวข้องในการปฏิบัติงาน เพื่อให้เห็นถึงภาพรวมของกระบวนการ โดยการเริ่มที่กระบวนการวิเคราะห์กระบวนการที่มีอยู่เดิม

เมื่อทำการวิเคราะห์และหาแนวทางการแก้ปัญหาของกระบวนการที่เกิดขึ้น การออกแบบกระบวนการใหม่ การทดลองใช้ และการทำการปรับปรุงระบบงานใหม่ให้เกิดผล หรือการนำไปใช้ รวมไปถึงการปรับปรุงกระบวนการทำงานอย่างต่อเนื่อง โดยอ้างอิงกับการปรับปรุงกระบวนการทางธุรกิจ (business process improvement) เพื่อให้ได้กระบวนการใหม่ที่มีประสิทธิภาพ ถูกต้อง และการประเมินที่ใกล้เคียงกับความเป็นจริง

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

โดยผู้ถูกสัมภาษณ์ส่วนใหญ่เป็นผู้ที่ปฏิบัติงานและเกี่ยวข้องกับการดำเนินงานของสำนักหอสมุดกลาง มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

แบบสอบถาม การสัมภาษณ์ โดยอาศัยข้อมูลสถิติการปฏิบัติงานย้อนหลังในช่วงระยะเวลา 1 ปี การศึกษา เพื่อนำมาคำนวณหาค่าเฉลี่ยแล้วกำหนดเป็นมาตรฐานการปฏิบัติงาน โดยผู้ถูกสัมภาษณ์ส่วนใหญ่เป็นผู้ที่ปฏิบัติงาน และเกี่ยวข้องกับการดำเนินงานของสำนักหอสมุดกลาง มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย

ผลการวิจัย

ผลการวิจัยมีรายละเอียดดังนี้

1. กำหนดว่าบรรณารักษ์งานจัดหมวดหมู่และลงรายการจะต้องทำการจัดหมวดหมู่และลงรายการหนังสือให้ได้อย่างน้อยวันละ 25 ชื่อเรื่อง
2. สำหรับงานที่ไม่สามารถกำหนดเป็นปริมาณได้อย่างชัดเจน ตัวอย่างเช่น งานบริการยืม-คืน งานรับสมัครสมาชิก เป็นงานที่มีลักษณะการให้บริการแตกต่างกันไปแต่ละวัน งานบริการตอบคำถามและช่วยการค้นคว้า เนื่องจากต้องขึ้นอยู่กับสิ่งที่ผู้ใช้ต้องการใช้เวลาในการค้นหาคำตอบสำหรับแต่ละคำถามก็จะไม่เท่ากันขึ้นอยู่กับความยากง่ายของคำถาม ดังนั้นงานลักษณะเช่นนี้จะไม่สามารถกำหนดมาตรฐานด้วยปริมาณหรือระยะเวลาที่ปฏิบัติได้
3. ลักษณะการแสดงออกขณะปฏิบัติงานงานบางตำแหน่งไม่สามารถกำหนดมาตรฐานด้วยคุณภาพหรือปริมาณ แต่เป็นงานที่ต้องปฏิบัติโดยการใช้บุคลิกหรือลักษณะเฉพาะบางอย่างประกอบ เช่น การใช้สีหน้าและน้ำเสียงของบรรณารักษ์บริการตอบคำถามและช่วยการค้นคว้าในระหว่างการติดต่อสื่อสารกับผู้ใช้ห้องสมุด พฤติกรรมและบุคลิกลักษณะที่แสดงออกถือเป็นองค์ประกอบที่สำคัญสำหรับตำแหน่งงานบริการที่ต้องติดต่อกับสาธารณชน ดังนั้น การกำหนดลักษณะ

พฤติกรรมที่ต้องแสดงออกไว้ในมาตรฐานการปฏิบัติงาน จะช่วยให้ผู้ปฏิบัติงานทราบว่าต้องปฏิบัติตนอย่างไร เนื่องจากการแสดงพฤติกรรมที่ไม่เหมาะสมอาจส่ง ผลเสียต่อภาพลักษณ์ขององค์กรและขวัญกำลังใจ ของเพื่อนร่วมงาน อย่างไรก็ตาม เพื่อให้การกำหนด มาตรฐานการปฏิบัติงานสำหรับตำแหน่งงานต่าง ๆ ในองค์กรมีความเหมาะสมและเป็นที่ยอมรับของ ผู้ปฏิบัติงาน ผู้ทำหน้าที่กำหนดมาตรฐานการปฏิบัติงาน จะต้องคำนึงถึงสิ่งสำคัญบางประการนั่นก็คือ ต้องเป็น มาตรฐานที่ผู้เกี่ยวข้องทุกฝ่ายสามารถยอมรับได้ โดย ทั้งผู้บังคับบัญชาและใต้บังคับบัญชาเห็นพ้องต้องกันว่า มาตรฐานมีความเป็นธรรม ผู้ปฏิบัติงานทุกคนสามารถ ปฏิบัติได้ตามที่กำหนดไว้ ลักษณะงานที่กำหนดไว้ใน มาตรฐานต้องสามารถวัดได้เป็นจำนวน เปอร์เซนต์ หรือหน่วยอื่น ๆ ที่สามารถวัดได้ มีการบันทึกไว้ให้เป็น ลายลักษณ์อักษรและเผยแพร่ให้เป็นที่รับรู้และเข้าใจ ตรงกัน และสุดท้ายมาตรฐานการปฏิบัติงานที่กำหนดไว้ ต้องสามารถเปลี่ยนแปลงได้

กล่าวโดยสรุป มาตรฐานการปฏิบัติงานถือเป็น เครื่องมือสำคัญอย่างหนึ่งที่องค์กรต้องนำมาใช้ในการ บริหารงานบุคคล เพราะทั้งผู้บริหารและผู้ปฏิบัติงาน ต่างได้รับประโยชน์จากการกำหนดมาตรฐานการ ปฏิบัติงานเพื่อใช้ร่วมกัน ผู้บริหารมีเครื่องมือช่วยควบคุม ให้การดำเนินงานเป็นไปตามเป้าหมายที่กำหนดไว้ การมอบหมายหน้าที่และการสั่งการสามารถทำได้ โดยสะดวกและรวดเร็ว การประเมินผลการปฏิบัติงาน มีความยุติธรรมและน่าเชื่อถือเนื่องจากมีทั้งหลักฐาน และหลักเกณฑ์ที่ผู้บริหารสามารถชี้แจงให้ผู้ปฏิบัติงาน ยอมรับผลการประเมินได้โดยง่าย ในส่วนของผู้ปฏิบัติงาน มาตรฐานที่กำหนดไว้ถือเป็นสิ่งท้าทายที่ทำให้เกิดความ มุ่งมั่นที่จะไปให้ถึงเป้าหมาย การปฏิบัติงานมีความ ถูกต้องมากขึ้น เนื่องจากผู้ปฏิบัติงานมีกรอบหรือ แนวทางในการปรับปรุงงานและการพัฒนาศักยภาพ เพื่อไปสู่มาตรฐานการปฏิบัติงานที่ทั้งผู้ปฏิบัติงานและ ผู้บริหารองค์กรได้ร่วมกันกำหนดไว้ เพื่อคุณภาพของ การปฏิบัติงานและความเจริญก้าวหน้าขององค์กร

การอภิปรายผล

1. ศึกษากระบวนการทางธุรกิจในการดำเนินงาน ของสำนักหอสมุดกลาง มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย โดยแบ่งรายละเอียดออกตามลักษณะของงานดังนี้ (1) กระบวนการที่เกี่ยวข้องกับงานเทคนิค ได้แก่ กระบวนการ จัดหา การวิเคราะห์และลงรายการ กระบวนการด้าน งานเทคนิคอื่น ๆ (2) กระบวนการที่เกี่ยวข้องกับงาน บริการ ได้แก่ การสมัครสมาชิก การบริการยืม-คืน การบริการนำทรัพยากรขึ้นชั้นให้บริการ และ (3) กระบวนการที่เกี่ยวข้องกับงานบริหาร การอนุมัติและ การวางแผนการดำเนินงานต่าง ๆ โดยกำหนด มาตรฐาน การปฏิบัติงานขึ้น โดยอาศัยข้อมูลสถิติการปฏิบัติงาน ย้อนหลังในช่วงระยะเวลาหนึ่ง เพื่อนำมาคำนวณ หาค่าเฉลี่ยแล้วกำหนดเป็นมาตรฐาน

2. ปรับปรุงกระบวนการทางธุรกิจของงาน หอสมุด สำนักหอสมุดกลาง มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย เพื่อสนับสนุนผลเชิงประสิทธิผลของกระบวนการทำ งานที่ได้รับการปรับปรุง โดยการบริการแบ่งออกเป็น 2 รูปแบบ ดังนี้ (1) การปรับปรุงกระบวนการทำงาน โดยไม่มีการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ (2) การ ปรับปรุงกระบวนการทำงานโดยมีการประยุกต์ใช้ เทคโนโลยีสารสนเทศ ทั้งนี้ต้องไม่เป็นการเปลี่ยนแปลง เพราะผู้ปฏิบัติงานไม่สามารถปฏิบัติได้ตามมาตรฐาน การเปลี่ยนแปลงควรมีสาเหตุเนื่องมาจากการที่ หน่วยงานมีวิธีปฏิบัติงานใหม่ หรือนำอุปกรณ์ เครื่องมือ เครื่องใช้ใหม่มาใช้ปฏิบัติงาน

ข้อเสนอแนะ

1. ความคาดหวังของการมีระบบห้องสมุด อัตโนมัติที่สมบูรณ์แบบภายใต้เทคโนโลยีล้ำหน้า อาจไม่ใช่แนวทางที่ดีที่สุดเสมอไป เนื่องจากต้องม ีความเกี่ยวข้องกับหน่วยงานหลายหน่วยงานและต้องใช้ งบประมาณสูงพอสมควร การปรับระบบให้เป็นระบบ อัตโนมัติบางส่วนในบางโอกาส อาจช่วยลดค่าใช้จ่าย ของมหาวิทยาลัย และเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงาน

ของสำนักหอสมุดกลาง ในเวลาเดียวกัน

2. ภายใต้ข้อจำกัดเงื่อนไขทางการค้า และงบประมาณที่ได้รับการสนับสนุนไม่เพียงพอต่อการดำเนินงาน ส่งผลต่อกระบวนการบริหารจัดการ ชะลอ

หรือ หยุดชะงัก ดังนั้น ผู้บริหาร หรือ ผู้ที่มีอำนาจในการตัดสินใจ ควรให้สนับสนุนการดำเนินการด้านงบประมาณอย่างต่อเนื่อง

เอกสารอ้างอิง

- นุชนาฏ รวงรอง และ วิเชียร ชุตติมาสกุล. (2551). *กรอบแนวคิดการตรวจสอบการพัฒนาและตรวจรับ ระบบและเทคโนโลยีสารสนเทศของหน่วยงานภาครัฐ*, การประชุมทางวิชาการ NCIT2008 ครั้งที่ 2 เรื่อง การวิจัยเทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อการพัฒนาประเทศที่ยั่งยืน, 6-7 พฤศจิกายน, โรงแรมแกรนด์ เมอร์เคียว ฟอร์จูน, กรุงเทพฯ, หน้า 224-233.
- พีเพิล แวลู โซลูชั่น โปรไวเดอร์. (2555). *การจัดทำกระบวนการหลักของธุรกิจ (Business flow)*. ค้นจาก <http://www.peoplevalue.co.th/index.php?lay=show&ac=article&Id=539104717&Ntype=14>
- วิทยา สุฤทธดำรง. (2550). BPM: แผนผังบูรณาการกระบวนการธุรกิจ, *อินดัสเทรียลเทคโนโลยีรีวิว (Industrial Technology Review)*, 13(166), 150-153.
- Ranganathan, S. (1931). *The Five laws of library science*. Bombay: Asia Publishing House.
- Stephen A. White. (2004). *Introduction to BPMN*. Available from <http://www.bpmn.org/>
- Tbaishat, D. (2010). Using business process modelling to examine academic library activities for periodicals, *Library Management*, 31(7), 480-493.
- Whitten, J. L., Bentley, L. D., & Dittman, K. C., 2007, *Systems Analysis and Design Method* (7th ed.). McGraw Hill.

การผลิตเชื้อเพลิงเหลวด้วยกระบวนการฟิสเชอร์โทรป

Liquid Fuel Production by Fischer-Tropsch Process

ณนอร หัสโรค์ และ สมบัติ ทิมกรพิทย์



บทคัดย่อ

ปัญหาของเชื้อเพลิงจากผลิตภัณฑ์ปิโตรเลียมมีแนวโน้มจะหมดไปจากโลกในอีกไม่นาน ทำให้จำเป็นต้องทำการศึกษาและวิจัยเพื่อหาเชื้อเพลิงทางเลือกใหม่ที่เหมาะสม กระบวนการฟิสเชอร์โทรปเป็นกระบวนการหนึ่งที่น่าสนใจในการแปลงเชื้อเพลิงจากสถานะก๊าซให้เป็นของเหลว และสามารถแปลงเชื้อเพลิงแข็งให้เป็นเชื้อเพลิงเหลวในทางอ้อมได้ บทความวิชาการนี้มุ่งเน้นการนำเสนอภาพกว้างของกระบวนการฟิสเชอร์โทรป เพื่อใช้ผลิตเชื้อเพลิงทางเลือกใหม่และการนำไปประยุกต์ใช้งาน

คำสำคัญ: เชื้อเพลิง, ฟิสเชอร์โทรป, ผลิตภัณฑ์ปิโตรเลียม

Abstract

The problem of the tendency of Petroleum product to be depletion in the near future results of research for finding some appropriate alternative fuels for future utilization. Fischer-Tropsch Process is one of the interesting processes for converting gaseous fuel to liquid fuel. And certainly, the conversion of solid fuel to liquid fuel can be done indirectly. This article aims to present an over view of the Fischer-Tropsch Process and its application.

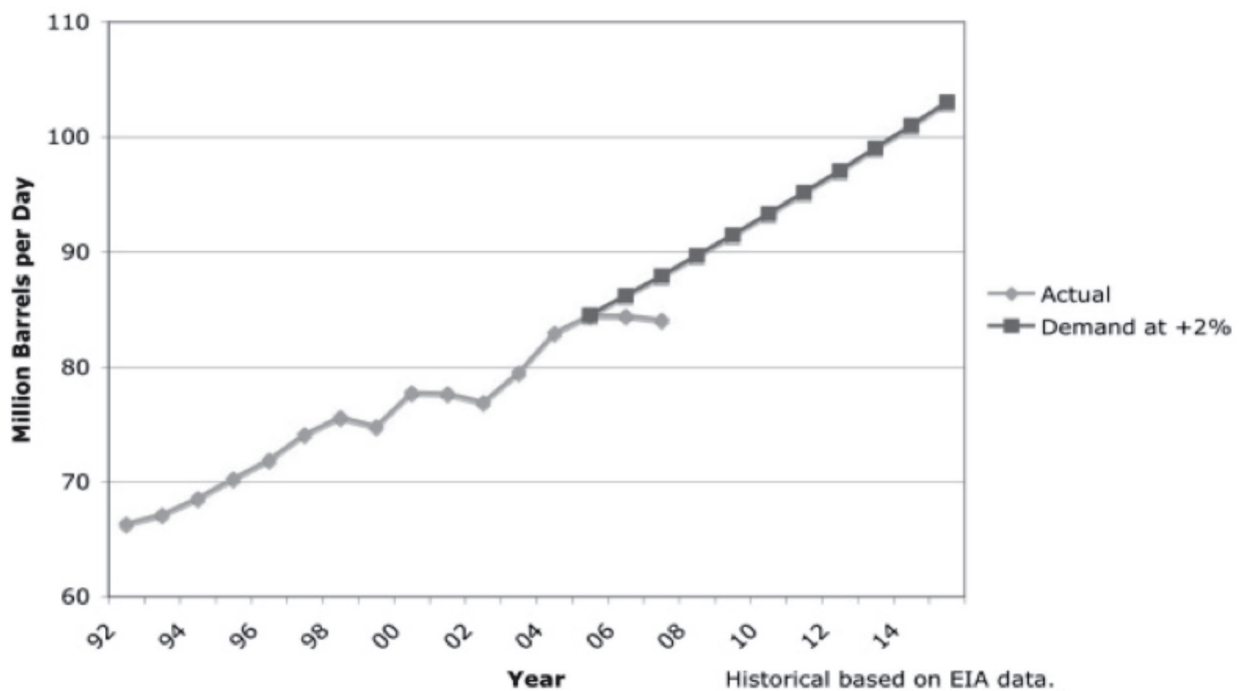
Keywords: fuel, Fischer-Tropsch, petroleum product

ความนำ

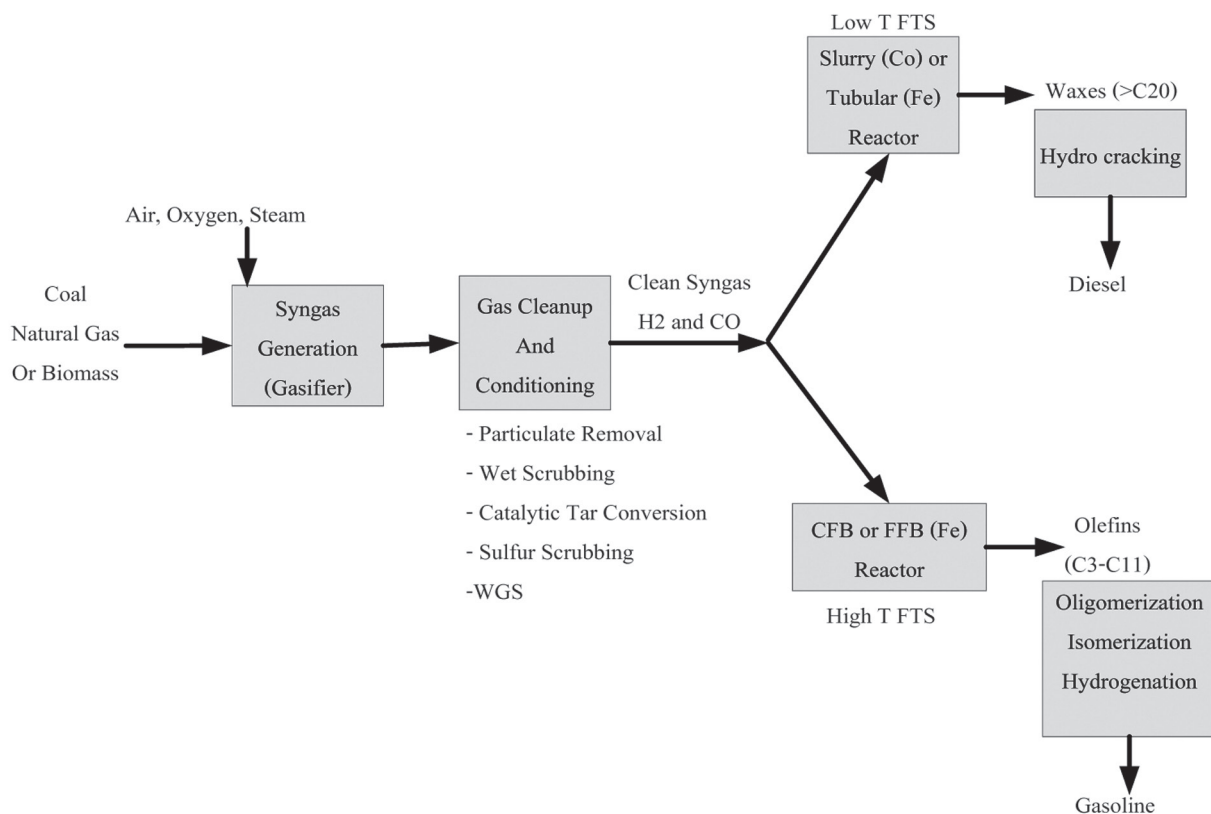
ในปัจจุบันทั่วโลกมีอัตราการใช้เชื้อเพลิงน้ำมันเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ซึ่งสอดคล้องกับกำลังการผลิตน้ำมันทั่วโลกที่เพิ่มสูงขึ้นทุกปี ดังแสดงในภาพที่ 1

ส่งผลให้ปริมาณน้ำมันลดปิโตรเลียมสำรองลงอย่างรวดเร็ว เป็นที่ทราบกันว่า เชื้อเพลิงจากฟอสซิล กำลังจะหมดไปจากโลกในอีกไม่กี่สิบปีข้างหน้า หลายประเทศทั่วโลกจึงเร่งพัฒนาเทคโนโลยีเชื้อเพลิงทางเลือกใหม่ที่สะอาด เพื่อลดการพึ่งพาน้ำมันปิโตรเลียมลง





ภาพ 1 แสดงอัตราการผลิตน้ำมันของโลก
ที่มา: Our finite world, 2007



CFB: circulating fluid bed reactors (Synthol reactors)

FFB: fixed fluid bed reactors known as Sasol Advanced Synthol reactors

ภาพ 2 แสดงกระบวนการผลิตโดยทั่วไปของการสังเคราะห์ฟิสเชอร์โทรป

Note from. Eduardo Falabella Souza-Aguiar, Sirlei Sebastião Alves de Sousa, Fernando Barbosa de Oliveira, 2009.

ประเทศพัฒนาแล้วทั่วโลก เช่น สหรัฐอเมริกา เยอรมนี อังกฤษ และญี่ปุ่น กำลังให้ความสนใจกับการพัฒนาเชื้อเพลิงทางเลือกขึ้นมาใช้งานแทนที่น้ำมันดิบ งานวิจัยเพื่อสังเคราะห์เชื้อเพลิงประเภทใหม่จากวัตถุดิบต่าง ๆ อย่างแพร่หลาย นั่นคือ การสังเคราะห์ฟิสเชอร์โทรป (Fischer-Tropsch Synthesis--FTS) บนตัวเร่งปฏิกิริยา โลหะทรานซิชันของแข็ง เช่น เหล็ก (Fe) หรือโคบอลต์ (Co) และเปลี่ยนสภาพกลายเป็นเชื้อเพลิงเหลว โดยวัตถุดิบหรือสารตั้งต้นแบ่งเป็นสามชนิดคือ วัตถุดิบที่ใช้เป็นแก๊สเชื้อเพลิงจะเรียกว่า GTL (Gas to Liquid) วัตถุดิบที่ใช้เป็นชีวมวล เชื้อเพลิงที่ผลิตได้เรียกว่า BTL (Biomass to Liquid) และถ้าวัตถุดิบที่ใช้เป็นถ่านหิน เชื้อเพลิงที่ผลิตได้เรียกว่า CTL (Coal to Liquid) (นวดล เหล่าศิริพจน์, 2550)

เชื้อเพลิงทั้ง 3 ชนิดนี้มีข้อได้เปรียบกว่าเชื้อเพลิงทางเลือกใหม่ประเภทอื่น เพราะไม่จำเป็นต้องทำการเปลี่ยนแปลงระบบการใช้เชื้อเพลิง ระบบเครื่องยนต์ ระบบขนส่ง และระบบจ่ายน้ำมัน เนื่องจากมีคุณสมบัติใกล้เคียงกับน้ำมันเชื้อเพลิงเหลวที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน เมื่อเทียบกับเชื้อเพลิงทางเลือกใหม่ประเภทอื่น เช่น ไฮโดรเจนและแก๊สธรรมชาติอัด (CNG) จำเป็นต้องทำการปรับแต่งเครื่องยนต์ให้ใช้งานจริง และมีอายุการใช้งานนานเท่าเดิม ซึ่งค่าอุปกรณ์ปรับแต่งยานยนต์เพื่อให้ใช้แก๊สธรรมชาติอัดได้ยังมีราคาสูงและไม่คุ้มค่ากับการลงทุน หลายกรณียังไม่สามารถใช้อย่างแพร่หลายได้ (รักษิต ลูติพัฒน์พงศ์, 2007)

ผลิตภัณฑ์หลักของการสังเคราะห์ฟิสเชอร์โทรป คือ ดีเซลสังเคราะห์ที่สามารถนำมาใช้แทนน้ำมันดีเซลในเครื่องยนต์ได้ บทความนี้จะนำเสนอขั้นตอนของกระบวนการสังเคราะห์ฟิสเชอร์โทรป และข้อได้เปรียบของการนำกระบวนการสังเคราะห์ฟิสเชอร์โทรป GTL มาใช้ในการผลิตน้ำมันสังเคราะห์

การสังเคราะห์ฟิสเชอร์โทรป

หมายถึง การสังเคราะห์สารประเภท ไฮโดรคาร์บอน โอลิฟิน พาราฟิน และผลิตภัณฑ์ที่มีออกซิเจนเป็นองค์ประกอบ ด้วยปฏิกิริยาคายความร้อน ปัจจัยที่มีผลต่อผลิตภัณฑ์ประกอบด้วย อุณหภูมิที่ใช้ทำ

ปฏิกิริยา สัดส่วนการป้อนของสารตั้งต้น แก๊สสังเคราะห์ (Syngas, H_2/CO) ความดันที่ใช้ในการทำปฏิกิริยา ชนิด และองค์ประกอบของตัวเร่งปฏิกิริยา กระบวนการสังเคราะห์ฟิสเชอร์โทรปประกอบด้วย 4 ขั้นตอนหลัก คือ

- การเตรียมแก๊สสังเคราะห์ (syngas generation)
- การทำแก๊สให้บริสุทธิ์ (gas purification)
- การสังเคราะห์ฟิสเชอร์โทรป (FT synthesis)
- การปรับปรุงคุณภาพของผลิตภัณฑ์ (product Upgrading)

ภาพ 2 แสดงอุณหภูมิที่ใช้ในการทำปฏิกิริยาของการสังเคราะห์ฟิสเชอร์โทรปมีสองช่วงคือ อุณหภูมิต่ำระหว่าง 200-240 °C และอุณหภูมิสูงระหว่าง 300-350 °C และตัวเร่งปฏิกิริยาที่ใช้คือโลหะทรานซิชัน เช่น เหล็ก (Fe) และโคบอลต์ (Co)

สารตั้งต้นประกอบด้วยแก๊สธรรมชาติ วัสดุชีวมวล และถ่านหิน กระบวนการเตรียมสารตั้งต้นที่เหมาะสมสำหรับสารตั้งต้นประเภทแก๊สธรรมชาติคือ ออโต้เทอมอลรีฟอร์มมิง (Auto-thermal Reforming) หรือ ออโต้เทอมอลรีฟอร์มมิงร่วมกับ สตีมีฟอร์มมิง (Steam Reforming) เนื่องจากให้สัดส่วนของสารตั้งต้น H_2/CO ที่เหมาะสมและควรลงทุนกับระบบแยกอากาศมากกว่าการใช้เครื่องปฏิกรณ์แบบเทอร์บูลาร์ (Tubular Reactor) หรือสตีมีเทนรีฟอร์มมิง (Steam Methane Reforming-SMR)

หากใช้ถ่านหินเป็นสารตั้งต้นในการเตรียมสารตั้งต้นจำเป็นต้องใช้อุณหภูมิสูงในการแยกแก๊ส ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดและปริมาณของผลิตภัณฑ์ (FT Products) ที่ต้องการ โดยใช้อุณหภูมิในการทำปฏิกิริยาเป็นสองช่วง ดังกล่าวข้างต้น และที่สำคัญต้องรักษาอุณหภูมิของ FTS ให้ต่ำกว่า 400 °C เพื่อให้เกิดมีเทนในปริมาณน้อยที่สุด นอกจากนี้ถ้าใช้โคบอลต์เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา อุณหภูมิที่เหมาะสมคือช่วงอุณหภูมิต่ำ เนื่องจากจะผลิตแว็กซ์ (Waxes) ในปริมาณมาก แต่ถ้าใช้อุณหภูมิสูงจะผลิตมีเทนออกมา ผลิตภัณฑ์ที่ได้คือ แก๊สโซลีน (Gasoline) และ โอลิฟิน (Olefins)

หากต้องการผลิตภัณฑ์แก๊สโซลีนปริมาณมาก ตัวเร่งปฏิกิริยาที่เหมาะสมคือเหล็ก และใช้ถึงปฏิกรณ์ประเภทฟลิวอิดเบด (Fixed Fluid bed Reactor) ทำปฏิกิริยาที่อุณหภูมิสูงในทางตรงกันข้าม ถ้าต้องการผลิตภัณฑ์น้ำมันดีเซลสังเคราะห์ปริมาณมาก ตัวเร่งปฏิกิริยาที่เหมาะสมคือโคบอลต์ และใช้ถึงปฏิกรณ์ประเภทแขวนลอย (Slurry Reactor)

ผลิตภัณฑ์ที่ต้องการไม่ว่าชนิดใดก็ตามต้องให้ความดันระหว่าง 10-40 bars (145-580 psi) สิ่งที่สำคัญคือการปรับปรุงคุณภาพของผลิตภัณฑ์เป็นขั้นตอนสุดท้าย เนื่องจากเป็นขั้นตอนแยกผลิตภัณฑ์โดยทั่วไปหมายรวมถึง กระบวนการไฮโดรทรีตติ้ง (Hydro-treating) กระบวนการไฮโดรแครกกิง (Hydro-cracking) และกระบวนการไฮโดรไอโซเมอไรเซชัน (Hydro-isomerization)

ประเภทของวัตถุดิบสำหรับการสังเคราะห์ฟิสเซอร์โทป

สารตั้งต้นของการสังเคราะห์ฟิสเซอร์โทปแบ่งเป็น 3 ประเภท คือ GTL BTL และ CTL ซึ่งแตกต่างกันดังแสดงในตารางที่ 1

GTL เป็นกระบวนการผลิตน้ำมันสังเคราะห์จากก๊าซธรรมชาติ โดยใช้ก๊าซธรรมชาติเป็นสารตั้งต้นผ่านกระบวนการฟิสเซอร์โทปเพื่อแปลงเป็นเชื้อเพลิงเหลว และปรับปรุงคุณภาพของเหลวให้เป็นน้ำมันสังเคราะห์ ดังแสดงในภาพที่ 3 ปัจจุบันมีผู้ที่สามารถผลิตน้ำมันสังเคราะห์ได้หลายราย เช่น SMDS (Shell Middle Distillation Synthesis) ของรอยัลดัตช์เชลล์ SPD (Sasol Slurry Phase Distillate) ของซาซอล-เซฟรอลของอังกฤษ และ GTL ของคอบีโนโคฟิลลิปส์ ซึ่งผลผลิตและผลิตภัณฑ์พลอยได้จะแตกต่างกันไปตามแต่ละเทคนิคของผู้ผลิตดังแสดงในตารางที่ 2

ตาราง 1

วัตถุดิบและผลิตภัณฑ์ของกระบวนการ GTL BTL และ CTL

กระบวนการ	วัตถุดิบ	ผลิตภัณฑ์
GTL	ก๊าซธรรมชาติ ถ่านหินชีวมวล	เนฟธา น้ำมันดีเซล และสารเคมีต่างๆ
BTL	ฟีน ถ่าน หน้ำ กระดาศ ขยะมูลฝอย กลบ ขนอ้อย	น้ำมันดีเซล เมทานอล แอมโมเนีย ไฮโดรเจน และสารเคมีต่างๆ
CTL	ถ่านหิน	เชื้อเพลิง เมทานอล แอมโมเนีย กำมะถัน และสารเคมีต่างๆ

ตาราง 2

ผลผลิตและผลิตภัณฑ์พลอยได้จากขั้นตอนการผลิตน้ำมันเชื้อเพลิงสังเคราะห์

Product	Shell	Sasol	Chevron	ConocoPhillips
Primary products	BAU ♦ Mogas ♦ ULS Gasoil ♦ Industrial Gasoil ♦ LPG ♦ Naphtha ♦ Kerosene ♦ Heavy Fuel Oil ♦ Base Oil	BAU ♦ Mogas ♦ Diesel Co-Products: ♦ LPG ♦ Naphtha ♦ Kerosene ♦ Light Fuel Oil ♦ Residual Fuel	BAU ♦ Gasoline ♦ Diesel Co-Products: ♦ Heavy residual Oil ♦ Coke	BAU ♦ Gasoline ♦ Diesel Co-Products: ♦ Heavy residual Oil ♦ Coke
Primary products	SMDS ♦ LPG ♦ Naphtha & Condensate	SPD ♦ Diesel Co-products: ♦ Naphtha ♦ LPG	GTL ♦ FT Diesel ♦ FT ♦ Naphtha (no significant)	
By-products	♦ Gasoil ♦ Base Oils ♦ n-Paraffin		♦ Methanol	

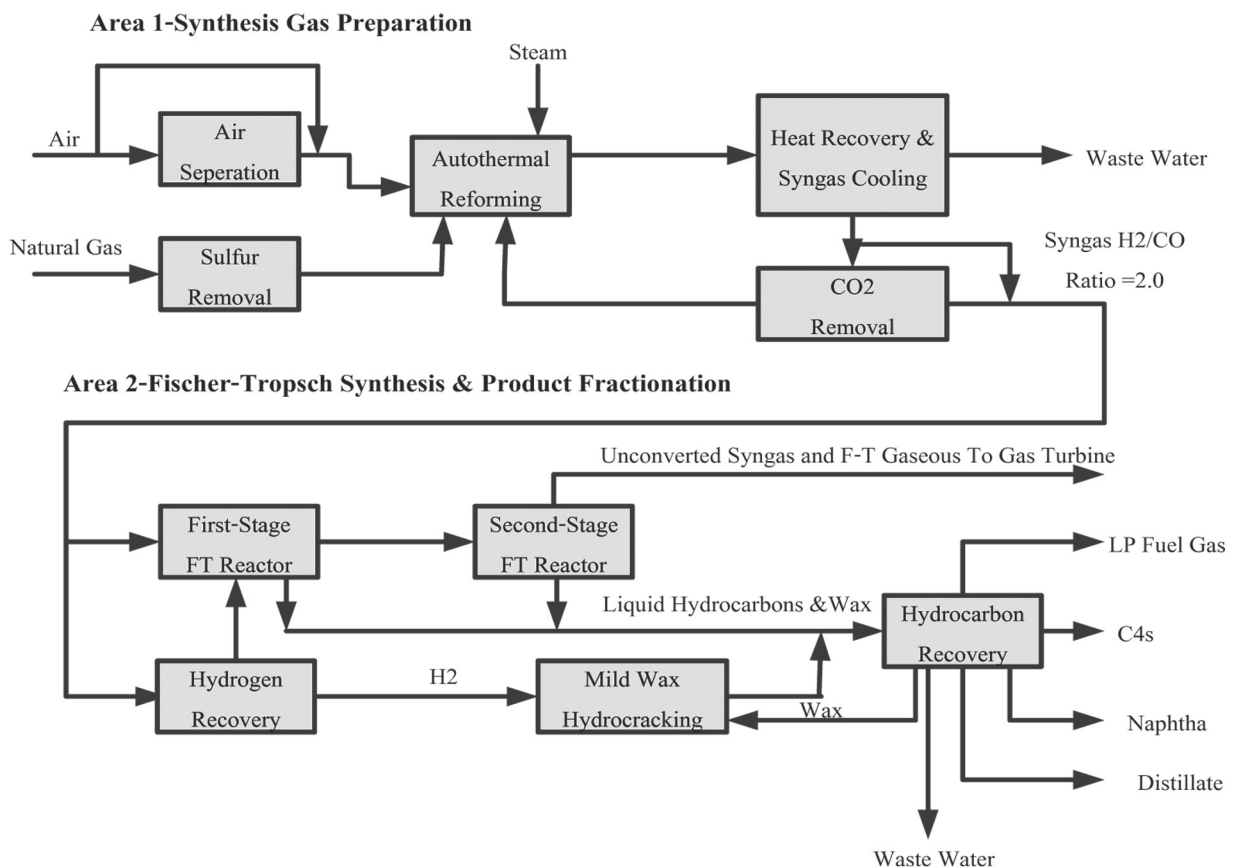
(ที่มา: ญัฐภัทร ศิริพรหมพันธุ์ ถิรายุ ปิ่นทอง นฤทธิ์ หล่อประดิษฐ์ สิทธิ ชัยศรี อิศระ หนูหล่อ, 2552)

จะเห็นได้ว่าน้ำมันดีเซลสังเคราะห์ที่ได้จากก๊าซธรรมชาติจะไม่ปล่อยกำมะถันไนโตรเจน และ อะโรมาติก จึงเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมมากกว่าน้ำมันดีเซลที่ได้มาจากการกลั่นปิโตรเลียม ดังแสดงในตารางที่ 3 เนื่องจากเครื่องยนต์ดีเซล (Compression Ignition) มีประสิทธิภาพ

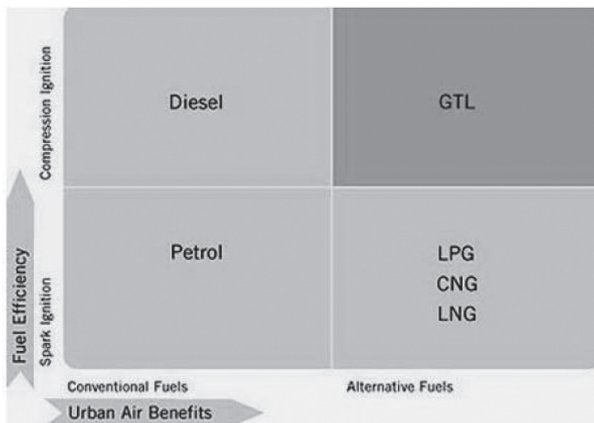
ในการแปลงพลังงานความร้อนเป็นพลังงานกลได้ดีกว่าเครื่องยนต์เบนซิน (Spark Ignition) เมื่อใช้ GTL ซึ่งเป็นเชื้อเพลิงที่มีความสะอาดและใกล้เคียงกับก๊าซธรรมชาติ ทำให้การใช้ GTL มีความได้เปรียบกว่าการใช้ระบบ CNG หรือ LPG ในภาคขนส่งดังแสดงในภาพที่ 4

BTL คือการเปลี่ยนชีวมวลเป็นเชื้อเพลิงเหลว

โดยผ่านกระบวนการฟิสเชอร์โทรป ดังแสดงในภาพที่ 5 น้ำมันดีเซล สารเคมี น้ำมันดีเซลที่ได้จากกระบวนการนี้สามารถนำไปผสมกับน้ำมันดีเซลที่ได้จากการกลั่นปิโตรเลียม ซึ่งจะช่วยลดการนำเข้าน้ำมันเชื้อเพลิงเนื่องจากประเทศไทยมีผลผลิตทางการเกษตรมาก จึงมีศักยภาพเพียงพอที่จะนำมาใช้ผลิต BTL ได้จำนวนมาก

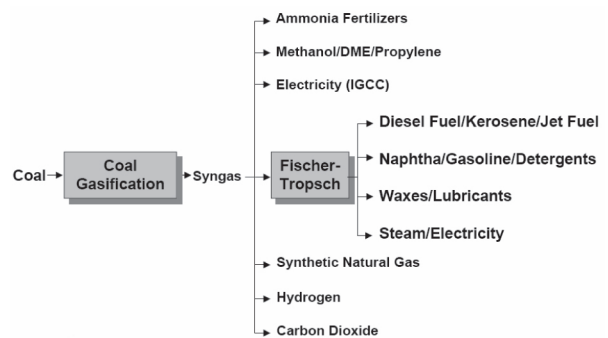


ภาพ 3 แสดงกระบวนการผลิตโดยทั่วไปของการสังเคราะห์ ฟิสเชอร์โทรป โดยใช้แก๊สธรรมชาติ เป็นสารตั้งต้น
 Note from. Design/Economics of a Once-Through Natural Gas Fischer-Tropsch Plant With Power Co-Production, by Choi, G. N. Kramer, S. J. Tam, S. S. 2009, Retrieved from <http://www.netl.doe.gov/publications/proceedings/97/97cl/choi.pdf>



ภาพ 5 สมรรถนะและมลภาวะ

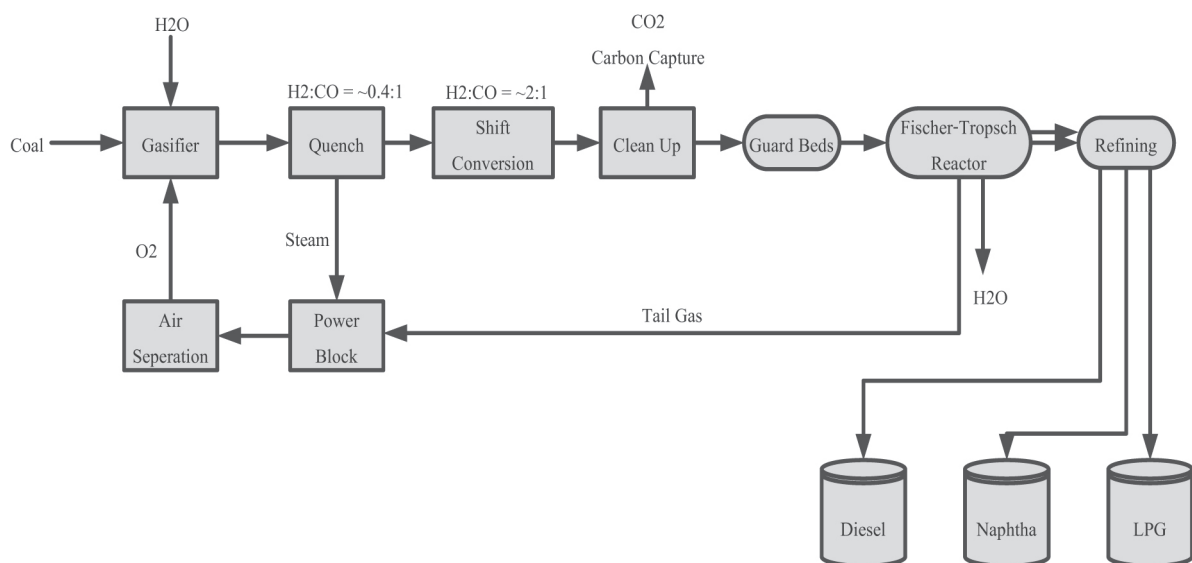
ที่มา. จาก Fischer-Tropsch diesel โดย ญัฐภัทร ศิริพรหมพันธุ์ อภิราญ ปิ่นทอง นฤฤทธิ์ หล่อประดิษฐ์ สิทธิ ชัยศรี และ อิศระ หนูหล่อ, 2552, กระทรวงพลังงาน



ภาพ 6 แสดงแผนภาพขั้นตอนการเปลี่ยนถ่านหินเป็นสารตั้งต้นผ่านกระบวนการฟิสเชอร์โทรป

Note from. *Coal Gasification & Fischer-Tropsch*. Indiana Center for Coal Technology Research by Brian H. Bowen, Marty W. Irwin, 2006, The Energy Center at Discovery Park, Purdue University

Coal to Liquids Process (CTL)



ภาพ 7 แสดงกระบวนการฟิสเชอร์โทรปโดยใช้ถ่านหินเป็นสารตั้งต้น CTL

Note from. Fischer Tropsch Catalyst Test on Coal-Derived Synthesis Gas. by Syntroleum, 2012, Retrieved from <http://www.syntroleum.com/pdf/White%20Paper%20Text%20Eastman.pdf>

ตาราง 3

ส่วนประกอบของน้ำมันดีเซลสังเคราะห์ที่ได้จาก GTL ของ Sasol Chevron

H/C ratio	สูงกว่าน้ำมัน
ความหนาแน่น	0.78 kg/l
พลังงาน	47.1 MJ/kg
Cetane Number	มากกว่า 70
Sulfur	ต่ำกว่า 5 ppm
Lubricity	ASTMD 6078

(ที่มา: อนุรักษ์ ศิริพรหมพันธุ์ ธิราชู ปิ่นทอง นฤทธิ หล่อประดิษฐ์ สิทธิ ชัยศรี อิศระ หนูหล่อ, 2552)

CTL เป็นการเปลี่ยนถ่านหินให้เป็นของเหลว โดยผ่านกระบวนการฟิสเชอร์โทรป ดังแสดงในภาพที่ 6-7 ถ่านหินเป็นเชื้อเพลิงที่มีต้นทุนต่ำ แต่มีจุดด้อยในด้านมลพิษตัวอย่างเช่น ประเทศจีนซึ่งมีแหล่งถ่านหินอยู่จำนวนมาก แต่ขาดแคลนก๊าซธรรมชาติและน้ำมันเชื้อเพลิง ประกอบกับในช่วง 25 ปีที่ผ่านมา การเติบโตของ GDP ของประเทศเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วเช่นเดียวกับการบริโภคพลังงานที่สูงขึ้น ถ่านหินจึงยังเป็นแหล่งพลังงานที่มีความสำคัญ

การนำถ่านหินมาใช้โดยตรงก่อให้เกิดปัญหาการเกิดฝนกรดจากก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ และอนุภาคฝุ่นละอองในอากาศสูง ดังนั้น การนำเทคโนโลยี CTL มาใช้เพื่อแปลงถ่านหินเป็นเชื้อเพลิงและก๊าซ สามารถนำไปเป็นวัตถุดิบใช้ต่อเนื่องในอุตสาหกรรมปิโตรเคมีได้ด้วย เนื่องจากก๊าซที่ได้จากถ่านหินอันประกอบด้วย

เอทิลีน (Ethylene) โพรเพน (Propane) บิวเทน (Butane) และและสารประกอบไฮโดรคาร์บอนที่มีอะตอมคาร์บอนมากกว่า 5 (C5+) ซึ่งการเปลี่ยนถ่านหินเป็นของเหลว (CTL) จะมีลักษณะที่คล้ายคลึงกับการเปลี่ยนก๊าซธรรมชาติให้เป็นของเหลว (GTL) เพียงแต่จะแตกต่างกันที่ถ่านหินจะต้องถูกนำไปเปลี่ยนรูปให้อยู่ในรูปของก๊าซโดยการเผาแบบไม่สมบูรณ์ก่อน (Gasification) หลังจากนั้นจึงจะถูกเปลี่ยนให้อยู่ในรูปของเหลว (Liquefaction) อีกครั้งโดยผ่านกระบวนการฟิสเชอร์โทรป ของเหลวที่ได้จะมีลักษณะคล้ายน้ำมันดิบซึ่งสามารถนำไปกลั่นได้

สรุป

ประเทศไทยมีปริมาณการสำรองน้ำมัน ก๊าซธรรมชาติ และถ่านหินค่อนข้างจำกัด ปริมาณการนำเข้าน้ำมันดิบในปี พ.ศ. 2554 อยู่ที่ระดับ 0.794 ล้านบาร์เรล ลดลงจากปี พ.ศ. 2553 ร้อยละ 2.7 โดยมีปริมาณการบริโภคน้ำมันอยู่ที่ 0.674 ล้านบาร์เรลต่อวัน เพิ่มขึ้นจากปี พ.ศ. 2553 เพียงเล็กน้อย เนื่องจากการเปลี่ยนพฤติกรรมการใช้พลังงานไปสู่พลังงานทางเลือกเช่น ก๊าซธรรมชาติ แก๊สโซฮอลล์ และไบโอดีเซล เป็นต้น อย่างไรก็ตามพลังงานภายในประเทศจะมีไม่เพียงพอ กับความต้องการในอนาคต เนื่องจากน้ำมันเชื้อเพลิงจากฟอสซิลมีแนวโน้มจะหมดไปในเร็ววัน และที่สำคัญประเทศไทยมีแหล่งก๊าซธรรมชาติและน้ำมันปิโตรเลียม น้อย ไม่เพียงพอต่อการใช้ในประเทศ ดังนั้นจึงควรเร่งพัฒนาการผลิตน้ำมันสังเคราะห์มาใช้ในเชิงพาณิชย์ให้มากขึ้น



เอกสารอ้างอิง

- ณัฐภัทร ศิริพรหมพันธุ์ ธีรายุ ปิ่นทอง นฤทธิ หล่อประดิษฐ์ สิทธิ ชัยศรี และอิสระ หนูหล่อ. (2552) Fischer-Tropsch diesel โครงการจัดทำระบบฐานข้อมูลพลังงานเพื่อการวิเคราะห์และวางแผนยุทธศาสตร์พลังงานของประเทศ สถาบันวิจัยและพัฒนาพลังงาน มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ร่วมกับ สำนักนโยบายและแผนยุทธศาสตร์ สำนักปลัดกระทรวงพลังงาน กระทรวงพลังงาน.
- นวดล เหล่าศิริพจน์. (2550). เชื้อเพลิงทางเลือกใหม่... ทดแทนน้ำมันในภาคขนส่ง หนังสือพิมพ์โพสทูเดย์ ฉบับวันที่ 7 สิงหาคม พ.ศ. 2550
- รักษิต จูติพัฒน์พงศ์. (2007). น้ำมันดีเซลสังเคราะห์: พลังงานทางเลือกในภาคขนส่ง? งานวิจัยระบบอิเล็กทรอนิกส์ยานยนต์, หน่วยปฏิบัติการวิจัยพัฒนาเทคโนโลยีสมองกลฝังตัว ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ (NECTEC).
- Brian H. Bowen, Marty W. Irwin. (2006). *Coal Gasification & Fischer-Tropsch*. Indiana Center for Coal Technology Research, The Energy Center at Discovery Park, Purdue University, Potter Engineering Center, 500 Central Drive West Lafayette, IN 47907-2022.
- Eduardo Falabella Souza-Aguiar, Sirlei Sebastião Alves de Sousa, Fernando Barbosa de Oliveira. (2009). *BTL: A solution to increase energy efficiency in the Brazilian alcohol business*. Retrieved from <http://www.worldenergy.org/documents/p001357.pdf>
- Choi, G. N. Kramer, S. J. Tam, S. S. (2009). *Design/Economics of a Once-Through Natural Gas Fischer-Tropsch Plant With Power Co-Production*. Retrieved from <http://www.netl.doe.gov/publications/proceedings/97/97cl/choi.pdf>
- Our finite world. (2007). Peak Oil Overview-June 2007, What does world oil production look like?. Retrieved from <http://ourfinitemworld.com/2007/06/19/peak-oil-overview-june-2007/>
- Syntroleum (2009). Fischer Tropsch Catalyst Test on Coal-Derived Synthesis Gas. Retrieved from <http://www.syntroleum.com/pdf/White%20Paper%20Text%20Eastman.pdf>



ความสัมพันธ์ของภาวะสุขภาพจิต สิ่งแวดล้อมในการทำงาน และ ความสามารถในการทำงานของพยาบาลวิชาชีพในโรงพยาบาล สังกัดกระทรวงสาธารณสุข จังหวัดปทุมธานี

Correlation of Mental Health, Working Environment and Work Ability of Professional Nurses in Hospitals under Public Health Ministry, Pathum Thani Province

พรทิภา ชามุตร



บทคัดย่อ

การวิจัยเชิงสำรวจภาคตัดขวางครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษา (1) ความสามารถในการทำงานของพยาบาลวิชาชีพ (2) ความสัมพันธ์ของปัจจัยส่วนบุคคล ภาวะสุขภาพจิต สิ่งแวดล้อมในการทำงานกับความสามารถในการทำงานของพยาบาลวิชาชีพ (3) ปัจจัยที่สามารถทำนายความสามารถในการทำงานของพยาบาลวิชาชีพ ในโรงพยาบาลสังกัดกระทรวงสาธารณสุข จังหวัดปทุมธานี กลุ่มตัวอย่างเป็น พยาบาลวิชาชีพที่ปฏิบัติงานในโรงพยาบาลสังกัดกระทรวงสาธารณสุข จังหวัดปทุมธานี ที่มีอายุ 23-59 ปี ซึ่งใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบง่าย จำนวน 252 คน เก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้แบบสอบถาม วิเคราะห์ข้อมูลใช้สถิติเชิงพรรณนา วิเคราะห์ความสัมพันธ์โดยใช้สถิติ ไคว์-สแควร์ สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สันและทดสอบความสัมพันธ์เชิงสาเหตุและผลด้วยการถดถอยพหุแบบขั้นตอน ผลการศึกษาพบว่า (1) พยาบาลวิชาชีพส่วนใหญ่มีความสามารถในการทำงานอยู่ในระดับดี ร้อยละ 53.6 ระดับดีมาก ร้อยละ 17.9 (2) ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับความสามารถในการทำงานของพยาบาลวิชาชีพ ได้แก่ ภาวะสุขภาพจิตโดยรวมและรายด้าน มีความสัมพันธ์เชิงลบกับความสามารถในการทำงานของพยาบาลวิชาชีพ และสิ่งแวดล้อมในการทำงานโดยรวมและรายด้าน มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับความสามารถในการทำงานของพยาบาลวิชาชีพ โดยมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p < .05$ (3) ปัจจัยที่มีผลต่อความสามารถในการทำงานของพยาบาลวิชาชีพ ได้แก่ ภาวะสุขภาพจิตด้านอาการทางกาย สิ่งแวดล้อมในการทำงาน ด้านสภาพแวดล้อมทางกายภาพ ด้านความมุ่งมั่นในงาน และด้านความผูกพันระหว่างเพื่อนร่วมงาน โดยมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p < 0.05$ และสามารถร่วมกันทำนาย (R^2) ความสามารถในการทำงานพยาบาลวิชาชีพได้ ร้อยละ 29.1 ($p\text{-value} < .001$)

คำสำคัญ: ภาวะสุขภาพจิต, สิ่งแวดล้อมในการทำงาน, ความสามารถในการทำงาน, พยาบาลวิชาชีพ

Abstract

The purpose of this cross-sectional survey research was to study (1) the work ability of the professional nurses (2) the correlation of personal factors, mental health, working environment and work ability of the professional nurses (3) the factor which could predict the work ability of the professional nurses in hospitals under Public health ministry (MOPH), Pathumthani province. The 252 samples were



professional nurses in hospital under MOPH, Pathumthani province, aged 23-59 years by using simple random sampling. The research tool used for collecting data was questionnaire. Descriptive analysis was used to analyze the data, as well as Chi square, the Pearson's product moment correlation and Multiple regression. The results showed that (1) the work ability showed 53.6% were at good level and 17.9% were at very good level. (2) The factors correlated negatively overall. Each dimension with work ability of the professional nurses was mental health. However, a positive relationship was found for working environment overall and for each dimension included significantly, (p -value < .05). (3) The factors influencing work ability were mental health status related to physical symptom problem, working environment related to physical environment, working commitment, and team relationship. These factors could predict the working ability of the sample with $R^2=29.1\%$ (p -value < .001)

Keywords: mental health, working environment, work ability, professional nurse

ความนำ

ความสามารถในการทำงาน (work ability) เป็นความพร้อมของบุคคลต่อความสามารถในการทำงานของตนเองในปัจจุบันและที่จะเป็นไปในอนาคตอันใกล้ให้ประสบความสำเร็จบรรลุตามเป้าหมายได้ โครงสร้างของความสามารถในการทำงานประกอบด้วย (1) ปัจจัยด้านคน (human resources) (2) ปัจจัยด้านงาน (work characteristics) และ (3) ปัจจัยนอกงาน (factors outside the working life) (Ilmarinen, 2005) ซึ่งแตกต่างจากสมรรถนะ สมรรถนะพยาบาลวิชาชีพ หมายถึง คุณลักษณะเชิงพฤติกรรมของ พยาบาลที่เป็นผลมาจากความรู้ (knowledge) ความสามารถ หรือทักษะ (skills) และคุณลักษณะ (attributes) อื่น ๆ ที่ต้องการให้มี เพื่อให้การปฏิบัติงานการพยาบาลช่วยให้บรรลุวิสัยทัศน์ พันธกิจ และภารกิจขององค์กร ความสามารถในการทำงาน จึงเป็นปัจจัยสำคัญสำหรับการประกอบอาชีพของบุคคล บุคคลใดมีความสามารถในการทำงานสูงจะสามารถทำงานของตนให้มีคุณภาพและปริมาณของผลผลิตที่สูง (Cooper, 1998) พบว่า ลักษณะงานที่ทำให้ความสามารถในการทำงานลดลงคือ งานที่ต้องใช้กำลังมาก งานที่มีสิ่งแวดล้อมการทำงานที่เป็นอันตราย (Ilmarinen, 1999) งานที่การบริหารจัดการไม่ดี และงานที่มีชั่วโมงการทำงานที่ยาวนาน (Nelson & Roxanne, 2012).

จากการศึกษาเรื่องความสามารถในการทำงาน (work ability) พบว่าโครงสร้างปัจจัยด้านสุขภาพสิ่งแวดล้อม และงานเป็นปัจจัยสำคัญที่สุดของความสามารถในการทำงาน (Hans, 2008; Ilmarinen, 2005) ปัจจัยหนึ่งที่สำคัญได้แก่ความเครียด ซึ่งในการปฏิบัติงานของพยาบาลนั้นเป็นงานที่ต้องใช้ทักษะวิชาชีพและเป็นงานที่มีความรับผิดชอบสูง ต้องเผชิญกับความเร่งรีบตลอดเวลาส่งผลให้เกิดความเครียด ซึ่งความเครียดจากการทำงานที่เกิดขึ้นนี้จะส่งผลให้ความสามารถในการทำงานลดต่ำลงได้ จากผลการวิจัยของ Wheeler and Riding (1995) พบว่าวิชาชีพพยาบาลเป็นวิชาชีพที่ต้องเผชิญกับความเครียดอยู่ตลอดเวลาเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มวิชาชีพอื่นแล้ว วิชาชีพพยาบาลมีความเครียดในการทำงานสูงกว่าวิชาชีพอื่นอย่างมีนัยสำคัญ (ดวงรัตน์ วัฒนกิจไกรเลิศ และคณะ, 2553) ผลของความเครียดทำให้พยาบาลเกิดความรู้สึกอ่อนล้า เบื่อหน่าย หดหู่ และขาดสมาธิ เกิดความผิดพลาดในการทำงาน บกพร่องในการรับรู้ เกิดภาวะซึมเศร้า พฤติกรรมเปลี่ยนแปลง ความสามารถในการควบคุมอารมณ์ลดลง อาจส่งผลให้เกิดความก้าวร้าวกับผู้ป่วยและญาติ รวมทั้ง เพื่อนร่วมงาน และอาการเจ็บป่วยทางกาย ส่งผลให้ทั้งปริมาณ คุณภาพ และความสามารถในการทำงานลดลง

นอกจากภาวะสุขภาพจิต ความเครียดแล้ว สิ่งแวดล้อมในการทำงานเป็นปัจจัยที่สำคัญประการหนึ่ง ที่อาจบั่นทอนความสามารถในการทำงานของพยาบาล ได้เช่นกัน (พนิชา บุตรปัญญา, 2551; นพรัตน์ กิ่งแก้ว, 2550) จากแนวคิดของ Moos (1986) ได้กล่าวไว้ว่า สภาพแวดล้อมในการทำงานเป็นสิ่งที่ส่งเสริมหรือ เชื้ออำนวยต่อการปฏิบัติงาน โดยประกอบด้วย 3 มิติ คือ มิติสัมพันธภาพ มิติความก้าวหน้าในหน้าที่การงาน และมิติการคงไว้และการเปลี่ยนแปลงระบบงาน มิติ เหล่านี้ล้วนมีอิทธิพลต่อพฤติกรรมและความรู้สึกนึกคิด ของบุคคลที่ร่วมกันทำงาน สอดคล้องกับลักษณะ การทำงานของพยาบาล

จังหวัดปทุมธานี มีโรงพยาบาลสังกัดกระทรวง สาธารณสุข รวมทั้งสิ้น 8 โรงพยาบาล โรงพยาบาลที่ได้ รับรองคุณภาพตามมาตรฐาน Hospital Accreditation- HA มีโรงพยาบาลปทุมธานีเพียงแห่งเดียว โรงพยาบาล ที่เหลือยังต้องปรับปรุงระบบบริการสุขภาพให้เป็นหลัก ประกันแก่สังคมว่าจะให้บริการสุขภาพที่มีคุณภาพและมี ประสิทธิภาพ แม้ว่าปัจจุบันสภาพบริบททางสังคมของ โรงพยาบาลสังกัดกระทรวงสาธารณสุขจังหวัดปทุมธานี มีปัญหาพยาบาลวิชาชีพลาออก ไอน่าย้าย คิดเป็นร้อยละ 2.63 (สำนักงานสาธารณสุขจังหวัดปทุมธานี, 2555) ทำให้ จำนวนพยาบาลวิชาชีพลดน้อยลง และปฏิบัติงานตาม ภาระงานที่มากขึ้น และพบว่าพยาบาลวิชาชีพส่วนหนึ่ง ใช้เวลานอกราชการไปปฏิบัติหน้าที่โรงพยาบาลเอกชน และโรงงานอุตสาหกรรมซึ่งได้รับค่าตอบแทนและ สวัสดิการเพิ่มขึ้น พยาบาลวิชาชีพที่ต้องปฏิบัติงาน ในสถานการณ์เช่นนี้เป็นคนที่มีความสามารถในการ ทำงานสูง จึงสามารถให้บริการสุขภาพที่มีคุณภาพ มีประสิทธิภาพและเกิดประโยชน์สูงสุดต่อผู้ใช้บริการ

จากการทบทวนวรรณกรรม ตามแนวคิดทฤษฎี ของ Ilmarinen (2005) Work ability มีแนวคิดเชิง โคจรสร้างเปรียบเสมือนบ้านซึ่งมีทั้งหมด 4 ชั้น บ้าน ชั้นแรกค่านึงถึงภาวะสุขภาพซึ่งประกอบด้วยสุขภาพกาย และสุขภาพจิต แต่ทว่าในแบบประเมินความสามารถ ในการทำงานการประเมินภาวะสุขภาพจิตเป็นการ ประเมินในภาพรวม คະแนนจากการประเมินไม่สามารถ

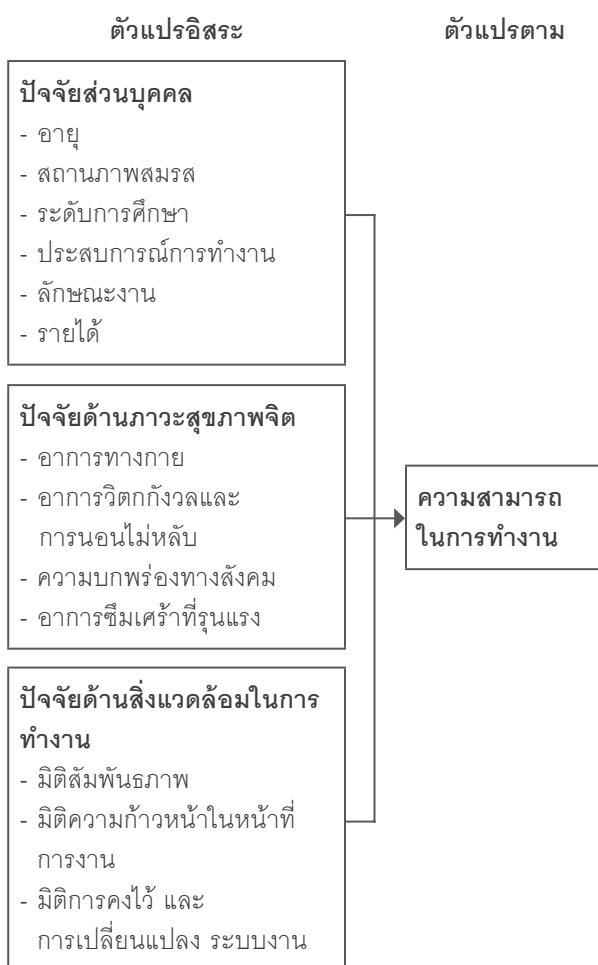
สะท้อนปัญหาด้านสุขภาพจิตของคนทำงานได้ผู้วิจัย จึงใช้แบบประเมินภาวะสุขภาพจิต Thai General Health Questionnaire-28--Thai GHQ-28 (กรมสุขภาพจิต, 2545) ตามแนวคิดของ Goldberg (1972) เป็นแบบวัด ที่มีความครอบคลุมทั้งด้านร่างกาย จิตใจ และสังคม จะได้มิติที่ละเอียดมากขึ้น ส่วนบ้านชั้นที่สี่มุมมองของ Ilmarinen กล่าวว่าปัจจัยด้านงานรวมถึงสิ่งแวดล้อม ในการทำงานเป็นปัจจัยที่สำคัญที่สุดของความสามารถ ในการทำงาน ซึ่งในแบบประเมินความสามารถในการ ทำงาน ก็เป็นการประเมินในภาพรวมเช่นกัน ผู้วิจัย มีความเห็นว่าการประเมินสิ่งแวดล้อมในการทำงาน ในมุมมองของ Moss (1986) ได้มิติที่ละเอียดมากขึ้น และเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาความสามารถในการ ทำงาน ผู้วิจัยจึงมีความสนใจศึกษาความสัมพันธ์ของ ปัจจัยเหล่านี้กับความสามารถในการทำงาน ผลของ การศึกษาที่ได้ในครั้งนี้เป็นข้อมูลเบื้องต้น สำหรับ ผู้บริหารทางการพยาบาลใช้ในการประกอบการตัดสินใจ ในการวางแผนพัฒนาความสามารถในการทำงานให้มี คุณภาพ เป็นที่ยอมรับของประชาชนที่มาใช้บริการ โดยการปรับปรุงและพัฒนาคุณภาพบริการของวิชาชีพ ให้เป็นแนวทางในปรับปรุงการศึกษาของพยาบาล ให้รองรับการพยาบาลที่มีคุณภาพในอนาคตต่อไป

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อศึกษาความสามารถในการทำงาน ของพยาบาลวิชาชีพในโรงพยาบาลสังกัดกระทรวง สาธารณสุข จังหวัดปทุมธานี
2. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่าง ปัจจัย ส่วนบุคคล ภาวะสุขภาพจิต สิ่งแวดล้อมในการทำงาน กับความสามารถในการทำงานของพยาบาลวิชาชีพ ในโรงพยาบาลสังกัดกระทรวงสาธารณสุข จังหวัด ปทุมธานี
3. เพื่อศึกษาปัจจัยที่สามารถทำนายความ สามารถในการทำงานของพยาบาลวิชาชีพที่ปฏิบัติงาน ในโรงพยาบาลสังกัดกระทรวงสาธารณสุข จังหวัด ปทุมธานี

กรอบแนวคิดการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษา ความสัมพันธ์ของภาวะสุขภาพจิต สิ่งแวดล้อมในการทำงาน และความสามารถในการทำงานของพยาบาลวิชาชีพในโรงพยาบาลสังกัดกระทรวงสาธารณสุข จังหวัดปทุมธานี โดยใช้แนวคิดทฤษฎีสิ่งแวดล้อมในการทำงานของ Moos (1986) ประเมินภาวะสุขภาพจิต Thai General Health Questionnaire-28--Thai GHQ-28 ตามแนวคิดของ Goldberg (1972) และความสามารถในการทำงานของ Ilmarinen (2005) สรุปเป็นกรอบแนวคิดดังนี้



ภาพ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

สมมติฐานการวิจัย

1. ปัจจัยส่วนบุคคล ภาวะสุขภาพจิต สิ่งแวดล้อมในการทำงานมีความสัมพันธ์กับความสามารถในการ

ทำงานของพยาบาลวิชาชีพในโรงพยาบาลสังกัดกระทรวงสาธารณสุข จังหวัดปทุมธานี

2. ปัจจัยส่วนบุคคล ภาวะสุขภาพจิต และ สิ่งแวดล้อมในการทำงานสามารถร่วมกันทำนายความสามารถในการทำงานของพยาบาลวิชาชีพในโรงพยาบาลสังกัดกระทรวงสาธารณสุข จังหวัดปทุมธานี

วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษาวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงสำรวจภาคตัดขวาง (Cross-sectional survey research) ประชากรคือ พยาบาลวิชาชีพที่ปฏิบัติงานในโรงพยาบาล สังกัดกระทรวงสาธารณสุข จังหวัดปทุมธานี จำนวน 684 คน โดยคำนวณขนาดกลุ่มตัวอย่าง โดยวิธีการของ ทาโรยามาเน่ (Taro Yamane, 1970) ได้จำนวน 252 คน คัดเลือกกลุ่มตัวอย่าง ด้วยวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบง่าย (simple random sampling) ผู้วิจัยได้ทำการตรวจสอบคุณภาพและความสมบูรณ์ของข้อมูลพบว่าข้อมูลมีความสมบูรณ์ครบถ้วนเพียงพอที่จะใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล จำนวน 252 ชุด เครื่องมือเป็นแบบสอบถามซึ่งประกอบด้วย ส่วนที่ 1 ข้อมูลส่วนบุคคล จำนวน 10 ข้อ ส่วนที่ 2 ภาวะสุขภาพจิตของพยาบาลวิชาชีพ จำนวน 28 ข้อ ส่วนที่ 3 สิ่งแวดล้อมในการทำงานของพยาบาลวิชาชีพ จำนวน 38 ข้อ ส่วนที่ 4 ความสามารถในการทำงานของพยาบาลวิชาชีพ เครื่องมือได้รับการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาโดยผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 3 ท่าน ได้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แอลฟาของครอนบาคเท่ากับ .86, .95 และ.74 ตามลำดับระยะเวลาในการศึกษาระหว่างเดือน พฤศจิกายน 2555-ธันวาคม 2555 วิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปใช้สถิติเชิงพรรณนาได้แก่ ค่าความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน, วิเคราะห์ความสัมพันธ์โดยใช้สถิติ ไค-สแควร์ สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน และทดสอบความสัมพันธ์เชิงสาเหตุและผล ด้วยการถดถอยพหุแบบขั้นตอน

ผลการวิจัย

จากผลการวิเคราะห์ปัจจัยส่วนบุคคล ของพยาบาลวิชาชีพในโรงพยาบาลสังกัดกระทรวงสาธารณสุข จังหวัดปทุมธานีในการศึกษาคั้งนี้ เป็นเพศหญิงทั้งหมด ปฏิบัติงานตั้งแต่ 1 ปีขึ้นไป อายุเฉลี่ย 41.12 ปี (SD = 7.71 ปี) ร้อยละ 67.5 มีสถานภาพสมรสคู่ ระดับการศึกษาส่วนใหญ่จบปริญญาตรีหรือประกาศนียบัตรเทียบเท่า ร้อยละ 91.3 ประสบการณ์การทำงานเฉลี่ย 18.48 ปี (SD = 7.80 ปี) ส่วนใหญ่ปฏิบัติงานในหอผู้ป่วยในสามัญ ร้อยละ 31.7 ปฏิบัติงานเป็นผลัดร้อยละ 64.3 ปฏิบัติงานต่อเนื่องกันมากกว่า 8 ชั่วโมงต่อวันร้อยละ 75 เฉลี่ยวันละ 11.77 ชั่วโมงต่อวัน มีรายได้เฉลี่ย 33,730 บาทต่อเดือน (SD = 9,408.95 บาท)

1. ผลการศึกษาความสามารถในการทำงานของพยาบาลวิชาชีพในโรงพยาบาลสังกัดกระทรวงสาธารณสุข จังหวัดปทุมธานี พยาบาลวิชาชีพมีค่าเฉลี่ยความสามารถในการทำงานเท่ากับ 38.69 (SD = 4.75) ส่วนใหญ่ อยู่ในระดับดี ร้อยละ 53.6 ความสามารถในการทำงานอยู่ในระดับดีมาก ร้อยละ 17.9 และความสามารถในการทำงานอยู่ในระดับต่ำมีเพียง ร้อยละ 1.2

2. ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยส่วนบุคคล ภาวะสุขภาพจิต สิ่งแวดล้อมในการทำงานกับความสามารถในการทำงาน

2.1. ผลการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยส่วนบุคคลกับความสามารถในการทำงานของพยาบาลวิชาชีพในโรงพยาบาลสังกัดกระทรวงสาธารณสุข จังหวัดปทุมธานี พบว่าด้านสถานภาพสมรส ระดับการศึกษา แผนก/หอผู้ป่วยในการปฏิบัติงาน ประเภทงาน (เป็นผลัด กะ เวร) ชั่วโมงการทำงาน/วัน มีความสัมพันธ์กับ ความสามารถในการทำงาน อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (p-value=.875, .525, .053, .934 และ 1.000 ตามลำดับ) ส่วนด้านอายุ และประสบการณ์การทำงาน มีความสัมพันธ์เชิงลบกับความสามารถในการทำงาน อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($r=-.059$, p-value=.352 และ $r=-.078$, p-value=.218 ตามลำดับ) รายได้ มีความสัมพันธ์เชิง

บวกกับความสามารถในการทำงาน อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($r=.033$, p-value=.601)

2.2 ผลการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างภาวะสุขภาพจิตกับความสามารถในการทำงานของพยาบาลวิชาชีพในโรงพยาบาลสังกัดกระทรวงสาธารณสุข จังหวัดปทุมธานี พบว่าภาวะสุขภาพจิตโดยรวมมีความสัมพันธ์เชิงลบ ในระดับต่ำ กับความสามารถในการทำงาน ($r=-.412$) และเมื่อวิเคราะห์รายด้าน พบว่า ภาวะสุขภาพจิตด้านอาการทางกาย ด้านอาการวิตกกังวลและการนอนไม่หลับ และด้านความบกพร่องทางสังคม มีความสัมพันธ์เชิงลบ ในระดับต่ำ กับความสามารถในการทำงานอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ($r=-.418$, $r=-.295$ และ $r=-.300$, ตามลำดับ) สำหรับด้านอาการซึมเศร้าที่รุนแรงมีความสัมพันธ์เชิงลบ ในระดับต่ำมาก กับความสามารถในการทำงาน ($r=-.189$) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2.3 ผลการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งแวดล้อมในการทำงานกับความสามารถในการทำงานของพยาบาลวิชาชีพในโรงพยาบาลสังกัดกระทรวงสาธารณสุข จังหวัดปทุมธานี พบว่า สิ่งแวดล้อมในการทำงานโดยรวมมีความสัมพันธ์เชิงบวกในระดับต่ำ กับความสามารถในการทำงาน ($r=.406$) เมื่อวิเคราะห์ตามมิติพบว่า มิติสัมพันธภาพมีความสัมพันธ์เชิงบวกในระดับต่ำ กับความสามารถในการทำงาน ($r=.302$) มิติความก้าวหน้าในหน้าที่การงานและมิติการคงไว้และการเปลี่ยนแปลงระบบงานมีความสัมพันธ์เชิงบวกในระดับต่ำ กับความสามารถในการทำงาน ($r=.319$ เท่ากัน) เมื่อวิเคราะห์รายด้านพบว่า สิ่งแวดล้อมในการทำงานด้านความผูกพันระหว่างเพื่อนร่วมงาน ด้านการสนับสนุนจากหัวหน้า ด้านความมีอิสระในหน้าที่การงาน ด้านความมุ่งมั่นในงาน และด้านสภาพแวดล้อมทางกายภาพ มีความสัมพันธ์เชิงบวกในระดับต่ำ กับความสามารถในการทำงาน ($r=.312$, $r=.280$, $r=.325$, $r=.296$ และ $r=.321$ ตามลำดับ) สำหรับด้านความเกี่ยวข้องในงาน ด้านความกดดันในงาน ด้านความชัดเจนของงาน ด้านการควบคุมงาน และด้านการนำนวัตกรรมใหม่มาใช้ ในหน่วยงานมีความสัมพันธ์เชิงบวกในระดับต่ำมาก กับความสามารถในการทำงาน ($r=.215$, $r=.250$, $r=.207$,

$r=.252$ และ $r=.249$, ตามลำดับ) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

3. ปัจจัยที่สามารถทำนายความสามารถในการทำงาน

ผลการศึกษาปัจจัยที่สามารถทำนายความสามารถในการทำงานของพยาบาลวิชาชีพในโรงพยาบาลสังกัดกระทรวงสาธารณสุข จังหวัดปทุมธานี ผลการวิเคราะห์ถดถอยพหุแบบขั้นตอน โดยให้ความสามารถในการทำงานเป็นตัวแปรตาม และปัจจัยทั้งหมดที่มีความสัมพันธ์กับความสามารถในการทำงานเป็นตัวแปรอิสระพบว่า ค่าสัมประสิทธิ์ถดถอยมาตรฐาน (Beta) ของตัวแปรอิสระที่มีค่าสูงที่สุดคือ ภาวะสุขภาพจิตด้านอาการทางกายมีค่า $Beta=-.333$ รองลงมา คือ สิ่งแวดล้อมในการทำงาน ด้านสภาพแวดล้อมทางกายภาพ ด้านความมุ่งมั่น ด้านความผูกพันระหว่างเพื่อนร่วมงานมีค่า $Beta=.231$, $.172$ และ $.123$ ตามลำดับ แสดงว่าภาวะสุขภาพจิตด้านอาการทางกายมีความสำคัญเป็นอันดับแรกที่สามารถทำนายความสามารถในการทำงานของพยาบาลวิชาชีพในสังกัดกระทรวงสาธารณสุข รองลงมา คือ สิ่งแวดล้อมในการทำงาน ด้านสภาพแวดล้อมทางกายภาพ ด้านความมุ่งมั่น และด้านความผูกพันระหว่างเพื่อนร่วมงาน ตามลำดับ

ภาวะสุขภาพจิตด้านอาการทางกายมีความสัมพันธ์เชิงลบกับความสามารถในการทำงาน ($B=-.806$) สิ่งแวดล้อมในการทำงานด้านสภาพแวดล้อมทางกายภาพมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับความสามารถในการทำงาน ($B=1.333$) สิ่งแวดล้อมในการทำงานด้านความมุ่งมั่นในงานมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับความสามารถในการทำงาน ($B=1.988$) และสิ่งแวดล้อมในการทำงานด้านความผูกพันระหว่างเพื่อนร่วมงานในงานมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับความสามารถในการทำงาน ($B=1.352$) ซึ่งตัวแปรอิสระทั้ง 4 ตัวแปรสามารถร่วมกันทำนายความสามารถในการทำงานของพยาบาลวิชาชีพสังกัดกระทรวงสาธารณสุข จังหวัดปทุมธานี โดยมีค่าสัมประสิทธิ์การทำนายเท่ากับ 29.1 มาตรฐานในการพยากรณ์ เท่ากับ ± 3.147

การอภิปรายผล

1. การวิเคราะห์ความสามารถในการทำงานของพยาบาลวิชาชีพในโรงพยาบาลสังกัดกระทรวงสาธารณสุข จังหวัดปทุมธานี

พยาบาลวิชาชีพที่ปฏิบัติงานในโรงพยาบาลสังกัดกระทรวงสาธารณสุขจังหวัดปทุม กลุ่มตัวอย่างมีระดับความสามารถในการทำงานอยู่ในระดับดีร้อยละ 53.6 ($\bar{X} = 38.69$, $SD = 4.75$) ความสามารถในการทำงานที่ดีของพยาบาลวิชาชีพ จะบ่งบอกถึงความพร้อมในด้านต่าง ๆ ของผู้ปฏิบัติงานไม่ว่าจะเป็นสุขภาพกายและสุขภาพจิต และรวมถึงความสุขของชีวิตของผู้ปฏิบัติงาน เพราะฉะนั้นการที่มีความสามารถในการทำงานดีจะทำให้ผู้ปฏิบัติงานมีคุณภาพชีวิตที่ดีตามไปด้วย และมีความสุขในชีวิตรอบด้านโดยเฉพาะทางด้านจิตใจ ซึ่งการศึกษาในครั้งนี้ในด้านสุขภาพจิตของพยาบาลวิชาชีพมีภาวะสุขภาพจิตปกติถึง ร้อยละ 81.3 สอดคล้องกับการศึกษาของ กรรณิการ์ คูประสิทธิ์ (2550) ศึกษาลักษณะงาน ความโกรธและความอ่อนล้าทางอารมณ์ที่มีผลต่อความสามารถในการทำงานของพยาบาลวิชาชีพในโรงพยาบาลทั่วไปสังกัดกระทรวงสาธารณสุขพบว่า ความสามารถในการทำงานของพยาบาลวิชาชีพอยู่ในระดับดี ร้อยละ 55.6 ($\bar{X} = 38.18$, $SD = 11.45$)

2. การวิเคราะห์ ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยส่วนบุคคล ภาวะสุขภาพจิต สิ่งแวดล้อมในการทำงาน กับความสามารถในการทำงาน ของพยาบาลวิชาชีพในโรงพยาบาลสังกัดกระทรวงสาธารณสุข จังหวัดปทุมธานี

2.1 ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยส่วนบุคคล กับความสามารถในการทำงาน ของพยาบาลวิชาชีพในโรงพยาบาลสังกัดกระทรวงสาธารณสุข จังหวัดปทุมธานี

จากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ด้วยสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พบว่าปัจจัยส่วนบุคคลได้แก่ อายุ ประสบการณ์การทำงาน of พยาบาลวิชาชีพในโรงพยาบาลสังกัดกระทรวงสาธารณสุข จังหวัดปทุมธานี มีความสัมพันธ์เชิงลบกับความสามารถในการทำงาน อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ และ รายได้มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับ

ความสามารถในการทำงานอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ เช่นเดียวกันกับสถานภาพสมรส ระดับการศึกษา แผนก/หอผู้ป่วยในการปฏิบัติงาน ประเภทงาน (เป็นผลัดกะ เวร) และ ชั่วโมงการทำงาน/วัน วิเคราะห์ด้วยสถิติไครส์แคร์ พบว่ามีความสัมพันธ์กับ ความสามารถในการทำงาน อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ รายละเอียดผลการวิจัยพบว่า อายุ มีความสัมพันธ์เชิงลบกับความสามารถในการทำงาน อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยส่วนบุคคลปัจจัยด้านอายุกับความสามารถในการทำงานของพยาบาลวิชาชีพ ได้ดังนี้

สำนักงานพยาบาล. (2550) ได้กำหนดเกณฑ์ชี้วัดคุณภาพการพยาบาลในมิติที่ 4 ด้านการพัฒนาองค์กร โดยกำหนด ร้อยละของบุคลากรทางการพยาบาล มีสมรรถนะตามเกณฑ์ที่กำหนด มากกว่าหรือเท่ากับ ร้อยละ 80 ร้อยละของบุคลากรทางการพยาบาลได้รับการอบรมเกี่ยวข้องกับงานที่รับผิดชอบอย่างน้อย 10 วัน/คน/ปี ร้อยละ 100 และร้อยละของบุคลากรทางการพยาบาลได้รับการอบรมฟื้นฟูทักษะการช่วยฟื้นคืนชีพขึ้นพื้นฐานอย่างน้อย 1 ครั้ง/คน/ปี ร้อยละ 100 ซึ่งเกณฑ์เหล่านี้ ทำให้ผู้บริหารทางการพยาบาลของโรงพยาบาลสังกัดกระทรวงสาธารณสุข จังหวัดปทุมธานี ต้องมีการส่งพยาบาลวิชาชีพทุกคนที่อยู่ในสังกัด หรือจัดประชุมอบรมวิชาการของหน่วยงานเพื่อให้พยาบาลวิชาชีพได้มีการพัฒนาตามเกณฑ์ตัวชี้วัด ซึ่งพยาบาลวิชาชีพทุกคนก็ต้องพัฒนาตนเองให้ได้ตามเกณฑ์ ซึ่งจะมีผลต่อการที่พยาบาลวิชาชีพ จะต้องเก็บหน่วยคะแนน (CNEU) ให้ได้ อย่างน้อย 50 หน่วยคะแนนภายใน 5 ปี เพื่อต่อใบอนุญาตการประกอบวิชาชีพการพยาบาลทุก 5 ปี ตาม พรบ.วิชาชีพการพยาบาล (สภาการพยาบาล, 2551) อีกประเด็นหนึ่งก็คือ การที่ประเทศไทยจะเข้าสู่ประชาคมอาเซียนในปี พ.ศ. 2558 ซึ่งวิชาชีพพยาบาลเป็น 1 ใน 8 สาขาวิชาชีพของอาเซียนที่ทำการตกลงยอมรับคุณสมบัติร่วม (อรพรรณ ไตสิงห์, 2555) ซึ่งคาดการณ์ว่า จะมีการเคลื่อนย้ายกำลังคนด้านการพยาบาล โดยพยาบาลจากประเทศเพื่อนบ้านของเรา ก็จะเข้ามาประกอบวิชาชีพพยาบาลในประเทศของเรา ซึ่งอนาคตอันใกล้นี้พยาบาลวิชาชีพของเราอาจถูก

แย่งงานก็เป็นได้ ส่วนพยาบาลวิชาชีพของในโรงพยาบาลสังกัดกระทรวงสาธารณสุข จังหวัดปทุมธานี ก็อาจจะมีส่วนที่ไปทำงานในต่างประเทศเช่นเดียวกัน ซึ่งอาจจะเป็นสาเหตุหนึ่งที่พยาบาลวิชาชีพทุกคนต้องพัฒนาทักษะ ความรู้ความสามารถในด้านต่าง ๆ เพื่อเตรียมความพร้อมในการเข้าสู่ประชาคมอาเซียน ส่วนในหน่วยงานของโรงพยาบาลสังกัดกระทรวงสาธารณสุข จังหวัดปทุมธานี พบว่าสิ่งแวดล้อมในการทำงานด้านความผูกพันระหว่างเพื่อนร่วมงานมีความสัมพันธ์กับความสามารถในการทำงาน ซึ่งโดยการปฏิบัติงานของพยาบาลวิชาชีพ ส่วนใหญ่แล้วพยาบาลวิชาชีพก็จะมีความช่วยเหลือเอื้ออาทรระหว่างรุ่นพี่และรุ่นน้องพยาบาลวิชาชีพรุ่นพี่ก็จะสอนงานให้พยาบาลวิชาชีพรุ่นน้องรวมถึงพยาบาลที่จบใหม่ด้วย จะเป็นผลดีร่วมกันคือ ทำให้ความรู้ ทักษะของพยาบาลเพิ่มพูนขึ้นได้เพื่อที่จะช่วยเหลือเกื้อกูลในการให้บริการพยาบาลกับผู้ป่วยอย่างมีคุณภาพต่อไป

นอกจากนี้แล้วด้วยลักษณะงานการพยาบาลที่มีความยุ่งยากซับซ้อน และมีความเร่งด่วน จุกจิก รวมถึงความคาดหวังในบริการของผู้รับบริการ จึงทำให้อายุของพยาบาลวิชาชีพไม่มีความสัมพันธ์กับความสามารถในการทำงาน สอดคล้องกับการศึกษาของศิริบุญ รุ่งหิรัญ (2554) ศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อสมรรถนะการปฏิบัติงานของพยาบาลวิชาชีพในโรงพยาบาลชุมชน จังหวัดปทุมธานี พบว่า อายุ ไม่มีความสัมพันธ์กับสมรรถนะการปฏิบัติงานของพยาบาลวิชาชีพซึ่งแตกต่างจากแนวคิดของอิลมาริเนนที่กล่าวว่า เมื่อบุคคลที่มีอายุมากขึ้น จะมีความสามารถในการทำงานลดลง โดยเฉพาะเมื่อมีอายุตั้งแต่ 45 ปี ซึ่งเป็นการสอดคล้องตามธรรมชาติของมนุษย์ เมื่อถึงอายุ 51 ปี ความสามารถในการทำงานจะลดลงอย่างมาก ซึ่งความสามารถในการทำงาน ย่อมเสื่อมถอยตามอายุที่มากขึ้น (Tuomi, et al.,1997) ซึ่งยังมีการศึกษาอื่นที่แตกต่างจากแนวคิดของอิลมาริเนน เช่น การศึกษาของบุปผา วิริยรัตตกุล (Buppha Viriyaratakul, อ้างถึงใน นิภาดา ธารีเพียร, 2553) และเวทกา กลิ่นวิจิต (Wethaka Klinwichit, 2007) ศึกษาความสามารถในการทำงานของพยาบาลไทย พบว่า พยาบาลที่มีอายุมากกว่า

มีความสามารถในการทำงานที่ดีกว่าพยาบาลที่อายุน้อย

ประสบการณ์การทำงานพยาบาล มีความสัมพันธ์เชิงลบกับความสามารถในการทำงาน อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งอายุที่มากขึ้นของพยาบาลวิชาชีพทำให้ประสบการณ์ทำงานเพิ่มมากขึ้นด้วย แม้ว่าประสบการณ์การทำงานที่มากหรือน้อย ในภาระงานการพยาบาลที่มาก และต้องให้บริการพยาบาลอย่างมีคุณภาพ พยาบาลวิชาชีพต้องใช้ทักษะความรู้ความสามารถด้านการพยาบาลอยู่ตลอดเวลา ประกอบกับการปฏิบัติงานการพยาบาลเป็นงานบริการที่ต้องเคร่งครัดในระเบียบ วินัย มุ่งประโยชน์ต่อสังคมและวิชาชีพ ประสบการณ์การทำงานของพยาบาลวิชาชีพจึงไม่มีความสัมพันธ์กับความสามารถในการทำงาน สอดคล้องกับการศึกษาของศิริบุญ รุ่งหิรัญ (2554) พบว่า ประสบการณ์การทำงาน ไม่มีความสัมพันธ์กับสมรรถนะการปฏิบัติงานของพยาบาลวิชาชีพ ซึ่งอิลมาริเนน ทูโอมิ และคลอการ์ส (Ilmarinen, Tuomi & Klockars, 1997) กล่าวว่า ให้ความสามารถในการทำงานจะลดลง เมื่อคนมีอายุมากขึ้น แต่อย่างไรก็ตามการที่มีอายุเพิ่มขึ้นก็มีข้อดีต่อการปฏิบัติงาน เช่น การเจริญเติบโตของจิตใจ ทำให้มีความเข้มแข็ง มีวุฒิภาวะสูงขึ้น และมีประสบการณ์ในการทำงานมากขึ้น

รายได้ มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับความสามารถในการทำงาน อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แม้ว่ารายได้จะแตกต่างกัน ในภาระงานการพยาบาลที่มาก และต้องให้บริการพยาบาลอย่างมีคุณภาพของพยาบาลวิชาชีพ ต้องใช้ทักษะความรู้ความสามารถด้านการพยาบาลอยู่ตลอดเวลา รายได้ของพยาบาลวิชาชีพจึงไม่มีความสัมพันธ์กับความสามารถในการทำงาน ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของนิภาดา ธารีเพียร (2553) ศึกษาปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับความสามารถในการทำงานของแรงงานสตรีสูงอายุในโรงงานอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ จังหวัดพระนครศรีอยุธยา พบว่า รายได้มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับความสามารถในการทำงาน อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

สถานภาพสมรส มีความสัมพันธ์กับความสามารถในการทำงาน อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แม้สถานภาพสมรสจะแตกต่างกัน ในภาระงาน

การพยาบาลที่มาก และต้องให้บริการพยาบาลอย่างมีคุณภาพ ต้องใช้ทักษะความรู้ความสามารถด้านการพยาบาลอยู่ตลอดเวลา สถานภาพสมรสของพยาบาลวิชาชีพจึงไม่มีความสัมพันธ์กับความสามารถในการทำงาน ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของสุลักษณ์ เศษชม (2551) ศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความสามารถในการทำงานของแรงงานในสถานประกอบการ จังหวัดสมุทรปราการ พบว่า สถานภาพสมรสมีความสัมพันธ์กับความสามารถในการทำงานอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

ระดับการศึกษา มีความสัมพันธ์กับความสามารถในการทำงาน อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ สามารถอธิบายได้ว่าพยาบาลวิชาชีพแม้ระดับการศึกษาแตกต่างกันแต่สามารถที่จะศึกษาหาความรู้เพิ่มเติมได้จากแหล่งการศึกษาที่เปิดหลักสูตรทั้งในเวลาและนอกเวลา และนำความรู้มาประยุกต์ใช้ในการปฏิบัติการพยาบาล และในภาระงานการพยาบาลที่มาก และต้องให้บริการพยาบาลอย่างมีคุณภาพ ต้องใช้ทักษะความรู้ความสามารถด้านการพยาบาลอยู่ตลอดเวลา ส่งผลให้ระดับการศึกษาของพยาบาลวิชาชีพไม่มีความสัมพันธ์กับความสามารถในการทำงานของพยาบาลวิชาชีพในโรงพยาบาลสังกัดกระทรวงสาธารณสุข จังหวัดปทุมธานี ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของศิริบุญ รุ่งหิรัญ (2554) พบว่า ระดับการศึกษา ไม่มีความสัมพันธ์กับสมรรถนะการปฏิบัติงานของพยาบาลวิชาชีพ ระดับการศึกษาของพยาบาลวิชาชีพจึงไม่มีความสัมพันธ์กับความสามารถในการทำงาน

แผนก/หอผู้ป่วยในการปฏิบัติงาน มีความสัมพันธ์กับ ความสามารถในการทำงาน อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ สามารถอธิบายได้ว่า ไม่ว่าพยาบาลวิชาชีพจะปฏิบัติงานใน แผนก/หอผู้ป่วยในการปฏิบัติงานใดๆ ก็ตาม ด้วยงานการพยาบาลที่มีความยุ่งยากซับซ้อน และมีความเร่งด่วน อุณหภูมิ รวมถึงความคาดหวังในบริการของผู้รับบริการ จึงทำให้แผนก/หอผู้ป่วยในการปฏิบัติงานของผู้ปฏิบัติงานไม่มีความสัมพันธ์กับความสามารถในการทำงานของพยาบาลวิชาชีพ สอดคล้องกับการศึกษาของ กรรณิการ์ คูประสิทธิ์ (2550) พบว่า ลักษณะงานที่แตกต่างกัน

ไม่มีความสัมพันธ์ทางสถิติกับความสามารถในการทำงาน

ประเภทงาน (เป็นผลัดกะเวร) มีความสัมพันธ์กับความสามารถในการทำงาน อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ สามารถอธิบายได้ว่า ด้วยลักษณะงานของพยาบาลวิชาชีพต้องปฏิบัติงานตลอด 24 ชั่วโมงมีการหมุนเวียนขึ้นเวร เพื่อให้บริการและดูแลรักษาผู้ป่วยที่มาใช้บริการ ด้วยทักษะ ความรู้และความชำนาญเฉพาะด้านการพยาบาลที่ปฏิบัติงานอย่างต่อเนื่องเพื่อให้เกิดคุณภาพการพยาบาล และประสิทธิภาพแล้วนั้น พยาบาลวิชาชีพจะปฏิบัติงานเป็น ผลัด กะ เวร หรือไม่เป็น ผลัด กะ เวร ไม่มีผลต่อความสามารถในการทำงานของพยาบาลวิชาชีพ ในโรงพยาบาลสังกัดกระทรวงสาธารณสุข จังหวัดปทุมธานี

ชั่วโมงการทำงาน/วัน มีความสัมพันธ์กับความสามารถในการทำงาน อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ เนื่องจากพยาบาลเป็นวิชาชีพที่ต้องใช้ทักษะความรู้และความชำนาญเฉพาะด้านที่ปฏิบัติงาน ซึ่งพยาบาลวิชาชีพจะปฏิบัติงานวันละ 8 ชั่วโมงต่อวัน หรือมากกว่า 8 ชั่วโมงต่อวัน ไม่มีผลต่อความสามารถในการทำงานของพยาบาลวิชาชีพ

2.2 ความสัมพันธ์ระหว่างภาวะสุขภาพจิตกับความสามารถในการทำงาน ของพยาบาลวิชาชีพ ในโรงพยาบาลสังกัดกระทรวงสาธารณสุข จังหวัดปทุมธานี

จากผลการวิจัย สามารถอธิบายได้ว่า พยาบาลวิชาชีพ ที่มีความเสี่ยงต่อปัญหาสุขภาพจิต จะมีความสามารถในการทำงานต่ำกว่าพยาบาลวิชาชีพที่มีภาวะสุขภาพจิตปกติ วิชาชีพพยาบาลเป็นวิชาชีพที่ต้องให้บริการแก่ผู้ป่วยและญาติ ซึ่งถูกคาดหวังและถูกเรียกร้องจากทั้งผู้ป่วยและญาติตลอดเวลา ประกอบกับการปฏิบัติงานของพยาบาลนั้นเป็นงานที่ต้องใช้ทักษะวิชาชีพและเป็นงานที่มีความรับผิดชอบสูง ต้องเผชิญกับความเร่งรีบตลอดเวลาส่งผลให้เกิดภาวะสุขภาพจิตและความเครียด และวิชาชีพพยาบาลเป็นวิชาชีพที่ต้องเผชิญกับความเครียดอยู่ตลอดเวลา เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มวิชาชีพอื่นแล้ว วิชาชีพพยาบาลมีความเครียดในการทำงานสูงกว่าวิชาชีพอื่น (ดวงรัตน์ วัฒนกิจไกรเลิศ

และคณะ, 2553) ภาวะสุขภาพจิตและความเครียดที่เกิดขึ้นนี้ส่งผลต่อความสามารถในการทำงานของพยาบาลวิชาชีพในโรงพยาบาลสังกัดกระทรวงสาธารณสุข จังหวัดปทุมธานี ซึ่งพยาบาลวิชาชีพที่มีความเสี่ยงต่อปัญหาสุขภาพจิต จะมีความสามารถในการทำงานต่ำกว่าพยาบาลวิชาชีพที่มีภาวะสุขภาพจิตปกติ สอดคล้องกับแนวคิดของจอห์นสัน (Johnson, อ้างถึงใน สุภลักษณ์ เขยชม, 2551) ที่ได้สรุปลักษณะของผู้มีสุขภาพจิตดีว่าเป็นผู้ที่ให้ความสำคัญทั้งในเรื่องงานและความสนุกสนาน รวมทั้งเป็นผู้มีอารมณ์ขันมองโลกในแง่ดี มีสัมพันธภาพที่ดีกับผู้อื่น สามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นได้เป็นอย่างดี และยังสามารถสอดคล้องกับแนวคิดของอิลมาริเนน ที่กล่าวว่า สุขภาพจะอยู่ชั้นล่างสุดของโครงสร้างความสามารถในการทำงาน ซึ่งไม่เพียงแต่มีสุขภาพที่ดีเท่านั้น ยังต้องมีความสามารถในการทำหน้าที่ทั้งทางด้านร่างกาย จิตใจ และสังคม (Ilmarinen, 2005) และสุขภาพถือเป็นปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อความสามารถในการทำงานมากที่สุดด้วย (Martinez & Latorre, 2006) สอดคล้องกับการศึกษาอรรวรรณ แก้วบุญชู และคณะ (2552) ศึกษา การพัฒนารูปแบบการลดความเครียดและการสร้างเสริมความสามารถในการทำงานของแรงงานไทย พบว่า สภาวะสุขภาพจิต การควบคุมงาน และการสนับสนุนทางสังคมในงาน มีความสัมพันธ์กับความสามารถในการทำงานอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

2.3 ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งแวดล้อมในการทำงานกับความสามารถในการทำงานของพยาบาลวิชาชีพในโรงพยาบาลสังกัดกระทรวงสาธารณสุข จังหวัดปทุมธานี

จากผลการวิจัยพบว่า สิ่งแวดล้อมในการทำงานโดยรวม รายมิติ และรายด้าน มีความสัมพันธ์กับความสามารถในการทำงานของพยาบาลวิชาชีพ และสิ่งแวดล้อมในการทำงานโดยรวมของพยาบาลวิชาชีพ ตามการรับรู้ของพยาบาลวิชาชีพ ส่วนใหญ่ร้อยละ 82.1 มีความเห็นว่าสิ่งแวดล้อมในการทำงานมีความเหมาะสมมาก สามารถอธิบายได้ว่า สิ่งแวดล้อมที่มีความเหมาะสมในการทำงาน เป็นสิ่งที่ส่งเสริมหรือเอื้ออำนวยต่อการปฏิบัติงานและทำให้พยาบาลวิชาชีพ

รู้สึกสะดวก ปลอดภัย สามารถปฏิบัติงานได้ดี มีคุณภาพ และมีประสิทธิภาพ ซึ่งส่งผลต่อความสามารถในการทำงานที่ดีและคุณภาพชีวิตการทำงานที่ดีด้วย สอดคล้องกับแนวคิดของอิลมาริเนน ที่กล่าวว่า ปัจจัยด้านสุขภาพ สิ่งแวดล้อมและงาน เป็นปัจจัยที่สำคัญที่สุดของความสามารถในการทำงาน การสนับสนุนทางสุขภาพ และส่งเสริมความสามารถในการทำงานจำเป็นต้องดูแลปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อมและด้านงาน (Ilmarinen, 2005) สิ่งแวดล้อมในการทำงานยังมีผลกระทบทั้งต่อสุขภาพร่างกายและความปลอดภัยในการทำงาน สิ่งแวดล้อมในการทำงานเป็นสิ่งที่ดีถึงความสามารถในการทำงานของบุคคลด้วย

3. การวิเคราะห์ปัจจัยที่สามารถทำนายความสามารถในการทำงานของพยาบาลวิชาชีพในโรงพยาบาลสังกัดกระทรวงสาธารณสุข จังหวัดปทุมธานี

จากผลการวิจัย สามารถอธิบายได้ว่าปัจจัยภาวะสุขภาพจิตด้านอาการทางกาย มีความสามารถในการทำนายความสามารถในการทำงานของ พยาบาลวิชาชีพ คือพยาบาลวิชาชีพที่มีภาวะสุขภาพจิตด้านอาการทางกายสูง จะมีความสามารถในการทำงานต่ำ หรือพยาบาลวิชาชีพที่มีความเสี่ยงต่อปัญหาสุขภาพจิต จะมีความสามารถในการทำงานต่ำกว่าพยาบาลวิชาชีพที่มีภาวะสุขภาพจิตปกติ ในขณะที่สิ่งแวดล้อมในการทำงานด้านสภาพแวดล้อมทางกายภาพ ด้านความมุ่งมั่นในงาน ด้านความผูกพันระหว่างเพื่อนร่วมงาน มีความสามารถในการทำนายความสามารถในการทำงานของพยาบาลวิชาชีพ คือ สิ่งแวดล้อมในการทำงานด้านสภาพแวดล้อมทางกายภาพ ด้านความมุ่งมั่นในงาน ด้านความผูกพันระหว่างเพื่อนร่วมงาน ที่เหมาะสม จะทำให้ความสามารถในการทำงานของพยาบาลวิชาชีพสูงตามกันซึ่งปัจจัยเหล่านี้เป็นองค์ประกอบสำคัญที่จะส่งผลต่อความสามารถในการทำงานของพยาบาลวิชาชีพในโรงพยาบาลสังกัดกระทรวงสาธารณสุข จังหวัดปทุมธานีให้สามารถปฏิบัติกรพยาบาล โดยใช้ความรู้ความสามารถในการพยาบาลให้สำเร็จ สมบูรณ์ สามารถตัดสินใจในการปฏิบัติการพยาบาลและแก้ปัญหาต่างๆ ร่วมกับทีมสุขภาพ เพราะความสำเร็จจะนำมาซึ่งความ

ภาคภูมิใจในวิชาชีพและรู้สึกมีคุณค่าในตนเอง สอดคล้องกับแนวคิดของอิลมาริเนน ที่กล่าวว่าความสามารถในการทำงานเป็นการประกอบขึ้นของความสมดุลระหว่างปัจจัยด้านคนและงาน ซึ่งมีความสัมพันธ์และความเชื่อมโยงกัน โดยเฉพาะปัจจัยด้านสุขภาพ สิ่งแวดล้อมและงาน เป็นปัจจัยที่สำคัญที่สุดของความสามารถในการทำงาน (Ilmarinen, 2005) สอดคล้องกับการศึกษาของสุภลักษณ์ เขยชม (2551) ที่พบว่า ปัจจัยส่วนบุคคล ภาวะสุขภาพกาย ภาวะสุขภาพจิต และสิ่งแวดล้อมในการทำงาน มีความสามารถในการทำนายความสามารถในการทำงานของแรงงานได้ โดยตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อความสามารถในการทำงานมากที่สุด ได้แก่ภาวะสุขภาพจิตด้านอาการทางกาย ($Beta = -0.384$)

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะการวิจัยครั้งนี้

1. จากผลการวิจัย กลุ่มตัวอย่าง ร้อยละ 2.8 ระบุว่าสิ่งแวดล้อมในการทำงานด้านสภาพแวดล้อมทางกายภาพในหน่วยงานไม่เหมาะสม ผู้บริหารโรงพยาบาล ผู้บริหารทางการพยาบาลและผู้เกี่ยวข้อง ควรส่งเสริมและพัฒนาสิ่งแวดล้อมในหน่วยงานด้านสภาพแวดล้อมทางกายภาพ เพื่อช่วยให้พยาบาลวิชาชีพ รู้สึกสะดวก ปลอดภัย และสามารถปฏิบัติงานได้ดีและมีประสิทธิภาพ

2. องค์การการพยาบาลควรมีการส่งเสริมให้ทำวิจัยในหน่วยงานมากขึ้น ผู้บริหารโรงพยาบาลและผู้บริหารทางการพยาบาล ควรส่งเสริมให้พยาบาลวิชาชีพมีการจัดกระบวนการส่งเสริมการวิจัย เพื่อจะได้สร้างผลงานวิจัยจากงานประจำเพื่อพัฒนาคุณภาพของงานให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

3. จากผลการวิจัย พบว่าภาวะสุขภาพจิตมีความสัมพันธ์กับความสามารถในการทำงานของพยาบาลวิชาชีพผู้บริหารโรงพยาบาลและผู้บริหารทางการพยาบาลควร ส่งเสริมและดูแลสุขภาพทั้งร่างกายและจิตใจ เพื่อเพิ่มศักยภาพและคุณภาพในการปฏิบัติงานอย่างมีประสิทธิภาพและส่งผลต่อความ

สามารถของการทำงานของพยาบาลวิชาชีพ

4. ผู้บริหารโรงพยาบาลและผู้บริหารทางการแพทย์สามารถใช้เป็นข้อมูลพื้นฐาน เพื่อวางแผนพัฒนาและส่งเสริมความสามารถในการทำงานของพยาบาลวิชาชีพ

ข้อเสนอแนะการทำวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรศึกษาเกี่ยวกับความสามารถในการทำงานของพยาบาลวิชาชีพ ในปัจจัยอื่นๆ ที่จะมีผลต่อความสามารถในการทำงาน เช่น แรงจูงใจด้านต่าง ๆ

เพื่อที่จะศึกษาให้ครอบคลุมทุกปัจจัยที่มีผลต่อความสามารถในการทำงาน

2. ควรศึกษาเกี่ยวกับความสามารถในการทำงานของพยาบาลวิชาชีพในภาคเอกชน และในบริบทอื่นๆ

3. ควรศึกษาความสามารถในการทำงานของพยาบาลวิชาชีพ ต่อเนื่องเป็นระยะๆ เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงระบบงานที่ส่งผลกระทบต่อบทบาทหน้าที่การทำงานของพยาบาลวิชาชีพ

เอกสารอ้างอิง

กรรณิการ์ คูประสิทธิ์. (2550). ลักษณะงานความโกรธและความอ่อนล้าทางอารมณ์ที่มีผลต่อความสามารถในการทำงานของพยาบาลวิชาชีพในโรงพยาบาลทั่วไปสังกัดกระทรวงสาธารณสุข. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (สาธารณสุขศาสตร์) สาขาวิชาเอกพยาบาลสาธารณสุข บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยมหิดล.

กรมสุขภาพจิต. (2545). โครงการจัดทำโปรแกรมสำเร็จรูปในการสำรวจสุขภาพจิตในพื้นที่ ปี พ.ศ.2545. กรุงเทพมหานคร: กรมสุขภาพจิต กระทรวงสาธารณสุข.

ดวงรัตน์ วัฒนกิจไกรเลิศ และคณะ. (2553). ความเครียด ปัจจัยที่ทำให้เกิดความเครียด และการจัดการกับความเครียดในพยาบาล. วารสารพยาบาลศาสตร์, 28(1), 67-76.

นพรัตน์ กิ่งแก้ว. (2550). ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยส่วนบุคคล การจัดการสิ่งแวดล้อมเพื่อความปลอดภัยในการทำงานกับภาวะสุขภาพของพยาบาลห้องผ่าตัด โรงพยาบาลมหาวิทยาลัยของรัฐ. วิทยานิพนธ์ปริญญาพยาบาลศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการบริหารการพยาบาล คณะพยาบาลศาสตร์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

นิภาดา ธารีเพียร. (2553). ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับความสามารถในการทำงานของแรงงานสตรีสูงอายุนในโรงงานอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ จังหวัดพระนครศรีอยุธยา. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (สาธารณสุขศาสตร์) สาขาวิชาเอกพยาบาลสาธารณสุข บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยมหิดล.

พนิชา บุตรปัญญา. (2551). ความสัมพันธ์ระหว่างอันตรายจากสิ่งแวดล้อมในการทำงานสัมพันธ์ภาวะระหว่างหัวหน้าหอผู้ป่วยกับพยาบาลประจำการกับคุณภาพชีวิตการทำงานของพยาบาลประจำการโรงพยาบาลมหาวิทยาลัยของรัฐ. วิทยานิพนธ์ปริญญาพยาบาลศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการบริหารการพยาบาล คณะพยาบาลศาสตร์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ศิริบุญ รุ่งหิรัญ. (2554). ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อสมรรถนะการปฏิบัติงานของพยาบาลวิชาชีพในโรงพยาบาลชุมชน จังหวัดปทุมธานี. วิทยานิพนธ์ปริญญาพยาบาลศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการบริหารการพยาบาล คณะพยาบาลศาสตร์, มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย.

- สภาการพยาบาล. (2551). พระราชบัญญัติวิชาชีพการพยาบาลและการผดุงครรภ์ พ.ศ. 2528 และที่แก้ไขเพิ่มเติม โดยพระราชบัญญัติวิชาชีพการพยาบาลและการผดุงครรภ์ (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2540 และกฎหมายที่เกี่ยวข้อง. นนทบุรี: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- สุกัลลักษณ์ เชยชม. (2551). ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความสามารถในการทำงานของแรงงานในสถานประกอบการ จังหวัดสมุทรปราการ. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (สาธารณสุขศาสตร์) สาขาวิชาเอก พยาบาลสาธารณสุข บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยมหิดล.
- สำนักงานการพยาบาล กรมการแพทย์กระทรวงสาธารณสุข. (2550). มาตรฐานการพยาบาลภายในโรงพยาบาล. นนทบุรี: โรงพิมพ์องค์การสงเคราะห์ทหารผ่านศึก.
- สำนักงานสาธารณสุขจังหวัดปทุมธานี. (2555). รายงานบริหารงานบุคคลปทุมธานี. เอกสารอัดสำเนา, ผู้แต่ง.
- อรพรรณ ไตสิงห์. (2555). เอกสารประกอบการบรรยายการจัดการทางการแพทย์: ความท้าทายในประชาคม อาเซียนมุมมองจากสหวิชาชีพ. เอกสารอัดสำเนา, ผู้แต่ง.
- อรวรรณ แก้วบุญชู. (2550). การพัฒนารูปแบบการลดความเครียดและการสร้างความสามารถในการทำงานของ แรงงานไทย. รายงานการวิจัย, สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.).
- Cooper, C. L. (1998). *Theories of organizational stress*. Oxford: Oxford University Press.
- Goldberg, D. P. (1972). *The detection of Psychiatric illness by questionnaire*. London: Oxford University Press. Maudsley Monograph No.21.
- Hasselhorn, H. M. (2008). *Work Ability-Concept and Assessment*. *Health Management Conference' in London in Oct.2008*. Document reproduction, Author.
- Ilmarinen, J., Tuomi, K. & Klockars, M. (1997). Changes in the work ability of active employees over an 11-year period. *Scand J Work Environ Health*, 23(1), 49-57.
- Ilmarinen J. (1999). *Ageing workers in the European Union-Status and promotion of work ability, employability and employment*. Helsinki: Finnish Institute of Occupational Health.
- Ilmarinen J. (2005). *What can we do to support your health and work ability?*, *Work Ability 2010*. Helsinki: Finnish Institute of Occupational Health.
- Martinez, M. C, & Latorre, MRDO. (2006). Health and work ability among office workers. *Rev Saude Publica*, 40(5), 1-7.
- Moos, R. H. (1986). *The human context environmental determinants of behavior*. New York: John Wiley and Sons.
- Nelson. & Roxanne. (2012). Long Work Hours for Nurses. *American Journal of Nursing*, 112(5), 19-20.
- Tuomi, K. (ed.). (1997). Eleven-year-follow-up of aging workers. *Scand J Work Environ Health*, 23(1), 20-26.
- Wethaka Klinwichit. (2007). *Promoting Work Ability among Nurses Working at Health Science Center, Burapha University*. In 2nd International Conference on Occupational Health Nursing 2007. Alliance for Promoting quality of Work Life: Challenges in Occupational Health, Safety and Environment. Bangkok: Wacharin P. P. Printing LTD., Part.

Wheeler, H. H., & Riding, R. J. (1995). Occupational stress and cognitive style in nurse. *British Journal of Nursing*, 4(2), 103-106.

Yamane, T. (1970). *Statistics: An introductory analysis* (2nded.). New York: Harper.



แนะนำหนังสือ

Book Reviews



พระมงกุฎเกล้าและเจ้าฟ้าเพชรรัตน์

ผู้เขียน: ศาสตราจารย์พิเศษเสฐียร พันธรังสี
ราชบัณฑิต

สำนักพิมพ์: ศยาม

เดือนปีที่พิมพ์: 12/2009

256 หน้า

สุภกัญญา ชวนิชย์

วันที่ 26 พฤศจิกายนเป็นวันมหาธีรราชเจ้า วันแห่งการน้อมรำลึกในพระมหากรุณาธิคุณของ พระบาทสมเด็จพระมงกุฎเกล้าเจ้าอยู่หัวรัชกาลที่ 6 ผู้ทรงเป็นพระมหากษัตริย์เพียงพระองค์เดียวที่ทรงเป็น ทั้งนักปราชญ์ นักปกครอง นักรบและนักชาตินิยมของ โลกบุรพา

พระมงกุฎเกล้าและเจ้าฟ้าเพชรรัตน์ ประพันธ์ โดยท่านศาสตราจารย์พิเศษเสฐียร พันธรังสี ราชบัณฑิต จัดพิมพ์โดย สำนักพิมพ์ศยาม เป็นหนังสือที่รวบรวม เรื่องราวที่สำคัญทางประวัติศาสตร์ในช่วงรัชสมัยของ พระองค์ท่าน ซึ่งผู้ประพันธ์เป็นผู้ที่มีความซาบซึ้งใน พระราชจริยาวัตรและสามารถถ่ายทอดด้วยภาษาที่ ละเมียดละไม จนทำให้หนังสือเล่มนี้ได้รับคัดเลือกให้เป็น หนังสือเฉลิมพระเกียรติพระบาทสมเด็จพระมงกุฎเกล้า เจ้าอยู่หัว และพระเจ้าภคินีเธอ เจ้าฟ้าเพชรรัตนราชสุดา สิริโสภาพัณณวดี พระราชธิดาเพียงพระองค์เดียว ในวโรกาสที่ทรงมีพระชนมายุ 84 พรรษาในปี 2552 ที่ผ่านมา โดยขอเสนอเฉพาะในช่วงของพระบาท สมเด็จพระมงกุฎเกล้าเจ้าอยู่หัว

พระบาทสมเด็จพระมงกุฎเกล้าเจ้าอยู่หัว ทรงถือพระราชสมภพเมื่อวันที่ 1 มกราคม พ.ศ. 2423 นับลำดับเป็นพระราชโอรสองค์ที่สอง ในจำนวน พระโอรสธิดา 14 พระองค์ ของสมเด็จพระศรีพัชรินทราบรมราชินีนาถพระบรมราชชนนีพันปีหลวง แต่ทรงเป็น พระราชโอรสพระองค์ที่ 28 ในสมเด็จพระปิยมหาราช พระองค์ได้เสด็จทรงศึกษาวิชาการ ณ ประเทศยุโรป ตั้งแต่พระชนมายุ 14 พรรษา ต่อมาในปี่รุ่งขึ้นก็ทรงได้รับการสถาปนาเป็นมกุฎราชกุมารตามกฎมณเฑียรบาล เมื่อพระชนม์เริ่ม 15 พรรษา ซึ่งก็มีผู้คัดค้านเป็นอันมาก ว่าเมื่อทรงได้รับพระราชอิสริยยศเป็นมกุฎราชกุมารนั้น พระชันษายังน้อย มีหน้าที่ยังเสด็จอยู่ต่างถิ่น ซึ่งในยุโรป แม้แต่ความสนุกสนานบันเทิง แม้จะมีผู้ใหญ่ดูแลก็ไม่มีใครสามารถฝึกหัดได้เท่าพระราชชนกและพระราชชนนี แต่พระบรมโอรสาธิราชได้ทรงระมัดระวังพระองค์และ ทรงปกครองพระองค์เองมาอย่างวิเศษ โดยไม่มีใคร ดำเนินได้เลย ทรงศึกษาวิชาการทุกประเภทอย่างหนัก จนพวกนักเรียนชุดเดียวกันพูดว่า “ทรงหลงหนังสือ อย่างเดียว อย่างอื่นไม่ยอมหลงอะไรเลย”

หลังจากทรงศึกษาวิชาการในประเทศอังกฤษ เป็นเวลาเก้าปี ก็เสด็จกลับคืนพระมหานครเมื่อปี พ.ศ. 2446 ในขณะที่พระชนมายุ 22 พรรษา สมเด็จพระบรม มหาชนกได้โปรดเกล้าโปรดกระหม่อมให้ทรงรับราชการ ทหาร ซึ่งก็ได้ทรงปฏิบัติหน้าที่ทุกอย่างอย่างดียิ่ง ครั้นเมื่อสมเด็จพระพุทธเจ้าหลวงเสด็จประพาสยุโรป ครั้งที่ 2 เป็นเวลา 225 วัน ก็ได้เป็นผู้สำเร็จราชการ แผ่นดินในนามของสมเด็จพระชนกนาถ กิจกรรมต่าง ๆ ที่ได้ทรงปฏิบัติในช่วงเวลาดังกล่าว เป็นเหมือนหลักชัย ที่ทำให้คนทั้งหลายมั่นใจว่าอนาคตของแผ่นดินไทย จะตั้งอยู่ด้วยความถาวรและปลอดภัย

หลังจากเสด็จสู่พระนครราวหนึ่งปี ก็ได้ทรง กระทำหน้าที่ในฐานะที่ทรงถือกำเนิดมาเป็นคนไทย ผู้นับถือพระพุทธศาสนาโดยสมบูรณ์ คือ ได้สละความสุข ในฆราวาสวิสัย ออกทรงผนวชเป็นพระภิกษุที่วัด บวรนิเวศวิหาร และในระหว่างพรรษานั้นได้ทรงศึกษา พระธรรมวินัยภาษาบาลีและสันสกฤตอย่างแตกฉาน

ต่อมาในปี พ.ศ. 2453 เมื่อพระบาทสมเด็จพระจุลจอมเกล้าเจ้าอยู่หัวเสด็จสวรรคตแล้ว ได้เสด็จขึ้น

เถลิงถวัลยราชสมบัติขณะทรงมีพระชนมายุ 30 พรรษา ในการบรมราชาภิเษกครั้งนั้นเป็นครั้งแรกของทวีปเอเชีย ที่มีเจ้านายและผู้แทนรัฐบาลนานาชาติได้เข้ามาร่วมเป็น มหาสันนิบาต เมื่อได้ครองราชย์แล้วพระเจ้าแผ่นดิน พระองค์นี้ต้องทรงทำงานอย่างหนึ่งที่หนักที่สุดเพื่อผล อันงดงามที่สุดแก่ประชาชนพลเมืองในยุคนั้น กล่าวคือ ต้องทรงปฎิบัติการคิดคดอย่างผิด ๆ ของคนทั้งหลาย ที่มีอยู่ว่า “เกรงว่าพระองค์จะทรงปกครองให้ราบรื่น เหมือนพระชนกไม่ได้”

สิ่งที่ทรงกระทำในเบื้องต้น คือ ทรงดำเนินงาน ตามที่สมเด็จพระบรมชนกนาถได้ทรงกระทำมาแล้ว ด้วยการทรงแสดงความเป็นมิตรที่ดีของฝรั่งชาวยุโรป ทั่วไป เพื่อป้องกันมิให้คิด เรื่อง ดินแดนที่มีมาแล้ว ต้องเกิดขึ้นอีกเป็นครั้งที่สอง ทั้งนี้ตลอดเวลาที่สั้นเกล้าฯ รัชกาลที่ 6 ทรงครองราชย์ไม่ถึง 16 ปีเต็ม ซึ่งนับเวลาแล้ว เป็นช่วงเวลาที่ยาวที่สุดในบรรดาเวลาราชสมบัติของ พระเจ้าแผ่นดินห้ารัชกาลต้นแห่งราชจักรีวงศ์ แต่ พระราชกิจทุกด้านทุกประการซึ่งสมเด็จพระเจ้าแผ่นดิน พระองค์นี้ได้ทรงกระทำไว้ให้แกชาติไทยเกินกว่า ระยะเวลาเพียงเท่านั้นอย่างมาก และพระราชกรณียกิจ ที่จะกล่าวต่อไปนี้จะเป็เครื่องพิสูจน์ให้เห็นว่า พระองค์สมควรเป็นพระมหากษัตริย์อันพลกนิกรพึงจงรักภักดี พึงแสดงความกตัญญูตเวทีและสมควรจะเทิดทูน พระเกียรติยศไว้ให้ปรากฏสมพระนาม “มหาธีรราช” อย่างที่สุดประการใด...

ประการแรก “ทรงเป็นนักประพันธ์ที่สามารถ ที่สุด” ทรงประพันธ์หนังสือทุกชนิดไม่น้อยกว่า 166 เรื่อง นับได้ว่ามากที่สุด ในบรรดานักประพันธ์ซึ่งเป็นพระเจ้า แผ่นดินด้วยกัน นักประวัติศาสตร์ได้ให้ความเห็นเกี่ยวกับการ ประพันธ์ของพระบาทสมเด็จพระมงกุฎเกล้าเจ้าอยู่หัว ว่า “อันว่าความบกพร่องอย่างใดอย่างหนึ่งนั้นเป็นธรรมดา ของมนุษย์ และไม่มีมนุษย์คนใดในโลกนี้จะสมบูรณ์ ด้วยคุณสมบัติทุกประการโดยไม่มีการบกพร่องแม้แต่ อย่างเดียว ถ้าหากจะมีใครจับผิดได้ว่าพระบาทสมเด็จพระ มงกุฎเกล้าฯทรงบกพร่องหรืออ่อนในคุณสมบัติ อย่างใด ก็มีอย่างหนึ่งที่ใครจะจับความบกพร่องหรือติว่า อ่อนไม่ได้ คือ การทรงเป็นนักประพันธ์”

พระราชนิพนธ์เรื่องเอกของพระบาทสมเด็จพระมงกุฎเกล้าเจ้าอยู่หัวคือพระราชนิพนธ์เรื่อง มัทนะพาธา มีความหมายเพื่อการชี้ให้เห็นถึงความเจ็บปวดและความเดือดร้อนเพราะความรัก พระราชนิพนธ์เรื่องนี้ได้รับการยกย่องจากวรรณคดีสโมสรให้เป็นหนังสือที่แต่งดีที่สุด ใช้ฉันทเป็นบทละครพูดซึ่งแปลกและแต่งได้ยาก เป็นเรื่องที่มีตัวละครและฉากสอดคล้องกัน สามารถเชื่อมโยงวัฒนธรรมการตะโปราณและเข้ากับเนื้อเรื่องได้ดีไม่มีที่ติ

ความรักเหมือนโรคา บันดาลตาให้มืดมน

ไม่ยินและไม่ยล อุปสรรคใดใด

ความรักเหมือนโคถึก กำลังคึกคึกขึงไว้

ก็ลอดออกจากคอกไป บ ยอมอยู่ ณ ที่ซึ่ง

ถึงหากจะผูกไว้ ก็ดึงไปด้วยกำลัง

ยิ่งห้ามก็ยิ่งคั่ง บ หวนคิดถึงเจ็บกาย

นอกจากพระราชอัจฉริยะด้านการประพันธ์แล้วยังมีพระราชกรณียกิจที่สำคัญอีกประการเป็นประการที่สองคือ “งานตั้งกองเสือป่าและลูกเสือ” ทรงได้สำแดงน้ำพระทัยอันหล่อเลี้ยงด้วยสายโลหิตแห่งนักชาตินิยม เพื่อความก้าวไปข้างหน้าอย่างมีระเบียบและมั่นคงของคนไทยทั่วไป เราจะถือว่า พระองค์ทรงเป็นพระผู้นำในการสร้างลัทธิ Nationalism คนแรกแห่งประเทศไทยหรือไม่ก็ตาม แต่เราไม่อาจปฏิเสธได้ว่าการปลุกชาติ ด้วยการสร้างความรู้สึกระลึกถึงชาติทั้งในเวลานั้นและเวลานี้ได้เป็นผลจากการกระทำของพระองค์อย่างใหญ่หลวง การที่ทรงตั้งกองเสือป่าก็ด้วยมุ่งหมายจะให้คนไทยทั่วกันรู้สึกถึงความจงรักภักดีต่อผู้ดำรงรัฐสีมาอาณาจักรโดยต้องตามมติธรรมประเพณีความรักชาติบ้านเมืองและนับถือพระศาสนา รวมถึงความสามัคคีในคณะและไม่ทำลายซึ่งกันและกัน เพื่อจะได้เป็นมูลรากแห่งความมั่นคงของชาติ โดยปรารถนาให้เด็กไทยได้ศึกษาให้ตั้งมั่นในดวงจิต และจะได้คงความรู้สึกเช่นนั้นไว้เมื่อเติบโตขึ้น เป็นการเชื้อเชิญให้ทุกคนร่วมสามัคคีและทำงานให้แก่ชาติในที่แห่งเดียวกัน

ประการที่สาม เป็นพระราชภาระที่สำคัญและเป็นการสร้างประวัติศาสตร์ที่งดงามให้แก่ชาติไทยในการ

ที่ปลดแอกคนไทยทั้งปวงให้ได้รับความไม่มีภัยอันตรายร่วมกันมาตลอดจนถึงทุกวันนี้ ด้วยการตัดสินใจพระทัยเด็ดขาดของพระบาทสมเด็จพระมงกุฎเกล้าเจ้าอยู่หัวในการเข้าร่วมในมหายุทธสงครามกับฝ่ายพันธมิตร โดยประกาศสงครามกับเยอรมันและออสเตรีย เมื่อปี พ.ศ. 2460 อันเป็นปีที่แปดแห่งรัชกาล ทรงทำให้ธงไทยเข้าไปปลิวสะบัดอยู่ท่ามกลางสมรภูมิ แต่ผลที่ยิ่งใหญ่ตามมาคือสิ่งใด ๆ ที่ฝ่ายพันธมิตรเคยสัญญาให้ไว้แก่ชาติบ้านเมืองของตนก็ดี และให้ไว้แก่ชาติอิสระที่ร่วมช่วยเหลือก็ดี เมื่อสงครามจบลงจะได้รับการตอบแทนตามสัญญาซึ่งประเทศสยามในเวลานั้นก็ได้รับผลตอบแทนอันเป็นที่พึงพอใจหลายประการ โดยเฉพาะการยอมรับว่าประเทศไทยมีความเจริญพอที่จะไม่ต้องยอมให้ฝรั่งมาขึ้นอยู่เหนืออำนาจของศาลไทย การสามารถตั้งพิภพอำตราชาษาได้เอง ได้รับสิทธิเข้าเป็นสมาชิกผู้เริ่มก่อการสันติภาพชาติ และยังสามารถตกลงทำสัญญากับประเทศทั้งหลายเท่าเทียมกับชาติอื่น ๆ เช่น สัญญาว่าด้วยการเกษตร สัญญาว่าด้วยการบังคับเดินอากาศยาน สัญญาว่าด้วยการตรวจตราการค้าขายสรรพาวุธ เป็นต้น

มีเนื้อหาบทหนึ่งที่ท่านผู้เขียนกล่าวว่า เป็นความตอนที่สำคัญที่สุดของหนังสือเล่มนี้ ท่านให้ชื่อว่า “ความจงรักภักดี” บทนี้เกิดขึ้นเพราะผลแห่งความจริงและเชื่อมั่นในความจริงว่า “พระมหากษัตริย์เป็นธงชัยเฉลิมชาติไทย ไทยต้องรักษารธงชัยแผ่นนี้ไว้ให้ถาวรตลอดภัย พุทธศาสนามีความจำเป็นและควรเคารพยิ่งสำหรับคนไทยฉันใด พระมหากษัตริย์ควรได้รับความจงรักภักดีจากคนไทยมากเท่านั้น”

ท่านผู้เขียนเกริ่นนำว่า ไม่มีประเทศชาติใดในโลกจะมีความจงรักภักดีต่อพระมหากษัตริย์ของตนได้เท่าประเทศญี่ปุ่น และความจงรักภักดีนี้เป็นเหตุชักนำให้คนญี่ปุ่นทั้งชาติมีความรักชาติและกล้าหาญได้อย่างประเสริฐ คนญี่ปุ่นมีความมั่นคงในใจเสมอว่า ถ้าบุคคลขาดความจงรักภักดีต่อพระมหากษัตริย์เป็นอย่างยิ่งเสียแล้ว ก็จะเท่ากับชาติขาดสะบั้นจากหลักชัยและหาความสมบูรณ์ให้เกิดแก่ชาติไม่ได้เลย สำหรับประเทศของเรานั้นมีรัฐธรรมนูญมาตราที่ยืนยันว่า พระมหากษัตริย์ทรงตั้งอยู่ในฐานะเคารพสักการะอันผู้ใดละเมิดมิได้

ซึ่งเป็นการรับรองพระเกียรติยศและความศักดิ์สิทธิ์
ของพระมหากษัตริย์ไว้อย่างดีที่สุด

สำหรับคนไทยเมื่อมีการปกครองมาเป็นระบอบ
ประชาธิปไตย หลายคนเริ่มแสดงความประพฤติดีเป็น
การกระทำร้ายแรงต่อคนทั่วไปและพาเอาความคิด
ผิด ๆ เหล่านี้ไปใช้ที่บ้าน มองเห็นบิดามารดาของตน
เป็นผู้ปราศจากเสียซึ่งบุญคุณอย่างยิ่งซึ่งมีอยู่แก่ตน
คนเหล่านี้เริ่มจะมีการทำลายตนเอง และความมั่นคง
แห่งประเทศชาติของตน

แท้จริงเมื่อพระมหากษัตริย์มีได้ดำรงตำแหน่ง
อยู่เหนือกฎหมายดังแต่ก่อน กิจการต่าง ๆ ของประเทศชาติ
โดยผู้แทนราษฎรของตนรับมาทำเสียเอง สมเด็จพระเจ้า
แผ่นดินก็มีโอกาสได้พักผ่อนพระราชอิริยาบถและ
ทรงบำเพ็ญพระราชกุศล กระทำความเจริญให้แก่
ประเทศชาติโดยสะดวกไม่มีวันที่สุด ซึ่งกลับเป็นคุณ
ให้เราได้มีโอกาสแสดงความจงรักภักดีได้เป็นอย่างดี
เสียอีก อีกประการหนึ่งคือความร่มเย็นในการปกครอง

ฉันบิดากับบุตรที่เคยรับมาแล้วอย่างใดนั้น ผลยังคงอยู่
ให้เรามองเห็นได้อย่างสมบูรณ์ อิศรภาพที่เรารักและ
ศักดิ์ที่เราสงวน ยังคงมั่นอยู่ในความรู้สึกของเราอยู่
ตลอดกาล ที่ว่านี้มีได้หมายถึงพระองค์ใดพระองค์หนึ่ง
แต่มุ่งหมายถึงประมุขของชาติที่ทรงทำคุณประโยชน์
ให้แก่ประเทศชาติทุกพระองค์

และสำหรับสมเด็จพระเจ้าแผ่นดินพระองค์นั้น
พระบาทสมเด็จพระมงกุฎเกล้าเจ้าอยู่หัว พระผู้ทรงมี
พระราชประวัตินับเนื่องในการบริหารราชการแผ่นดิน
ให้ประเทศไทยได้ผ่านพ้นอุปสรรคทั้งภายในและภายนอก
ประเทศ และพระปรีชาสามารถในการประกาศเกียรติของ
ประเทศไทยให้แพร่หลายในนานาประเทศเป็นอันมาก
จึงนับว่าทรงเป็นอัจฉริยะกษัตริย์พระองค์หนึ่งของ
ประเทศไทย ดังพระราชสมัญญานามว่า พระมหา
ธีรราชเจ้า...ซึ่งสมควรอย่างยิ่งที่เราคนไทยวันนี้จะสำนึก
ในพระมหากรุณาธิคุณด้วยการแสดงความกตัญญูตเวที
และสมควรจะเทิดทูนพระเกียรติยศไว้ตลอดไป





วิเคราะห์ตัวละครจากบทละครพูดคำฉันท์เรื่องละครพูดคำฉันท์เรื่องมัทนะพาธาตามหลักอริยสัจสี่

ที่มา : วิเคราะห์ตัวละครจากบทละครพูดคำฉันท์เรื่องละครพูดคำฉันท์เรื่องมัทนะพาธาตามหลักอริยสัจสี่ โดย อาจารย์กนกกาญจน์ นกุล อาจารย์ประจำคณะศิลปศาสตร์ มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย

สุภกัญญา ชวนิชย์

วิเคราะห์ตัวละครจากบทละครพูดคำฉันท์เรื่องละครพูดคำฉันท์เรื่องมัทนะพาธาตามหลักอริยสัจสี่ ผลงานวิจัยระดับมหาบัณฑิต สาขาวิชาภาษาไทย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ของ อาจารย์กนกกาญจน์ นกุล ซึ่งปัจจุบันเป็นอาจารย์ประจำ คณะศิลปศาสตร์ มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย เป็นแนวคิดในการเชื่อมโยงเนื้อหาของวรรณคดี ลักษณะของตัวละคร พระอัจฉริยภาพในการทรงเป็นนักประพันธ์ของล้นเกล้ารัชกาลที่ 6 โดยนำแนวคิดทางพระพุทธศาสนา คือหลักอริยสัจสี่ มาอธิบายให้เห็นภาพ

ผู้ที่อ่านวรรณคดีไทยมาแล้วหลาย ๆ เรื่องคงจะมีความเห็นว่า วรรณคดีไทยหลายเรื่องมีเนื้อหาเกี่ยวกับความรักของตัวละครเอกชายหญิงที่ต้องมีอุปสรรคนานัปการทำให้ความรักไม่สมหวัง เรื่องราวทั้งหมด

จึงจบลงด้วยความเศร้า และความทุกข์ของตัวละคร บทละครพูดคำฉันท์เรื่องมัทนะพาธาก็เป็นวรรณคดีเรื่องหนึ่งที่ตัวละครพบกับความทุกข์เนื่องจากความรัก

เรื่องย่อของมัทนะพาธา

จอมเทพสุเทษณ์เป็นเทพผู้ใหญ่บนสรวงสวรรค์ เป็นทุกข์อยู่ด้วยความลุ่มหลงเทพธิดามัทนา แม้จิตรระรถผู้สารถิ์คู่บารมีจะนำรูปของเทพเทวีผู้เลอโฉมหลายต่อหลายองค์มาถวายให้เลือกชม สุเทษณ์ก็มิสนใจไยดี จิตรระรถจึงนำมาถวายวิวิธยาธรรมาเฝ้า สุเทษณ์ให้มายาวิไนเวทมนตร์เรียกนางมัทนามาหา เมื่อมาแล้วนางมัทนาก็เหม่อลอยมิมีสติสมบุรณ์เพราะตกอยู่ในฤทธิ์มนตรา สุเทษณ์มีต้องการได้นางด้วยวิธีเยี่ยงนั้นจึงให้มายาวิไนคลายมนตร์ แต่ครั้นได้สติแล้ว นางมัทนาก็ปฏิเสธว่ามีจิตเสน่หาตอบด้วยมีว่าสุเทษณ์จะเกี่ยวพาและรำพันรักอย่างไร สุเทษณ์โกรธนักจึงจะสาปมัทนาให้ไปเกิดในโลกมนุษย์

นางมัทนาขอให้นางได้ไปเกิดเป็นดอกไม้ไม่มีกลิ่นหอมเพื่อให้มีประโยชน์บ้าง สุเทษณ์จึงสาปมัทนาให้ไปเกิดเป็นดอกกุหลาบทั้งามทั้งกลิ่นทั้งรูป และมีแต่เฉพาะบนสวรรค์ยังไม่เคยมีในโลกมนุษย์ โดยที่ในทุก ๆ 1 เดือน นางมัทนาจะกลายร่างเป็นคนได้ชั่ว 1 วัน 1 คืน ในเฉพาะวันเพ็ญของแต่ละเดือนเท่านั้น และถ้านางมีความรักเมื่อใด นางก็จะมิต้องคืนรูปเป็นกุหลาบอีก แต่นางจะได้รับความทุกข์ทรมานเพราะความรักจนมีอาทอนอยู่ได้ และเมื่อนั้นถ้านางอ่อนวอนขอความช่วยเหลือ ตนจึงจะดโทะทณฑ์นี้ให้แก่นาง

นางมัทนาไปจุติเป็นกุหลาบงามอยู่ในป่าหิมะวัน บรรดาศิษย์ของฤๅษีนามกาละทรรคินมาพบเข้าจึงนำความไปบอกพระอาจารย์ กาละทรรคินจึงให้ชุดไปปลุกในบริเวณอาศรมของตน ในขณะที่จะทำการขุดก็มีเสียงผู้หญิงร้อง กาละทรรคินเล็งญาณดูก็รู้ว่าเป็นเทพธิดามาจุติ จึงได้เอ่ยเชิญและสัญญาว่าจะคอยดูแลปกป้องสืบไป เมื่อนั้นการจึงสำเร็จด้วยดี

วันเพ็ญในเดือนหนึ่งท้าวชัยเสนกษัตริย์แห่งหัตตินาปุระได้เสด็จออกล่าสัตว์ในป่าหิมะวันและได้แวะมาพักที่อาศรมพระฤๅษี ครั้นได้เห็นนางมัทนาในโฉมของนารีผู้งดงามก็ถึงกับตะลึงและตกหลุมรัก จนถึงกับรับสั่ง

ให้มหาเล็กปลุกพลับพลาพักแรมไว้ใกล้อาศรมนั้นทันที

ท้าวชัยเสนรำพันถึงความรักลึกซึ้งที่มีต่อนางมัทนา ครั้นเมื่อนางมัทนาออกมาที่ลานหน้าอาศรมก็มีเห็นผู้ใด ด้วยเพราะท้าวชัยเสนหลบไปแฝงอยู่หลังกอไม้ นางมัทนาได้พรรณาถึงความรักที่เกิดขึ้นในใจอย่างท่วมท้น ท้าวชัยเสนได้สดับฟังทุกถ้อยความ จึงเผยตัวออกมาทั้งสองจึงกล่าวถึงความรู้สึกอันล้ำลึกในใจที่ตรงกันจนเข้าใจในรักที่มีต่อกัน จากคำคืนถึงยามรุ่งอรุณ ท้าวชัยเสนจึงทรงประกาศหมั้นและคำสัตย์วิวาห์ ณ ริมฝั่งลำธารใกล้อาศรมนั้น

เมื่อมีความรักแล้ว นางมัทนาก็ยังคงรูปเป็นนาวิผู้งดงามมีต้องกลายรูปเป็นกุหลาบอีก ท้าวชัยเสนได้ทูลขอนางมัทนา พระฤๅษีก็ยกให้โดยให้จัดพิธีบูชาทวยเทพและพิธีวิวาห์มงคลในป่านั้นเสียก่อน

ท้าวชัยเสนเสด็จกลับวังหลายเพลาล้วนแต่ก็มีได้เสด็จไปยังพระตำหนักข้างในด้วยว่ายังทรงประทับอยู่แต่ในอุทยาน พระนางจันทิมาเหสีให้นางกำนัลมาสืบดูจนรู้ว่าพระสวามีนำสาวชาวป่ามาด้วย จึงตามมาพบท้าวชัยเสนกำลังอยู่กับนางมัทนาพอดี เมื่อพระนางจันทิมาเฝ้าจาก่อนขออดดูหมิ่นนางมัทนา ท้าวชัยเสนก็กริ้วและทรงดุด่าว่าเป็นมเหสีผู้ริษยา พระนางจันทิมาแค้นใจนักให้คนไปทูลฟ้องพระบิดาผู้เป็นเจ้าแห่งนครนครให้ยกทัพมาทำศึกกับท้าวชัยเสน จากนั้นก็คบคิดกับนางค่อมอร่าลีและวิหกรพราหมณ์หมอเสน่ห์ ทำอุบายกลั่นแกล้งนางมัทนาโดยส่งหนังสือไปทูลท้าวชัยเสนว่านางมัทนาป่วย ครั้นเมื่อท้าวชัยเสนรีบเสด็จกลับมาเยี่ยมนางมัทนา ก็กลับพบหมอพราหมณ์กำลังทำพิธีอยู่ใกล้ ๆ ต้นกุหลาบ วิหกรกับนางเกศินีข้าหลวงของนางจันทิมาจึงทูลใส่ความว่านางมัทนาให้ทำเสน่ห์เพื่อให้ได้ร่วมชื่นชมสุขสมสู่กับศุภางค์ ท้าวชัยเสนกริ้วนักรับสั่งให้ศุภางค์ประหารนางมัทนาแต่ศุภางค์ไม่ยอม ท้าวชัยเสนจึงสั่งประหารทั้งคู่

พระนางจันทิมาได้ช่องรีบเข้ามาทูลว่าตนจะอาสาออกไปห้ามศึกพระบิดาซึ่งคงเข้าใจผิดว่านางกับท้าวชัยเสนนั้นบาดหมางกัน แต่ท้าวชัยเสนตรัสว่าทรงรู้ทันอุบายของนางที่คิดก่อศึกแล้วจะห้ามศึกเอง พระองค์จะขอออกทำศึกอีกคราแล้วตัดหัวภักษัตริย์มครพอดาเอามาให้นางผู้ชบถต่อสวามีตนเอง

ขณะตั้งค่ายรบอยู่ที่นอกเมืองวิหกรพราหมณ์เฒ่าได้มาขอเข้าเฝ้าท้าวชัยเสนเพื่อสารภาพความทั้งปวงว่าพระนางจันทิมาเป็นผู้วางแผนการร้าย ซึ่งในที่สุดแล้วตนสำนึกผิดและละอายต่อบาปที่เป็นเหตุให้คนบริสุทธิ์ต้องได้รับโทษประหาร ท้าวชัยเสนทราบความจริงแล้วคั่งแค้นจนดำริจะแทงตนเองให้ตาย แต่อำมาตย์นั้นทิวรรณะเข้าห้ามไว้ทันและสารภาพว่าในคืนเกิดเหตุนั้นตนละเมิดคำสั่ง มิได้ประหารศุภางค์และนางมัทนา หากแต่ได้ปล่อยเข้าไป ซึ่งนางมัทนานั้นได้โสมะทัตติษญ์เอกของฤๅษีกาละทรรคินนำพากลับสู่อาศรมเดิม แต่ศุภางค์นั้นแฝงกลับเข้าไปร่วมกับกองทัพแล้วออกต่อสู้กับข้าศึกจนตัวตาย ท้าวชัยเสนจึงรับสั่งให้ประหารท้าวหมครที่ถูกจับมาเป็นเชลยไว้ก่อนหน้านั้นแล้ว ส่วนพระนางจันทิมาเหสีนั้นทรงให้เนรเทศออกนอกพระนคร ด้วยทรงเห็นว่าอन्नาริผู้มีใจมุ่งร้ายต่อผู้เป็นสามีก็ต้องแพ้ยัยตนเอง มีอาจอยู่เป็นสุขได้นานแน่

ฝ่ายนางมัทนานั้นได้ทำพิธีบูชาเทพและวอนขอร้องให้สุเทพณ์จอมเทพช่วยนางด้วย สุเทพณ์นั้นก็ยินดียิ่งจะแก้คำสาปและรับนางเป็นมเหสี แต่นางมัทนาก็ยังคงปฏิเสธและว่าอन्नาริจะมีสองสามีได้อย่างไร สุเทพณ์เห็นว่านางมัทนายังคงปฏิเสธความรักของตน จึงกริ้วนักสาปส่งให้นางมัทนาเป็นดอกกุหลาบไปตลอดกาล มีอาจกลายร่างเป็นมนุษย์ได้อีกต่อไป

เมื่อท้าวชัยเสนตามมาถึงในป่า นางปริยัมวาทาที่ตามมาปรนนิบัติดูแลนางมัทนาด้วยก็ทูลเล่าความทั้งสิ้นให้ทรงทราบ ท้าวชัยเสนจึงร้องว่าให้ด้วยความอาลัยรักแล้วขอให้พระฤๅษีช่วย โดยใช้มนตราและกล่าวเชิญนางมัทนาให้ยินยอมกลับเข้าไปยังเวียงวังกับตนอีกครา

เมื่อพระฤๅษีทำพิธีแล้ว ท้าวชัยเสนก็รำพันถึงความหลงผิดและความรักที่มีต่อนางมัทนาให้ต้นกุหลาบได้รับรู้ จากนั้นจึงสามารถชุบต้นกุหลาบได้สำเร็จ ท้าวชัยเสนได้นำต้นกุหลาบขึ้นวอทองเพื่อนำกลับไปปลูกในอุทยาน และขอให้ฤๅษีกาละทรรคินให้พรวิเศษว่ากุหลาบจะยังคงงดงามมีโรยราตราบจนกว่าตัวพระองค์เองจะสิ้นอายุขัย พระฤๅษีก็อวยพรให้ตั้งใจ และประสิทธิประสาทพรให้กุหลาบนั้นดำรงอยู่คู่โลกนี้ไม่มีสูญพันธุ์

อีกทั้งยังเป็นไม้ดอกที่กลิ่นอันหอมหวานสามารถช่วยดับทุกข์ในใจคนและดลบันดาลให้จิตใจเบิกบานเป็นสุขได้ ชาย-หญิงเมื่อมีรักก็จักใช้ดอกกุหลาบเป็นสัญลักษณ์แห่งความรักแท้สืบต่อไป

สาเหตุที่ตัวละครจากบทละครพูดคำฉันท์เรื่องมัทนะพาธาต้องพบกับความทุกข์และความเดือดร้อนนั้น เพราะมิได้กำจัดทุกข์และเหตุแห่งทุกข์ตามหลักอริยสัจสี่ ซึ่งเป็นหลักธรรมในพุทธศาสนาที่เป็นประโยชน์แก่ผู้ปฏิบัติเพื่อให้เกิดผลสำเร็จในการดับทุกข์จากปัญหาต่าง ๆ จึงทำให้ตัวละครจากบทละครพูดคำฉันท์เรื่องมัทนะพาธาทุกตัวได้รับความทุกข์ความเจ็บปวดจากความรัก โดยตัวละครสำคัญ 4 ตัว ได้แก่ มัทนา ท้าวชัยเสน สุเทษณ์ และนางจันทิ มีความรักอันเนื่องมาจากความเสน่หาทั้งสิ้น

ความรักนั้นหากเป็นความรักใคร่ปรารถนาแล้วเป็นทุกข์ทั้งสิ้นเพราะความคาดหวังจะไปอยู่กับสิ่งที่ตนเองต้องการจะได้รับ แต่หากเป็นความรักด้วยเมตตาปรารถนาดี ช่วยเหลือเกื้อกูล ที่เรียกว่า รักมีแต่ให้แล้วทุกอย่างจะเป็นความสุขและความอึดอ้อมในความรักนั่นเอง

ตัวละครเอกของเรื่องคือ

มัทนา มีทุกข์คือ ทุกข์และเหตุแห่งทุกข์อันเกิดจากความยึดมั่นถือมั่นในความไม่รัก และทุกข์และเหตุแห่งทุกข์อันเกิดจากความยึดมั่นถือมั่นในรัก

ท้าวชัยเสน เป็นกษัตริย์ผู้มีจิตใจโลเลและอ่อนแอ มีทุกข์คือทุกข์และเหตุแห่งทุกข์อันเกิดจากความรัก และทุกข์และเหตุแห่งทุกข์อันเกิดจากความหึงหวง

สุเทษณ์ มหาเทพผู้ยิ่งใหญ่ดำรงตนอยู่ในธรรมอันประเสริฐคือพรหมวิหาร 4 แต่มีอาสภมหวังในความรักก็มีทุกข์และเหตุแห่งทุกข์คือ ทุกข์และเหตุแห่งทุกข์อันเกิดจากการไม่ได้ในสิ่งที่รัก นั่นคือมัทนา แต่การดำรงตนอยู่ในพรหมวิหาร 4 ทำให้สุเทษณ์สามารถละอกุศล และเพียรสร้างกุศลให้เกิดขึ้นในใจเพื่อให้ตนเองพ้นทุกข์ได้ ดังที่สุเทษณ์ให้อภัย และระงับความโกรธของตนได้ อีกทั้งหาทางช่วยมัทนาให้พ้นทุกข์โดยให้มัทนาถลายร่างเป็นดอกกุหลาบชั่ววันจันทร์ เพื่อไม่ต้องเป็นทุกข์เพราะรักอีก

นางจันทิ ผู้มีโทษเป็นนิจมีทุกข์และเหตุแห่งทุกข์อันเกิดจากความอิจฉาริษยา ซึ่งมาจากการขาดสติยังคิดให้ถูกต้องและรอบคอบก่อนตัดสินใจทำสิ่งต่าง ๆ

พระกาละทรงดิน ผู้นำดอกกุหลาบมัทนามาดูแลเลี้ยงดูเป็นลูก มีทุกข์และเหตุแห่งทุกข์อันเกิดจากการพลัดพรากจากผู้เป็นที่รักซึ่งมาจากความรักความห่วงใยที่มีต่อมัทนา

ท้าวมคธ บิดาผู้รักลูกยิ่งชีวิตมีทุกข์และเหตุแห่งทุกข์อันเกิดจากความรักลูกคือนางจันทิ ทุกข์และเหตุแห่งทุกข์ของท้าวมคธมาจากความรัก ความห่วงใยที่มีต่อนางจันทิ

ศุภางค์ ทหารเอกผู้มีหัวใจภักดีมีทุกข์และเหตุแห่งทุกข์อันเกิดจากโมหะคือความหลงเป็นทุกข์และเหตุแห่งทุกข์จากความยึดมั่นในความรัก ความซื่อสัตย์และความจงรักภักดีที่มีต่อท้าวชัยเสน

อรალი นางจอมผู้ปล้ำลักษณะทั้งร่างกายและจิตใจมีทุกข์และเหตุแห่งทุกข์อันเกิดจากความรัก ซึ่งมาจากความรัก ความภักดีที่มีต่อนางจันทิ

ปริยัมวะทา นางข้าหลวงผู้มีใจภักดีต่อมัทนามีทุกข์และเหตุแห่งทุกข์อันเกิดจากความจงรักภักดีซึ่งมาจากความรัก ความภักดีที่มีต่อมัทนานายผู้เป็นที่รัก

ความทุกข์ของตัวละครสำคัญ 4 ตัว คือ มัทนา ท้าวชัยเสน สุเทษณ์ และนางจันทิ ล้วนเกิดจากความรัก ความปรารถนา แบบมีกิเลส จึงทำให้วนเวียนอยู่ในทุกข์อย่างไม่รู้จบสิ้น มีเพียงสุเทษณ์เท่านั้นที่เริ่มแรกมีมูลเหตุแห่งทุกข์มาจากความรักแบบเสน่หา แต่ด้วยเพราะสุเทษณ์คือมหาเทพผู้ดำรงตนอยู่ใน พรหมวิหาร 4 จึงทำให้อกุศลในจิตเบาบางซึ่งถือเป็นตัวละครแบบอย่างที่กำลังสอนให้เห็นวิธีปฏิบัติเพื่อพ้นทุกข์จากโลกียะ ไปสู่โลกุตระ

สำหรับตัวละครรองอีก 5 ตัว คือ พระกาละทรงดิน ท้าวมคธ ศุภางค์ อรალი และ ปริยัมวะทา เป็นทุกข์เพราะความรัก ความปรารถนาดีที่ทุ่มเทและหวังดีมากเกินไป หรือเป็นความรักที่ขาดปัญญาจนทำให้เป็นทุกข์ ซึ่งความทุกข์ของตัวละครทั้ง 9 ตัว ล้วนแต่มาจากความไม่ได้ตั้งใจปรารถนาหรือตณฺหา

ทั้งสิ้น ไม่ว่าความทุกข์นั้นจะเกิดจากความรักแบบ
มีกิเลส หรือความรักที่ขาดปัญญานั้นเอง

บทละครพูดคำฉันท์เรื่องมัทนะพาธาทำให้
สังคมได้ประจักษ์ในพระอัจฉริยภาพของพระบาทสมเด็จพระ
มงกุฎเกล้าเจ้าอยู่หัวที่ทรงแฝงหลักธรรมและ
แนวคิดทางพุทธศาสนา อันเป็นหัวใจสำคัญของหลัก
คำสอนของพระสัมมาสัมพุทธเจ้า คือ หลักอริยสัจสี่
ไว้อย่างลึกซึ้ง แฝงยล โดยไม่เสียอรรถรสของวรรณคดี
หรือทำลายความไพเราะของคำประพันธ์ ทำให้ผู้อ่าน
ได้เรียนรู้ ชื่นชมธรรมะ หรือกฎตามธรรมชาติของชีวิต
และหลักการดำเนินชีวิตให้พ้นจากความทุกข์ที่ถูกต้อง
อย่างแท้จริง อีกนัยหนึ่งเห็นว่า วรรณคดี วรรณกรรม
นอกจากจะนำเสนอความสนุกสนาน และความไพเราะ
แล้วผู้ประพันธ์ยังแทรกคุณธรรม จริยธรรม ศีลธรรม
ให้แก่ผู้อ่าน และต้องการให้ผู้อ่านได้เรียนรู้ถึงผลดี
ของการมีธรรมะ และผลเสียของการขาดธรรมะในการ
ดำเนินชีวิต ผ่านบทบาทตัวละครได้อย่างกลมกลืน ทั้งนี้
ผู้อ่านต้องอาศัยการอ่านตีความอย่างลึกซึ้งจึงจะเข้าใจ
สารนั้นได้

**มัทนะพานำเสนอแนวคิดและวิธีการ
ปฏิบัติให้หลุดพ้นจากอกุศล อันทำให้เกิดความรัก
แบบโลกียะ ไปสู่ความรักแบบโลกุตระผ่านตัวละคร
สำคัญคือสุเทษณ์** ซึ่งสามารถละอกุศลให้เบาบางลง
ด้วยการใช้ศีล และธรรมะระงับโทสะ ใช้ทานระงับ
โลภะ และใช้ปัญญาระงับโมหะ ซึ่งแสดงให้เห็นถึง
จิตวิญญาณที่ผสมผสานกันอย่างลงตัวระหว่างนักธรรม
และกวีของพระบาทสมเด็จพระมงกุฎเกล้าเจ้าอยู่หัว
ที่นำเสนอธรรมะและแนวทางปฏิบัติเพื่อพ้นทุกข์
ได้อย่างน่าสนใจชวนติดตาม และเห็นภาพชัดเจน
ได้อย่างลึกซึ้งแยบยล

การสร้างตัวละครสุเทษณ์ได้อย่างประณีต ลึกซึ้ง
และแยบคายเช่นนี้ แสดงถึงพระอัจฉริยภาพใน
“พระมหาธีรราชเจ้า” ของปวงชนชาวไทย ซึ่งทรงให้

ปัญญาแก่พสกนิกรของพระองค์ท่าน ทำให้เกิดการ
ตระหนักรู้และเห็นคุณค่าของบทละครพูดคำฉันท์
เรื่องมัทนะพาธาได้ดียิ่งขึ้น สุเทษณ์จึงเป็นตัวละคร
ที่มีบทบาทเด่นและสำคัญที่สุดของเรื่องเมื่อวิเคราะห์
ตามหลักอริยสัจสี่

งานวิจัยนี้ทำให้เกิดความคิดใหม่ในการอ่าน
บทละครพูดคำฉันท์เรื่องมัทนะพานั้นคือการมอง
ตัวละครสุเทษณ์ในทัศนะที่ต่างไปจากเดิม จากที่ผู้อ่าน
วรรณคดีไทยส่วนใหญ่เห็นว่าสุเทษณ์คือตัวละคร
ฝ่ายร้ายที่มีแต่ความโหดร้าย และเห็นแก่ตัว เป็นฝ่าย
ตรงข้ามกับท้าวชัยเสน เมื่อมัทนาไม่รักสุเทษณ์ สุเทษณ์
จึงใช้อำนาจสาปมัทนาให้กลายเป็นดอกกุหลาบเพื่อให้
ไม่สมหวังในความรักกับท้าวชัยเสน แต่เมื่อพิจารณา
การกระทำของสุเทษณ์อย่างละเอียดถี่ถ้วนตามหลัก
อริยสัจสี่แล้วพบว่าสุเทษณ์มีความเป็นสุภาพบุรุษ และ
มีคุณธรรม เสียสละความสุข ความพอใจส่วนตัวเพื่อ
มัทนาหญิงที่ตนรักอย่างจริงใจ ละอกุศลคือต้นเหตุ
ออกจากจิตใจ การสาปมัทนาให้กลายเป็นดอก
กุหลาบชั่ววันจันทร์ เพื่อปกป้องนางจากความทุกข์ทรมาน
ด้วยใจเมตตากรุณายิ่งเพื่อจะได้ไม่ต้องพบกับความรัก
อันทำให้เกิดทุกข์ สุเทษณ์จึงเป็นตัวละครเพียงตัวเดียว
ที่พบหนทางพ้นทุกข์ นำพาตนเอง และบุคคลอันเป็นที่รัก
ไปสู่ความสุขแห่งโลกุตระธรรม ด้วยใจที่สงบและ
เป็นสุขอย่างแท้จริง

จากที่กล่าวมาทั้งหมดข้างต้นเป็นการเน้นย้ำว่า
บทละครพูดคำฉันท์เรื่องมัทนะพาธาเป็นวรรณคดี
ชิ้นเอกของไทยที่ดีเด่นทั้งทางด้านการใช้ภาษาที่ไพเราะ
และการนำเสนอแนวคิดที่แฝงหลักธรรมคำสอนของ
พระสัมมาสัมพุทธเจ้าไว้อย่างลึกซึ้งประณีต จึงทำให้
บทละครพูดคำฉันท์เรื่องมัทนะพาธาได้รับการสืบทอด
เป็นมรดกทางวรรณศิลป์ อันมีคุณค่ายิ่งต่อแวดวง
วรรณคดีไทยมาจนถึงปัจจุบัน



ใบสมัครสมาชิก

วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเชีย ฉบับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี



ชื่อ _____ นามสกุล _____

บุคคลภายใน

☐ นักศึกษา ☐ อาจารย์ ☐ นักวิจัย

บุคคลทั่วไป

☐ นักศึกษา ☐ อาจารย์ ☐ นักวิจัย ☐ หน่วยงาน _____

เลขบัตรประจำตัวประชาชน _____

ที่อยู่ในการจัดส่งวารสาร

เลขที่ _____ หมู่ที่ _____ ตรอก/ซอย _____ ถนน _____

แขวง/ตำบล _____ เขต/อำเภอ _____ จังหวัด _____

รหัสไปรษณีย์ _____ โทรศัพท์ _____ อีเมล _____

กลุ่มสาขาวิชาที่ต้องการ

☐ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ประเภทการสมัคร

ฉบับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

☐ 1 ปี 2 ฉบับ เป็นเงิน 600 บาท ☐ 2 ปี 4 ฉบับ เป็นเงิน 1,000 บาท

☐ 5 ปี 10 ฉบับ เป็นเงิน 2,000 บาท

ท่านต้องการตีพิมพ์บทความในวารสารหรือไม่

☐ ต้องการตีพิมพ์ ☐ ไม่ต้องการตีพิมพ์

ท่านต้องการตีพิมพ์บทความในวารสารเป็นภาษาไทย-ภาษาอังกฤษ

☐ บทความภาษาไทย จำนวนเงิน 3,000 บาท ☐ บทความภาษาอังกฤษ จำนวนเงิน 5,000 บาท

ลงชื่อผู้สมัคร _____

ส่งที่ กองบรรณาธิการวารสารวิชาการ

มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเชีย

200 หมู่ 1 ถนนรังสิต-นครนายก ตำบลรังสิต อำเภอธัญบุรี จังหวัดปทุมธานี 12110

(วงเล็บมุมซองด้านขวา “สมาชิกวารสาร EAU”)

สำหรับเจ้าหน้าที่

หมายเลขสมาชิก _____ หมายเลขใบเสร็จ _____

ตั้งแต่วันที่ _____ ลงชื่อผู้รับสมัคร _____

