



วารสารวิชาการ มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย

EAU Heritage Journal

ฉบับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

Science and Technology

ปีที่ 10 ฉบับที่ 1 ประจำเดือน มกราคม-เมษายน 2559 Vol. 10 No. 1 January-April 2016

ISSN 2286-6175





สดุดี อาศิรวาท สมิเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี
พระชนมายุ 61 พรรษา



แว่น	ฟ้าสง่าพร้อม	รู้
แก้ว	ทอแสงรัศมี	เจิดจ้า
เทพรัตน์	ปราชญ์เป็นศรี	มีเมือง นี้อะ
จักรี	เฉลิมเสริมชนมทิน	เกิดไ้บูชา

ในวาระวามงคลชนทั่วหล้า	พองปวงข้าขน้อมไหว้ได้เทศรี
องค์พระเทพรัตน์แว่นแก้วแพรวมณี	ประชาชีเกิดองค์พระทรงชัย
ขอพระองค์ทรงมีปรีชาเลิศ	ให้ก่อเกิดสุขทั่วปวงล่องสมัย
สัมฤทธิ์ผลดลให้สมในพระหฤทัย	พลานามัยเกษมศานต์สราญเทอญ



ด้วยเกล้าด้วยกระหม่อมขอเดชะ
ข้าพระพุทธเจ้า พศ.ดร. เพื่อนใจ รัตตากร
ประพันธ์ในนามของ
วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย
ฉบับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

นโยบายการจัดพิมพ์

วารสาร EAU Heritage เป็นวารสารราย 4 เดือน มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซียจัดพิมพ์ขึ้นเพื่อเผยแพร่ความรู้ในสาขาวิชาต่างๆ ด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เพื่อให้เกิดประโยชน์ต่อการศึกษาค้นคว้าและเปิดโอกาสให้นักศึกษา นักวิจัย คณาจารย์ ตลอดจนนักวิชาการทั่วไป ทั้งภายในและภายนอกมหาวิทยาลัยได้มีโอกาสเผยแพร่ผลงานให้เป็นที่รู้จักต่อสาธารณชน และได้แลกเปลี่ยนความรู้ในวิชาการด้านต่างๆ

บทความที่เสนอเพื่อตีพิมพ์

บทความที่เสนอเพื่อพิจารณาต้องเป็นบทความวิชาการหรือบทความการวิจัยทั้งภาษาไทย ภาษาอังกฤษ หรือภาษาต่างประเทศอื่น เรื่องที่จะได้รับการตีพิมพ์ต้องผ่านกระบวนการพิจารณากลั่นกรองโดยผู้ทรงคุณวุฒิในสาขาวิชาที่เกี่ยวข้องก่อนลงตีพิมพ์ และต้องเป็นบทความที่ยังไม่เคยได้รับการตีพิมพ์เผยแพร่หรืออยู่ระหว่างการพิจารณาในวารสารอื่นๆ (การละเมิดลิขสิทธิ์ถือเป็นความรับผิดชอบของผู้ส่งบทความโดยตรง)

การเตรียมต้นฉบับ

ต้นฉบับที่เสนอเพื่อพิจารณาลงตีพิมพ์ ต้องมีรูปแบบดังต่อไปนี้

1. พิมพ์ด้วยกระดาษ A4 ความยาวไม่เกิน 15 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: สำนักพิมพ์หรือหน่วยงานที่พิมพ์.

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

วิทยา นภาริกุลกิจ. (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. ใน *เอกสารการสอนชุดวิชาการสอนภาษาอังกฤษระดับประถมศึกษา* (พิมพ์ครั้งที่ 2, หน่วยที่ 9). นนทบุรี: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

3. วารสาร

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

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

4. หนังสือพิมพ์

ชื่อผู้แต่ง. (ปี, เดือน วันที่). ชื่อบทความ. *ชื่อหนังสือพิมพ์*, หน้า. ศรีสกุล ถิลาพิระพันธ์. (2545, กรกฎาคม 11). จัปทีวิไลกระเป๋าคือทำกันอย่างไร?. *มติชน*, หน้า 19.

5. วิทยานิพนธ์

กอบกุล สรรพกิจงานง. (2541). *การวิจัยเชิงนโยบายเพื่อการพัฒนา นโยบายการใช้อินเทอร์เน็ตสำหรับสถาบันอุดมศึกษาไทย*. คุยฉินพนธ์ครุศาสตรคุยฉินพนธ์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

6. สารสนเทศจากอินเทอร์เน็ต

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

มานพ แก้วผกา. (2549). *เศรษฐกิจพอเพียงกับการค้าเสรีไปด้วยกัน 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 800 บาท

สถานที่ติดต่อ

ผู้สนใจเสนอบทความหรือบอกรับเป็นสมาชิก สามารถติดต่อได้ที่

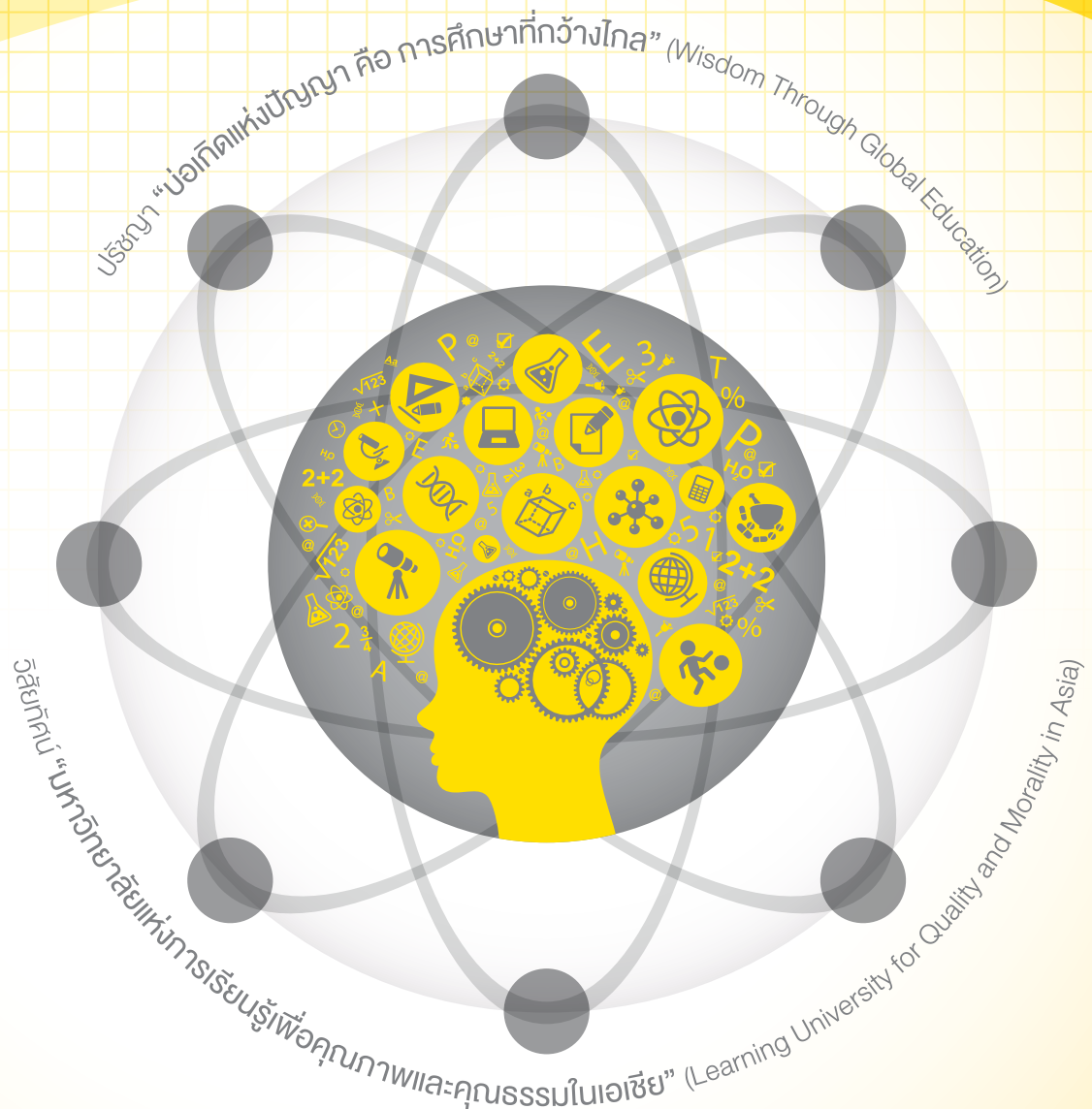
กองบรรณาธิการวารสาร EAU Heritage

อาคาร ขวน ขวนชัย ชั้น 4 ห้อง C423

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

โทรศัพท์: 0-2577-1028 ต่อ 377, 378

e-mail address: EAU_heritage@EAU.ac.th





วารสารวิชาการ มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย

EAU Heritage Journal

ฉบับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

Science and Technology

ปีที่ 10 ฉบับที่ 1 ประจำเดือน มกราคม-เมษายน 2559 Vol. 10 No. 1 January-April 2016

ISSN 2286-6175

วัตถุประสงค์	1. เพื่อส่งเสริมสนับสนุนการเผยแพร่ผลงานวิจัยและวรรณกรรมทางวิชาการทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 2. เพื่อเป็นเวทีเผยแพร่ผลงานทางวิชาการและผลงานวิจัยของอาจารย์ นักวิจัย นักศึกษาทั้งภายในและภายนอกมหาวิทยาลัย 3. เพื่อเป็นแหล่งศึกษาค้นคว้าทางวิชาการใหม่ๆ ด้านวิศวกรรมศาสตร์ พยาบาลศาสตร์ เกษตรศาสตร์ สาธารณสุขศาสตร์ การบิน สิ่งแวดล้อม และเทคโนโลยีสารสนเทศ	
กำหนดการเผยแพร่	3 ฉบับต่อปี (มกราคม-เมษายน พฤษภาคม-สิงหาคม และ กันยายน-ธันวาคม)	
การเผยแพร่	โดยจัดส่งให้ สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา (สกศ.) สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.) กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (วท.) สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา (สกอ.) สำนักงานรับรองมาตรฐานและการประเมินคุณภาพการศึกษา (สมศ.) สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) หน่วยงานและสถาบันการศึกษาต่างๆ ตลอดจนบุคคลทั่วไปที่ตอบรับเป็นสมาชิก	
เจ้าของ	มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย	
ที่ปรึกษา	ดร.โชติรส ขวณิชย์ อาจารย์สุภกัญญา ขวณิชย์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ บุญยมาศ ลินธุประมา	อธิการบดี รองอธิการบดีฝ่ายนโยบายและแผน รองอธิการบดีฝ่ายวิชาการ
คณะที่ปรึกษาของบรรณาธิการ (Editorial advisory board)	ศาสตราจารย์ ดร.อุดม วโรตม์ลิขิตดิษฐ์ ศาสตราจารย์ ดร.จงจิตร หิรัญลาภ ศาสตราจารย์ พิเศษ ประสิทธิ์ ไขว้ไขกุล รองศาสตราจารย์ ดร.ครรชิต มาลัยวงศ์ รองศาสตราจารย์ ดร.บุญมี เนรยอด รองศาสตราจารย์ ดร.สมพร กันทรดุขฎี เติร์มชัยศรี รองศาสตราจารย์ เพลินทิพย์ โกเมศโสภ	ราชบัณฑิต สาขาวิชาภาษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ราชบัณฑิต สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
	ศาสตราจารย์ ดร.บุญมี เนรยอด รองศาสตราจารย์ ดร.สมพร กันทรดุขฎี เติร์มชัยศรี รองศาสตราจารย์ เพลินทิพย์ โกเมศโสภ Jerrold M. Michael	มหาวิทยาลัยมหิดล จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย U.S. Public Health Service
บรรณาธิการ	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ดุขฎี เจริญสุข	
กองบรรณาธิการ	รองศาสตราจารย์ ดร.สมบัติ ทิมทรัพย์ ดร.เกรียงศักดิ์ เตมียี ดร.มนตรี บุญเรืองเศษ	มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนครสวรรค์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง

บทความใน "วารสาร EAU HERITAGE" เป็นความเห็นของผู้เขียนโดยเฉพาะ กองบรรณาธิการไม่มีส่วนในความคิดเห็นในข้อความเหล่านั้น

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สรรพชัย หุวะนันท์
รองศาสตราจารย์ ดร.วันเพ็ญ แก้วปาน
รองศาสตราจารย์ ดร.นุจรี ไชยมงคล
รองศาสตราจารย์ ดร.ธนาคม สุนทรชัยนาคแสง

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.รุ่งตะวัน สุภาพผล
ศาสตราจารย์ ดร.จงจิตร หิรัญลาก

ศาสตราจารย์ ดร.อรษา สุตเธียรกุล
รองศาสตราจารย์ ดร.บุญใจ ศรีสถิตนรากร
รองศาสตราจารย์ ดร.วิเชียร ชูติมาสกุล

รองศาสตราจารย์ ปภาวดี คล่องพิทยาพงษ์

เรืออากาศโท ดร.สุริต ห่วงสุวรรณ
Mr. Leonard Trudo
Dr. Wayne N. Phillips

เลขานุการ

นางสาวอรอนงค์ อุดมวงศ์

ออกแบบปก/จัดรูปเล่ม

อาจารย์วิลาวรรณ สุขมาก
นางสาวอรพินท์ ลูกอินทร์
นางสาวพิมพ์ดา พิทักษ์เศรษฐการ

พิสูจน์อักษรประจำฉบับ

รองศาสตราจารย์ ดร.สมบัติ ทิมทรัพย์
รองศาสตราจารย์ ปภาวดี คล่องพิทยาพงษ์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ อัญชลี เชี่ยวโสธร ดุวอล
Associate Professor Dr. Sushama Kasbekar
Mr. Eric Larsen

โรงเรียนนายร้อยพระจุลจอมเกล้า
มหาวิทยาลัยมหิดล

มหาวิทยาลัยบูรพา
คณะวิศวกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
คณะพลังงาน สิ่งแวดล้อม และวัสดุ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล
คณะพยาบาลศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
คณะเภสัชศาสตร์

มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย
คณะกรรมการbin มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย
Eastern Asia University
Mahidol University International College

มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย

มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย
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

พ.อ.ดร. กนก วีรวงศ์	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
รศ.ดร.กุหลาบ รัตนจักรธรรม	มหาวิทยาลัยบูรพา
รศ.ดร. เกียรติชัย เวชฎาพันธุ์	มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย
รศ. เกียรติไกร อายุวัฒน์	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ดร. เกรียงศักดิ์ เตมีย	มหาวิทยาลัยนเรศวร
รศ.ดร. ไกรชาติ ตันตระการภา	มหาวิทยาลัยมหิดล
ศ. ดร. งามผ่อง คงคาพิทย	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ผศ. นท. ดร. งามลมัย ผิวเหลือง	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ศ.ดร. จงจิตร หิรัญลาภ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
ผศ. ดร. จงดี โตอิม	มหาวิทยาลัยมหิดล
รศ.ดร. จริยา วิทยะศุกร	มหาวิทยาลัยมหิดล
ดร. จันทนา กุญชรรัตน์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
ดร.จาดูรงค์ โพคะรัตน์ศิริ	มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
ผศ. ดร. จารึก สิงห์ปรีชา	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
รศ.ดร.เฉลิมชัย ชัยกิตติภรณ์	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ดร. ไชยวัฒน์ กล้าพล	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ศ.ดร. ณัฐนันท์ สินชัยพานิช	มหาวิทยาลัยมหิดล
รศ. ดิเรก ทองอร่าม	มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช
ผศ. ดร. ดุษฎี อายุวัฒน์	มหาวิทยาลัยขอนแก่น
พ.ด.อ.หญิง ดร.ทิพย์ขัมพร เกษโกมล	สำนักงานตำรวจแห่งชาติ
ดร. ทิพวัลย์ ดารามาศ	มหาวิทยาลัยมหิดล
รศ. ดร. ธนาคม สุนทรชัยนาคแสง	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
ดร. ธัญลักษณ์ รุจิภักดี	มหาวิทยาลัยมหิดล
ผศ. ดร. อธิพนธ์ เวศพันธุ์	มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย
ศ.นพ.ธีระ งามสุต	กระทรวงสาธารณสุข
ดร. นงนภัส เทียงกมล	มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
ดร.นวทัศน์ ก้องสมุทร	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
รศ.ดร. นุจรี ไชยมงคล	มหาวิทยาลัยบูรพา
ผศ.ดร. เนตรนภัส เขียวขำ	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ดร.บัญชา ชินศิริ	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
รศ. ดร. บุญใจ ศรีสถิตนรากร	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
รศ.ดร. ปกรณ์ สุวานิช	มหาวิทยาลัยมหิดล
รศ.ปภาวดี คล่องพิทยาพงษ์	มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย
ผศ. ดร. ประภาส พาวินันท์	มหาวิทยาลัยรามคำแหง
รศ. ดร. ประเวศ อินทองปาน	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ผศ.ดร.ปราโมช เขียวชาญ	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ดร.นพ. ปรีชา เปรมปรี	กระทรวงสาธารณสุข

ผู้ทรงคุณวุฒิกลั่นกรองบทความ

ผศ. ปัญญา เหล่าอนันต์ธนา	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
รศ.ดร.ปิติเชต สุรักษา	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
รศ. ดร. น.สพ.พงศ์ราม รามสูต	มหาวิทยาลัยมหิดล
ผศ. ดร. พรธิดา วิเศษศิลปานนท์	มหาวิทยาลัยมหิดล
ผศ. ดร. พรฤดี เนติโสภาคกุล	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ผศ.ดร.พัชรารภรณ์ บุญยวานิชกุล	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ผศ. ดร. พันธุ์ทิพย์ จงไกรย	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ผศ. ดร. พิมลพรรณ อิศรภักดี	มหาวิทยาลัยมหิดล
ผศ.ดร. พีรธร แก้วลาย	มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
ดร. พุฒิพัฒน์ ทวีวัชรพัฒน์	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ดร. เพชญ์ เตชรัตน์	มหาวิทยาลัยมหิดล
ผศ.ดร. เพื่อนใจ รัตตากร	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
รศ.ดร. ไพศาล นาผล	มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ดร. มนตรี บุญเรืองเศษ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
รศ.ดร. ยุทธพงษ์ รังสรรค์เสรี	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
รศ.ดร. ร.ต.อ. หญิง ยุพิน อังสุโรจน์	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
รศ.ดร. รัชนี ศุภจันทร์รัตน์	มหาวิทยาลัยมหิดล
ผศ. ดร. รัฐพล อาษาสุจริต	มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
รศ. ดร. รัตติกรณ์ จงวิศาล	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ผศ.ดร. รุ่งตะวัน สุภาพผล	มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ผศ. ดร. เรณู พุกบุญมี	มหาวิทยาลัยมหิดล
รศ.ดร. ลัดดาวัลย์ ผิวทองงาม	มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
รศ. ดร. วรณภา ประไพพาณิชย์	มหาวิทยาลัยมหิดล
พญ. วราลักษณ์ ตังคณะกุล	กระทรวงสาธารณสุข
ผศ.ดร. วันทนา มณีศรีวงศ์กุล	มหาวิทยาลัยมหิดล
รศ.ดร.วันเพ็ญ แก้วปาน	มหาวิทยาลัยมหิดล
รศ. ดร. วันเพ็ญ วอกลาง	มหาวิทยาลัยรามคำแหง
ดร. วิทยา เจียรพันธุ์	ที่ปรึกษาสำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา
รศ.ดร. วิเชียร ชูติมาสกุล	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
รศ. ดร. วินัย คำสุวรรณ	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ผศ.ดร.วินัย นุตมากุล	มหาวิทยาลัยมหิดล
รศ.ดร.วีระเชษฐ์ ชันเงิน	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ผศ.ดร.เวชพงศ์ ชูติชูเดช	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ดร.ศยามล เจริญรัตน์	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ผศ. ดร. ศรีสุมะ ภูมณสกุล	มหาวิทยาลัยมหิดล
รศ. ศิริชัย พงษ์วิชัย	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
รศ. ศิริวรรณ สันทัด	มหาวิทยาลัยมหิดล

ผู้ทรงคุณวุฒิกลั่นกรองบทความ

รศ. ดร. เศรษฐ์ สัมภัตตะกุล	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
รศ. ดร. สมบัติ ทิฆัมพรพิสัย	มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย
รศ. ดร. สมใจ พุทธาพิทักษ์ผล	มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช
รศ. สยาม อรุณศรีมรกต	มหาวิทยาลัยมหิดล
ผศ. ดร. สรรพชัย หุวะนันท์	โรงเรียนนายร้อยพระจุลจอมเกล้า
รศ. ดร. สากล สถิตวทยานันท์	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ผศ. ดร. สุดารัตน์ สารสว่าง	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
รศ. ดร. สุทธนู ศรีไสย์	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ผศ.ดร. สุภาพ จัตราภรณ์	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
รศ.ดร.สุเทพ ศิลปานันทกุล	มหาวิทยาลัยมหิดล
ศ.สุทัศน์ ยกส้าน	สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
รศ. ดร. สุวรรณา วรรัตน์	มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ผศ.ดร.โสวัตรี ณ ถลาง	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ผศ.ดร. อริศรา เล็กสรรเสริญ	มหาวิทยาลัยมหิดล
ผศ. อวยชัย จีระชน	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
รศ. อิทธิพล ราศีเกรียงไกร	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ผศ.ดร.เอี่ยมพร มัชฌิมวงศ์	มหาวิทยาลัยมหิดล
Dr. Wayne N. Phillips	Mahidol University International College



บทบรรณาธิการ

สวัสดีค่ะ ท่านผู้อ่าน คณาจารย์ นักวิจัย นักวิชาการ และนักศึกษาทุก ๆ ท่าน

ความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้เจริญรุดหน้าไปอย่างไม่หยุดยั้ง บนเส้นทางของการพัฒนาที่ขับเคลื่อนด้วยมนุษย์ซึ่งเป็นผู้กำหนดแนวทางการพัฒนาและการใช้ทรัพยากร เมื่อมองย้อนจากอดีตที่ผ่านมาและมองไปถึงอนาคตที่กำลังย่างกรายเข้ามา การเปลี่ยนแปลงของการพัฒนาเป็นทั้งการเปลี่ยนแปลงที่พัฒนาไปในด้านบวก และการเปลี่ยนแปลงที่ส่งผลด้านลบ ทั้งความร่อยหรอของทรัพยากรธรรมชาติและการเกิดมลภาวะ รวมทั้งการเปลี่ยนแปลงสภาวะภูมิอากาศของโลก บทความวิจัยและบทความวิชาการในวารสารวิชาการมหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย ฉบับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีฉบับนี้ มีบทความรับเชิญเรื่อง The Psychology of Politics: Self, Environment, and Wild Card โดย Prof. Dr. Ofer Feldman, Doshisha University, Kyoto, Japan ที่กล่าวถึงวิถีคิดและพฤติกรรมของมนุษย์ในสังคมที่น่าสนใจ เพื่อนำไปสู่การปรับใช้ในการพัฒนา และมีบทความเกี่ยวกับการพัฒนาอุตสาหกรรม Industry 4.0 อนาคตของอุตสาหกรรมไทย ที่คำนึงถึงการใช้ทรัพยากรอย่างรู้คุณค่า และงานวิจัยด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอื่น ๆ เช่น ชี้นำงานดิจิทัลเบรก การศึกษาวัสดุทดแทนในการสร้างตัวแปลงแม่พิมพ์ ฯลฯ และยังมีบทความวิจัย การมีส่วนร่วมของประชาชน ในการดูแลสิ่งแวดล้อม มิติของบทความวิจัยด้านสุขภาพ เช่น สมุนไพรยับยั้งเชื้อวัณโรค การจัดการและการดูแลสุขภาพผู้สูงอายุ รวมทั้ง บทความนำหนังสือ “บุคคลบันดาลใจ ยิ่งใหญ่ ด้วยความดี” ของ อ.สุกัญญา ชวนิชย์ ที่ให้แรงบันดาลใจในการทำความดีในการดำรงชีวิต

สุดท้ายขอขอบพระคุณท่านผู้ทรงคุณวุฒิ ที่ช่วยพิจารณาบทความอย่างมีคุณภาพในระบบ Double Blind ผู้ส่งบทความวิชาการ บทความวิจัย ที่ได้มีส่วนร่วมในการพัฒนางานวิชาการ งานวิจัย เพื่อให้เกิดประโยชน์ต่อสังคม และขอเชิญชวนทุก ๆ ท่านส่งบทความวิจัย บทความวิชาการได้ทาง <http://eauheritage.eau.ac.th/> ซึ่งวารสารวิชาการมหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย ฉบับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เป็นวารสารที่อยู่ในฐานข้อมูล TCI กลุ่ม 1 ที่พร้อมจะพัฒนาวารสารเพื่อรองรับผลงานด้านวิชาการและการวิจัยของสมาชิกและผู้อ่านทุก ๆ ท่าน แล้วพบกันใหม่ในฉบับหน้า สวัสดีค่ะ

บรรณาธิการ

แนะนำผู้เขียน

จิตลดา หมายมั่น	อาจารย์ประจำคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย E-mail: jitlada@eau.ac.th
ชูศักดิ์ ชัมภลขิต	อาจารย์ประจำคณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ณัชชา มิตสุโมไต	นักศึกษาหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการบริหารการbin มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย E-mail: makosang@yahoo.com
ทิฆัมพร ทวีเดช	นักศึกษาหลักสูตรอุตสาหกรรมศาสตรมหาบัณฑิต คณะเทคโนโลยีและ การจัดการอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
ไตร คระนันท์	อาจารย์ประจำภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ E-mail: trikharanan@gmail.com
ทัศนีย์ รวิวรกุล	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ประจำคณะพยาบาลศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล
ทัศนีย์ ศิลาวรรณ	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ประจำคณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล
ธงชัย นิลคำ	อาจารย์ประจำหลักสูตรสิ่งแวดล้อมศึกษา วิทยาลัยนวัตกรรมการจัดการ มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์
นพดล ช้างงาม	นักศึกษาหลักสูตรอุตสาหกรรมศาสตรมหาบัณฑิต คณะเทคโนโลยีและ การจัดการอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
นิศากร สมสุข	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ประจำคณะการbin มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย E-mail: nisakorn@eau.ac.th
ประภาพร กุลลิมรัตน์ชัย	อาจารย์ประจำคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย E-mail: prapaporn@eau.ac.th
ผมหอม เชิดโกทา	นักศึกษาหลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาสังแวดล้อมศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ E-mail: pomhom07@gmail.com
รวิวรรณ สนั่นวรเกียรติ	อาจารย์ประจำหลักสูตรวิชาสิ่งแวดล้อมศึกษา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์

รุ่งเรือง สารวิจิตร	นักศึกษาหลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาสิ่งแวดล้อมศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ E-mail: rung847@gmail.com
เลียง มากพูน	นักศึกษาหลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาสิ่งแวดล้อมศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ E-mail: lieng_m@okamoto.co.th
วินัย วีระพัฒนานนท์	รองศาสตราจารย์ประจำหลักสูตรสิ่งแวดล้อมศึกษา วิทยาลัยนวัตกรรมการจัดการ มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์
วิรัตน์ กิตติพิชัย	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ประจำคณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล
ศิริชัย กาญจนวาสี	คณบดีคณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
สมบัติ ทิฆมทรัพย์	คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย E-mail: sombat@eau.ac.th
สุทธิธร บุญเรือง	นักศึกษาหลักสูตรสาขาสาธารณสุขศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยมหิดล E-mail: suthiddun28@hotmail.com
สุนทรี จินธรรม	ผู้ช่วยอธิการบดี มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์
สุภกัญญา ชวนิชย์	รองอธิการบดีฝ่ายนโยบายและแผน มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย E-mail: supakanya@eau.ac.th
อาภาพรรณ ประทุมไทย	นักศึกษาหลักสูตรครุศาสตรดุษฎีบัณฑิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย E-mail: offza_sungmin@hotmail.com
อารีรัตน์ ชี้อติ	อาจารย์ประจำคณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย E-mail: areerats@eau.ac.th
Chatchai Tiengkamol	บริษัท รีเสิร์ช อินโมชัน จำกัด E-mail: send2ohm@gmail.com
Ladda Sanseeha	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ประจำคณะพยาบาลศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
Napaporn Lhaopet	นักศึกษาหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาสิ่งแวดล้อมศึกษา มหาวิทยาลัยมหาสารคาม E-mail: lhaopet@gmail.com

Nattawadee Boonwattanopas	นักศึกษาหลักสูตรปริญญาตรีบัณฑิต สาขาวิชาสารสนเทศศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช E-mail: nboonwattanopas@gmail.com
Nongnapas Thiengkamol	อาจารย์ประจำคณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากร มหาวิทยาลัยมหาสารคาม E-mail: mahidol@gmail.com
Nuntaporn Sutthiphapa	นักศึกษาหลักสูตรปริญญาตรีบัณฑิต สาขาวิชาสิ่งแวดล้อมศึกษา มหาวิทยาลัยมหาสารคาม E-mail: nanthaporn.s@ubru.ac.th
Ofer Feldman	Professor of Political Psychology & Behavior, Faculty of Policy Studies, Doshisha University, Japan
Orathai Khamin	นักศึกษาหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาสิ่งแวดล้อมศึกษา มหาวิทยาลัยมหาสารคาม E-mail: 51011711106.orathai@gmail.com
Rutchanun Srisupa	Doctor of Public Health Student, Mahasarakham University E-mail: rutchanun@hotmail.com
Sasithorn Deerada	นักศึกษาหลักสูตรปริญญาตรีบัณฑิต สาขาวิชาสิ่งแวดล้อมศึกษา มหาวิทยาลัยมหาสารคาม E-mail: pichitchai.k@gmail.com
Sumattana Klangkarn	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ประจำคณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
Tanarat Koowaranyoo Thiengkamol	บริษัท ไชนิ่ง คอนเซิร์ท จำกัด
Thananya Wongsompong	นักศึกษาหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาสิ่งแวดล้อมศึกษา มหาวิทยาลัยมหาสารคาม E-mail: thananya.bumbim@gmail.com
Wantana Klangburum	นักศึกษาหลักสูตรปริญญาตรีบัณฑิต สาขาวิชาสิ่งแวดล้อมศึกษา มหาวิทยาลัยมหาสารคาม E-mail: want_kl@yahoo.com



สารบัญ

บทความพิเศษ

- 1 ■ The Psychology of Politics: Self, Environment and Wild Cards
Ofer Feldman

บทความวิชาการ

- 14 ■ Industry 4.0 อนาคตของอุตสาหกรรมไทย
Industry 4.0 The Future for Thai Industry
จิตลดา หมายมั่น และสมบัติ ทิฆมทรัพย์
- 29 ■ Internet of Things: แนวโน้มเทคโนโลยีปัจจุบันกับการใช้งานในอนาคต
Internet of Things: Current Technology Trends for Future
ประภาพร กุลลิมรัตน์ชัย
- 37 ■ วัณโรค...โรคอันตรายที่ยังคงอยู่ในสังคม
Tuberculosis, Dangerous Disease in Society
อารีรัตน์ ชี้อดี

บทความวิจัย

- 48 ■ การใช้สื่อสังคมออนไลน์และการรู้เท่าทันสื่อสุขภาพของเยาวชนในอำเภอเมืองภูเก็ต
Use of Online Social Media and eHealth Literacy of Urban Youth in Phuket Province,
Thailand
Nattawadee Boonwattanopas
- 63 ■ สมุนไพรที่มีฤทธิ์ยับยั้งเชื้อวัณโรค
Medicinal plants with anti-tuberculosis activity
อารีรัตน์ ชี้อดี
- 74 ■ รูปแบบการควบคุมและป้องกันมาลาเรียบูรณาการด้วยสิ่งแวดล้อมศึกษา
Model of Malaria Prevention and Control Integrated with Environmental Education
Wantana Klangburum, Nongnapas Thiengkamol and Chatchai Tiengkamol

สารบัญ

- 88** ■ การถ่ายทอดภูมิปัญญาท้องถิ่นในการอนุรักษ์ความหลากหลายของพืชอาหารด้วยกระบวนการสิ่งแวดล้อมศึกษา
A Local Wisdom Transferring of Food Plant Diversity Conservation with Environmental Education Process
รุ่งเรือง สารวิจิตร, สุนทรี จินธรรม และสุวารี ศรีบุญณะ
- 99** ■ รูปแบบการเสริมพลังอำนาจสตรีเพื่อการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม
Model of Women Empowerment for Environmental Conservation
Sasithorn Deerada, Nongnapas Thiengkamol and Tanarat Koowaranyoo Thiengkamol
- 107** ■ รูปแบบของสิ่งแวดล้อมศึกษาที่มีผลต่อพฤติกรรมการบริโภคสีเขียว
Model of Environmental Education Affecting Green Consumption Behavior
Nuntaporn Sutthiphapa, Nongnapas Thiengkamol and Chatchai Thiengkamol
- 121** ■ รูปแบบตัวแปรที่ส่งผลต่อพฤติกรรมการอนุรักษ์ป่าไม้
Model of Factors Affecting Forest Conservation
Thananya Wongsompong, Nongnapas Thiengkamol and Chatchai Thiengkamol
- 133** ■ ผลการใช้ศูนย์เรียนรู้การอนุรักษ์ป่าชุมชนบ้านโนนหินผิง ตำบลดงบัง อำเภอประจันตคาม จังหวัดปราจีนบุรี
Results of Using Learning Center on Community Forestry Conservation at Ban Nonhinphueng Village in Sub District Dongbang, Prachantakham District, Prachinburi Province
ผมหอม เชิดโกทา, สุนทรี จินธรรม และรวีวรรณ สนั่นวรเกียรติ
- 145** ■ ปัจจัยสิ่งแวดล้อมศึกษาส่งผลต่อพฤติกรรมการจัดการขยะมูลฝอยในครัวเรือนแบบของชาวบ้าน
Environmental Education Factor Affecting Waste Management Behavior of Villager
Napaporn Lhaopphet, Nongnapas Thiengkamol and Chatchai Thiengkamol
- 157** ■ ผลการใช้รูปแบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าโดยใช้กระบวนการเรียนรู้แบบมีส่วนร่วมของบริษัท โอคาโมโตเท็กซ์ไทล์ (ประเทศไทย) จำกัด ในสวนอุตสาหกรรมเครือสหพัฒน์ กบินทร์บุรี ปราจีนบุรี
Results of Using Model of Total Electricity Energy Management Using Participatory Learning Process of Okamoto Textile (Thailand) Co. Ltd. in Sahapat Industrial Park, Kabinburi, Prachinburi Province
เลียง มากพูน, วินัย วีระวัฒนานนท์ และธงชัย นิลคำ

สารบัญ

- 167** ■ การประเมินวัฏจักรชีวิตและสิ่งแวดล้อมศึกษาที่มีผลต่อพฤติกรรมการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม
Life Cycle Knowledge Assessment and Environmental Education Affecting Environmental Conservation Behavior
Orathai Khamin, Nongnapas Thiengkamol and Tanarat Koowaranyoo Thiengkamol
- 180** ■ ปัจจัยและพฤติกรรมการป้องกันภาวะแทรกซ้อนของผู้ป่วยโรคเบาหวานชนิดที่ 2
อำเภอบางกระทู้ จังหวัดพิษณุโลก: การศึกษาเปรียบเทียบระหว่างผู้ป่วยที่มีและไม่มีภาวะแทรกซ้อน
Factors and Complication Preventive Behavior Among Patients with Type 2 Diabetes, Bangkrathum District, Phitsanulok Province: Comparison Between Patients with and Without Complication
สุทธิธร บุญเรือง, ทัศนีย์ ศิลาวรรณ, วิวัฒน์ กิตติพิชัย และทัศนีย์ รวีวรกุล
- 193** ■ สถานการณ์และสภาพการดูแลสุขภาพของผู้สูงอายุกลุ่มติดบ้านที่อาศัยในชุมชนเมือง
ภายใต้มุมมองของผู้สูงอายุ ผู้ดูแล ชุมชน และผู้ให้บริการสุขภาพ
Circumstances and Issue of Health Care for Thai Homebound Elderly
Rutchanun Srisupa, Sumattana Klangkarn and Ladda Sanseeha
- 205** ■ การจัดลำดับความสำคัญของปัจจัยแห่งความสำเร็จสำหรับการฝึกอบรมพนักงานต้อนรับบนเครื่องบิน
Prioritizing the Critical Success Factors for the Cabin Crew's Training
ณัฏฐา มิตสุโมโต้ และนิศากร สมสุข
- 223** ■ การเปรียบเทียบอำนาจการตรวจจับการลอกคำตอบและอัตราความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ของดัชนี ω และ GBT ในการตรวจจับการลอกคำตอบ
A Comparison of the Power and Type I Error Rates of the ω and GBT Indices in Detecting Answer Copying
อาภาพรรณ ประทุมไทย, ศิริชัย กาญจนวาสี และ ชูศักดิ์ ชัมภลิจิต
- 237** ■ การศึกษาวัสดุทดแทนในการสร้างตัวแปลงแม่พิมพ์ขนาดกลางในขอบเขตของการต้านความล้าและความเสียดทาน
The Study Alternative Materials to Create a Medium Mold-Adaptor in Scope of Anti- Fatigue and Friction
ไทร คระนันท์

สารบัญ

- 249** ■ การออกแบบและพัฒนาเครื่องมือวัดละเอียดแบบตรวจวัดและปรับค่าชุดเซย์อัตโนมัติ
ในกระบวนการผลิตชิ้นงานดิสก์เบรกหน้า กรณีศึกษาบริษัทผลิตชิ้นส่วนรถยนต์
Design and Development of Automatic Fine Measurement and Adjustment in
Automotive Front Disc Brake Production: A Case Study of Automotive Part
Manufacturing
นพดล ช้างงาม ทิฆัมพร ทวีเดช และสมบัติ ทิฆัมทรัพย์

แนะนำหนังสือ

- 262** ■ บุคคลบันดาลใจ ยิ่งใหญ่ด้วยความดี
สุภกัญญา ขวนิชย์



The Psychology of Politics: Self, Environment and Wild Cards

Ofer Feldman

Abstract

This paper presents, in a highly selected manner, the main features of political psychology as a field of inquiry of individuals' and groups' behavior and attitudes in the public sphere. The paper focuses on the assumptions that (1) people constantly search for and process information about the world around them, make sense of other people and events, relate them to their thoughts and intentions, and make decisions on how to act politically; (2) Decisions related to people's participation in politics are affected by internal (e.g., personality) as well as external (e.g., cultural customs, social norms, communication processes) factors; and (3) Decisions are affected by unconscious, emotional processes, so behavior does not always follow a rational, predictable course. The paper details studies done in Asian countries to illustrate the three assumptions, calling for additional research to further increase our knowledge on this approach that combines psychological perspectives to examine political behavior in cross-national, cross-cultural comparative contexts.

Keywords: Asia, psychology, political behavior, personality, socialization, irrational behavior



Introduction

This article addresses basic approaches of political psychology as a field of research. It explains three aspects at the core of an approach that combines psychological perspectives to examine political behavior (draws on Feldman, 2006; Zmerli & Feldman, 2015): (1) the individual as the object of analysis; (2) inter-dependency between individuals and their environment in the context of social behavior; and (3) non-rational facets of behavior. It draws on studies done in Asian countries to illustrate these various aspects.

To the degree that universal theories of political psychology and behavior are desirable (and feasible),

scholarly work done in Asian countries has an important role to play. Such work often indicates that Western models need to be reworked through further investigation, that terms need to be redefined and conceptual bases re-configured, or that different research methods must be used in order to test the validity and reliability of universal hypotheses (e.g. Ng, 2010; Feldman, 2000). It is my intention and hope that this paper will encourage students of political science, psychology, social psychology and communication studies to challenge these assumptions while exploring the manifold sub-areas of political psychology research in various Asian societies.

Psychology and the Study of Politics

Let us first note the obvious: that the public sphere includes active human actors. People willingly search out and process information; they evaluate it, select knowledge that suits them and form values and principles related to social issues and the workings of the polity. People make inferences and judgments based on their ideas of the public good and of justice, argue about essential issues and strive to persuade others of the rightness of their beliefs. People serve in a variety of roles and functions: citizens cast votes for candidates to represent them in legislative processes and join groups to accomplish goals that they hope will improve their lifestyle. Some get involved in violent, aggressive movements. Some seek political office, make decisions for their communities, declare wars, negotiate with foes, and facilitate peace.

Traditional explanations of human political activity often fail to adequately explain some of the most important political actions and decisions people take. In order to do so, analyses of political processes and systems must consider the psychology of the people involved, both as individuals and as participants in groups. Generally speaking, psychology provides knowledge that helps us understand human behavior. Using psychological approaches and terminology to analyze behavior in the public sphere offers perspectives and a complex basis that are necessary for understanding public sphere activities and the bidirectional relationship between individual human beings and politics.

A psychological approach to politics facilitates understanding of the relationships between perceptions, beliefs, and attitudes (the cognitive system), affections and emotions (the affective system), personality, group membership, and the political actions that people take. This approach helps us understand how people process information, adopt political values and beliefs, and make sense of themselves and others in the context of political

issues, choices, and conflicts. Furthermore, it helps us explore people's incentives for voting or running for office, decision-making by elites, the emergence of ethnic violence, wars, terrorism and genocide, and the nature, functions and roles of political leadership and public opinion in specific political cultures.

All in all, applying psychological concepts and theories to the examination of political processes and activities makes it easier to identify patterns of thinking, feeling, and judgment among individuals and in society, and to examine the impact of these patterns on the formation, intensity, and implementation of political preferences, interests, and choices. This approach focuses on both examination and explanation of how particular political behaviors evolve (i.e., on *processes* such as voting decisions, follower mobilization, information processing, policy adaptation, coalition formation, consensus building and conflict avoidance or resolution) and on the resulting behaviors (*products or outcomes*). It is therefore not surprising to see, as is shown below, that a growing number of researchers have allotted considerable attention in recent years to psychological considerations that can help explain political behaviors of individuals and groups.

1. The Individual's Psyche and Activities

To better understand the connections between human beings and political behavior, including people's functioning in political life, we have to focus on the individual as the unit of observation and analysis. The determinants and consequences of the individual's political behavior are of critical importance. How and why do individuals (e.g., voters, politicians, terrorists) think, feel, and act politically; how do they perceive, interpret, define, and act within their political environments?

Individuals play active roles in politics, for example by mobilizing support for their political ideas (e.g. Prime Minister Junichiro Koizumi in Japan; Inoguchi,

2009), voting in diverse political regimes (e.g. Taiwan, Mongolia, Philippines, Cambodia, and Vietnam, Chang & Tang, 2013), participating in terrorist activities (e.g. in South-East Asia; Chalk, 1998), negotiating and resolving disagreements (in the Philippines, Cambodia, and East Timor; Montiel, 2006), and creating social and environmental movements to achieve particular goals (e.g. in India, Taiwan, Japan, and Thailand; Kalland & Persoon, 1998).

In politics, as in other social activities, people often act as part of a group (e.g. political party, government, rebel body), and their behavior as part of a group may differ from their behavior when they are alone. People often seek to understand the decisions of these groups, but it is individuals (e.g. leaders, committed participants, attentive citizens) who drive decision-making even within groups. Individuals identify and frame the problems faced by the entities to which they belong, they seek positions of influence, select representatives and leaders, and construct ideologies. It is individuals who dispute, make decisions, and take risks when negotiating with rivals or enemies.

Individuals are driven by internal components including personality, cognition, attitudes, beliefs, affect and motivation, and by self- and social identity. They assess their environment and the people within it, and decide what political actions to take based on their assessments.

Personality: At the heart of an individual's internal components is the personality, the engine of political thinking and feeling. Personality is affected and shaped by life experiences, including early interactions with others in the family. Personality influences our internal systems, including cognitive processes, and affects behavior and behavioral tendencies on an ongoing, constant basis, but in an unconscious manner so that people rarely consider the impact that their personality has on their political preferences.

Each individual's personality is unique, although certain personality traits appear in a large number of people. For example, while many people share traits such as open-mindedness or honesty, the precise combination of traits differs. People also differ in the ways they process information, draw inferences, and reach decisions.

Much of the discussion of personality in politics concerns traits that are especially important in shaping political behavior, such as traits that are common to habitual voters, traits that lead people to join a terrorist groups, or traits displayed by rigid and intolerant members of political groups when dealing with a new issue on the public agenda. Attention has been focused on the personality makeup of decision-makers, especially political leaders, and the impact of particular combinations of traits on their leadership styles and performance.

Certain traits--including self-esteem, dogmatism, self-complexity, desire for achievement and power--along with childhood experiences, were identified as affecting political leaders' working styles, attitudes toward members of other political groups and the electorate, decision-making processes in general and foreign policy decision-making in particular. Other traits were associated with the interpretation of political events, the management of international crises and negotiation styles (Feldman, 1999; Feldman & Valenty, 2001). In Indonesia, for example, personal traits of Presidents Sukarno and Soeharto were found to affect their policies and politics. In the case of the former, a feeling of desolation as a core personal preoccupation appears to have led to an obsession with dominance. The latter valued the composure he had acquired through the hardships of his childhood, and this affected his political style, which was based on fear and favor. Likewise, the "authoritarian populist" political style of another Indonesian president, Megawati, is said to have had its roots in family difficulties and complications that she experienced during childhood, and in her interactions with her father (McIntyre, 2005).

The Cognitive System: The second most important internal component guiding individuals' behavior is cognition. In psychology, cognition is central to understanding how people process information and understand the world around them. Cognition is "a collective term for the psychological process involved in the acquisition, organization, and the use of knowledge" (Bullock & Stallybrass, 1977). A cognitive approach explains human behavior by focusing on mental processes and structures. It assumes that people perceive their environment, evaluate, organize, and impose meaning on these perceptions, form beliefs and attitudes about related matters, people, or events, and act according to these perceptions and interpretations.

Individuals constantly receive an enormous amount of information about society, politics, and the world. Sometimes people need to make sense of information, understand, and interpret it although it is dauntingly complex or ambiguous; for example, this might apply to information about a new tax system or international conflicts that affect them. Individuals need to first process incoming information, simplify and evaluate it, and then decide what information is important and relevant and what information can be ignored. Cognitive processes, including knowledge, perception, attention, memory, and thoughts, help people process and filter information, including in the assessment and evaluation of people around them. For example, cognitive processes play a role in the search for causes of others' behavior, involving the attribution of others' behavior to internal situations--like personality--or to external forces--circumstances beyond their control (*Attribution Theory*). Cognitive processes enable individuals to keep their environment, the people in it, and their feelings about it in a coherent and consistent manner (*Balance Theory*). And cognitive processes help people handle inconsistencies between their attitudes and behavior by processing information in ways that reduce inconsistency

or by reestablishing consistency in their cognitive system by changing whatever is easiest to change (*Cognitive Dissonance Theory*).

Another way that cognitive processes help people process information efficiently and understand and organize their social and political environments--including people and events--is by facilitating the formation and use of social categories, i.e. the classification of persons and situations into familiar categories. This includes categorizing people into ethnic groups (e.g. Irish Canadians, French Mexicans, *Ainu*), national groups (Malaysians, Indians, Chinese), and religious groups (Christians, Buddhists, Jews). Stereotypes are a particular type of social cognitive category. Stereotypes are beliefs about the attributes of people in particular groups or social categories. In Japan there is a genre of writings on Japanese society called *nihonjinron* (literally "discussions about the Japanese" or "theorizing about the Japanese") that focuses on particular features believed to contribute to the "uniqueness" of Japanese culture, society, and national character. *Nihonjinron* tries to demonstrate that the Japanese are fundamentally different from other groups; that Japanese culture and behavior are exotic and removed from the experience of other societies. It seeks to explain many facets of Japanese society--such as everyday customs and political behavior including voting, political interest and efficacy, and leadership styles, in terms of values considered to be peculiar to the Japanese (Feldman, 2000). National stereotypes provide a useful socio-psychological perspective from which to consider relations between national groups. For example, auto- and hetero-stereotypes of Japan and China were examined to elucidate Sino-Japan relations: Chinese youngsters who regarded past Sino-Japanese conflicts as more important tended to have a more negative auto-stereotype; but Japanese who did so held a somewhat more positive auto-stereotype. Japanese who linked Japan to the Pacific Rim more strongly held more positive

stereotypes of themselves and Chinese, such linkage did not correlate to similar beliefs or stereotypes among the Chinese (Kashima et al, 2003).

Although the word “stereotype” is generally perceived as having negative connotations, stereotyping does not necessarily lead to discrimination, defined as disadvantageous treatment or consideration of an individual based on actual or perceived membership in a certain group or category. Discrimination may be based on age, gender, employment, nationality, language, race, ethnicity, religion, or other factors. Examples include anti-Chinese sentiment in Canada, hate speech in Japan, xenophobic feelings against Kurds, Armenians, and Jews in Turkey, anti-Semitism in Norway, France, and Sweden, and female feticide in India. Another examples are the discriminatory treatment of the Pakistani minority in the Hong Kong Special Administrative Region (HKSAR) (Crabtree & Wong, 2013) and of AIDS patients or HIV-positive people in India, Indonesia, Thailand, and the Philippines (Paxton et. al., 2005).

Attitudes and Beliefs: Attitudes and beliefs are two more aspects of the cognitive system that can affect individuals’ behavior. An attitude can be thought of as a set of thoughts containing a cognitive component (i.e. knowledge) and an emotional response to it (like, dislike etc.). Many important political attitudes are acquired through socialization processes. An individual’s attitudes change with the acquisition of new information, through persuasion, exposure to the news media, changes in the political and economic context, and life transitions. On the other hand, socialization, personality, and socio-demographic variables support attitude stability over time.

Attitudes are a focus of attention when we look at voting decisions, political socialization, political culture and ideology, and media effects. For example, in mainland China during the 1990s, the news media negatively affected people’s attitudes toward political institutions in general and led people to distrust the government.

In other words, the ruling regime’s propaganda failed to nurture supportive sentiment in Chinese society in the post-Tiananmen era (Chen & Shi, 2001). Attitudes can include etic aspects that are common to different nationalities, and those that are emic, or indigenous to a particular group of people. In Japan, for example, etic factors include patriotism, nationalism, and internationalism associated with liberal ideology, a high level of media exposure, and knowledge of international affairs, whereas a conservative commitment to the Japanese national heritage appears to be an emic component of Japanese national identity (Karasawa, 2002).

Beliefs are associations that people create regarding an object and its attributions. Beliefs may concern right versus wrong or a sense of an individual’s personal identity. A person’s unique experiences lead to the formation and adoption of beliefs that in essence constitute the set of an individual’s representations of the world. These beliefs, in turn, serve as determinative factors in further perceptions, interpretations, and evaluations of incoming information. Beliefs are related to such political notions as ideology, values, tolerance, and principles. Individuals vary widely in the political views that they endorse. They also differ in their styles of thinking about political issues. Some people rely on a few broad principles or generalizations in interpreting events, reject inconsistent evidence, and have little tolerance for alternative viewpoints. Others interpret events in a more flexible, multidimensional way, and attempt to develop perspectives and integrate a wide range of information and values specific to the problem at hand. In either case, beliefs and attitudes play important roles that affect how individuals perceive and interpret their environment. This is especially true regarding stereotypes, prejudices, and discrimination against others perceived as being different.

The Affective System: Whereas cognitive processes, driven by the need to simplify contradictory and complex environments, are at the focus of examination

of the relationships between people and politics, affective forces, motivations, and emotions also play important roles. Affect is viewed as “a generic term for a whole range of preferences, evaluations, moods and emotions” (Fiske & Taylor, 1991: 410). Affect can be positive or negative, i.e. it includes preferences and evaluations that may be pleasant or unpleasant. Motivation refers to internal desires, needs, concerns, and goals (Pittman, 1998). Emotion is a “complex assortment of affects, beyond merely good feelings or bad to include delight, serenity, anger, sadness, fear and more” (Fiske & Taylor, 1991: 411). The emotional systems of the human brain, along with other systems that do not present in consciousness, play crucial roles in initiating and affecting all aspects of behavior including political behavior (Marcus, 2013, Ch. 5).

Emotions and motivation are always at work. Political attitudes, political values, and identities have emotional components, and people express emotions including fear, anxiety, anger, love, guilt, shame, sympathy, pity, and jealousy in response to political principles and ideas, political issues, political actors, and events. Emotions matter in politics. Driven by anger and frustration, an Israeli assassinated his country’s prime minister, Yitzhak Rabin, in 1995; motivated by anxiety and disappointment, a million Egyptians assembled in *Tahrir Square* in 2013 and toppled a repressive regime. Charismatic leaders, including the leader of the Indian independence movement in British-ruled India, Mahatma Gandhi, Indonesian president Sukarno, and president Barack Obama of the U.S., use emotional words, metaphors, symbols, and slogans to motivate followers. Emotion affects their success at establishing trust, forging compromises and resolving conflicts between ethnic groups and countries. Emotions can inspire people to help others even at the risk of their own lives.

Emotions often influence feelings and beliefs about specific policy issues. Citizens who feel angry are

more likely to support risky and confrontational policies than those who feel anxious or fearful, and they are also less willing to compromise on policy issues. After the September 11th terrorist attacks, American citizens primed with anger in response to the attacks perceived a lower risk of being hurt in the future, whether in a terrorist attack or other danger such as being a victim of a violent crime, compared to citizens primed with fear. Anger-primed study participants were also less likely to endorse precautionary actions like screening mail for suspicious materials than were fear-primed participants (Lerner et al., 2003; MacKuen et al., 2010).

Affect, emotions, and their intensity influence individuals’ perceptions of and behavior toward people both within their own group and outside of it. Positive, favorable feelings are most often associated with in-groups (groups one belongs to). These include emotions that are important in politics such as happiness, respect, and pride in the achievements of one’s group, community, or country. In contrast, negative emotions like anger, frustration, and hostility are most closely associated with out-groups (groups one does not belong to) and can lead individuals to engage in violent activities or cause normally rational individuals to behave irrationally--sometimes to dehumanize others or incite mass violence. Fear, stress, and anxiety are examples of emotions that affect ethnic violence. Fear or anxiety in response to perceived threats to an individual’s or group’s identity may trigger dehumanization of the enemy or resurrection of historical myths in order to justify violence against the other.

Emotions also affect voting behavior. Emotions influence what information individuals attend to, acquire, and use as a basis for their candidate evaluations. Fear and anxiety, for example, serve to direct individuals’ attention to threats and increase careful processing of information in an attempt to manage or resolve a threatening situation. Fear and anxiety are associated with increased attention to political information and increased learning (Brader,

Marcus & Miller, 2011).

Lastly, emotions and motivations interact with cognitive mental processes in shaping people's political judgments, beliefs and actions. Cognitive phenomena, such as information processing, stereotypes, prejudicial or discriminatory thinking and intolerance, also involve affect and emotion. For example, individuals become much more politically involved in issues that are particularly relevant to them; the more imminent the problem is to them, the more actively they will search for related information and join other people in entities dedicated to addressing the topic (Marcus & MacKuen, 1993).

Social Identity: Finally, behavior is also affected by social identity, which has both cognitive and emotional associations. Social identity relates to how people identify themselves in relation to others, i.e. how they group together with others on the basis of shared features. People may identify themselves according to ethnicity, nationality, religion, social class, political affiliation, gender, vocation, etc. Identity can be flexible in the sense that people may change their vocation, nationality (and recently even gender), and thus change their social identity. Social identity has many implications, both for persons who claim a particular identity and for others who view them as members of a particular category. For example, ethnic identity is stronger than national identity in Malaysia, particularly among Malays in Malaysia. National identity is strongest among Chinese in Malaysia, followed by Chinese in Singapore. Compared to Singaporeans, Malaysians attach more importance to ethnicity than to national identity (Liu et al., 2002). Compared to Chinese and Indian citizens in Malaysia, members of the dominant Malay group tended to exhibit a higher in-group indispensability, more strongly endorsed an inclusive national representation, harbored stronger ethnic and national identifications, and made stronger associations between both identifications (Verkuyten

& Khan, 2012). And in China, the ethical and relational origins of traditional Chinese social identity dictate the way Chinese people manage cultural diversity and international relations today (Liu, Li & Yue, 2010).

Social identity can provide an individual with a means of self-definition that promotes self-esteem, and with a framework for socializing and interacting with others who share his or her values and goals. By providing reference group orientation and shared activities, social identity helps people define themselves in contrast to others who belong to different groups, and position themselves within a larger community. In the Middle East, for example, an individual might identify with Arabs or Israeli Jews; in Northern Ireland with Catholics or Protestants; and in the former Yugoslavia, with Serbs, Croats, or Bosnians. Gender is also an important aspect of social identity (Eagly et al., 2012).

Identification with any of the ethnic groups mentioned above is generally associated with a strong affective element that underlies cognitive aspects such as personality traits, social and political attitudes, and memories connected to identity-related events.

Group identification has important motivational consequences, and the identifications that one is assigned or chooses lead to related actions in a variety of domains, from volunteering for an organization to participating in social or political protests, running for political office or supporting candidates for election. Not surprisingly, people who more strongly identify with a particular group are more likely to carry out actions that support that group.

Social identity influences both how people view themselves and how other people treat them, and predisposes people to certain behaviors such as harboring stereotypes or acting in discriminatory or ethnocentric ways.

2. Individuals and the Environment: Beyond Stimulus-Response Models

Clearly, individuals do not function independently of the environment in which they live. There is a total interdependency between individuals and their surroundings in the context of social behavior. Key aspects mentioned especially often by social psychologists as relevant in this sense include social perceptions, social cognition, social motivation, interpersonal relations, group behavior, and social influence. All these distinguish the attitudes and behavior of individuals as they are influenced by the actual, imagined, or implied presence and behaviors of groups and significant others--socialization agents including parents and teachers, and opinion leaders and political leaders--in various domains, situations, and settings, including the political context.

Among these domains are the social structure, political system or culture in which one lives; the practices, values, preferences, and aspirations that are at the heart of this social system; socialization processes; the structure and roles played by formal and informal social units or groups that are politically relevant to the individual, including groups that people identify as in-groups and out-groups; and particularly the news media. As people are limited in the time and attention they can devote to politics, they rely upon the media to identify issues that are important to them (*Agenda Setting function*) and furthermore to identify which components of these issues must be attended to, ultimately affecting citizens' evaluations of public figures and parties (*Media Priming role*). By focusing on specific elements, values, or facts related to a given issue, the media defines the elements that receive public attention, and the resulting debate revolves around the particular definitions, interpretations, and evaluations the media promotes for these elements rather than other issues (*Framing Effect*).

Despite the powerful influence exerted by the environment, it is rarely possible to be satisfied with

simple stimulus-response models that see human behavior in terms of learned responses to a set of stimuli that exist in the environment (e.g. social structure, culture, other people, the media) and ignore how people create their own realities. Instead, there is a growing recognition that the power of each situation and context-specific factors play a crucial role in shaping political behavior and decisions. This follows Lewin's (1936) observation that each behavior is determined by the total situation (referred to as '*life space*' organized by interdependent forces) in which it occurs. Lewin (1936:216) argued that, "Every psychological event depends upon the state of the person and at the same time the state of the environment, although their relative importance is different in different cases." In Lewin's (1936: 216) classic formulation, the life space was defined as the "totality of facts which determine the behavior (B) of an individual at a certain moment. The life space (L) represents the totality of possible events. The life space includes the person (P) and the environment (E). $B = f(L) = f(P, E)$ ". This formula binds the person and the environment together; because of the principle of interdependence, neither person nor environment is independent.

Thus, it is not only the social (and political) situation but also the individual's interaction with the environment that influence the outcome of behavior. Any assessment of or attempt to understand a particular human behavior requires knowledge of people at specific times and in specific situations. How individuals and groups behave under certain circumstances--including culture, societal structure, stressful times etc.--depends on how they perceive, interpret, and evaluate things as they are affected by these circumstances. Political leaders who share common goals but find themselves in different societal or cultural circumstances will not necessarily respond in the same manner even if they face identical dilemmas.

Because different individuals perceive and evaluate the same situation in different ways and exhibit different behaviors in response to their circumstances, disregarding an individual's environmental features at any given time will result in imperfect analysis of that individual's behavior. Hence, decision makers in one country must assume that even if their counterparts in another country pursue the same objectives, they may still have to follow different values and practices as they function in different political settings. In other words, changes in the environment may affect people in different ways and result in different behavior.

Methodologically speaking, this of course makes it difficult to formulate rules predicting how individuals will act as situations vary, and limits the ability to predict general political behavior and attitudes.

3. Irrational Behavior: Unconscious Biases and Self-Interest

A third approach that combines various psychological aspects in the examination of political behavior differs from the rational choice or interest-based theory of political action. It challenges the traditional notion that, as actors in politics, individuals' behavior is directed toward maximizing a utility or value as part of a rational search for self-interest. In fact, this approach tries to explain behavior that is not overtly instrumental or materially self-interested.

Many share the belief that human beings' behavior (their own and others) is generally rational and predictable. The expectation that behavior will be rational is based on two essential requirements that people have: a need to understand their environment and a need to predict the likely outcomes of their own and others' behavior. To the extent that behavior is perceived as rational, these two needs are more easily met.

In politics, rational choice claims that political actors (e.g. politicians, government officials, and voters),

are motivated by rational calculations of their personal utility (self-interest) identified in terms of a single, uniform variable (e.g. Chang & Tang, 2013). 'Utility' for politicians is defined in terms of maximizing votes in order to get elected or re-elected, and rising in the ranks of their political party and career track. The suggestion that politicians are significantly concerned with the common good, 'public service', the 'public interest', or that they are guided by fundamental ethical precepts (including principles, beliefs, and ideology), is generally dismissed.

However, studies by psychologists suggest that much of human behavior is not rational. People in general are motivated to act in line with their own personality characteristics, values, beliefs, and associations with groups. They process information imperfectly as they struggle hard to understand the complex world in which they live. When deciding how to act, people employ logical but often incorrect perceptions of their environment. Emotional aspects also affect their interactions in the social world. Likewise, as mentioned in the first section, different individuals may reason differently under the same conditions. In contrast to the rational choice theory that assumes that every individual has the same conception of the common "good," the psychological approach to political behavior sees individuals as having different understandings and different perceptions of the value of goals to be attained.

Political actors often do things that are seemingly contrary to their own interests, values, and beliefs. In some cases they perpetrate dehumanizing, brutal and indiscriminate violence involving large numbers of civilian casualties in diverse locations such as Algeria, Bosnia, Rwanda, Libya, Egypt, or Syria. Individuals participate in political activities even when they have little hope of achieving a desired outcome: for instance, Japanese continue decade after decade to hold demonstrations for the relocation of American bases from Okinawa.

A psychological approach to political behavior may seek to explain behavior that seems irrational at first glance. For example, it is commonly believed that people vote in accordance with self-interest. As rational theorists see things, voters calmly consider new information based on prior preferences: when they receive negative information they lower their estimation, and upon receipt of positive information they raise their evaluations (Gerber & Green, 1999). According to the psychological view, the process of updating existing evaluations may be subject to a variety of unconscious biases designed to support prior preferences, rather than to a rational updating based solely on facts. For people who are motivated by such biases, candidate evaluation may be more about reinforcing existing emotions toward candidates than adjusting them in the face of new information (Lodge & Taber, 2013).

Political leaders are sometimes motivated to act on principle rather than self-interest, and to make decisions that the psychological approach will explain in terms of both personal self-interest and consideration of the collective good (which violates the self-interest requirement). An example of 'irrational' behavior not based on unconsciousness is Japanese Prime Minister Yoshihiko Noda's single-minded devotion to pushing an unpopular consumption tax hike (from 5% to 10%) in 2012. Noda apparently had multiple motivations, contradicting the 'single uniform variable' requirement of the rational choice: he was convinced that raising the tax was the right thing to do for Japan's economy, he wanted to demonstrate strong and decisive policy leadership and he wanted to go down in history as the politician who had the guts to raise this tax.

As such, this approach makes it possible to address questions that the rational choice theory leaves unanswered, including those related to consistent biases in reasoning or to less predictable emotional effects on

behavior. The chief weakness of this approach, especially in contrast to the rational choice theory, is that it requires detailed information--which is often difficult to acquire--about how individuals reach decisions, execute them, and react to the attitudes and behavior of others.

Conclusions

The psychological approach toward examining and explaining behavior of individuals and groups in the public sphere rests on the following assumptions: (1) Individuals constantly search for and process information about the world, make sense of significant others and events, relate them to their ideas and intentions, and make decisions on how to act politically. (2) Decisions related to an individual's involvement in politics are affected by internal components of the psyche (personality, beliefs, identity) as well as interactions between these components and the individual's circumstances, i.e. the milieu in which an individual lives and experiences--family encounters, social norms, morals, events, communication processes, cultural customs, etc. (3) Decisions are affected by unconscious, emotional processes, so behavior does not always follow a rational, predictable course.

Since individuals may apply diverse aspects of their distinct personality to a particular activity, researchers must make a detailed examination of individual political actors, the components of their internal psyches, and the environments in which they function during a specific time period in order to track and explain their political activities. Moreover, the fact that individuals behave differently under different circumstances and the wild-card possibility of irrational behavior limit the potential accuracy of any general rules concerning political behavior and attitudes.

Nevertheless, the difficulties of this approach are outweighed by its utility in monitoring and analyzing human behavior in Asian politics. As scholars increase

their knowledge of relevant aspects of political psychology, cultural understanding of people's performance in the
we will be able to gain better cross-national, cross- public sphere.



References

- Brader, T., Marcus, G. E. & Miller, K. L. (2011). Emotion and public opinion. In R. Y. Shapiro & L. R. Jacobs (Eds.), *Oxford handbook of American public opinion and the media*. Oxford: Oxford University.
- Bullock, A. & Stallybrass, O. (1977). *The Harper dictionary of modern thought*. New York: Harper & Row.
- Chalk, P. (1998). Political terrorism in South-East Asia. *Terrorism and Political Violence*, 10(1), 118-134.
- Chang, A. & Tang, Y. (2013). *Electoral participation under diverse regimes in East Asia*. Asian Barometer: Working Paper Series No.88. Department of Political Science, Taipei, Taiwan: National Taiwan University.
- Chen, X. & Shi, T. (2001). Media effects on political confidence and trust in the People's Republic of China in the post-Tiananmen period. *East Asia*, 19(1), 84-118.
- Crabtree, A. S. & Wong, H. (2013). 'Ah Cha!' The racial discrimination of Pakistani minority communities in Hong Kong: An analysis of multiple, intersecting oppressions. *British Journal of Social Work*, 43(1), 945-963.
- Eagly, A. H., Eaton, A., Rose, S. M., Riger, S. & McHugh, M. C. (2012). Feminism and psychology: Analysis of a half-century of research on women and gender. *American Psychologist*, 67(1), 211-230.
- Feldman, O. (1999). *The Japanese Political Personality*. London: Macmillan.
- Feldman, O. (2000). Cultural nationalism and beyond: Crosscultural political psychology in Japan. In Renshon, S. A. & Duckitt, J. (Eds.), *Political psychology*. London: Macmillan.
- Feldman, O. (2006). *Seiji shinrigaku* [Political Psychology]. Kyoto: Mineruba.
- Feldman, O. & Valenty, L. O. (Eds.). (2001). *Profiling political leaders*. Westport, Conn: Praeger.
- Fiske, S. T. & Taylor, S. E. (1991). *Social cognition* (2nd ed.). New York: McGraw-Hill.
- Gerber, A. & Green, D. (1999). Misperceptions about perceptual bias. *Annual Review of Political Science*, 2(1), 189-210.
- Inoguchi, T. (2009). Japan: The personalization of politics--Koizumi and Japanese politics. in J. Blondel & J. Thiebault (Eds.), *Political leadership, parties and citizens*. London, UK: Routledge
- Kalland, A. & Persoon, G. (Eds.) (1998). *Environmental movements in Asia*. Surrey: Curzon.
- Karasawa, K. (2002). Patriotism, nationalism, and internationalism among Japanese citizens: An etic-emic approach. *Political Psychology*, 23(1), 645-666.
- Kashima, Y., Kashima, E. S., Gelfand, M., Goto, S., Takata, T., Takemura, K. & Zhang, Z. (2003). War and peace in East Asia: Sino-Japanese relations and national stereotypes. *Peace and Conflict: Journal of Peace Psychology*, 9(1), 259-276

- Lerner, J. S., Gonzalez, R. M., Small, D. A. & Fischhoff, B. (2003). Effects of fear and anger on perceived risks of terrorism: A national field experiment. *Psychological Science*, 14(1), 144-150.
- Lewin, K. (1936). *Principles of topological psychology*. New York: McGraw-Hill.
- Liu, J. H., Lawrence, B., Ward, C. & Abraham, S. (2002). Social representations of history in Malaysia and Singapore: On the relationship between national and ethnic identity. *Asian Journal of Social Psychology*, 5(1), 3-20.
- Liu, J., Li, M., & Yue, X. (2010). Chinese social identity and inter-group relations: The influence of benevolent authority. In M. H. Bond (Ed.), *Oxford handbook of Chinese psychology*. New York: Oxford University
- Lodge, M. & Taber, C. S. (2013). *The rationalizing voter*. New York: Cambridge University.
- MacKuen, M., Wokak, J., Keele, L. & Marcus, G. E. (2010). Civic engagements: Resolute partisanship or reflective deliberation. *American Journal of Political Science*, 54(1), 440-458.
- Marcus, G. E. (2013). *Political psychology*. New York: Oxford University.
- Marcus, G. E. & MacKuen, M. B. (1993). Anxiety, enthusiasm, and the vote: Three motivational underpinnings of learning and involvement during presidential campaigns. *American Political Science Review*, 87(1), 672-685.
- McIntyre, A. (2005). *The Indonesian presidency*. Lanham: Rowman & Littlefield.
- Montiel, C. J. (2006). Political psychology of nonviolent democratic transitions in Southeast Asia. *Journal of Social Issues*, 62(1), 173-190.
- Ng, I. (2010). Chinese political psychology: Political participation in Chinese societies. In M. H. Bond (Ed.), *The Oxford handbook of Chinese psychology*. New York: Oxford University.
- Paxton, S., Gonzales, G., Uppakaew, K., Abraham, K. K., Okta, S., Green, C., Nair, K. S., T. Parwati Merati, T., Thephthien, B., Marin, M. & Quesada, A. (2005). AIDS-related discrimination in Asia. *AIDS Care: Psychological and Socio-medical Aspects of AIDS/HIV*, 17(1), 413-424.
- Pittman, T. S. (1998). Motivation. In D.T. Gilbert, S.T. Fiske, & G. Lindzey (Eds.), *The handbook of social psychology* (4th ed). New York: Mc-Graw Hill.
- Verkuyten, M. & Khan, A. (2012). Interethnic relations in Malaysia: Group identifications, indispensability and inclusive nationhood. *Asian Journal of Social Psychology*, 15(1), 132-139.
- Zmerli, S. & Feldman, O. (2015). *Politische Psychologie: Handbuch für Studium und Wissenschaft* [Political Psychology: Handbook for Study and Science]. Baden-Baden, Germany: Nomos Verlagsgesellschaft.

Acknowledgements

This paper was revised and completed while I was a visiting professor at the Institute of East Asian Studies, University of Leipzig, Germany. I am grateful for the hospitality provided by the Institute, and to Sonja Zmerli of Grenoble University for her comments and suggestions on earlier draft.

Bio Note

Ofer Feldman is Professor of Political Psychology and Behavior at *Doshisha University*, Kyoto, Japan. He holds a Ph.D. in Social Psychology from the *University of Tokyo*. He is the author, editor, and co-editor of 14 books and monographs in English, Japanese, and German, and the author of more than 80 journal articles and book chapters, and more than 100 encyclopedia items, in the fields of political psychology/behavior, communication studies, and Japanese politics. He is the co-Editor-in-Chief of a book series entitled ***Political Psychology: Issues, Challenges, and Prospects***, *Nomos Verlagsgesellschaft*, Baden-Baden, Germany, and the Chair/President of the Psycho-Politics Research Committee (RC29) within the *International Political Science Association*.



Industry 4.0 อนาคตของอุตสาหกรรมไทย

Industry 4.0 the Future for Thai Industry

จิตลดา หมายมั่น และสมบัติ ทิมทรัพย์

บทคัดย่อ

ความแข็งแกร่งของอุตสาหกรรมไทยเป็นรากฐานสำคัญที่ทำให้เศรษฐกิจของประเทศได้รับ การพัฒนาอย่าง มีเสถียรภาพและมีความมั่นคง แต่ทั้งนี้ด้วยภาวะกดดันของเศรษฐกิจโลก การแข่งขันกันระหว่างอุตสาหกรรมภายใน กับภายนอกประเทศ การปรับตัวให้ทันต่อกระแสยุคโลกาภิวัตน์ ปัญหาภาวะโลกร้อน และการขาดแคลนประชากร ในวัยทำงาน ส่งผลกระทบให้ผู้ผลิต หน่วยงานระดับประเทศทั้งภาครัฐและภาคเอกชนต้องรวมพลังปรับกลยุทธ์ในการ ขับเคลื่อนอุตสาหกรรม เพื่อยกระดับมาตรฐานการผลิตให้สามารถแข่งขันกับทั่วโลกได้ ดังนั้น ประเทศไทยจึงควรนำ Industry 4.0 ที่มีจุดเด่นในการเชื่อมโยงทุกมิติของระบบการผลิตเข้ากับเทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อการสื่อสาร มาพัฒนา อุตสาหกรรม โดยในบทความได้นำเสนอที่มาและหลักการ แนวทางการเตรียมความพร้อม และตัวอย่างเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้อง กับ Industry 4.0 เช่น Internet of Things, Cloud Computing โรงงานอัจฉริยะ เครื่องจักรอัจฉริยะ หุ่นยนต์ที่ทำงานโดยอิสระ บุคลากรอัจฉริยะ และวัสดุใหม่ เพื่อเป็นประโยชน์ในการศึกษาและการพัฒนาอุตสาหกรรมในประเทศไทยต่อไป

คำสำคัญ: industry 4.0, internet of things, cloud computing, โรงงานอัจฉริยะ, เครื่องจักรอัจฉริยะ

Abstract

The strength of the Thai industry is the important foundation which makes the economy of Thailand develop stably and steadily. However, the pressure of the global economy, the competition between internal and external industrial, adaptation under globalization, global warming and the shortage of working-man power which affect to manufacturers. Government and private sectors should cooperate each other for adjusting strategies to move for developing production standards in order to compete in the world setting. Therefore, Thailand should use industry 4.0 which has strong functions on linking every dimension of production system and information technology for develop the industries. This article presents backgrounds, principles, preparation guidelines and example of technologies related to industry 4.0 such as Internet of Things, Cloud Computing, smart factory, smart machine, autonomous robots, smart worker and new materials are presented in order to be useful in the study and development of Thai Industries in the future.

Keywords: industry 4.0, internet of things, cloud computing, smart factory, smart machine



ความนำ

นับแต่อดีตที่ผ่านมาภาคอุตสาหกรรมถือเป็นพลังขับเคลื่อนที่สำคัญของเศรษฐกิจระดับประเทศที่นำมาซึ่งคุณภาพชีวิตที่ดีขึ้นของคนไทยทั้งชาติ การเติบโตและพัฒนาอย่างต่อเนื่องของภาคอุตสาหกรรมจึงเป็นเป้าหมายหลักที่ผู้ประกอบการคาดหวังและจริงจังกับการดำเนินธุรกิจ ตั้งแต่การพิจารณาปัจจัยนำเข้า กระบวนการผลิต จนได้เป็นผลผลิตทั้งในรูปแบบของผลิตภัณฑ์และการบริการ เพื่อสร้างความพึงพอใจให้กับลูกค้าหรือผู้บริโภค ทำให้เกิดการขยายตัวของเศรษฐกิจและการประกอบกิจการโรงงานที่เพิ่มขึ้นทุกปีจนถึงปัจจุบันประเทศไทยมีจำนวนโรงงานที่ได้รับอนุญาตให้ประกอบกิจการตามพระราชบัญญัติโรงงาน พุทธศักราช 2535 จำแนกตามประเภทรายจำพวก ณ สิ้นปี 2557 เป็นจำนวนทั้งสิ้น 141,247 โรงงาน (กรมโรงงานอุตสาหกรรม, 2558) ทั้งนี้ จากข้อมูลรายงานด้านสถานการณ์แรงงานอุตสาหกรรมไทยตามที่ตั้งสำนักงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม ได้รายงานไว้ว่าภาคอุตสาหกรรมยังขาดแคลนแรงงานฝ่ายผลิตประมาณ 34,717 คน โดยอุตสาหกรรมที่ขาดแคลนแรงงานฝ่ายผลิตมากที่สุดคือ (1) อุตสาหกรรมการผลิตผลิตภัณฑ์จากโลหะประดิษฐ์ (2) อุตสาหกรรมการผลิตเครื่องแต่งกาย รวมทั้งการตกแต่งและซ่อมสิ้นค้า และ (3) อุตสาหกรรมการผลิตผลิตภัณฑ์อาหารและเครื่องดื่ม ซึ่งปัจจัยหนึ่งที่ทำให้ขาดแคลนแรงงานภาคอุตสาหกรรม เกิดจากการที่ค่าจ้างภาคบริการดึงดูดแรงงานมากกว่าภาคอุตสาหกรรม โดยในปี 2556 ภาคบริการมีอัตราค่าจ้างเฉลี่ย 17,623 บาทต่อเดือน ขณะที่ภาคอุตสาหกรรมมีอัตราค่าจ้างเฉลี่ย 10,968 บาทต่อเดือน อีก 5 ปีข้างหน้า คาดว่าอุตสาหกรรมไทยจะขาดแคลนแรงงานฝ่ายผลิตประมาณ 290,604 คน ซึ่งเมื่อพิจารณาด้านอายุของแรงงานภาคอุตสาหกรรมไทยแล้ว พบว่าแรงงานสูงอายุส่วนใหญ่เป็นแรงงานที่มีฝีมือ สะท้อนให้เห็นว่า ในอนาคตประเทศไทยจะขาดแคลนแรงงานประเภทดังกล่าว เนื่องจากปัจจุบันประเทศไทยเป็นสังคมผู้สูงอายุ และในปี 2573 ประเทศไทยจะกลายเป็นสังคมผู้สูงอายุ อย่างสมบูรณ์ (อุดม วงศ์วิวัฒน์ไชย, 2558) ทางออกของการแก้ปัญหาการขาดแคลนแรงงานที่ประเทศไทยดำเนินการอยู่ คือ การจ้างแรงงานต่างด้าว ซึ่งในอนาคต ถ้าแรงงานต่างด้าวเหล่านี้ถูกดึงกลับเพื่อไป

พัฒนาประเทศบ้านเกิดของตนเอง ประเทศไทยเราจะประสบกับวิกฤตการขาดแคลนแรงงานอย่างมาก ดังนั้นสภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย จึงได้เตรียมการรับมือกับปัญหาการขาดแคลนแรงงานพร้อมกับการพัฒนาและยกระดับอุตสาหกรรมไทยให้ก้าวสู่อุตสาหกรรมชั้นนำของโลกในอีก 10 ปีข้างหน้า ภายใต้แนวคิด Thai Industries 2025 ด้วย “Industry 4.0” (เจน นำชัยศิริ, 2558)

การปฏิวัติอุตสาหกรรมของโลก ณ ปัจจุบันนับเป็นครั้งที่ 4 หรือที่เรียกว่า Industry 4.0 ซึ่งความสำคัญของการปฏิวัติอุตสาหกรรมในแต่ละครั้งของโลก จะเปรียบเสมือนตัวชี้วัดการพัฒนาประเทศ โดยประเทศที่ปฏิวัติอุตสาหกรรมได้ก่อนจะเป็นผู้นำด้านอุตสาหกรรมและยกระดับอุตสาหกรรมของประเทศนั้นให้จัดอยู่ในกลุ่มประเทศที่พัฒนาแล้ว สำหรับประเทศไทยซึ่งเป็นประเทศที่กำลังพัฒนา ภาคอุตสาหกรรมโดยส่วนใหญ่จะอยู่ในช่วง Industry 2.0-3.0 ทั้งนี้ในแต่ละยุคของ Industry 1.0-3.5 มีลักษณะโดยสรุป ดังนี้

Industry 1.0 ถือได้ว่าเป็นยุคเริ่มต้นของการปฏิวัติอุตสาหกรรม ตั้งแต่ พ.ศ. 2343 ที่ได้เริ่มมีการใช้พลังงานจากน้ำมาขับเคลื่อนเครื่องจักร แทนการใช้แรงงานจากคนหรือสัตว์หรือพลังงานจากธรรมชาติ ใช้พลังงานไอน้ำจากเชื้อเพลิงถ่านหินในอุตสาหกรรมทอผ้า

Industry 2.0 เป็นยุคอุตสาหกรรมที่มีการใช้แรงงานคนร่วมกับการใช้เครื่องจักรที่มีต้นกำลังจากพลังงานไฟฟ้าเพื่อมาทดแทนการใช้ไอน้ำ และเป็นยุคที่ได้เริ่มใช้ระบบสายพานลำเลียงในกระบวนการผลิต

Industry 2.5 เป็นยุคอุตสาหกรรมที่มีการใช้ระบบไฟฟ้าควบคุมด้วยรีเลย์แบบกึ่งอัตโนมัติ มีการควบคุมเครื่องจักรด้วยระบบเชิงตัวเลข โดยลักษณะของการผลิตจะผลิตแบบจำนวนมาก

Industry 3.0 มีการใช้เครื่องจักรที่ควบคุมการทำงานเชิงตัวเลขด้วยคอมพิวเตอร์ (Computer Numerical Control --CNC) และนาระบบ PLC เพื่อใช้ในควบคุมการทำงานของเครื่องจักรหรือระบบต่าง ๆ แทนวงจรรีเลย์แบบเก่า มีการสื่อสารภายในสายการผลิตเพื่อให้เกิดการทำงานที่คล่องตัวและมีประสิทธิภาพ และเป็นยุคที่เริ่มมีการใช้หุ่นยนต์เข้ามาช่วยในกระบวนการผลิต

Industry 3.5 เป็นยุคที่มีการใช้คอมพิวเตอร์เพื่อควบคุมการทำงานแทนคน มีการใช้เทคโนโลยีบาร์โค้ดและอาร์เอฟไอดี ซึ่งยุคนี้เรียกได้ว่าเป็นยุคแบบอัตโนมัติ 100 เปอร์เซ็นต์ มีการนำระบบการวางแผนทรัพยากรทางธุรกิจขององค์กรโดยรวม (Enterprise Resource Planning--ERP) มาใช้ในการบริหารจัดการทรัพยากรในองค์กรเพื่อให้เกิดการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรได้อย่างสูงสุด การใช้ระบบคอมพิวเตอร์เข้ามาช่วยในการควบคุมวัสดุและวางแผนการผลิต (Material Requirement Planning--MRP) มีการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศเข้ามาช่วยให้เกิด การไหลของงาน และข้อมูล และติดต่อสื่อสารกันผ่านระบบเครือข่าย

Industry 4.0 คืออะไร

Industry 4.0 หรือ Smart Manufacturing หรือ Factories of the Future เป็นคำที่มีความหมายเดียวกัน และมีจุดมุ่งหมายเดียวกัน คือ เพื่อพัฒนาอุตสาหกรรมโดยทางฝั่งยุโรปนิยมใช้คำว่า “Factories of the Future” ฝั่งอเมริกาใช้คำว่า “Smart Manufacturing” แต่ความโดดเด่นของทั้งสองคำยังไม่แรงเท่ากับคำว่า “Industry 4.0” ที่นำทัพเดินหน้าโดยประเทศเยอรมนีซึ่งใช้เป็นนโยบายอุตสาหกรรมระดับประเทศและได้ประกาศใช้เมื่อ 3 ปีที่ผ่านมาและคำนี้เป็นคำที่คนไทยนำมาใช้เพื่อสื่อความหมายของการปฏิวัติอุตสาหกรรมครั้งที่ 4

การปฏิวัติอุตสาหกรรมครั้งที่ 4 หรือ Industry 4.0 คือ การนำเทคโนโลยีดิจิทัลและอินเทอร์เน็ต มาใช้ ในกระบวนการผลิตสินค้า สามารถเชื่อมความต้องการของผู้บริโภคแต่ละรายเข้ากับกระบวนการผลิตสินค้าได้โดยตรง สามารถผลิตสินค้าหลากหลายรูปแบบแตกต่างกัน (ตามความต้องการของลูกค้า) เป็นจำนวนมาก โดยใช้กระบวนการผลิตที่ประหยัดเวลาและมีประสิทธิภาพ ด้วยเทคโนโลยีดิจิทัลครบวงจรแบบ Smart Factory (สภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย, 2558)

แนวคิดหรือหลักการหรือลักษณะที่เรียกได้ว่าเป็น Industry 4.0 นั้น มีผู้ทรงคุณวุฒิได้อธิบายไว้ ดังนี้

ธนิต หิรัญกิจรังสี (2558) ได้อธิบายถึง Industry 4.0 ว่าเป็นกลยุทธ์เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ด้านการผลิตแห่งอนาคตของเยอรมนี โดยเทคโนโลยีพื้นฐานที่จะนำมาใช้

คือ เทคโนโลยีระบบไซเบอร์ทางกายภาพ และเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ต ในขณะเดียวกัน รัฐบาลของเยอรมนีกำลังผลักดันให้มีการสร้างโรงงานอัจฉริยะ การปรับโครงสร้างการใช้ทรัพยากรให้เกิดประโยชน์สูงสุด และการใช้ยุทธศาสตร์ที่บูรณาการร่วมกันระหว่างลูกค้ากับคู่ค้าทางธุรกิจ เพื่อให้เกิดการผลิตที่รวดเร็วขึ้น ช่วยลดต้นทุนการผลิต เพิ่มความปลอดภัยในการทำงาน วัตถุดิบที่นำมาใช้เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม ช่วยให้การเชื่อมโยงข้อมูลระหว่างฐานการผลิตที่อยู่ทั่วโลกแหล่งวัตถุดิบ รวมถึงความต้องการของลูกค้าในการสั่งซื้อ สั่งออกแบบสินค้ามีความสะดวกและรวดเร็วยิ่งขึ้น

เจน นำชัยศิริ (2558) ประธานสภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทยได้อธิบายที่มาของ Industry 4.0 ว่าเริ่มมาจากการปฏิวัติอุตสาหกรรม 1.0 ซึ่งจากเดิมมีแต่หัตถกรรม เกษตรกรรม จากนั้นจึงพัฒนาและมีการนำเครื่องจักรไอน้ำมาใช้ในการผลิตสินค้า ทำให้ผลิตสินค้าได้มากขึ้นและรวดเร็วขึ้น ต่อจากนั้นได้พัฒนามาเป็น 2.0 มีการพัฒนาและใช้มอเตอร์ไฟฟ้า เครื่องจักรไฟฟ้า และพลังงานไฟฟ้าเข้ามา ซึ่งทำให้ผลิตสินค้าได้จำนวนมากขึ้น มีประสิทธิภาพสูงขึ้น ถัดจาก 2.0 มาสู่ยุค 3.0 มีการใช้แรงงานคนน้อยลง เนื่องจากพัฒนาเครื่องจักรกลระบบอัตโนมัติให้ทำงานได้มากขึ้น ส่วนการพัฒนาไปถึง 4.0 จะต้องพัฒนาเครื่องจักรให้สามารถสื่อสารกันเองได้ ส่งข้อมูลกันเองได้ การใช้แรงงานลดลง ใช้อุปกรณ์เครื่องจักรที่มีความแม่นยำมากขึ้น วัสดุที่นำมาใช้ในการผลิต มีคุณสมบัติพิเศษมากขึ้น ประสิทธิภาพสูงขึ้น แล้วก็ใช้ปริมาณที่น้อยลง

ขัตติยา ไกรกาญจน์ (2558) ประธานสถาบันส่งเสริมความเป็นเลิศทางเทคโนโลยีอาร์เอฟไอดีแห่งประเทศไทย ได้อธิบายถึงลักษณะความเป็น Industry 4.0 ว่าเป็นลักษณะของกระบวนการผลิตที่อาศัยพลังของเทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อการสื่อสารและระบบการผลิตแบบอัตโนมัติ มีการใช้เทคโนโลยีในการออกแบบและการจำลองก่อนการผลิตจริง การใช้เทคโนโลยีการพิมพ์แบบสามมิติ เทคโนโลยีนาโน การพัฒนาหุ่นยนต์ให้สามารถทำงานร่วมกับมนุษย์ได้ดี และมีความปลอดภัย

อาทิตย์วุฒิละโร (2558) ปลัดกระทรวงอุตสาหกรรม ได้กล่าวถึงองค์ประกอบในการพัฒนาอุตสาหกรรมตามแนวทาง Industry 4.0 ว่าประกอบด้วย 9 องค์ประกอบ คือ

(1) ใช้หุ่นยนต์อัตโนมัติ (autonomous robots) มาเป็นผู้ช่วยในการผลิต (2) การสร้างแบบจำลอง (simulation) เช่น การพิมพ์แบบสามมิติเสมือนจริง (3) การบูรณาการระบบต่าง ๆ เข้าด้วยกัน (system integration) (4) การเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตของสิ่งของ (internet Of things) ที่ทำให้เป็นอุปกรณ์อัจฉริยะ (5) การรักษาความปลอดภัยของข้อมูล (cybersecurity) (6) การประมวลและเก็บข้อมูลผ่านระบบออนไลน์ (cloud computing) (7) การขึ้นรูปชิ้นงานด้วยเนื้อวัสดุ Additive Manufacturing เช่น การขึ้นรูปชิ้นงานในเครื่องพิมพ์สามมิติ (8) เทคโนโลยี Augmented Reality (AR) ที่ผสานเอาโลกแห่งความเป็นจริงเข้ากับโลกเสมือนโดยผ่านอุปกรณ์ เช่น ทีวีสามมิติ เครื่องเล่นเกม เป็นต้น และ (9) ข้อมูลขนาดใหญ่ (big data) คือ ขุมข้อมูลของข้อมูลที่มีขนาดใหญ่และซับซ้อน มีทั้งการบันทึกและจัดเก็บ การค้นหา การแบ่งปัน และการวิเคราะห์ข้อมูล

อะไรบ้างที่เรียกว่าเป็น Industry 4.0

ในหัวข้อนี้ ผู้เขียนขออธิบายหลักการ/เทคโนโลยี/นวัตกรรมที่จัดว่าเป็น Industry 4.0 ในลักษณะภาพกว้าง เพื่อให้ผู้อ่านได้เห็นถึงภาพรวมของ Industry 4.0 ว่าคืออะไร และอะไรบ้างที่เรียกว่าเป็น Industry 4.0 ดังนี้

โรงงานอัจฉริยะ (smart factory) เป็นจุดสำคัญที่ประเทศเยอรมนีต้องการสร้างเพื่อให้อุตสาหกรรมของประเทศพัฒนาจากเดิมให้มีความเป็นอัจฉริยะทุกส่วนของกระบวนการผลิต ซึ่งโรงงานอัจฉริยะสำหรับอนาคตจะต้องสามารถสะท้อนข้อมูลด้านประสิทธิภาพและคุณภาพของกระบวนการผลิตแบบปัจจุบันได้ตลอดเวลาใช้ระบบอัตโนมัติขั้นสูง และระบบการผลิตที่มีความยืดหยุ่นสูงเพื่อตอบสนองเงื่อนไขและสภาพของการผลิต สามารถตอบสนองความต้องการที่ไม่จำกัด แม้แต่การผลิตงานที่หนึ่งล็อตมีงานเพียงหนึ่งชิ้น โดยที่ไม่ได้ทำให้ประสิทธิภาพของการผลิตลดลง ช่วยลดค่าการผลิตที่เหมาะสมสำหรับการผลิตสินค้าให้กับลูกค้าแต่ละรายโดยคำนึงถึงปัจจัยต่างๆ เช่น เวลา ต้นทุนการผลิต ค่าขนส่งและโลจิสติกส์ การรักษาความปลอดภัย ความน่าเชื่อถือ และความยั่งยืน เป็นระบบการผลิตที่ใช้ทรัพยากรอย่างคุ้มค่าที่สุด การผลิตสามารถปรับแต่งให้เหมาะสมกับทรัพยากรคน โดยเครื่องจักรและระบบอัตโนมัติจะมีความสามารถในการ

ปรับเปลี่ยนการทำงานให้เหมาะสมกับจำนวนคนและทักษะของคน (ทองพล อุลปาทร, 2558) นอกจากนี้การจะเป็นโรงงานอัจฉริยะ (smart factory) ในยุค Industry 4.0 มีหลายส่วนที่จะต้องพัฒนาควบคู่กันไป เช่น เครื่องจักรในการผลิตต้องพัฒนาให้เป็นเครื่องจักรอัจฉริยะ พัฒนาและสร้างหุ่นยนต์อุตสาหกรรมที่มีความสามารถในการทำงานร่วมกับคนได้อย่างปลอดภัย โดยในส่วนของกระบวนการผลิตต้องใช้เทคโนโลยีขั้นสูง เช่น การใช้เทคโนโลยีการพิมพ์แบบสามมิติ การจำลองผลิตภัณฑ์ก่อนการผลิตจริง การใช้เทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อการสื่อสารในระบบการผลิต เป็นต้น การพัฒนาเครื่องจักรให้มีความสามารถจนกลายเป็นเครื่องจักรอัจฉริยะ (smart machine) ในยุค Industry 4.0 จะต้องพัฒนาให้มีสมรรถนะที่เพิ่มขึ้นชนิดที่ว่าสามารถทำงานด้วยตนเองได้ตัดสินใจเองได้มีความยืดหยุ่นสูงและสามารถปรับตัวภายใต้สภาวะเงื่อนไขการผลิตที่เปลี่ยนไป มีความสามารถในการมอนิเตอร์ตัวเองและปรับเงื่อนไขการทำงานเพื่อป้องกันความผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้นได้ มีโปรแกรมการดูแลสุขภาพของเครื่องจักรมีอุปกรณ์สำหรับตรวจจับการสั่นสะเทือนเพื่อตรวจสอบสุขภาพการทำงานของระบบลูกปืน และมีอินฟราเรดสำหรับตรวจวัดระดับความร้อนของชิ้นส่วนของเครื่องจักรที่มีการหมุน เป็นต้น (ทองพล อุลปาทร, 2558) กระบวนการผลิตที่เกิดขึ้นในโรงงานอัจฉริยะจะใช้แรงงานลดลงโดยเฉพาะกระบวนการผลิตที่ทำงานซ้ำ ๆ และอันตรายหากใช้คนปฏิบัติงาน จึงควรนำหุ่นยนต์อุตสาหกรรมมาทำงานแทนคน ซึ่งในปัจจุบันหุ่นยนต์อุตสาหกรรมถูกพัฒนาให้สามารถทำงานโดยอิสระและสามารถทำงานร่วมกับมนุษย์ได้เป็นอย่างดี เช่น บริษัท BMW ในประเทศเยอรมนีได้ทำการวิจัยและส่งเสริมนวัตกรรมเพื่อรองรับ Industry 4.0 โดยการทำโครงการการใช้หุ่นยนต์ในโรงงานผลิต ซึ่งหุ่นยนต์ที่นำมาใช้นั้น ทาง BMW ได้คิดค้นและพัฒนาเพื่อลดข้อจำกัดของหุ่นยนต์ที่มีอยู่เดิม เนื่องจากที่ผ่านมาการนำหุ่นยนต์มาใช้ในการผลิตจะมีข้อกำหนดในส่วนของความปลอดภัยอย่างเข้มงวด โดยเฉพาะต้องมีการกำหนดระยะห่างในระหว่างการผลิตระหว่างหุ่นยนต์กับมนุษย์ จึงกลายเป็นข้อจำกัดและเพิ่มขั้นตอนการทำงาน อีกทั้งยังเสียพื้นที่ใช้สอย ดังนั้น BMW จึงพัฒนาหุ่นยนต์ที่ชื่อว่า โอลาฟ ซึ่งมีความพิเศษต่างจากหุ่นยนต์ที่มีอยู่ทั่วไป คือสามารถติดตั้งโอลาฟให้ทำงานร่วมกับมนุษย์ได้โดยไม่ต้องมีระยะห่างและไม่เกิดอันตราย

กับมนุษย์ ประกอบกับไม่เสียพื้นที่ใช้สอยในโรงงาน โดยในปัจจุบันโอลาฟได้เข้ามาเป็นส่วนสำคัญในการทำ ฉนวนกันความชื้นด้านในประตูยนต์ ซึ่งต้องใช้แรงกดที่ สม่่าเสมอที่เกินประสิทธิภาพของมนุษย์และทำงานร่วมกับ มนุษย์ไปพร้อมๆ กันได้(ศูนย์ข้อมูลเพื่อธุรกิจไทยในเยอรมนี, 2558) หุ่นยนต์ Kuka ของบริษัท Kuka Robotics เป็นอีก ก้าวหนึ่งที่พัฒนาหุ่นยนต์ให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น สามารถ ได้ตอบกับหุ่นยนต์ด้วยกันได้และยังสามารถปรับการทำงาน ตัวเองภายใต้สภาวะการผลิตที่เปลี่ยนไปได้ โดยในปัจจุบัน หุ่นยนต์ Kuka ถูกพัฒนาให้สามารถทำงานได้หลากหลาย เช่น หุ่นยนต์ที่ทนทานต่อความร้อนและความสกดปรก หุ่นยนต์สำหรับการวางเรียงชิ้นงาน ขึ้นพาเลต หุ่นยนต์ สำหรับการเชื่อม หุ่นยนต์สำหรับการบัดบัท หุ่นยนต์ คอนโซล และหุ่นยนต์ที่มีความแม่นยำสูง หุ่นยนต์ Umi ของบริษัท ABB ซึ่งถูกออกแบบมาให้เป็นผู้ประกอบชิ้น อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ โดยนั่งทำงานเคียงข้างพนักงาน ที่เป็นมนุษย์ โดย Umi จะมีอุปกรณ์เซนเซอร์ และหน่วย ควบคุมระดับไฮเอนด์ เช่น ระบบ Computer Vision ทำให้ สามารถจดจำอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ได้อย่างแม่นยำ และสามารถป้องกันการปะทะกับคนหรือสิ่งของทำให้ การทำงานมีความปลอดภัยสูง (ทองพล อุบลพาท, 2558) ในส่วนของกระบวนการผลิตก่อนที่ จะทำการผลิตจริง ออกมาเป็นสินค้าหรือผลิตภัณฑ์นั้น เพื่อให้เกิดการประหยัด ต้นทุนและประหยัดเวลาในการผลิต ควรใช้เทคโนโลยี การพิมพ์แบบสามมิติ (3D printing) ซึ่งเป็นเทคโนโลยี พื้นฐานในการสร้างชิ้นงานด้วยเครื่องพิมพ์สามมิติที่เริ่ม จากการนำวัสดุมาขึ้นรูปทีละชั้นตามแบบที่กำหนดในไฟล์ คอมพิวเตอร์ เพื่อปรับเปลี่ยนรายละเอียดและสั่งพิมพ์ ในปริมาณที่ต้องการได้ทันที ทำให้มีค่าใช้จ่ายที่ต่ำกว่า การสั่งผลิตในโรงงานอุตสาหกรรมแบบเดิมที่ต้องสร้าง เบ้าหล่อก่อนแล้วจึงฉีดวัสดุลงไป นอกจากนี้ เทคนิค การสร้างชิ้นงานด้วยการเติมวัสดุของเครื่องพิมพ์สามมิติ ยังทำให้สูญเสียวัตถุดิบน้อยกว่าการผลิตแบบทั่วไปที่เริ่ม ด้วยวัสดุที่เป็นบล็อกใหญ่และตัดส่วนที่ไม่ต้องการออก ซึ่งทำให้สูญเสียวัตถุดิบโดยไม่จำเป็น (ณัฐนิช วัฒนมาณะศิริ, 2557)

จากที่ผู้เขียนได้กล่าวถึงเทคโนโลยีสารสนเทศ เพื่อการสื่อสารตามที่ได้กล่าวไว้ข้างต้น ตัวอย่างเทคโนโลยี

ในประเด็นนี้ เช่น Internet of Things หรือ IoT ซึ่งเป็น สภาพแวดล้อมอันประกอบด้วยสรรพสิ่งที่สามารถสื่อสาร และเชื่อมต่อกันได้ผ่านโพรโทคอลการสื่อสารทั้งแบบ ใช้สายและไร้สาย โดย IoT จะเปลี่ยนรูปแบบและ กระบวนการผลิตในภาคอุตสาหกรรมไปสู่ยุค Industry 4.0 ที่อาศัยการเชื่อมต่อสื่อสารและทำงานร่วมกันระหว่าง เครื่องจักร มนุษย์และข้อมูล เพื่อเพิ่มอำนาจในการตัดสินใจ ที่รวดเร็วและมีความถูกต้องแม่นยำสูง โดยข้อมูลทั้งหลาย ที่เก็บจากเซ็นเซอร์ที่ใช้ตรวจวัดตัวอุปกรณ์และสภาพ แวดล้อมจะถูกนำมาวิเคราะห์ให้ได้ผลลัพธ์เพื่อนำไป ปรับปรุงกระบวนการผลิตได้อย่างทันที และสามารถ ควบคุมสั่งการในกรณีที่ระบบควบคุมหรือระบบวิเคราะห์ ข้อมูลอาจไม่ได้อยู่ในที่เดียวกันกับเครื่องจักรแบบไร้ขีด จำกัดเรื่องเวลาและสถานที่ ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อการผลิต อย่างมาก (ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์ แห่งชาติ, 2558) Cloud Computing เป็นเทคโนโลยีที่นำ มาใช้ในองค์กรการผลิต โดยสามารถใช้หรือเช่าใช้ทรัพยากร ด้านคอมพิวเตอร์ของผู้ให้บริการเพื่อนำมาใช้ในการทำงาน โดยที่ไม่จำเป็นต้องลงทุนซื้อ Hardware และ Software ไม่ต้องวางระบบเครือข่ายเอง จึงเป็นการช่วยลดความ รับผิดชอบในการดูแลระบบ ช่วยเพิ่มความเร็วในการทำงาน การแก้ปัญหา และการปรับใช้ได้จริง เพื่อให้ลูกค้าเข้าถึง ข้อมูลได้ง่าย สะดวกและรวดเร็วขึ้น อีกทั้ง ระบบ Cloud ยังมีความยืดหยุ่นสามารถขยายขนาดของทรัพยากรเพื่อรองรับ การใช้งานจำนวนมากได้และในขณะเดียวกันสามารถ ลดขนาดของทรัพยากรเมื่อมีผู้ใช้งานลดลง ค่าใช้จ่าย ที่เกิดขึ้นจึงเป็นไปตามขนาดที่ใช้จริง ช่วยประหยัดพื้นที่ ในการวางอุปกรณ์ ลดความยุ่งยากและช่วยเพิ่มผลิตภาพ ขององค์กรได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Productivity World สถาบันเพิ่มผลผลิต, 2558)

จากที่กล่าวไปแล้วนั้นเป็นภาพใหญ่ของการมอง อุตสาหกรรมในอนาคตของ Industry 4.0 ในส่วนภาพย่อย ที่ถือว่าเป็นองค์ประกอบสำคัญของการเป็น Industry 4.0 ไม่แพ้กัน คือ (1) การนำวัสดุใหม่มาใช้แทนวัสดุเดิมเพื่อ ให้เกิดความปลอดภัยและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม (2) การจัดการพลังงานและสิ่งแวดล้อมอย่างยั่งยืน เพื่อให้ อุตสาหกรรมในอนาคตเน้นการใช้พลังงานอย่างคุ้มค่าและ ในขณะเดียวกันก็ช่วยลดมลพิษอุตสาหกรรมที่จะเกิดขึ้น (3)

คนทำงานในอุตสาหกรรมจะไม่ใช่ว่าเพียงแรงงาน แต่จะได้รับการพัฒนาให้มีความรู้ ทักษะ และความชำนาญเพิ่มขึ้น จนกลายเป็นบุคลากรอัจฉริยะโดยทั้ง 3 องค์ประกอบ มีรายละเอียด ดังนี้

1. วัสดุใหม่

วัสดุสำหรับกระบวนการผลิตสินค้าหรือผลิตภัณฑ์แต่ละชนิดที่ใช้กันอยู่เดิมนั้น ได้มีการคิดค้น วิจัยและพัฒนาวัสดุที่ใช้ในการผลิตเพื่อมาทดแทนวัสดุเดิมที่อันตรายและมีผลต่อสุขภาพของพนักงานและส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม เช่น วัสดุกราฟีน (Graphene) ซึ่งเป็นวัสดุที่มีโครงสร้างอันเกิดจากการจัดเรียงกันของคาร์บอนอะตอมแบบวงหกเหลี่ยมในแนวระนาบ 2 มิติ หลายวงต่อกัน คล้ายกับตาข่ายกรงไข่ เกิดเป็นแผ่นกราฟีนขนาดนาโน โดยในปัจจุบันได้มีการนำ กราฟีนมาใช้ประโยชน์กันอย่างกว้างขวาง เพราะความสามารถทางการนำไฟฟ้า ซึ่งมีความหนาแน่นมากกว่าหลอดคาร์บอนนาโนแบบวงเดี่ยวมากกว่าสองเท่า ดังนั้น จึงมีการนำกราฟีน มาประยุกต์ใช้กับงานทางด้านอิเล็กทรอนิกส์หลายด้าน เช่น ทรานซิสเตอร์ อุปกรณ์บันทึกความจำเซลล์แสงอาทิตย์ และ เซ็นเซอร์ทางเคมีไฟฟ้า เป็นต้น (ฝ่ายพัฒนาธุรกิจและถ่ายทอดเทคโนโลยีเนคเทค, 2558) วัสดุชีวภาพ (bio-based materials) เป็นวัสดุที่มีประโยชน์ทั้งในวงการอุตสาหกรรมและวงการแพทย์ และภาคอุตสาหกรรมทั่วโลกต่างให้ความสนใจในการพัฒนานวัตกรรมวัสดุชีวภาพขึ้นมาใหม่เพื่อทดแทนวัสดุเดิมที่มีข้อจำกัดหรือมีราคาสูง โดยจากการประชุมวิชาการนานาชาติด้าน Bio-based materials ที่ประเทศเยอรมนีในปี 2558 ที่ผ่านมามีผู้ประกอบการที่ทำการผลิตเกี่ยวกับสารเคมี พลาสติกหรือวัสดุคอมโพสิตที่ผลิตจากวัสดุธรรมชาติจากทั่วโลกให้ความสนใจเข้าร่วมประชุมเพื่อนำเสนอและแลกเปลี่ยนนวัตกรรม ซึ่งในงานนี้มีการให้รางวัลนวัตกรรม “Bio-based Material of the Year” ซึ่งผลิตภัณฑ์ที่ได้รับรางวัล ได้แก่ ผลิตภัณฑ์ Desmodur® Eco N ซึ่งเป็นพอลิไอโซไซยานต เป็นสารที่ช่วยให้เกิดการเชื่อมโยงทางเคมี สำหรับพอลิยูรีเทนที่ใช้ในงานเคลือบสีรถยนต์ ทำให้มีความทนทานต่อการขีดข่วนหรือการกดกร่อน ผลิตภัณฑ์ต่อมาที่ได้รับรางวัล คือ ผลิตภัณฑ์ Nature 50 เป็นวัสดุคอมโพสิตระหว่างพอลิโพรพิลีนกับเส้นใยปอ ซึ่งเป็นเส้นใยธรรมชาติที่มีความยาวมากเมื่อเทียบกับ

เส้นใยธรรมชาติจากพืชชนิดอื่น สามารถขึ้นรูปได้ทั้งวิธีการอัดรีดหรือการฉีด และชิ้นงานที่ได้จะมีความสวยงาม คล้ายวัสดุจากธรรมชาติ มีความทนทานต่อแรงกระแทก น้ำหนักเบาว่าการใช้วัสดุเดิม จึงนิยมนำไปผลิตชิ้นส่วนตกแต่งรถยนต์ ต่อมาเป็นผลิตภัณฑ์ FibriRock ซึ่งเป็นวัสดุคอมโพสิตระหว่างเส้นใยป่านที่ผลิตจากหินบะซอลต์ และพลาสติกเรซินที่ผลิตจากน้ำตาล ซึ่ง FibriRock มีจุดเด่นที่น้ำหนักเบา ขึ้นรูปได้เร็ว มีความทนทานต่อไฟ คิว และสารพิษ (อภิวัตร ใจวาระวัฒน์, 2558) ต่อมาเป็นวัสดุประเภทพลาสติกชีวภาพที่รู้จักและใช้กันอย่างแพร่หลายเนื่องจากประเทศไทยเป็นประเทศที่เอื้อต่อการผลิตพลาสติกชีวภาพจากพืชผลทางการเกษตร เช่น อ้อย มันสำปะหลัง เพราะไม่มีผลกระทบต่อผู้บริโภค โดยพลาสติกชีวภาพจะแบ่งออกเป็นอีก 2 ประเภทคือ พลาสติกชีวภาพที่สลายตัวได้ทางชีวภาพ และที่ไม่สามารถสลายตัวได้ทางชีวภาพ พลาสติกชีวภาพที่สลายตัวได้ทางชีวภาพนั้น เหมาะนำไปผลิตขวดน้ำดื่มรวมถึงกลุ่มสินค้าที่ใช้แล้วทิ้ง เช่น กลุ่มบรรจุภัณฑ์อาหาร ถุงขยะเปียก ถุงใส่อาหาร ฟิล์มห่อหุ้มอาหารรวมถึงอาหารแห้ง กลุ่มงานเกษตร เช่น ฟิล์มคลุมดิน ถุงเพาะชำ กลุ่มผลิตภัณฑ์ที่ใช้ครั้งเดียวแล้วทิ้ง เช่น ถ้วย จาน หลอด ภาชนะสำหรับใส่อาหารจานด่วน กลุ่มอุตสาหกรรมสิ่งทอที่นำมาใช้ทดแทนเส้นใยโพลีเอสเตอร์ (พิฑูร ตรีวิจิตรเกษม, 2558) นอกจากนี้ พลาสติกที่ย่อยสลายได้ทางชีวภาพยังเป็นแนวทางหนึ่งในการพัฒนาวัสดุสำหรับการใช้งานเพื่ออนุรักษ์สิ่งแวดล้อม ทั้งในด้านวัตถุดิบ กระบวนการผลิต และกระบวนการกำจัด ถ้าเปรียบเทียบจากการใช้พลาสติกที่ผลิตมาจากปิโตรเคมีที่ทำให้เกิดการเผาไหม้และการสะสมของมลภาวะกับสิ่งแวดล้อม (วลัยพร ทิมบุญธรรม, วิรศักดิ์ สมิทธิพงศ์, วิไลพร เจตนจันทร์ และกล้าณรงค์ ศรีรอด, 2552) วัสดุนาโนที่มีกำเนิดมาจากการใช้เทคโนโลยีประยุกต์ซึ่งเกี่ยวข้องกับการจัดการ การสร้าง การสังเคราะห์วัสดุหรืออุปกรณ์ในระดับของอะตอม โมเลกุลหรือชิ้นส่วนที่มีขนาดเล็กในช่วงประมาณ 1 ถึง 100 นาโนเมตร (ศูนย์นาโน เทคโนโลยีแห่งชาติ, 2558) วัสดุนาโนเป็นวัสดุที่มีคุณสมบัติที่ปรับปรุงให้มีจุดเด่นในการใช้งานได้หลากหลาย เนื่องจากมีคุณสมบัติทางด้านความแข็งแรง การนำไฟฟ้าและการนำความร้อน การตอบสนองต่อแสง ความยืดหยุ่น หรือความทนทาน

ต่อการเสียดสี เป็นต้น ในปัจจุบันวัสดุนาโน ได้นำมาใช้สร้างเป็นอุปกรณ์และเครื่องจักรกลนาโน นาโนเทคโนโลยีในเซลล์เชื้อเพลิง นาโนเทคโนโลยีของเส้นใย ซึ่งทำให้ได้เส้นใยนาโนสำหรับตัวเสริมความแข็งแรงทางวิศวกรรม เนื้อเยื่อ สำหรับแผ่นเยื่อป้องกันทางเคมีและชีวภาพ สำหรับการใช้เสริมโครงสร้างและนาโนเทคโนโลยีทางด้านสิ่งทอ (ศรัญญา พรหมโคตร, 2557)

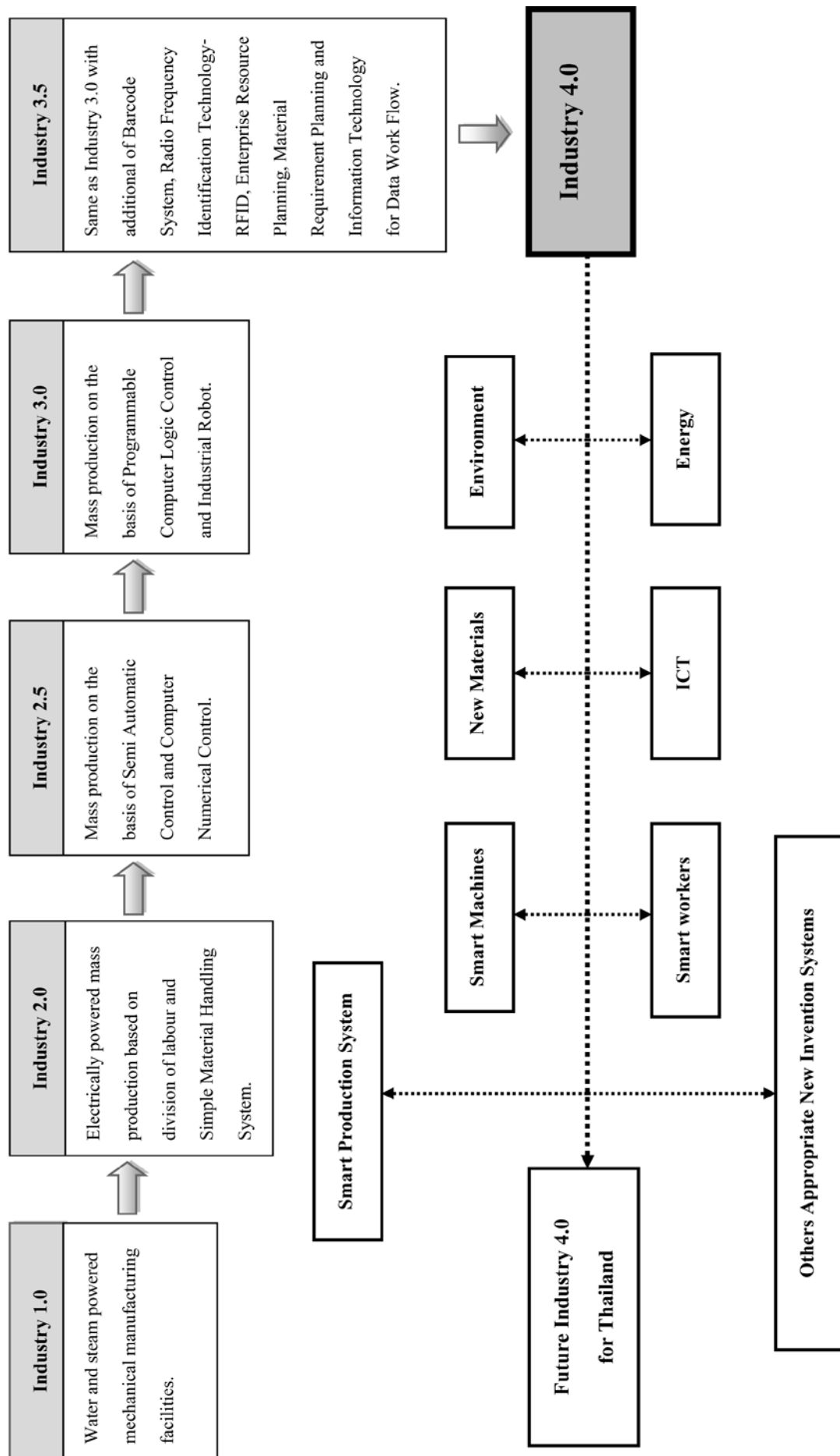
2. การจัดการพลังงานและสิ่งแวดล้อมอย่างยั่งยืน

พลังงานเป็นปัจจัยสำคัญสำหรับกระบวนการผลิต ควรพิจารณาถึงการใช้พลังงานอย่างประหยัดและใช้อย่างคุ้มค่า เช่น การใช้พลังงานหมุนเวียน เป็นพลังงานที่ใช้อย่างไม่หมดไป สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้ มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยมาก นับเป็นแหล่งพลังงานสำคัญที่จะนำมาใช้แทนพลังงานจากเชื้อเพลิงบรรพชีวิน ซึ่งเป็นแหล่งพลังงานที่มีอยู่จำกัดและก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมเป็นอย่างมาก แหล่งพลังงานหมุนเวียนได้แก่ พลังงานแสงอาทิตย์ พลังงานลม พลังงานน้ำ พลังงานชีวมวล พลังงานความร้อนใต้พิภพ พลังงานน้ำขึ้น น้ำลง พลังงานคลื่น พลังงานความร้อนจากมหาสมุทร เป็นต้น (วรณัฐ แจ่มสว่าง, 2551) อีกทั้งควรนำของเสียที่เกิดขึ้นจากกระบวนการผลิตมาสร้างพลังงาน เช่น การผลิตก๊าซชีวภาพ หรือการรีไซเคิลของเสียเพื่อนำกลับมาใช้ใหม่ เป็นต้น นอกจากนี้ ในกระบวนการผลิตควรใช้เทคโนโลยีที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม เช่น เทคโนโลยีสะอาด เทคโนโลยีไอทีเพื่อสิ่งแวดล้อม Carbon Footprint, Water Footprint การศึกษาวัฏจักรวงจรชีวิตผลิตภัณฑ์ การตลาดสีเขียว การผลิตสีเขียว อุตสาหกรรมสีเขียว และอุตสาหกรรมเชิงนิเวศ เป็นต้น

3. บุคลากรอัจฉริยะ

แรงงานสำหรับการผลิตในอนาคตจะต้องไม่ใช่แรงงานธรรมดาแต่ต้องพัฒนาและสร้างแรงงานที่มีอยู่เดิม รวมถึงการสร้างบุคลากรใหม่ให้เป็นอัจฉริยะขนานไปกับโรงงานอัจฉริยะ โดยบุคลากรจะต้องมีความรู้ มีทักษะและความเชี่ยวชาญในการทำงาน เช่น ระบบอัจฉริยะ ธุรกิจอัจฉริยะ ระบบอัตโนมัติที่ใช้ในโรงงาน เครื่องจักร และกระบวนการผลิตการผลิตแบบโมดูลาร์ การใช้คอมพิวเตอร์ควบคุมการทำงานของเครื่องจักรกล การใช้คอมพิวเตอร์ช่วยงานวิศวกรรม การใช้คอมพิวเตอร์ช่วยในการผลิต การใช้คอมพิวเตอร์ช่วยในการออกแบบ การวางแผนความต้องการวัสดุ การวางแผนบริหารธุรกิจขององค์กร เทคโนโลยีการพิมพ์แบบสามมิติ หุ่นยนต์อุตสาหกรรม ปัญญาประดิษฐ์ การออกแบบและการจำลอง อุปกรณ์ เซนเซอร์ วิศวกรรมดิจิทัล กระบวนการผลิตแบบดิจิทัล วัฏจักรวงจรชีวิตผลิตภัณฑ์ การลดของเสีย เทคโนโลยี Big Data, Cloud Computing, Internet of Things ไมโครอิเล็กทรอนิกส์ ระบบตรวจเฝ้าระวัง เทคโนโลยีด้านวิศวกรรมที่ยั่งยืน เทคโนโลยีวัสดุขั้นสูง สามารถคิดค้นและพัฒนาวัสดุใหม่ที่มีคุณสมบัติพิเศษ ปลอดภัยและไม่มีผลต่อสิ่งแวดล้อม พัฒนาและสร้างนวัตกรรมผลิตภัณฑ์ใหม่ รวมทั้งมีความรู้เรื่องการจัดการพลังงานและสิ่งแวดล้อมอย่างยั่งยืน เป็นต้น

จากที่ได้กล่าวไปแล้วข้างต้นสะท้อนให้เห็นภาพของอุตสาหกรรมที่พัฒนาและเติบโตอย่างต่อเนื่องตั้งแต่ Industry 1.0 - Industry 4.0 ซึ่งผู้เขียนได้นำเสนอเป็นแผนภาพแสดงที่มาและองค์ประกอบของ Industry 4.0 ที่จะช่วยพัฒนาอุตสาหกรรมของประเทศไทยในอนาคตไว้ดังภาพ 1



ภาพ 1 Industrial Evolution (from Industry 1.0 - Industry 4.0) (Developed by Chitlada Maimun and Sombat Teekasap, January 2016)

ประเทศไทยเตรียมความพร้อมสู่ Industry 4.0 อย่างไร

ในปี 2557 ที่ผ่านมารัฐบาลไทยได้ประกาศนโยบายเศรษฐกิจดิจิทัล และกรมส่งเสริมอุตสาหกรรมได้รับนโยบายดังกล่าว และจัดทำเป็น “แผนปฏิบัติการ Digital SMEs” เพื่อส่งเสริมให้ผู้ประกอบการวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม และวิสาหกิจชุมชนได้ใช้ประโยชน์จากไอทีในเชิงธุรกิจได้อย่างเต็มที่ โดยมุ่งส่งเสริมผู้ประกอบการให้สามารถใช้ประโยชน์จากโลกออนไลน์ได้ภายใต้การดำเนินการ 5 โครงการ (กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม, 2557) ได้แก่

1. การสร้างผู้ประกอบการใหม่ด้านดิจิทัล โดยคัดเลือกผู้ที่มีความรู้เรื่องไอที เช่น เขียนแอปพลิเคชันผลิตภัณฑ์แวร์ได้ มาอบรมบ่มเพาะความรู้ในการประกอบธุรกิจ ปลุกฝังคุณสมบัติการเป็นผู้ประกอบการที่ดี โดยมีเป้าหมายในกลุ่มนี้ 500 รายรวมทั้งดำเนินการปรับหลักสูตรโครงการเสริมสร้างผู้ประกอบการใหม่สาขาอื่นให้มีเนื้อหาที่ทันสมัย ครอบคลุมความรู้ด้านไอทีมากขึ้นอีก 1,000 ราย

2. ส่งเสริมเทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม (SMEs) โดยส่งเสริมให้ SMEs นำไอทีมาใช้อย่างเหมาะสม เช่น การใช้โปรแกรมเชิงเดี่ยวในการบริหารจัดการ การใช้โปรแกรม ERP ในกิจการอย่างเป็นระบบ การเพิ่มศักยภาพทางการตลาดผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตและสังคมออนไลน์ โดยมีเป้าหมายในกลุ่มนี้ 580 กิจการ

3. สนับสนุนดิจิทัลเพื่อวิสาหกิจชุมชน โดยคัดเลือกลูกหลานหรือคนรุ่นใหม่ที่รับช่วงธุรกิจของพ่อแม่ ที่เป็นผู้ประกอบการวิสาหกิจชุมชน มาอบรมการใช้ประโยชน์จากไอที สร้างและเผยแพร่ภาพลักษณ์ อัตลักษณ์ และภูมิปัญญาของผลิตภัณฑ์วิสาหกิจชุมชนผ่านสื่อดิจิทัล และเครือข่ายออนไลน์รวมทั้งการทำการตลาดออนไลน์ เป้าหมาย 340 ราย

4. พัฒนาที่ปรึกษาธุรกิจด้านดิจิทัล โดยคัดเลือกที่ปรึกษาธุรกิจและวิทยากรจำนวน 60 คน มาเข้าร่วมโครงการพัฒนาให้เป็นผู้เชี่ยวชาญด้านการดำเนินธุรกิจในโลกดิจิทัล เพื่อทำหน้าที่ให้บริการคำปรึกษาแนะนำแก่ผู้ประกอบการเกี่ยวกับการดำเนินธุรกิจในโลกออนไลน์

5. สร้างสังคมดิจิทัลแห่งการเรียนรู้ เพื่อเป็น

แพลตฟอร์มของประเทศในการเสริมสร้างสังคมเครือข่ายผู้ประกอบการ SMEs ให้เข้มแข็ง โดยให้มีปฏิสัมพันธ์แลกเปลี่ยนข่าวสารความรู้เชิงธุรกิจร่วมกันในโลกออนไลน์

ในปี 2558 หน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับภาคอุตสาหกรรมทั้งภาครัฐและภาคเอกชนได้ร่วมกันวางรากฐานของการพัฒนา Industry 4.0 ในลักษณะของการให้ความรู้และความเข้าใจที่ถูกต้องเพื่อให้การพัฒนาเป็นไปในทิศทางเดียวกันทั้งประเทศผ่านรูปแบบการจัดสัมมนา โดยปีที่ผ่านมาได้มีการจัดงานสัมมนาเกี่ยวกับ Industry 4.0 อยู่หลายเวที เช่น งานสัมมนา Productivity Conference 2015: “Managing Today to Shape Tomorrow’s World” ที่สถาบันเพิ่มผลผลิตจัดร่วมกับสภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย โดยได้เชิญผู้ประกอบการและผู้สนใจเข้าร่วมการสัมมนา ซึ่งในงานนี้ได้เชิญวิทยากรผู้ทรงคุณวุฒิมาบรรยายเพื่อให้ความรู้และความเข้าใจเกี่ยวกับ Industry 4.0 โดยประเด็นสำคัญของการสัมมนา คือ การเตรียมความพร้อมเพื่อรับมือกับ Industry 4.0 ของภาคอุตสาหกรรมไทยเนื่องจาก Industry 4.0 จะส่งผลกระทบต่อเศรษฐกิจและอุตสาหกรรมหลายประการ เช่น การสูญเสียความสามารถทางการแข่งขันเนื่องจากประเทศไทยจะเสียเปรียบและเสียโอกาสประเทศอื่นที่พัฒนาอุตสาหกรรมเป็นแบบ Industry 4.0 แล้ว การผลิตของต่างประเทศที่เข้ามาตั้งอยู่ในประเทศไทยอาจจะเปลี่ยนกลับไปยังประเทศ ที่พัฒนาแล้ว การลงทุนจากต่างประเทศที่จะเข้ามาลงทุนในประเทศไทยอาจจะชะลอตัวลง ด้านแรงงานจะมีการเปลี่ยนแปลงไปสู่แรงงานที่มีทักษะความเชี่ยวชาญและความสามารถสูง ผลกระทบต่อระบบสังคมด้านการเปลี่ยนวิธีคิดและการยอมรับของผู้ประกอบการรวมถึงการเปลี่ยนแปลงที่จะเกิดขึ้น นอกจากภาคอุตสาหกรรม ที่ต้องรับมือแล้ว ด้านการศึกษาจำเป็นต้องมีการปรับและพัฒนากระบวนการศึกษาที่เอื้อต่อการเรียนรู้และสร้างบุคลากรที่มีทักษะและความเชี่ยวชาญ ในเนื้อหาสาระที่เกี่ยวกับ Industry 4.0 เพื่อมาช่วยพัฒนาอุตสาหกรรมไทย (สถาบันเพิ่มผลผลิต, 2558) ต่อมาเป็นหน่วยงานสภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทยที่จับมือร่วมกับหอการค้าญี่ปุ่น กรุงเทพฯ จัดงานสัมมนา เรื่อง INDUSTRY 4.0: ทางรอดอุตสาหกรรมไทยสู่ SMART FACTORY ซึ่งงานนี้ผู้เขียนได้เข้าร่วมการสัมมนาด้วย ทำให้ผู้เขียนได้เห็นภาพพลังความเข้มแข็งของคนไทย

จากภาคอุตสาหกรรม ที่สะท้อนได้กลุ่มผู้บริหารจากโรงงาน อุตสาหกรรมที่ได้ให้ความสำคัญและความสนใจเกี่ยวกับ Industry 4.0 ทั้งนี้ทางสภาอุตสาหกรรมได้วางแผน การเตรียมการก้าวเข้าสู่ยุคอุตสาหกรรม 4.0 ภายใน 10 ปี ข้างหน้า โดยพยายามขับเคลื่อนอุตสาหกรรมที่เป็น Industry 2.0 ให้กลายเป็น 3.0 และพัฒนาอุตสาหกรรมที่เป็น Industry 3.0 ให้กลายเป็น 4.0 ด้วยการพัฒนาบุคลากรให้มีความรู้ ความเชี่ยวชาญ ปรับปรุงและพัฒนาการใช้งานเทคโนโลยี สารสนเทศเพื่อการสื่อสาร และการใช้ซอฟต์แวร์ที่เกี่ยวข้อง กับระบบการผลิต พัฒนาเทคโนโลยีการขนส่ง เทคโนโลยี ด้านอุตสาหกรรม เทคโนโลยีด้านการบริหารจัดการ พัฒนา อุปกรณ์เครื่องจักร รวมถึงการลงทุนด้านการวิจัย การออกแบบ การพัฒนา การลงทุนทางด้านวิศวกรรม และการวางแผนด้านการตลาด ซึ่งประเภทอุตสาหกรรม ที่ควรนำร่อง Industry 4.0 ก่อนอุตสาหกรรมอื่น คือ อุตสาหกรรมประเภทสายการประกอบ เช่น กล้องถ่ายรูป ชิ้นส่วนยานยนต์ ไฟฟ้าอิเล็กทรอนิกส์ และเฟอร์นิเจอร์

โอกาสและอุปสรรคของการพัฒนา

การพัฒนาอุตสาหกรรมของประเทศไทยไปสู่ Industry 4.0 จะช่วยแก้ปัญหาการขาดแคลนแรงงานที่กำลัง เกิดขึ้นอยู่และเป็นการรองรับการขาดแคลนในอนาคต ข้างหน้า ซึ่งการพัฒนาภาคอุตสาหกรรมของประเทศจะ ส่งผลให้เศรษฐกิจในภาพรวมของประเทศดีขึ้นทั้งในด้าน คุณภาพและมาตรฐานของสินค้าที่ไม่ด้อยไปกว่าประเทศอื่น และยังเป็นการสร้างภาพลักษณ์ที่ดีให้ลูกค้าทั่วโลกสนใจ ในสินค้าของไทยมากขึ้น

อย่างไรก็ตาม การขับเคลื่อนอุตสาหกรรมของไทย ไปสู่ยุค Industry 4.0 ก็เป็นเรื่องที่ไม่ได้ดำเนินการได้ง่ายนัก เพราะการพัฒนาจำเป็นต้องใช้ทั้งกำลังคน กำลังทรัพยากร และกำลังเงิน การเริ่มต้นที่คืบหน้าภาครัฐและภาคเอกชนที่ เกี่ยวข้องระดับประเทศควรร่วมมือกันผลักดัน อย่างจริงจัง เช่น กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม กระทรวง อุตสาหกรรม กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร กระทรวง ศึกษาธิการและสถาบันอุดมศึกษา กระทรวงการคลัง กระทรวงพาณิชย์ เป็นต้น โดยแต่ละหน่วยงาน ควรให้ความช่วยเหลือเจ้าของอุตสาหกรรมตามบทบาทและหน้าที่

อย่างเต็มกำลัง เพื่อสร้างกำลังใจให้กับภาคอุตสาหกรรม ในการพัฒนา ประเด็นต่อมา คือ การสร้างความเข้าใจและ สร้างการยอมรับให้เจ้าของอุตสาหกรรมเห็นความสำคัญ และความจำเป็นว่าทำไมประเทศของเราต้องเป็น Industry 4.0 ถ้าเกิดการยอมรับ ก็จะนำมาสู่การลงทุนเพื่อพัฒนาได้ ไม่ยาก อีกทั้งการสร้าง ความเข้าใจเกี่ยวกับห่วงโซ่มูลค่า ตลอดสายน้ำทางธุรกิจตั้งแต่ต้นน้ำ กลางน้ำและปลายน้ำ เพื่อใช้เป็นพื้นฐานในการวิเคราะห์ปรับปรุงและพัฒนา ตั้งแต่วัตถุดิบ แรงงาน เงินลงทุน เครื่องจักร/อุปกรณ์ วิธีการ กระบวนการผลิต เทคโนโลยี หรือความต้องการของลูกค้า เฉพาะรายเป็นต้น ประเด็นถัดไป คือ การพัฒนาความรู้และ ทักษะของคนทำงานเพื่อรองรับเทคโนโลยีที่จะนำมาใช้ ซึ่งอาจจะต้องปรับทัศนคติของคนทำงานให้เข้าใจและ เห็นประโยชน์ของ Industry 4.0 ที่จะเข้ามาช่วยให้ การทำงานง่าย สะดวก และมีความปลอดภัยมากขึ้น วัตถุดิบใหม่ที่จะนำมาใช้จะต้องมีความปลอดภัย หุ่นยนต์ ที่จะนำเข้ามาทำงาน ในสายการประกอบจะไม่เป็นอันตราย ต่อคนทำงาน ประเด็นต่อมาคือการวิจัยด้านนวัตกรรมใหม่ๆ ซึ่งประเด็นนี้ ทางภาคอุตสาหกรรมควรเปิดโอกาสให้ สถาบันอุดมศึกษาเข้ามามีส่วนช่วยในการทำวิจัย เพื่อ สร้างสรรค์นวัตกรรมร่วมกัน ซึ่งช่วยประหยัดค่าใช้จ่ายของ เจ้าของที่จะต้องจ้างนักวิจัยมาประจำในโรงงาน ส่วนอาจารย์ ที่มาทำวิจัย ก็ได้ผลงานเช่นกัน ประเด็นสำคัญต่อมา คือ งบประมาณในการลงทุนซึ่งแน่นอนว่าเจ้าของอุตสาหกรรม จำเป็นต้องลงทุนเพื่อพัฒนาองค์กรตนเอง แต่ภาครัฐควรมี ความชัดเจนว่าจะช่วยเหลือหรือสนับสนุนอะไรได้บ้าง ทั้งนี้เพื่อเป็นการลดต้นทุนอีกทางหนึ่ง ทางเจ้าของ อุตสาหกรรมควรให้ความช่วยเหลือซึ่งกันและกันเองด้วย เช่น ใช้เครื่องจักร ซอฟต์แวร์ ระบบควบคุมต่างๆ ของผู้ผลิต คนไทยที่ผลิตได้คุณภาพและมีมาตรฐาน เพื่อลดต้นทุน การนำเข้าจากต่างประเทศที่ต้องใช้ต้นทุนสูงมาก นอกจากนี้ การส่งเสริมให้เกิดการพัฒนาได้อย่างต่อเนื่อง ควรสร้าง ระบบการช่วยเหลือระบบที่เชื่อมโยงให้กับอุตสาหกรรม การสร้างโรงงานต้นแบบเพื่อเป็นแหล่งเรียนรู้และศึกษา ดูงานและการสร้างการจัดการความรู้เรื่อง Industry 4.0 ของ กลุ่มอุตสาหกรรมประเภทเดียวกันเพื่อรวบรวมองค์ความรู้ และขยายผลต่อยอดให้เกิดแนวปฏิบัติที่ดีเพื่อเป็นตัวอย่าง ให้กับอุตสาหกรรมอื่นได้พัฒนาตามได้

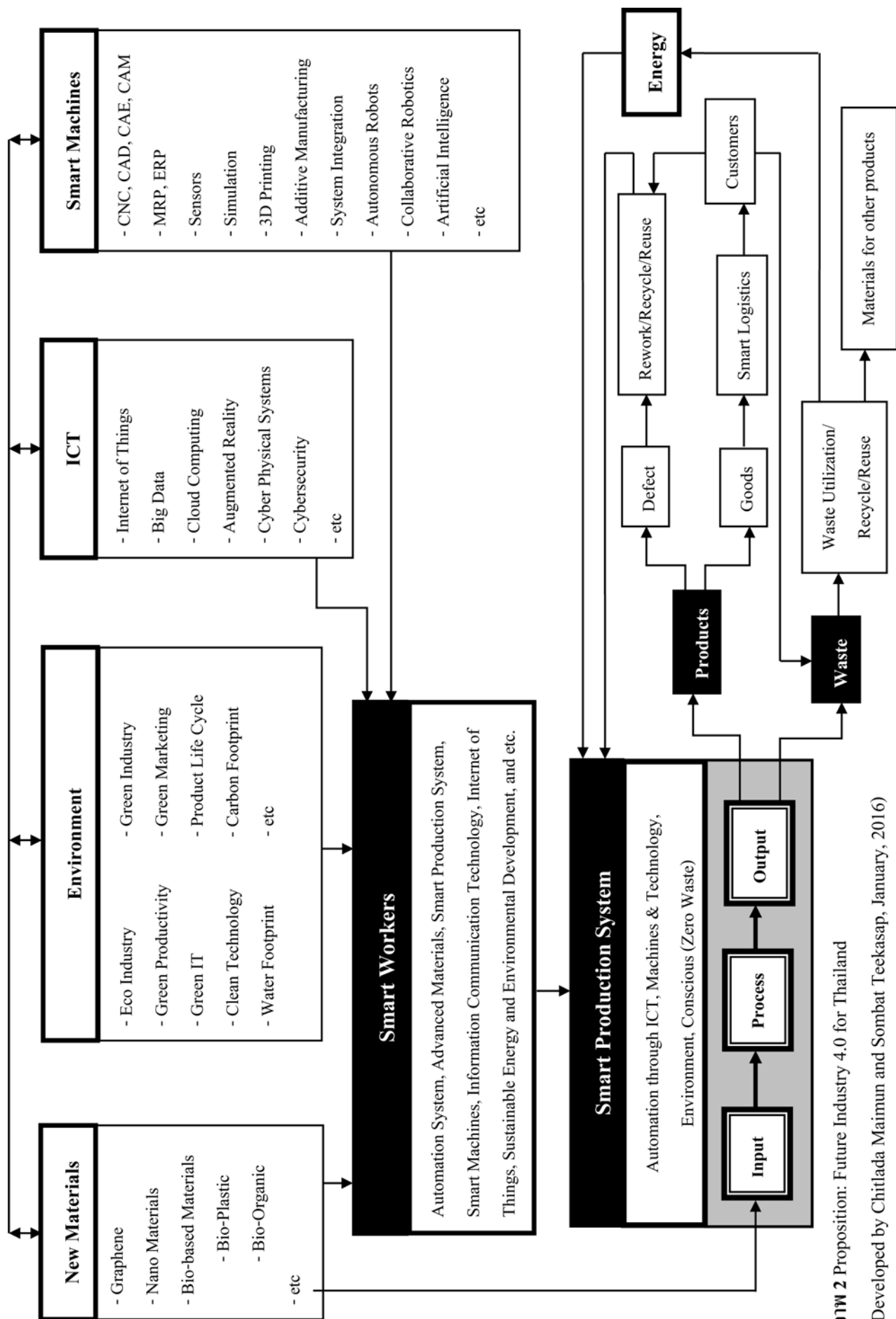
สรุป

ปัจจุบันประเทศไทยยังไม่มีโรงงานอุตสาหกรรมใดจัดได้ว่าเป็น Industry 4.0 อย่างสมบูรณ์แบบ การพัฒนาอุตสาหกรรมในปัจจุบันให้เข้าสู่ Industry 4.0 จำเป็นต้องใช้เวลาและความพยายามในการปรับและพัฒนา ถึงแม้ภาพรวมของอุตสาหกรรมทั้งประเทศไทยในอนาคตจะเป็น Industry 4.0 แล้วก็ตามแต่ก็ยังก้าวตามประเทศอื่นที่ได้เริ่มใช้ Industry 4.0 ล่วงหน้าไป 2-3 ปีแล้ว ความล่าช้าและการก้าวเดินตามเทคโนโลยีที่นำเข้ามาจากต่างประเทศ เมื่อพิจารณาให้ถี่ถ้วนจะเห็นเม็ดเงินที่ต้องสูญเสียทั้งการนำเข้าเทคโนโลยีหรือแม้แต่การจ้างผู้เชี่ยวชาญจากต่างประเทศที่มีการฉวยโอกาสและผลประโยชน์อีกมากมาย ดังนั้นประเทศไทยควรวางแผน การพัฒนาในทุกมิติในเชิงลึกเพื่อให้เกิดการพัฒนาในลักษณะก้าวกระโดดให้ล้ำหน้าไปกว่า Industry 4.0 ถึงแม้จะยากแต่ก็ไม่ใช่ว่าสิ่งที่จะเป็นไปได้เนื่องจากไทยมีปัจจัยที่เอื้อต่อการพัฒนาหลายประการทั้งในด้านความสามารถ ของคนไทยที่มีความเก่ง มีความรู้ และมีความคิดสร้างสรรค์ ซึ่งต้องการการปรับระบบการศึกษาเพื่อสร้างคนไทยให้เป็นผู้เชี่ยวชาญระบบอัจฉริยะระบบอัตโนมัติ พัฒนาเทคโนโลยีในการผลิตที่ดีและเหมาะสมกับบริบทไทยพัฒนาและคิดค้นวัสดุ สร้างคนไทยให้มีความเก่งและชำนาญในกระบวนการสื่อสารและการ

จัดการพลังงานและสิ่งแวดล้อม ดังจุดเด่นของนักวิจัยที่มีความสามารถของประเทศเพื่อมาพัฒนาอุตสาหกรรมบ้านเรา นอกจากนี้ ประเทศไทยยังมีทรัพยากรที่เป็นฐานของวัสดุและแหล่งวัตถุดิบจำเป็นในการผลิต มีผู้ผลิตเครื่องจักรและเทคโนโลยีที่เป็นคนไทยคิดเองทำเอง ผสมผสานภูมิปัญญาไทยและถ่ายทอดสะท้อนคุณค่าอัตลักษณ์และเอกลักษณ์ของความเป็นไทยลงไปสินค้าและผลิตภัณฑ์ให้ประจักษ์ต่อสายตาทั่วโลก เพียงเท่านี้ประเทศไทยจะเป็นผู้ผลิตที่มีมาตรฐาน คุณภาพและเป็นที่ยอมรับ

ทางรอดของประเทศไทยที่ยั่งยืนไม่ได้อยู่ที่การเดินตามสังคมโลกที่พัฒนาไป แต่ต้องคิดลงให้ลึกและ ก้าวอย่างมั่นคงให้ล้ำหน้าไปกว่าที่เป็นอยู่ ณ ปัจจุบัน ความพยายามและการผนึกกำลังของผู้ประกอบการภาคอุตสาหกรรมและหน่วยงานทั้งภาครัฐบาลและเอกชน คือ คำตอบ คือ แนวทางเพื่อความอยู่รอดของประเทศไทย

ท้ายนี้ผู้เขียนขอเสนอแผนภาพแนวคิดของ Industry 4.0 ในอนาคตสำหรับประเทศไทย เพื่อเป็นแนวทางให้ผู้สนใจนำไปประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมต่อไป ดังรูป 2 ซึ่งในฉบับต่อไปจะขอนำเสนอรายละเอียดที่อธิบายแผนภาพดังกล่าว



ภาพ 2 Proposition: Future Industry 4.0 for Thailand
(Developed by Chitlada Maimun and Sombat Teekasap, January, 2016)

เอกสารอ้างอิง

- กรมโรงงานอุตสาหกรรม. (2558). สถิติสะสมจำนวนโรงงานที่ได้รับอนุญาตให้ประกอบกิจการ ตาม พ.ร.บ. โรงงาน พ.ศ. 2535 จำแนกตามประเภทรายจำพวก ณ สิ้นปี 2557. ค้นจาก <http://www.diw.go.th>
- กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม. (2557). รายงานประจำปี 2557 “บทสัมภาษณ์อธิบดีกรมส่งเสริมอุตสาหกรรม ความท้าทายใหม่ ของกรมส่งเสริมอุตสาหกรรมกับการสนับสนุน SMEs รุกตลาด AEC พร้อมพัฒนาสู่ Digital SMEs”. ค้นจาก <http://www.dip.go.th>
- ชัชยา ไกรกาญจน์. (2558). แนวทางของอุตสาหกรรมในอนาคต. *INDUSTRY FOCUS*, 4(50), 5-7.
- เจน นำชัยศิริ. (2558). Thai Industries 2025 กับแนวทางอุตสาหกรรมในอนาคต. *INDUSTRY FOCUS*, 4(50), 5-7.
- ณัฐฐนิช ตันมานะศิริ. (2558). 3D Printing : เทคโนโลยีแห่งโอกาส. ค้นจาก www.tcdc.or.th
- ทองพล อุบลปาท. (2558). INDUSTRY 4.0 The Next Industrial Revolution ปฏิวัติโลกอุตสาหกรรม พลิกโฉมหน้า การผลิต. *Blue UPDATE*, 16, 5-10.
- ชนิต หิรัญกิจรังษี. (2558). รายงาน เยอรมนี = อุตสาหกรรม 4.0, แล้วไทย = ?. ค้นจาก www.ditp.go.th
- ฝ่ายพัฒนาธุรกิจและถ่ายทอดเทคโนโลยีเนคเทค. (2558). กราฟีน (Graphene). ค้นจาก www.nstda.or.th
- พิฑูรย์ ตรีวิจิตรเกษม. (2558). “พลาสติกชีวภาพ” นวัตกรรมเพื่อสิ่งแวดล้อม : ความเป็นธรรมชาติที่ต้องเร่งจัดการ. *วารสาร จากสมาคมอุตสาหกรรมพลาสติกชีวภาพไทย (TBIA)*, 7(2), 6-7.
- วรณัฐ แจ่มสว่าง. (2551). *พลังงานหมุนเวียน*. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- วลัยพร ทิมบุญธรรม วีรศักดิ์ สมิตพิงศ์ วิไลพร เจตน์จันทร์ และกล้าณรงค์ ศรีรอด. (2552). *บทที่ 8 วัสดุชีวภาพใน อุตสาหกรรม วัสดุชีวภาพพรีกซ์โลก*. กรุงเทพฯ: มณีสฟิล์ม.
- ศรัญญา พรหมโคตร. (2557). *เทคโนโลยีนาโนประกอบ*. ของแก่น: มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- ศูนย์ข้อมูลเพื่อธุรกิจไทยในเยอรมนี. (2558). *การประยุกต์ใช้เทคโนโลยี Industry 4.0 ของบริษัท BMW*. ค้นจาก www.thaibizgermany.com
- ศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ. (2558). *เทคโนโลยีนาโน*. ค้นจาก www.nanotec.or.th
- ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ. (2558). *NETPIE: Internet of Things*. ค้นจาก www.nectec.or.th
- สถาบันเพิ่มผลผลิต. (2558). Productivity Conference 2015 : “Managing Today to Shape Tomorrow’s World”. *Productivity World*, 119, 11-18.
- สภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย. (2558). Industry 4.0 : ทางรอดอุตสาหกรรมไทยสู่ Smart Factory. ค้นจาก www.fti.or.th
- อภิวัตร ไขว้ชนะวัฒน์. (2558). Bio-based Material of the Year. *วารสารจากสมาคมอุตสาหกรรมพลาสติกชีวภาพไทย (TBIA)*, 7(2), 12-13.
- อาทิตย์ วุฒิกะโร. (2558). ข่าวประชาสัมพันธ์ “ปลัดอาทิตย์” ดัน Industry 4.0 ดิดาวุธ SMEs ไทยก้าวสู่ตลาดโลก. ค้นจาก <http://www.industry.go.th>
- อุดม วงศ์วิวัฒน์ไชย. (2558). *เจาะลึกแรงงานอุตสาหกรรมไทยและความต้องการ 5 ปีข้างหน้า*. ค้นจาก <http://www.industry.go.th>

Translated Thai References

- Business Development and Technology Transfer. (2015). *Graphene*. Retrieved from www.nstda.or.th (in Thai)
- Department of Industrial Works. (2015). *The accumulated statistics of factory authorized to engage by factory act b.e.2535, Classify by type of factory, end of 2014*. Retrieved from <http://www.diw.go.th> (in Thai)
- Department of Industrial Promotion. (2014). *The annual report 2014 “Interview with director of department of industrial promotion, The new challenge of the department of industrial promotion to support SMEs development to the AEC market with Digital SMEs”*. Retrieved from <http://www.dip.go.th> (in Thai)
- Hirungitrungsri, T. (2015). *Report of Germany=Industry 4.0 and then Thailand=?*. Retrieved from www.ditp.go.th (in Thai)
- Jangsawang, W. (2008). *Renewable Energy*. Bangkok: Chulalongkorn University. (in Thai)
- Kraikan, K. (2015). Guidelines on the industry in the future. *INDUSTRY FOCUS*, 4(50), 5-7. (in Thai)
- Namchaisiri, C. (2015). Thai industries 2025 with guidelines on the industry in the future. *INDUSTRY FOCUS*, 4(50), 5-7. (in Thai)
- National Electronics and Computer Technology Center. (2015). *NETPIE: Internet of Things*. Retrieved from www.nectec.or.th (in Thai)
- National Nanotechnology Center. (2015). *Nanotechnology* Retrieved from www.nanotec.or.th (in Thai)
- Ngowthanawat, A. (2015). Bio-based Material of the Year. *Thai Bioplastics Industry Association*, 7(2), 12-13. (in Thai)
- Oulpathorn, T. (2015). INDUSTRY 4.0 The Next Industrial Revolution, world industrial revolution to reshaped production. *Blue UPDATE*, 16, 5-10. (in Thai)
- Promkotra, S. (2004). *Nanotechnology*. Khonkaen: Khon Kaen University. (in Thai)
- Tanmanasiri, N. (2015). *3D Printing : Technological Opportunities*. Retrieved from www.tcdc.or.th (in Thai)
- ThaibizGermany Business Information Center. (2015). *The application of technology in Industry 4.0 for BMW*. Retrieved from www.thaibizgermany.com (in Thai)
- Thailand Productivity Institute. (2015). Productivity Conference 2015: “Managing Today to Shape Tomorrow’s World”. *Productivity World*, 119, 11-18. (in Thai)
- The Federation of Thai Industries. (2015). *Industry 4.0 : The Survival of Thai Industries to Smart Factory*. ค้นจาก www.fti.or.th (in Thai)
- Timbuntam, W., Smitthipong, W., Chetanachan, W. & Sriroth, K. (2009). *Chapter 8 Biomaterials in industrial, Green Biomaterials*. Bangkok: Manus Film. (in Thai)
- Trivijitkasem, P. (2015). “Bio-plastic” Innovation for Environmental : fairness, must accelerate the handle. *Thai Bioplastics Industry Association*, 7(2), 6-7. (in Thai)

Wongviwaychai, U. (2015). *Thailand industrial labor needs over the next five years*. Retrieved from <http://www.industry.go.th> (in Thai)

Wuthikaro, A. (2015). News “Arthit” Push the Industry 4.0 to Thailand’s SMEs toward global markets. Retrieved from <http://www.industry.go.th> (in Thai)



Internet of Things: แนวโน้มเทคโนโลยีปัจจุบันกับการใช้งานในอนาคต

Internet of Things: Current Technology Trends for Future

ประภาพร กุลลิมรัตน์ชัย

บทคัดย่อ

บทความนี้กล่าวถึงสาระสำคัญของ Internet of Things หรือ IoT ซึ่งเป็นรูปแบบใหม่ของการสื่อสารระหว่างคนกับอุปกรณ์ และระหว่างอุปกรณ์กับอุปกรณ์การเชื่อมต่อสิ่งต่าง ๆ เข้าด้วยกันโดยผ่านอินเทอร์เน็ต แนวคิดหลักของ IoT เกิดจากการเข้ามามีบทบาทสูงของการใช้อุปกรณ์อำนวยความสะดวกในชีวิตประจำวัน บทความนี้มีจุดประสงค์เพื่อให้ความรู้พื้นฐานของ IoT และการนำ IoT ไปใช้ประโยชน์ในงานด้านต่าง ๆ อาทิเช่น ระบบบ้านอัจฉริยะ วิทยาการด้านการแพทย์ ระบบโครงข่ายไฟฟ้าอัจฉริยะ ระบบฟาร์มอัจฉริยะ เป็นต้น

คำสำคัญ: อินเทอร์เน็ต, อินเทอร์เน็ตออฟริงส์, ไอโอที

Abstract

This paper presents important issues in the Internet of Things (IoT). The IoT are new forms of communication between human-to-machine and machine-to-machine. Main concept of the IoT is its high influence on the use of application everyday life. This article aims to provide a basic knowledge of the Internet of Thing. Deployment of the Internet of Thing in various fields such as smart home, healthcare, smart grid and smart farm.

Keywords: internet, internet of things, IoT



ความนำ

Internet of Things (IoT) หมายถึง การที่อุปกรณ์อัจฉริยะต่าง ๆ สามารถสื่อสารกันได้ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตทำให้มนุษย์สามารถสั่งการและควบคุมการใช้งานอุปกรณ์ผ่านทางเครือข่ายอินเทอร์เน็ตได้ เช่น การสั่งเปิด-ปิดอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าการสั่งงานระบบต่าง ๆ ในรถยนต์ โทรศัพท์มือถือ เครื่องมือสื่อสาร เครื่องใช้สำนักงานเครื่องมือทางการแพทย์ เครื่องจักรในโรงงานอุตสาหกรรม หรือแม้กระทั่งสิ่งของเครื่องใช้ในชีวิต

ประจำวันผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เป็นต้น

บทความนี้ประกอบด้วยที่มาและนิยามของ Internet of Things การนำไปใช้ประโยชน์ พัฒนาการความเป็นมา เทคโนโลยีที่ก่อให้เกิด Internet of Things แนวทางการใช้งานในอนาคต กระแสงานวิจัยในปัจจุบัน และ ความเสี่ยงจาก Internet of Things

พัฒนาการความเป็นมา

ผู้อำนวยการสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (ทวิศักดิ์ กอนันตกุล, 2553) ได้กล่าวว่า

Internet of Things จัดเป็นอันดับที่ 1 ของ 10 อันดับเทคโนโลยีที่น่าจับตามองสำหรับธุรกิจ จุดเริ่มของความคิดนี้มาจากการติดบาร์โค้ด (barcode) ที่สินค้าซึ่งต่อมาได้กลายเป็นเทคโนโลยี RFID (Radio Frequency Identification) หรือการระบุด้วยป้ายชื่อที่อ่านด้วยคลื่นวิทยุ

การนำสิ่งของต่างๆ มาติดป้ายและสามารถอ่านได้ทางระบบที่เชื่อมต่อกับอินเทอร์เน็ตมีประโยชน์มาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งในธุรกิจการขนส่งสินค้า การควบคุมการผลิตในโรงงานหรือการควบคุมการเคลื่อนไหวของสินค้า การป้องกันการลักขโมยสินค้าในห้างสรรพสินค้า รวมไปถึงการรักษาความปลอดภัยในสนามบินการใช้งานในด้านระบบจราจรและขนส่ง เช่น รถยนต์มีเซ็นเซอร์และระบบสมองกลฝังตัวที่ช่วยให้หลีกเลี่ยงการเกิดอุบัติเหตุหรือมีระบบสื่อสารระหว่างยานพาหนะและโครงสร้างพื้นฐานจราจรทำให้ทราบสภาพจราจรล่วงหน้าเพื่อช่วยตัดสินใจปรับเปลี่ยนเส้นทางเดินทางให้หลีกเลี่ยงเส้นทางติดขัดได้และช่วยลดปัญหามลพิษ เป็นต้น

ที่มาและนิยามของ Internet of Things

จากการเติบโตของการใช้งานเครือข่ายไร้สายทั้ง WiFi และ 4G-LTE ทำให้การส่งข้อมูลเข้าสู่อินเทอร์เน็ตเพิ่มมากยิ่งขึ้นอย่างเห็นได้ชัด อีกทั้งพัฒนาการของอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ โทรศัพท์มือถือ หรือ อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ต่างๆ ได้มีการพัฒนาไปอย่างรวดเร็ว จนทำให้อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ทั้งหลายมีความชาญฉลาด มีความอัจฉริยะ และเกิดคำศัพท์ใหม่ที่นิยมใช้เรียกนำหน้าอุปกรณ์เหล่านี้คือ คำว่า “สมาร์ท” (smart) อาทิเช่น สมาร์ทโฟน, สมาร์ทวอช, สมาร์ททีวี, สมาร์ทโฮม เป็นต้น

นาย Kevin Ashton ผู้ก่อตั้งศูนย์ Auto-ID ณ มหาวิทยาลัย Massachusetts Institute of Technology เป็นผู้บัญญัติศัพท์ Internet of Things (IoT) ในปีค.ศ. 1999 ซึ่ง IoT คือการที่อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์สามารถเชื่อมต่อและสื่อสารกันได้ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต โดยอาศัยเซ็นเซอร์ในการสื่อสาร

คำว่า Things หมายถึง วัตถุ สิ่งของ หรืออุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ต่างๆ โดยอุปกรณ์ดังกล่าวจะได้รับหมายเลข IP (Internet Protocol address) ซึ่งส่งผลให้อุปกรณ์เหล่านี้สามารถถ่ายโอนข้อมูลผ่านเครือข่ายไร้สายได้นอกจากนี้

IoT ยังรวมถึงอุปกรณ์ที่สื่อสารอย่างไร้สายระหว่างกัน และกันที่เรียกว่า M2M (Machine-to-Machine) หรือเป็นการสื่อสารระหว่างอุปกรณ์กับมนุษย์ (Machine-to-Human/ Human-to-Machine) อีกด้วย

Intel ได้ให้คำจำกัดความของ Internet of Things คือ การพัฒนาอุปกรณ์เครื่องใช้ในชีวิตประจำวันที่สามารถเชื่อมต่อกับโลกออนไลน์ได้ ซึ่งจะทำให้อุปกรณ์นั้นมีความสามารถพิเศษที่อัจฉริยะมากกว่าเดิม EMC corporation บริษัทผู้ให้บริการด้านระบบการจัดเก็บข้อมูลได้ให้คำจำกัดความว่า Internet of Things ประกอบด้วยอุปกรณ์ในชีวิตประจำวันหลายพันล้านชิ้น ที่มีเครื่องมือวัดและเก็บข้อมูลโดยอัตโนมัติ สร้างรายงานและรับข้อมูลได้ เช่น เซ็นเซอร์ในโรงไฟฟ้าที่เก็บข้อมูลความเร็วในการวิ่งสามารถเชื่อมโยงข้อมูลถึงกันได้ (Smart IoT, 2015)

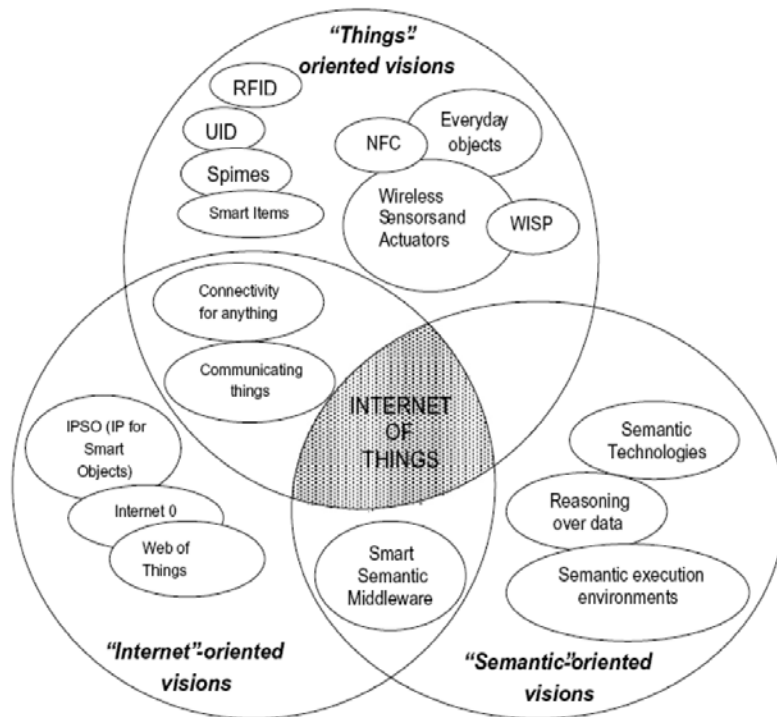
เทคโนโลยีที่ก่อให้เกิด Internet of Things

เทคโนโลยี IoT เป็นแนวความคิดในการพัฒนาอุปกรณ์ที่รวมเอาศาสตร์ทั้งด้าน Hardware ด้าน Software ด้าน Connectivity ด้าน Data และด้าน Intelligent ผสมผสานเข้าด้วยกัน

เทคโนโลยีที่ทำให้ IoT เกิดขึ้นได้จริงและส่งผลกระทบในวงกว้าง (Panita, 2015) แบ่งออกเป็นสามกลุ่มได้แก่

1. เทคโนโลยีที่ช่วยให้สรรพสิ่งรับรู้ข้อมูลในบริบทที่เกี่ยวข้อง เช่น เซ็นเซอร์
2. เทคโนโลยีที่ช่วยให้สรรพสิ่งมีความสามารถในการสื่อสาร เช่น ระบบสมองกลฝังตัว รวมถึงการสื่อสารแบบไร้สายที่ใช้พลังงานต่ำ อาทิ Zigbee, 6LowPAN, Low-power bluetooth
3. เทคโนโลยีที่ช่วยให้สรรพสิ่งประมวลผลข้อมูลในบริบทของตน เช่น เทคโนโลยีการประมวลผลแบบคลาวด์ (Cloud Computing) และเทคโนโลยีการวิเคราะห์ข้อมูลขนาดใหญ่ (big data analytics)

Atzori (Atzori et al., 2010) ได้กล่าวว่า Internet of Things เป็นผลมาจากการผสมผสานกันของสามเทคโนโลยีหลักได้แก่ ด้าน Internet Oriented Visions ด้าน Things Oriented Visions และด้าน Semantic Oriented Visions ดังภาพที่ 1



ภาพ 1 แผนภาพการผสานกันของเทคโนโลยีที่ก่อให้เกิด Internet of Things

Note. From The Internet of Things: A survey, by Atzori, L., Iera, A. & Morabito, G. (2010). *Computer Network*, 54(1), 2787-2805.

	Smart Home/Office	Smart Retail	Smart City	Smart Agriculture/Forest	Smart Water	Smart transportation
Network Size	Small	Small	Medium	Medium/Large	Large	Large
Users	Very few, family members	Few, community level	Many, policy makers, general public	Few, landowners, policy makers	Few, government	Large, general public
Energy	Rechargeable battery	Rechargeable battery	Rechargeable battery, Energy harvesting	Energy harvesting	Energy harvesting	Rechargeable battery, Energy harvesting
Internet connectivity	Wifi, 3G, 4G LTE backbone	Wifi, 3G, 4G LTE backbone	Wifi, 3G, 4G LTE backbone	Wifi, Satellite communication	Satellite Communication, Microwave links	Wifi, Satellite Communication
Data management	Local server	Local server	Shared server	Local server, Shared server	Shared server	Shared server
IoT Devices	RFID, WSN	Smart Retail	RFID, WSN	Local server, Shared server WSN	Single sensors	RFID, WSN, Single sensors
Bandwidth requirement	Small	Small	Large	Medium	Medium	Medium/Large
Example testbeds	Aware Home [31]	SAP Future retail center [32]	Smart Santander[33], CitySense [34]	SiSViA [35]	GBROOS [36], SEMAT [37]	A few trial implementations [38,39]

ภาพ 2 การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีบนสภาพแวดล้อมอัจฉริยะ

Note. From Internet of Things (IoT): A vision, architectural elements and future directions, by Jayavardhana, G., Rajkumar, B., Slaven, M.&Marimuthu, P. (2013). *Future Generation Computer Systems*, 29(7), 1645-1660.

การนำไปใช้ประโยชน์

การแบ่งกลุ่ม Internet of Things ตามตลาดการใช้งานแบ่งเป็นสองกลุ่มได้แก่

1. แบบ Industrial IoT คือแบ่งจาก Local Network ที่มีหลายเทคโนโลยีที่แตกต่างกันในโครงข่าย Sensor Nodes โดยตัวอุปกรณ์ IoT ในกลุ่มนี้จะเชื่อมต่อแบบ IP network เพื่อเข้าสู่อินเทอร์เน็ต

2. แบบ Commercial IoT คือแบ่งจาก Local Communication ที่เป็นบลูทูธ หรือตัวอุปกรณ์ IoT ในกลุ่มนี้จะสื่อสารภายในกลุ่ม Sensor Nodes เดียวกันเท่านั้น หรือเป็นแบบ local devices เพียงอย่างเดียว อาจไม่ได้เชื่อมต่อสู่อินเทอร์เน็ต

การนำ IoT ไปใช้ประโยชน์นั้นมีหลายด้าน ทั้งการใช้งานในชีวิตประจำวัน อาทิเช่น สายรัดข้อมือเพื่อสุขภาพ (wearable device) ที่มีการนับจำนวนก้าวเดิน นับจำนวนแคลอรี ตรวจจับการเคลื่อนไหวของร่างกาย สามารถบอกอัตราการเต้นของหัวใจ และสามารถคำนวณการเผาผลาญพลังงานของร่างกายได้

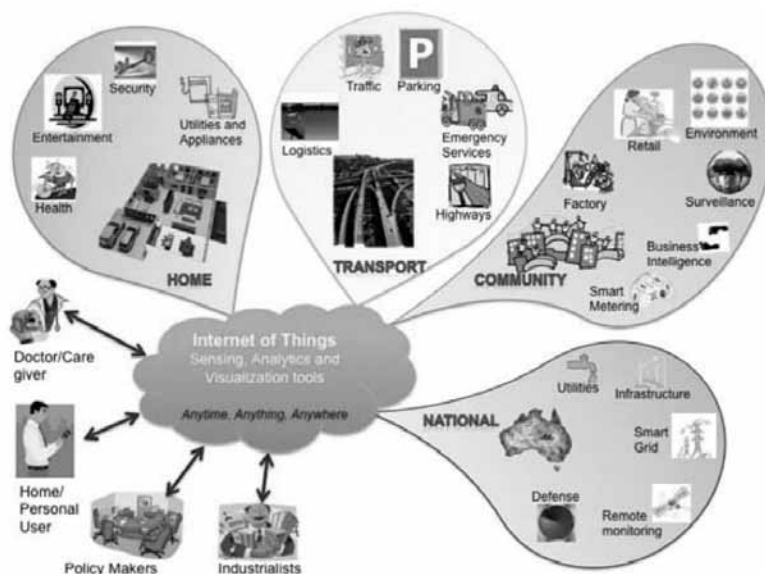
การนำ IoT ไปใช้ประโยชน์กับที่อยู่อาศัยทำให้เกิดระบบบ้านอัจฉริยะ (smart home) ซึ่งผู้อยู่อาศัยสามารถควบคุมอุปกรณ์ต่าง ๆ ภายในบ้าน ทั้งระบบไฟฟ้า เครื่อง

ปรับอากาศ ไปจนถึงระบบรักษาความปลอดภัยจากกล้องวงจรปิดได้

การนำ IoT ไปใช้ประโยชน์ในด้านการแพทย์ (healthcare) เพื่อติดตามเฝ้าระวังปัญหาสุขภาพของผู้ป่วย เช่น การติดเซ็นเซอร์ไว้ที่ตัวผู้ป่วยโรคหัวใจเพื่อวัดอัตราการเต้นของหัวใจว่าเกิดความผิดปกติหรือไม่ และส่งสัญญาณให้บุคคลในครอบครัวหรือแพทย์ทราบหรือส่งข้อมูลเรียกรถฉุกเฉิน เป็นต้น

การนำ IoT ไปใช้ประโยชน์ในระบบโครงข่ายไฟฟ้าอัจฉริยะ (smart grid) ซึ่งเป็นโครงข่ายไฟฟ้าที่ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารมาบริหารจัดการควบคุมการผลิต ส่ง และจ่ายพลังงานไฟฟ้าสามารถรองรับการเชื่อมต่อระบบไฟฟ้าจากแหล่งพลังงานทางเลือก รวมทั้งให้บริการกับผู้เชื่อมต่อกับโครงข่ายผ่านมิเตอร์อัจฉริยะได้ (PEA Smart Grid, 2015)

การนำ IoT ไปใช้ประโยชน์ในภาคการเกษตร ทำให้เกิดระบบฟาร์มอัจฉริยะ (smart farm) โดยการเปลี่ยนไร่ นา สวนเกษตรทั้งหลาย ให้เป็นระบบฟาร์มอัจฉริยะที่มีความสามารถในการรับรู้ความเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็น สภาพดิน น้ำ อากาศด้วยเซ็นเซอร์ และทำงานได้อย่างอัตโนมัติ เป็นต้น

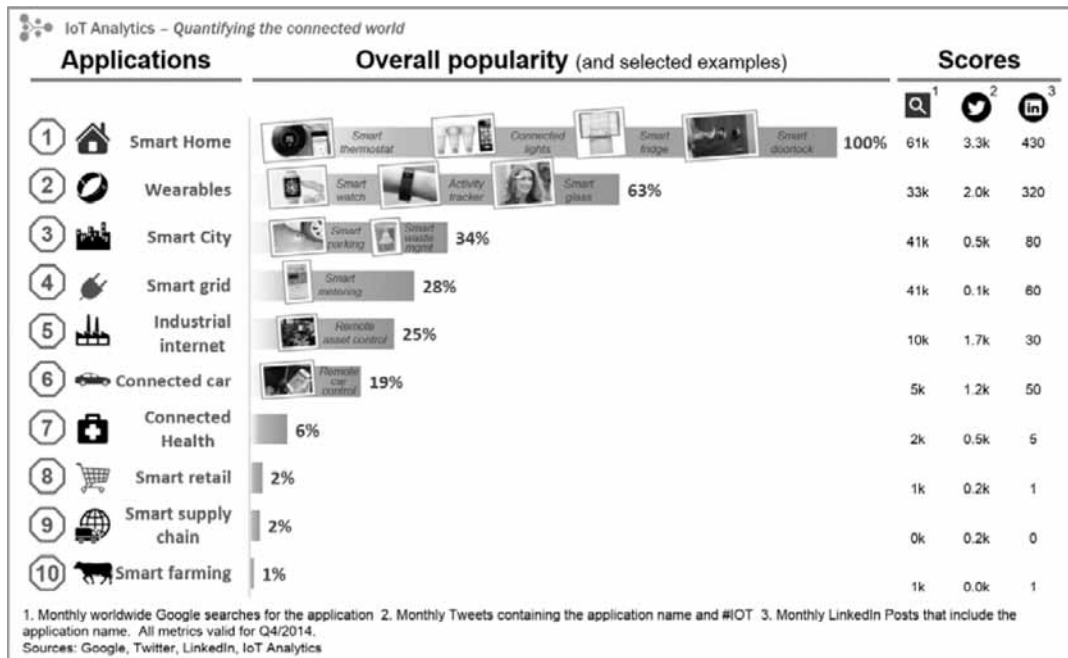


ภาพ 3 แผนผังแสดงผู้ใช้และการประยุกต์ใช้ Internet of Things

Note. From Internet of Things (IoT): A vision, architectural elements and future directions, by Jayavardhana, G., Rajkumar, B., Slaven, M.&Marimuthu, P. (2013). *Future Generation Computer Systems*, 29(7), 1645–1660.

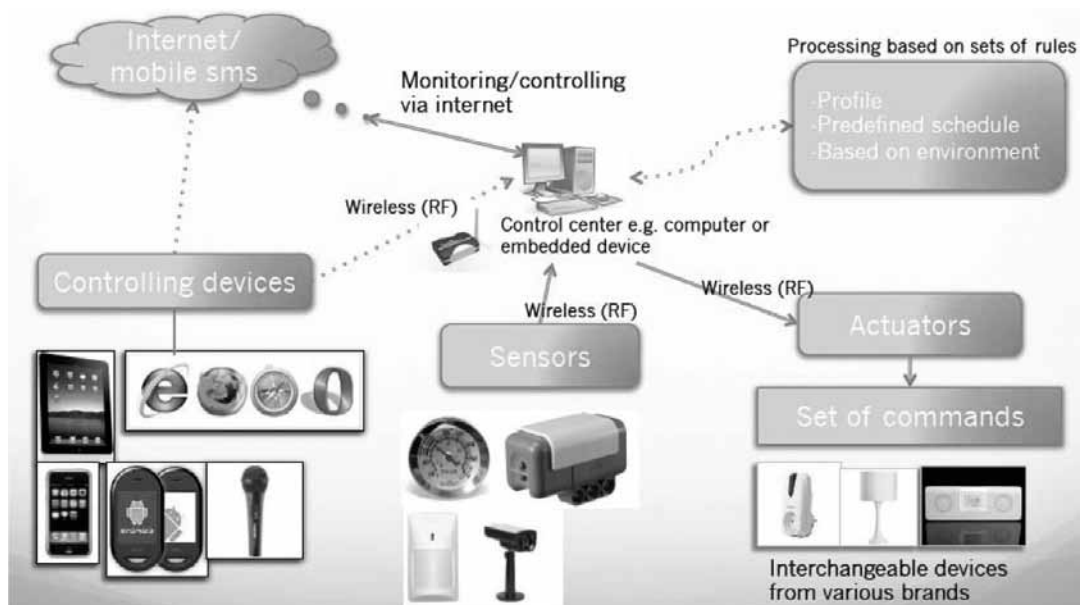
ทางด้านเว็บไซต์ IoT Analytics ได้ทำการสำรวจ และจัดอันดับ โดยรวบรวมจากแหล่งข้อมูลที่นิยมบน อินเทอร์เน็ตสามแหล่งด้วยกัน คือ (1) Google (2) Twitter และ (3) LinkedIn ซึ่งมี 10 อันดับแรก ได้แก่ Smart Home,

Wearable, Smart City, Smart Grid, Industrial Internet, Connected Car, Connected Health, Smart Retail, Smart Supply Chain และ Smart Farming มีสัดส่วนความสนใจ เป็นดังภาพ 4



ภาพ 4 10 อันดับการประยุกต์ใช้ Internet of Things

Note. From *IoT application ranking*, by IoT Analytics, (2016), Retrieved from <http://iot-analytics.com/>



ภาพ 5 ตัวอย่างระบบบ้านอัจฉริยะ

Note. From *Smart room, Smart home*, by IT24hrs, (2012), Retrieved from <http://www.it24hrs.com/2012/smart-room-smart-room-automation/>

อุปกรณ์ที่ใช้ในระบบบ้านอัจฉริยะ (IT24hrs, 2012) สามารถแบ่งได้เป็น 4 ส่วนหลัก คือ

1. Sensors ประกอบด้วยอุปกรณ์ตรวจจับต่าง ๆ เช่น อุณหภูมิ ความเคลื่อนไหว ความสว่าง กล้องวิดีโอ รวมทั้งอุปกรณ์ชนิดอื่น ๆ
2. Actuators คืออุปกรณ์ที่ปฏิบัติตัวต่อสิ่งแวดล้อมทางกายภาพ เช่น สวิตช์เปิด/ปิดไฟ อุปกรณ์ควบคุมระดับความสว่างหลอดไฟมอเตอร์ควบคุมระบบม่านและอื่น ๆ
3. Control Center คือระบบคอมพิวเตอร์ ทำหน้าที่เป็นศูนย์กลางการรับรู้สภาพแวดล้อม ประมวลผลสถานการณ์ และส่งสัญญาณควบคุม Actuators ต่าง ๆ
4. Controlling Devices อุปกรณ์ควบคุมระบบอาจเป็นแผงควบคุมรีโมทคอนโทรลโทรศัพท์มือถือ คอมพิวเตอร์พกพาเว็บเบราว์เซอร์ และระบบ SMS

แนวทางการใช้งานในอนาคต

จากงานวิจัยของ Jayavardhana และคณะ (Jayavardhana et al., 2013) พบว่า ปัจจุบันจำนวนของอุปกรณ์ที่เชื่อมต่อกับอินเทอร์เน็ตมีมากกว่าจำนวนที่แท้จริงของประชากร ในปี ค.ศ. 2011 มีอุปกรณ์ 9,000 ล้านชิ้น และคาดว่าจะมีอุปกรณ์ที่เชื่อมต่อกับอินเทอร์เน็ตมากถึง 24,000 ล้านชิ้นในปี ค.ศ. 2020

สำนักงานนวัตกรรมแห่งชาติ หรือ สนช. กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีร่วมกับบริษัท กสท โทรคมนาคม จำกัด (มหาชน) หรือ CAT และสมาคมสมองกลฝังตัวไทย หรือ TESA ได้ทำความร่วมมือและเปิดตัวศูนย์นวัตกรรมเมืองอัจฉริยะ (IoT City Innovation Center) เพื่อพัฒนาระบบนิเวศนวัตกรรมบนพื้นฐานเทคโนโลยี IoT และพัฒนาขีดความสามารถของผู้ประกอบการนวัตกรรมในอุตสาหกรรม เพื่อกระตุ้น สนับสนุน ส่งเสริมการสร้างสร้งนวัตกรรมและผลักดันธุรกิจนวัตกรรมสำหรับผู้ประกอบการด้านเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารให้พัฒนาผลิตภัณฑ์และบริการสำหรับการบริหารจัดการเมืองอัจฉริยะให้ได้รับการยอมรับระดับสากลส่งเสริมให้เกิดการพัฒนาการทำธุรกรรมกับพลเมืองในรูปแบบดิจิทัลมากขึ้น โดยเฉพาะการบริหารจัดการเมืองด้าน

การแพทย์และสาธารณสุข การท่องเที่ยวระบบขนส่ง และโลจิสติกส์

บริษัท เคลล์คอร์ปอเรชั่น (ประเทศไทย) จำกัด ร่วมกับ บริษัท ชัยโจ เดนกิ อินเทอร์เน็ต จำกัด ผู้ผลิตเครื่องปรับอากาศ เพื่อสร้างระบบ “อินเทอร์เน็ตเครื่องปรับอากาศเพื่อสร้างระบบ “อินเทอร์เน็ตเครื่องปรับอากาศที่สามารถเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตโดยระบบนี้สามารถวิเคราะห์ข้อมูลอุณหภูมิภายในเครื่องปรับอากาศหรือโฮสต์ต่าง ๆ ได้ ทำให้ประหยัดค่าใช้จ่ายและสามารถตรวจจับความเคลื่อนไหวต่าง ๆ ได้

บริษัท LG เปิดตัว LG Home Chat ที่ผู้ใช้สามารถส่ง SMS จากโทรศัพท์มือถือเพื่อสั่งงานให้เตาอบสามารถอุ่นเครื่องตัวเองได้ เพื่อประหยัดเวลาอบอาหารตั้งอุณหภูมิการอบและสั่งให้ตู้เย็นปรับอุณหภูมิเพื่อการประหยัดไฟได้

บริษัท Siemens เปิดตัวตู้เย็นที่สามารถถ่ายรูปภายในตู้เย็นและส่งให้เจ้าของทราบทางโทรศัพท์มือถือ ทำให้รู้ได้ว่ามีของอะไรเหลืออยู่บ้าง

บริษัท ทรายนต์ MG สร้างนวัตกรรม MinkaNet ซึ่งเป็นระบบสื่อสารอัจฉริยะระหว่างผู้ขับขี่และรถยนต์ MG ที่ทำงานบนเครือข่าย 3G และ 4G สามารถใช้งานผ่าน 3 ช่องทาง คือ สมาร์ทโฟน คอมพิวเตอร์ และ MG Call Center โดยระบบมีความสามารถในการตรวจสอบสถานะของรถยนต์ การควบคุมการทำงานของรถยนต์ การตรวจวิเคราะห์รถยนต์การเตือนความผิดปกติของรถยนต์และระบบนำทางรถยนต์

บริษัท IBM มีการพัฒนาแพลตฟอร์มเพื่อรองรับงานบริการธุรกิจด้านสุขภาพ ชื่อว่า Bluemix ซึ่งเป็น Cloud Platform ที่รองรับผู้พัฒนาผลิตภัณฑ์ด้าน IoT ในแพลตฟอร์มจะมีตัวจัดการข้อมูลให้ใช้งานได้สะดวกมากขึ้นโดยการติดเซ็นเซอร์กับกล่องเจดล่างมือเพื่อให้แพทย์ได้ทำความเข้าใจก่อนที่จะเข้าตรวจคนไข้ หากไม่ทำตามข้อกำหนด จะมีระบบ Voice Reminder แจ้งเตือนบันทึกและรายงานพฤติกรรมไปยังส่วนกลาง

กระแสนวัตกรรมในปัจจุบัน

Google เปิดตัวโครงการ Web of Things และให้การสนับสนุนงานวิจัย IoT หัวข้อที่สนับสนุน อาทิเช่น

- Human Computer Interaction (HCI): ซึ่งเกี่ยวกับการปฏิสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์และคอมพิวเตอร์

- Privacy & Security: ซึ่งเกี่ยวกับการรักษาสิทธิความเป็นส่วนตัว และความมั่นคงปลอดภัย

- Systems & Protocols: ซึ่งเกี่ยวกับระบบ และข้อตกลงสื่อสาร (โพรโตคอล)

ปัจจุบันในประเทศไทยมีสถาบันการศึกษาหลายแห่งที่เปิดสอนหลักสูตร Internet of Things และคาดว่าจะมีความต้องการบุคลากรที่มีความเชี่ยวชาญทางด้านนี้มากยิ่งขึ้น

ความเสี่ยงจาก Internet of Things

จากความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีสารสนเทศ ซึ่งถูกนำมาใช้ประโยชน์ในการทำธุรกรรมหรือการติดต่อสื่อสารจึงก่อให้เกิดสภาพแวดล้อมที่เอื้ออำนวยต่อกิจกรรมและการก่ออาชญากรรมทางคอมพิวเตอร์ที่สามารถส่งผลกระทบในวงกว้างได้อย่างรวดเร็วและมีความรุนแรงมากขึ้นองค์กร OWASP หรือ Open Web Application Security Project องค์กรพัฒนาระบบความปลอดภัยบนซอฟต์แวร์ได้ทำการวิจัยเพื่อค้นหาความเสี่ยงหรืออันตรายที่มีต่อ IoT (TechTalkThai, 2015) สรุป 10 อันดับได้แก่

1. เว็บอินเทอร์เน็ตเฟสไม่ปลอดภัยเกิดจากเว็บที่ระบบลงทะเบียนผู้ใช้ไม่รัดกุม ส่งผลให้ข้อมูลอาจถูกขโมยหรืออุปกรณ์อาจถูกแย่งสิทธิ์ควบคุมได้

2. การพิสูจน์ตัวตน/การกำหนดสิทธิ์ไม่เพียงพอ ทำให้มิชชันสามารถเจาะรหัสผ่านได้หรือใช้กลไกกู้คืนรหัสผ่านที่ไม่ปลอดภัยส่งผลให้ข้อมูลอาจถูกขโมยหรืออุปกรณ์อาจถูกแย่งสิทธิ์ควบคุมได้

3. บริการด้านเครือข่ายไม่ปลอดภัยระบบให้บริการเครือข่ายมีช่องโหว่ต่อการถูกโจมตีทำให้มิชชันมีช่องทางการโจมตีอุปกรณ์ต่าง ๆ ได้

4. การเข้ารหัสข้อมูลไม่แข็งแกร่งทำให้มิชชันสามารถแอบดูข้อมูลที่ส่งผ่านระบบเครือข่ายได้ ส่งผลให้ข้อมูลสำคัญถูกขโมยหรือเปิดเผยสู่สาธารณะได้

5. นโยบายความเป็นส่วนตัวส่วนบุคคลหากมิชชันเจาะระบบเข้าถึงข้อมูลส่วนบุคคลของผู้ใช้ที่ไม่มีการ

ป้องกันอย่างเพียงพอ ส่งผลให้ข้อมูลส่วนตัวถูกขโมยหรือเปิดเผยสู่สาธารณะได้

6. คลาวด์อินเทอร์เน็ตเฟสไม่ปลอดภัยมิชชันอาจเข้าถึงข้อมูลหรือเข้าควบคุมระบบผ่านทางคลาวด์เว็บไซต์ส่งผลให้ข้อมูลอาจถูกขโมยหรืออุปกรณ์อาจถูกแย่งสิทธิ์ควบคุมได้

7. โบบายล์อินเทอร์เน็ตเฟสไม่ปลอดภัยมิชชันใช้วิธีการในการเข้าถึงข้อมูลหรือเข้าควบคุมระบบผ่านทางอินเทอร์เน็ตเฟสของอุปกรณ์โบบายล์ส่งผลให้ข้อมูลอาจถูกขโมยหรืออุปกรณ์อาจถูกแย่งสิทธิ์ควบคุมได้

8. การตั้งค่าความปลอดภัยไม่ดีพออุปกรณ์ที่มีการกำหนดสิทธิ์ในการเข้าถึงข้อมูลและการควบคุมไม่ดีพอ มิชชันอาจใช้ช่องโหว่เรื่องการเข้ารหัสหรือการใช้รหัสผ่านที่ง่ายจนเกินไปในการโจมตีอุปกรณ์หรือเข้าถึงข้อมูลสำคัญส่งผลให้อุปกรณ์ถูกเจาะระบบเพื่อขโมยข้อมูลได้

9. ซอฟต์แวร์/เฟิร์มแวร์ไม่ปลอดภัยมิชชันอาจตรวจจับการอัปเดตผ่านช่องทางที่ไม่มีการเข้ารหัส ทำให้สามารถส่งไฟล์อัปเดตปลอมได้ส่งผลให้ข้อมูลอาจถูกขโมยหรืออุปกรณ์อาจถูกแย่งสิทธิ์ควบคุมได้

10. ปัญหาเชิงกายภาพของอุปกรณ์รักษาความปลอดภัยอุปกรณ์รักษาความปลอดภัยไม่ได้ปิดกั้นหรือควบคุมการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์เก็บข้อมูลซึ่งอาจถูกใช้เป็นช่องทางในการเข้าถึงระบบปฏิบัติการหรือข้อมูลที่เก็บอยู่ในอุปกรณ์ ส่งผลให้อุปกรณ์ถูกเจาะระบบเพื่อขโมยข้อมูลออกไปได้

ทั้งนี้หน่วยงานภาครัฐของไทยได้จัดทำร่างพระราชบัญญัติว่าด้วยการรักษาความมั่นคงปลอดภัยไซเบอร์ขึ้นเพื่อการป้องกันและรับมือกับภัยคุกคามหรือความเสี่ยงบนอินเทอร์เน็ต แต่อย่างไรก็ดีผู้ใช้งานอุปกรณ์สื่อสารที่มีการเชื่อมต่อกับอินเทอร์เน็ตควรตระหนักถึงความปลอดภัยและใช้งานด้วยความระมัดระวัง

บทสรุป

เทคโนโลยี Internet of Things (IoT) เป็นแนวคิดในการพัฒนาอุปกรณ์ที่รวมศาสตร์ทางคอมพิวเตอร์

หลายด้านผนวกเข้าด้วยกัน เพื่อเชื่อมต่อสิ่งต่าง ๆ และช่วยอำนวยความสะดวกให้กับมนุษย์ ทำให้คุณภาพชีวิตสูงขึ้นเทคโนโลยีนี้เริ่มเข้ามามีบทบาทในชีวิตประจำวันมากขึ้น ในอนาคตเทคโนโลยีการเชื่อมต่อแบบไร้สายจะมีการพัฒนาจนก้าวไปสู่คำว่า Internet of Everything (IoE) ซึ่งหมายถึงทุกสิ่งทุกอย่างสามารถเชื่อมต่อกับอินเทอร์เน็ตได้ไม่เพียงแค่สมาร์ทโฟนหรือคอมพิวเตอร์เท่านั้น แต่รวมไปถึงอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ทุกอย่างที่อยู่รอบตัวเรา

จะสามารถเชื่อมต่อสื่อสารกันได้ทุกที่ตลอดเวลา ดังนั้นในวงการศึกษาและการวิจัยควรได้รับการสนับสนุนความรู้ด้าน IoT เพราะสามารถนำไปประยุกต์ใช้งานด้านต่าง ๆ ได้อย่างหลากหลายแต่อย่างไรก็ตามการใช้เทคโนโลยีนี้อาจเกิดช่องโหว่ให้มิจฉาชีพสามารถเข้าถึงข้อมูลส่วนตัวหรือมีความเสี่ยงต่อการถูกเจาะระบบขององค์กรได้ ดังนั้นผู้ใช้งานจึงควรคำนึงถึงความปลอดภัยของการใช้เทคโนโลยีอย่างเหมาะสม



เอกสารอ้างอิง

- ทวิศักดิ์ กอนันตกุล. (2553). *10 เทคโนโลยีที่น่าจับตามองสำหรับธุรกิจ*. ค้นจาก <http://www.nstda.or.th/news/20465-nstda>
- Atzori, L., Iera, A. & Morabito, G. (2010). The Internet of Things: A survey. *Computer Network*, 54(1), 2787-2805.
- IoT Analytics . (2016). *IoT application ranking*. Retrieved from <http://iot-analytics.com/>
- IT24hrs. (2012). *Smart room, smart home*. Retrieved form <http://www.it24hrs.com/2012/smart-room-smart-room-automation/>
- Jayavardhana, G., Rajkumar, B., Slaven, M. & Marimuthu, P. (2013). Internet of Things (IoT): A vision, architectural elements, and future directions. *Future Generation Computer Systems*. 29(7), 1645-1660.
- Panita, P. (2015). *What is the Internet of Things*. Retrieved form <https://netpie.io/internet-of-things/>
- PEA Smart Grid. (2015). *Smart Grid*. Retrieved form <http://161.200.85.41/pea-smartgrid/index.php/smart-grid>
- Smart IoT. (2015). *Learning technologies the Internet of Things (IoT) with Arduino*. Retrieved form <http://smart-iot.blogspot.com/2015/07/internet-of-things.html>
- TechTalkThai. (2015). *Top 10 threats on the Internet of Things*. Retrieved form <https://www.techtalkthai.com/top-10-owasp-internet-of-things-2014/>

Translated Thai References

- Koanantakool, T. (2010). *10 technologies to watch for business*. Retrieved from <http://www.nstda.or.th/news/20465-nstda> (in Thai)



วัณโรค..โรคอันตรายที่ยังคงอยู่ในสังคม

Tuberculosis...Dangerous Disease in Society

อารีรัตน์ ชื่อดิ

บทคัดย่อ

ปัจจุบันวัณโรคนับว่าเป็นภัยเงียบที่ยังคงเป็นปัญหาด้านสาธารณสุขที่สำคัญและส่งผลกระทบต่อชีวิตความเป็นอยู่ของผู้ป่วยรวมถึงผู้ใกล้ชิดซึ่งยังเป็นโรคที่อันตรายที่ยังคงอยู่ในสังคมที่ควรได้รับการแก้ไข โดยวัณโรคเป็นโรคติดเชื้อที่เกิดจากเชื้อ *Mycobacterium tuberculosis* และแพร่กระจายเชื้อผ่านทางลมหายใจ ถึงแม้ว่าจะมียาที่ใช้ในการรักษาอยู่หลายขนานร่วมกันก็ตาม แต่หากผู้ป่วยได้รับการรักษาที่ไม่ถูกต้องหรือรับประทานยาไม่ต่อเนื่องจะทำให้เกิดเป็นโรคซ้ำหรือเกิดเป็นวัณโรคดื้อยาได้ อีกทั้งยาที่ใช้ในการรักษาก็ยังมีผลข้างเคียงที่สำคัญ ได้แก่ ยาที่มีไอโซไนอะซิด ทำให้เกิดตับอักเสบ ยาที่มีสเตอริบโดไมซิน ส่งผลเสียต่อประสาทหู สูญเสียการทรงตัว หรือยาที่มีอีแทมบูทอล อาจทำให้ตาบอดได้ เป็นต้น ดังนั้นหากทุกคนอยากห่างไกลจากโรคนี้ต้องรู้จักวิธีการป้องกันตนเองก่อนเกิดโรคหรือหากเกิดโรคนี้แล้วต้องรู้จักวิธีการรักษาอย่างถูกต้อง โดยรับประทานยาอย่างต่อเนื่องสม่ำเสมอตามกำหนดระยะเวลาของการใช้ยาและปฏิบัติตามคำแนะนำของแพทย์ผู้เชี่ยวชาญ

คำสำคัญ: วัณโรค, เชื้อ *Mycobacterium tuberculosis*, การแพร่กระจาย, ผลข้างเคียงของยา, การป้องกัน, การรักษา

Abstract

In the present, Tuberculosis is a silent disease with as one of the major public health problem and affects the life of patients, including intimate people and these are dangerous disease with remaining in society that should be solved problem of disease. Tuberculosis is an infectious disease caused by *Mycobacterium tuberculosis* and transmission occurs when a person inhales droplet nuclei containing *M. tuberculosis*. Although the multiple drugs used in the treatment if their treated incorrectly or incoherent patients to cause disease recurrence or drugs resistance. Tuberculosis drugs used for therapy have many side effects that important such as isoniazid may be cause of hepatitis, streptomycin may be cause of sensorineural hearing loss and unsteady gait or ethambutol may be cause of blindness etc. Therefore, if everyone wants to far from tuberculosis disease must to know how to protect of oneself before occur disease and after disease must be known method to treat of disease properly. Must to take medication continuously, period of take medicine and follow by advices of medical professionals.

Keywords: Tuberculosis, *Mycobacterium tuberculosis*, transmission, side effects of drugs, prevention, treatment



ความนำ

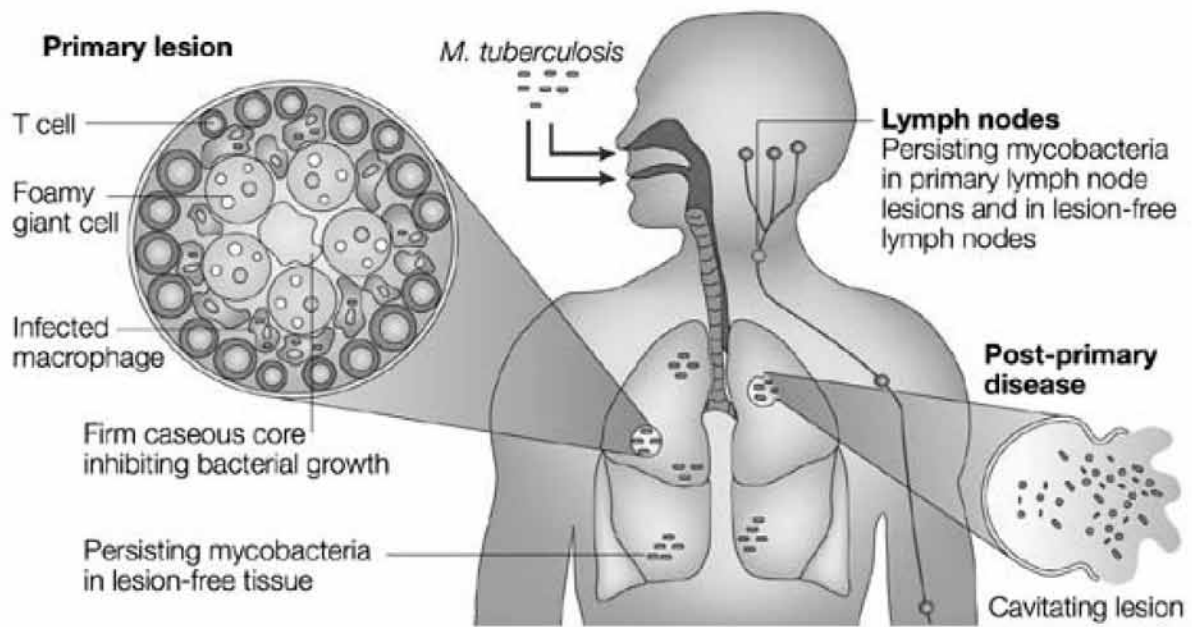
แม้ว่าในปัจจุบันจะมียาที่ใช้รักษาวัณโรคอยู่หลากหลายขนานหรือชนิดแล้วก็ตาม แต่ยังคงพบว่า วัณโรคยังคงเป็นปัญหาด้านสาธารณสุขที่สำคัญและส่งผลกระทบต่อ การดำเนินชีวิตของผู้ป่วย ซึ่งนับว่าเป็นสาเหตุที่สำคัญ ของของการเจ็บป่วยและการตายในหลาย ๆ ประเทศทั่วโลก จากรายงานขององค์การอนามัยโลกพบว่าประเทศไทยอยู่ในกลุ่ม 22 ประเทศที่มีปัญหาวัณโรคสูงมาตั้งแต่ปี พ.ศ. 2541 โดยจำนวนผู้ป่วยวัณโรครายใหม่ในกลุ่มประเทศเหล่านี้คิดเป็นประมาณร้อยละ 80 ของผู้ป่วยทั่วโลก ประเทศที่มีผู้ป่วยวัณโรคมากที่สุดในโลกคือประเทศอินเดียน รองลงมาคือประเทศจีน ในปี พ.ศ. 2555 องค์การอนามัยโลก คาดประมาณว่าประเทศไทยมีผู้ป่วยวัณโรครายใหม่ประมาณ 80,000 รายต่อปี ซึ่งในกรุงเทพมหานครมีจำนวนผู้ป่วยวัณโรคประมาณ 11,000-12,000 คน โดยสาเหตุที่ทำให้วัณโรคกลับมามีปัญหาใหม่ทั่วโลกนั้น ได้แก่ สภาพแวดล้อมที่แออัดหรืออยู่ในสถานที่อากาศปิด ไม่ถ่ายเท รวมถึงการเคลื่อนย้ายของประชากรจึงเป็นปัจจัยหลักที่ส่งเสริมการแพร่ระบาดของเชื้อวัณโรค โดยผู้ป่วยบางคนยังไม่ทราบว่าตนเองติดเชื้อวัณโรค และบางคนยังไม่ได้เข้ารับการรักษ การขาดความรู้ความเข้าใจ วิธีการใช้ยารักษาในเรื่องของวัณโรคจึงทำให้อาการรุนแรงมากยิ่งขึ้น (กระทรวงสาธารณสุข, 2556) อีกทั้งยาที่ใช้ในการรักษามีหลายขนานส่งผลให้พบวัณโรคดื้อยา, ยาที่ใช้ในการรักษามีผลข้างเคียงที่สำคัญตลอดจนมีการแพร่ระบาดของโรคเอดส์ซึ่งส่งผลกระทบต่อ การควบคุมการติดเชื้อวัณโรคอีกด้วย (กำพล สุวรรณพิมลกุล และ จิรายุ วิสูตรานุกูล, 2553; วันชัย เดชสมฤทธิฤทัย, 2552)

ลักษณะการเกิดของโรควัณโรค (Tuberculosis) เกิดขึ้นจากเชื้อกลุ่ม Tuberculosis complex ซึ่งประกอบด้วย เชื้อ Mycobacterium tuberculosis, M. bovis และ M. africanum ซึ่งส่วนใหญ่เกิดจากเชื้อ M. tuberculosis โดยติดต่อกันโดยการหายใจ ซึ่งเชื้อวัณโรคจะอยู่ในละอองที่เกิดจากการไอ ละอองขนาด 1-5 ไมครอนจะสามารถ

ผ่านเข้าสู่ทางเดินหายใจจนถึงถุงลมและเกิดจากการติดเชื้อ ซึ่งเป็นกลไกที่สำคัญที่สามารถก่อให้เกิดการติดเชื้อได้ ปัจจัยที่มีผลต่อการแพร่ของเชื้อวัณโรค ได้แก่ จำนวนของเชื้อในปอดของผู้ป่วยซึ่งประเมินได้จากลักษณะของภาพทรวงอก หรือการตรวจเสมหะด้วยกล้องจุลทรรศน์ โดยจำนวนของเชื้อวัณโรคที่พบในปอดจะมีลักษณะทางภาพรังสีทรวงอกแบบจุดมีประมาณ $10^2 - 10^4$ ตัว ในขณะที่เป็นโพรงจะมีประมาณ $10^7 - 10^9$ ตัว ซึ่งมีความเสี่ยงสูงต่อการแพร่เชื้อ นอกจากนั้นสภาพแวดล้อมก็เป็นปัจจัยสำคัญหนึ่งของการแพร่เชื้อ (วันชัย เดชสมฤทธิฤทัย, 2552) มีรายงานว่าประมาณร้อยละ 90 ของผู้ติดเชื้อวัณโรค จะไม่มีอาการป่วยและไม่สามารถแพร่เชื้อไปสู่ผู้อื่นได้ มีเพียงร้อยละ 10 เท่านั้นของผู้ที่ติดเชื้อที่จะป่วยเป็นวัณโรค โดยครึ่งหนึ่ง 5% จะป่วยเป็นวัณโรคภายใน 2 ปีหลังการติดเชื้อ ซึ่งส่วนใหญ่เป็นเด็กและผู้ที่มีภูมิคุ้มกันต่ำ ส่วนที่เหลืออีก 5 % จะป่วยเป็นวัณโรคหลังการติดเชื้อไปแล้วนานหลายปี (กระทรวงสาธารณสุข, 2556)

การติดเชื้อวัณโรค

เมื่อเชื้อวัณโรคเข้าสู่บริเวณถุงลมร่างกายจะมีปฏิกิริยาตอบสนอง ทำให้หลอดเลือดบริเวณนั้นขยายตัวเม็ดเลือดขาวนิวโทรฟิลและแมคโครฟาจจะเข้าสู่บริเวณที่ติดเชื้อ ซึ่งเชื้อวัณโรคจะถูกกำจัดโดยแมคโครฟาจและเคลื่อนเข้าสู่บริเวณที่มีเมือกซึ่งหากมีจำนวนเชื้อที่เข้าสู่ถุงลมมาก กลไกการกำจัดโดยแมคโครฟาจอาจไม่เพียงพอทำให้เกิดพยาธิสภาพขึ้นที่ปอดโดยสามารถเกิดได้ในทุกตำแหน่งของปอดและเชื้อมักถูกกลืนไปที่ต่อมน้ำเหลือง ทำให้ต่อมน้ำเหลืองโตเกิดเป็นวัณโรคระยะเริ่มแรก จากนั้นเชื้อจะถูกกลืนเข้าสู่กระแสเลือดและกระจายไปทั่วร่างกาย ซึ่งเชื้อเหล่านี้จะฝังตัวอยู่ในอวัยวะต่าง ๆ (วันชัย เดชสมฤทธิฤทัย, 2552) จึงเป็นที่มาของการเกิดวัณโรคได้ โดยแสดงการติดเชื้อได้ดังภาพ 1 (Mia Chitra Dinisari, 2015)



Nature Reviews | Microbiology

ภาพ 1 แสดงการติดเชื้อวัณโรค

ที่มา. จาก *Parlemen Asia Pasifik Bentuk Kaukus Tuberkulosis*, โดย Mia Chitra Dinisari, 2015, ค้นจาก <http://lifestyle.bisnis.com/read/20150904/106/469032/parlemen-asia-pasifik-bentuk-kaukus-tuberkulosis>

อาการแสดงวัณโรค อาจแบ่งได้เป็น 2 ระยะ ดังนี้คือ

1. วัณโรคระยะเริ่มแรก

สำหรับวัณโรคปอดในระยะเริ่มแรกมักจะยังไม่แสดงอาการ แต่อาจสังเกตพบโดยการประเมินด้วยตนเอง เช่น คอมน้ำเหลืองโต อาจเกิดขึ้นเนื่องจากเชื้อวัณโรคได้แพร่กระจายจากปอดผ่านทางระบบน้ำเหลือง หากมีอาการเพิ่มมากขึ้นจะเริ่มพบน้ำในเยื่อหุ้มปอด เนื่องจากเชื้อวัณโรคจะแทรกซึมเข้าสู่เยื่อหุ้มปอด ซึ่งหากมีปริมาณเล็กน้อยสามารถหายเองได้ หรืออาจเกิดอาการเจ็บแน่นหน้าอกเวลาหายใจเข้าและหอบเหนื่อย โดยอาการหอบเหนื่อยเกิดขึ้นจากการแลกเปลี่ยนก๊าซลดลงในบริเวณปอดมีน้ำส่วนเกินได้ไหลเข้าเยื่อหุ้มปอด

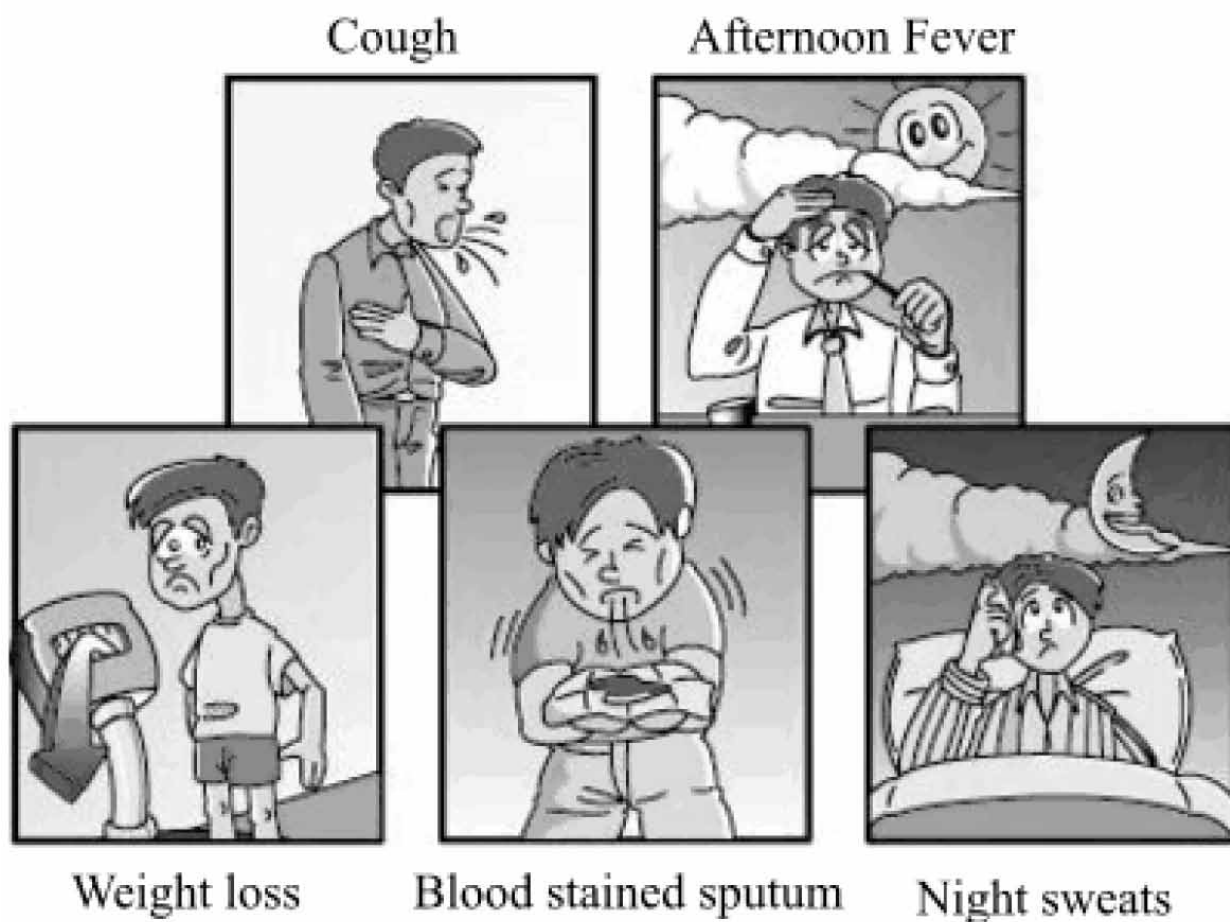
2. วัณโรคระยะแสดงอาการ

โดยจะมีอาการและอาการแสดงเริ่มแรกแบบไม่จำเพาะเจาะจง อาการที่พบได้บ่อยได้แก่อาการอ่อนเพลีย รู้สึกไม่สบายตัว น้ำหนักลด มีไข้ต่ำๆ หนาวสั่นและเหงื่อออกตอนกลางคืน ภาวะผอมแห้ง เนื่องจากขาดความอยาก

อาหาร นอกจากนี้ยังเกี่ยวข้องกับการสูญเสียเนื้อเยื่อไขมัน การสูญเสียเนื้อเยื่อ และทำให้มวลกล้ามเนื้อ ลดลงส่งผลให้เกิดอาการอ่อนเพลีย มีอาการนิวโมซึ่งเป็นอาการแสดงสุดท้ายที่อาจเกิดขึ้นเพื่อบอกถึงอาการขนส่งออกซิเจนที่ลดลง ส่วนอาการไอมักเกิดขึ้นได้ในผู้ป่วยส่วนใหญ่ แม้ว่าอาการไอในระยะเริ่มแรกจะเป็นอาการไอแบบแห้ง ๆ แต่หลังจากที่ติดเชื้อวัณโรคก็จะเกิดเสมหะแบบชุ่มหนองขึ้น นอกจากนี้อาจมีลักษณะของเสมหะที่ปนเลือดขึ้นได้จากอาการไอเป็นเลือด หรืออาจเกิดขึ้นจากการทำลายของหลอดเลือดบริเวณผนังโพรงช่องปอดซึ่งเกิดจากการแตกของหลอดเลือดที่ขยายตัวในโพรง ส่วนการอักเสบของเนื้อเยื่อพาเรไคมาจะทำให้เกิดการเจ็บแน่นหน้าอก อาการหายใจลำบากเกิดขึ้นเนื่องจากการแพร่ของน้ำเข้าสู่บริเวณปอดทำให้เกิดการแลกเปลี่ยนก๊าซได้ลดลง เมื่อตรวจวัดระบบเลือดของผู้ป่วยจะพบว่าผู้ป่วยวัณโรคเกิดมีภาวะโลหิตจางซึ่งเป็นสาเหตุทำให้ผู้ป่วยมีอาการอ่อนแรงและอ่อนเพลีย นอกจากนี้ยังพบภาวะ leukocytosis ซึ่งทำให้มีการเพิ่มจำนวนของเลือดขาว เนื่องจากการตอบสนอง

ต่อการติดเชื้อของผู้ป่วย (วสันต์ กาติบ, 2558) ดังแสดง
ในภาพ 2 (Tuberculosis and chest service: Department

of Health: The Government of the Hong Kong Special
Administrative Region, 2006)



ภาพ 2 วัณโรคระยะแสดงอาการ

ที่มา. จาก *What are the symptoms of TB?*, โดย Tuberculosis and Chest Service, Department of Health, The Government of the Hong Kong Special Administrative Region, 2006, ค้นจาก http://www.info.gov.hk/tb_chest/contents/c126.htm

กลุ่มผู้ป่วยที่มีความเสี่ยงสูงต่อการติดเชื้อวัณโรค

(กำพล สุวรรณพิมลกุล และจิรายุ วิสูตรานุกูล, 2553)

ผู้ป่วยที่มีความเสี่ยงสูงต่อการติดเชื้อวัณโรค
แบ่งได้เป็น 3 กลุ่ม ดังนี้

1. ผู้ป่วยที่มีโอกาสเกิดวัณโรคคือยาหลายขนาน
ก่อนการรักษาได้แก่

1.1. ผู้ป่วยรายใหม่ติดเชื้อเอชไอวี

1.2. ผู้ป่วยที่มีประวัติสัมผัสกับผู้ป่วยคือยา
หลายขนาน

1.3. ผู้ป่วยในกลุ่มเสี่ยงอื่นๆ เช่น ผู้ป่วยในพื้นที่
ชายแดนที่มีความชุกของการคือยาหลายขนาน

2. ผู้ป่วยที่มีโอกาสเกิดวัณโรคคือยาหลายขนาน
ระหว่างการรักษาได้แก่

2.1. ผู้ป่วยที่มีผลการรักษาที่ล้มเหลว มักพบ
ในผู้ป่วยที่ยังตรวจพบเสมหะพบเชื้อวัณโรคหลังจาก
สิ้นสุดการรักษามาแล้วอย่างน้อย 1 ครั้ง

2.2. ผู้ป่วยที่ยังตรวจพบเสมหะพบเชื้อวัณโรค
ในเดือนที่ 5 ภายหลังการรักษาด้วยยาวัณโรค

2.3. ผู้ป่วยที่อยู่ในช่วงระหว่างการรักษาแล้ว อาการไม่ดีขึ้นร่วมกับผลการตรวจเสมหะยังพบเชื้อวัณโรค ในเดือนที่ 2 และ 3 หลังรักษาด้วยยา 4 ชนิด

2.4. ผู้ป่วยที่มีประวัติได้รับการรักษาวัณโรค มาก่อนหลายครั้ง และรับประทานยาวัณโรคไม่สม่ำเสมอ

2.5. ผู้ป่วยที่มีระบบการดูดซึมของลำไส้ที่ ผิดปกติ

3. ผู้ป่วยที่มีความเสี่ยงในการเกิดวัณโรคคือยา ภายหลังจากการรักษาตามกำหนดหรือรักษาหายแล้ว ได้แก่ ผู้ป่วยที่กลับเป็นวัณโรคซ้ำ โดยเฉพาะในกรณีที่มีการกลับ เป็นวัณโรคซ้ำภายใน 6 เดือนหลังจากหยุดยารักษาวัณโรค ตามกำหนด ร่วมกับมีข้อบ่งชี้ข้อใดข้อหนึ่งดังต่อไปนี้

3.1. จากการตรวจลักษณะอาการทางคลินิก (ไอ ไข้ และการเปลี่ยนแปลงของน้ำหนักตัว) พบว่ามีการ ตอบสนองที่ไม่ดี

3.2. จากการตรวจเสมหะพบว่าการตอบสนอง ที่ไม่ดี เช่น มีการเปลี่ยนแปลงของผลการตรวจเสมหะจาก การพบเชื้อวัณโรคในปริมาณที่เพิ่มขึ้น

3.3. มีการเปลี่ยนแปลงของภาพรังสีปอดแสดง การลุกลามของโรคมามากยิ่งขึ้น

การติดเชื้อเอชไอวีของผู้ป่วยวัณโรค

การติดเชื้อเอชไอวีเป็นปัจจัยที่สำคัญทำให้ ผู้ติดเชื้อวัณโรควัณโรคแฝงกลายเป็นผู้ป่วยวัณโรคหรือ ที่เรียกว่าวัณโรคกำเริบ ซึ่งอาจเกิดจากการติดเชื้อใหม่ซึ่งจะมี การป่วยแบบเฉียบพลัน และเกิดการ ลุกลามไปทั่วร่างกาย หรือมีโอกาสดูดเชื้อสายพันธุ์ใหม่ได้บ่อยกว่า หรือกล่าวคือ วัณโรคจะส่งผลให้การดำเนินของเชื้อ เอชไอวี ลุกลาม กลายเป็นโรคเอดส์ได้เร็วขึ้น เนื่องจากเชื้อวัณโรคจะกระตุ้น ภูมิคุ้มกันของร่างกายเพื่อต่อสู้กับเชื้อโรค แต่ผลเสียกลับทำ ให้เกิดการกระตุ้น การแบ่งตัวของเชื้อเอชไอวีด้วย ดังนั้น ผู้ติดเชื้อเอชไอวีที่ป่วยเป็นวัณโรคจะมีการดำเนินโรคที่แย่ กว่าผู้ติดเชื้อเอชไอวีที่ไม่ป่วยเป็นวัณโรค เมื่อเปรียบเทียบ ระหว่างผู้ป่วยที่มีระยะของโรคใกล้เคียงกันและมีอัตรา การเกิดโรคติดเชื้อฉวยโอกาสอื่นๆและมีอัตราการตายสูง (Phimai medicine, 2557)

แนวทางการป้องกัน

1. การให้ความรู้แก่ญาติและตัวผู้ป่วยเกี่ยวกับ วิธีการติดต่อ เช่น ใช้ผ้าเช็ดหน้าปิดปากปิดจมูกเวลาไอ หรือจาม หรือผู้ที่ป็นโรคให้สวมหน้ากากอนามัยเวลาไอ ให้ไกลกลางแจ้ง

2. จัดห้องที่พักสำหรับผู้ป่วยให้แสงแดดเข้าถึง อากาศถ่ายเทอย่างดี

3. การฉีดวัคซีน BCG เป็นวัคซีนที่ทำจากเชื้อ bacille Calmette-Guerin มักจะฉีดในประเทศที่มีอัตราการ ติดเชื้อวัณโรคค่อนข้างสูง จุดประสงค์เพื่อป้องกันการติดเชื้อ วัณโรคในเด็กและวัณโรคเยื่อหุ้มสมอง สำหรับประเทศไทย มีอัตราการติดเชื้อวัณโรคค่อนข้างสูง ดังนั้นจึงแนะนำให้ เด็กที่เกิดใหม่ทุกคนต้องฉีดวัคซีน ผู้ที่ควรได้รับวัคซีน มีดังนี้ คือ

3.1 สำหรับเด็กที่ไม่ได้อยู่ในถิ่นระบาดจะแนะนำให้ ฉีดในกรณีต่อไปนี้

- อยู่กับคนที่ป็นวัณโรคที่ไม่รักษาหรือรักษา ไม่ครบ
- มีเชื้อวัณโรคคือต่อยา isoniazid และ rifampin

3.2 เด็กโตและผู้ใหญ่ควรจะได้รับวัคซีน BCG เมื่อเขาเหล่านั้นเสี่ยงต่อการติดเชื้อวัณโรค

- อายุต่ำกว่า 16 ปีมีมาจากแหล่งที่มีวัณโรค
- อายุต่ำกว่า 16 ปีที่มีคนใกล้ชิดเป็นวัณโรค
- ไม่เคยได้รับวัคซีนนี้มาก่อน

(วัคซีนนี้ไม่นิยมให้ในคนที่อายุมากกว่า 16 ปี เนื่องจากไม่ค่อยได้ผล)

3.3 พนักงานที่ควรจะได้รับวัคซีน BCG ได้แก่

- ผู้ที่อายุต่ำกว่า 35 ปี และทำงานที่เสี่ยงต่อ การเกิดวัณโรคควรจะได้รับวัคซีน BCG
- เจ้าหน้าที่ทำงานห้องปฏิบัติการที่ต้องสัมผัส เลือด ปัสสาวะ ชี้นเนื้อ
- ผู้ที่ทำงานเกี่ยวกับสัตว์
- ผู้คุมนักโทษ

- เจ้าหน้าที่ดูแลผู้สูงอายุ

- เจ้าหน้าที่ดูแลผู้ไร้ที่พึ่ง

- เจ้าหน้าที่ดูแลผู้ป่วย

- เจ้าหน้าที่ทางการแพทย์

3.4 การให้วัคซีนแก่เจ้าหน้าที่สาธารณสุขให้พิจารณาเป็นราย ๆ ดังนี้

- ผู้ป่วยวัณโรคมีอัตราการติดเชื้อวัณโรคที่ดื้อต่อยา isoniazid และ rifampicin ในอัตราที่สูง

- เจ้าหน้าที่สาธารณสุขมีการติดเชื้อวัณโรค

- มีการควบคุมวัณโรคเต็มที่แต่ยังมีการติดเชื้อวัณโรคอยู่

ข้อห้ามของการฉีดวัคซีน

- ผู้ป่วยที่มีภูมิคุ้มกันไม่ดี เช่น โรคเอดส์ หรือได้รับยาที่กดภูมิคุ้มกันเช่นที่ต้องการเปลี่ยนถ่ายอวัยวะ

- คนท้อง

- ผู้ที่เคยได้รับการฉีดวัคซีน BCG มาก่อน

- ผู้ที่เคยติดเชื้อวัณโรคมาก่อน

- ผู้ที่เคยทดสอบทางผิวหนังให้ผลบวก

- ผู้ที่เคยแพ้วัคซีนนี้มาก่อน

- ทารกที่คลอดมาในครอบครัวที่มีการติดเชื้อวัณโรค

- มีแผลติดเชื้อบริเวณที่ฉีด

- ได้รับวัคซีนชนิดอื่นภายใน 3 สัปดาห์

- ผู้ที่มีภูมิคุ้มกันต่ำเช่น ผู้ป่วยโรคเอดส์ กำลังได้รับเคมีบำบัด หรือได้รับยากดภูมิเช่นยา steroid

- ผู้ที่เป็นมะเร็งเม็ดเลือด

- ผู้ที่กำลังป่วยหนัก

4. รักษาสุขภาพให้แข็งแรงอยู่เสมอ ออกกำลังกาย รับประทานอาหารให้ครบหมู่

5. หลีกเลี่ยงปัจจัยที่ทำให้เกิดโรค เช่น ห้ามสำส่อนทางเพศ ห้ามติดยาเสพติด

6. ดูแลผู้ป่วยวัณโรคให้รับประทานยาอย่างสม่ำเสมอ

7. ตรวจรังสีปอดปีละครั้ง

จากแนวทางการป้องกันการติดเชื้อวัณโรค (Siamhealth. net., 2015) แสดงได้ดังภาพ 3



BCG vaccination for newborns and children age under 15 who have never received BCG before



Early diagnosis and treatment



Early contact examination



Lead a happy life



Adequate rest



Balanced diet



Fresh air



Adequate exercise



Good personal hygiene

ภาพ 3 แสดงการป้องกันของผู้ติดเชื้อวัณโรค

ที่มา. จาก *Preventive measures for tuberculosis* โดย Tuberculosis and chest service, Department of Health, The Government of the Hong Kong Special Administrative Region, 2006, ค้นจาก http://www.info.gov.hk/tb_chest/contents/c1212.htm

การตรวจวินิจฉัยวัณโรค

1. การถ่ายภาพรังสีทรวงอก มีประโยชน์ในการช่วยวินิจฉัยวัณโรคแม้มีความไวค่อนข้างสูงเมื่อเปรียบเทียบกับ การตรวจเสมหะแต่ความจำเพาะไม่สูงมากนัก อย่างไรก็ตามการวินิจฉัยวัณโรคจากการถ่ายภาพรังสีทรวงอกอย่างเดียวอาจไม่เพียงพอต้องมีการตรวจเสมหะควบคู่ไปด้วยทุกครั้ง

2. การตรวจเสมหะโดยการเพาะเลี้ยงเชื้อเพื่อการยืนยันเชื้อวัณโรคและดูความมีชีวิตของเชื้อ

การส่งตัวอย่างเพาะเลี้ยงเชื้อควรทำในกรณีดังต่อไปนี้

2.1 ผู้ป่วยวัณโรคปอดเสมหะไม่พบเชื้อ

2.2 ผู้ป่วยวัณโรคที่เชื้อวัณโรคคือต้องยาต้องตรวจเสมหะเพื่อติดตามการรักษาในช่วงที่มีนิคยา หลังจากนั้นทุก ๆ 2 เดือนจนครบระยะเวลาการรักษา

2.3 ผู้ป่วยที่เป็นวัณโรคนอกปอด เช่น วัณโรคต่อมน้ำเหลือง วัณโรคเยื่อหุ้มปอดและอื่นๆ

3. การตรวจเสมหะด้วยกล้องจุลทรรศน์ ซึ่งส่วนใหญ่ใช้กล้องจุลทรรศน์ชนิดธรรมดาในการตรวจดูเชื้อโดยการย้อมสีด้วยวิธี Ziehl Neelsen (ZN) ปัจจุบันองค์การอนามัยโลกแนะนำให้ใช้กล้องจุลทรรศน์เรืองแสงชนิดที่ใช้หลอด LED (fluorescent light-emitting diode) มาใช้ในการตรวจวินิจฉัยวัณโรคเพราะสามารถเพิ่มความไวของการตรวจพบเชื้อมากขึ้น

4. การตรวจทางอณูชีววิทยาเป็นวิธีที่มีความรวดเร็วในการช่วยวินิจฉัยเชื้อและตรวจการดื้อยาของเชื้อวัณโรคโดยผลการตรวจวินิจฉัยแต่ละชนิดขึ้นกับเทคนิคต่าง ๆ ที่นำมาใช้ได้แก่

4.1 Xpert MTB/RIF เป็นเครื่องตรวจวิเคราะห์สารพันธุกรรมแบบอัตโนมัติใช้เทคนิค real-time polymerase chain reaction ข้อดีคือช่วยในการวินิจฉัยได้ในเวลาไม่กี่ชั่วโมง และเป็นการทดสอบที่มีความไวและความจำเพาะสูงเมื่อตรวจจากสิ่งส่งตรวจโดยตรง เช่น เสมหะ หรือสิ่งส่งตรวจอื่น ๆ แต่ข้อเสียคือ มีราคาที่สูงกว่าแพงสามารถใช้เครื่อง Xpert MTB/RIF นี้ในกลุ่มผู้ป่วย 3 กลุ่มหลักคือ

4.1.1 กลุ่มผู้ป่วยที่สงสัยเป็นวัณโรคคือยาหรือเสี่ยงที่จะเป็นวัณโรคคือยาหรือผู้ที่สัมผัสใกล้ชิดกับผู้ป่วยคือยาหลายขนาน

4.1.2 กลุ่มผู้ป่วยที่ติดเชื้อเอชไอวีซึ่งมีอาการรุนแรงและสงสัยว่ากำลังป่วยเป็นวัณโรคร่วมด้วย

4.1.3 กลุ่มผู้ป่วยกลุ่มอื่น ๆ ที่ไม่ติดเชื้อเอชไอวี ตรวจเสมหะไม่พบเชื้อ แต่สงสัยว่าจะเป็นวัณโรค

4.2 Genotype MTBDR (HAIN Test) ใช้เทคนิค LineProbe Assay (LPA) ในการตรวจวิเคราะห์สารพันธุกรรมของเชื้อวัณโรคที่ดื้อต่อยา isoniazid และ rifampicin โดยดูปฏิกิริยาการเกิดสีขึ้นบนแถบไนโตเซลลูโลสที่จำเพาะต่อเชื้อวัณโรคนั้น ใช้เวลาประมาณ 2 วัน มีความไวและความจำเพาะร้อยละ 98สามารถใช้เครื่องนี้ในกลุ่มผู้ป่วย 3 กลุ่มหลักเช่นเดียวกับการตรวจ ด้วยเครื่อง Xpert MTB/RIF (กระทรวงสาธารณสุข, 2556)

หลักการให้ยารักษาวัณโรค

โดยทั่วไปการรักษาด้วยสูตรมาตรฐานระยะสั้นที่ใช้ในปัจจุบันเป็นระบบยาที่ได้รับการยอมรับในระดับสากลว่า มีประสิทธิภาพและประสิทธิผลดีที่สุดในการรักษาผู้ป่วยวัณโรคให้หายได้เกือบร้อยละ 100 ถ้าผู้ป่วยได้รับการดูแลโดยคำนึงถึงสิ่งต่อไปนี้

1. ให้ยาถูกต้องทั้งชนิดและจำนวนยาบางชนิดมีฤทธิ์ฆ่าเชื้อ ในขณะที่บางชนิดมีฤทธิ์หยุดยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อ การรักษาวัณโรคไม่สามารถให้ยาเพียงหนึ่งหรือสองขนานได้โดยเฉพาะในระยะเริ่มต้นของการรักษาเป็นระยะที่สำคัญซึ่งต้องใช้ยาหลายชนิดที่ออกฤทธิ์แตกต่างกัน เพื่อช่วยกำจัดเชื้อวัณโรคให้มีปริมาณลดลง หลังจากนั้น ระยะต่อเนื่องของการรักษาจะใช้ยาน้อย 2 ชนิดเพื่อฆ่าเชื้อวัณโรคที่หลงเหลืออยู่ให้น้อยที่สุดและเพื่อป้องกันการกลับเป็นซ้ำ

2. ให้ยาถูกต้องตามขนาด การรักษาจะได้ผลดีต้องให้ยาถูกต้องตามขนาด ไม่สูงหรือต่ำเกินไป

3. ระยะเวลาการรักษาเพียงพอตามกำหนดระบบมาตรฐานระยะสั้นมีระยะเวลาแตกต่างกัน (6 หรือ 8 หรือ 9 เดือน) การที่ผู้ป่วยจะต้องได้ยาครบตามกำหนด

เป็นสิ่งที่สำคัญ ไม่เช่นนั้นเชื้อวัณโรคอาจจะตายไม่ทั้งหมด จนอาจเกิดกลับเป็นวัณโรคซ้ำหรือเกิดเป็นวัณโรคดื้อยาได้

4. การตรวจสอบความต่อเนื่องของการรักษา การให้ความรู้และดูแลผู้ป่วยอย่างสม่ำเสมอเป็นสิ่งที่สำคัญอย่างมาก (วันชัย เศรษฐมณีฤทัย, 2552; กระทรวงสาธารณสุข, 2556)

การรักษาวัณโรค

ยาหลักที่ใช้ในการรักษา คือ 2IRZE/4-7IR โดยขนาดยาหลักประกอบด้วยตัวยาดังต่อไปนี้ คือ

1. Isoniazid (I) 5-8 mg/kg (300 mg) รับประทานวันละครั้ง
2. Rifampicin (R) 10 mg/kg (450-600 mg) รับประทานวันละครั้ง
3. Pyrazinamide (Z) 20-30 mg/kg (1,000-1,500 mg) รับประทานวันละครั้ง
4. Ethambutol (E) 15-20 mg/kg (800-1,200 mg) รับประทานวันละครั้ง
5. ให้ Streptomycin 10-15 mg/kg (ไม่เกิน 1,000 mg) ฉีดเข้ากล้ามเนื้อวันละครั้ง แทน rifampicin ในกรณีที่ไม่แพ้ rifampicin หรือ ไม่สามารถใช้ rifampicin เนื่องจากพบว่าการรับประทานยาต้านไวรัสกลุ่ม PIs (Protease inhibitors) ร่วมด้วยในผู้ป่วยเอดส์จะมีอัตราการแพ้ rifampicin ที่สูงกว่าผู้ป่วยวัณโรคทั่วไป

วิธีการรับประทานยา 2IRZE/4-7IR คือ เริ่มจากในช่วง 2 เดือนแรกให้ยา 4 ชนิด คือ I, R, Z, E หลังจากนั้น ถ้าพบว่าเชื้อไวหรือตอบสนองต่อ isoniazid และ rifampicin ก็ให้ยาทั้ง 2 ชนิดต่ออีก 4-7 เดือน ถ้ามีการตอบสนองต่อยาช้า หรือมีโพรงฝีในเอกซเรย์ปอด หรือเสมหะยังย้อมพบเชื้อ เมื่อรักษาครบ 2 เดือนแล้วต้องให้ยาเป็นเวลาทั้งหมด 9 เดือน สำหรับการรักษวัณโรคนอกปอดจะให้การรักษานาน 6-9 เดือน ยกเว้นวัณโรคระบบประสาท กระดูกและข้อจะให้การรักษานานประมาณ 9-12 เดือน

ในกรณีที่ไม่สามารถใช้ rifampicin ต่อหลังจากได้รับยา 4 ชนิด ใน 2 เดือนแรกแล้ว (เนื่องจากยา rifampin มีผลต่อยาด้านไวรัสหลายชนิด) มีหลักการการรักษาดังนี้

1. ให้ isoniazid ร่วมกับ ethambutol วันละครั้ง ต่อ รวมระยะเวลาทั้งหมด 18 เดือน

2. ให้ isoniazid ร่วมกับ ethambutol และยาในกลุ่ม quinolone เช่น Ofloxacin รวมระยะเวลา 12-18 เดือน

ยาทางเลือก คือ

1. Kanamycin 15 mg/kg (ไม่เกิน 1,000 mg) ฉีดเข้ากล้ามเนื้อวันละครั้ง

2. Amikacin 15 mg/kg (ไม่เกิน 1,000 mg) ฉีดเข้ากล้ามเนื้อวันละครั้ง

3. Ethionamide 15 mg/kg (500-700 mg/day) แบ่งรับประทานวันละ 2-3 ครั้ง

4. Cycloserine 10 mg/kg (500-750 mg/day) แบ่งรับประทานวันละ 2-3 ครั้ง

5. p - aminosalicylic acid (PAS) 150 mg/kg (8,000-12,000 mg/day) แบ่งรับประทานวันละ 2 ครั้ง

6. Ofloxacin 600-800 mg/day รับประทานวันละครั้ง

7. Levofloxacin 500-750 mg/day รับประทานวันละครั้ง

8. Moxifloxacin 400 mg/day รับประทานวันละครั้ง

สำหรับการรักษวัณโรคด้วยยาหลายขนานควรปรึกษาแพทย์ผู้เชี่ยวชาญ เนื่องจากถ้าให้การรักษาไม่ดี อาจทำให้เกิดเป็นเชื้อวัณโรคดื้อยาสูตรสำรองหรือยาทางเลือกหลายขนานได้ (กนกกร, 2558) นอกจากนั้นยังมีวิธีการรักษวัณโรคในกรณีพิเศษต่าง ๆ ได้แก่

1. สตรีมีครรภ์

ยาวัณโรคที่ห้ามใช้คือ streptomycin เนื่องจากยา มีผลข้างเคียงที่หู รวมถึงยาในกลุ่มเดียวกัน เช่น amikacin, kanamycin และ ceftiofur สำหรับ pyrazinamide ยังไม่มีรายงานถึงผลที่มีต่อทารกในครรภ์แต่มีผลเสียเนื่องจากอาการไม่พึงประสงค์ต่อมารดา ดังนั้นสูตรยาที่นิยมใช้คือ 2IRE/7IR (เริ่มจากในช่วง 2 เดือนแรกให้ยา 4 ชนิด คือ I, R, E หลังจากนั้นถ้าพบว่าเชื้อไวหรือตอบสนองต่อ isoniazid และ rifampicin ก็ให้ยาทั้ง 2 ชนิดต่ออีก 7 เดือน)

ซึ่งอาจแนะนำให้วิตามินบี 6 เสริม 10-50 มิลลิกรัม/วัน สำหรับในช่วงให้มนบุตรสามารถให้ยาได้เหมือนปกติ

2. ผู้ป่วยไตวาย

ยาที่สามารถให้ได้โดยไม่ต้องลดขนาดยา ได้แก่ isoniazid และ rifampicin สำหรับยา pyrazinamide และ ethambutol ควรปรับวิธีการให้ยาโดยเพิ่มระยะห่างของการให้ยา ซึ่งเป็นวิธีการที่ดีกว่าการลดขนาดยา และ ไม่แนะนำให้ใช้ streptomycin ในกรณีที่ผู้ป่วยกำลังได้รับการฟอกเลือดด้วยเครื่องไตเทียมอยู่ สามารถให้ยาทุกขนานได้ตามปกติ และควรให้หลังการทำฟอกเลือดด้วยเครื่องไตเทียม

3. ผู้ป่วยโรคตับ

กรณีที่ไม่เคยมีประวัติเป็นโรคตับมาก่อนให้เจาะเลือดตรวจ bilirubin, SGOT, SGPT ก่อนให้ยาทุกราย ถ้ามีค่า SGOT และ SGPT สูงแต่ไม่เกิน 3 เท่าของค่าปกติ ให้ยาสูตร 2IRE(S)/7IR แต่ถ้าสูงเกิน 3 เท่าให้ยาสูตร 2IES/16IE

4. ผู้ป่วยที่อยู่ในภาวะ active hepatitis และมีตัวเหลืองตาเหลือง แนะนำให้ streptomycin และ ethambutol ส่วนในผู้ป่วยที่มีความรุนแรงของวัณโรคสูงอาจให้ยา ofloxacin ร่วมด้วยจนกว่าภาวะตัวเหลืองตาเหลืองจะหายไป จึงให้ยา isoniazid และ rifampicin ตามปกติ (วันชัย เชนสมฤทธิ์ฤทัย, 2552)

จากตัวยาที่ใช้รักษาแต่ละชนิดหรือแต่ละขนานที่ใช้ในปัจจุบัน พบว่ายาที่ใช้ยังมีผลข้างเคียงในการรักษาที่เป็นอันตรายต่อผู้ป่วย โดยผลข้างเคียงที่สำคัญของยาวัณโรค มีดังนี้ ได้แก่ (วันชัย เชนสมฤทธิ์ฤทัย, 2552)

1. ตับอักเสบ ซึ่งเป็นผลจากการใช้ยา Isoniazid, Rifampicin, Streptomycin, Pyrazinamide

2. หูตึง สูญเสียการทรงตัว ซึ่งเป็นผลจากการใช้ยา Streptomycin, Amikacin, Kanamycin

3. ตาฝ้าและอาจตาบอด ซึ่งเป็นผลจากการใช้ยา Ethambutol

4. คลื่นไส้ ปวดศีรษะ ท้องเสีย ซึ่งเป็นผลจากการใช้ยา Ofloxacin, Levofloxacin, PAS

5. บวม อารมณ์แปรปรวน จิตประสาท ชัก ซึ่งเป็นผลจากการใช้ยา Cycloserine

สรุป

จากข้อมูลที่ผ่านมาข้างต้นของวัณโรคนี้ทำให้ดูเหมือนว่าโรคนี้ยังเป็นภัยเงียบและเป็นยังโรคอันตรายที่ยังคงอยู่ในสังคมซึ่งหากประชาชนปราศจากความรู้ความเข้าใจการเกิดของโรคนี้จะทำให้เกิดการแพร่ระบาดของโรคอย่างรวดเร็วซึ่งส่งผลกระทบต่อสุขภาพและยังก่อให้เกิดปัญหาในด้านสาธารณสุขตามมาได้ รวมถึงการดำเนินชีวิตของผู้ป่วยและผู้อยู่ใกล้ชิดผู้ป่วย โดยหากทุกคนทราบถึงแนวทางวิธีการป้องกันตนเองจากการแพร่กระจายของเชื้อ เช่น อยู่ในสภาพแวดล้อมที่สะอาดปลอดโปร่ง ใช้น้ำกากอนามัยปิดจมูกเวลาไอหรือจามเป็นต้น และทราบถึงวิธีการรักษา การรับประทานยาอย่างได้ถูกต้องตามระยะเวลาที่แพทย์กำหนด โดยยาที่ใช้ในการรักษาอาจมีหลายขนานร่วมกันตามสูตรยาหลัก 2IRZE/4-7IR ซึ่งมีวิธีการรับประทานยาคือ ในช่วง 2 เดือนแรกให้ยา 4 ชนิด ดังนี้ คือ Isoniazid, Rifampicin, Pyrazinamide และ Ethambutol หลังจากนั้นหากพบว่าเชื้อตอบสนองต่อ isoniazid และ rifampicin ก็ให้ยาทั้ง 2 ชนิดต่ออีก 4-7 เดือน ซึ่งยาแต่ละชนิดที่ใช้อาจมีผลข้างเคียงต่อผู้ป่วยใช้ในการรักษาวัณโรคได้เช่น Isoniazid, Rifampicin, Streptomycin, Pyrazinamide ทำให้เกิดตับอักเสบ Streptomycin, Amikacin, Kanamycin ส่งผลเสียต่อประสาทหู สูญเสียการทรงตัวได้ ส่วน Ethambutol มีผลต่อการมองเห็นและอาจทำให้ตาบอดได้ ดังนั้นเพื่อให้การรักษาผู้ป่วยมีประสิทธิภาพสูงสุด ผู้ป่วยจึงควรปฏิบัติตามคำแนะนำของแพทย์ผู้เชี่ยวชาญอย่างเคร่งครัด ในทาง การแพทย์วัณโรคเป็นโรคที่รักษาให้หายขาดได้แต่การรักษาจะได้ผลดีหรือไม่ขึ้นอยู่กับความร่วมมือของผู้ป่วยเป็นหลัก ซึ่งถ้าหากผู้ป่วยปฏิบัติตามที่กล่าวมาได้จึงเชื่อได้ว่าปัญหาวัณโรคนี้จะมีจำนวนผู้ติดเชื้อนี้จะลดลงหรือหมดไปในที่สุดได้



เอกสารอ้างอิง

- กนกกร สุนทรขจิต. (2558). โรคติดเชื้อฉวยโอกาสวัณโรค. *วงการแพทย์*, 17(432), 1-8.
- กระทรวงสาธารณสุข. (2556). *แนวทางการดำเนินงานควบคุมวัณโรคแห่งชาติ* (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: สำนักงานกิจการโรงพิมพ์องค์การสงเคราะห์ทหารผ่านศึกในพระบรมราชูปถัมภ์
- กำพล สุวรรณพิมลกุล และจิรายุ วิสูตรานุกุล. (2553). *10 สถานการณ์วัณโรคในปัจจุบัน*. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- วสันต์ กาศิ. (2558). *วัณโรคและการรักษา*. เชียงใหม่: ยูเนียนออฟเซต.
- วันชัย เดชสมฤทธิพิชัย. (2552). *วัณโรค*. กรุงเทพฯ: หมอชาวบ้าน.
- Mia Chitra Dinisari. (2015). *Parlemen Asia Pasifik Bentuk Kaukus Tuberkulosis*. ค้นจาก <http://lifestyle.bisnis.com/read/20150904/106/469032/parlemen-asia-pasifik-bentuk-kaukus-tuberculosis>
- Phimaimedicine. (2557). *วัณโรคและการติดเชื้อเอชไอวี (Tuberculosis and HIV)*. ค้นจาก <http://www.phimai-medicine.org/2014/10/2797-tuberculosis-and-hiv.html>
- Siamhealth. net. (2015). *การฉีดวัคซีน BCG*. ค้นจาก http://www.siamhealth.net/public_html/Disease/infectious/Tuberculosis/bcg.html#.ViGRNG50Ak0
- Tuberculosis and chest service, Department of Health, The Government of the Hong Kong Special Administrative Region. (2006). *What are the symptoms of TB?*. ค้นจาก http://www.info.gov.hk/tb_chest/contents/c126.htm
- Tuberculosis and chest service, Department of Health, The Government of the Hong Kong Special Administrative Region. (2006). *Preventive measures for tuberculosis*. ค้นจาก http://www.info.gov.hk/tb_chest/contents/c1212.htm

Translated Thai References

- Dejsomritrutai, W. (2009). *Tuberculosis*. Bangkok: Thaihealthbook. (in Thai)
- Katip, W. (2015). *Treatment of tuberculosis*. Chiang Mai: Union Offset. (in Thai)
- Ministry of Public Health. (2013). *National Tuberculosis control program guidelines* (2nd ed.). Bangkok: The War Veterans Organization of Thailand Under Royal Patronage of His Majesty the King Printing House. (in Thai)
- Sunthornkajit, K. (2015). Opportunistic infections: Tuberculosis. *The Medical News*, 17(432), 1-8. (in Thai)
- Suwanpimolkul, K. & Visuthranukul, J. (2010). *10 situation of tuberculosis in current*. Bangkok: Chulalongkorn University. (in Thai)



Use of Online Social Media and eHealth Literacy of Urban Youth in Phuket Province, Thailand

การใช้สื่อสังคมออนไลน์และการรู้เท่าทันสื่อสุขภาพของเยาวชน ในอำเภอเมืองภูเก็ต

Nattawadee Boonwattanopas

Abstract

This study investigated online social media use behaviors of youth in urban area of Phuket Province in order to identify the eHealth literacy level and also determine differences in level of eHealth literacy relating to genders and level of education. Participants consist of elementary and high school students, the 4th to 12th graders. Questionnaire was used to collect data from 465 elementary and high school students, the 4th to 12th graders in September 2015. Results showed teenagers in different gender and level of education have different behaviors of using internet and social media. Moreover, the eHealth literacy skills are also different depending on genders and ages. Youths in Phuket have eHealth literacy in moderate level in conclusion. In order to promote eHealth literacy skill in youths, it should be included in the school curriculum since elementary school level.

Keywords: online social media, elementary school students, junior high school students, senior high school students, eHealth literacy

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาพฤติกรรมการใช้สื่อสังคมออนไลน์ และระดับความสามารถในการรู้เท่าทันสื่อสุขภาพอิเล็กทรอนิกส์ ตลอดจนเปรียบเทียบระดับความสามารถในการรู้เท่าทันสื่อสุขภาพอิเล็กทรอนิกส์ของเยาวชนที่มีเพศ และระดับการศึกษาแตกต่างกัน โดยใช้แบบสอบถามจำนวน 465 ชุด เก็บรวบรวมกลุ่มตัวอย่างที่ได้จากการสุ่มตัวอย่างอย่างง่ายในกลุ่มนักเรียนระดับประถมศึกษาตอนปลาย มัธยมศึกษาตอนต้นและตอนปลายของโรงเรียนในเขตเทศบาลเมืองภูเก็ตในช่วงเดือนกันยายน 2558 วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้การแจกแจงความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน การคำนวณค่าคะแนน และการวิเคราะห์ความแปรปรวน ผลการศึกษาพบว่า สื่อสังคมออนไลน์ที่ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่ใช้ทุกวัน ได้แก่ เฟซบุ๊ก (252 หรือ 54.3%), ไลน์ (231 หรือ 49.7%), การดูวิดีโอหรือฟังเพลงออนไลน์ (221 หรือ 47.7%) ประมาณ 3-4 ชั่วโมง/วัน แหล่งสารสนเทศสุขภาพที่ส่วนใหญ่ใช้คือแพทย์และบุคลากรทางการแพทย์ (187 หรือ 40.39%) รองลงมาคือแหล่งอินเทอร์เน็ต (120 หรือ 25.32%); เนื้อหาที่สับสนมากที่สุดคือสารสนเทศเกี่ยวกับการดูแลสุขภาพที่สมบูรณ์ ($\bar{X}=1.75$, $SD=0.959$) รองลงมาคือการใช้ยาเพื่อการรักษา ($\bar{X}=1.58$, $SD=0.899$) ในภาพรวม

ผู้ตอบแบบสอบถามมีค่าเฉลี่ยของการรู้เท่าทันสื่อสุขภาพในระดับสูง ($\bar{X}=3.52$, $SD=0.847$). นักเรียนหญิงมีค่าเฉลี่ยของการรู้เท่าทันสื่อสุขภาพสูงกว่านักเรียนชายอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และพบว่านักเรียนที่มีระดับการศึกษาแตกต่างกันมีค่าเฉลี่ยการรู้เท่าทันสื่อแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

คำสำคัญ: สื่อสังคมออนไลน์, นักเรียนประถมต้น, นักเรียนมัธยมต้น, นักเรียนมัธยมปลาย, การรู้เท่าทันสื่อสุขภาพ



Background

Traditional media devices and technologies have been progressively developed in order to use with Internet. Online and social media has become increasingly popular and important in every society. These media are used in all aspects of one's life, at home or office, for works or leisure and are expanded to healthcare system to provide healthcare information to many groups of people. Electronic information resources have recently become more and more popular and play a major role in health care system and social network technologies have become part of health education and wider health promotion.

Trend about good health care has been recently increased since many people want to have a good health and live longer. Therefore, browsing on Internet about health care is very a trendy activity in 21st century. Every day more people who have health problems and also concern with their health go online to find out ways to protect, rescue from the problems despite various problems with the quality of information or inefficiencies in accessing it (Risk & Petersen, 2002).

Having a well-being is not only for adult and elderly but also young people or teenagers to pay attention on it. Today's youth are using PC and mobile new media technologies at unprecedented levels. News reports that teens spend a lot of time watching TV, videos and movies, playing video games, reading, listening to music and checking social media (Wallace, 2015). Similarly, uses of online social media among Thai youths are rapidly increasing as confirmed in the studies of Bangkok

University Research Center (2013), Jitsaeng (2014) and Wonganantnont (2014), to name a few, who have explored and reported upon the scope and nature of this media use among youths in Thailand.

Developmentally, youths at this stage of life are striving to establish a sense of independence and self-identity, and gain acceptance from their peers. At this period, it is a critical time when health-risk behaviors (eg, substance use and high-risk sexual behaviors) are often initiated (Jessor, 1982). Socialmedia has emerged as a potentially powerful medium for communication with youths around their health choices. Youths have access to more health information than in the past and possess the capacity to take an active role in tasks such as self-monitoring their health and adhering to medications. It was found that common health topics searched included high-risk sexual behaviors, alcohol, tobacco, and other drug use, Internet safety, mental health issues, medical conditions (Yonker at al., 2015). If eHealth among the youth is to realize its potential for improving their health, the knowledge on their use of social media and eHealth literacy should be understood. The gap between what is provided and what youth can access must be acknowledged and remedied.

This study could shed lights on uses of online social media and eHealth literacy among youth in urban area. The results could be useful for teachers, librarians, parents and healthcare providers to actively and appropriately address online social media use and eHealth literacy issues of youth.

Objectives

The purpose of the study was to assess online and social media use behavior and eHealth literacy among students in Phuket Province. The specific aims were to: (1) study online and social media use behaviors; (2) identify the self-reported eHealth literacy levels, and (3) determine differences in levels of eHealth literacy among the students with different gender and level of education.

Literature Review

The term of electronic health information has been named as “eHealth” since 2000 (Stellefson et al., 2011). The construct of eHealth literacy represents a foundational skill set that combines six forms of literacy that extend beyond traditional definitions of health literacy and numeracy to include: (1) traditional, (2) information, (3) media, (4) health, (5) scientific, and (6) computer (Norman & Skinner, 2006). As far as evaluation is concerned, no identified studies described validated computer-based health literacy screening instruments. However, the eHealth Literacy Scale (eHEALS) is a reliable measure of patients’ perceived skills at finding and using electronic health information.

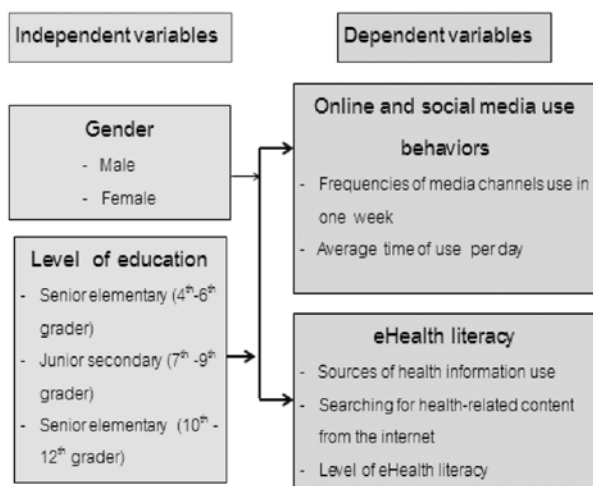
As eHealth is relevant to healthcare and Internet thus using consumer-directed eHealth resources, from online interventions to informational websites and engaging with eHealth requires a skill set, or literacy, of its own in order to find and read text, use information technology, and appraise health information from electronic sources and apply the knowledge gained to addressing or solving a health problem. Inadequate health literacy inflates healthcare inefficiencies; low literacy individuals use fewer preventive services and less health information technology, and they have higher rates of emergency department utilization, poorer overall health status and greater risk of death (Collins et al., 2012).

The differences of people’s status, opportunity and environments could impact to the use and access of electronic resources (Neter & Brainin, 2012). Study of information technology use and literacy found that as literacy skill levels rise, the perceived usefulness of computers, diversity and intensity of Internet use, and use of computers for task-oriented purposes rise with it, even when factors such as age, income, and education levels are taken into account (Veenhof, Clermont & Sciadas, 2005). As internet and online social media have enormous health information, people should have knowledge to make decision about information they found. Balatsoukas et al. (2015) found that social support, peer pressure, and information sharing in online communities may affect health behaviors and effectiveness of online social networking within health promotion interventions. Furthermore, if there are positive and sustained effects, then social network technologies could increase the effectiveness and efficiency of many public health campaigns, therefore eHealth literacy could bring ideas and knowledge to people about electronic health information (Stellefson et al., 2011).

Yonkeret et al. (2015) identified 288 studies involving social media for interacting with adolescents and young adults in order to achieve positive health outcomes. Results revealed the ways in which social media was leveraged by these studies, among several of studies, included health information. Several studies used more than one social media platform and addressed more than one health-related topic. They concluded that social media technologies offer an exciting new means for engaging and communicating with adolescents and young adults; it has been successfully used to engage this age group, identify behaviors, and provide appropriate intervention and education.

Conceptual Framework

Based on the aforementioned review, demographical and psychological factors affect uses of online social media, sources of health information and type of content searched and level of eHealth literacy. Specifically, in this study only gender and level of education of the samples were determined as seen in diagram below.



Research Method

Population and sample

Population comprised of 19,415 students who enrolled in fourth to twelfth grade of the schools in Municipality are of Muang Phuket District. (Phuket Primary Educational Area, 2016). The sample size calculation based on Yamane table with reliability of 95 and error ± 5 yield minimum required sample size of 392. Two schools with highest number of secondary students (Satree Phuket School) and elementary students (Plukpunya Municipality School) were selected. One class of each grade level was randomly selected. Students in the selected class were asked to answer the questionnaire by their teachers. Total of 465 questionnaires were completed and used in data analysis.

Measurement

Questionnaire was used to collect data on personal data, income and social media used and eHealth literacy of the samples. The measurements included:

1. Personal data: Gender, level of education, GPA, income of parents and age of the respondents were collected in this study.

2. Online and social media use: The survey on online and social media use comprised of:

2.1 Frequencies of media channels uses in one week. Four options of time use per day included (1) never use (2) less than 1 hour (3) between 1-2 hours and (4) more than 2 hours.

2.2 Average time of social media use per day. Respondents had 7 options which included (1) less than an hour (2) 1-2 hours (3) 3-4 hours (4) 5-6 hours (5) 7-8 hours (6) 9-10 hours and (7) more than 10 hours.

3. eHealth literacy: The eHealth literacy in this study comprised of 3 measurements; (1) information about health or medical topics searched of the respondents (2) types of health-related internet use, and (3) level of eHealth literacy.

3.1 Searching for health information from different resources was measured by asking the question: The most recent time you looked for information about health or medical topics, where did you go first?

3.2 Health-related Internet use was to measure the content of health information searched from the internet by asking the respondent to response to the question: Have you ever searched for information on the following contents? Respondent has 4 options to answer: regularly, occasionally, rarely and never. The level of content searched was categorized into 3 groups: low (1.00-1.33), moderate (1.34-2.66), and high (2.67-4.00), with Cronbach's alpha reliability at.868.

3.3 Level of eHealth literacy in this study was measured using the eHealth Literacy Scale (eHEALS) developed by Norman & Skinner (2006). The eHEALS determines students' combined knowledge, confidence, and perceived skills finding, evaluating, and applying electronic health information to health problems. The measure consists of 8-items scored on a 5-point Likert scale ranging from 1 (strongly disagree) to 5 (strongly agree). The English version of an instrument was translated and back translated and the Thai version with Cronbach's alpha reliability at .810 was used to collect the data. Higher average score on the eHEALS indicates higher level of eHealth literacy (average score range 1.00-5.00).

Data analysis

Questionnaire Frequency, percentage, mean, and standard deviation were used to describe the data. Cross tabulation, t-test, One-way Anova, and Post Hoc Test were used to determine differences in levels of eHealth literacy among the students with different gender and level of education.

Results

Section 1: Respondent Profile

Participants were 235 male students (58.75%) and 231 female students (48.75%), 202 (43.44%) of senior elementary students (4th to 6th graders), 122 (26.24%) of junior high school students (7th to 9th graders) 122 participants, and 141 (30.32%) of senior high school students (10th to 12th grader), majority of the students had GPA 2.50 and above and among of them, 152 students (33.3%) had GPA 3.50 and above, Parent of 137 of students (29.7%) had income less than 30,000 THB; and majority of the students, 226 (48.4%) aged 12 or less.

Section 2: Online and social media use behavior

2.1 Online and social media uses per week by media channels.

Among different online and social media channels, it was found that the top four online and social media application used every day by majority of the respondents were Facebook (252 or 54.3%), Line (231 or 49.7%), watch video/listen to music online (221 or 47.7%) and searching information and download files (147 or 31.7%) respectively. The least used application was email (59 or 12.9%).

As level of use, it was found that the respondents had high level of use of applications as follows; watch video/listen to music online ($\bar{X} = 2.85$, $SD = 1.286$), Facebook ($\bar{X} = 2.82$, $SD = 1.452$) and Line ($\bar{X} = 2.70$, $SD = 1.445$), respectively. Email had lowest mean score of use ($\bar{X} = 1.03$, $SD = 1.402$)

Comparison of level of use by gender, it was found that male students had highest mean score on using Facebook ($\bar{X} = 2.87$, $SD=1.400$) followed by watching video/listening to music online ($\bar{X} = 2.75$, $SD=1.306$) and using Blogs was the lowest ($\bar{X} = 0.96$, $SD=1.354$), respectively. Different of use among female students to that of male counterpart was found. Female students had the highest mean score on watching video/listening to music online ($\bar{X} = 2.94$, $SD=1.261$), followed by using Facebook ($\bar{X} = 2.78$, $SD=1.504$) of which were at the high level of use. Mean score of using Email was the lowest ($\bar{X} = 0.95$, $SD=1.391$).

Comparison among students with different level of education revealed different use behaviors. Among senior elementary school students, they had highest mean score on watching video/listening to music online ($\bar{X} = 2.98$, $SD=1.282$) followed by using Facebook ($\bar{X} = 2.37$, $SD=1.621$) which were at high level, and the lowest mean score on using Twitter ($\bar{X} = 0.51$, $SD=1.050$) which was at low level of use. Among the junior high school, it was found that Facebook was used at high level with highest mean score of 3.00 ($SD=1.1900$) followed by using Line ($\bar{X} = 2.90$, $SD=1.313$) and the

lowest level of use on Twitter ($\bar{X} = 0.74$, $SD=1.255$), respectively. As for the senior high school students, it was found that they have the highest mean score of using Line ($\bar{X} = 3.46$, $SD=1.089$) followed by using Facebook ($\bar{X} = 3.34$, $SD=1.176$) and the lowest mean score on using Email ($\bar{X} = 0.79$, $SD=1.338$), respectively. Details are in Table 1.

2.2 Level of online and social media uses per day.

Overall, it was found that majority of the respondents (132 or 28.95%) spent time using online and social media between 3-4 hours a day, followed by 1-2 hours a day (123 or 26.97%) and only 11 (2.41%) of respondents reported that they used more than 10 hours a day.

Comparison between male and female respondent revealed similar pattern of uses which was consistent with overall use behavior. It was found that majority of the respondents used online and social media between 3-4 hours a day (73 or 32.02% of male respondents

and 56 or 24.56% of female respondents) followed by using between 1-2 hours a day (67 or 29.39% of male respondents and 56 or 24.56% of female respondents), respectively.

Among the respondents with different level of education, similar pattern of time spent per day was found in the senior elementary and junior high school students and this pattern was consistent with overall use behavior. Majority of respondents used online and social media between 1-2 hours a day (62 or 31.16% of senior elementary school students and 47 or 39.50% of junior high school students) followed by using between 3-4 hours a day (51 or 25.63% of senior elementary school students and 46 or 38.66% of junior high school students), respectively. It should be noted that senior high school students spent more hours with online and social media. It was that majority 44 or 31.88% of senior high school students spent 7-8 hours a day and 35 or 25.36% spent time between 3-4 hours a day using online and social media. The results are shown in Table 2.

Table1

Mean and standard deviation of using online and social media per week according to gender and level of education of the respondent

Media type	Male			Female			Senior elementary school students			Junior high school students			Senior high school students			Total		
	Mean	SD	Level	Mean	SD	level	Mean	SD	level	Mean	SD	level	Mean	SD	level	Mean	SD	Level
Email	1.10	1.412	L	0.95	1.391	L	0.70	1.148	L	1.83	1.552	M	0.79	1.338	L	1.02	1.402	L
Line	2.70	1.461	H	2.70	1.432	H	2.07	1.457	M	2.90	1.313	H	3.46	1.089	H	2.70	1.445	H
Instagram	1.45	1.539	M	1.79	1.691	M	0.98	1.366	L	1.25	1.355	L	2.87	1.473	H	1.62	1.623	M
SocialCam	1.47	1.540	M	1.55	1.678	M	0.85	1.248	L	1.07	1.330	L	2.86	1.480	H	1.51	1.609	L
Twitter	1.17	1.590	L	1.37	1.689	M	0.51	1.050	L	0.74	1.255	L	2.83	1.573	H	1.27	1.641	L
Facebook	2.87	1.400	H	2.78	1.504	H	2.37	1.621	M	3.00	1.190	H	3.34	1.176	H	2.82	1.452	H
Blogs	0.96	1.354	L	1.20	1.512	L	0.76	1.100	L	1.81	1.633	M	0.92	1.485	L	1.08	1.438	L
Read Webboard (e.g. Pantip, Dekdee, Sanook, etc.)	1.53	1.372	M	1.76	1.504	M	0.80	1.022	L	2.42	1.401	M	2.20	1.358	M	1.65	1.442	M
Searching information and download file	2.38	1.315	M	2.47	1.327	M	2.00	1.253	M	2.48	1.279	M	2.99	1.241	H	2.42	1.321	M
Watch Video/ listen to music online	2.75	1.306	H	2.94	1.261	H	2.98	1.282	H	2.33	1.287	M	3.10	1.169	H	2.85	1.286	H
Play Online Game	2.06	1.455	M	1.69	1.552	L	1.98	1.508	M	1.71	1.452	M	1.88	1.567	M	1.88	1.513	M

*Low level use (L) = 0.00-1.33, Moderate level use (M) = 1.34-2.66, High level use (H) = 2.67-4.00

Table 2

Average amount of time using online and social media per day according to gender and level of education of the respondents

Duration of time used per day	Male		Female		Senior elementary school students		Junior high school students		Senior high school students		Total	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
1. less than 1 hour	9	3.95%	42	18.42%	46	23.12%	1	0.84%	4	2.90%	51	11.18%
2. 1-2 hours	67	29.39%	56	24.56%	62	31.16%	47	39.50%	14	10.14%	123	26.97%
3. 3-4 hours	73	32.02%	59	25.88%	51	25.63%	46	38.66%	35	25.36%	132	28.95%
4. 5-6 hours	30	13.16%	26	11.40%	15	7.54%	14	11.76%	27	19.57%	56	12.28%
5. 7-8 hours	32	14.04%	32	14.04%	13	6.53%	7	5.88%	44	31.88%	64	14.04%
6. 9-10 hours	11	4.82%	8	3.51%	5	2.51%	4	3.36%	10	7.25%	19	4.17%
7. more than 10 hours	6	2.63%	5	2.19%	7	3.52%	0	0.00%	4	2.90%	11	2.41%
Total	228	100.00%	228	100.00%	199	100.00%	119	100.00%	138	100.00%	456	100.00%

Section 3: Level of eHealth literacy relating to genders and level of education.

3.1 Informal sources used for health

Results revealed that majority of respondents (187 or 40.39%) consulted doctor or health care provider followed by using the internet (120 or 25.32%) and the lowest number of respondent (3 or 0.65%) used newspaper and telephone information number, respectively.

Comparison of health information sources used between male and female students revealed similar findings. Firstly, they consulted doctors or health care provider (110 or 47.01% of male respondents and 77 or 33.62% of female respondents) followed by using the internet (57 or 24.36% of male respondents and 63 or 27.51% of female respondents). Only 1 or 0.43% of male respondents used telephone information number whereas that of 1 or 0.44% of female counterpart used brochures, pamphlets, etc.

Among respondent with different level of education, it was found that equal number of senior elementary school student (60 or 29.70%) visit doctor or health care provider and used internet for their health information. As for senior high school students group, 99 or 70.21% visited doctor or health care provider. It should be noted that no female and high school students used newspapers. Results were shown in Table 3.

3.2 Health-related internet use

As far as health information from the internet is concerned, results reveal that the highest mean score of the type of information searched was on healthy lifestyle ($\bar{X} = 1.75$, $SD = 0.959$) followed by information on medication ($\bar{X} = 1.58$, $SD = 0.899$) which were at moderate level. It should be noted that peer-support forums had the lowest mean score of use in overall and respondents with different gender and level of education which was at low level of use.

Comparison of type of health information searched between male students and female students revealed their different type of health information use. The highest level of use among male students was information on healthy lifestyles ($\bar{X} = 1.66$, $SD = 1.009$) followed by information on medication ($\bar{X} = 1.51$, $SD = 0.946$) whereas their female counterparts searched for information on healthy lifestyles ($\bar{X} = 1.85$, $SD = 0.896$) followed by information about care providers ($\bar{X} = 1.68$, $SD = 0.954$), respectively.

Among respondents from different level of education, different types of information use were found. Healthy lifestyles had highest mean score of use among senior elementary school students ($\bar{X} = 1.70$, $SD = 0.982$), and junior high school students ($\bar{X} = 1.72$, $SD = 0.887$), respectively, which was at moderate level. Next, Information about medication was used at moderate level among the senior elementary school students ($\bar{X} = 1.57$, $SD = 0.867$) and information about care providers was used at moderate level among junior high school students ($\bar{X} = 1.57$, $SD = 0.929$), respectively.

It should be noted that senior high school students had different type of health information used. They searched for information about diseases ($\bar{X} = 1.99$, $SD = 1.049$) followed by information on healthy lifestyles ($\bar{X} = 1.86$, $SD = 0.983$). Results are shown in Table 4.

3.3 Level of eHealth literacy

Overall, results reveal that the respondents had high level of eHealth literacy ($\bar{X} = 3.52$, $SD = 0.847$). It was found that female students had higher mean score of eHealth literacy than male counterpart ($\bar{X} = 3.62$, $SD = 0.821$ against $\bar{X} = 3.43$, $SD = 0.863$). t-test of eHealth literacy means score between male and female indicated that there are statistical difference at significant level of .05 ($t = -2.480$, $df = 462$, $\text{Sig. (2-tailed)} = .013$).

Among respondents with different level of education, it was found that the senior high school

students had highest mean score of eHealth literacy ($\bar{X} = 3.72$, $SD=0.627$) followed by senior elementary school students ($\bar{X} = 3.45$, $SD=0.793$) and that of junior high school students ($\bar{X} = 3.43$, $SD=1.089$), respectively. Results are shown in Table 5.

Comparison of eHealth literacy mean score of respondents with different level of education using Welch test indicated statistical difference of means at significant level .001 (Welch statistic^a =7.609, $df^1=2$, $df^2=265.018$) and result of Dunnett T3 test revealed mean difference is significant at the 0.05 level as shown in Table 6.

Table 3
Information sources about health or medical topics searched according to gender and level of education of the respondents

Information sources about health or medical topics	Male		Female		Senior elementary school students		Junior high school students		Senior high school students		Total	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
1. Books	10	4.27%	19	8.30%	25	12.38%	3	2.50%	1	0.71%	29	6.26%
2. Brochures, pamphlets, etc.	5	2.14%	1	0.44%	1	0.50%	1	0.83%	4	2.84%	6	1.30%
3. Family	20	8.55%	30	13.10%	27	13.37%	12	10.00%	11	7.80%	50	10.80%
4. Friend/Co-worker	9	3.85%	6	2.62%	2	0.99%	7	5.83%	6	4.26%	15	3.24%
5. Doctor or health care provider	110	47.01%	77	33.62%	60	29.70%	28	23.33%	99	70.21%	187	40.39%
6. Internet	57	24.36%	63	27.51%	60	29.70%	57	47.50%	3	2.13%	120	25.92%
7. Library	3	1.28%	3	1.31%	4	1.98%	0	0.00%	2	1.42%	6	1.30%
8. Magazines	10	4.27%	21	9.17%	16	7.92%	10	8.33%	5	3.55%	31	6.70%
9. Newspapers	3	1.28%	0	0.00%	3	1.49%	0	0.00%	0	0.00%	3	0.65%
10. Telephone information number	1	0.43%	2	0.87%	3	1.49%	0	0.00%	0	0.00%	3	0.65%
11. Complementary, alternative, or unconventional practitioner	6	2.56%	7	3.06%	1	0.50%	2	1.67%	10	7.09%	13	2.81%
Total	234	100.00%	229	100.00%	202	100.00%	120	100.00%	141	100.00%	463	100.00%

Table 4

Health-related Internet use according to gender of the respondents: Have you ever searched for information on the following contents? (n=466)

Types of content searched	Male			Female			Senior elementary school students			Junior high school students			Senior high school students			Total		
	Mean	SD	Level	Mean	SD	Level	Mean	SD	level	Mean	SD	level	Mean	SD	level	Mean	SD	Level
1. Diseases	1.33	1.100	M	1.45	0.951	M	1.20	0.873	M	1.02	0.957	M	1.99	1.049	M	1.39	1.030	M
2. Healthy lifestyle	1.66	1.009	M	1.85	0.896	M	1.70	0.982	M	1.72	0.887	M	1.86	0.983	M	1.75	0.959	M
3. Medication	1.51	0.946	M	1.65	0.845	M	1.57	0.867	M	1.44	0.901	M	1.71	0.930	M	1.58	0.899	M
4. Treatments	1.43	0.950	M	1.65	0.909	M	1.49	0.930	M	1.40	0.927	M	1.72	0.928	M	1.54	0.935	M
5. Care providers	1.39	1.003	M	1.68	0.954	M	1.49	0.970	M	1.57	0.929	M	1.57	1.064	M	1.53	0.988	M
6. Patient organizations	1.12	0.989	M	1.26	0.964	M	1.07	0.911	M	1.12	0.988	M	1.41	1.032	M	1.19	0.978	M
7. Law regulations related to health conditions	1.10	1.031	M	1.22	0.961	M	1.19	0.984	M	1.03	1.004	M	1.23	1.010	M	1.16	0.998	M
8. Peer-support forums	0.94	1.087	L	0.93	0.915	L	1.05	1.045	M	0.88	0.887	L	0.82	1.030	L	0.94	1.005	L

*Low level use (L) = 0.00-0.99, Moderate level use (M) = 1.00-2.00, High level use (H) = 2.01-3.00

Table 5

Levels of eHealth Literacy according to gender and level of education of the respondents (n=466)

eHealth Literacy	Male			Female			Senior elementary school students			Junior high school students			Senior high school students			Total		
	Mean	SD	Level	Mean	SD	Level	Mean	SD	level	Mean	SD	level	Mean	SD	level	Mean	SD	Level
1: I know what health resources are available on the Internet	3.71	1.264	H	3.91	1.171	H	3.48	1.270	HH	3.63	1.166	H	4.45	.922	HH	3.81	1.222	H
2: I know where to find helpful health resources on the Internet	3.78	1.163	H	3.86	1.094	H	3.73	1.176	H	3.59	1.218	H	4.14	.891	H	3.82	1.129	H
3: I know how to find helpful health resources on the Internet	3.45	1.245	H	3.59	1.154	H	3.25	1.182	M	3.48	1.268	H	3.95	1.045	H	3.52	1.201	H
4: I know how to use the Internet to answer my health questions	3.45	1.140	H	3.59	1.168	H	3.44	1.195	H	3.45	1.247	H	3.69	.994	H	3.52	1.155	H
5: I know how to use the health information I find on the Internet to help me	3.40	1.307	H	3.60	1.123	H	3.49	1.227	H	3.49	1.239	H	3.54	1.210	H	3.50	1.223	H
6: I have the skills I need to evaluate the health resources I find on the Internet	3.26	1.208	M	3.43	1.126	H	3.33	1.075	M	3.22	1.189	M	3.48	1.274	H	3.35	1.170	H
7: I can tell high-quality from low-quality health resources on the Internet	3.08	1.290	M	3.44	1.241	H	3.24	1.191	M	3.27	1.227	M	3.27	1.439	M	3.26	1.277	H
8: I feel confident in using information from the Internet to make health decisions	3.29	1.387	M	3.55	1.206	H	3.61	1.159	H	3.30	1.315	M	3.25	1.460	M	3.42	1.306	H
Total	3.43	0.863	H	3.62	0.821	H	3.45	0.793	H	3.43	1.089	H	3.72	0.627	H	3.52	0.847	H

*Lowest (LL)=1.00-1.80, Low (L)= 1.81-2.60, Moderate (M)= 2.61-3.40, High (H)=3.41-4.20, Highest (HH) = 4.20-5.00

Table 6

Dunnett T3 Post Hoc Test of eHealth literacy average means score of respondents with different level of education

Dependent Variable: eHealth literacy

Level of education				Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
							Lower Bound	Upper Bound
Dunnett T3	1.00 senior elementary	2.00 junior high		.01659	.11332	.998	-.2562	.2894
		3.00 senior high		-.27598*	.07682	.001	-.4603	-.0917
	2.00 junior high	1.00 senior elementary		-.01659	.11332	.998	-.2894	.2562
		3.00 senior high		-.29257*	.11188	.029	-.5620	-.0231
	3.00 senior high	1.00 senior elementary		.27598*	.07682	.001	.0917	.4603
		2.00 junior high		.29257*	.11188	.029	.0231	.5620

* The mean difference is significant at the 0.05 level.

Discussion and Suggestion

Data analysis yield interesting finding on online social media use and eHealth literacy among urban youths in Phuket as follows.

Online social media use: The study confirms that people in various demographic such as gender, and level of education have different preferences, skills and abilities to use the Internet. The findings indicated that students in elementary school use email, seek information and download files, read webboard less than students in high school. This could presume that students in lower level of education see that the activities about finding information are not important to them comparing to students in higher education. The results supported Neter & Brainin (2012) who found that adolescents' skills are different depending on their status, gender, age and so on. Thus, it could be important to teachers and parents to look after their children especially aged in elementary school when they browse and use social media because they might lack of literacy skills.

The finding on frequency of use online and social media was not a surprise as it was found in Bangkok Poll

(Bangkok University Research Center (2013) that youths usually spend 3 - 4 hours per day with computer and internet for their activities and Wonganantnont (2014) also found that children normally spend more than 3 hours in using computer for each activity.

The research results illustrate those young adults who study in 4th - 12th grades use online and social media in their daily life. Moreover, they use many types of media to support their activities. Facebook, Line, and video and music online are used at the top three ranks of media channels. It was found that different gender used different social media channels. Male teenagers prefer using Facebook the most whereas video and music online are mostly used by female youths. Moreover, Students in elementary school most use Internet to watch video and listen to music. However, high school students use other channels of media exposure through Facebook and Line. This might because elementary school students would not have many things to communicate with others yet. Therefore, they use Internet to relax themselves. Students in each level of education have no difference in spending time for Internet. The research showed that

majority of students spent 3 - 4 hours a day browsing on the Internet to support their purposes.

eHealth Literacy: Regarding eHealth literacy, it was found that students with different gender had the same level of eHealth literacy (medium to high level). The digital divide index (DIDIX) from Israeli study showed that the relation between gender and eHealth literacy was lower than other characteristics such as age, education and income (Neter & Brainin, 2012).

As far as source of health information is concerned, the study found that doctor or health care provider was the source used by majority of the samples followed by internet source although they had moderate to high level of eHealth literacy. Neter & Brainin (2012) and Stelfox et al. (2011) found that although youths have skills and knowledge to address and solve their health problems through using online sources, they still prefer to receive health information by verbal and face-to-face communication with doctors or health care providers.

In health care, both male and female students use Internet in moderate level to find information about health care. Surfing Internet for peer-support forums was used at lowest level among all youths group. Healthy lifestyle had the highest mean score among the content searched for in all group except among the senior high school. It was found that the senior high school had the highest mean score of their content need was on the diseases. Result also revealed that senior high school students have the highest ability to know what health resources are available on the Internet. It may be because that they have more experiences in browsing on the Internet.

It could be concluded that teenagers in Phuket have eHealth literacy in moderate level. Youths in different genders, ages and level of education have

different skills and behaviors on using internet and social media, therefore, teaching more skills of learning how to use, consider and determine and also what to believe are very vital for teenagers. If they have confidence to use and determine content from internet, internet would be popular to be used as health care information sources. Therefore, program to promote eHealth literacy should be included in the school curriculum in order to literate youths on how to evaluate and use internet source for their health care prevention, especially among product to promote healthy lifestyle, such as drug to control weight, facial and beauty products, etc.

As the Facebook and Line are the most frequent used online media platform, the use of these platforms for health information should be emphasized. Facebook fanpage is the source often used to circulate healthy products to promote lifestyle of the consumers. Youth should be taught the skill or “how to” to be able to evaluate and identify between the good and the bad, harmful or useful information about healthy products.

Line is also an important source of health information at present and a dangerous one, more than Facebook. Line is a personal channel and no one can check its message unless the owner of the account agreed while Facebook content is more or less in public sphere and allow free access. eHealth literacy on Line platform also need at the forefront row. These literacies, both social media literacy and eHealth literacy, should be promoted collaboratively by all concerned parties to maximize its potential and sustainability.

This study is limited to students in Phuket, for further investigate about eHealth literacy in Thai students; researchers could be expand scope to the country.



References

- Bangkok University Research Center. (2013). *Daily life of youth in online media era*. Retrieved from http://bangkokpoll.bu.ac.th/index.php?option=com_content&view=frontpage
- Balatsoukas, P., Kennedy, C. M., Buchan, I., Powell, J. & Ainsworth, J. (2015) The role of social network technologies in online health promotion: A narrative review of theoretical and empirical factors influencing intervention effectiveness. *J Med Internet Res*, 17(6), 141.
- Collins, S. A., Currie, L. M., Bakken, S., Vawdrey, D. K. & Stone, P. W. (2012). Health literacy screening instruments for eHealth applications: A systematic review. *Journal of Biomedical Informatics*, 45(3), 598 - 607.
- Jessor, R. (1982). Problem behavior and developmental transition in adolescence. *J Sch Health*, 52(5), 295-300.
- Jitsaeng, K. (2014). The relationship of individual and group factors to internet literacy skills of youth in KhonKaen Municipality. *Information*, 21(1), 46-60.
- Neter, E. & Brainin, E. (2012). eHealth literacy: Extending the digital divide to the realm of health information. *Journal of Medical Internet Research*, 14(1), 19.
- Norman, C. D. & Skinner, H. A. (2006). eHealth Literacy: Essential skills for consumer health in a networked world. *J Med Internet Res*, 8(2), 9.
- Norman, C. D. & Skinner, H. A. (2006). EHEALS: The eHealth literacy scale. *J Med Intern Res*, 8(1), 27.
- Phuket Primary Educational Area. (2016). *Numbers of student in Phuket area*. Retrieved from <http://phuketarea.go.th/webarea/10Jun/data.html>.
- Risk, A. & Petersen, C. (2002). Health information on the internet. *JAMA*, 287(20), 2713-2715.
- Stellefson, M., Hanik, B., Chaney, B., Chaney, D., Tennant, B. & Chavarria, E. A. (2011). eHealth literacy among college students: A systematic review with implications for eHealth education. *Journal of Medical Internet Research*, 13(4), 102.
- Veenhof, B., Clermont, Y. & Sciadas, G. (2005). *Literacy and digital technologies: Linkages and outcomes*. Retrieved from <http://www.statcan.ca/bsolc/english/bsolc?catno=56F0004MIE2005012>
- Wallace, K. (2015). *Teens spend a 'mind-boggling' 9 hours a day using media, report says*. Retrieved from <http://edition.cnn.com/2015/11/03/health/teens-tweens-media-screen-use-report/>
- Wonganantnont, P. (2014). Excessive internet usage behavioral in adolescents. *Journal of The Royal Thai Army Nurses*. 15(2), 173-178.
- Yonker, L. M., Zan, S., Scirica, C. V., Jethwani, K. & Kinane, T. B. (2015). Friending teens: Systematic review of social media in adolescent and young adult health care. *J Med Internet Res*, 17(1), 4.



สมุนไพรที่มีฤทธิ์ยับยั้งเชื้อวัณโรค

Medicinal Plants with Anti-Tuberculosis Activity

อารีรัตน์ ชื่อดี

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาหาสมุนไพรไทยที่มีฤทธิ์ยับยั้งเชื้อวัณโรค (*Mycobacterium tuberculosis* H₃₇ Ra) โดยการนำสารสกัดหยาบจากพืชสมุนไพรมาทดสอบด้วยวิธีการแยกและประกอบโปรตีนที่สามารถเรืองแสงฟลูออเรสเซนต์สีเขียวหรือโปรตีนจีเอฟพี (Green Fluorescent Protein--GFP) จากผลการวิจัยพบว่าสารสกัดหยาบจากเปลือกมังคุดและผลพริกไทยมีค่า MIC₉₀ เท่ากับ 12.50 - 50.00 และ 50.00 µg /ml ตามลำดับ และจากรายงานที่มีการศึกษาวิจัยของสารไพเพอร์รีน (piperine) ที่สกัดแยกได้จากผลพริกไทย โดยพบว่าสาร piperine ช่วยเพิ่มฤทธิ์ในการรักษาร่วมกับยาได้ ดังนั้นจึงเป็นแนวทางอีกทางเลือกหนึ่ง หากมีการนำสารสกัดที่ได้ไปใช้ร่วมกับยาด้านวัณโรคเพื่อเสริมฤทธิ์ในการรักษาร่วมกับยาด้านวัณโรค, ลดผลข้างเคียงและพิษของยาด้านวัณโรคที่ใช้ในปัจจุบันได้อีกทั้งยังสามารถลดการนำเข้าของยาที่มีราคาสูง ส่งผลทำให้ผู้ป่วยมีสุขภาพชีวิตที่ดีขึ้นได้

คำสำคัญ: สมุนไพรไทย, ฤทธิ์ยับยั้งเชื้อวัณโรค, เชื้อวัณโรค โปรตีนจีเอฟพี, ไพเพอร์รีน

Abstract

This research is an experiment research. The purpose of this research was studied of Thai medicinal plants with anti-tuberculosis activity (*Mycobacterium tuberculosis* H₃₇ Ra). Crude extracts were tested by technique of Green Fluorescent Protein (GFP). The results exhibited anti-tuberculosis activity of pepper with MIC₉₀ value of 12.50 - 50.00 and 50.00 µg /ml, respectively. There have been some researches on the anti-tuberculosis activity of piperine from *P. nigrum*. Piperine was found to increase the activity of medicine. Therefore, it is an alternative approach of extracts to combine with anti-tuberculosis drugs for synergistic treatment for reduce the side effects, toxic of medicinal agent and reduce the import of medicines with high prices have resulted in the patient's better for healthy life.

Keywords: Thai medicinal plants, anti-tuberculosis activity, *Mycobacterium tuberculosis* H₃₇ Ra, Green Fluorescent Protein (GFP), piperine

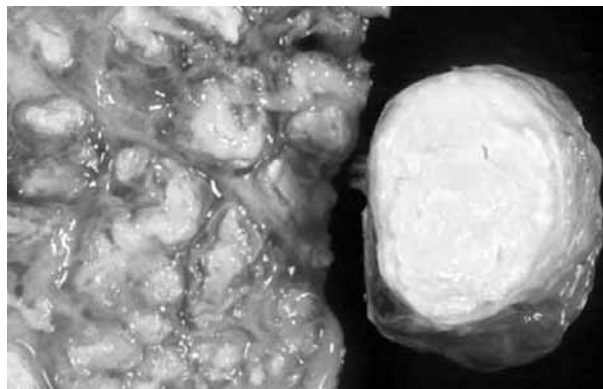
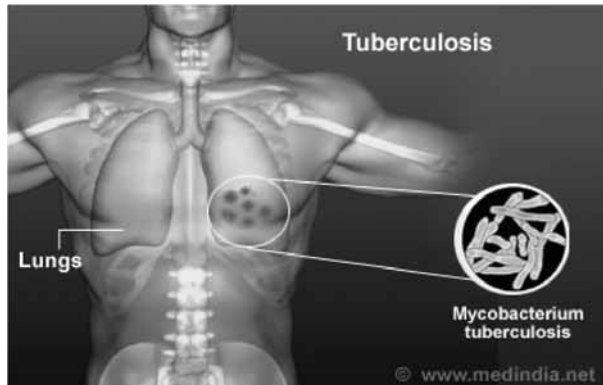


ความนำ

ในปัจจุบันสถานการณ์วัณโรคเริ่มทวีความรุนแรงมากขึ้นเรื่อย ๆ ซึ่งส่งผลกระทบต่อภาวะสุขภาพของชีวิตรวมถึงส่งผลกระทบต่อเศรษฐกิจสถานะของผู้ป่วยตลอดจนเศรษฐกิจระดับประเทศ โดยมีรายงานพบจำนวนผู้ป่วยวัณโรครายใหม่เพิ่มขึ้นทุกปี (กำพล สุวรรณพิมลกุล และคณะ, 2553) สำหรับประเทศไทยองค์การอนามัยโลกจัดให้เป็น 1 ใน 22 ประเทศที่มีปัญหาวัณโรคในระดับรุนแรง โดยคาดว่าจะมีผู้ป่วยวัณโรครายเก่าและใหม่รวมกว่า 110,000 ราย มีผู้ป่วยรายใหม่เพิ่มปีละประมาณ 86,000 ราย และมีผู้เสียชีวิตประมาณ 9,800 ราย (วงการแพทย์, 2556)

วัณโรคมีสาเหตุมาจากเชื้อแบคทีเรีย *Mycobacterium tuberculosis* หรือเรียกย่อ ๆ ว่า TB มักอยู่ในที่ที่มีออกซิเจนมาก ๆ เช่น ปอด เชื้อนี้จะทำให้ผู้ป่วยเกิดอาการไอติดต่อกันเป็นเวลานานและเกิดแผลในปอดจนทำให้เสียชีวิตได้ การติดต่อโดยการแพร่กระจายจากผู้ป่วยขณะไอ จาม การพูดหรือร้องเพลง ถ้าอนุโลมของฝอยนั้นมีขนาดพอเหมาะคือ 1-10 ไมครอน จะไม่รวมตัวเป็นกลุ่มก้อนแต่จะกระจายออกและลอยอยู่ทั่วไปในกระแสลม ซึ่งอนุโลมของฝอยจะมีเชื้อวัณโรคเกาะติดอยู่ 1-3 ตัว โดยเชื้อที่ออกมาจากน้ำลายหรือฝอยของเสมหะและจะลอยอยู่ในอากาศได้เป็นเวลานาน โดยเฉพาะในที่ที่อากาศไม่ถ่ายเทหรือไม่ค่อยมีแสงส่องถึง จึงเป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้เกิดโรควัณโรคในคนได้เกือบทุกอวัยวะ (คณะกรรมการพัฒนาระบบเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการควบคุมวัณโรคของสำนักงานการแพทย์, 2550; สมเกียรติ วัฒนศิริชัยกุลและคณะ, 2547) การติดเชื้อวัณโรคแบ่งได้เป็น 2 ระยะ คือระยะโรคสงบคือการที่คนคนหนึ่งมีเชื้อวัณโรคอยู่ในตัวแต่ไม่เกิดโรคและไม่มีอาการป่วยใด ๆ และระยะป่วยเป็นโรคซึ่งเป็นการป่วยเป็นโรคขึ้นมาในภายหลังได้ หากภูมิคุ้มกันอ่อนแอลง อาการที่พบบ่อยที่สุดของผู้ป่วยวัณโรคปอด คือ ไอเกิน 3 สัปดาห์ มักจะมีเสมหะร่วมด้วย ซึ่งเสมหะส่วนใหญ่จะมีสีเหลือง ขาวขุ่น เหนียว บางครั้งมีเลือดปน นอกจากนี้ผู้ป่วยเหล่านี้มักมีอาการอื่น ๆ ร่วมด้วย เช่น น้ำหนักลด อ่อนเพลีย มีไข้ (โดยเฉพาะตอนเย็น) เหงื่อออกตอนกลางคืน เจ็บหน้าอก หายใจหอบ เบื่ออาหาร ไอเป็นเลือด หรือไอเสมหะมีเลือดปน สำหรับผู้ป่วยที่เป็นวัณโรคนอกปอด (Extra pulmonary Tuberculosis) มักจะมีอาการ

ทั่วไป ได้แก่ น้ำหนักลด มีไข้ และมีเหงื่อออกตอนกลางคืน (คำเกิง ดันธรรมจาริก, 2548)



ภาพ 1 แสดงลักษณะของปอดที่ติดเชื้อ *Mycobacterium tuberculosis*

ที่มา. จาก *วัณโรคในโค*, โดย คณะสัตวแพทย์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, ค้นจาก <http://www.eidas.vet.chula.ac.th/th/diseases/people/bacteria/369>

กลไกการเกิดโรควัณโรค หลังจากที่เราหายใจเอาเชื้อโรคเข้าไปในปอด หากร่างกายเรามีภูมิคุ้มกันก็จะฆ่าเชื้อโรคได้ หากฆ่าได้ไม่หมดเนื่องจากจำนวนหรือความรุนแรงของเชื้อ เชื้อก็จะอยู่ในเม็ดเลือดขาว และแบ่งตัวอย่างช้า ๆ โดยจะแบ่งตัวทุก 25-32 ชั่วโมง จนกระทั่งเวลาผ่านไป 2-12 สัปดาห์จะมีปริมาณเชื้อ 1,000-10,000 เซลล์ซึ่งมีปริมาณมากพอที่จะทำให้ร่างกายสร้างภูมิต่อโรคซึ่งสามารถตรวจพบภูมิโดยการทดสอบทางผิวหนัง ก่อนที่ร่างกายจะสร้างภูมิคุ้มกันเชื้อจะแพร่กระจายไปยังระบบน้ำเหลืองและกระแสเลือดไปยังอวัยวะต่าง ๆ เช่น ต่อมน้ำเหลือง ไช้กระดูก ตับ ม้าม ปอดกลีบบน ไต กระดูก และสมอง (Kumar, V., et al., 2010) ในปัจจุบันนี้การติดเชื้อเอชส์

เป็นปัจจัยเสี่ยงที่สำคัญที่สุดของการป่วยเป็นวัณโรค (กระทรวงสาธารณสุข, 2551)

ยาที่ใช้ในการรักษาในปัจจุบัน ได้แก่ Isoniazid (H), Rifampicin (R), Pyrazinamide (Z), Ethambutol (E), Streptomycin (S) ซึ่งต้องใช้ยาหลายขนานร่วมกัน นอกจากนั้นยังมีช่วงระยะเวลาในการรักษาที่ค่อนข้าง

ยาวนานตั้งแต่ 3 - 9 เดือน หรือนานกว่านั้นขึ้นอยู่กับลำดับอาการของโรค ซึ่งยาที่ใช้อาจมีผลข้างเคียงของยาตามตารางที่ 1 ดังนี้ (คณะกรรมการพัฒนาระบบเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการควบคุมวัณโรคของสำนักงานการแพทย์, 2550; กระทรวงสาธารณสุข, 2551; Walker, R. & Whittlesea, C., 2012; Dipro, J. T., et al., 2005)

ตาราง 1

ตารางแสดงยาที่ใช้ในการรักษาวัณโรคในปัจจุบัน

ชื่อยา	ขนาดยาใช้ยาทุกวัน		ให้ยาสัปดาห์ละ 3 ครั้ง (สำหรับผู้ป่วยใหญ่)	ผลข้างเคียงของยา
	ผู้ใหญ่	เด็ก		
Isoniazid (H)	300 มก./วัน	5(4-6) มก./กก./วัน	10 (8-12) มก./กก.	ตับอักเสบ
Rifampicin (R)	≥50 กก. ให้ 600 มก./วัน < 50 กก. ให้ 450 มก./วัน	10(8-12) มก./กก./วัน	10 (8-12) มก./กก.	ตับอักเสบ อาการคล้ายไข้หวัดใหญ่ ถ้าให้ยาสัปดาห์ละ 2 ครั้ง
Pyrazinamide (Z)	20-30 มก./กก./วัน	25(20-30) มก./กก./วัน	35 (30-40) มก./กก.	ตับอักเสบ ผื่นหนังเกรียม แพ้แดด ปวดมือ
Ethambutol (E)	15-25 มก./กก./วัน	15(15-20) มก./กก./วัน	30 (25-30) มก./กก.	ตามัว และอาจตาบอดได้
Streptomycin (S)	≥50 กก. ให้ 1 กรัม/วัน < 50 กก. ให้ 0.75 กรัม/วัน	15(12-18) มก./กก./วัน ไม่เกินวันละ 1 กรัม	15 (12-18) มก./กก.	หูตึง เสียการทรงตัว

จากข้อมูลผลข้างเคียงของยาที่ใช้ในการรักษาข้างต้นนั้น จึงเป็นสิ่งที่น่าสนใจ หากมีแนวทางเลือกอื่นเพื่อให้ผู้ป่วยที่ได้รับยาแล้วนั้น มีผลข้างเคียงของยาจากยาที่ใช้อยู่ลดน้อยลง และลดภาระค่าใช้จ่ายจากการใช้ยาในราคาแพง โดยการส่งเสริมหรือรณรงค์ให้ผู้ป่วยมาใช้สมุนไพรของไทยที่มีอยู่ที่มีฤทธิ์หรือมีคุณสมบัติในการ

ยับยั้งเชื้อวัณโรค หรือเพื่อนำมาใช้ร่วมกับการใช้ยาแผนปัจจุบันที่มีอยู่ต่อไป

เมื่อได้ศึกษาค้นคว้าหาข้อมูลรายงานการวิจัยเกี่ยวกับสมุนไพรที่มีฤทธิ์ยับยั้งเชื้อวัณโรคนั้น สามารถสรุปตารางสารสกัดและสารบริสุทธิ์ที่มีฤทธิ์ยับยั้งเชื้อวัณโรคได้ดังตารางที่ 2-3 ตามลำดับ

ตาราง 2

ตารางแสดงข้อมูลสารสกัดที่มีฤทธิ์ยับยั้งเชื้อวัณโรค

ชื่อพืช / วงศ์	ส่วนที่ใช้	ตัวทำละลาย	วิธีการ	MIC (mg/ml)	IC ₅₀ (mg/ml)	เอกสารอ้างอิง
ชะเอมเทศ (<i>Glycyrrhiza glabra</i> Linn.) / Leguminosae	ราก	เอทานอล	BACTEC assay	0.5	-	Gupta, V. K., et.al., 2008
แอปริคอต (<i>Prunus armeniaca</i>) / Rosaceae	ผล	เอทานอล	Disc method	0.1, 0.2 และ 0.4	-	Sehgal, J., et.al., 2010
มะแขว่น (<i>Zanthoxylum limonella</i> Alston.) / Rutaceae	ผลแห้ง	คลอโรฟอร์ม	Microplate Alamar Blue Assay	0.2	-	Charoenying, P., et.al., 2008
<i>Thymus syriacus</i> / Lamiaceae	ไม่ระบุ	เอทิล อะซิเตด	ไม่ระบุ	0.8	-	Askun, T., et.al., 2012
<i>Thymus syriacus</i> / Lamiaceae	ไม่ระบุ	เมทานอล	ไม่ระบุ	3.1	-	
<i>Satureja boissieri</i> / Lamiaceae	ไม่ระบุ	เอทิล อะซิเตด	ไม่ระบุ	6.3	-	Askun, T., et.al., 2012
กัณฐิณ (Walsura <i>trichostemon</i>) / Meliaceae	เปลือก	ไม่ระบุ	ไม่ระบุ	-	0.05	อุดมวิทย์ พลเยี่ยม และคณะ, 2551
<i>Salvia verticillata</i> subsp. <i>amasiaca</i> / Lamiaceae	หัว	ไม่ระบุ	Mycobacteria Growth Indicator Tube	0.19	-	Aşkun, T., et.al., 2010
<i>Salvia aucheri</i> subsp. <i>aucheri</i> / Labiatae	หัว	ไม่ระบุ	Mycobacteria Growth Indicator Tube	0.19	-	Aşkun, T., et.al., 2010
<i>Salvia tomentosa</i> / Lamiaceae	หัว	ไม่ระบุ	Mycobacteria Growth Indicator Tube	0.19	-	Aşkun, T., et.al., 2010
<i>Pittosporum tenuifolium</i> / Pittosporaceae	ใบ	ไม่ระบุ	ไม่ระบุ	1.25	0.51	Earl, E. A., et.al., 2010
<i>Laurelia novae-zelandiae</i> / Monimiaceae	เปลือกต้น	ไม่ระบุ	ไม่ระบุ	4.16	2.39	Earl, E. A., et.al., 2010

ตาราง 3

ตารางแสดงข้อมูลสารบริสุทธิ์ที่มีฤทธิ์ยับยั้งเชื้อวัณโรค

ชื่อพืช / วงศ์	ส่วนที่ใช้	ชื่อสารบริสุทธิ์	วิธีการ	MIC (mg/ml)	เอกสารอ้างอิง
ติปลีน้ำ (<i>Potamogeton malaianus</i>) / Potamogetonaceae	ไม้ระนุ	Potamogetonin	Microplate Alamar Blue Assay	50	Kittakoop, P., et.al., 2001
		15,16-Epoxy- 12-oxo-8(17),13 (16),14-labdatrien-20,19- olide, Potamogetonyde และ Potamogetonol	Microplate Alamar Blue Assay	100	Kittakoop, P., et.al., 2001
ชะเอมเทศ (<i>Glycyrrhiza glabra</i> Linn.) / Leguminosae	ราก	Glabridin	BACTEC assay	29.16	Gupta, V. K., et.al., 2008
<i>Salvia verticillata</i> subsp. <i>amasiaca</i> / Lamiaceae	หัว	b-Pinene และ 1,8-Cineole	Mycobacteria Growth Indicator Tube	ไม้ระนุ	Aşkun, T., et.al., 2010
<i>Salvia aucheri</i> subsp. <i>aucheri</i> / Labiatae	หัว	1,8-Cineole, Camphor, a-Pinene และ b- Pinene	Mycobacteria Growth Indicator Tube	ไม้ระนุ	Aşkun, T., et.al., 2010
<i>Salvia tomentosa</i> / Lamiaceae	หัว	a-Pinene, Camphor, Borneol และ 1,8-cineole	Mycobacteria Growth Indicator Tube	ไม้ระนุ	Aşkun, T., et.al., 2010
<i>Sideritis tmolea</i> / Lamiaceae	หัว	Siderol	Disc-diffusion method	ไม้ระนุ	Çarikçi, S., et.al., 2007
<i>Zanthoxylum capense</i> / Rutaceae	ไม้ระนุ	Decarine	Broth microdilution method	3.1	Ferreira, U. M. J., et.al., 2012
<i>Zanthoxylum capense</i> / Rutaceae	ไม้ระนุ	6-Acetyl-dihydronitidine และ N-isobutyl-(2E,4E)- 2,4-tetra-Decadienamide	Broth microdilution method	1.6- 12.5	
		Sesamin และ (-)-Episesamin	Broth microdilution method	25-50	
มังคุด <i>Garcinia mangostana</i> / Guttiferae	เปลือก ผล	a-Mangostin และ b-Mangostin	Microplate Alamar Blue Assay	6.25	Suksamrarn, S., et.al., 2003,
		Garcinone B	Microplate Alamar Blue Assay	25	Copp, B. R., et.al., 2007

ชื่อพืช / วงศ์	ส่วนที่ใช้	ชื่อสารบริสุทธิ์	วิธีการ	MIC (mg/ml)	เอกสารอ้างอิง
หวดหม่อน <i>Clausena excavate</i> / Rutaceae	ไม้ระบูน	Clausendium	ไม้ระบูน	50	Copp, B. R., et.al., 2007
		Dentatin	ไม้ระบูน	100	
		nor- Dentatin	ไม้ระบูน	200	
มะหาด <i>Artocarpus lakoocha</i> / Moraceae	ราก	Lakoochins A	ไม้ระบูน	12.5	Copp, B. R., et.al., 2007
		Lakoochins B	ไม้ระบูน	50	
เสี้ยวเครือ <i>Bauhinia saccocalyx</i> / Fabaceae	ราก	Bauhinoxepin A	Microplate Alamar Blue Assay	6.25	Copp, B. R., et.al., 2007
		Bauhinoxepin B	Microplate Alamar Blue Assay	12.5	
ดัดเต่าคัน <i>Diospyros ehretioides</i> / Ebenaceae	ผล	Palmarumycin JC2	ไม้ระบูน	6.25	Copp, B. R., et.al., 2007
<i>Piper aff pedicellatum</i> / Piperaceae	ราก	(+)-Bornyl piperate	ไม้ระบูน	25	Copp, B. R., et.al., 2007

รายงานเหล่านี้ทำให้ผู้วิจัยได้มองเห็นความเป็นไปได้สำหรับแผนงานวิจัยสมุนไพรที่มีฤทธิ์ยับยั้งเชื้อวัณโรคได้ คณะผู้วิจัยจึงได้กำหนดแผนงานวิจัยในระยะยาวเกี่ยวกับฤทธิ์ยับยั้งเชื้อวัณโรค ซึ่งจากข้อจำกัดในการใช้ยารักษาวัณโรคและข้อมูลรายงานการวิจัยของสารสกัดธรรมชาติที่มีฤทธิ์ยับยั้งเชื้อวัณโรคจึงเป็นที่น่าสนใจที่จะหาได้จากพืชสมุนไพรที่มีฤทธิ์ยับยั้งเชื้อวัณโรค อีกทั้งพบว่าในปัจจุบันได้มีการนำพืชสมุนไพรพื้นบ้านที่มีสรรพคุณรักษาแผลฝีหนอง หรือมีข้อมูลวารสารทางวิชาการที่สนับสนุนการใช้มาสกัดจากพืชไทยที่มีฤทธิ์ยับยั้งเชื้อวัณโรค อาทิเช่น พืชที่มีสารกลุ่มเทอร์ปีนอยด์ ฟลาโวนอยด์ แอลคาลอยด์ควิโนน เป็นต้น (Arya V., 2011) อีกทั้งสารสกัดที่ได้จากธรรมชาติที่มีความปลอดภัยกว่าและยังเป็นการลดการนำเข้ายาราคาแพงจากต่างประเทศรวมถึงสามารถใช้เป็นทางเลือกใหม่ในการเลือกใช้สมุนไพรร่วมกับยาอื่นๆ ได้มากยิ่งขึ้นซึ่งในการศึกษาวิจัยนี้ยังอาจจะสามารถนำไปต่อยอดเพื่อเพิ่มศักยภาพอุตสาหกรรมของยาภายในประเทศต่อไปในอนาคตได้

วัตถุประสงค์การวิจัย

เพื่อศึกษาหาสมุนไพรไทยที่มีฤทธิ์ยับยั้งเชื้อวัณโรค (*Mycobacterium tuberculosis* H₃₇ Ra)

แนวคิดทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ทฤษฎีเกี่ยวกับการเกิดเชื้อวัณโรค

กรอบแนวคิดการวิจัย

เพื่อดูว่าสารสกัดจากสมุนไพรไทยสามารถต้านเชื้อวัณโรคได้ดีหรือไม่

วิธีดำเนินการวิจัย

ตัวแปร

ตัวแปรต้น คือ สารสกัดจากพืชสมุนไพร เช่น มังคุด, พริกไทย, พิกุล, สุพรรณิการ์, รำเพย, แก้ว, แคลป้า, ย่านางแดง, เหงือกปลาหมอ, ฟ้าทะลายโจร, พญาขอ, มะรุม เป็นต้น

ตัวแปรตาม คือ ฤทธิ์ยับยั้งเชื้อวัณโรค

สารสกัดจากพืชสมุนไพรที่มีฤทธิ์ยับยั้งเชื้อวัณโรค สามารถศึกษาวิจัยและนำไปประยุกต์พัฒนาตำรับยา เพื่อใช้เป็นยารักษาในอนาคต่อไป

วิจัย

เป็นการวิจัยเชิงทดลองตามขั้นตอนต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

1. การเตรียมสารสกัด

นำพืชสมุนไพรสดแต่ละชนิด (ประมาณ 70 ชนิด ยกตัวอย่างเช่น มังคุด, พริกไทย, พิกุล, สุพรรณิการ์, รำเพย, แก้ว, แคนป่า, ย่านางแดง, เหงือกปลาหมอ, ฟ้ายะลวยโจร, พญาขอ, มะรุม เป็นต้น) มาล้างให้สะอาดแล้วอบที่อุณหภูมิ ไม่เกิน 50 °C เป็นเวลา 24 ชั่วโมง จากนั้นบดพืชสมุนไพร ให้เป็นชิ้นเล็กๆ แบ่งผงพืชแต่ละชนิดอย่างละ 500 กรัม (ดังแสดงในตารางที่ 5) แล้วนำไปสกัดด้วยตัวทำละลายชนิด ต่าง ๆ ได้แก่ เมทานอล, เฮกเซน, ไดคลอโรมีเทน, เอทิล อะซิเตต ปริมาตร 500 มิลลิลิตร ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 3 วัน กรองนำไปประเหยเพื่อให้ตัวทำละลายออกจาก สารสกัด จนได้สารสกัดหยากแห้งเพื่อนำไปทดสอบฤทธิ์

2. ส่งไปทดสอบฤทธิ์ต้านเชื้อวัณโรคโดย กระบวนการตัดต่อโปรตีนเรืองแสงสีเขียวหรือโปรตีน จีเอฟพี

2.1 การเตรียมสารตัวอย่าง

ความเข้มข้นของสารตัวอย่าง 10 mg/ml ใน 100% DMSO นำมาเจือจางเป็น 0.5 mg/ml ด้วยน้ำกลั่น จากนั้นเจือจางให้มีความเข้มข้นลดลงทุก 2 เท่าไปเรื่อยๆ ด้วย 5% DMSO เพื่อเตรียมเป็น 5 ความเข้มข้น

2.2 การเตรียมเชื้อวัณโรค

เชื้อที่ใช้เป็น *Mycobacterium tuberculosis* H₃₇ Ra เพาะเชื้อบน 7H10 agar ซึ่งประกอบด้วย 30 µg/ml ของ kanamycin เก็บเชื้อที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 สัปดาห์หรือจนกว่าเชื้อจะเติบโตบนอาหารเลี้ยงเชื้อ จากนั้นให้น้ำเชื้อ 2-3 โคโลนี มาเพาะบ่ม 10 ml ใน 7H9 broth กับ 0.2% v/v glycerol, 0.1 % w/v ของ casitone, 0.05% v/v Tween 80, 10% v/v Middlebrook OADC enrichment solution และ 30 µg/ml ของ kanamycin

ในการเพาะบ่มเชื้อใช้เครื่อง rotary shaker 200

rpm ที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียสเป็นสัปดาห์ แล้วนำไป วัดค่า optical density ที่ 550 nm (OD₅₅₀) ที่ประมาณ 0.5 - 1

จากนั้นปรับเชื้อให้ได้อัตราส่วน 1/10 โดย ปริมาตร 7H9 broth และเพาะเชื้อด้วยการเขย่าจนสามารถ วัดค่า 550 nm (OD₅₅₀) ที่ประมาณ 0.5 - 1 แล้วเก็บเชื้อ ด้วยการปั่นเหวี่ยงที่ 8,000 rpm เป็นเวลา 10 นาที, ล้างด้วย phosphate buffer saline 2 ครั้ง แล้วกระจายเซลล์ด้วย วิธีการเขย่าสั้นด้วยคลื่นเสียงเป็นเวลา 15 วินาที จำนวน 8 ครั้ง, จนได้เชื้อวัณโรคและเก็บไว้ที่อุณหภูมิ -80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 เดือน

โดยแต่ละส่วนของเชื้อที่เก็บไว้ด้วยวิธี colony forming unit (cfu) assay จะทำ dilution titer ของเชื้อ วัณโรคในรูปของ logarithmic phase ของวันที่ 10 ที่เก็บ ไว้เพื่อการวิเคราะห์ที่เหมาะสม

2.3 การเตรียมการวิเคราะห์เชื้อวัณโรค

ทดสอบโดยใช้ 384-well plate ทำซ้ำ 3 ครั้ง แต่ละ plate ประกอบด้วย 5 µl ของสารสกัดที่ใช้ทดสอบ และ 45 µl ของเชื้อที่เตรียมไว้ จนได้ความเข้มข้นเป็น 1x10⁵ cfu/ml ในแต่ละ plate นำไปเพาะที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 วัน วัดค่าการเรืองแสงที่สภาวะ กระตุ้นที่ 485 nm และที่สภาวะการปลดปล่อยที่ 535 nm โดยใช้ bottom-reading mode ของเครื่องวัดการเรืองแสง (โดยค่าสัญญาณจะถูกหักลบจากวันแรกก่อนการเพาะเชื้อ)

3. เปรียบเทียบค่าความเข้มข้นต่ำสุดในการ ยับยั้งเชื้อ (MIC)

การวิเคราะห์การคำนวณ % inhibition ของเชื้อ วัณโรค โดยใช้สมการ

$$\% \text{ Inhibition} = [1 - (\text{FU}_T / \text{FU}_C)] \times 100$$

โดย FU_T และ FU_C คือ ค่าการเรืองแสงของเซลล์ เชื้อและสารสกัดที่ความเข้มข้น 0.5% DMSO ตามลำดับ เกณฑ์การยับยั้ง % inhibition พิจารณาได้ดังนี้ 1) ถ้า % inhibition น้อยกว่า 90%, รายงานเป็น “Inactive หรือ ไม่มีฤทธิ์”. 2) ถ้า % inhibition มากกว่าหรือเท่ากับ 90%, รายงานเป็น “Active หรือ มีฤทธิ์” ค่า MIC พิจารณาได้โดย ค่าความเข้มข้นที่น้อยที่สุดของสารสกัดที่แสดงผลยับยั้งที่ 90% ของการเจริญเติบโตของเชื้อหลังจากที่เพาะเชื้อ

ผลการวิจัย

จากการส่งสารสกัดไปทดสอบฤทธิ์ยับยั้งเชื้อ
วัณโรคที่สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

แห่งชาติ (สวทช. หรือ NSTDA) โดยให้ผลการทดสอบ
ตามตารางที่ 4 นี้

ตาราง 4

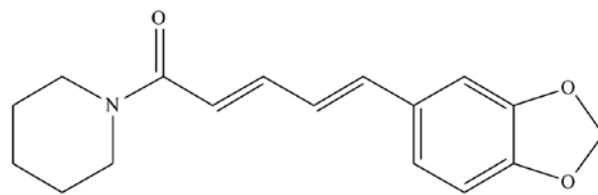
ตารางแสดงค่า % Inhibition และ MIC ของสารสกัดที่มีฤทธิ์ต้านเชื้อวัณโรค

Screening code	Sample code	Final concentration (µg / ml)	Fluorescence unit at Day 0		Fluorescence unit at Day 10		% Inhibition	Activity	MIC (µg /ml)
			Average	SD	Average	SD			
Negative	Cell+DMSO	0.5% DMSO	1545	51	3234	265	0.00	-	-
Positive 1	Rifampicin	0.050	1490	21	1371	38	107.05	Active	0.025
		0.025	1550	36	1294	88	115.15	Active	
		0.0125	1621	63	2364	142	56.03	Inactive	
		0.00063	1625	81	2809	200	29.90	Inactive	
		0.0031	1561	34	2939	220	18.42	Inactive	
		0.0016	1646	53	3122	284	12.62	Inactive	
Positive 2	Ofloxacin	3.13	1626	23	1481	47	108.56	Active	0.391
		1.56	1597	18	1438	6	109.43	Active	
		0.0781	1608	35	1466	31	108.38	Active	
		0.391	1553	47	1376	35	110.51	Active	
		0.195	1557	47	3640	251	-22.10	Inactive	
		0.098	1552	46	3417	158	-10.35	Inactive	
Positive 3	Streptomycin	1.25	1510	48	1413	18	105.75	Active	0.313
		0.625	1595	40	1437	47	109.36	Active	
		0.313	1600	38	1512	43	105.19	Active	
		0.156	1564	17	2062	54	70.53	Inactive	
		0.078	1559	25	2330	136	54.38	Inactive	
		0.039	1528	51	2724	147	29.19	Inactive	
Positive 4	Isoniacid	0.375	1635	68	1457	48	110.56	Active	0.0496
		0.188	1602	73	1451	57	108.93	Active	
		0.0938	1595	25	1445	35	108.87	Active	
		0.0469	1625	39	1474	29	108.93	Active	
		0.0234	1593	10	2189	210	64.71	Inactive	
		0.0117	1630	12	3329	150	-0.52	Inactive	
Positive 5	Ethambutol	3.75	1437	38	1316	12	107.14	Active	0.469
		1.88	1512	41	1361	37	108.97	Active	
		0.938	1481	29	1358	15	107.29	Active	
		0.469	1473	51	1466	138	100.45	Active	
		0.234	1540	22	3352	204	-7.26	Inactive	
		0.117	1454	32	3401	146	-15.25	Inactive	
1.	มังคุด	50.00	1468	28	1188	15	116.59	Active	12.50-25.00
2.	พริกไทย	50.00	1548	69	1393	21	109.16	Active	50.00

การอภิปรายผล

จากผลการทดสอบดังในตารางที่ 4 พบว่าสารสกัดเมทานอลจากเปลือกผลของมังคุด (*Garcinia mangostana* L.) และผลของพริกไทย (*Piper nigrum* L.) มีฤทธิ์ยับยั้งเชื้อวัณโรค (*M. tuberculosis* H₃₇ Ra) ด้วยการทดสอบด้วยวิธีการตัดต่อโปรตีนเรืองแสงสีเขียวหรือโปรตีนจีเอฟพี (Green Fluorescent Protein (GFP) โดยมีค่า MIC₉₀ เท่ากับ 12.50-50.00 และ 50.00 µg /ml ตามลำดับ ซึ่งเทคนิคนี้มีข้อดีคือช่วยให้ขั้นตอนการทดสอบด้วยกับเชื้อทำได้เร็วขึ้นและสามารถทดสอบเชื้อได้หลายชนิดพร้อมกัน

โดยจากรายงานการวิจัยพบว่าสารกลุ่มพรีนิลแซนโทน (prenylated xanthenes) ซึ่งได้แก่ α และ β - Mangostin, Garcinone B ที่สกัดจากเมทานอลของเปลือกผลมังคุด มีฤทธิ์ยับยั้งเชื้อ *M. tuberculosis* H₃₇ Ra ด้วยวิธีการทดสอบ Microplate Alamar Blue Assay (MABA) ซึ่งมีค่า MIC เท่ากับ 6.25, 6.25 และ 25.00 µg /ml ตามลำดับ (Suksamrarn, S., et al., 2003, Copp, B. R., et al., 2007) ส่วนสารสกัดจากเมทานอลของผลพริกไทยมีฤทธิ์ยับยั้งเชื้อ *M. tuberculosis* H₃₇ Rv ใช้การทดสอบด้วยวิธี Tetrazolium microplate assay ซึ่งมีค่า MIC เท่ากับ 1,600 µg /ml (Mohamad, S., et al., 2011) จากรายงานการวิจัยพบการศึกษาเกี่ยวกับสารบริสุทธิ์ piperine (ดังภาพที่ 2) ที่สกัดแยกได้จากผลของพริกไทยโดยการนำมาใช้รักษาผู้ป่วยวัณโรคร่วมกับยาแผนปัจจุบันเพื่อเพิ่มฤทธิ์ในการรักษาหรือลดปริมาณการให้หรือใช้ยาแผนปัจจุบันลงพบว่าสาร piperine ช่วยเพิ่มฤทธิ์ในการรักษาร่วมกับยาริฟามปีซิน ได้ประมาณ 60% และช่วยลดปริมาณการใช้ยาจาก 450 mg ไปเป็น 200 mg นอกจากนี้สาร piperine ยังช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของฤทธิ์ในการรักษาเมื่อใช้ร่วมกับยาด้านเชื้อเอชไอวี nevirapine ซึ่งเป็นยาในกลุ่มของ non-nucleotide inhibitor ของการยับยั้งเชื้อ HIV-1 reverse transcriptase ซึ่งในผู้ป่วยที่ติดเชื้อวัณโรคมักพบผู้ป่วยที่มีการติดเชื้อ HIV-1 ร่วมด้วย (Tatiraji, D. V., et al., 2013, Dudhatra, G. B., et al., 2012)



ภาพ 2 แสดงโครงสร้างของสารบริสุทธิ์ Piperine

จากข้อมูลการค้นคว้าการศึกษาวิจัยเบื้องต้นดังกล่าวมาข้างต้นจึงสรุปได้ว่าสารสกัดจากเปลือกมังคุดและผลของพริกไทยมีฤทธิ์ยับยั้งเชื้อวัณโรค (*M. tuberculosis* H₃₇ Ra) ซึ่งเป็นสมุนไพรที่หาได้ง่ายและมีความน่าสนใจที่จะนำสารบริสุทธิ์หรือนำสารสกัดที่ได้จากเปลือกมังคุดและผลพริกไทยมาใช้ร่วมกันกับยาในแผนปัจจุบันเพื่อช่วยเพิ่มฤทธิ์ของยาในการรักษาผู้ป่วย, ลดปริมาณของขนาดหรือจำนวนการให้หรือการใช้ยาแผนปัจจุบันแก่ผู้ป่วย, ลดต้นทุนประหยัดค่าใช้จ่ายในใช้ยาแผนปัจจุบัน อีกทั้งยังช่วยลดปัญหาหรืออันตรายและผลข้างเคียงจากการใช้ยาแผนปัจจุบันของผู้ป่วยได้

ข้อเสนอแนะ

เนื่องจากการศึกษาวิจัยนี้มีข้อจำกัดเกี่ยวกับระยะเวลาการศึกษาทดลองในแต่ละขั้นตอน โดยกว่าจะศึกษาจนได้เป็นผลิตภัณฑ์อาจต้องใช้ระยะเวลาพอสมควร รวมถึงการมีผู้เชี่ยวชาญในแต่ละสาขาวิจัยเพื่อร่วมดำเนินการต่อขยายการผลิต ซึ่งจากผลของการศึกษาวิจัยที่ได้ในครั้งนี้สามารถนำไปใช้เพื่อต่อขยายการผลิตได้ (ในด้านอุตสาหกรรมยาเพื่อตั้งสูตรตำรับยา) เพื่อให้ได้เป็นผลิตภัณฑ์ยาสมุนไพรผสมผสานร่วมกับยาแผนปัจจุบัน นอกจากการทดสอบวิเคราะห์ให้มีอัตราส่วนของยาที่ใช้ในขนาดที่เหมาะสมสำหรับผู้ป่วยที่ติดเชื้อวัณโรคแล้ว ยังสามารถให้เกิดประโยชน์แก่ผู้ป่วยที่ติดเชื้อเอชไอวีได้ร่วมด้วยต่อไปในอนาคต



เอกสารอ้างอิง

- กระทรวงสาธารณสุข. (2551). *แนวทางการดำเนินงานควบคุมวัณโรคแห่งชาติ* (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: ชุมชนสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- กำพล สุวรรณพิมลกุล และคณะ. (2553). *Current topics in infection diseases* (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- คณะกรรมการพัฒนาระบบเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการควบคุมวัณโรคของสำนักงานการแพทย์. (2550). *คู่มือแนวทางการดำเนินงานด้านวัณโรคสำนักงานการแพทย์*. กรุงเทพฯ: ผู้แต่ง.
- คำเกิง ตันธรรมจาริก. (2548). *วัณโรคปอด*. ค้นจาก http://www.vichaiyut.co.th/jul/30_01-2548/30_01-2548_P51-52.pdf
- วงการแพทย์. (2556). *ไทยรุกรานวัณโรค ตายน้อยกว่า 5 ขาดยาเป็น 0*. ค้นจาก <http://www.wongkarnpat.com/viewpat.php?id=116>
- สมเกียรติ วัฒนศิริชัยกุล และคณะ. (2547). *ภาวะติดเชื้อ Molecular / Cellular and Clinical Basis*. กรุงเทพฯ: เม็ดทรายพรินติ้ง.
- อุดมวิทย์ พลเยี่ยม, ภาณุภัทร ตางาม และอมรรัตน์ ทองน้อย. (2551). *การสกัดและฤทธิ์ทางชีวภาพของสารสกัดจากพืชสมุนไพร*. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล.
- Arya, V. (2011). A review on anti-tubercular plants. *International Journal of Pharmtech Research*, 3(2), 872-880.
- Aşkun, T., Başer, K. H. C., Tümen, G. & Kürkçüoğlu, M. (2010). Characterization of essential oils of some *Salvia* species and their antimycobacterial activities. *Turkish Journal of Biology*, 34(1), 89-95.
- Askun, T., Tumen, G., Satil, F., Modanlioglu, S. & Yalcin, O. (2012). *Antimycobacterial activity some different Lamiaceae plant extracts containing flavonoids and other phenolic compounds*. Retrieved from <http://www.intechopen.com/books/understanding-tuberculosis-new-approaches-to-fighting-against-drug-resistance/antimycobacterial-activity-some-different-lamiaceae-plant-extracts-containing-flavonoids-and-other-p>
- Çarikçi, S., Çöl, Ç., Kihç, T. & Azizoğlu, A. (2007). Diterpenoids from sideritis tmolea P.H. Davis. *Records of Natural Products*, 1(4), 44-50.
- Charoenying, P., Laosinwattana, C., Phuwiwat, W. & Lomratsiri, J. (2008). Biological activities of Zanthoxylum limonella Alston fruit extracts. *KMITL Science Journal*, 8(1), 12-15.
- Copp, B. R. & Pearce, A. N. (2007). Natural product growth inhibitors of Mycobacterium tuberculosis. *Natural Product Reports*, 24(1), 278-297.
- Dipiro, J. T., et al. (2005). *Pharmacotherapy a pathophysiologic approach* (6th ed.). New York: The Mc Graw-Hill.
- Dudhatra, G. B., Mody, S. K., Awale, M. M., Patel, H. B., Modi, C. M., Kumar, A., Kamani, D. R. & Chauhan, B. N. (2012). A comprehensive review on pharmacotherapeutics of herbal bioenhancers. *Scientific World Journal*, 20(2), 1-33.
- Earl, E. A., Altaf, M., Murikoli, R. V., Swift, S. & O'Toole, R. (2010). Native New Zealand plants with inhibitory activity towards Mycobacterium tuberculosis. *BMC Complementary and Alternative Medicine*, 10(25), 1-7.

- Ferreira, U. M. J., Luo, X., Pires, D., Aínsa, J., Gracia, B., Duarte, N., Mulhovo, S. & Anes, A. (2012). Searching for natural antituberculars from mozambican medicinal plants. *IICT - JBT*, 8(1), 1-10.
- Gupta, V. K., Fatima, A., Faridi, U., Negi, A. S., Shanker, K., Kumar, J. K., Rahuja, N., Luqman, S., Sisodia, B. S., Saikia, D., Darokar, M. P. & Khanuja, S. P. S. (2008). Antimicrobial potential of Glycyrrhiza glabra roots. *Journal of Ethnopharmacology*, 116(1), 377-380.
- Kittakoop, P., Wanasith, S., Watts, P., Kramyu, J., Tanticharoen, M. & Thebtaranonth, Y. (2001). Potent antiviral potamogetonyde and potamogetonol, New furanoid labdane diterpenes from *Potamogeton malaianus*. *Journal of Natural Products*, 64(3), 385-388.
- Kumar, V., et al. (2010). *Robbins and Cotan Pathologic Basis of Disease*. (8th ed.). China: Sauders Elsever.
- Mohamad, S., Zin, N. M., Wahab, H. A., Ibrahim, P., Sulaiman, S. F., Zahariluddin, A. S. M. & Noor, S. S. M. (2011). Antituberculosis potential of some ethnobotanically selected Malaysian plants. *Journal of Ethnopharmacology*, 133(1), 1021-1026.
- Sehgal, J., Siddheswaran, P., Kumar, K. L. S & Karthiyayini, T. (2010). Anti-tubercular activity of fruits of *Prunus armeniaca* (L.). *International Journal of Pharma and Bio Sciences*, 1(2), 1-4.
- Suksamrarn, S., Suwannapoch, N., Phakhodee, W., Thanuhiranlert, J., Ratananukul, P., Chimnoi, N. & Suksamrarn, A. (2003). Antimycobacterial activity of prenylated xanthenes from the fruits of *Garcinia mangostana*. *Chemical and Pharmaceutical Bulletin*, 51(7), 857-859.
- Tatiraji, D. V., Bagade, V. B., Karambelkar, P. J., Jadhav, V. M. & Kadam, V. (2013). Natural bioenhancers: An overview. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 2(3), 55-60.
- Walker, R. & Whittlesea, C. (2012). *Clinical Pharmacy and Therapeutics*. (5th ed.). China: Elsevier.

Translated Thai References

- Medical Profession. (2013). Thai anti-tuberculosis. Retrieved from <http://www.wongkarnpat.com/viewpat.php?id=116>
- Ministry of Public Health. (2008). National anti-tuberculosis measure (2nd ed.). Bangkok: The Agricultural Co-operative Federation of Thailand.
- National anti-tuberculosis committee. (2007). A guide of anti-tuberculosis for medicine department. Bangkok: Author
- Ponyaim, U., Tangam, P. & Thongnoi, A. (2008). Herb extraction and biological activities. Bangkok: Ratchamangkala University.
- Suwanpimolkul, K., et al. (2010). *Current topics in infection diseases* (2nd ed.). Bangkok: Chulalongkorn University.
- Tunthummajarik, D. (2005). Tuberculosis. Retrieved from http://www.vichaiyut.co.th/jul/30_01-2548/30_01-2548_P51-52.pdf
- Wattanasirichaikul, S., et al. (2004). *Infect with Molecular / Cellular and Clinical Basis*. Bangkok: Med-Sai.



รูปแบบการควบคุมและป้องกันมาลาเรียบูรณาการด้วยสิ่งแวดล้อมศึกษา

Model of Malaria Prevention and Control Integrated with Environmental Education

Wantana Klangburum, Nongnapas Thiengkamol and Chatchai Tiengkamol

Abstract

The objective of research was to develop the causal relationship model of malaria knowledge and environmental education affecting malaria prevention and control behavior through inspiration of health care and inspiration of public mind for malaria prevention and control. The populations were people in Somdej District which covers 3 Sub-districts of Sangbadan, Mahachai and Pasawoei in Kalasin Province in Northeastern region of Thailand. The Simple random sampling technique was used to collect from 400 subjects. The questionnaire was used as an instrument for data collection. Structural Equation Model (SEM) was used for model verification. The results revealed that when considering the structural model confirmatory factors of Malaria Knowledge (MK) and Environmental Education (EE) were able to explain the variation of endogenous factors of Inspiration of Health Care (IHC) with 62.00. EE had the most effect to IHC with 0.85 and IHC had the most effect to Beh with 0.52 and had the most effect to Inspiration of Public Mind for Malaria Prevention and control (IPM) with 0.95. However, the results indicated that if we want to meet the highest outcome of malaria prevention and control behavior, it need to promote people to have Malaria Knowledge, Environmental Education and Inspiration of Health Care.

Keywords: model, Malaria prevention and control, behavior

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์การวิจัยเพื่อพัฒนารูปแบบความสัมพันธ์เชิงโครงสร้างรูปแบบความรู้มาลาเรีย และสิ่งแวดล้อมศึกษา มีผลต่อพฤติกรรมกรรมการควบคุมและป้องกันมาลาเรียผ่านแรงบันดาลใจในการดูแลสุขภาพและแรงบันดาลใจในการมีจิตสาธารณะเพื่อการควบคุมและป้องกันมาลาเรีย ประชากรเป็นประชาชนในอำเภอสมเด็จที่ครอบคลุมพื้นที่ 3 ตำบลคือ แสงบาดาน มหาชัย และผาเสวย จังหวัดกาฬสินธุ์ ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ประเทศไทย ใช้เทคนิคการสุ่มอย่างง่ายในการรวบรวมตัวอย่าง 400 คน โดยใช้แบบสอบถามเป็นเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล และใช้รูปแบบความสัมพันธ์เชิงโครงสร้างในการตรวจสอบสอดคล้องของข้อมูลเชิงประจักษ์กับสมมุติฐานการวิจัย ผลการวิจัยพบว่า เมื่อพิจารณาแบบโครงสร้างองค์ประกอบเชิงยืนยันของปัจจัยความรู้มาลาเรียและสิ่งแวดล้อมศึกษา สามารถอธิบายความแปรปรวนของแรงบันดาลใจในการดูแลสุขภาพร้อยละ 66.00 โดยสิ่งแวดล้อมศึกษามีอิทธิพลมากที่สุด 0.85 และแรงบันดาลใจในการดูแลสุขภาพมีอิทธิพลต่อพฤติกรรมกรรมการควบคุมและป้องกันมาลาเรียมากที่สุดเท่ากับ 0.52 และมีอิทธิพลต่อแรงบันดาลใจในการมีจิตสาธารณะเพื่อการควบคุมและป้องกันมาลาเรียเท่ากับ 0.95 จากผลการวิจัยพบว่า

หากจะต้องการให้พฤติกรรมการควบคุมและป้องกันมาลาเรียประสบผลสูงสุดต้องส่งเสริมให้ประชาชนมีความรู้เกี่ยวกับโรคมมาลาเรีย ร่วมกับการประยุกต์ใช้หลักการสิ่งแวดล้อมศึกษา รวมทั้งสร้างเสริมแรงบันดาลใจในการดูแลสุขภาพของประชาชน.

คำสำคัญ: รูปแบบ, การควบคุมและป้องกันมาเลเรีย, พฤติกรรม



Introduction

Malaria disease is prevalent in tropical and subtropical regions because of rainfall, warm temperatures, and inactive waters supply resulting in environmental circumstances for mosquito larvae development. There are five species of Plasmodium infecting humans and female Anopheles mosquito is a vector for transmitting. The *P. falciparum* and *P. vivax* cause massive death, while *P. ovale*, and *P. malariae* cause commonly milder forms of malaria with less mortality. However, the zoonotic species *P. knowlesi*, is widespread in Southeast Asia and causes malaria in macaques but it can also cause severe infections in humans. The disease is generally transmitted by a bite from an infected female Anopheles mosquito and it introduces the organisms from its saliva into a person's circulatory blood system. Transmission takes place accidentally by blood transfusion, organ transplantation, needle sharing, or congenitally from mother to fetus. In the blood stream, the parasites migrate to the liver to mature and reproduce. Malaria causes typical symptoms of fever and headache and in severe cases can advancement to coma or death (Arguin and Tan, 2013).

Malaria is one of the top five most important diseases in the world because each year as compared other four diseases which are pneumonia, diarrhea, HIV and tuberculosis. Mortality rate was infection from this parasite is approximately 300-500 millions and they died about one million annually in particular children in Africa. Africa, Central and South America, parts of the Caribbean, Asia (including South Asia, Southeast Asia, and the Middle East), Eastern Europe, and the

South Pacific are prevalent with malaria transmission occurrence (Wilairatana et al., 2010; Wilairatana et al., 2010; Arguin and Tan, 2013).

However, malaria infection is a foremost cause of mortality in the Asia Pacific region, with approximately 2.2 billion people at risk for this disease (RBM Partnership, 2008). In this region, malaria-endemic countries have been report for approximately 30 million malaria cases. It represented 84% of global malaria cases outside Africa (RBM Partnership, 2012). Although, various countries have made main speeds in reducing malaria occurrence and morbidity over the last ten years but the malaria transmission are still extreme contribute to receptive areas (RBM Partnership, 2012; Feachem et al., 2009; Sinka et al., 2012).

The summarized information from the World Malaria Report in 2013, received from malaria-endemic countries and other sources together with updates the analyses presented in the 2012 report. It emphasizes the progress made towards global malaria targets set for 2015 and describes existing challenges for global malaria control and eradication. The international community steadily moves towards a post-2015 development agenda, therefore the world most vulnerable populations must be paid seriously attention. The concept of worldwide treatment stands for both a social value and approach to health care that produces for whole populations for reduction of social disparities and protect people from poverty provoked by health care costs. The key concept is already placed at the center of the global health dispute, and the debate also about the next set of development

goals. Progress against malaria provides good evidence of concrete benefit for population extensively access to life saving involvements (World Health Organization, 2013).

In general, malaria symptoms are unspecific and most frequently consist of fever, malaise, weakness, gastrointestinal complaints (nausea, vomiting, and diarrhea), neurologic complaints (confusion, disorientation, dizziness, and coma), headache, back pain, myalgia, chills, and/or cough. The diagnosis of malaria should also be considered in any person with fever of unidentified source without regarding to travel history (CDC, 2013). Therefore, patients suspected of having malaria infection should be immediately evaluated. However, treatment for malaria should not be initiated until diagnosis has been confirmed by laboratory investigations. Presumptive treatment without the benefit of laboratory confirmation should be reserved for severe conditions (strong clinical suspicion, severe disease, impossibility of obtaining prompt laboratory confirmation, usually by microscopy). Laboratory diagnosis of malaria can be made through microscopic examination of thick and thin blood smears. Thick blood smears are more sensitive for identifying malaria parasites because the blood is more concentrated allowing for a greater volume of blood to be examined; however, thick smears are more difficult to interpret. Thin smears assist in parasite species classification and quantification. Blood films need to be read immediately in any time by experienced persons to perform this role (CDC, 2013).

Environmental education concept comprises of environmental knowledge, attitude, awareness, and participation are introduced to this study since the malaria knowledge could only encourage people to change their behaviors in particular malaria prevention and control. Previous different researches had proven that the integration with environmental education concept is able to support the diverse knowledge such as self-health care knowledge, water conservation knowledge, forest

conservation knowledge, flood response knowledge and forest fire prevention knowledge and dengue fever knowledge to for behavioral change (Phinnarach et al., 2012a; Udonboon et al., 2012b; Suebsing et al., 2013a; Mongkonsin at al., 2013b; Kotchakote et al., 2013a; Artwanichakul et al., 2012a). The goals of environmental education are firstly, to foster clear awareness of and concern about, economic, social, political and ecological interdependence in urban and rural areas. Secondly, to provide every person with opportunities to acquire the knowledge, values, attitudes, commitment and skills needed to protect and improve the environment. Thirdly to create new patterns of behavior of individuals, groups and society as a whole toward the environment with public mind and responsibility (UNESCO 1977; Thiengkamol, 2011e; Thiengkamol, 2011i; Thiengkamol, 2011j; Thiengkamol, 2012a; Thiengkamol, 2012c; Thiengkamol, 2012d; Thiengkamol, 2012h; Thiengkamol, 2012i).

There is a long time dispute between knowledge and behavior in particular daily living behavior. The majority people know that they should eat five to seven servings of fruits and vegetables per day, however their real behaviors normally do not reflect this knowledge. Diverse studies have illustrated that knowledge of an environmental issue is unlikely to be adequate to change behavior. Katzev and Johnson, 1987 conducted a series of studies demonstrating that individuals who received leaflets or tip booklets contained information on energy conservation, they did not significantly change their energy conservation behaviors (Katzev, & Johnson, 1987). Overall, the research shows that there is a gap between environmental knowledge and actions. Stronger sources of motivation are needed because human behavior is often difficult to change (Kollmus, & Agyeman, 2002; McKenzie-Mohr et al., 2012). In contrast, while “declarative knowledge” about environmental problems or issues is unlikely to be sufficient for fostering behavior change, other types of knowledge may be important. This

includes “procedural knowledge,” or information on how to perform environmentally-responsible actions, and “behavioral competence”, or the feeling of confidence and ability to take action (Hines et al, 1987; Zeleny, 1999). In particular, self health care and malaria prevention and control of behavior are also disputed and that it did not connect directly to knowledge on severity of malaria disease but populations who can practice proper behavior of prevention and control need to have correct knowledge of malaria control and prevention through mosquito elimination, prevention of mosquito bites and medications (Katzev, & Johnson, 1987; Kollmus, & Agyeman, 2002; McKenzie-Mohr et al., 2012; Kajfasz, 2009; Phinnarach et al., 2012a; Jukravalchaisri et al., 2013).

Environmentally responsible behaviors are not occurred in one who is only contact to nature directly but it needs other guildlines to initiate people to take responsibility. A variety of researches are conducting on the effect of exposing one to the natural environmental, thus they are paying attention to changes in knowledge and concerns mentioned and are not strong predictors of future behavior. Programs get people out into the environment, while favorable on many levels may not be the most effectual trail for changing people’s actions in their daily lives (Mayer & McPherson-Frantz, 2004).

It is remarkable to note that the foundation of research in this area is not particularly strong for either argument, and more research is needed. Emerging research may propose more insights into the ways that one’s link to nature can result in environmental actions (Schultz, 2002). This research suggests that one’s level of interconnectedness with nature may influence future environmental actions, particularly for young children. Other factors, such as social influences or action skills, may be much stronger determinants of behavior than spending time in natural surrounding environs, and therefore more vital influences for leverage in environmental outreach

programs (Hungerford & Volk, 1990; Cialdini, 2001). Programs may be more effective in encouragement of such behaviors if they are based on research-supported strategies rather than ones focused on exposing natural habitants.

In order to solve the problem of repeated malaria infection problem, it needs to integrate another exogenous variable of Environmental Education (EE) composing and observed variables of environmental knowledge, attitude, awareness, and participation including intermediate variable of Inspiration of Health Care (IHC) composing observed variables of family inspiration, community people inspiration, local administrative organization education and repeated epidemic infection as endogenous as a latent variable that causes indirect effect of malaria knowledge for prevention and control behavior. Additionally, Inspiration of Public Mind for Malaria Prevention and control (IPM) consists of observed variable self public mind, inspiration from media and public relation, inspiration from malaria epidemic event and inspiration from role model person are also integrated in this study. The previous studies indicate that even though people has knowledge but he or she practices according to their knowledge but to have proper behavior, it needs to have knowledge (Katzev, & Johnson, 1987; Kaplan, 2000; Kollmus, & Agyeman, 2002; McKenzie-Mohr et al., 2012; Hines et al, 1987; Zeleny, 1999; Mayer & McPherson-Frantz, 2004; Chawla, 1999; UNESCO, 1978; Thiengkamol, 2011e; Thiengkamol, 2011i; Thiengkamol, 2012h; Thiengkamol, 2012i; Phinnarach et al., 2012a; Artwanichakul et al., 2012a; Jukravalchaisri et al., 2013). Therefore, the environmental education, inspiration of health care and inspiration of public mind for malaria prevention and control are introduced to investigate for Malaria Prevention and control Behavior and it proposes to use as intervention variable to assist to people to effectual perform for malaria prevention and control successfully (UNESCO, 1978; Thiengkamol, 2011e;

Thiengkamol, 2011i; Thiengkamol, 2012h; Thiengkamol, 2012i; Artwanichakul et al., 2012a; Phinnarach et al., 2012b; Jukravalchaisri et al., 2013).

Accompanied with different researches proved on inspiration of public mind for environmental conservation and health maintenance, they strongly confirm the inspiration with public mind in different researches were done by herself and her colleagues that inspiration is significant intermediate variable to cause behavioral change since inspiration is entirely different from motivation because the populace are willing to perform for public with their desires from their inside to conduct for environmental conservation and health maintenance. However, the inspiration with public mind or health care might be arisen from insight from oneself and the appreciation of exemplary model from any person, impressive event, or environment and various media perception. They are inspired to perform with public mind for other without the requirement of rewards, money, nobility or admiration but they are willing to do with appreciation or impression to do so (Thiengkamol, 2009a; Thiengkamol, 2009b; Thiengkamol, 2011a; Thiengkamol, 2011e). Concurrently, the various researches were implemented by her colleagues, these have also confirmed that inspiration of public consciousness or public mind are essential for environmental conservation of target groups about environmental management with integration of environmental education principle (Waewthaisong et al., 2012a; Ruboon et al., 2012a; Pimdee et al., 2012a; Donkonchum et al., 2012a; Donkonchum & Thiengkamol, 2012; Morrasri et al., 2012b; Mongkonsin et al., 2013b; Gonggool et al., 2012b; Jongwutiwet, et al., 2012b; Phinnarach et al., 2012a; Artwanichakul, et al, 2012a; Sangsan-anan et al., 2012a; Tumpracha et al., 2012b; Udonboon et al., 2012b).

Even though, the people in Somdej District cover 3 Sub-districts of Sangbadan, Mahachai and Pasawoei

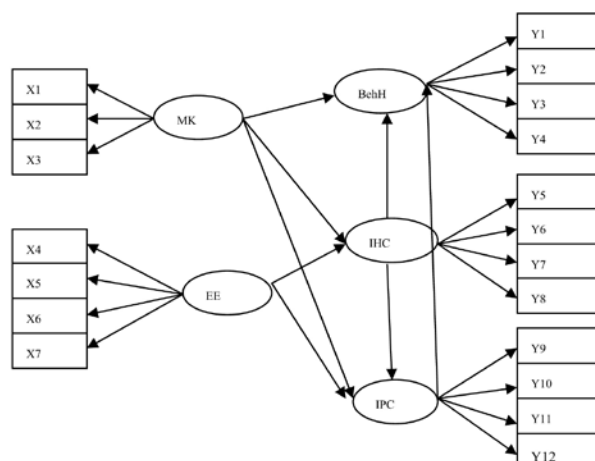
in Kalasin Province in Northeastern region of Thailand have knowledge about malaria disease in terms of prevention and control but the epidemic of malaria was recurrent in the previous year with high mortality from malaria infection. Therefore, the investigation has been conducted on the question of their behavior of malaria prevention is caused by malaria knowledge comprising of observed variable of Malaria Disease Knowledge, Malaria Prevention Knowledge, and Malaria Treatment Knowledge with integration the variables of Inspiration of Health Care (IHC) and Inspiration of Public Mind for Malaria Prevention and control (IPM) as intermediate variable to cause Malaria Prevention and control Behavior (Beh). Inspiration of health care has used the observed variables of family inspiration, community people inspiration, local administrative organization inspiration and repeated epidemic infection inspiration (Thiengkamol, 2011e; Donkonchum et al., 2012a; Phinnarach et al., 2012; Sangsan-anan et al., 2012a; Office of Environmental Health, 2012; WHO, 2014; Thiengkamol, 2011f; Jukravalchaisri et al., 2013).

However, in order to confirm the success of malaria prevention and control behavior through inspiration of health care and inspiration of public mind for malaria prevention and control, this research was conducted with the other aspect of knowledge like as malaria knowledge. This design was similar to the study of Artwanichakul, et al, 2012a.

Objective

The objective of research was to develop the causal relationship model of malaria knowledge and environmental education affecting to malaria prevention and control behavior through inspiration of health care and inspiration of public mind for malaria prevention and control.

Conceptual Framework



The research hypothesis was to verify the effect of malaria knowledge and environmental education to malaria prevention and control behavior through inspiration of health care and inspiration of public mind for malaria prevention and control. This relationship makes us to clear understand the malaria prevention and control behavior and it is able to use for controlling malaria epidemic.

Methodology Population and Sample

The populations were people in Somdej District covers 3 Sub-districts of Sangbadan, Mahachai and Pasawoei in Kalasin Province in Northeastern region of Thailand. The Simple random sampling technique was used to collect the sample for 400 peoples.

Research Tool

The research tool was the questionnaire with 95 items and it was used for data collection. The content and structural validity were determined by Item Objective Congruent (IOC) with 5 experts in the aspects of malaria disease, social science and social research methodology. The reliability was done by collecting the sample group from 50 peoples of Kam Mung District, Kalasin Province which is similar characteristics to Somdej District, Kalasin Province. The reliability was determined by Cronbach's

Alpha. The reliability of malaria knowledge, environmental education, inspiration of health care, inspiration of public mind for malaria prevention and control, malaria prevention and control behavior and the whole questionnaire were 0.900, 0.900, 0.961, 0.954, 0.956 and 0.968 respectively. The reason of use this tool for studying because it can explain the variables that are able to predict the malaria prevention and control behavior with holistic view.

Data Collection

The questionnaire was used for data collecting from people in Somdej District covers 3 Sub-districts of Sangbadan, Mahachai and Pasawoei in Kalasin Province in Northeastern region of Thailand in 2013. The data collection was implemented in these 3 Sub-districts because these areas are heavily infection of malaria.

Statistical Analysis

The descriptive statistics used were frequency, percentage, mean and standard deviation. The inferential statistics used was Structural Equation Model (SEM) and analyzed with LISREL version 8.30 by considering on Chi-Square value differs from zero with no statistical significant at 0.05 level or Chi-Square/df value with less or equal to 5, RMSEA (Root Mean Square Error Approximation) value and RMR (Root Mean Square Residual) with less than 0.05 including index level of model congruent value, GFI (Goodness of Fit Index) and critical number, and index level of model congruent value, AGFI (Adjust Goodness of Fit Index) between 0.90-1.00. Moreover, critical number should be more than 200.

Result

1. Results of Confirmatory factors Analysis of Exogenous Variables

1.1 Confirmatory factors Analysis of Exogenous Variables of Malaria Knowledge (MK)

Confirmatory Factor Analysis of Exogenous Variables of Malaria Knowledge (MK) affecting to Malaria Prevention Behavior (Beh) was revealed as the followings.

Confirmatory factors of GC had Bartlett's test of Sphericity of 41.947 statistically significant level ($p < 0.01$) and Kaiser-Mayer-Olkin Measure of Sampling Adequacy/MSA) of 0.580.

1.2 Confirmatory Factors Analysis of Exogenous Variables of Environmental Education (EE)

Confirmatory Factor Analysis of Exogenous Variables of Environmental Education (EE) affecting to Malaria Prevention Behavior (Beh) was revealed as the followings. Confirmatory factors of EE had Bartlett's test of Sphericity of 438.316 statistically significant level of 0.01, and Kaiser-Mayer-Olkin Measure of Sampling Adequacy/MSA of 0.744.

2. Confirmatory Factors Analysis of Endogenous Variables

2.1 Confirmatory Factors Analysis of Endogenous Variables of Inspiration of Health Care (IHC)

Confirmatory Factors Analysis of Endogenous Variables of Inspiration of Inspiration of Health Care (IHC) affecting to Malaria Prevention Behavior (Beh) was revealed as the followings.

Confirmatory Factors of IHC had Bartlett's test of Sphericity of 458.684 statistically significant level ($p < 0.01$) and Kaiser-Mayer-Olkin Measure of Sampling Adequacy/MSA) of 0.670.

2.2 Confirmatory Factors Analysis of Endogenous Variables of (Inspiration of Public Mind for Malaria Prevention and control-- IPM)

Confirmatory Factors Analysis of Endogenous Variables of Inspiration of Public Mind for Malaria Prevention and control (IPM) affecting to Malaria

Prevention and control Behavior (Beh) was revealed as the followings.

Confirmatory Factors of Inspiration of IPM had Bartlett's test of Sphericity of 349.259 statistically significant level ($p < 0.01$) and Kaiser-Mayer-Olkin Measure of Sampling Adequacy/MSA) of 0.743.

2.3 Confirmatory Factors Analysis of Endogenous Variables of Malaria Prevention and control Behavior

Confirmatory Factors of Beh had Bartlett's test of Sphericity of 983.263 statistically significant level ($p < 0.01$) and Kaiser-Mayer-Olkin Measure of Sampling Adequacy/MSA) of 0.811.

2.4 Results of Effect among Variables in Model in Terms of Direct Effect and Indirect Effect

1) Confirmatory factors of Malaria Knowledge (MK) had direct effect to Inspiration of Health Care (IHC) no statistically significant at level of 0.05 with effect of -0.02, Inspiration of Public Mind for Malaria Prevention and control (IPM) statistically significant at level of 0.01 with effect of 0.45, and Malaria Prevention and control Behavior (Beh) no statistically significant at level of 0.05 with effect of -0.02. Moreover, confirmatory factors in aspect of Malaria Knowledge (MK) had indirect effect to Malaria Prevention and control Behavior (Beh) through Inspiration of Health Care (IHC) no statistically significant at level of 0.05 with effect of 0.04 and through Inspiration of Public Mind for Malaria Prevention and control (IPM) no statistically significant at level of 0.05 with effect of 0.09.

2) Confirmatory factors of Environmental Education (EE) had direct effect to Inspiration of Health Care (IHC) statistically significant at level of 0.01 with effect of 0.85, and Malaria Prevention and control Behavior (Beh) no statistically significant at level of 0.05 with effect of -0.32. Moreover, confirmatory factors

of Environmental Education (EE) had indirect effect to Malaria Prevention and control Behavior (Beh) statistically significant at level of 0.05 with effect of 0.44 through Inspiration of Health Care (IHC).

3) Confirmatory factors of Inspiration of Health Care (IHC) had direct effect to Malaria Prevention and control Behavior (Beh) statistically significant at level of 0.01 with effect of 0.52 and indirect effect no statistically significant at level of 0.05 with effect of -0.21.

4) Confirmatory factors of Inspiration of Public Mind for Malaria Prevention and control (IPM) had direct effect to Malaria Prevention and control Behavior (Beh) no statistically significant at level of 0.05 with effect of -0.22.

5) Considering on structural model confirmatory factors of Malaria Knowledge (MK) and Environmental Education (EE) were able to explain the variation of endogenous factors of Inspiration of Health Care (IHC) and Inspiration of Public Mind for Malaria Prevention and control (IPM) to cause Malaria Prevention and control Behavior (Beh) with 24.00 percent as the following in equation (1).

$$\text{Beh} = 0.52 \cdot \text{IHC} - 0.22 \cdot \text{IPM} - 0.02 \cdot \text{MK} - 0.32 \cdot \text{EE} \dots (1)$$

$$(R^2 = 0.066)$$

Equation (1) factors that had the most effect to Malaria Prevention and control Behavior (Beh) was Inspiration of Health Care (IHC) with effect of 0.52, and subsequence were Malaria Knowledge (MK) with effect of -0.02, Inspiration of Public Mind for Malaria Prevention and control (IPM) with effect of -0.22 and Environmental Education with effect of -0.32. These were able to explain the variation Malaria Prevention and control Behavior (Beh) with 6.60 percent.

6) Considering on structural model confirmatory factors of Malaria Knowledge (MK) and Environmental Education (EE) were able to explain the

variation of endogenous factors of Inspiration of Health Care (IHC) to cause Malaria Prevention and control Behavior (Beh) with 62.00 percent as the following in equation (2).

$$\text{IHC} = -0.08 \cdot \text{MK} + 0.85 \cdot \text{EE} \dots (2)$$

$$(R^2 = 0.62)$$

Equation (2) factors that had the most effect to Inspiration of Health Care (IHC) was Environmental Education (EE with effect of 0.85, and subsequence was Malaria Knowledge (MK) with effect of -0.08 These were able to explain the variation Malaria Prevention and control Behavior (Beh) with 62.00 percent.

7) Considering on structural model confirmatory factors of Malaria Knowledge (MK) and Inspiration of Health Care (IHC) were able to explain the variation of endogenous factors of Inspiration of Public Mind for Malaria Prevention and control (IPM) to cause Malaria Prevention and control Behavior (Beh) with 71.00 percent as the following in equation (3).

$$\text{IPM} = 0.96 \cdot \text{IHC} + 0.45 \cdot \text{MK} \dots (3)$$

$$(R^2 = 0.71)$$

Equation (3) factors that had the most effect to Inspiration of Public Mind for Malaria Prevention and control (IPM) was Inspiration of Health Care (IHC) with effect of 0.96, and subsequence was Malaria Knowledge (MK) with effect of 0.45. These were able to explain the variation Malaria Prevention and control Behavior (Beh) with 71.00 percent.

Considering on Chi-Square value/df was 1.745 that was less than 5, therefore it was accepted that hypothetical model of research was congruent to empirical data. Moreover, it was considered on other statistical values to verify the congruence that were Goodness of Fit Index (GFI) and Adjust Goodness of Fit Index (AGFI) were 0.96 and 0.91 respectively ($GFI > 0.90$ and $AGFI > 0.90$), $RMSEA = 0.042$, $RMR = 0.012$ ($RMSEA < 0.05$

and RMR <0.05) and critical number = 317.35 which was more than 200. It indicated that model was congruent to empirical data.

The results of analysis of causal relationship model and analysis of path effect as presented in figure 1.

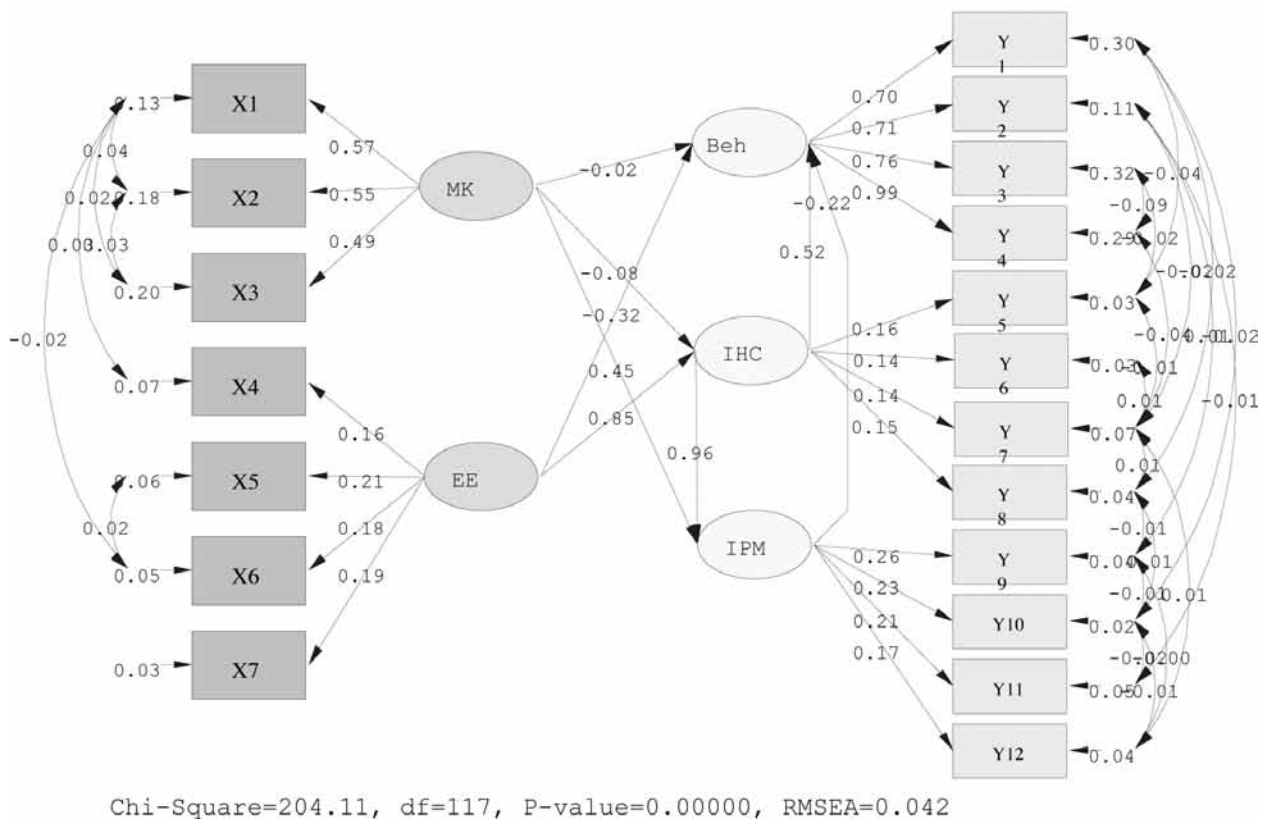


Figure 1 Model of Malaria prevention and control integrated with environmental education

Table 1

Direct and Indirect Effect of MK and EE Affecting BeH via IPM and IHC

Causal variable	Result variables								
	IHC			IPM			BeH		
	TE	IE	DE	TE	IE	DE	TE	IE	DE
MK	-0.02 (0.064)	-	-0.02 (0.064)	0.45** (0.23)		0.45** (0.23)	0. (0.034)	0.03 (0.041)	-0.02 (0.040)
EE	0.85** (0.045)	-	0.85** (0.045)	-	-	-	-	0.32** (0.05)	-0.32 (0.071)
IPM	-	-	-	-	-	-	-0.22 (0.071)	-	-0.22 (0.071)
IHC	-	-	-	0.96** (0.52)	-	0.96** (0.52)	0.31** (0.042)	-0.21 (0.045)	0.52** (0.051)
$\chi^2 = 204.11$; df = 117			CN = 317.35			$\chi^2 / df = 1.745$			
GFI = 0.96			AGFI = 0.91			RMSEA = 0.042			
						RMR = 0.012			

TE: Total Effect, IE: Indirect Effect, DE: Direct Effect

Discussion

The findings indicated that Malaria Knowledge (MK) had direct effect to Malaria Prevention and control Behavior (Beh) no statistically significant at level of 0.05 with effect of -0.02. Considering from observed variable of Malaria Infection Knowledge (X_1), was highest correlation to Malaria Knowledge (MK) with 0.60 and subsequences were Malaria Prevention and control Knowledge (X_2) and Malaria Treatment Knowledge (X_3) with 0.57 and 0.50 respectively. This might be explained that the sample groups who are people in Somdej District have recognized to the importance of Malaria Infection Knowledge, Malaria Prevention and control Knowledge and Malaria Treatment Knowledge are most equally. However, they don't pay attention to control and protect seriously according to their knowledge. Simultaneously, their malaria knowledge had direct effect to Inspiration of Public Mind for Malaria Prevention and control (IPM) statistically significant at level of 0.01 with effect of 0.45 but it had no direct effect to Inspiration of Health Care (IHC). This indicated that Inspiration of Public Mind for Malaria Prevention and control (IPM) is an important variable to cause their malarial prevention and control behavior, therefore, it should develop their inspiration of public mind for malaria prevention and control for decreasing malaria epidemic effectively.

However, Inspiration of Public Mind for Malaria Prevention and control (IPM) was predicted by the observed variables of Inspiration from Malaria Epidemic Event (Y_{11}), and Self Public Mind (Y_9) had prediction power for Inspiration of Public Mind for Malaria Prevention and control (IPM) with 50% and 44%, therefore, it is obviously indicated that these two observe variables are able to use for challenging the people in Somdej District to realize to practice themselves and participate to control and prevent the malaria epidemic responsibly.

Simultaneously, Confirmatory factors of Environmental Education (EE) had direct effect to Inspiration of Health Care (IHC) statistically significant at level of 0.01 with effect of 0.85, and had indirect effect to Malaria Prevention and control Behavior (Beh) statistically significant at level of 0.05 with effect of 0.44 through Inspiration of Health Care (IHC). Moreover, Inspiration of Health Care (IHC) had direct effect to Malaria Prevention and control Behavior (Beh) statistically significant at level of 0.01 with effect of 0.52. This might be imply that the Environmental Education (EE) and Inspiration of Health Care (IHC) are significant variable to assist people to change their Malaria Prevention and control Behavior (Beh).

Finally, observed variables of Community Participation Behavior for Malaria Prevention and control (Y_4), Environmental Maintenance Behavior for Malaria Prevention and control (Y_2), Chemical Use for Malaria Elimination Behavior (Y_3), and Malaria Self-Prevention and control Behavior (Y_1) are able to predict Malaria Prevention and control Behavior (Beh) with 99.50%, 85.00%, 77.00% and 72.00%. It is obviously seen that Community Participation Behavior for Malaria Prevention and control (Y_4) was the highest prediction power with 99.50% and subsequences were Environmental Maintenance Behavior for Malaria Prevention and control (Y_2) with 85.00%, Chemical Use for Malaria Elimination Behavior (Y_3) with 77.00%, and Malaria Self-Prevention and control Behavior (Y_1) with 72.00%. It indicated that their malaria prevention and control behavior would be better if the environmental education concept, inspiration of health care and public mind for malaria prevention and control are integrated to malaria knowledge.

Concepts of public mind for malaria prevention and control and inspiration of health care were applied in this study, the findings go together with Thiengkamol concept (Thiengkamol, 2009a; Thiengkamol, 2009b;

Thiengkamol, 2011e; Thiengkamol, 2011f, and her different studies and her colleagues (Thiengkamol, 2011f; Thiengkamol, 2011i; Thiengkamol, 2011j; Thiengkamol, 2012d; Thiengkamol, 2012g; Thiengkamol, 2012h; Donkonchum, & Thiengkamol, 2012; Pimdee, et al, 2012b; Phinnarach, et al, 2012a; Chomputawat et al., 2013b; Kotchakote et al., 2013a; Koonboonchan et al., 2013a; Petchang et al., 2013a; Prasertsri et al., 2013b; Suebsing et al., 2013a; Mongkonsin et al., 2013b; Sangsan-anan et al., 2012a; Jongwutiwet et al., 2012b) that the results illustrated that environmental knowledge in various issues influencing through inspiration of public mind for environmental conservation to perform better environmental behaviors whether consumption behavior, energy conservation behavior, waste management behavior, traveling behavior and knowledge transferring and supporting for environmental conservation when they had real practice through environmental conservation with inspiration of environmental conservation with public mind and health care inspiration as well.

Therefore, the research results should be integrated in the environmental education concept, public mind for malaria prevention and control and inspiration of health care. In particular environmental education process is formal, informal, non-formal and lifelong education process that can be implemented by training process for public health volunteer to be a trainer and educator for malaria knowledge transferring with health care inspiration and emphasizing on epidemic infection event by inspiration community people to reach target of self prevention and control including participate to community

to eliminate malaria infection at Somdej District and other epidemic areas intentionally with public mind (Thiengkamol, 2009b; Thiengkamol, 2011e; Thiengkamol, 2011f; Thiengkamol, 2011j; Thiengkamol, 2012g; ; Donkonchum, & Thiengkamol, 2012; Donkonchum, et al, 2012a; Gonggool, et al, 2012b; Jongwutiwet, et al, 2012b; Morrasri, et al, 2012b; Phinnarach, et al, 2012a; Pimdee, et al, 2012a; Ruboon, et al, 2012a; Sangsan-anan, et al, 2012b; Tumpracha, et al, 2012b; Udonboon, et al, 2012b; Waewthaisong, et al, 2012a; Mongkonsin, et al, 2013b; Koonboonchan et al., 2013a).

Conclusions

It might be shown whether MK, EE, IHC and IPM latent variables are play important functions to cause malaria prevention and control behavior of environmental maintenance behavior for malaria prevention and control, community participation behavior for malaria prevention and control, chemical use for malaria elimination behavior, malaria self-prevention and control behavior through IHC. Therefore, the model of MK and EE affecting through IHC and IPM to Beh verified the proposed model and was fitted with all observed variables according to criteria of Chi-Square value which differs from zero with no statistical significant at 0.01 level or Chi-Square/df value with less or equal to 5, RMSEA (Root Mean Square Error Approximation) and RMR (Root Mean Square Residual) values with less than 0.05 including index level of model congruent value, GFI (Goodness of Fit Index) and index level of model congruent value, AGFI (Adjust Goodness of Fit Index) between 0.90-1.00.



References

- Artwanichakul, K., Thiengkamol, N. & Thiengkamol, T. (2012a). Structural model of dengue fever prevention and control behavior. *European Journal of Social Sciences*, 32(4), 485-497.
- CDC. (2013). *Treatment of Malaria (Guidelines for Clinicians)*. Retrieved from <http://www.cdc.gov/malaria/resources/pdf/treatmenttable.pdf>
- Chawla, L. (1999). Life paths into effective environmental action. *Journal of Environmental Action*, 31(1), 15-26.
- Chomputawat, S., Thiengkamol, N. & Thiengkamol Khoowaranyoo, T. (2013ab). Causal relationship model of environmental conservation involved psychological factors for agriculturist. *European Journal of Scientific Research*, 115(1), 147-165.
- Cialdini, R. B. (2001). *Influence: Science and practice*. Boston, MA: Pearson.
- Donkonchum, S., Thiengkamol, N. & Thiengkamol, C. (2012a). Causal relationship model of environmental conservation behavior integrated with LCA knowledge. *European Journal of Social Sciences*, 33(1), 5-16.
- Donkonchum, S. & Thiengkamol, N. (2012). Model of environmental education and psychological state affecting to global warming alleviation. *International Proceedings of Economic Development and Research*, 44(1), 1-5.
- Gonggool, D., Thiengkamol, N. & Thiengkamol, C. (2012b). Development of environmental education volunteer model through inspiration of public consciousness for sustainable development. *European Journal of Social Sciences*, 32(1), 303-310.
- Hines, J. M., Hungerford, H. R. & Tomera, A. N. (1987). Analysis and synthesis research and responsible environmental behavior: A meta-analysis. *Journal of Environmental Education*, 18(2), 1-8.
- Hungerford, H. R. & Volk, T. (1990). Changing learner behavior through environmental education. *Journal of Environmental Education*, 21(3), 8-21.
- Jongwutiwet, N., Thiengkamol, N. & Thiengkamol, T. (2012b). Causal relationship model of hospital environmental management. *Mediterranean Journal of Social Sciences*, 3(11), 455-466.
- Jukravalchaisri, J., Koktatong, K. & Koktatong, U. (2013). Development model of elderly health care behavior with public mind. *Mediterranean Journal of Social Sciences*, 4(6), 140-155.
- Kajfasz, P. (2009). Malaria prevention. *International Maritime Health*, 60(1), 67-70.
- Kaplan, S. (2000). Human nature and environmentally responsible behavior. *Journal of Social Issue*, 56(3), 491-508.
- Katzev, R. D. & Johnson, T. R. (1987). *Promoting energy conservation: An analysis of behavioral research*. Boulder, CO: Westfield.
- Kollmus, A. & Agyeman, J. (2002). Mind the gap: Why do people act environmentally and what are the barriers to pro-environmental behavior? *Environmental Education Research*, 8(1), 239-260.
- Koonboonchan, A., Thiengkamol, N., Thiengkamol Khoowaranyoo, T. (2013a). Causal relationship model of global warming alleviation integrated with four noble truths and psychological state. *European Journal of Scientific Research*, 104(3), 418-433.

- Mayer, F. S. & McPherson-Frantz, C. (2004). The connectedness to nature scale: A measure of individuals' feeling in community with nature. *Journal of Environmental Psychology*, 24(1), 503-515.
- McKenzie-Mohr, D. N., Lee, P. W., Schultz, P. & Kotler. (2012). *Social marketing to protect the environment: What works*. Thousand Oaks, California: Sage.
- Morrasri, P., Thiengkamol, N. & Thiengkamol, T. (2012b). Causal relationship model of little green child with environmental behavior. *European Journal of Social Sciences*, 34(2), 177-189.
- Mongkonsin, Thiengkamol, N. & Thiengkamol, T. (2013b). Causal relationship model of flood response behavior. *Mediterranean Journal of Social Sciences*, 4(1), 587-598.
- Office of Environmental Health. (2012). *The Second national environmental health strategy B.E.2555-2559*. Bangkok: Department of Health, Ministry of Public Health.
- Petchang, R., Thiengkamol, N. & Thiengkamol, C. (2013a). Causal relationship model of holistic tourism. *European Journal of Scientific Research*, 104(3), 434-446.
- Phinnarach, K., Thiengkamol, N., & Thiengkamol, C. (2012a). Causal relationship model of community strength. *European Journal of Social Sciences*, 34(3), 379-392.
- Pimdee, P., Thiengkamol, N. & Thiengkamol, T. (2012a). Causal relationship model of electrical energy conservation. *European Journal of Social Sciences*, 32(3), 306-315.
- Prasertsri, N., Thiengkamol, N. & Thiengkamol Khoowaranyoo, T. (2013b). Casual relationship model of learning behavior of information technology integrated with psychological factors. *European Journal of Scientific Research*, 104(3), 488-503.
- RBM Partnership. (2008). *Global Malaria Action Plan*. Geneva: Roll Back Malaria Partnership.
- Ruboon, O., Thiengkamol, N., Thiengkamol, T. & Kurokodt, J. (2012a). Model of environmental education teacher with inspiration of environmental conservation for global warming alleviation. *European Journal of Social Sciences*, 31(1), 92-102.
- Sangsan-anan, S., Thiengkamol, N. & Thiengkamol, T. (2012a). Causal relationship model of environmental education tourism. *European Journal of Social Sciences*, 33(3), 339-350.
- Schultz, P. W. (2002). *Inclusion with nature: The psychology of human-nature relations*. Norwell, MA: Kluwer Academic.
- Sinka, M. E., Bangs, M. J., Manguin, S., Rubio-Palis, Y., Chareonviriyaphap, T. & Coetzee, M. (2012). A global map of dominant malaria vectors. *Parasit Vectors*, 12(1), 13-69.
- Suebsing, S., Thiengkamol, N. & Thiengkamol, C. (2013a). Causal relationship model of forest conservation integrated with psychological state. *European Journal of Scientific Research*, 104(3), 447-459.
- Thiengkamol, N. (2009b). *The Happiness and the genius can be created before Born*. Bangkok: Prachya.
- Thiengkamol, N. (2011e). *Environment and development book* (4th ed.). Bangkok: Chulalongkorn University.
- Thiengkamol, N. (2011f). *Nurture children to be doctors*. Bangkok: Intelluals.

- Thiengkamol, N. (2011i). Development of model of environmental education and inspiration of public consciousness influencing to global warming alleviation. *European Journal of Social Sciences*, 25(4), 506-514.
- Thiengkamol, N. (2011j). Model of psychological state affecting to global warming alleviation. *Canadian Social Science*, 7(6), 89-95.
- Thiengkamol, N. (2012a). Development of a prototype of environmental education volunteer. *Journal of the Social Sciences*, 7(1), 77-81.
- Thiengkamol, N. (2012c). Model of psychological trait affecting to global warming alleviation. *European Journal of Social Sciences*, 30(3), 484-492.
- Thiengkamol, N. (2012d). Model of psychological factors affecting to global warming alleviation. *International Proceedings of Economic Development and Research*, 44(1), 6-12.
- Thiengkamol, N. (2012g). Causal relationship model of four noble truths. *Mediterranean Journal of Social Sciences*, 3(11), 319-326.
- Thiengkamol, N. (2012h). Model of environmental education and psychological factors based on inspiration of public consciousness affecting to global Warming Alleviation. *Mediterranean Journal of Social Sciences*, 3(11), 435-444.
- Thiengkamol, N. (2012i). Model of environmental education and psychological factors affecting to global warming alleviation. *Mediterranean Journal of Social Sciences*, 3(11), 427-434.
- Tumpracha, K., Thiengkamol, N. & Thiengkamol, C. (2012b). Causal relationship model of food security management. *Mediterranean Journal of Social Sciences*, 3(11), 639-650.
- Udonboon, C., Thiengkamol, N. & Thiengkamol, C. (2012b). Causal relationship model of water conservation behavior. *Mediterranean Journal of Social Sciences*, 3(11), 599-611.
- UNESCO. (1978). *Intergovernmental conference on environmental education*. Retrieved from <http://www.epa.gov/pesticides/about/index.htm>
- Wilairatana, P., Krudsood, S. & Tangpukdee, N. (2010). Management of plasmodium knowlesi malaria without PCR confirmation. *Southeast Asian J Trop Med Public Health*, 41(1), 19-21.
- Wilairatana, P., Tangpukdee, N., Kano, S. & Krudsood, S. (2010). Primaquine administration after falciparum malaria treatment in hypoendemic areas with high incidence of falciparum and vivax mixed infection: Pros and cons. *Korean J Parasitol* 2010, 48(1), 175-177.
- World Health Organization. (2013). World Malaria report 2013. Retrieved from http://www.who.int/malaria/publications/world_malaria_report_2013/report/en/
- WHO. (2014). *Environmental health*. Retrieved from http://www.who.int/topics/environmental_health/en/
- Zeleny, L.C. (1999). Educational interventions that improve environmental behavior: A meta analysis. *Journal of Environmental Education*, 31(1), 5-14.



การถ่ายทอดภูมิปัญญาท้องถิ่นในการอนุรักษ์ความหลากหลายของพืชอาหาร ด้วยกระบวนการสิ่งแวดล้อมศึกษา

A Local Wisdom Transferring of Food Plant Diversity Conservation with Environmental Education Process

รุ่งเรือง สารวิจิตร, สุนทรี จินธรรม และสุวารี ศรีปุณณะ

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ (1) ศึกษาสภาพและปัญหาความหลากหลายของพืชอาหาร (2) ศึกษาภูมิปัญญาท้องถิ่นในการอนุรักษ์ความหลากหลายของพืชอาหาร (3) สร้างและพัฒนาชุดการเรียนรู้การอนุรักษ์ความหลากหลายของพืชอาหารตามภูมิปัญญาท้องถิ่น ที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 และ (4) ประเมินความรู้ เจตคติ และพฤติกรรมในการอนุรักษ์ความหลากหลายของพืชอาหาร ใช้การวิจัยแบบผสมผสานวิธีในการวิจัย ใช้กลุ่มตัวอย่างจากตัวแทนครัวเรือนจำนวน 140 คน ได้จากการสุ่มแบบง่าย ประชากรท้องถิ่นจำนวน 20 คน ได้จากการสุ่มแบบลูกโซ่ (snowball) และนักเรียนจำนวน 37 คน ได้จากการสุ่มแบบเจาะจง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ประกอบด้วยแบบสัมภาษณ์ แบบทดสอบวัดความรู้ แบบวัดเจตคติและพฤติกรรม สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน การทดสอบค่าที และวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพโดยการวิเคราะห์เนื้อหา ผลการวิจัย พบว่า (1) สภาพความหลากหลายของพืชอาหาร พบ 185 ชนิด ส่วนใหญ่เป็นพืชยืนต้น 55 ชนิด ส่วนปัญหาความหลากหลายของพืชอาหาร พบว่ามีปริมาณลดลงและหายากขึ้น (2) ภูมิปัญญาท้องถิ่นในการอนุรักษ์ความหลากหลายของพืชอาหาร พบว่า ใช้การปลูกแบบผสมผสาน แบบวนเกษตรและปลูกตามหัวไร่ปลายนา (3) การสร้างและพัฒนาชุดการเรียนรู้การอนุรักษ์ความหลากหลายของพืชอาหารตามภูมิปัญญาท้องถิ่น ผลการพัฒนาประสิทธิภาพชุดการเรียนรู้ อยู่ในเกณฑ์ 81.83/ 84.66 และ (4) ผลการประเมินความรู้ เจตคติ และพฤติกรรมการอนุรักษ์ความหลากหลายของพืชอาหาร พบว่าคะแนนเฉลี่ยด้านความรู้ เจตคติและพฤติกรรม หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

คำสำคัญ: ภูมิปัญญาท้องถิ่น, ความหลากหลายของพืชอาหาร, สิ่งแวดล้อมศึกษา

Abstract

The objectives of this research were (1) to study the situation and problems in food plants diversity, (2) to study the local wisdom in food plant diversity conservation, (3) to develop and determine the efficiency of the learning packages of food plant diversity conservation according to local wisdom to meet the hypothetical criterion of 80/80 and (4) to assessment the learning achievements of knowledge, attitude and behaviors on food plant diversity

conservation. The mixed method was used for research conducting. The study was carried out with 140 households and was selected by simple random sampling, 20 local knowledgeable peoples were selected by snowball technique and 37 students were representatives selected by purposive sampling. The research instruments included a structured interviews and questionnaires of knowledge, attitude and behavior. The statistics used were percentage, mean, standard deviation and t-test. Content analysis was used qualitative data analysis. The research findings were as follows: (1) Situation and problems in food plant diversity, there are 185 species food plants and majorities are 55 species of perennial plants. The food plant diversity in the community had decreased and rare. (2) Local wisdom of food plant diversity conservation showed that the local wisdom of planting and breeding food crops included agroforestry, and growing pattern and surrounding the farm. (3) The creation and development of the learning packages had efficiency with 81.83/84.66 (4) The assessment of learning achievement knowledge, attitudes and behaviors. The posttest mean scores were higher than pretest at a statistically significant level of 0.05.

Keywords: local wisdom, food plants diversity, environmental education



ความนำ

ปัญหาสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นในปัจจุบันล้วนแต่เกิดขึ้นจากการทำกิจกรรมของมนุษย์ทั้งสิ้น ซึ่งกิจกรรมที่ขาดความรู้และจิตสำนึกได้ส่งผลกระทบต่อระบบนิเวศและความหลากหลายทางชีวภาพ เกิดความเสียหายในวงกว้างในสภาพเหตุการณ์ดังกล่าวจำเป็นที่ทุกคนจะต้องร่วมมือช่วยกันปรับปรุงคุณภาพสิ่งแวดล้อมเพื่อให้ระบบนิเวศเกิดความสมดุลความหลากหลายทางชีวภาพคงอยู่การปรับปรุงคุณภาพสิ่งแวดล้อมให้ได้ผลดีที่สุดคือการให้ความรู้แก่นักเรียน (วินัย วีระพัฒนานนท์, 2555)

นอกจากนี้กระบวนการสิ่งแวดล้อมศึกษาเป็นเครื่องมือสำคัญที่ต้องนำมาใช้ในการพัฒนาคน ให้เกิดความรู้ความเข้าใจ เห็นคุณค่า และตระหนัก ร่วมกันอนุรักษ์และฟื้นฟูสิ่งแวดล้อม โดยที่สิ่งแวดล้อมศึกษาเป็นกระบวนการที่ทำให้เห็นคุณค่า มีความรู้ เจตคติ และเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมสู่การปกป้องสิ่งแวดล้อม รวมทั้งสร้างรูปแบบในการดำรงชีวิตใหม่ เพื่อสร้างสิ่งแวดล้อมทั้งระดับบุคคล กลุ่ม และสังคม แนวทางใช้สิ่งแวดล้อมศึกษาในทางปฏิบัติ มี 3 องค์ประกอบ ดังนี้ 1. การเรียนรู้เกี่ยวกับสิ่งแวดล้อม (learning about the environment) คือ การให้ผู้เรียนมีความรู้และความเข้าใจการทำงานของระบบธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ตลอดจนผลกระทบจาก

กิจกรรมของคน ทั้งในระดับท้องถิ่น ประเทศ และโลก 2. การเรียนรู้ในสิ่งแวดล้อม (learning in the environment) คือ การให้ผู้เรียนมีประสบการณ์จากการลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง ในธรรมชาติหรือสภาพแวดล้อมโดยตรง ซึ่งเป็นการพัฒนาทักษะที่สำคัญในเรื่องการฝึก การตัดสินใจ และการแก้ปัญหา

การเรียนรู้เพื่อสิ่งแวดล้อม (Learning for the Environment) คือ การนำสิ่งเรียนรู้ทั้งหมด สู่ความตั้งใจจริงในการปฏิบัติที่เป็นคุณต่อสิ่งแวดล้อมและธรรมชาติในวิถีชีวิตจริง (สุวริย์ ศรีบุญนะ, 2549)

ตำบลเหล่ากอหก อำเภอนาแห้ว จังหวัดเลย เป็นตำบลหนึ่งใน จำนวน 5 ตำบล และตั้งอยู่ในพื้นที่ต้นน้ำ มีสภาพภูมิประเทศเป็นภูเขาสลับซับซ้อน และมีภูเขาสูงจากการศึกษาของสำนักงานทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมจังหวัดเลยและมหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์ ตามโครงการสำรวจรวบรวมข้อมูลความหลากหลายทางชีวภาพระดับท้องถิ่น ปีงบประมาณ 2551 (กลุ่มป่าภูเมี่ยง-ภูทอง) พบว่าตำบลเหล่ากอหกมีค่าดัชนีความหลากหลายสูงสุดกว่าตำบลอื่นๆ ที่ศึกษา (สำนักงานทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมจังหวัดเลย, 2552) ซึ่งแสดงถึงความอุดมสมบูรณ์ของพืชพันธุ์นานาชนิด รวมทั้งพืชอาหารที่คนในชุมชนได้บริโภคตลอดมา แต่ในปัจจุบันชุมชนในตำบล

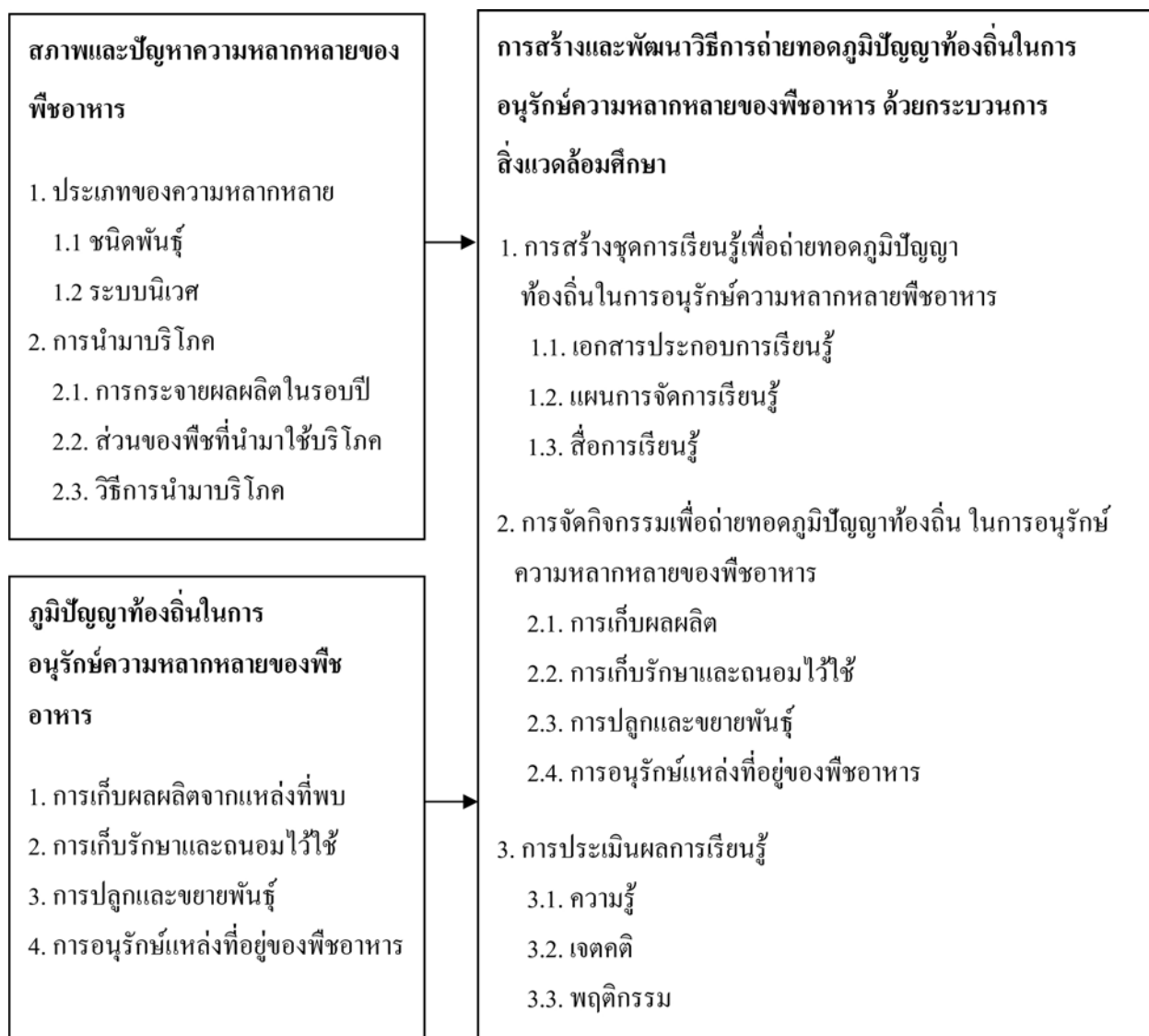
เหล่ากอหูก ถูกกระแสเศรษฐกิจแบบวัตถุนิยมเข้าครอบงำ ทำให้วิถีชีวิตผู้คนเปลี่ยนไป จากวัฒนธรรมการเกษตรแบบเพาะปลูกเพื่อยังชีพ พออยู่พอกิน มาทำเกษตรเชิงพาณิชย์เพื่อขายผลผลิต นำรายได้มาแลกเปลี่ยนเป็นสินค้า เพื่อสนองความต้องการของชีวิต และจากการสัมภาษณ์ปราชญ์ท้องถิ่นทำให้ทราบว่า ปัจจุบันพืชอาหารในหมู่บ้านนาสิ่งและบ้านนาเชื่อม มีความหลากหลายน้อยลง สาเหตุมาจากการบุกรุกป่าธรรมชาติเพื่อเพาะปลูกพืชเชิงเดี่ยวมากขึ้น มีการไถหน้าดินและใช้สารเคมีทางการเกษตรมากขึ้น นอกจากนี้ยังมีพืชอาหารที่ได้สูญพันธุ์ไปจากท้องถิ่นแล้ว เช่น แดงไทยพันธุ์พื้นเมือง แดงโมพื้นเมือง ข้าวไร่พันธุ์หอมเตี้ย ข้าวคอดลายแหล่งอาหารท้องถิ่นถูกกลืนด้วยรชขายอาหารเคลื่อนที่ ผู้คนต่างดิ้นรนเพื่อจะเร่งรีบไปทำงานในไร่นา เพื่อหารายได้ พื้นที่แหล่งอาหารถูกรุกด้วยพื้นที่เกษตรเชิงเดี่ยว ทั้งข้าวโพด สับปะรด ปาล์มน้ำมัน และการใช้เทคโนโลยีสมัยใหม่ทั้งรถไถ ปุ๋ยเคมี และเคมีเกษตรต่างๆ วิถีชีวิตของชาวบ้านใช้เวลาไปกับการหาเงินในยุคศิวิลิซ์ อาชีพการทำไร่ทำนาแบบเกษตรธรรมชาติหายากขึ้นแบบพอเพียง อาหารการกินตามป่าธรรมชาติ หวัไ้ ปลายนา ลดลงเรื่อยๆจาก 20 ปีที่ผ่านมาเมื่อวิถีชีวิตเปลี่ยนไป แหล่งอาหารของชุมชนจึงเป็นรชขายอาหารเคลื่อนที่ เนื่องจากสะดวก สบาย มีผักจากตลาด มาขายถึงบ้านตลอดปี นอกจากนี้เยาวชนในหมู่บ้านนาสิ่งและบ้านนาเชื่อมไม่สนใจที่จะบริโภคพืชผักพื้นบ้านในท้องถิ่น ซึ่งเป็นพืชผักที่ปลอดสารพิษ เด็กนักเรียนขาดความรู้ในการนำพืชผักในท้องถิ่นมาบริโภค และขาดการสืบสานภูมิปัญญาท้องถิ่นในด้านการอนุรักษ์พืชอาหาร จากกรณี

ปัญหาดังกล่าว ผู้วิจัยจึงต้องการที่จะศึกษาวิธีการถ่ายทอดภูมิปัญญาท้องถิ่นในการอนุรักษ์ความหลากหลายพืชอาหารด้วยกระบวนการสิ่งแวดล้อมศึกษา และดำเนินการวิจัยในพื้นที่ตำบลเหล่ากอหูก อำเภอนาแห้ว จังหวัดเลย จำนวน 2 หมู่บ้าน คือบ้านนาสิ่งและบ้านนาเชื่อม ทั้งนี้เพราะหมู่บ้านทั้ง 2 เป็นชุมชนต้นน้ำที่มีความเสี่ยงที่จะเกิดการสูญพันธุ์ของพืชอาหาร งานวิจัยครั้งนี้จะเป็นประโยชน์ต่อชุมชนโดยใช้กระบวนการสิ่งแวดล้อมศึกษาเพื่อถ่ายทอดภูมิปัญญาท้องถิ่น ในการอนุรักษ์ความหลากหลายพืชอาหาร ให้คงอยู่อย่างยั่งยืนต่อไป

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อศึกษาสภาพและปัญหาความหลากหลายของพืชอาหารในตำบลเหล่ากอหูก อำเภอนาแห้ว จังหวัดเลย
2. เพื่อศึกษาภูมิปัญญาท้องถิ่นในการอนุรักษ์ความหลากหลายของพืชอาหาร ในตำบล เหล่ากอหูก อำเภอนาแห้ว จังหวัดเลย
3. เพื่อสร้างและพัฒนาชุดการเรียนรู้สำหรับถ่ายทอดภูมิปัญญาท้องถิ่นในการอนุรักษ์ความหลากหลายของพืชอาหาร ด้วยกระบวนการสิ่งแวดล้อมศึกษาที่เหมาะสมนักเรียนระดับประถมศึกษา
4. เพื่อประเมินความรู้ เจตคติ และพฤติกรรมในการอนุรักษ์ความหลากหลายของพืชอาหาร จากการเรียนรู้ในชุดการเรียนรู้ เรื่องการอนุรักษ์ความหลากหลายของพืชอาหาร

กรอบแนวคิดการวิจัย



วิธีดำเนินการวิจัย

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้มีทั้งหมด 2 กลุ่ม ได้แก่ ตัวแทนครัวเรือนในตำบลเหล่ากอหก จำนวน 220 คน ประชาชนท้องถิ่นในตำบลเหล่ากอหก จำนวน 60 คน รวมประชากรทั้งสิ้น 280 คน โดยแยกเป็นรายกลุ่มดังนี้

- ประชากรที่ใช้ในการวิจัยเพื่อศึกษาสภาพและปัญหาความหลากหลายของพืชอาหาร ได้แก่ ตัวแทนครัวเรือนในตำบลเหล่ากอหก อำเภอนาแห้ว จังหวัดเลย จำนวน 2 หมู่บ้าน ได้แก่ บ้านนาสิ่ง 137 ครัวเรือน และบ้านนาเชือก 83 ครัวเรือน รวมจำนวน 220 คน

- ประชากรที่ใช้ในการวิจัยเพื่อศึกษาภูมิปัญญาท้องถิ่นในการอนุรักษ์พืชอาหาร ได้แก่ ประชาชนท้องถิ่นในตำบลเหล่ากอหก อำเภอนาแห้ว จังหวัดเลย จำนวน 2 หมู่บ้าน ได้แก่ บ้านนาสิ่ง 32 คน และบ้านนาเชือก 28 คน รวมจำนวน 60 คน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้มีทั้งหมด 3 กลุ่ม ได้แก่ ตัวแทนครัวเรือนในตำบลเหล่ากอหก จำนวน 140 คน ประชาชนท้องถิ่นในตำบลเหล่ากอหก จำนวน 20 คน และนักเรียน จำนวน 37 คน รวมกลุ่มตัวอย่างทั้งสิ้น 197 คน โดยแยกเป็นรายกลุ่มดังนี้

- กลุ่มตัวอย่างที่ใช้เพื่อศึกษา สภาพและปัญหาความหลากหลายของพืชอาหาร จากประชากรซึ่งเป็น

ตัวแทนครัวเรือน ได้กลุ่มตัวอย่างโดยการเปิดตาราง
สำร็จรูปในการกำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างของ Krejcie And
Morgan (1970) จำนวน 140 ครัวเรือน เมื่อแบ่งตามสัดส่วน
ได้ตัวแทนครัวเรือนบ้านนาลิ่ง จำนวน 87 ครัวเรือน และ
บ้านนาเชือก จำนวน 53 ครัวเรือน รวมจำนวน 140 คน
โดยใช้การสุ่มตัวอย่างแบบง่าย

2. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้เพื่อศึกษาภูมิปัญญาท้องถิ่น
ในการอนุรักษ์ความหลากหลายของพืชอาหาร ใช้กลุ่ม
ตัวอย่างจากผู้รู้หรือปราชญ์ท้องถิ่นที่มีภูมิปัญญาเกี่ยวกับ
การอนุรักษ์ความหลากหลายของพืชอาหาร จากประชากร
60 คน ผู้วิจัยได้ใช้กลุ่มตัวอย่าง 20 คน โดยแบ่งเป็นหมู่บ้านละ
10 คน ได้แก่บ้านนาลิ่ง 10 คน และบ้านนาเชือก 10 คน
รวมจำนวน 20 คน ใช้การสุ่มตัวอย่างแบบ Snowball

3. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาผลการสร้างและ
พัฒนาชุดการเรียนรู้สำหรับถ่ายทอดภูมิปัญญาท้องถิ่น
ในการอนุรักษ์ความหลากหลายของพืชอาหาร ด้วย
กระบวนการสิ่งแวดล้อมศึกษาใช้ประชากรทั้งหมดในการ
ศึกษา จำนวน 42 คน แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ (1) กลุ่ม
ผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 5 คน ประกอบด้วย นักวิชาการที่มี
ความเกี่ยวข้องกับการอนุรักษ์ความหลากหลายทางชีวภาพ
จำนวน 5 คน และ (2) กลุ่มนักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่
4 - 6 โรงเรียนบ้านนาลิ่ง ตำบลเหล่ากอหก อำเภอนาแห้ว
จังหวัดเลย จำนวน 37 คนสุ่มตัวอย่างโดยการเจาะจง
นักเรียนที่ร่วมกิจกรรมการพัฒนาเพื่อถ่ายทอดภูมิปัญญา
ท้องถิ่น ในการอนุรักษ์ความหลากหลายของพืชอาหาร

4. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการประเมินความรู้ เจตคติ
และพฤติกรรมในการอนุรักษ์ความหลากหลายของ
พืชอาหาร จากการเรียนรู้ในชุดการเรียนรู้ เรื่องการอนุรักษ์
ความหลากหลายของพืชอาหาร ได้แก่ นักเรียน ชั้นประถม
ศึกษาปีที่ 4-6 โรงเรียนบ้านนาลิ่ง ตำบลเหล่ากอหก อำเภ
อนาแห้ว จังหวัดเลย จำนวน 37 คน โดยใช้ประชากรทั้งหมด
ที่ร่วมกิจกรรมการพัฒนาเพื่อถ่ายทอดภูมิปัญญาท้องถิ่น
ในการอนุรักษ์ความหลากหลายของพืชอาหาร

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาสภาพ และปัญหา
ความหลากหลายของพืชอาหาร ได้แก่ แบบสัมภาษณ์แบบ
มีโครงสร้าง มีค่า IOC เท่ากับ 0.92

2. เครื่องมือที่ใช้ศึกษาภูมิปัญญาท้องถิ่นในการ
อนุรักษ์ความหลากหลายของพืชอาหาร ได้แก่ แบบ
สัมภาษณ์แบบไม่มีโครงสร้าง มีค่า IOC เท่ากับ 0.94

3. เครื่องมือที่ใช้ศึกษาการสร้างและพัฒนาก
ถ่ายทอดภูมิปัญญาท้องถิ่น ในการอนุรักษ์ความหลากหลาย
ของพืชอาหาร ได้แก่ ชุดการเรียนรู้ เรื่อง การอนุรักษ์ความ
หลากหลายของพืชอาหารแบบประเมินความเหมาะสม
ของวิธีการถ่ายทอดภูมิปัญญาท้องถิ่น ในการอนุรักษ์
ความหลากหลายของพืชอาหาร มีค่า IOC เท่ากับ 0.92

4. เครื่องมือที่ใช้ประเมินความรู้ เจตคติ และ
พฤติกรรมในการอนุรักษ์ความหลากหลายของพืชอาหาร
ได้แก่ แบบทดสอบวัดความรู้ มีจำนวน 30 ข้อ มีค่าความ
เชื่อมั่น 0.96 แบบวัดเจตคติมีจำนวน 30 ข้อ มีค่าความ
เชื่อมั่น 0.86 แบบวัดพฤติกรรมมีจำนวน 30 ข้อ มีค่าความ
เชื่อมั่น 0.92 โดยได้ทดลองกับนักเรียน ชั้น ป.4-6 ของ
โรงเรียนบ้านเหล่ากอหก จำนวน 30 คน ซึ่งมีลักษณะ
ที่ใกล้เคียงกับกลุ่มตัวอย่าง

การเก็บรวบรวมข้อมูล

การศึกษาวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ทำการเก็บรวบรวม
ข้อมูล ดังนี้

1. การศึกษาสภาพและปัญหาความหลากหลาย
พืชอาหาร เครื่องมือที่ใช้เก็บข้อมูล ได้แก่ แบบสัมภาษณ์
แบบมีโครงสร้าง โดยผู้วิจัยนำแบบสัมภาษณ์ไปเก็บรวบรวม
ข้อมูลด้วยตนเอง

2. การศึกษาภูมิปัญญาท้องถิ่นในการอนุรักษ์
ความหลากหลายพืชอาหาร เครื่องมือที่ใช้เก็บข้อมูลได้แก่
แบบสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้าง โดยนำแบบสัมภาษณ์
ไปเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเอง

3. การศึกษาวิธีการสร้างและพัฒนาวิธีการ
ถ่ายทอดภูมิปัญญาท้องถิ่น ในการอนุรักษ์ความหลากหลาย
พืชอาหาร ด้วยกระบวนการสิ่งแวดล้อมศึกษา ผู้วิจัยนำผล
ขั้น 1 - 2 มาสร้างชุดการเรียนรู้และกิจกรรมการเรียนรู้
เครื่องมือที่ใช้เก็บข้อมูล ได้แก่ ชุดการเรียนรู้แบบประเมิน
ความเหมาะสมของวิธีการ ผู้วิจัยนำเครื่องมือไปใช้กับกลุ่ม
ตัวอย่าง หลังจากการจัดกิจกรรมการถ่ายทอดภูมิปัญญา
ท้องถิ่น ในการอนุรักษ์ความหลากหลายพืชอาหาร

4. การประเมินความรู้เจตคติและวัดพฤติกรรม ในการอนุรักษ์ความหลากหลายของพืชอาหาร เครื่องมือที่ใช้เก็บข้อมูล ได้แก่ ชุดการเรียนรู้แบบทดสอบวัดความรู้ แบบวัดเจตคติและแบบวัดพฤติกรรม โดยมีนักเรียนร่วมวางแผนกิจกรรม ร่วมทำกิจกรรมและลงมือปฏิบัติตามหน้าที่และความรับผิดชอบ

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

สถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบค่าที นอกจากนี้ การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพโดยการหาข้อสรุป การตีความและการตรวจสอบความถูกต้องตรงประเด็นของผลการวิจัยเป็นกระบวนการหาข้อสรุปและตีความหมายของผลโดยใช้เหตุผลตามหลักตรรกะด้วยการวิเคราะห์เชิงเนื้อหา

ผลการวิจัย

1. สภาพความหลากหลายของพืชอาหาร ชนิดพืชอาหารที่สำรวจพบมี 185 ชนิด แบ่งประเภทตามลักษณะพืชได้ดังนี้ ไม้ยืนต้น คิดเป็นร้อยละ 29.73 (55 ชนิด) ไม้พุ่ม คิดเป็นร้อยละ 10.27 (19 ชนิด) พืชผักตามหนองน้ำคิดเป็นร้อยละ 4.86 (9 ชนิด) แหล่งที่อยู่พืชอาหารที่สำรวจพบมี 2 ประเภท แบ่งได้เป็น บนบก และในน้ำ แยกประเภทได้ดังนี้ แหล่งที่อยู่บนบกพบพืชอาหาร รวม 176 ชนิด แยกเป็น ในบริเวณบ้าน พบไม้ล้มลุกและพืชหัวคิดเป็นร้อยละ 26.70 (47 ชนิด) แหล่งที่อยู่ในน้ำพบพืชอาหาร รวม 9 ชนิด แยกเป็น ริมห้วยพบพืชผักคิดเป็นร้อยละ 66.67 (6 ชนิด) การกระจายผลผลิตในรอบปี แบ่งเป็นฤดูร้อน พบไม้ยืนต้น คิดเป็นร้อยละ 62.50 (10 ชนิด) ฤดูฝนพบไม้เลื้อย/ไม้เถา คิดเป็นร้อยละ 22.81 (13 ชนิด) ฤดูหนาว พบไม้ยืนต้น คิดเป็นร้อยละ 37.50 (12 ชนิด) ตลอดฤดูกาล พบไม้ล้มลุกและพืชหัว คิดเป็นร้อยละ 42.50 (34 ชนิด) ส่วนของพืชที่นำมาใช้บริโภค พบพืชที่บริโภคยอด คิดเป็นร้อยละ 34.59 (64 ชนิด) บริโภคใบอ่อน คิดเป็นร้อยละ 33.51 (62 ชนิด) บริโภคผลดิบ คิดเป็นร้อยละ 24.86 (46 ชนิด) วิธีการนำมาบริโภค พบว่าพืชอาหาร ส่วนใหญ่จะนำมารับประทานเป็น ผักสด/ผลไม้ มากถึง 116 ชนิด รองลงมาคือแกง 74 ชนิด ต้ม 63 ชนิด ลวกและนึ่ง 40 ชนิด ปิ้ง/ย่าง/คั่ว 36 ชนิด ผัด

27 ชนิด ยำ 23 ชนิด แก้ว/ปั่น 19 ชนิด และลาบน้อยที่สุดจำนวน 9 ชนิด

2. ปัญหาความหลากหลายของพืชอาหาร ปัญหาด้านปริมาณ พบว่าพืชอาหารในชุมชนมีปริมาณลดลงและหายากขึ้นบางชนิดหายไปจากชุมชน พืชอาหารบางอย่างไม่สามารถเก็บเมล็ดพันธุ์ไว้ได้ ต้องพึ่งเมล็ดพันธุ์จากตลาด รวมถึงพื้นที่การเกษตรส่วนใหญ่ได้ถูกนำไปปลูกพืชเชิงเดี่ยว ได้แก่ ข้าวโพด และสับปะรด ทำให้พื้นที่สำหรับปลูกพืชอาหารลดลง อีกทั้งพื้นที่ป่าไม้ซึ่งเป็นแหล่งพืชอาหารธรรมชาติถูกบุกรุกทำลายเพิ่มขึ้นเพื่อปรับเปลี่ยนเป็นไร่ข้าวโพด ปัญหาด้านคุณภาพ พบว่าพืชอาหารไม่มีความอุดมสมบูรณ์เหมือนในอดีต เนื่องจากปริมาณน้ำฝนน้อยลง อีกทั้งมีการปนเปื้อนจากสารพิษกำจัดศัตรูพืชลงสู่แหล่งน้ำ หรือในทุ่งนาทำให้พืชอาหารบางอย่างโดยเฉพาะ พืชน้ำ ไม่สามารถนำมาเป็นอาหารได้ เช่น เทา ผักบู่ ผักก้านจอก ผักแว่น สายบัว

2. ภูมิปัญญาท้องถิ่นในการอนุรักษ์ความหลากหลายของพืชอาหาร ในตำบลนาแห้ว อำเภอนาแห้ว จังหวัดเลย พบว่า ภูมิปัญญาการเก็บเกี่ยวผลผลิตจากแหล่งที่พบ ได้แก่ ภูมิปัญญาการเก็บเกี่ยวผลผลิตโดยการใช้มือและใช้อุปกรณ์ เช่น มีด จอบ เสียม พะอง (บันไดทำจากไม้ไผ่) ภูมิปัญญาการเก็บรักษาและถนอมพืชอาหาร ได้แก่ การเก็บเมล็ดพันธุ์พืชในน้ำเต้า การเก็บเมล็ดพืชโดยแขวนไว้เหนือเตาไฟ การเก็บแ่งจิงไว้ได้กอกกล้วย การทำน้ำผักกะทอน การดองผักชนิดต่าง ๆ ภูมิปัญญาการปลูกและขยายพันธุ์ ได้แก่ การปลูกพืชอาหารแบบวนเกษตร การปลูกพืชอาหารผสมในแปลงพืชเศรษฐกิจ การปลูกพืชอาหารตามหัวไร่ปลายนา ภูมิปัญญาการอนุรักษ์แหล่งที่อยู่ของพืชอาหาร ได้แก่ การทำรั้วด้วยต้นหมากเขา (สบู่ดำ) การปลูกพืชแบบขึ้นบันได การปลูกตะไคร้ หนุ่ยแฝงเพื่อป้องกันหนาดิน

3. การสร้างและพัฒนาชุดการเรียนรู้สำหรับถ่ายทอดภูมิปัญญาท้องถิ่นในการอนุรักษ์ความหลากหลายของพืชอาหาร ผลการสร้างและพัฒนาชุดการเรียนรู้ เรื่อง การอนุรักษ์ความหลากหลายของพืชอาหาร ที่มีประสิทธิภาพไม่ต่ำกว่าเกณฑ์ 80/80 พบว่า ประสิทธิภาพของชุดการเรียนรู้เรื่องการอนุรักษ์ความหลากหลายของพืชอาหารสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ถึงชั้น

ประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนบ้านนาฝี่ อำเภอนาแห้ว จังหวัดเลย จากการทดสอบระหว่างปฏิบัติการจริง ชุดที่ 1 ถึงชุดที่ 4 ได้คะแนนเฉลี่ย 32.73 คะแนน จากคะแนนเต็ม 40 คะแนน คะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 81.83 ดังนั้น $E1 = 81.83$ และคะแนนจากการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังเรียน ได้คะแนนเฉลี่ย 25.40 คะแนน จากคะแนนเต็ม 30 คะแนน คะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 84.66 ดังนั้น $E2 = 84.66$ นั่นคือ ชุดการเรียนรู้เรื่องการอนุรักษ์ความหลากหลายของพืชอาหาร สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ถึง ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนบ้านนาฝี่ อำเภอนาแห้ว จังหวัดเลย มีประสิทธิภาพ 81.83/84.66 สูงกว่าเกณฑ์ 80/80

4. ผลการประเมินความรู้ เจตคติและพฤติกรรม การอนุรักษ์ความหลากหลายของพืชอาหาร โดยใช้ชุดการเรียนรู้เรื่อง การอนุรักษ์ความหลากหลายของพืชอาหาร พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านความรู้ของนักเรียน จากการเรียนโดยใช้ชุดการเรียนรู้เรื่องการอนุรักษ์ความหลากหลายของพืชอาหาร หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน ค่าเฉลี่ยก่อนเรียน ($\bar{X}$) = 15.05 ค่าเฉลี่ยหลังเรียน ($\bar{X}$) = 25.84 มีค่า $t = 13.93$ เจตคติของนักเรียนจากการเรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่องการอนุรักษ์ความหลากหลายของพืชอาหาร หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน ค่าเฉลี่ยก่อนเรียน ($\bar{X}$) = 62.84 ค่าเฉลี่ยหลังเรียน ($\bar{X}$) = 73.92 ซึ่งมีค่า $t = 37.75$ ผลคะแนนพฤติกรรมของนักเรียนจากการเรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่องการอนุรักษ์ความหลากหลายของพืชอาหาร หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน ค่าเฉลี่ยก่อนเรียน ($\bar{X}$) = 64.16 ค่าเฉลี่ยหลังเรียน ($\bar{X}$) = 74.86 โดยมีค่า $t = 26.72$

การอภิปรายผล

จากผลการวิจัยเรื่อง การถ่ายทอดภูมิปัญญาท้องถิ่นในการอนุรักษ์ความหลากหลายของพืชอาหาร ด้วยกระบวนการสิ่งแวดล้อมศึกษา โดยทำการศึกษาในพื้นที่ตำบลเหล่ากอหก อำเภอนาแห้ว จังหวัดเลย ผู้วิจัยนำประเด็นสำคัญมาอภิปรายผลได้ดังนี้

1. สภาพความหลากหลายของพืชอาหาร พืชอาหารที่พบส่วนมากเป็นไม้ยืนต้น ซึ่งเป็นพืชที่ขึ้นเองตามธรรมชาติหรือเป็นพืชที่ปลูกได้โดยง่าย พืชยืนต้นมีความ

แข็งแรง ทนทาน เก็บเกี่ยวผลผลิตได้นานปี การเก็บเกี่ยวผลผลิตก็จะเก็บตามฤดูกาล ทำให้ได้รับประทานพืชอาหารที่สดและมีคุณค่า การเลือกเก็บกินพืชอาหารตามฤดูกาลทำให้สุขภาพดีอีกทั้งมีการนำพืชอาหารมาบริโภคเป็นผักสดและผลไม้มากเพราะในวิถีชีวิตของชาวบ้านนั้น มีช่วงเวลาที่อยู่ในไร่นามากกว่าที่จะอยู่ในบ้าน การทำงานในไร่ช่วยไม่สะดวกในการนำพืชมาประกอบอาหาร ดังนั้น การรับประทานแบบผักสดย่อมเหมาะสมกว่า สอดคล้องกับ Zhuo และคณะ (2013) ได้ศึกษา อาหารจากป่า ความหลากหลายพืชอาหาร ของชาวทิเบต ใน Shangri-la ยูนนาน ประเทศจีน วัดประจักษ์เพื่อสำรวจพืชอาหารป่า และภูมิปัญญาด้านพืชอาหารป่าของท้องถิ่น ผลการศึกษาจาก 168 ตัวอย่างที่ได้บันทึกและรวบรวมไว้พบพืชอาหารป่า 116 ชนิด จาก 62 วงศ์ โดยส่วนมากเป็นผัก (80 ชนิด) หรือผลไม้ (78 ชนิด) พืชอาหารเหล่านี้เป็นแหล่งทรัพยากรของท้องถิ่น โดยเฉพาะในชนบทที่ห่างไกล มีแร่ธาตุและวิตามินที่จำเป็น อีกทั้งยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ Boesi (2014) ซึ่งได้ศึกษา ภูมิปัญญาการใช้ประโยชน์จากพืชอาหารป่าของชุมชนชาวทิเบต ผลการศึกษาพืชอาหารที่ได้จากป่ารวมทั้งหมด 75 ตัวอย่าง จาก 36 สกุล 60 ชนิด โดยใช้เป็นผัก 44 ชนิด เป็นเครื่องเทศ 10 ชนิด เป็นผลไม้ 15 ชนิด มี 3 ชนิดใช้ทำโยเกิร์ตและเบียร์ 5 ชนิดใช้เป็นส่วนประกอบในการทำอาหารพื้นเมืองประเภทแป้ง (tsampa) 4 ชนิด ใช้ทำน้ำชาและ 3 ชนิดใช้ทำเป็นเครื่องดื่ม นอกจากนั้นยังสอดคล้องกับอังคณา อินตา (2551) ที่ได้ศึกษาพฤกษศาสตร์พื้นบ้านและความหลากหลายของพืชเกษตรของชุมชนไทลื้อและอาข่าในภาคเหนือตอนบนของประเทศไทยและเขตปกครองตนเองสิบสองปันนา ประเทศจีน ผลการศึกษาพบพืชที่ใช้ประโยชน์จาก 16 หมู่บ้าน ทั้งหมด 547 ชนิด จัดอยู่ใน 336 สกุล และ 118 วงศ์ แบ่งตามการใช้ประโยชน์ได้เป็น พืชที่ใช้เป็นอาหาร 325 ชนิด พืชที่ใช้เป็นยารักษาโรค 229 ชนิด พืชที่ใช้เป็นวัสดุ 59 ชนิด พืชที่ใช้เลี้ยงสัตว์ 17 ชนิด พืชที่ใช้ทางสังคม 13 ชนิด และพืชที่ใช้เป็นเชื้อเพลิง 7 ชนิด สำหรับแหล่งที่อยู่ของพืชอาหารก็มีทั้งบนบกและในน้ำ เช่นบริเวณบ้าน สวนในบ้าน ไร่-นา

ปัญหาด้านความหลากหลายของพืชอาหาร ปัญหาด้านปริมาณ พบว่า พืชอาหารในชุมชนมีปริมาณลดลงและหายากขึ้น พืชอาหารบางอย่างไม่สามารถเก็บเมล็ดพันธุ์

ไว้ได้ ต้องพึ่งเมล็ดพันธุ์จากตลาด รวมถึงพื้นที่การเกษตรส่วนใหญ่ได้ถูกนำไปปลูกพืชเชิงเดี่ยว ทำให้พื้นที่สำหรับปลูกพืชอาหารลดลง อีกทั้งพื้นที่ป่าไม้ซึ่งเป็นแหล่งพืชอาหารธรรมชาติถูกบุกรุกทำลายเพิ่มขึ้น เพื่อเปลี่ยนเป็นไร่ข้าวโพดรวมทั้งการปนเปื้อนของสารพิษลงสู่แหล่งน้ำ ทำให้พืชน้ำบางชนิดไม่สามารถรับประทานได้ เช่น เทา ผักบุ้ง ก้านจอก ผักแว่น ทางเลือกหนึ่งในการแสวงหาอาหารคือการพึ่งพาธัญพืชกับข้าวและตลาด สอดคล้องกับงานวิจัยของ ยุทธนา วงศ์โสภ (2553) ที่ได้ทำวิจัยเรื่องอาหารในภา (สำหรับข้าว) ความหลากหลายสู่การฟื้นฟูอาหารท้องถิ่น ผลการวิจัยพบว่า แหล่งที่มาของอาหารในชุมชนในระยะ 3 เดือน สรุปได้ดังนี้ แหล่งอาหารที่ชุมชนพึ่งพิงมากที่สุดคือ ตลาด/รถขายกับข้าวเคลื่อนที่ คิดเป็นร้อยละ 42 ของอาหารทั้งหมด คิดเป็นมูลค่า 50,163 บาท แหล่งที่มาของอาหารในภาที่ชุมชนพึ่งพิงเป็นอันดับ 2 คือ แปลงเกษตรยั่งยืน โดยอาศัยแนวคิดที่ว่า “ปลูกทุกอย่างที่กิน กินทุกอย่างที่ปลูก” ตามหลักเศรษฐกิจพอเพียง แหล่งอาหารจากแปลงเกษตรยั่งยืน คิดเป็นร้อยละ 29 ของอาหารทั้งหมด คิดเป็นมูลค่า 33,776 บาท ส่วนแหล่งอาหารที่ชุมชนพึ่งพิงเป็นอันดับ 3 คือ ธรรมชาติและลำน้ำคู่อาหารได้จากลำน้ำคู มีประมาณร้อยละ 15 คิดเป็นมูลค่า 17,300 บาท และการแบ่งปันกันในชุมชนพบว่ามีส่วนที่น้อยที่สุดคิดเป็นร้อยละ 14 คิดเป็นมูลค่า 16,812 บาท เมื่อรวมมูลค่าอาหารในภา (สำหรับข้าว) ทั้ง 3 เดือนพบว่า มีมูลค่ารวมกันทั้งหมด 118,501 บาท และสอดคล้องกับ Zhuo และคณะ (2013) ได้ศึกษา อาหารจากป่า ความหลากหลายในพืชอาหารของชาวทิเบต ยูนนาน ประเทศจีน ผลการศึกษาพบว่าพืชอาหารป่าและภูมิปัญญาด้านพืชอาหารป่ากำลังจะสูญหาย โดยเฉพาะในพื้นที่ที่มีการคมนาคมสะดวกและพื้นที่ที่เป็นแหล่งท่องเที่ยว สำหรับปัญหาด้านคุณภาพพบว่าพืชอาหารไม่มีความปลอดภัยเหมือนในอดีตเพราะการเกษตรสมัยใหม่ทำให้เกิดการปนเปื้อนของสารเคมีสู่แหล่งพืชอาหาร

2. ภูมิปัญญาท้องถิ่นในการอนุรักษ์ความหลากหลายของพืชอาหาร

การที่ต้องดำรงชีวิตอยู่ในธรรมชาติ ประชาชนยังคงมีการใช้ภูมิปัญญาท้องถิ่นนำมาประยุกต์ใช้กับการอนุรักษ์ความหลากหลายของพืชอาหาร ภูมิปัญญามักเป็นสิ่งที่สอดคล้องกลมกลืนพึ่งพิงกับธรรมชาติวิถีชีวิต

ของชุมชน เป็นความรู้ที่เกี่ยวข้องเชื่อมโยงกับทุกสรรพสิ่ง มองสรรพสิ่งเกี่ยวเนื่องสัมพันธ์กันเป็นองค์รวม การแก้ปัญหาโดยใช้ภูมิปัญญาในท้องถิ่นมักจะนำเอาสิ่งที่สามารถหาได้ในชุมชนมาเป็นเครื่องมือในการแก้ปัญหา สอดคล้องกับอังคณา อินตา (2551) ที่ได้ศึกษาพฤกษศาสตร์พื้นบ้านและความหลากหลายของพืชเกษตรของชุมชนไทลื้อและอาข่าในภาคเหนือตอนบนของประเทศไทยและเขตปกครองตนเองสิบสองปันนา ประเทศจีน ผลการศึกษาพบว่า ชาวไทลื้อในภาคเหนือตอนบนของประเทศไทยและสิบสองปันนา ประเทศจีน นิยมทำการเกษตรแบบปลูกพืชหมุนเวียน ชาวอาข่าในภาคเหนือตอนบนของประเทศไทย ทำการเกษตรแบบ ปลูกพืชเกษตรในสวนไม้ยืนต้น และชาวอาข่าในสิบสองปันนา ทำการเกษตรแบบ ปลูกพืชหมุนเวียน และการปลูกพืชร่วมหรือพืชแซม เช่นเดียวกับ เสถียร นันทะ (2554) ที่วิจัยเรื่อง การอนุรักษ์พันธุ์ข้าวพื้นเมืองของชุมชนและการวิเคราะห์สายพันธุ์ข้าวพื้นเมืองในภาคตะวันออกเฉียงเหนือประเทศไทย ผลการวิจัยพบว่า ชาวนามีองค์ความรู้เกี่ยวกับการจัดการและการอนุรักษ์ข้าวพื้นเมืองในระบบไร่ นาและนำไปสู่การปลูกข้าวที่หลากหลายพันธุ์ มีการใช้ประโยชน์จากข้าวพื้นเมืองในด้านต่างๆ ได้แก่ การใช้บริโภค ประมงอาหาร ถนอมอาหาร สมุนไพร แลกเปลี่ยน เลี้ยงสัตว์ ทำขนม ประกอบพิธีกรรม ทำเหล้า ขายเป็นรายได้ของครัวเรือน

3. ผลการสร้างและพัฒนาชุดการเรียนรู้เรื่องการอนุรักษ์ความหลากหลายของพืชอาหาร ที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 81.83/84.66 ทั้งนี้อาจเป็นเพราะว่าในการสร้างชุดการเรียนรู้ได้จัดทำอย่างมีระบบขั้นตอน ศึกษาทฤษฎีและการสร้างชุดการเรียนรู้และได้รับคำแนะนำจากผู้เชี่ยวชาญ พบว่าชุดการเรียนรู้ประกอบด้วยคู่มือครู คู่มือผู้เรียน คำนำ วัตถุประสงค์ คำชี้แจงการใช้ชุดการเรียนรู้ บทบาทของผู้เรียน ใบความรู้ ใบงาน แนวการตอบใบงาน และแบบทดสอบ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของรัตนภรณ์ เจริญจิตร (2550) ทำการศึกษาค้นคว้าการพัฒนาชุดกิจกรรมการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมทางธรรมชาติสำหรับนักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนบ้านม่วงชุม อำเภอสรีเทพ จังหวัดเพชรบูรณ์จำนวน 16 คน ผลการศึกษาค้นคว้าพบว่า ชุดกิจกรรมการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมทางธรรมชาติมีประสิทธิภาพ 83.75/88.10

การถ่ายทอดภูมิปัญญาท้องถิ่นในการอนุรักษ์ความหลากหลายของพืชอาหาร ด้วยกระบวนการสิ่งแวดล้อม ศึกษา นั้นเป็นเพียงรูปแบบหนึ่งของการถ่ายทอด ซึ่งมีขั้นตอน มีกระบวนการ มีแผนการเรียนรู้ มีกิจกรรมการเรียนรู้ และมีการประเมินผลเป็นกระบวนการสิ่งแวดล้อมศึกษาที่เกี่ยวกับการอนุรักษ์ความหลากหลายของพืชอาหาร สอดคล้องกับ Smith และคณะ (2009) ได้ศึกษาการเพาะปลูกและผลที่ได้จากการทำแปลงปลูกผักด้วยแนวคิดสิ่งแวดล้อมศึกษาซึ่งมีความเชื่อว่าการรับประทานอาหารคือกิจกรรมหนึ่งของสิ่งแวดล้อมเป็นการทำกิจกรรมสิ่งแวดล้อมศึกษาระหว่างนักเรียนระดับประถมศึกษาชั้นต้นกับชุมชน เพื่อเพิ่มปริมาณอาหารในแปลงเกษตรอินทรีย์ เป้าหมายคือนำแนวคิดนี้เข้าสู่หลักสูตรการศึกษาที่มีจิตสำนึกและใส่ใจในสิ่งแวดล้อม ทั้งด้านเจตคติและพฤติกรรม ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนเกิดการเรียนรู้ในการเตรียมอาหารจากพืชที่ปลูกเอง ตั้งแต่การปลูกจนกระทั่งเก็บผลผลิต นักเรียนมีความสุขในการเตรียมอาหาร ครูมีทัศนคติระดับดีในกิจกรรมที่จัดขึ้น มีความกระตือรือร้นในการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ และสามารถนำประสบการณ์ความคิดใหม่ๆ กลับไปจัดการเรียนการสอนได้อีกทั้งยังสอดคล้องกับ Rodriguez (2009) ได้ศึกษาการพัฒนาทักษะความรู้ด้านพฤกษศาสตร์พื้นบ้าน ในเด็กชนเผ่า Tsimane ใน Amazon โบลิเวีย ผลการวิจัยพบว่าความสัมพันธ์ด้านสังคมเป็นพื้นฐานในการเพิ่มความเชี่ยวชาญของพวกเขา ข้อมูลเชิงปริมาณแสดงให้เห็นว่าแม่คือตัวแทนของครอบครัว ที่มีส่วนสำคัญให้เกิดการพัฒนาทักษะความรู้ด้านพฤกษศาสตร์พื้นบ้าน โดยไม่คำนึงถึงเพศของเด็ก นอกจากนี้ยังพบว่าครอบครัวและอายุของเด็กคือปัจจัยที่สำคัญในการเรียนรู้ด้านพฤกษศาสตร์พื้นบ้าน

4. ผลการประเมินความรู้ เจตคติ และพฤติกรรม การอนุรักษ์ความหลากหลายของพืชอาหาร โดยใช้ชุดการเรียนรู้เรื่อง การอนุรักษ์ความหลากหลายของพืชอาหาร ด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน พบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยชุดการเรียนรู้เรื่อง การอนุรักษ์ความหลากหลายของพืชอาหาร มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 เนื่องจากการเรียนรู้โดยใช้ชุด

การเรียนรู้ที่เกี่ยวข้องกับพืชอาหาร เป็นสิ่งแวดล้อมใกล้ตัว บริเวณโรงเรียนและชุมชน ได้เน้นการจัดการเรียนการสอนตามวิธีการทางวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการสิ่งแวดล้อมศึกษา ให้นักเรียนทุกคนสามารถเข้าร่วมกิจกรรมได้ มีรูปแบบกิจกรรมที่หลากหลาย สอดคล้องกับงานวิจัยของ พูนศิริ ศรีโพธิ์เผือก (2551) ที่ทำการศึกษาค้นคว้าการพัฒนาชุดการสอน เรื่องการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม สำหรับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนบ้านลำตะคร้อ ตำบลกันจู่ อำเภอบึงสามพัน จังหวัดเพชรบูรณ์ ผลการศึกษาปรากฏว่าชุดการสอนเรื่องการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และสอดคล้องกับงานวิจัยของ จิราภรณ์ เจริญวงศ์ (2550) ที่ทำการศึกษาการพัฒนาชุดกิจกรรมเรื่องทรัพยากรน้ำ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนบ้านวังพิบูลย์ อำเภอบึงสามพัน จังหวัดเพชรบูรณ์ จำนวน 30 คน ผลการศึกษาค้นคว้าพบว่า หลังจากเรียนด้วยชุดกิจกรรมเรื่องทรัพยากรน้ำ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเพิ่มขึ้นจากก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรวิจัยรูปแบบการพัฒนากลุ่มเครือข่าย ที่มี การอนุรักษ์ความหลากหลายของพืชอาหาร ที่มีประสิทธิภาพในระดับชุมชน
2. ควรมีการวิจัยเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เจตคติ และพฤติกรรม ของผู้เรียน ที่จัดการเรียนรู้ด้วยชุดการเรียนรู้ กับการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีอื่น ๆ เช่น การจัดการเรียนรู้โดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) การจัดการเรียนรู้แบบ E-Learning
3. ควรวิจัยคุณลักษณะ คุณค่าทางโภชนาการในพืชอาหารพื้นเมืองของจังหวัดเลยให้มากขึ้น เพื่อประโยชน์ในด้านการส่งเสริมให้เป็นพืชอาหาร และพืชเศรษฐกิจต่อไป



เอกสารอ้างอิง

- จิราภรณ์ เจริญวงศ์. (2550). การพัฒนาชุดกิจกรรมเรื่องทรัพยากรน้ำ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนชุมชนบ้านวังพิรุณ อำเภอบึงสามพัน จังหวัด เพชรบูรณ์. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาสิ่งแวดล้อมศึกษา, มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- พูนศิริ ศรีโพธิ์เพือก. (2551). การพัฒนาชุดการสอน เรื่องการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาสิ่งแวดล้อมศึกษา, มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- ยุทธนา วงศ์โสภ. (2553). อาหารในภา(สำหรับข้าว) ความหลากหลายสู่การฟื้นฟูอาหารท้องถิ่น. งานวิจัยเพื่อท้องถิ่น, 11(2), 10-13.
- รัตนภรณ์ เข็มนาจิตร. (2550). การพัฒนาชุดกิจกรรมการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมทางธรรมชาติ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาสิ่งแวดล้อมศึกษา, มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- วินัย วีระวัฒนานนท์. (2555). สิ่งแวดล้อมศึกษาในยุคโลกออนไลน์. พิษณุโลก: พิษณุโลกคอตคอม.
- สำนักงานทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมจังหวัดเลย. (2552). สารานุกรมทรัพยากรชีวภาพตำบลเหล่ากอหก อำเภอ นาแห้ว จังหวัดเลย โครงการสำรวจรวบรวมข้อมูลความหลากหลายทางชีวภาพระดับท้องถิ่น ปีงบประมาณ 2551 (กลุ่มป่าภูเมี่ยง-ภูทอง). นครสวรรค์: ทิศทาง.
- สุวริย์ ศรีปฐมะ. (2549). การอนุรักษ์และการพัฒนาสิ่งแวดล้อมในชุมชน. เลย: มหาวิทยาลัยราชภัฏเลย.
- เสถียร นันทะ. (2554). การอนุรักษ์พันธุ์ข้าวพื้นเมืองของชุมชนและการวิเคราะห์สายพันธุ์ข้าวพื้นเมืองในภาคตะวันออกเฉียงเหนือประเทศไทย. วิทยานิพนธ์ปริญญาปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาความหลากหลายทางชีวภาพ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- อังคณา อินตา. (2551). พฤกษศาสตร์พื้นบ้านและความหลากหลายของพืชเกษตรของชุมชนไทลื้อ และอาข่าในภาคเหนือตอนบนของประเทศไทยและเขตปกครองตนเองสิบสองปันนา ประเทศจีน. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาความหลากหลายทางชีวภาพและชีววิทยาชาติพันธุ์, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- Boesi, A. (2014). *Traditional knowledge of wild food plants in a few Tibetan communities*. Retrieved from <http://www.ethnobiomed.com/content/10/1/75>
- Rodriguez, M. R. M. (2009). *Ethnobotanical knowledge acquisition among Tsimane' children in The Bolivian Amazon*. Doctoral Dissertation. University of Georgia, Athens.
- Smith, J. M ., et al. (2009). Cultivating and Reflecting on Intergenerational environmental education on the farm. *Canadian Journal of Environmental Education*, 14(1), 107-121.
- Zhuo, Y. J. J., et al. (2013). Eating from the wild: Diversity of wild edible plants used by Tibetans in Shangri-la region, Yunnan, China. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, 13(1), 9-28.

Translated Thai References

- Charoenwong, J. (2007). *Water resource activity development for grade 6 students in Ban Pikulthong community school, Bung Sam Pan district, Petchburi province*. Master of Science Thesis, Mahasarakam University. (in Thai)
- Intha, A. (2008). *Ethnobotany and diversity of plants in Thai-Lye and Ar-Kha community in the northern of Thailand and Xishuangbanna, China*. Doctoral Dissertation in Biodiversity, Chiangmai University. (in Thai)
- Khemnajt, R. (2007). *Environmental conservation activities development for grade5 students*. Master of Science Thesis, Mahasarakam University. (in Thai)
- Loei Provincial Office for Natural Resource and Environment. (2009). *Biological resource encyclopedia of Lao Kho Hok sub-district, Nahaew district, Loei province: A survey of biological diversity project in fiscal year 2008*. Nakhonsawan: Tid Than. (in Thai)
- Nuntha, S. (2011). *A conservation of local rice breed and a local rice breed analysis in the northeast of Thailand*. Doctoral Dissertation in Biodiversity, Mahasarakam University. (in Thai)
- Sriphopuek, P. (2008). *Environmental conservation lessons development*. Master of Science Thesis, Mahasarakam University. (in Thai)
- Sriphuna, S. (2006). *Environmental reserve and development in community*. Loei: Loei Rajabhat University. (in Thai)
- Veerawattananon, W. (2012). *Environmental education in global warming era*. Pitsanulok: Pitsanulok dot com. (in Thai)
- Wongsopa, Y. (2010). A recovery of local foods. *Community Based Research Journal*. 11(2), 10-13. (in Thai)



รูปแบบการเสริมพลังอำนาจสตรีเพื่อการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม

Model of Women Empowerment for Environmental Conservation

Sasithorn Deerada, Nongnapas Thiengkamol and Tanarat Koowaranyoo Tiengkamol

Abstract

The objective was to develop a model of women empowerment and psychological state affecting environmental conservation behavior through inspiration of public mind. The populations were 19,844 women committees of Maha Sarakham Province. The Multi-stage random sampling technique was employed to collect the sample of 400 women committees from different district and sub-district of Maha Sarakham Province. Questionnaire was used for data collection. Structural Equation model (SEM) was used for model verification. Results revealed that when considering on structural model of confirmatory factors of Women Empowerment (WE) and Psychological State (PS) were able to explain the variation of endogenous factors of Inspiration of Public Mind (IPM) to cause Environmental Conservation Behaviors (ECB) at 85.00 percent. Moreover, confirmatory factors of WE was able to explain the variation of IPM at 75.00 percent.

Keywords: model, women empowerment, environmental education, public mind, environmental conservation behaviors

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์การวิจัยเพื่อพัฒนารูปแบบของการเสริมพลังอำนาจสตรีและจิตตามสถานการณ์ที่มีผลต่อพฤติกรรมการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมผ่านแรงบันดาลใจการมีจิตสาธารณะ ประชากรเป็นคณะกรรมการสตรีของจังหวัดมหาสารคาม จำนวน 19,844 คน ใช้เทคนิคการสุ่มตัวอย่างแบบหลายขั้นตอน เพื่อเก็บตัวอย่าง จำนวน 400 คน ใช้แบบสอบถามเป็นเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างในตำบลต่างๆ โดยใช้รูปแบบสมการเชิงโครงสร้างในการพิสูจน์รูปแบบผลการวิจัยพบว่าเมื่อพิจารณาแบบโครงสร้างของปัจจัยองค์ประกอบเชิงยืนยันของการเสริมพลังอำนาจสตรี (WE) และจิตตามสถานการณ์ (PS) สามารถอธิบายความแปรปรวนของตัวแปรแฝงภายในแรงบันดาลใจการมีจิตสาธารณะ (IPM) ที่มีผลต่อพฤติกรรมการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมได้ร้อยละ 85.00 และปัจจัยองค์ประกอบเชิงยืนยันของการเสริมพลังอำนาจสตรี (WE) และจิตตามสถานการณ์ (PS) สามารถอธิบายความแปรปรวนตัวแปรแฝงภายในแรงบันดาลใจการมีจิตสาธารณะ (IPM) ได้ร้อยละ 75.00

คำสำคัญ: รูปแบบ, การเสริมพลังอำนาจสตรี, สิ่งแวดล้อมศึกษา, จิตสาธารณะ, พฤติกรรมการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม



Introduction

Empowerment could be defined as an incremental of spiritual, political, social, educational, gender, or economic strength of individuals and communities. Usually, empowerment in terms of methodological and process is frequently related to feminist concept. While, empowerment in sociological aspect usually applies in the groups of people who were discriminated from the social either by gender, race, ethnicity, religion, or disability. Empowerment also defined as a process to enhance these fundamental opportunities for those marginalized people. However, it also helps the non-marginalized others accessibility to these opportunities. Empowerment is also covered the encouragement and skill development for improving self-capacity with a focus on eradicating world inequality. Based on patriarchy society in Thailand, women are considered as a marginalized people, especially, the poor and uneducated women. However, it is not true for all women in the country because presently various women are business women and academic women. Women empowerment has been recognized as critical section in diverse facets including social, economic and environmental dimensions. Empowering women in developing countries is a significant factor to decrease global poverty. Additionally, they are an essential change agents because they take multiple roles as a wife, a mother and a housekeeper, they take care of the family in terms of food preparation, housekeeping, vis a vis related to environmental conservation in aspects of consumption behavior (optimum resources utilization), waste management behavior (reduce / reuse / recycle), and energy conservation behavior and so on (World Survey on the Role of Women in Development, 2009; Stein, 2009; Thiengkamol, 2011e; UNICEF, 2007). The nation economy is affected by eliminating women from a nation's work force while counting workforce based solely on men (Argawal, 2010). Female participation

in counsels, groups, and businesses are seen to extend women competency and reduction of inequality (Radovic-Markovic, 2012). There is a research evidence that empowered women have a tremendous effect on economic condition, a study revealed that fortune 500 companies pointed out that those with more women board directors had essentially higher financial returns. There are 53 percent higher returns on equity, 24 percent higher returns on sales and 67 percent higher returns on invested capital. This study illustrates that the women board of directors can increase the overall economic benefits of a company. If this concept is implemented on a global scale, women workforce in the formal workplaces (like a fortune 500 companies) can improve the economic output of a nation and global. Women, therefore can bolster business growth and economic prosperity, if they gone through appropriate changing process so they are enabling and equipped with proper knowledge and skills in their careers (OECD, 2008; United Nations Research Institute for Social Development, 2010; Thiengkamol, 2012h).

Psychologists are long searching and studying to understand human behavior, they tried several research methods and processes to understand and develop a large number of theories and models. Their main focus is to explaining how individual perceived and evaluated the external stimulants before making a decision then to express his behavior. The study on human perception and evaluation on stimulants and intervention factors from different stimulants must take place before the behavior expression afterward (Donkonchum, 2012; Thiengkamol, 2012d; Kamin, 2014; Dejkunchorn, 2014). Conversely, in studying of human geography, it discovered that both physical and biological are significant stimulants to make people express their behavior in diverse approaches including place of present, surrounding people, and their past experience. Since human and environment are extremely and strongly related to each

other, while environment plays as a stimulant that urge human to perform different and numerous activities. While these activity expressions are in turn causes change in the environment vice versa (Donkonchum, 2012; Thiengkamol, 2012d; Kamin, 2014; Dejkunchorn, 2014).

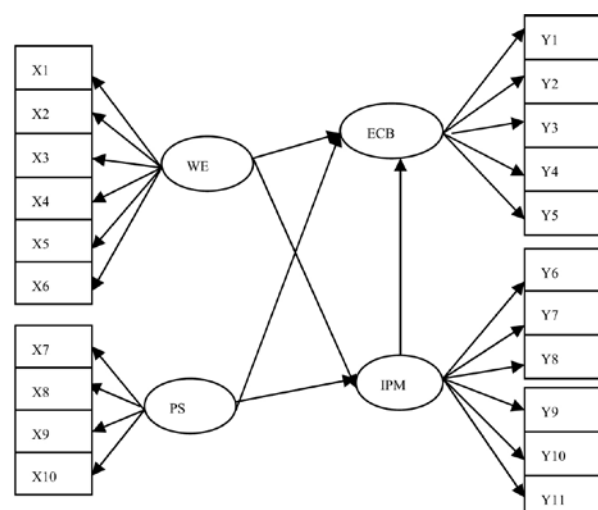
Inspiration of public mind for environmental conservation was proposed by Thiengkamol [3], she and her colleagues had examined about the imperative approach to creating the inspiration of public mind or public consciousness of environmental conservation because numerous people do not realize the environmental problems occurring on daily living activities. In everyday living, they face with other different situations, particularly, learning, working and other hurry events. They will not recognize its importance until it comes near to their backyards and affects their quality of life until the problems or diverse pollutions is directly contact with them or people around them. This harmful condition will make them to pay attention to the environmental problems (Donkonchum, 2012; Thiengkamol, 2012d; Kamin, 2014; Dejkunchorn, 2014; Srikaewtoom, 2014; Srichaimool, 2014). Further studies revealed that inspiration is entirely different from motivation because one who do, act or practice driven by internal stimuli with desire to do for public, especially, for environmental conservation and it may be happened from the intuition of good role model of person, event, environment and various media that inspire him/her to do for other without the requisite of rewards, money, honor or admiration, but only because one feel pleased to carry out good things for others (Thiengkamol, 2011e; Donkonchum, 2012; Thiengkamol, 2012d). It was rarely operated on environmental conservation behavior being affected by women empowerment and inspiration of public mind. Women empowerment are predicted and composed by know and understand herself, team building and team working,

opportunity received, leadership building, participate in decision making and inspiration building (World Survey on the Role of Women in Development, 2009; Stein, 2009; Thiengkamol, 2011e; UNICEF, 2007; Argawal, 2010; Radovic-Markovic, 2012). Moreover, another exogenous variable of psychological state is also play an important factor that correlate to people behavior.

Objective

The objective of research was to develop a model of Women Empowerment (WE) and Psychological State (PS) affecting Environmental Conservation Behavior (ECB) through Inspiration of Public Mind (IPM).

Conceptual Framework



Methodology

The research design was implemented steps by step as the followings:

1. The populations were 19,844 women empowerment committees of Maha Sarakham Province. The Multi-stage simple random sampling technique was employed to collect the sample of 400 women empowerment committees from different district and sub-district of Maha Sarakham Province. Questionnaire was

used as a tool for data collection. Structural Equation model (SEM) was used for model verification. The objective was to develop a causal relationship model of women empowerment affecting environmental conservation behavior through inspiration of public mind.

2. The research instrument used in this study is questionnaire. The questionnaire composed of 160 questions applying Likert's 5 rating scales. Structural Equation Model (SEM) was used for model verification by LISREL programming. The content and structural validity were determined by Item Objective Congruent (IOC) with 5 experts from the following field of expertise environmental education, psychology, social science and social research methodology. The reliability test was done by collecting the sample group of 50 women empowerment committees of Kalasin Province.. The questionnaire reliability was determined by Cronbach's Alpha. The reliability of women empowerment, psychological state, inspiration of public mind, environmental conservation behavior and the whole questionnaire were 0.919, 0.792, 0.938, 0.934 and 0.967 respectively (World Survey on the Role of Women in Development, 2009; Stein, 2009; Thiengkamol, 2011e; Argawal, 2010; Thiengkamol, 2012d; Kamin, 2014; Dejkunchorn, 2014).

3. The inferential statistics used in this study was Structural Equation Model (SEM) analyzing by LISREL version 8.30, the model verification will be determined by Chi-Square value, MSEA (Root Mean Square Error Approximation) value and RMR (Root Mean Square Residual), including index level of model congruent value, GFI (Goodness of Fit Index) and critical number, and index level of model congruent value, AGFI (Adjusted Goodness of Fit Index) should fall between 0.90-1.00.

Results

The results of this study were as the followings.

1. General characteristics of sample group

The sample group of 400 women empowerment committees from different district and sub-district of Maha Sarakham take a position in 2013. Most of them age between 20-78 years, average age of 42.38 years and paid respect for Buddhism at 99.09%, personal monthly income between 500-57,000 bath with average income of 9,620.58 bath, had nuclear family with 68.95%, and 94.29% of them had own house.

2. Results of effect among variables in model in terms of direct effect

2.1 Confirmatory factors showed that Women Empowerment (WE) had direct effect to Inspiration of Public Mind (IPM) with statistically significant at level of 0.01 with effect of 0.50 and Environmental Conservation Behavior (ECB) with effect of 0.36. Moreover, confirmatory factors in aspect of Women Empowerment (WE) had indirect and total effects to Environmental Conservation Behavior (ECB) with statistically significant at level of 0.01 with effect of 0.40 and 0.76 respectively.

2.2 Confirmatory factors of Psychological State (PS) had direct effect to Inspiration of Public Mind (IPM) with statistically significant at level of 0.01 with effect of 0.56 and Environmental Conservation Behavior (ECB) with statistically significant at level of 0.01 with effect of 0.29. Moreover, confirmatory factors in aspect of Psychological State (PS) had indirect and total effects to Environmental Conservation Behavior (ECB) with statistically significant at level of 0.01 with effect of 0.45 and 0.74 respectively.

2.3 Confirmatory factors of Inspiration of Public Mind (IPM) had direct effect to Environmental Conservation Behavior (ECB) with statistically significant at level of 0.01 with effect of 0.80.

2.4 Considering on structural model confirmatory factors of Women Empowerment (WE) and Psychological State (PS) were able to explain the variation of endogenous factors of Inspiration of Public Mind (IPM) to cause Environmental Conservation Behavior (ECB) with 85.00 percent as the following in equation (1).

$$ECB = 0.80*IPM + 0.36*WE + 0.29*PS.....(1)$$

$$(R^2 = 0.85)$$

Moreover, confirmatory factors Empowerment (WE) and Psychological State (PS) were able to explain the variation of confirmatory factors of Inspiration of Public Mind (IPM) with 75.00 percent. Therefore, the equation can be written as the following equation (2).

$$IPM = 0.50*WE + 0.56*PS.....(2)$$

$$(R^2 = 0.75)$$

Equation (2) the factor that had the most effect Inspiration of Public Mind (IPM) was Psychological State (PS) with the effect of 0.56 and subsequence was Women Empowerment (WE) with the effect of 0.50. These were able to explain the variation of Inspiration of Public Mind (IPM) with 75.00 percent.

2.5 Considering on Chi-Square value at 1.304 considered less than 5, therefore it was accepted that hypothetical model of research was congruent to empirical data. Moreover, it was considered on other statistical values to verify the congruence including Goodness of Fit Index (GFI) and Adjust Goodness of Fit Index (AGFI) were 0.95 and 0.92 respectively ($GFI > 0.90$ and $AGFI > 0.90$), RMSEA and RMR were 0.043 and 0.13 ($RMSEA$ and $RMR < 0.05$) and critical number = 236.04 which was more than 200. It indicated that model was congruent to empirical data.

The results of analysis of causal relationship model and analysis of path effect as presented in figure 1 and table 1.

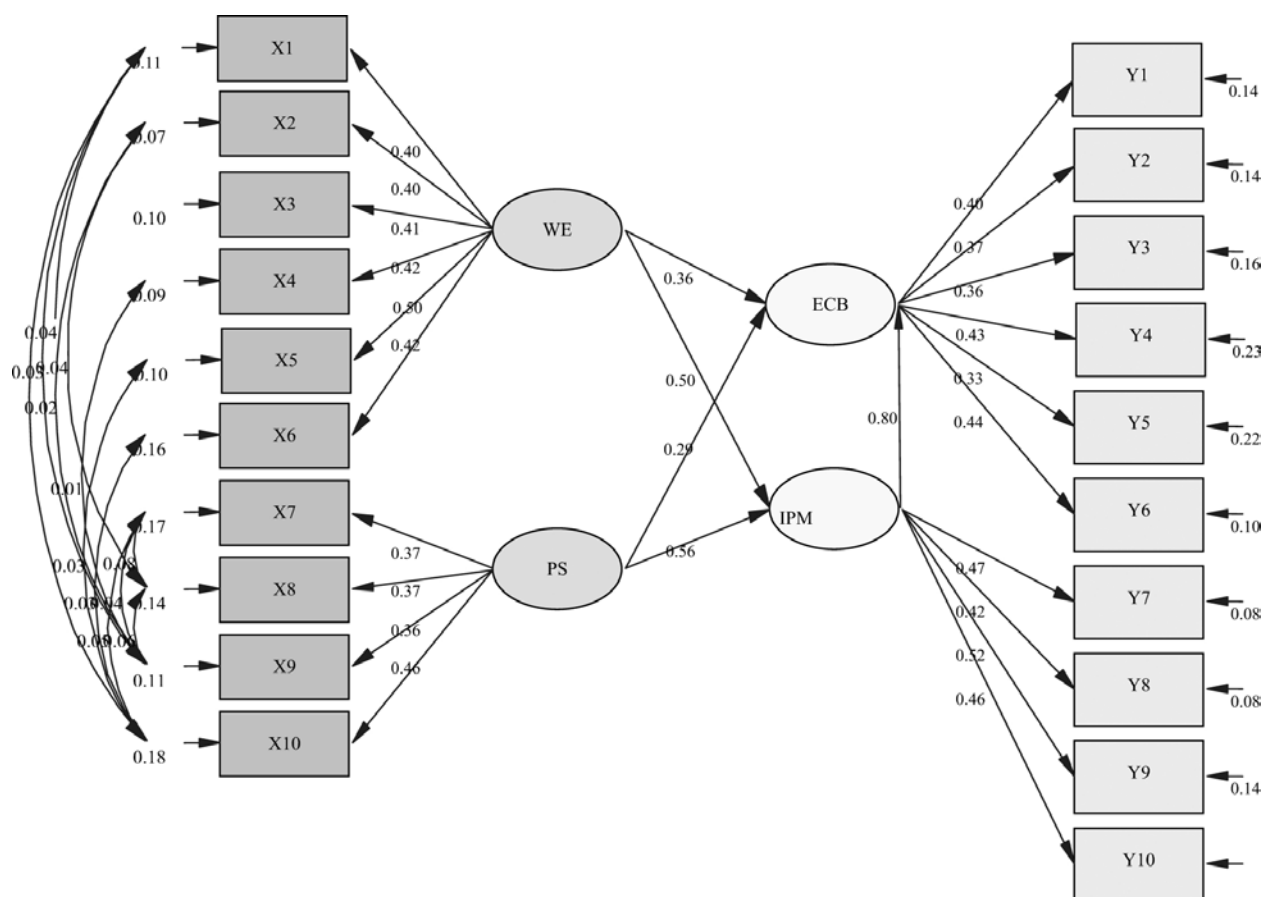


Figure 1 Causal relationship model of WE and PS affecting ECB through IPM

Table 1

Direct, indirect and total effects of WE and PS affecting ECB through IPM

Causal variable	Result variables					
	IPM			ECB		
	TE	IE	DE	TE	IE	DE
WE	0.50** (0.082)	-	0.50** (0.082)	0.76** (0.072)	0.40** (0.056)	0.36** (0.062)
PS	0.56** (0.081)	-	0.56** (0.081)	0.74** (0.061)	0.45** (0.062)	0.29 (0.054)
IPM	-	-	-	0.80** (0.065)	-	0.80** (0.065)
$\chi^2 = 203.56; df = 156$						
CN = 236.04						
$\chi^2 / df = 1.304$						
GFI = 0.92; AGFI = 0.95						
RMSEA = 0.043						
RMR = 0.013						

From table 1, it showed that the WE and PS had direct effect to IPM. IPM had direct effect to ECB. had direct, indirect and total effect to ECB and it also

Discussions

The results revealed that the exogenous variable of Women Empowerment (WE) had direct effect to Inspiration of Public Mind (IPM) with effect of 0.50 and Environmental Conservation Behavior (ECB) with effect of 0.36. Concurrently, the exogenous variable of Psychological State (PS) had direct effect to Inspiration of Public Mind (IPM) with effect 0.56 consequently, Inspiration of Public Mind (IPM) had direct effect to Environmental Conservation Behavior (ECB) with effect of 0.80. These results are in the line with to Thiengkamol and her colleagues studies. In particular, psychological state and inspiration of public mind had direct effect to Environmental Conservation Behavior (Thiengkamol, 2011e; Thiengkamol, 2012d; Dejkunchorn, 2014; Srikaewtoom, 2014; Srichaimool, 2014) that the results illustrated that psychological state influencing through inspiration of public mind to have a good practice on environmental conservation behaviors in terms of consumption behavior, energy conservation behavior, waste management behavior, traveling behavior and knowledge transferring and supporting for environmental conservation when they had genuine action via environmental conservation with inspiration of public mind.

From the study, it was revealed that Women Empowerment (WE) had direct effect on Environmental Conservation Behavior (ECB), while women empowerment also had indirect effect to Inspiration of Public Mind (IPM) which in turn effected to Environment Conservation Behavior (ECB) as well. The study repeatedly confirm that empowered woman tend to practice higher environmental conservation behavior compare to un-empowered one. Though the scope of this study is resided in Maha Sarakham Province, but the research findings are fruitful and worth for repeat study in other provinces in Thailand even in other country especially in developing countries.

Besides, it needs to challenge women to understand and realize their competencies to participate in the family and national development process and take part for natural resources and environment conservation. If they realize and gain more knowledge and raise their awareness, they will take a participation, and responsibility in environmental conservation and solving environmental problems with public mind for environmental conservation. The endogenous variables of Inspiration of Public Mind composed of observed variables; person as role model, impressive event, different media reception, and impressive environment. Theoretically, theses observed variables can be integrated and embedded in the women empowerment process to assist them to accomplish better environmental behavior to achieve fruitfully sustainable development (Donkonchum, 2012; Thiengkamol, 2012d; Kamin, 2014; Dejkunchorn, 2014; Srikaewtoom, 2014; Srichaimool, 2014).

Lastly, it might be concluded that WE, PS and IPM latent variables are an important functions to cause environmental conservation behaviors of consumption behavior, energy conservation behavior, waste management behavior, traveling behavior and knowledge transferring for environmental conservation in women committees of Maha Sarakham Province.. Therefore, the model of WE and PS influencing through IPM to ECB was at least verified in the study area, the statistics figures of the proposed model were fitted with all observed variables in accordance with the following statistical criteria, Chi-Square value differs from zero with no statistical significant at 0.01 level, degree of freedom (df) value less or equal to 5, RMSEA (Root Mean Square Error Approximation) value with less than 0.05, index level of model congruent value, GFI (Goodness of Fit Index) and index level of model congruent value, AGFI (Adjust Goodness of Fit Index) between 0.90-1.00 are proven the soundness and healthiness of the model.



References

- Argawal, B. (2010). *Gender and green governance: The political economy of women's presence within and beyond community forestry*. New York: Oxford University Press.
- Dejkunchorn, D., Prasertsri, N., Thiengkamol Khoowaranyoo, T. (2014). Development model of school and scope management for environmental conservation. *Journal of Industrial Education*, 13(3), 157-164.
- Donkonchum, S., & Thiengkamol, N. (2012). Model of environmental education and psychological state affecting to global warming alleviation. *International Proceedings of Economic Development and Research*, 44(1), 1-5.
- Kamin, P., Thiengkamol, N., Thiengkamol Khoowaranyoo, T. (2014). Environmental education and public mind affecting forest conservation behavior. *Journal of Industrial Education*, 13(3), 181-187.
- OECD. (2008). *Gender and sustainable development: Maximising the economic, social and environmental role of women*. Paris: Author.
- Radovic-Markovic, M., Nelson-Porter, B. & Omolaja, M. (2012). The new alternative women's entrepreneurship education: E-learning and virtual universities. *International Women Online Journal of Distance Education*, 1(2), 46-54.
- Srichaimool, P., Prasertsri, N. & Thiengkamol, C. (2014). Development model of household food security management. *Journal of Industrial Education*, 13(3), 149-156.
- Srikaewtoom, N., Thiengkamol, N. & Thiengkamol, C. (2014). Development model of biodiversity conservation environmental conservation. *Journal of Industrial Education*, 13(3), 142-148.
- Stein, A. I. (2009). Women lawyers blog for workplace equality: Blogging as a feminist legal method. *Yale Journal of Law and Feminism*, 20(2), 357-408.
- Thiengkamol, N. (2012d). Model of psychological factors affecting to global warming alleviation. *International Proceedings of Economic Development and Research*, 44(1), 6-12.
- Thiengkamol, N. (2011e). *Environment and Development Book 1* (4th ed.). Bangkok: Chulalongkorn University.
- Thiengkamol, N. (2012h). Model of environmental education and psychological factors affecting to global warming alleviation. *Mediterranean Journal of Social Sciences*, 3(11), 427-434.
- UNICEF. (2007). *Equality in employment in the state of the world's children*. New York: United Nations Children's Fund.
- United Nations Research Institute for Social Development. (2010). *Combating Poverty and Inequality: Structural Change, Social Policy and Politics*. Geneva: Author.
- World Survey on the Role of Women in Development. (2009). *Women's Control over Economic Resources and Access to Financial Resources, including Microfinance*. New York: United Nations.



รูปแบบของสิ่งแวดล้อมศึกษาที่มีผลต่อพฤติกรรมการบริโภคสีเขียว

Model of Environmental Education Affecting Green Consumption Behavior

Nuntaporn Sutthiphapa, Nongnapas Thiengkamol and Chatchai Tiengkamol

Abstract

The objective of this research was to develop the causal relationship model of environmental education affecting green consumption behavior through inspiration of public consciousness. The populations were 18,013 undergraduate students of Ubon Ratchathani Rajabhat University of the first semester of 2013. The Multi-Stage Random Sampling technique was used to collect the sample for 400 undergraduate students. The questionnaire was used as instrument for data collection. Structural Equation model (SEM) was used for model verification. The results revealed that when considering on confirmatory factors of exogenous variable of Environmental Education (EE) was able to explain the variation of endogenous factors of Inspiration of Public Consciousness (IPC) to cause Green Consumption Behavior (GCB) with 98.00 percent. IPC was the most effect with 0.88 and subsequence was EE with the effect of 0.25. Additionally, confirmatory factors Environmental Education (EE) was able to explain the variation of confirmatory factors of Inspiration of Public Consciousness (IPC) with 87.00 percent.

Keywords: model, environmental education, green consumption behavior

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ในการวิจัยเพื่อพัฒนารูปแบบความสัมพันธ์เชิงสาเหตุของสิ่งแวดล้อมศึกษาที่มีผลต่อพฤติกรรมการบริโภคสีเขียวผ่านแรงบันดาลใจการมีจิตสำนึกสาธารณะ ประชากรเป็นนักศึกษาระดับปริญญาตรีจำนวน 18,013 คน ของมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี ในภาคการศึกษาที่ 1 ปีการศึกษา 2556 ใช้เทคนิคการสุ่มหลายขั้นตอน เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลกลุ่มตัวอย่างนักศึกษาจำนวน 400 คนโดยใช้แบบสอบถามเป็นเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล และใช้ตัวแบบสมการโครงสร้างเพื่อตรวจสอบความตรงของรูปแบบที่นำเสนอว่าสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ผลการวิจัยพบว่าปัจจัยโครงสร้าง (องค์ประกอบ) ของตัวแปรแฝงภายนอก สามารถอธิบายความแปรปรวนของพฤติกรรมการบริโภคสีเขียวผ่านแรงบันดาลใจการมีจิตสำนึกสาธารณะได้ร้อยละ 98.00 แรงบันดาลใจการมีจิตสำนึกสาธารณะมีผลมากที่สุดเท่ากับ 0.88 รองลงมาเป็นสิ่งแวดล้อมศึกษามีผลเท่ากับ 0.25 นอกจากนี้เป็นสิ่งแวดล้อมศึกษาสามารถอธิบายความแปรปรวนของแรงบันดาลใจการมีจิตสำนึกสาธารณะร้อยละ 87.00

คำสำคัญ: รูปแบบ, สิ่งแวดล้อมศึกษา, พฤติกรรมสีเขียว

Introduction

Environmental education is a learning process that enhances people's knowledge and awareness about the environment and associated challenges, develops the necessary skills and expertise to address the challenges, and fosters attitudes, motivations, and commitments to make informed decisions and take responsible action with ultimate goal of behavioral change of global citizen for maintaining the ecological balance and conserving the natural resources and environment for their own generations and future generation with public consciousness (UNESCO, 1978; Thiengkamol, 2011e; Thiengkamol, 2011f). Moreover, environmental education must be implemented through all channels of education process whether in terms of formal education, informal education, non-formal education and lifelong education. Therefore, it is an education of learning management systemically via three patterns and activities that was classified into 3 forms covering (1) to learn in environment with activity management by learning from direct experience in environment (2) to learn about environment with activity management by learning about environment content with different activities and (3) to Learn for Environment with activity arrangements that aimed to real practice and participate in environmental protection and development. There are five essential components of environmental education regarding to (1) raising awareness for environmental problem which is process to assist to perceive, to consider the problem and analyze holistic view approaches of problems and impacts (2) knowledge and understanding the basis of nature and environment with relationship between human and physical environment problems and guidelines of problem solving (3) Attitude as process to help people to be concern with value and intention to participate for environmental maintenance and improvement (4) skill is process to assist for searching problem, monitoring for implementation including help each other to search way

for solving these problems to ether and (5) Participation is a process to assist for effective problem solving. Therefore, this concept is "thinks globally but acts locally since environmental problem is a global problem but it will be solved with individual level or community level but the best way of problem solving is personal or community actions. For instance, learner might think that they are unable to help for ozone depletion but they realize to their empowerment (WCED, 1987; Palmer & Birch, 2003; Lundegard & Wickman, 2007; Volker, 2007; Watkinson, 2009; Thiengkamol, 2011e).

However, environmental education is used more broadly to include all efforts to educate the public and other audiences, including print materials, websites, media campaigns, etc. Related disciplines include outdoor education and experiential education. It is in relation to education for sustainable development referring to a socio-ecological approach to environmental education with environmental issues (Hart, 2003; Summers et al., 2003; Kyburz-Graber, 2006; Smyth, 2006; Thiengkamol, 2011e; Stohr, 2013).

The United Nations General Assembly declared the period from 2005 to 2014 as the United Nations Decade of Education for Sustainable Development and it is the decade of growing concern for future generations. Additionally, it regards to present generation competency to manage the adverse consequences of decades due to unconscious environmental decisions of our ancestor. Therefore, in various curricula should be integrated with environmental education content with focused on sustainable development. The environmental education concept goes along with sustainable development. Sustainable development contains 18 principles which announced since 1992 that was held by United Nation International Conference at Rio de Janeiro in Brazil. However, these principles are highlighted that "In order to attain the sustainable development, environmental protection shall be a vital part of the development

process. Sustainable development and environmental protection cannot be considered separately from each other. In particular, the millennium development goals for sustainability with eradicating poverty and reducing disparities in living standards in differently global regions are essential to accomplish real sustainable development in order to meet the needs of the majority of global people. It was focus on the beliefs of teachers in teaching about sustainable development as fundamental concepts with action competence approach was identified as a strategy that some researchers believe has the greatest impact on students' learning based on the teacher's role as facilitating students' engagement in critical thinking through an action competence approach (Alsop, 2007; Ravindranath, 2007; Lundegard & Wickman, 2007; Summersm, 2003; Hart, 2003; Jensen & Schnack, 1997; Ballantyne et al., 1998; Rauch, 2002; Barrett, 2006).

Sustainable development is development which meets the needs of the present without compromising the ability of future generations to meet their own need. Sustainable development according to Agenda 21 (UNCED, 1992; Rauch, 2002), it implies a use of resources that does not considerate on the health of human or environmental quality and regardless to risk of future generations' opportunity to meet their own needs. In common, the definition of sustainable development includes social, economic and environmental features (Summers, 2003). The framework for implementing the Decade for Education for Sustainable Development covers four thrusts in Education for Sustainable Development including the first was the promotion and improvement of basic education for encouraging individuals to lead sustainable lives and the second thrust was the reorientation of obtainable education programs with regenerated curriculum by focusing on sustainability. The third thrust was the development of public understanding and awareness of sustainability issues with understanding the crucial society progress towards more sustainable

communities. Lastly, the fourth and final thrust was concerned with public training in all sectors of the workforce with ensuring the workforce had the capability to perform their work in a sustainable manner (UNESCO, 2003).

In Thailand, environmental education was firstly introduced to the graduate level in Mahidol University, Faculty of Humanities and Social Sciences, Department of Education Under the program of environmental education for master of education degree since 1979. However, the environmental education has not recognized widely until the governmental sector, particularly, Department of Environmental Quality Promotion, Ministry of Natural Resources and Environment had paid attention to environmental education by assigning The Social Research Institute of Chulalongkorn University to formulated project of main plan of Environmental Education for Sustainable Development (EESD) B.E. 2551-2555 had the main goals cover (1) work sectors, organizations and different target groups understand and aware to role of environmental education (2) structured institute to support the development of environmental education sustainably (3) collaboration and cooperation among different sectors to support development of environmental education and (4) develop and exchange knowledge, attitude and skill about environmental education inside and outside educational institute continuously, and introduce environmental education to support the policy, strategy, and implementation in the local and national levels (The Social Research Institute, 2008).

Environmental education was perceived as the promotion of "environmentally sound behavior by indoctrination". Education for Sustainable Development refers to all aspects of public awareness, education and training provided to create or enhance an understanding of the linkages among the issues for sustainable development and to develop the knowledge, skills, perspectives and values that will empower people of all

ages to assume responsibility for creating sustainable futures (Ravindranath, 2007). However, sustainable development concept has generally been a recognition of three aspects of sustainable development including (1) an economically sustainable system must be able to produce goods and services on a continuing basis, to maintain manageable levels of government and external debt, and to avoid extreme sectoral imbalances which damage agricultural or industrial production (2) an environmentally sustainable system must maintain a stable resource base, avoiding over-exploitation of renewable resource systems or environmental sink functions, and depleting non-renewable resources only to the extent that investment is made in adequate substitutes. This includes maintenance of biodiversity, atmospheric stability, and other ecosystem functions not ordinarily classed as economic resources and (3) a socially sustainable system must achieve distributional equity, adequate provision of social services including health and education, gender equity, and political accountability and participation (WCED, 1987).

The environmental education concept refers that people share in narrow band of land, air, and water on the surface of the limited planet. Included in that space are all the resources people will ever have. It is a closed system run by the radiant energy from the sun. The whole populations of living species on the planet Earth which live and consume resources, and die, but humans are unlike any other species, humans have developed an economic system using a technology which has consumed enormous amounts of resources, brought rapid environment changes, and overloaded the environment with waste. Moreover humans have developed the potential to destroy themselves by their decisions and actions to determine the quality of environment. Global peoples have a responsibility to our generation and future generations to preserve a quality of life for a healthful and productive existence for all people. Therefore, it needs

essential policy and plan to reach the goals of environmental education that are firstly, to foster clear awareness of, and concern about, economic, social, political and ecological interdependence in urban and rural areas; secondly, to provide every person with opportunities to obtain the knowledge, values, attitudes, commitment and skills needed to protect and improve the environment; and thirdly to create new patterns of behavior of individuals, groups and society as a whole toward the environment with public mind and responsibility (UNESCO 1977; Thiengkamol, 2009a; Thiengkamol, 2009b, Thiengkamol, 2009c; Thiengkamol, 2011a; Thiengkamol, 2011e; Thiengkamol, 2011i; Thiengkamol, 2011j; Thiengkamol, 2012a; Thiengkamol, 2012c; Thiengkamol, 2012d; Thiengkamol, 2012h; Thiengkamol, 2012i).

Thiengkamol proposed and proved on inspiration of public consciousness for natural resources and environmental conservations with diverse researches were conducted by herself and her colleagues that inspiration is completely unrelated to motivation because peoples will perform their public consciousness with their desires from their inside to perform for natural resources and environmental conservations. Their inspiration might be taken place from the admiration of good role model of any person, impressive event, impressive environment and various media perception. They do with public consciousness for others without the requisite of rewards, money, nobleness or admiration but they are willing to do with appreciation or impression to do so (Thiengkamol, 2009a; Thiengkamol, 2009b; Thiengkamol, 2011e; Thiengkamol, 2011f) Concurrently, the various researches were implemented by her colleagues, these have also confirmed that inspiration of public consciousness or public mind are essential for environmental conservation in divers target groups about environmental management with integration of environmental education principle (Kyburz-Graber et al., 2003; Donkonchum, et al, 2012a; Donkonchum, & Thiengkamol, 2012; Artwanichakul,

et al., 2012a; Gonggool, et al, 2012b; Jongwutiwes, et al, 2012b; Morrasri, et al, 2012b; Phinnarach, et al., 2012a; Pimdee, et al., 2012a; Ruboon, et al., 2012a; Waewthaisong, et al, 2012a; Mongkonsin, et al, 2013b; Sangsan-anan, et al, 2012a; Tumpracha, et al., 2012b; Udonboon, 2012b).

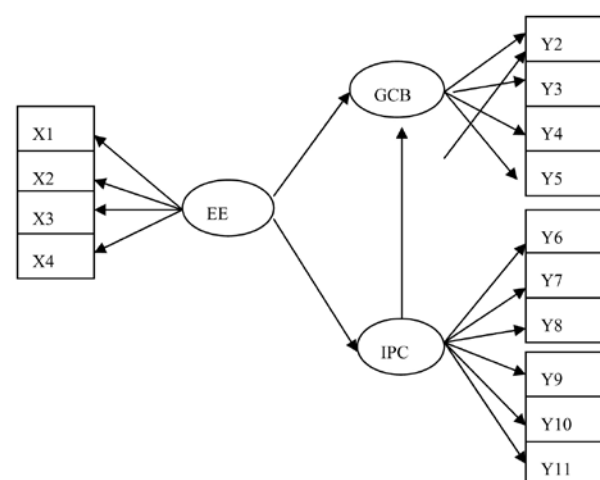
Nevertheless, in this study, the environmental education affecting to inspiration of public consciousness and green consumption behavior was conducted with undergraduate students of Ubon Ratchathani Rajabhat University in Northeastern region of Thailand. The green consumption behavior was considered on green consumption behavior for food consumption, green energy behavior, green traveling behavior, green knowledge transferring behavior, and green health behavior. However, the environmental education as exogenous variable to cause the green consumption behavior would be include environmental knowledge and understanding, environmental awareness, environmental attitude and environmental participation via inspiration of public consciousness regarding to appreciation of person as role model, impressive event, impressive environment, social expectation, social norm and diverse media receptions (Thiengkamol, 2011e; Thiengkamol, 2011f; Donkonchum et al., 2012a; Pimdee et al., 2012a; Tumpracha et al., 2012b; Phinnarach et al., 2012a; Sangsan-anan et al., 2012a; Kotchakote, 2013a; Petchang et al, 2013a; Saisunantharom et al., 2013a; Suebsing et al., 2013a).

Objective

The objective of research was to develop the causal relationship model of environmental education affecting to green consumption behavior through inspiration of public consciousness.

Conceptual Framework

The EE refers Environmental education, GCB refers Green Consumption Behavior and IPC refers Inspiration of Public Consciousness. The exogenous latent variable of EE was measured by Environmental Knowledge and Understanding (X1), Environmental Awareness (X2), Environmental Attitude (X3), and Environmental Participation (X4). The endogenous latent variable of GCB was measured by Green Consumption Behavior (Y1), Green Energy Utility Behavior (Y2), Green traveling Behavior (Y3), Green Knowledge Transferring Behavior (Y4), and Green Health Behavior (Y5). Moreover, the endogenous latent variable of IPC was measured by Person as Role Model (Y6), Impressive Event (Y7), Impressive Environment (Y8), Social Expectation (Y9), Social Norm (Y10), and Diverse Media Receptions (Y11).



Methodology, Population and Sample

The populations were 18,013 undergraduate students of Ubon Ratchathani Rajabhat University of the first semester of 2013. The Multi-Stage Random Sampling technique was used to collect the sample of 400 undergraduate students from different faculties of Ubon Ratchathani Rajabhat University.

Research Tool

The research tool was the questionnaire with 94 items and it was used for data collection. The content and structural validity were determined by Item Objective Congruent (IOC) with 5 experts in the aspects of green consumption, psychology, social science and social research methodology. The reliability was done by collecting the sample group from 50 undergraduate students of Ubon Ratchathani University which is analogous characteristics to Ubon Ratchathani Rajabhat University. The reliability was determined by Cronbach's Alpha. The reliability of environmental education, inspiration of public consciousness, green consumption behavior the whole questionnaire were 0.967, 0.976, 0.961 and 0.978 respectively.

Data Collection

The questionnaire was used for data collecting from different faculties of Ubon Ratchathani Rajabhat University, during the first semester in academic year 2013.

Statistical Analysis

The descriptive statistics used were frequency, percentage, mean and standard deviation. The inferential statistics used was Structural Equation Model (SEM) and analyzed with LISREL version 8.30 by considering on Chi-Square value differs from zero with no statistical significant at 0.05 level or Chi-Square/df value with less or equal to 5, RMSEA (Root Mean Square Error Approximation) value and RMR (Root Mean Square Residual) with less than 0.05 including index level of model congruent value, GFI (Goodness of Fit Index) and critical number, and index level of model congruent value, AGFI (Adjust Goodness of Fit Index) between 0.90-1.00.

Results

1. Results of Confirmatory factors Analysis of Exogenous Variables

1.1 Confirmatory factors Analysis of Exogenous Variables of Environmental Education (EE)

Confirmatory Factor Analysis of Exogenous Variables of Environmental Education (EE) affecting to Green Consumption Behavior (GCB) was revealed as the followings.

Confirmatory factors of Environmental Education (EE) had Bartlett's test of Sphericity of 1004.583 statistically significant level ($p < 0.01$) and Kaiser-Mayer-Olkin Measure of Sampling Adequacy/MSA) of 0.794.

2. Confirmatory Factors Analysis of Endogenous Variables

2.1 Confirmatory Factors Analysis of Endogenous Variables of Inspiration of Public Consciousness (IPC)

Confirmatory Factors Analysis of Endogenous Variables of Inspiration of Inspiration of Public Consciousness (IPC) affecting to Green Consumption Behavior (GCB) was revealed as the followings.

Confirmatory Factors of Inspiration of Consciousness (IPC) had Bartlett's test of Sphericity of 2037.565 statistically significant level ($p < 0.01$) and Kaiser-Mayer-Olkin Measure of Sampling Adequacy/MSA) of 0.918.

2.2 Confirmatory Factors Analysis of Endogenous Variables of Green Consumption Behavior

Confirmatory Factors of Green Consumption Behavior (GCB) had Bartlett's test of Sphericity of 1234.515 statistically significant level ($p < 0.01$) and Kaiser-Mayer-Olkin Measure of Sampling Adequacy/MSA) of 0.875.

3. Results of Effect among Variables in Model in Terms of Direct Effect

3.1 Confirmatory factors of Environmental Education (EE) had direct effect to Inspiration of Public Consciousness (IPC) and Green Consumption Behavior (GCB) with statistically significant at level of 0.01 with effect of 0.82 and 0.25. Moreover, confirmatory factors in aspect of Environmental Education (EE) had indirect and total effects to Green Consumption Behavior (GCB) with statistically significant at level of 0.01 with effect of 0.74 and 0.99.

3.2 Confirmatory factors of Inspiration of Public Consciousness (IPC) had direct effect to Green Consumption Behavior (GCB) with statistically significant at level of 0.01 with effect of 0.90.

3.3 Considering on structural model of confirmatory factors of Environmental Education (EE) was able to explain the variation of endogenous factors of Inspiration of Public Consciousness (IPC) to cause Green Consumption Behavior (GCB) with 98.00 percent as the following in equation (1).

$$GCB = 0.88*IPC + 0.25*EE \dots \dots \dots (1)$$

$$(R^2 = 0.98)$$

Equation (1) factors that had the most effect to Green Consumption Behavior (GCB) was Inspiration of Public Consciousness (IPC) with effect of 0.90, and subsequence was Environmental Education (EE) with effect of 0.25. These were able to explain the variation of Green Consumption Behavior (GCB) with 98.00 percent.

Moreover, confirmatory factors Environmental Education (EE) was able to explain the variation of confirmatory factors of Inspiration of Public Consciousness (IPC) with 87.00 percent. Therefore, the equation can be written as the following equation (2).

$$IPC = 0.90*EE \dots \dots \dots (2)$$

$$(R^2 = 0.87)$$

3.4 Considering on Chi-Square value/df was 1.804 that was less than 5, therefore it was accepted that hypothetical model of research was congruent to empirical data. Moreover, it was considered on other statistical values to verify the congruence that were Goodness of Fit Index (GFI) and Adjust Goodness of Fit Index (AGFI) were 0.97 and 0.93 respectively ($GFI > 0.90$ and $AGFI > 0.90$), RMSEA < 0.05 (0.045), RMR < 0.05 (0.014), and critical number = 306.66 which was more than 200. It indicated that model was congruent to empirical data.

The results of analysis of causal relationship model and analysis of path effect as presented in figure 1 and table 1.

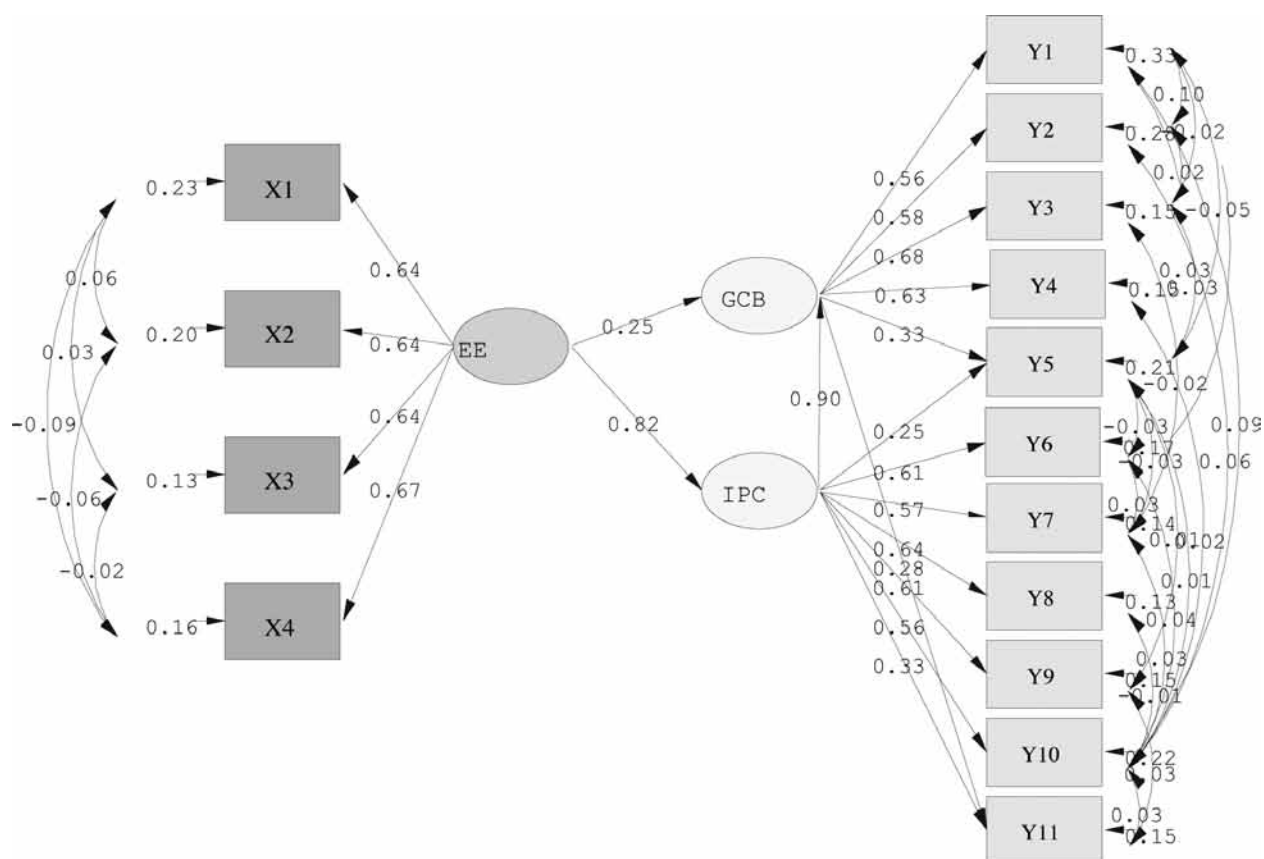


Figure 1 Causal relationship model of environmental education affecting green consumption behavior

Table 1

Direct and indirect effect of EE affecting GCB through IPM

Causal variable	Result variables					
	IPC			GCB		
	TE	IE	DE	TE	IE	DE
EE	0.82** (0.065)	-	0.82** (0.065)	0.99** (0.045)	0.74** (0.023)	0.25** (0.032)
IPC	-	-	-	0.90** (0.042)	-	0.90** (0.042)
$\chi^2 = 108.25$; df = 60			CN = 306.66		$\chi^2 / df = 1.804$	
GFI = 0.97		AGFI = 0.93		RMSEA = 0.045		RMR = 0.014

TE: Total Effect, IE: Indirect Effect, DE: Direct Effect

Discussion

The findings indicated that Environmental Education (EE) had direct effect to Green Consumption Behavior (GCB) with statistically significant at level of 0.01 with effect of 0.25. Considering from observed variable of Environmental Attitude (X3), was highest correlation to Green Consumption (GC) with 0.84. It is obviously seen that the sample groups who are undergraduate students have positive environmental attitude since the university has held different projects and activities about environmental conservation and environmental quality control in different facets whether air, soil, water and waste reduction. Such as waste bank, recycling management and air quality control are included in the environmental projects. Particularly, they have frequently used internet to search for numerous knowledge and information to prepare their reports for different learning topics. Furthermore, Environmental Awareness (X2), Environmental Participation (X4), and X1Environmental Knowledge and Understanding (X1), had rather more to moderate correlation to Environmental Education (EE) with 0.61, 0.61 and 0.49 respectively. However, environmental education was introduced in Thailand for more than three decades,, therefore environmental education has been integrated in different subjects. In particular, the governmental sector had established the 5 main goals cover (1) work sectors, organizations and different target groups understand and aware to role of environmental education (2) structured institute to support the development of environmental education sustainably (3) collaboration and cooperation among different sectors to support development of environmental education and (4) develop and exchange knowledge, attitude and skill about environmental education inside and outside educational institute continuously, and introduce environmental education to support the policy, strategy, and implementation in the local and national levels by adopting United Nations'

vision for a centrally managed global society to control the way of human live, eat, learn, move and communicate as all under the noble standard of save the earth (United Nations, 1993; The Social Research Institute, 2008).

Therefore, if these five main goals are effectively implemented in the school , college, and university by integrating in different subjects successfully, this environmental education principle would able to enhance young generations' knowledge and understanding on environmental contents and problems, raise awareness, adjust attitude, skill perform and practice with responsibility to regularly carry on until it becomes permanent behavior, therefore, it will lead to actual sustainable development by participating in environmental projects and activities of environmental conservation to reduce environment problems in diverse issues (Pichitchai Kumin, 2557, 270). Concurrently, environmental conservation is occurred from the requirement to maintain natural resources for future generations and to increase humans' quality of life (WCED, 1987; UNESCO, 2003; Summers, 2003; Palmer & Birch, 2003; Lundegard & Wickman, 2007; Volker, 2007; Watkinson, 2009; Thiengkamol, 2011e). Therefore, green, a symbol of life for good health, and vitality are the color that remind undergraduate student to realize them to conserve environment for themselves and future generation as well.

Simultaneously, inspiration of Public Consciousness (IPC) was revealed as very essential endogenous latent variable affected to result variable of Green Consumption Behavior (GCB) with the highest prediction power with 0.90, meanwhile its observed variables of Person as Role Model (Y6), Impressive Event (Y7), Impressive Environment (Y8), Social Expectation (Y9), Social Norm (Y10), and Diverse Media Receptions (Y11) are rather similar prediction power to exogenous latent variable Inspiration of Public Consciousness (IPC) with 0.78, 0.76, 0.74, 0.68, 0.70, and 0.67.

Additionally, observed variables of Green Consumption Behavior (Y1), Green Energy Behavior (Y2), Green Traveling Behavior (Y3), Green Knowledge Transferring Behavior (Y4), and Green Health Behavior (Y5) are able to predict Green Consumption Behavior (GCB) with 0.37, 0.53, 0.80, 0.66 and 0.60. It pointed out that the Green Traveling Behavior (Y3), was the highest prediction power with 0.80 and subsequences were Green Knowledge Transferring Behavior (Y4) with 0.66, Green Energy Behavior (Y2) with 0.53, and Green Consumption Behavior (Y1) with 0.37. It might be explained that most undergraduate students practice the better traveling behavior but they are still have poor the green consumption behavior on food consumption since it might due to the surplus food of country and they are easy to reach the food in every place of university including everywhere around the university.

These are harmonious to Thiengkamol notion (Thiengkamol, 2009a; Thiengkamol, 2009b; Thiengkamol, 2011e; Thiengkamol, 2011f, and her different studies and her colleagues (Thiengkamol, 2011f; Thiengkamol, 2011i; Thiengkamol, 2011j; Thiengkamol, 2012d; Thiengkamol, 2012g; Thiengkamol, 2012h; Donkonchum, & Thiengkamol, 2012; Jongwutiwes et al., 2012b; Pimdee, et al, 2012b; Sangsan-anan et al., 2012a; Tumpracha et al, 2012a; Chomputawat et al., 2013b; Kotchakote et al., 2013a; Koonboonchan et al., 2013a; Petchang et al., 2013a; Prasertsri et al., 2013b; Suebsing et al., 2013a; Mongkonsin et al., 2013b) that the results illustrated that environmental education influencing through inspiration of public mind for environmental conservation to perform better environmental behaviors whether consumption behavior, energy conservation behavior, waste management behavior, traveling behavior and

knowledge transferring and supporting for environmental conservation when they had real practice through environmental conservation with inspiration of public consciousness.

Therefore, the research results should be integrated in the teaching and learning process for university students who are our future hope of environmental quality maintenance to reach actual sustainable development (Thiengkamol, 2009b; Thiengkamol, 2011e; Thiengkamol, 2011f; Thiengkamol, 2011j; Thiengkamol, 2012g; Donkonchum, & Thiengkamol 2012; Donkonchum et al, 2012a; Gonggool et al, 2012b; Jongwutiwes et al, 2012b; Morrasri et al, 2012b; Phinnarach et al, 2012a; Pimdee et al, 2012a; Ruboon et al, 2012a; Sangsan-anan et al, 2012b; Tumpracha et al, 2012b; Udonboon et al, 2012b; Waewthaisong et al, 2012a; Mongkonsin et al, 2013b; Koonboonchan et al., 2013a).

However, it might be concluded whether EE and IPC latent variables are play significant roles to cause green consumption behavior of green consumption behavior, green energy utility behavior, green traveling behavior, green knowledge transferring behavior, and green health behavior through IPC. Therefore, the model of EE affecting through IPC to GCB was verified the proposed model was fitted with all observed variables according to criteria of Chi-Square value differs from zero with no statistical significant at 0.01 level or Chi-Square/df value with less or equal to 5, RMSEA (Root Mean Square Error Approximation) value with less than 0.05 including index level of model congruent value, GFI (Goodness of Fit Index) and index level of model congruent value, AGFI (Adjust Goodness of Fit Index) between 0.90-1.00.



References

- Artwanichakul, K., Thiengkamol, N., & Thiengkamol, T. (2012a). Structural model of dengue fever prevention and control behavior. *European Journal of Social Sciences*, 32(4), 485-497.
- Chomputawat, S., Thiengkamol, N., Thiengkamol Khoowaranyoo, T. (2013ab). Causal relationship model of environmental conservation involved psychological factors for agriculturist. *European Journal of Scientific Research*, 115(1), 147-165.
- Donkonchum, S., & Thiengkamol, N. (2012). Model of environmental education and psychological state affecting to global warming alleviation. *International Proceedings of Economic Development and Research*, 44(1), 1-5.
- Donkonchum, S. Thiengkamol, N., & Thiengkamol, C. (2012a). Causal relationship model of environmental conservation behavior integrated with LCA knowledge. *European Journal of Social Sciences*, 33(1), 5-16.
- Gonggool, D., Thiengkamol, N., & Thiengkamol, C. (2012b). Development of environmental education volunteer model through inspiration of public consciousness for sustainable development. *European Journal of Social Sciences*, 32(1), 303-310.
- Hart, P. (2003). *Teachers thinking in environmental education: Consciousness and responsibility*. New York: Peter Lang.
- Jongwutiwes, N., Thiengkamol, N. & Thiengkamol, T. (2012b). Causal relationship model of hospital environmental management. *Mediterranean Journal of Social Sciences*, 3(11), 303-310.
- Koonboonchan, A., Thiengkamol, N. & Thiengkamol Khoowaranyoo, T. (2013a). Causal relationship model of global warming alleviation integrated with four noble truths and psychological state. *European Journal of Scientific Research*, 104(3), 418-433.
- Kyburz-Graber, R., Hofer, K., & Wolfensberger, B. (2006). Studies on a socio-ecological approach to environmental education - a contribution to a critical position in the education for sustainable development discourse. *Environmental Education Research*, 12(1), 101-114.
- Lundegard, I. & Wickman, P. (2007). Conflicts of interest: An indispensable element of education for sustainable development. *Environmental Education Research*, 13(1), 1-15.
- Mongkonsin, Thiengkamol, N. & Thiengkamol, T. (2013b). Causal relationship model of flood response behavior. *Mediterranean Journal of Social Sciences*, 4(1), 587-598.
- Morrasri, P., Thiengkamol, N. & Thiengkamol, T. (2012b). Causal relationship model of little green child with environmental behavior. *European Journal of Social Sciences*, 34(2), 177-189.
- Palmer, J. A. & Birch, J. C. (2003). Education for sustainability: The contribution and potential of non-governmental organization. *Environmental Education Research*, 9(1), 447-460.
- Petchang, R., Thiengkamol, N. & Thiengkamol, C. (2013a). Causal relationship model of holistic tourism. *European Journal of Scientific Research*, 104(3), 434-446.

- Phinnarach, K., Thiengkamol, N. & Thiengkamol, C. (2012a). Causal relationship model of community strength. *European Journal of Social Sciences*, 34(3), 379-392.
- Pichitchai Kumin. (2557). Support of remained community forest affecting conservation behavior. *EAU Heritage Journal Science and Technology*, 8(2), 270.
- Pimdee, P., Thiengkamol, N. & Thiengkamol, T. (2012a). Causal relationship model of electrical energy conservation. *European Journal of Social Sciences*, 32(3), 306-315.
- Prasertsri, N., Thiengkamol, N. & Thiengkamol Khoowaranyoo, T. (2013b). Casual relationship model of learning behavior of information technology integrated with psychological factors. *European Journal of Scientific Research*, 104(3), 488-503.
- Rauch, F. (2002). The potential of education for sustainable development for reform in schools. *Environmental Education Research*, 8(1), 43-51.
- Ravindranath, M. J. (2007). Environmental education in teacher education in India: Experiences and challenges in the United Nation's decade of education for sustainable development. *Journal of Education for Teaching*, 33(1), 191-206.
- Ruboon, O., Thiengkamol, N., Thiengkamol, T. & Kurokodt, J. (2012a). Model of environmental education teacher with inspiration of environmental conservation for global warming alleviation. *European Journal of Social Sciences*, 3(1), 92-102.
- Saisunantharom, S. Thiengkamol, N. & Thiengkamol, C. (2013a). Casual relationship model of biodiversity conservation. *European Journal of Scientific Research*, 104(3), 460-474.
- Saisunantharom, S. Thiengkamol, N., Thiengkamol, C. (2013b). Casual relationship model of biodiversity conservation integrated with psychological factors. *European Journal of Scientific Research*, 115(1), 166-182.
- Sangsana-anan, S., Thiengkamol, N. & Thiengkamol, T. (2012a). Causal relationship model of environmental education tourism. *European Journal of Social Sciences*, 33(3), 339-350.
- Smyth, J. C. (2006). Environment and education: A view of a changing scene. *Environmental Education Research*, 12(3), 247-264.
- Stohr, W. (2013). Coloring a green generation: The law and policy of nationally-mandated environmental education and social value formation at the primary and secondary academic levels. *The Journal of Law and Education*, 42(1), 1-110.
- Suebsing, S., Thiengkamol, N. & Thiengkamol, C. (2013a). Causal relationship model of forest conservation integrated with psychological state. *European Journal of Scientific Research*, 104(3), 447-459.
- Summers, M. Corney, G. & Childs, A. (2003). Teaching sustainable development in primary schools: An empirical study of issues for teachers. *Environmental Education Research*, 9(1), 327-346.
- The Social Research Institute. (2008). *Draft of main plan of environmental education for sustainable development (B.E. 2551-2555)*. Bangkok: Author.

- Thiengkamol, N. (2009a). *The great philosopher: The scientist only know but Intuitioner is Lord Buddha*. Bangkok: Prachya.
- Thiengkamol, N. (2009b). *The Happiness and the Genius can be created before Born*. Bangkok: Prachya.
- Thiengkamol, N. (2009c). *Environment and development book 2 (Food security)*. Bangkok: Chulalongkorn University.
- Thiengkamol, N. (2011a). *Holistically integrative research* (2nd ed.). Bangkok: Chulalongkorn University.
- Thiengkamol, N. (2011e). *Environment and development book*. (4th ed.). Bangkok: Chulalongkorn University.
- Thiengkamol, N. (2011f). *Nurture children to be doctors*. Bangkok: INTELLUALS.
- Thiengkamol, N. (2011i). Development of model of environmental education and inspiration of public consciousness influencing to global warming alleviation. *European Journal of Social Sciences*, 25(4), 506-514.
- Thiengkamol, N. (2011j). Model of psychological state affecting to global warming alleviation. *Canadian Social Science*, 7(6), 89-95.
- Thiengkamol, N. (2012d). Model of psychological factors affecting to global warming alleviation. *International Proceedings of Economic Development and Research*, 44(1), 6-12.
- Thiengkamol, N. (2012g). Causal relationship model of four noble truths. *Mediterranean Journal of Social Sciences*, 3(11), 319-326.
- Thiengkamol, N. (2012h). Model of environmental education and psychological factors based on inspiration of public consciousness affecting to global warming alleviation. *Mediterranean Journal of Social Sciences*, 3(11), 435-444.
- Thiengkamol, N. (2012i). Model of environmental education and psychological factors affecting to global warming alleviation. *Mediterranean Journal of Social Sciences*, 3(11), 427-434.
- Tumpracha, K., Thiengkamol, N., & Thiengkamol, C. (2012b). Causal relationship model of food security management. *Mediterranean Journal of Social Sciences*, 3(11), 639-650.
- Udonboon, C., Thiengkamol, N. & Thiengkamol, C. (2012b). Causal relationship model of water conservation behavior. *Mediterranean Journal of Social Sciences*, 3(11), 599-611.
- UNCED. (1992). *Institutional structure*. London: Regency.
- UNESCO. (1978). *Intergovernmental conference on environmental education organized by UNESCO in cooperation with UNEP Tbilisi (USSR) 14-16 October 1977*. Paris: Author.
- UNESCO. (2003). *The importance of sacred natural sites for biodiversity conservation*. Paris: Author
- Volker, H. (2007). *Brundtland report: A 20 years update*. Retrieved from http://www.sd-network.eu/pdf/doc_berlin/ESB07_Plenary_Hauff.pdf
- Waewthaisong, S. Thiengkamol, N. & Thiengkamol, C. (2012a). Causal relation model of environmental traveling behavior. *European Journal of Social Sciences*, 33(2), 184-195.

Watkinson, J. (2009). *WCED (1987) – Copenhagen (2009): Will we ever take the environment seriously?* Retrieved from <http://myliberaldemocratpoliticalramblings.wordpress.com/2009/08/27/wced-1987-copenhagen-2009-will-we-ever-take-the-environment-seriously/>

WCED. (1987). *Our common future*. Oxford: Oxford University.



Model of Factors Affecting Forest Conservation

รูปแบบตัวแปรที่ส่งผลต่อพฤติกรรมการอนุรักษ์ป่าไม้

Thananya Wongsompong, Nongnapas Thiengkamol and Chatchai Thiengkamol

Abstract

The research objectives were to study levels of forest knowledge, environmental knowledge, attitude, participation, and forest conservation behavior, and to study effects of independent variables comprising of forest knowledge, environmental education and inspiration of public mind affecting forest conservation behavior. This survey research used questionnaire to gather 350 undergraduates from population of undergraduates of Roi et Rajabhat University. Multiple regression analysis was used for predicting the factors affecting forest conservation. The results shown that in holistic view of forest knowledge, environmental education comprising environmental knowledge, attitude, participation, and forest conservation behavior level was at most level. Moreover, independent variables of forest knowledge, environmental education comprising environmental knowledge, attitude, participation, and inspiration of public mind comprising role model, event, environment and media reception affected to dependent variable of forest conservation behavior of undergraduate with 37.20 percent of power prediction (Adjusted $R^2 = 0.365$). The forest knowledge was the highest effect with 0.247.

Keywords: forest knowledge, environmental knowledge, attitude, participation, behavior, forest conservation

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์งานวิจัย เพื่อศึกษาระดับความรู้ด้านป่าไม้ ความรู้ด้านสิ่งแวดล้อม เจตคติ การมีส่วนร่วมในการอนุรักษ์ป่าไม้และพฤติกรรมการอนุรักษ์ป่าไม้ และเพื่อศึกษาปัจจัยความรู้ป่าไม้ ความรู้สิ่งแวดล้อม เจตคติ การมีส่วนร่วมในการอนุรักษ์ป่าไม้ที่มีอิทธิพลต่อพฤติกรรมการอนุรักษ์ป่าไม้ของนักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏร้อยเอ็ด การวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงปริมาณซึ่งเป็นการวิจัยเชิงสำรวจ เก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้แบบสอบถาม กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 350 คนจากนักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏร้อยเอ็ด และใช้สถิติการถดถอยเชิงเส้นตรงเพื่อทดสอบสมมติฐานของการวิจัย ผลการวิจัย พบว่า ความรู้เรื่องการอนุรักษ์ป่าไม้ สิ่งแวดล้อมศึกษาประกอบไปด้วย ความรู้ป่าไม้ ความรู้สิ่งแวดล้อม เจตคติ การมีส่วนร่วมในการอนุรักษ์ป่าไม้ และพฤติกรรมการอนุรักษ์ป่าไม้ อยู่ในระดับปานกลางทุกด้าน ในจำนวนนักศึกษาร้อยละ 37.20 แต่มีอำนาจในการพยากรณ์ ร้อยละ 36.5 (Adjusted $R^2 = 0.365$) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 โดยปัจจัยอิสระการมีส่วนร่วมในการอนุรักษ์ป่าไม้มีอิทธิพลสูงสุดเท่ากับร้อยละ 24.7

คำสำคัญ: ความรู้ด้านป่าไม้, ความรู้ด้านสิ่งแวดล้อม, เจตคติ, การมีส่วนร่วม, การอนุรักษ์ป่าไม้

Introduction

Thailand is a country located in the tropical zone. Nevertheless, the country covers numerous fauna and flora with 15,000 species of diversity of plant life. In Thailand, there is the amount of rainfall, humidity, the height from sea level, the type of soil, and the moisture levels. These plants live in diverse territories that can be general categorized into deciduous and evergreen forests. The tropical zone has broad range of forest habitation varieties regarding Deciduous Forests and Evergreen Forests. Deciduous Forests encompasses Mixed Deciduous, Dry Deciduous, and Bamboo Forest. Evergreen Forests can be divided (principally) into 5 groups: Moist Evergreen, Dry Evergreen, Hill Evergreen, Mangrove Forest, and Pinus Forest. Moreover about 30 percent of forests are regarded as Evergreen Forests. However, there are two more definitions that are vital in describing forests; those definitions are extremely significant for explanation of forest form. These are primary forest and secondary forest, thus primary forest claims as untouched, immaculate forest with existing in its rooted state. Secondary forest is forest that has been disturbed in some approach of natural or unnatural situation. Hence, the forests range from mangroves to pine forests from coastal to mountain top (Wildlife of Thailand, 2012; Thiengkamol, 2009c; FRA, 2015).

At present, forest resources are still basic essential needs of global people, particularly, those livelihoods are depend on them either in terms of timber, food, medicine, herbs, or fuel wood. At the same time, Big trees and mangrove are also fence for wind preventing and soil erosion by their roots attached to the ground tightly. The Earth's surface are covered with Plant communities about 9.4 percent in diverse continentals. Moreover, their functions as territory for numerous living creatures, hydrologic flow regulators, and soil protectors. The most critical of the biological balance is forest formation, therefore, forest ecosystem takes

account of main and additional species such as perennial tree, smaller plants, fungi, bacteria, and animals including physical and chemical circulations such as energy flow and nutrient cycling (Thiengkamol, 2009c; Thiengkamol, 2011e; Wikipedia, 2015; Stamets, 2005; Boon et al., 2009). Furthermore, forests provide a large number of yields in terms of timer, fruit, fiber, bamboo, floss, herbs, essential oils, and medicinal utilization. In conclusion, diverse types of trees in forests sustain human livelihood with a large numbers of products (Thiengkamol, 2009c; Thiengkamol, 2011e; Wikipedia, 2015; Wildlife of Thailand, 2015).

Particularly, Northeast region, the Korat plateau covers the area between western Phetchaboon and the southern Dongrak ranges. Comparing to other regions, the Northeast is scantily covered by vegetation. Especially, it is being the second largest region in terms of land area. The destruction of the forests or deforestation is wide-ranging. However, some compartments of tropical and evergreen forests have survived. However, Roi- et Rajabhat University located in the Roi- et Province that is situated on Korat plateau, therefore, majority of the forest in this university are tropical and evergreen forests. The forest of this university pays an important part to provide fresh air by producing oxygen and absorbing the air pollution and being cool and pleasant shady for the students who study here (Boon et al., 2009; FRA, 2015; Saisunantharom et al., 2013a; Stamets, 2005; Suebsing et al., 2013a).

However, undergraduate students are global young generations and important changing agents of the world, therefore cultivating them with consciousness of forest conservation by establishing in the environment curriculum for all classes via educational approaches including formal system, informal system, non-formal system and lifelong education systems with integration of environmental education concepts. The goals of environmental education concepts cover knowledge and

understanding, awareness raising, attitude changing, responsibility taking, constructing in decision making for environmental problem solving, participating in all types of environmental projects and activities will initiate and motivate them to change behavior in daily living for conserving natural resources and environment. This will aid to meet sustainable development through pillar of environment (Donkonchum et al., 2012b; Gonggool et al., 2012b; Mongkonsin et al., 2013b; Morrasri et al., 2012b; Pimdee et al., 2012a; Ruboon et al., 2012a; Sangsan-anan et al., 2012a; Thiengkamol, 2011e; Thiengkamol, 2011i; Udonboon et al., 2012b; WCED, 1987).

Hence, searching the mean to alter environmental behavior, it needs to research on the factors of forest knowledge, environmental knowledge, attitude, and participation affecting forest conservation behavior of undergraduate students of Roi- et Rajabhat University who play important role for forest conservation, therefore, understating the factors affection forest conservation behavior of undergraduate of Roi- et Rajabhat University will be able to manage their conservation behavior. Thus, the administrators of university must arrange the projects and activities to let them have a chance to participate for forest conservation and increase their forest and environmental knowledge including altering their attitude and behavior of forest conservation. In order to accomplish the sustainable development goal, it should understand the levels of their levels of forest knowledge, environmental knowledge, attitude, participation and forest conservation behavior as well (Suebsing et al., 2013a; Lawan et al., 2012; Phinnarach et al., 2012a).

Objectives

1. To study levels of forest knowledge, environmental knowledge, attitude, participation of forest conservation, and forest conservation behavior of undergraduate students of Roi- et Rajabhat University.

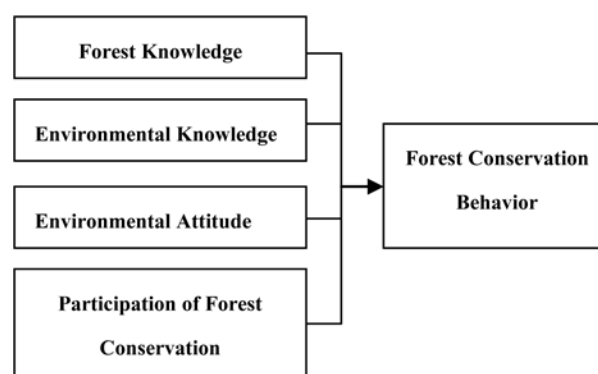
2. The effects of independent variables comprising of forest knowledge, environmental knowledge, attitude, participation of forest conservation affecting forest conservation behavior of undergraduate students of Roi- et Rajabhat University.

Research Hypothesis

The independent variables comprising of forest knowledge, environmental knowledge, attitude, participation of forest conservation positively affecting forest conservation behavior of undergraduate students of Roi- et Rajabhat University.

Conceptual Framework

The independent variables comprising of forest knowledge, environmental knowledge, attitude, participation of forest conservation positively affecting forest conservation behavior of undergraduate students of Roi- et Rajabhat University as followings.



The research was conducted as following:

Population and Sample

The populations were 2224 undergraduate students of the second semester of academic year 2014 of Roi- et Rajabhat University. Sample of 350 undergraduate students were collected from different faculties by simple sampling method. The number of sample was defined by opening the table of Krejcie & Morgan (Krejcie & Morgan, 1970).

Research Tool

Questionnaire was constructed by data and information from concepts theories and related literatures including the forest knowledge, environmental education and forest conservation behavior. After the 5 experts returned the results of item objective congruent, the item value with more than 0.5 would be selected to use in questionnaire (Rovinelli & Hambleton, 1977) and it was tried out with undergraduate students of Rajabhat Maha Sarakham University. The reliability was determined by Cronbach co-efficient (Cronbach, 1951). The reliability of whole questionnaire was 0.960.

Data Collection

The questionnaire was used to interview with 350 undergraduate students of Roi-et Rajabhat University. The 350 questionnaires were examined for correctness and completeness before coding.

Data Analysis

Description Statistics of Frequency, Percent, Mean and Standard Deviation were employed for analysis. Multiple Regression Analysis was conducted for determine the effect and relationship among variables (Hair, et al., 2010).

Results

1. Results of Forest Knowledge Level

The results of Forest Knowledge Level of 350 undergraduate students had total mean score at moderate level with 3.50 while considering on each aspect, it was revealed that Forest resources means tree and other things in social tree that is able to give the benefit to humans was at more level with 3.77 was the highest mean and subsequence were Forest in Act of Forest means land that can't occupy by anyone and Mixed, deciduous dipterocarp, and savanna forest are Deciduous Forest with 3.67, and 3.62 respectively as presented in Table 1.

Table 1

Forest Knowledge Level

Forest Knowledge Level	$\bar{X}$	SD	Level
1. Forest resources means tree and other things in social tree that is able to give the benefit to humans.	3.77	1.17	more
2. Forest in Act of Forest means land that can't occupy by anyone.	3.66	1.02	more
3. Mixed, deciduous dipterocarp, and savanna forest are Deciduous Forest.	3.62	1.11	more
4. Tropical Evergreen Forest or Rain Forest and mangrove are evergreen forest.	3.63	1.19	more
5. Difference of type of forest depends on the distribution of rain and can be classified into 4 types.	3.27	1.12	moderate
6. The population growth is a cause of forest reduction.	3.13	1.38	moderate
7. Forest resources make the rain to properly fall and it is indirect benefit.	3.21	1.19	moderate
8. Forest resources have direct effect of prevention of soil erosion.	3.57	1.13	more
9. Major problem of forest destruction is occurred from wrong value.	3.63	1.16	more
Total Mean	3.50	1.16	moderate

2. Results of Environmental Knowledge Level

The results of Environmental Knowledge Level of 350 undergraduate students had total mean score at moderate level with 3.41 while considering on each aspect, it was revealed that Forest resources play important roles in ecosystem by function as producer and balance ecosystem was at more level with 3.61 was the highest

mean and subsequence were Forest resource is a source of air purification by function as carbon dioxide absorption which is an greenhouse gas, Deforestation is recognized as main factor of climate change and Use things in daily life make of substitute material of forest resources is a way of forest conservation with 3.56, 3.56 and 3.41 respectively as presented in Table 2.

Table 2

Environmental Knowledge Level

Environmental Knowledge Level	$\bar{X}$	SD	Level
1. Forest resources play important roles in ecosystem by function as producer and balance ecosystem.	3.61	1.11	more
2. Forest conservation refers use the forest resources with highest benefit regardless to environment.	3.37	1.08	moderate
3. Use things in daily life make of substitute material of forest resources is a way of forest conservation.	3.41	1.01	moderate
4. Deforestation is not a cause of climate change.	2.94	1.32	moderate
5. Forest resource is a source of air purification by function as carbon dioxide absorption which is an greenhouse gas..	3.56	1.18	more
6. Deforestation is recognized as main factor of climate change.	3.56	1.13	more
Total Mean	3.41	1.14	moderate

3. Results of Environmental Attitude Level

The results of Environmental Attitude Level of 350 undergraduate students had total mean score at moderate level with 3.28 while considering on each aspect, it was revealed that You know that the forest area decrease to the critical point and it needs to urgently

solve the problem was at more level with 3.66 was the highest mean and subsequence were You realize values of all living creatures are should be conserve and You agree that mean of rehabilitation forest should be done by reforestation with 3.61 and 3.59 respectively as presented in Table 3.

Table 3*Environmental Attitude Level*

Environmental Attitude Level	$\bar{X}$	SD	Level
1. You feel boring when you visit forest.	2.74	1.447	moderate
2. You realize values of all living creatures are should be conserve.	3.61	1.167	more
3. You favor for conserving the environment because it makes better quality of life.	3.50	1.099	moderate
4. You intend to do not destroy forest to protect the balance of forest ecosystem.	3.52	1.114	more
5. You know that the forest area decrease to the critical point and it needs to urgently solve the problem. ¹⁴	3.66	1.143	more
6. You agree for forest encroachment to let people have a place to earn.	2.81	1.411	moderate
7. You agree that forest resources are renewable, thus deforestation doesn't destroy the ecosystem.	2.79	1.372	moderate
8. You realize to importance of forest reduction is a cause of soil erosion.	3.33	1.170	moderate
9. You agree that mean of rehabilitation forest should be done by reforestation.	3.59	1.149	more
Total Mean	3.28	1.23	Moderate

4. Results of Participation of Forest Conservation Level

The results of Participation of Forest Conservation Level of 350 undergraduate students had total mean score at moderate level with 3.50 while considering on each aspect, it was revealed that student participated in forest conservation will make benefit for next generations

was at more level with 3.70 was the highest mean and subsequence were The others material is used for wood substitution is a forest conservation and You hold the sufficiency principle without conceited live by following the king's remark with 3.54 and 3.51 respectively as presented in Table 4.

Table 4*Participation of Forest Conservation Level 1*

Participation of Forest Conservation Level	$\bar{X}$	SD	Level
1. You participate in activities of environmental campaign of knowledge sharing for global warming alleviation.	3.50	1.14	moderate
2. You hold the sufficiency principle without conceited live by following the king's remark.	3.51	1.10	more
3. You reduce plastic use by using recycling one such as cloth bag.	3.39	1.10	moderate
4. You is a person who join to cultivate tree in the holiday.	3.36	1.18	moderate
5. You ask your neighbor to cultivate tree together. ¹⁵	3.49	1.28	moderate
6. The others material is used for wood substitution is a forest conservation.	3.54	1.18	more
7. People participation in forest conservation will make benefit for next generations.	3.70	1.14	more
Total Mean	3.50	1.16	Moderate

5. Results of Forest Conservation Behavior Level

The results of Forest Conservation Behavior Level of 350 undergraduate students had total mean score at moderate level with 3.70 while considering on each aspect, it was revealed that Forest cultivation aids moisture and origin water resources was at more level

with 3.99 was the highest mean and subsequence were Forest cultivation aids for soil humidity, Natural water resource is properly conserved that will sustain forest and Forest resource conservation aids to have water for consumption with 3.91, 3.85 and 3.85 respectively as presented in Table 5.

Table 5

Forest Conservation Behavior Level

Forest Conservation Behavior Level		$\bar{X}$	SD	Level
1.	Natural water resource is properly conserved that will sustain forest.	3.85	1.23	more
2.	Forest resource conservation aids to have water for consumption.	3.85	1.08	more
3.	Forest cultivation aids moisture and origin water resources.	3.99	1.07	more
4.	Participate in afforestation helps to increase water in natural resources.	3.82	1.02	more
5.	Forest is able to increase by itself without cultivation.	2.99	1.38	moderate
6.	Forest aids to proper rain falling.	3.69	1.10	more
7.	Deforestation is a cause of sudden flood.	3.69	1.16	more
8.	Forest cultivation aids for soil humidity.	3.91	1.02	more
9.	Deforestation is cause of water shortage.	3.82	1.10	more
10.	Forest aids to reduce soil erosion and decrease the wind strength.	3.83	1.07	more
11.	Forest protection is a duty of ranger or governmental officers only.	3.01	1.36	moderate
12.	Forest is a source of food and drug.	3.60	1.13	more
13.	Forest encroachment is a cause of dryness.	3.79	1.16	more
14.	Reduction of forest area impacts to ecosystem and plant species.	3.75	1.04	more
15.	The main cause o forest reduction is due to deforestation, agriculture, and urban expansion.	3.78	1.09	more
16.	Lost of forest area is a main cause that impacts to plant and animal habitats.	3.77	1.09	more
17.	Reduction of forest resources quantity is a cause of reduction of biodiversity.	3.77	1.11	more
Total Mean		3.43	1.18	moderate

6. Results of Factors Affecting Forest Conservation Behavior

The relationship between independent variables of Forest Knowledge, Environmental Knowledge, Attitude,

and Participation affecting dependent variable of Forest Conservation Behavior of undergraduate students as presented in table 6 and 7.

Table 6

Result Analysis Prediction Power of Forest Knowledge, Environmental Knowledge, Attitude, and Participation affecting dependent variable of Forest Conservation Behavior

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	0.610	0.372	0.365	0.463

a. Predictors: Constant, Forest Knowledge, Environmental Knowledge, Attitude, and Participation

b. Dependent Variable: Forest Conservation Behavior

Table 7

Multiple Linear Regression Analysis between Forest Knowledge, Environmental Knowledge, Attitude, and Participation Affecting Forest Conservation Behavior

Model	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
2					
Regression	43.893	3	10.973	51.066	0.000**
Residual	74.134	345	0.215		
Total	118.027	349			

a. Predictors: Constant, Forest Knowledge, Environmental Knowledge, Attitude, and Participation

b. Dependent Variable: Forest Conservation Behavior

Table 8

Multiple Linear Regression Analysis between Forest Knowledge, Environmental Knowledge, Attitude, and Participation Affecting Forest Conservation Behavior

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
3	Constant	1.611	0.152		10.605	0.00**
	Forest Knowledge	0.247	0.041	0.293	5.963	0.00**
	Environmental Knowledge	0.167	0.044	0.210	3.789	0.00**
	Attitude	0.000	0.045	0.000	0.001	0.99
	Participation	0.186	0.037	0.269	5.005	0.00**

a. Predictors: Constant, Forest Knowledge, Environmental Knowledge, Attitude, and Participation

b. Dependent Variable: Forest Conservation Behavior

From Table 8, linear regression equation, it was revealed that independent variables of Forest Knowledge, Environmental Knowledge, and Participation affecting dependent variable of Forest Conservation Behavior of undergraduate students with statistical significance at level of and 0.01, except Attitude is not statistical significance

at 0.05 level. Independent variables of Knowledge, Forest Knowledge, Environmental Knowledge, Attitude, and Participation are able to predict Forest Conservation Behavior of undergraduate students, therefore, the equation 1 can be written as the following.

$$y = a + b_1 x_1 + b_2 x_2 \dots\dots\dots (1)$$

When

y = Forest Conservation Behavior as Dependent Variable

a = constant value

b_1 = Coefficient relation of Forest Knowledge

x_1 = Forest Knowledge as Independent Variable

b_2 = Coefficient relation of Environmental Knowledge

x_2 = Environmental Knowledge as Independent Variable

b_3 = Coefficient relation of Attitude

x_3 = Attitude as Independent Variable

b_4 = Coefficient relation of Participation

x_4 = Participation as Independent Variable

Therefore, the prediction equation of relationship between independent variables of Forest Knowledge, Environmental Knowledge, Attitude, and Participation affecting dependent variable of Forest Conservation Behavior. It can be explained that forest Knowledge was the most effect to Forest Conservation Behavior with 24.70 percent with statistical significance at level of 0.01. Subsequences were Participation and Environmental Knowledge with 18.60 percent and 16.70 percent with statistical significance at level of 0.01 as the following equation 2.

$$Y = 1.611 + 0.247X_1 + 0.167X_2 + 0.000X_3 + 0.186X_4 \dots (2)$$

Discussion

1. The result of study revealed that level of Forest Knowledge was at moderate level. This is pertinent to the study Temtumnan, K. (2006), who researched about “Transferring knowledge of Forest Resource Conservation of Forest Protection Voluntary People in Changwat Maha

Sarakham”, the findings showed that the people who had not been trained had Forest Knowledge at moderate level. But it is not pertinent to the study Artwanichakul et al., (2012a), titled “Structural Model of Dengue Fever Prevention and Control Behavior”, it was found Knowledge of Dengue Fever Disease (KL) at more level. But this finding is not associated to the study of Traithip, T. (2008), titled on: The Development of Training Model for Community Environmental Leader on Forest Resource Conservation according Economy Sufficiency Philosophy”, the finding indicated that Community Environmental Leader had Forest Resource Conservation according Economy Sufficiency Philosophy at good or more level because the Community Environmental Leader who is a person who has public mind and he prefer to devote for environmental conservation including forest resource but in this study sample group is undergraduate student who has no direct experience and knowledge on forest conservation.

2. The result of study revealed that level of Environmental Knowledge was at moderate level. This result is not congruent to the study of Lawan, T. (2013), who study on “Flood Disaster Prevention Behavior Integrated with Environmental Education Principles.” The findings illustrated that Environmental Knowledge was at moderate level but the result is not congruent to the study of Suebsing, S. (2013). Who study on “Model Development of Forest Conservation for Undergraduate” The findings illustrated that Environmental Knowledge was at more level.

3. The result of study revealed that level of Attitude was at moderate level. This result is not congruent to the study of Lawan et al., (2012), who study on “Flood Disaster Prevention Behavior Integrated with Environmental Education Principles.” The findings illustrated that Attitude was at more level with mean of 4.26. This might be able to explain that the sample group of Lawan et al., (2012), was local peoples realize that

flood disaster is issue make them suffer. Moreover, they must face the flood disaster closely and unavoidably. Moreover, it causes serious impact than the reduction of forest which is more slowly effects and the sample group in this study was undergraduate students who gain less knowledge and experience than local people and they live at university for shorter period than local people who has lived for longer period. Moreover the impact of forest reduction is gradually not suddenly happen.

4. The result of study revealed that level of Participation in forest conservation was at moderate level. This is not relevant to research of Temtumnan, K. (2006), who researched about “Transferring knowledge of Forest Resource Conservation of Forest Protection Voluntary People in Changwat Maha Sarakham”, that revealed that the people who had not been trained have participation in forest conservation was at low level.

5. independent variables of Forest Knowledge, Environmental Knowledge, and Participation affecting dependent variable of Forest Conservation Behavior of undergraduate students with statistical significance at level of and 0.01, except Attitude is not statistical significance at 0.05 level. Independent variables of Knowledge, Forest Knowledge, Environmental Knowledge, Attitude, and Participation are able to predict Forest Conservation Behavior of undergraduate students. The findings of this

research are not relevant to the study of Lawan et al., (2012), who study on “Flood Disaster Prevention Behavior Integrated with Environmental Education Principles”, that the attitude had the highest effect to flood prevention behavior while in this study the participation .is the highest effect to forest conservation behavior. However, the result of environmental knowledge affected to Forest Conservation Behavior is the less effect that is similar to Lawan et al., (2012).

Suggestion

The findings of the study indicated that participation is the highest effect to forest conservation behavior and subsequences were forest knowledge and environmental knowledge affecting forest conservation behavior. Thus achieving the highest goal to encourage the student to participate in environment happen, the administrative committee should introduce the environmental projects and activity for them to participate in order to gain their more environmental knowledge to alter their attitude to practice for forest and environmental effectively. Consequently, the university administrators should arrange the subject to integrate in the curriculum for all faculties to encourage them to join for forest conservation project.



References

- Artwanichakul, K., Thiengkamol, N. & Thiengkamol, T. (2012a). Structural model of dengue fever prevention and control behavior. *European Journal of Social Sciences*, 32(4), 485-497.
- Boon E, Ahenkan, A. & Baduon, B. N. (2009). *An Assessment of Forest Resources Policy and Management in Ghana*. 'IAIA09 Conference Proceedings', Impact Assessment and Human Well-Being 29th Annual Conference of the International Association for Impact Assessment, 16-22 May 2009.
- Cronbach, J. (1951). Coefficient alpha and the internal structure of tests. *Psychometrika*, 16(3), 297-334.
- Donkonchum, S. Thiengkamol, N. & Thiengkamol, C. (2012a). Causal relationship model of environmental conservation behavior integrated with LCA knowledge. *European Journal of Social Sciences*, 33(1), 5-13.
- Gonggool, D., Thiengkamol, N. & Thiengkamol, C. (2012b). Development of environmental education volunteer model through inspiration of public consciousness for sustainable development. *European Journal of Social Sciences*, 32(1), 150-160.
- Hair, J., Black, Jr, W., Babin, B. & Anderson, R. (2010). *Multivariate Data Analysis* (10th ed.) New Jersey: Prentice Hall.
- Krejcie, R.V. & Morgan, D.W. (1970). Determining sample size for research activities. *Educational and Psychological Measurement*, 30(1), 607-610.
- Lawan, T., Thiengkamol, N. & Thiengkamol, T. (2013). Flood disaster prevention behavior integrated with environmental education principles. *European Journal of Scientific Research*, 104(3), 580-591.
- Mongkonsin, Thiengkamol, N. & Thiengkamol, T. (2013b). Causal relationship model of flood response behavior. *Mediterranean Journal of Social Sciences*, 4(1), 587-598.
- Morrasri, P., Thiengkamol, N. & Thiengkamol, T. (2012b). Causal relationship model of little green child with environmental behavior. *European Journal of Social Sciences*, 34(2), 177-189.
- Phinnarach, K., Thiengkamol, N. & Thiengkamol, C. (2012a). Causal relationship model of community strength. *European Journal of Social Sciences*, 34(3), 379-392.
- Pimdee, P., Thiengkamol, N. & Thiengkamol, T. (2012a). Causal relationship model of electrical energy conservation. *European Journal of Social Sciences*, 32(3), 306-315.
- Rovinelli, J. & Hambleton, K. (1977). On the use of content specialists in the assessment of criterion-referenced test item validity. *Dutch Journal of Educational Research*, 2(1), 49-60.
- Ruboon, O., Thiengkamol, N., Thiengkamol, T. & Kurokodi, J. (2012a). Model of environmental education teacher with inspiration of environmental conservation for global warming alleviation. *European Journal of Social Sciences*, 31(1), 92-102.
- Saisunantharom, S. Thiengkamol, N. & Thiengkamol, C. (2013a). Casual relationship model of biodiversity conservation. *European Journal of Scientific Research*, 104(3), 460-474.

- Sangsan-anan, S., Thiengkamol, N. & Thiengkamol, T. (2012a). Causal relationship model of environmental education tourism. *European Journal of Social Sciences*, 33(3), 339-350.
- Stamets, P. E. (2005). *Mycelium running*. Berkeley, CA: Ten Speed.
- Suebsing, S., Thiengkamol, N. & Thiengkamol, C. (2013a). Causal relationship model of forest conservation integrated with psychological state. *European Journal of Scientific Research*, 104(3), 447-459.
- Temtumnan, K. (2006). *Transferring knowledge of forest resource conservation of forest protection voluntary people in Changwat Maha Sarakham*. Thesis of Environmental Management Program, Graduate Faculty, Mahasarakham University.
- The Global Forest Resources Assessment. (2015). *Thailand - Global Forest Resources Assessment 2015 - Country Report*. Rome: Author.
- Thiengkamol, N. (2009c). *Environment and development book. (Food security)*. Bangkok: Chulalongkorn University.
- Thiengkamol, N. (2011e). *Environment and Development Book* (4th ed.). Bangkok: Chulalongkorn University.
- Thiengkamol, N. (2011i). Development of model of environmental education and inspiration of public consciousness influencing to global warming alleviation. *European Journal of Social Sciences*, 25(4), 506-514.
- Traithep, K. (2008). *The development of training model for community environmental leader on forest resource conservation according economy sufficiency philosophy*. Dissertation of Environmental Education Program, Graduate Faculty, Mahasarakham University.
- Udonboon, C. Thiengkamol, N. & Thiengkamol, C. (2012b). Causal relationship model of water conservation behavior. *Mediterranean Journal of Social Sciences*, 3(11), 591-604.
- Wildlife of Thailand. (2015). *Forest types in Thailand*. Retrieve from <http://www.wildlifethailand.com/blog/articles-2/wildlife-articles/116-forest-types-in-Thailand>
- World Commission on Environment and Development (WCED). (1987). *Our common future*. Oxford: Oxford University.



**ผลการใช้ศูนย์เรียนรู้การอนุรักษ์ป่าชุมชนบ้านโนนหินผึ่ง
ตำบลดงบัง อำเภอประจันตคาม จังหวัดปราจีนบุรี**
**Results of Using Learning Center on Community Forestry Conservation
at Ban Nonhinphueng Village, Dongbang Sub District,
Prachantakham District, Prachinburi Province**

म्मหมม เจดโกทา, สุนทรี จินธรรม และรวีวรรณ สนั่นวรเกียรติ

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยแบบผสมผสานมีวัตถุประสงค์ (1) เพื่อศึกษาบริบทป่าชุมชนบ้านโนนหินผึ่ง ตำบลดงบัง อำเภอประจันตคาม จังหวัดปราจีนบุรี (2) เพื่อเปรียบเทียบความรู้ เจตคติและการปฏิบัติ ของเยาวชนหลังการใช้ศูนย์เรียนรู้การอนุรักษ์ป่าชุมชนบ้านโนนหินผึ่งกับระดับชั้นที่เรียนของเยาวชน (3) เพื่อเปรียบเทียบความรู้ เจตคติและการปฏิบัติในการอนุรักษ์ป่าชุมชนของเยาวชน ก่อนและหลัง การใช้ศูนย์เรียนรู้ กลุ่มตัวอย่างสำหรับการวิจัย มีดังนี้ (1) กลุ่มตัวอย่างจากการสุ่มแบบเจาะจงในการศึกษาบริบทชุมชน ได้แก่ ผู้นำชุมชน คณะกรรมการป่าชุมชน นายกและสมาชิกองค์การบริหารส่วนตำบล ครู และปราชญ์ชาวบ้าน จำนวน 20 คน (2) กลุ่มตัวอย่างในการทดลองใช้ศูนย์เรียนรู้ป่าไม้ชุมชน เป็นเยาวชนในโรงเรียนบ้านโนน จำนวน 63 คน ได้จากวิธีการสุ่มอย่างง่าย เครื่องมือที่ใช้ได้แก่ แบบสัมภาษณ์เชิงลึก แบบทดสอบวัดความรู้ วัดเจตคติและวัดการปฏิบัติ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าที และค่าเอฟ วิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพด้วยวิธีอุปนัยผลการวิจัยมีดังนี้ (1) ชุมชนบ้านโนนหินผึ่งเป็นชุมชนเก่าแก่ประมาณปี พ.ศ. 2380 ในระยะหลังเกิดปัญหาการบุกรุกป่าจากบุคคลในและนอกพื้นที่ ด้วยพลังความสามัคคีและพลังเครือข่ายชุมชนที่เข้มแข็งช่วยกันหยุดยั้งการบุกรุกป่าจึงทำให้ ป่าที่เสื่อมโทรมกลับมาฟื้นฟูอุดมสมบูรณ์อีกครั้ง (2) เยาวชนที่มีระดับการศึกษาที่ต่างกัน หลังการเข้าใช้ศูนย์เรียนรู้ มีความรู้แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.01 แต่มีเจตคติและการปฏิบัติเกี่ยวกับการอนุรักษ์ป่าชุมชนไม่แตกต่างกัน (3) เยาวชนมีความรู้ เจตคติและการปฏิบัติหลังการใช้ศูนย์สูงกว่าก่อนการใช้ศูนย์อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.01

คำสำคัญ: ผลการใช้, ศูนย์เรียนรู้, การอนุรักษ์ป่าชุมชน

Abstract

This research is mixed methods research. The objectives of this research were to (1) study the context of Ban Nonhinphueng community forest in Dungbang sub district, Prajantakam district, Prachinburi Province (2) compare knowledge, attitude and practice after using learning center in difference classes of the youths (3) compare knowledge,

attitude and practical before and after using learning center. The samples were as follows: (1) 20 samples for study the context of community forest consisted of community leaders, community forest boards, executive chiefs and member of sub-district administrative organization, teacher and local sage. (2) 63 youths from random sampling for studying the efficiency of learning center from Bannong school. The research instruments consisted of (1) indepth interview (2) knowledge attitude and practical test. Results were analyzed by percentage, mean, standard deviation, t-test and F-test (One-way ANOVA). The research findings were as follows: (1) the context community forest was revealed that Ban Nonhinphueng was an old aged community forest about 2380 B.E. The problem was resolved by community network and unity. (2) Knowledge after using learning center in difference class was significantly difference at 0.01 but attitude and practical were no difference. 3) The comparison results of knowledge, attitude and practical after using learning center were higher than before with significantly difference at 0.01.

Keywords: results of using, learning center, community forest conservation



ความนำ

ป่าไม้และพรรณพืชนอกจากจะเป็นแหล่งต้นน้ำลำธารแล้วยังเป็นแหล่งผลิตออกซิเจนที่ใหญ่ที่สุดในโลก และทำหน้าที่เก็บกักธาตุคาร์บอนจากก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่เป็นสาเหตุที่สำคัญในการเกิดสภาวะโลกร้อน ในขณะนี้ ป่าไม้มีความสำคัญต่อระบบนิเวศ ช่วยป้องกันการชะล้างพังทลายของดิน ทำให้ดินอุดมสมบูรณ์ เป็นที่อยู่อาศัยของสัตว์ป่า เป็นแหล่งศึกษาธรรมชาติ ช่วยในการอนุรักษ์ดินและน้ำ และป้องกันลมพายุ การปลูกป่าและอนุรักษ์จึงเป็นมหากุศลที่ทุกคนพึงกระทำ เพื่อรักษาความมั่นคงทางธรรมชาติให้แก่โลก ลดภัยพิบัติทางธรรมชาติและช่วยเหลือสรรพสิ่งที่มีชีวิตซึ่งต้องประสบเคราะห์กรรมจากการตัดไม้ทำลายป่า (สุนทร จินธรรม, 2555) สามสิบปีที่ผ่านมาพบว่า ประเทศไทยสูญเสียพื้นที่ป่าเป็นจำนวนมากจากการบุกรุกทำลายป่า การให้สัมปทานป่าไม้ที่ขาดการควบคุมอย่างเพียงพอ การตัดถนนเข้าพื้นที่ป่าการทำเกษตรเชิงอุตสาหกรรมและการครอบครองที่ดินเพื่อเก็งกำไร จากการสำรวจพื้นที่ป่าไม้ในประเทศไทยพบว่าเมื่อปี พ.ศ. 2507 ประเทศไทยมีพื้นที่ป่า 171 ล้านไร่ คิดเป็นร้อยละ 53.7 ของพื้นที่ประเทศไทยมีแนวโน้มลดลงทุกปีและในปี พ.ศ. 2550 พบว่าพื้นที่ป่าไม้ของประเทศไทยเหลืออยู่เพียง 104.6 ล้านไร่ หรือร้อยละ 32.6 ของพื้นที่ประเทศเท่านั้น (กรมป่าไม้, 2541) การลดลงอย่างรวดเร็วของพื้นที่ป่าไม้มีผลทำให้เกิดการคุกคามพืชและสัตว์และ

มีความเสี่ยงต่อการสูญพันธุ์ของพืชและสัตว์เพิ่มขึ้นอีกเป็นจำนวนมากในอนาคตยังส่งผลกระทบต่อภาวะโลกร้อน การเกิดภัยพิบัติทางธรรมชาติ ตลอดจนมีการคุกคามสิ่งแวดล้อม ประชาชนทุกคนควรร่วมมือกันแก้ปัญหาและป้องกันการสูญเสียความหลากหลายทางชีวภาพของระบบนิเวศป่าทุกประเภท โดยการอนุรักษ์ป่าที่เหลือให้คงอยู่อย่างยั่งยืนสืบไป สอดคล้องกับ สุนทร จินธรรม (2555) ที่กล่าวว่า การอนุรักษ์ป่าเป็นการป้องกันการสูญเสียความหลากหลายทางชีวภาพ สาเหตุของการลดลงของป่าไม้ในประเทศเนื่องมาจากปัจจัยหลายประการ เป็นต้นว่า มีการให้สัมปทานป่าไม้เพื่อใช้สอยในประเทศและส่งออก ทำให้ป่าส่วนใหญ่ที่ถูกสัมปทานเป็นป่าเสื่อมโทรม ประการที่สองคือ การบุกรุกแผ้วถาง ของราษฎรและนายทุน เพื่อเป็นที่ทำการเกษตรและที่อยู่อาศัย อีกทั้งการกำหนดนโยบายของรัฐที่มุ่งก่อสร้างโครงสร้างพื้นฐาน เช่น ถนน เขื่อน อ่างเก็บน้ำ รวมถึงการส่งเสริมการปลูกพืชเชิงเดี่ยว ทำให้เกิดการบุกรุกป่าเพิ่มมากขึ้นจำนวนป่าไม้ในประเทศไทยลดลงจากหลายสาเหตุ (ผจญ สิทธิกัน, 2544) แต่สาเหตุที่สำคัญที่สุดคือ การไม่มีประสิทธิภาพขององค์กรภาครัฐตลอดระยะเวลาหลายสิบปีที่ “รัฐ” เป็นผู้ดูแลป่าไม้แต่เพียงผู้เดียว ประสบความสำเร็จอย่างสิ้นเชิง (ตะวัน อินต๊ะวงศ์, 2548) ส่งผลกระทบโดยตรงต่อสมดุลธรรมชาติและวิถีของประชาชนโดยเฉพาะชาวไร่ ชาวนา ซึ่งเป็นประชาชนส่วนใหญ่ของประเทศ ไม่เพียงเท่านั้นการบุกรุกพื้นที่ป่ายังเป็นจุดเริ่มต้นของ

ปัญหานานัปการ เช่น ความขัดแย้ง แยกแยกในสังคมระหว่างกลุ่มผู้บุกรุกที่สูญเสียผลประโยชน์และเจ้าหน้าที่ของรัฐ ซึ่งหากปัญหาต่างๆ ไม่ได้รับการแก้ไข ความขัดแย้งดังกล่าวอาจจะลุกลามรุนแรงจนเกินกว่าการแก้ไขได้ (ผจญ สิทธิกัน, 2548) นอกจากนี้ป่าไม้มีความสำคัญในการช่วยลดภาวะโลกร้อนและการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศ ดังนั้น การแก้ปัญหาให้ประสบผลสำเร็จได้นั้นต้องแก้ที่ตัวสาเหตุของปัญหานั้นคือ มนุษย์ อันเป็นต้นเหตุก่อน และมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่ทุกฝ่าย ทั้งภาครัฐ เอกชน และท้องถิ่น ต้องมีส่วนร่วมในการป้องกันและแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้น เพื่อนำไปสู่การแก้ไขปัญหาอย่างยั่งยืนโดยการใช้กระบวนการทางสิ่งแวดล้อมศึกษา ทั้งการเรียนรู้ในระบบและการเรียนรู้นอกระบบเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมเนื่องจากปัญหาของสิ่งแวดล้อมนั้นส่งผลกระทบต่อคุณภาพสิ่งแวดล้อมและคุณภาพชีวิตในโลก

ชุมชนบ้านโนน ตำบลคงบัง อำเภอประจันตคาม จังหวัดปราจีนบุรีพบว่า ชุมชนบ้านโนน เป็นชุมชนเก่าแก่และมีประวัติอันยาวนาน ประมาณปี พ.ศ. 2380 ถูกต้อนมาจากเมืองเวียงจันทร์และเมืองเชียงแสน ประเทศลาว มาตั้งชุมชนอาศัยอยู่บริเวณรอบป่าชุมชนบ้านโนนหินผิง โดยการนำของพ่อใหญ่ทวย สภาพพื้นที่เป็นที่ราบลุ่มและป่าไม้ บางส่วนเป็นเนินเตี้ยมีคลองส่งน้ำไหลผ่านคือ คลองลึกและมีสระน้ำใหญ่ ที่ป่าชุมชนบ้านโนนหินผิงคนส่วนใหญ่นับถือศาสนาพุทธ บริบทป่าชุมชนบ้านโนนหินผิง เป็นที่สาธารณประโยชน์ เนื้อที่ 447 ไร่ เมื่อในอดีตป่ามีความอุดมสมบูรณ์ ทั้งพืชพันธุ์ธัญญาหารยังเป็นที่อยู่ของสัตว์ป่านานาชนิดและยังเป็นแหล่งอาหารและยาสมุนไพรของประชาชนอย่างสมบูรณ์ ต่อมาเกิดปัญหาการบุกรุกป่าจากบุคคลในพื้นที่และนอกพื้นที่เข้ามาทำลายป่าโดยการตัดไม้ใหญ่ ขุดต้นผักหวานเพื่อเป็นสินค้านำไปขายกันอย่างเป็นล่ำเป็นสัน ทำให้ต้นผักหวาน ผักตั่ว และต้นเสม็ด ถูกขุดนำไปขาย ทำให้ผักสำหรับการบริโภคของชุมชนลดน้อยลงและมีการเผาป่าเพื่อล่าสัตว์ จนป่าขาดความสมดุลชาวบ้านมองเห็นความสำคัญของป่าไม้หยุดการบุกรุกป่าด้วยพลัง ความสามัคคี และพลังเครือข่ายชุมชนที่เข้มแข็งบวกกับความมุ่งมั่น จึงทำให้วันนี้ป่าที่เสื่อมโทรมกลับมาฟื้นฟูอุดมสมบูรณ์อีกครั้งจากการสำรวจพบพรรณไม้จำนวน 295 ชนิด มีไม้เด่น

คือ ยางนา เหียงและมีพรรณไม้หลากหลายชนิดได้แก่ ประดู่แดง พยุง พะยอม มะค่า กระบก มะหวด หว้า มะเฒ่า ไม้เสม็ด ผักหวาน ผักตั่ว เห็ดรางจืด เปล้าน้อย ปลาไหลเผือก เขยตาย เกร็ดลิ้น กันเกรา ฯลฯ จากการที่ผู้วิจัยได้ศึกษาสภาพปัญหาในการอนุรักษ์ป่าชุมชนและมีการสำรวจพื้นที่สัมภาษณ์ผู้นำชุมชน ประชุม กลุ่มย่อยร่วมกับประธานและคณะกรรมการป่าชุมชนทำให้ทราบปัญหา คือ คนรุ่นหลังขาดจิตสำนึกในการอนุรักษ์ชุมชน ชุมชนต้องการให้คนรุ่นหลังมีจิตสำนึกในการอนุรักษ์ป่าชุมชน บ้านโนนหินผิงสืบต่อไปให้คงอยู่อย่างยั่งยืน และต้องการให้มีการพัฒนาป่าชุมชนให้เป็นศูนย์เรียนรู้การอนุรักษ์ป่าชุมชน ทำคู่มือการอนุรักษ์ป่าชุมชน จัดทำสื่อการเรียนรู้เพื่อให้เยาวชนได้เรียนรู้ ชุมชนต้องการจัดทำเป็นสถานที่ท่องเที่ยวเชิงอนุรักษ์ อีกทั้งต้องการให้มีการฝึกอบรมให้กับนักเรียนและคณะกรรมการป่าชุมชน ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาผลการใช้ศูนย์เรียนรู้การอนุรักษ์ป่าชุมชนบ้านโนนหินผิง ที่ประกอบด้วยเส้นทางศึกษาธรรมชาติมีฐานเรียนรู้ 8 ฐาน ได้แก่ (1) ฐานพะยอมหอมไกล เพื่อเรียนรู้เกี่ยวกับต้นพะยอม ผู้เข้าเรียนรู้สังเกตสีของดอกไม้ป่า ดอกพะยอมตามธรรมชาติ จากนั้นให้สังเกตลักษณะต้นพะยอมและศึกษาประโยชน์จากไม้พะยอม (2) ฐานยางนามีค่าดังทอง เพื่อศึกษาเรียนรู้เกี่ยวกับต้นยางนา คุณค่าและมูลค่าของต้นยางนารวมทั้งการอนุรักษ์ไม้ยางนา (3) ฐานผักป่าน้ำลิ้มรส เพื่อเรียนรู้เกี่ยวกับชนิดของพืชผักที่ใช้เป็นอาหารจากป่าชุมชนที่หลากหลายและปลูกจิตสำนึกให้เยาวชนที่เข้าเรียนรู้เห็นคุณค่าและประโยชน์ของอาหารจากป่า (4) ฐานผลไม้ป่าลิ้มลอง เพื่อเรียนรู้เกี่ยวกับผลไม้ป่าในป่าชุมชน ให้ผู้เข้าเรียนรู้เกิดเจตคติในการอนุรักษ์ เห็นคุณค่าและประโยชน์ของผลไม้ป่าที่หลากหลายในป่าชุมชน (5) ฐานสมุนไพรเจ้าถิ่น เพื่อเรียนรู้เกี่ยวกับการอนุรักษ์พืชสมุนไพรและการใช้จากป่าชุมชนที่ควรอนุรักษ์และสืบสานจากบรรพบุรุษให้เกิดความยั่งยืนตลอดไป (6) ฐานประดู่ป่าใหญ่ เพื่อสร้างความตระหนักและเจตคติที่ถูกต้องเพื่อเรียนรู้และอนุรักษ์ต้นประดู่ ให้เกิดความรักและหวงแหน ประดู่เป็นต้นไม้ให้เกิดพลังแห่งความยิ่งใหญ่ (7) ฐานไผ่ต้นไม้มหัศจรรย์ เพื่อเรียนรู้เรื่องหลากหลายสายพันธุ์ คุณประโยชน์ที่หลากหลายของไผ่ ทั้งเป็นไม้ประดับ นำมาปรุงอาหารแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ทำรายได้ให้กับชุมชนมากมาย

สร้างความตระหนักและเจตคติในการอนุรักษ์ไฟป่าชุมชนบ้านโนนหินผิงและ (8) ฐานสร้างสัมพันธ์เพื่อเรียนรู้ความสัมพันธ์ของธรรมชาติทั้งที่มีชีวิตและไม่มีชีวิต การอยู่ร่วมกันของสิ่งมีชีวิต โดยแต่ละฐานจะประกอบด้วยป้ายสื่อความหมายตามฐานเรียนรู้ ป้ายฐานเรียนรู้ ป้ายศูนย์เรียนรู้ จัดทำคู่มือการอนุรักษ์ป่าชุมชนและบทปฏิบัติการประกอบเส้นทางศึกษาธรรมชาติ มีคณะกรรมการบริหารศูนย์เรียนรู้ โดยศึกษาบริบทป่าชุมชน ศึกษาความรู้ เจตคติ และการปฏิบัติด้านการอนุรักษ์ป่าชุมชนของเยาวชน หลังเข้าใช้ศูนย์เรียนรู้การอนุรักษ์ป่าชุมชนบ้านโนนหินผิง ตำบลบึงอำเภอบึงสามพัน จังหวัดบึงสามพัน โดยหวังว่าเยาวชน นักเรียนและผู้สนใจ จะความรู้เจตคติและการปฏิบัติด้านการอนุรักษ์ป่าชุมชน ผู้ที่รู้จักวิธีใช้ประโยชน์จากป่าได้อย่างถูกต้องเหมาะสมต่อไป

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อศึกษาบริบทป่าชุมชนบ้านโนนหินผิง ตำบลบึง อำเภอบึงสามพัน จังหวัดบึงสามพัน
2. เพื่อเปรียบเทียบความรู้ เจตคติและการปฏิบัติด้านการอนุรักษ์ป่าชุมชนของเยาวชนโรงเรียนวัดบ้านโนนก่อนและหลังการใช้ศูนย์เรียนรู้การอนุรักษ์ป่าชุมชนบ้านโนนหินผิง
3. เพื่อเปรียบเทียบความรู้ เจตคติและการปฏิบัติด้านการอนุรักษ์ป่าชุมชน หลังการใช้ศูนย์เรียนรู้การอนุรักษ์ป่าชุมชนบ้านโนนหินผิง กับระดับชั้นที่เรียนของเยาวชน

แนวคิดทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

1. แนวคิดเรื่องศูนย์การเรียนรู้ เป็นการจัดการศึกษาระบบเปิดเพื่อส่งเสริมการทำกิจกรรมด้วยตนเอง หรือโดยกลุ่ม เป็นศูนย์กลางการรวบรวมข้อมูลข่าวสารความรู้ที่จะนำไปสู่การส่งเสริมกระบวนการเรียนรู้สำหรับประชาชนในชุมชน เป็นแหล่งเสริมสร้างโอกาสในการเรียนรู้ การถ่ายทอดแลกเปลี่ยนประสบการณ์ การสืบทอดภูมิปัญญาของชุมชน (สุนทร จินธรรม, 2554)
2. แนวคิดเรื่องป่าชุมชน เป็นพื้นที่ป่าไม้ที่ได้รับการจัดการโดยกระบวนการมีส่วนร่วมจากประชาชนและองค์กรชุมชน ทั้งทางตรงและทางอ้อม ตามความเชื่อ

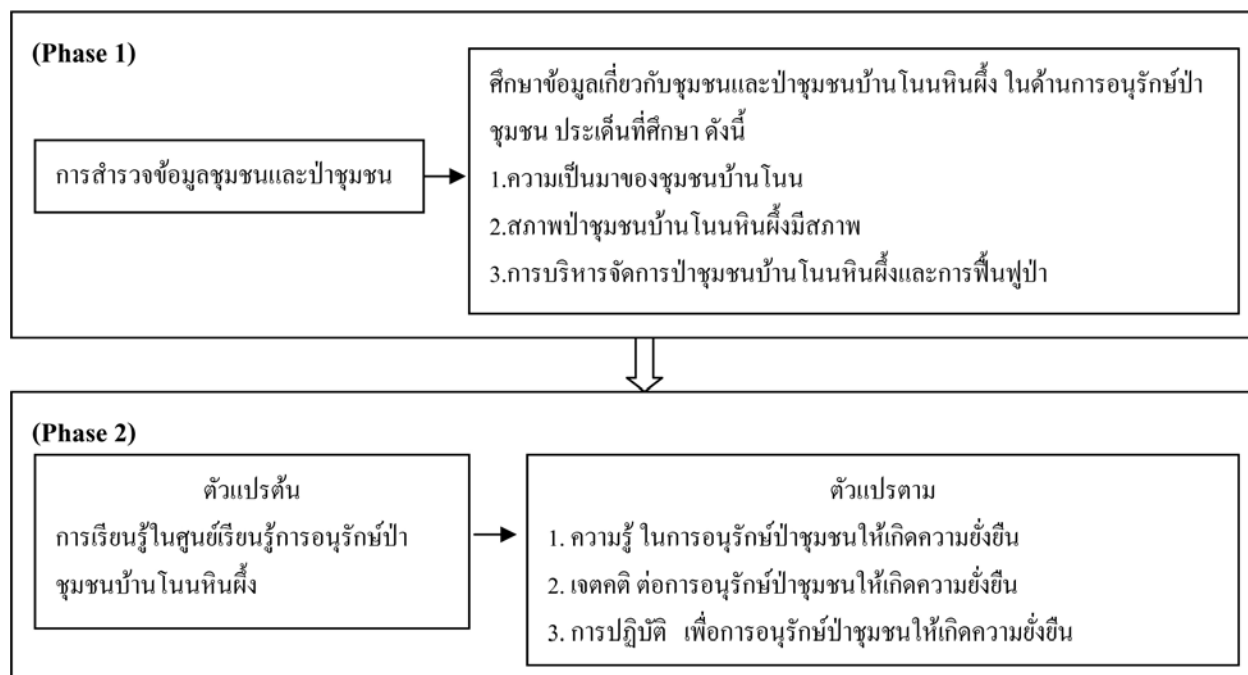
และวัฒนธรรมท้องถิ่น เพื่อประโยชน์ที่สอดคล้องกับความต้องการของชุมชนอย่างต่อเนื่องและยั่งยืน เป็นป่าที่ประชาชนเข้าไปใช้สอยตามวิถีชีวิตของคนทุกคนในชุมชนนั้น ทั้งเรื่องการทำมาหากิน ระบบครอบครัว เครือญาติ ประเพณีความเชื่ออำนาจและกฎระเบียบในชุมชน เพื่อให้ชุมชนได้ใช้ประโยชน์ร่วมกันทั้งชุมชนอย่างยั่งยืน โดยดำเนินการในรูปคณะกรรมการ มีกฎและระเบียบปฏิบัติเป็นตัวกำหนด (นิวัติ เรืองพานิช, 2533)

3. แนวคิดเรื่องศูนย์เรียนรู้การอนุรักษ์ป่าชุมชนบ้านโนนหินผิง ตำบลบึง อำเภอบึงสามพัน จังหวัดบึงสามพัน สร้างขึ้นจากการรวบรวมความคิดเห็นของประชาชนและกรรมการป่าชุมชน ปราชญ์ชาวบ้าน ผู้รู้ ผู้เฒ่า ผู้แก่ หัวหน้าหน่วยงาน โดยความหมายแล้ว ศูนย์เรียนรู้การอนุรักษ์ป่าชุมชนบ้านโนนหินผิง หมายถึงการเรียนรู้ในการอนุรักษ์ป่าชุมชนที่นำมาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้อย่างเป็นขั้นเป็นตอน โดยใช้พื้นที่จริงของป่าชุมชนบ้านโนนหินผิงเป็นห้องเรียนธรรมชาติและเป็นสถานที่ฝึกปฏิบัติจริงในการเรียนรู้ เพื่อให้การเข้าใช้ศูนย์เรียนรู้หรือผู้รับการเรียนรู้ได้รับความรู้ในเนื้อหาสาระเกี่ยวกับการอนุรักษ์ป่าชุมชนและทรัพยากรธรรมชาติอื่น ๆ มีเจตคติที่ดี ที่ถูกต้องในการอนุรักษ์ป่าชุมชน รวมทั้งสามารถนำความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างถูกต้องเหมาะสม ศูนย์เรียนรู้การอนุรักษ์ป่าชุมชนบ้านโนนหินผิงมีวัตถุประสงค์เพื่อช่วยให้ผู้เข้าใช้ศูนย์เรียนรู้สามารถเรียนรู้เนื้อหาสาระเกี่ยวกับการอนุรักษ์ป่าชุมชนโดยใช้ป่าชุมชนบ้านโนนหินผิงเป็นห้องเรียนธรรมชาติและใช้เป็นสถานที่ฝึกปฏิบัติจริงในกระบวนการเรียนรู้ให้ผู้เข้าใช้ศูนย์เรียนรู้สามารถรับข้อมูลสาระความรู้ อย่างมีความหมายและสามารถจดจำสิ่งที่เรียนได้ยาวนาน ประยุกต์ใช้ความรู้ในการดำรงชีวิตได้เป็นอย่างดี กิจกรรมการเรียนรู้ เป็นการเรียนรู้ผ่านฐานการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นสำหรับการให้ความรู้เพื่อการอนุรักษ์ป่าชุมชน จำนวน 8 ฐานการเรียนรู้ ได้แก่ ฐานการเรียนรู้ที่ 1 พะยอมหอมไกล ฐานการเรียนรู้ที่ 2 ยางนาไม้ค่าดังทอง ฐานการเรียนรู้ที่ 3 ผักป่าน้ำลิ้มรส ฐานการเรียนรู้ที่ 4 ผลไม้ป่าน้ำลิ้มลอง ฐานการเรียนรู้ที่ 5 สมุนไพรเจ้าถิ่น ฐานการเรียนรู้ที่ 6 ประดู่คู่ป่าใหญ่ ฐานการเรียนรู้ที่ 7 ไม้ผืนไม้มหัศจรรย์และ ฐานการเรียนรู้ที่ 8 ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตในป่าชุมชน

รายละเอียดของแต่ละฐานการเรียนรู้จะประกอบไปด้วย บทเรียน ระยะเวลา จุดประสงค์ เนื้อหา กิจกรรมการเรียนรู้ ของแต่ละฐาน สื่อการเรียนรู้ และการวัดและประเมินผล

ที่สร้างขึ้นเพื่อเป็นคู่มือในการใช้และการศึกษาผลการใช้ ศูนย์การเรียนรู้การอนุรักษ์ป่าชุมชนบ้านโนนหินผิง

กรอบแนวคิดการวิจัย



สมมติฐานการวิจัย

1. ความรู้ เจตคติและการปฏิบัติด้านการอนุรักษ์ป่าชุมชนบ้านโนนหินผิงของเยาวชน หลังการใช้ศูนย์เรียนรู้การอนุรักษ์ป่าชุมชนบ้านโนนหินผิง สูงกว่าก่อนการเข้าใช้ศูนย์
2. เยาวชนที่เรียนในระดับชั้นที่ต่างกัน มีความรู้ เจตคติและการปฏิบัติด้าน การอนุรักษ์ป่าชุมชน หลังการใช้ศูนย์เรียนรู้ ต่างกัน

วิธีดำเนินการวิจัย

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรสำหรับการวิจัยเชิงคุณภาพ เป็นการศึกษาริบทป่าชุมชนบ้านโนนหินผิง ประชากร ได้แก่ ประชาชนบ้านโนน ตำบลดงบัง อำเภอลำทะเมนชัย จังหวัดบุรีรัมย์ ที่มีบทบาททางสังคมและชุมชน จำนวน 10 คน ได้แก่ นายกและสมาชิกองค์การบริหารส่วนตำบล จำนวน

10 คน ครูจำนวน 8 คน และปราชญ์ชาวบ้าน จำนวน 2 คน และคณะกรรมการป่าชุมชน จำนวน 30 คน รวมทั้งสิ้น 60 คน

ประชากรสำหรับการวิจัยเชิงปริมาณ เป็นการศึกษาศักยภาพการเรียนรู้การอนุรักษ์ป่าชุมชนบ้านโนนหินผิง ประชากรได้แก่ได้แก่ เยาวชนที่เป็นนักเรียนในโรงเรียนวัดบ้านโนน ตำบล ดงบัง อำเภอลำทะเมนชัย จังหวัดบุรีรัมย์ จำนวน 164 คน

กลุ่มตัวอย่างสำหรับการวิจัยเชิงคุณภาพ เพื่อใช้ในการศึกษาริบทป่าชุมชนบ้านโนนหินผิง เป็นผู้ที่มีบทบาทในการดูแลป่าในชุมชน ผู้วิจัยได้กำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างไว้จำนวนร้อยละ 30 ของประชากร โดยเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบจำเพาะเจาะจง (purposive sampling) จากประชาชนในตำบลดงบังที่มีบทบาททางสังคมและชุมชน ประกอบด้วย นายกและสมาชิกองค์การบริหารส่วนตำบล จำนวน 3 คน ครูจำนวน 3 คน และปราชญ์

ชาวบ้าน จำนวน 2 คน คณะกรรมการป่าชุมชน จำนวน 12 คน รวมทั้งสิ้น 20 คน

กลุ่มตัวอย่างสำหรับการวิจัยเชิงปริมาณ เพื่อใช้ในการศึกษาผลการใช้ศูนย์เรียนรู้การอนุรักษ์ป่าชุมชนบ้านโนนหินผิง เป็นเยาวชนในโรงเรียนวัดบ้านโนน ตำบลดงบัง อำเภอบึงสามพัน จังหวัดบึงกาฬ กำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างโดยใช้ประเภทงานวิจัยเชิงทดลองเป็นตัวกำหนด (สมชาย วรภิรมย์สกุล, 2554) ได้กลุ่มตัวอย่างจำนวน 63 คน สุ่มตัวอย่างโดยการสุ่มอย่างง่าย (simple random sampling) แบ่งเป็น เยาวชนที่เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ระดับชั้นละ 31 คน เกณฑ์ในการคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างที่เข้าร่วมโครงการ (inclusion criteria) ผู้วิจัยได้กำหนดไว้ คือ ยินดีสมัครใจเข้าร่วมโครงการตลอดจนสิ้นสุดโครงการ อ่านหนังสือได้ และได้รับความยินยอมจากผู้ปกครอง

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วย

1. แบบสัมภาษณ์เชิงลึก จำนวน 7 ข้อ ที่มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) เท่ากับ 0.80
2. แบบทดสอบวัดความรู้ด้านการอนุรักษ์ป่าชุมชน จำนวน 20 ข้อ ที่มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) เท่ากับ 0.74 มีค่าอำนาจจำแนกรายข้อระหว่าง 0.40 ถึง 0.60 และความเชื่อมั่นทั้งฉบับ เท่ากับ 0.60
3. แบบทดสอบวัดเจตคติด้านการอนุรักษ์ป่าชุมชน จำนวน 20 ข้อ ที่มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) เท่ากับ 0.74 มีค่าอำนาจจำแนกรายข้อระหว่าง 0.25 ถึง 0.77 และความเชื่อมั่นทั้งฉบับ เท่ากับ 0.73
4. แบบทดสอบวัดการปฏิบัติด้านการอนุรักษ์ป่าชุมชน จำนวน 20 ข้อ ที่มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) เท่ากับ 0.74 อำนาจจำแนกรายข้อระหว่าง 0.71 ถึง 0.72 และความเชื่อมั่นทั้งฉบับ เท่ากับ 0.73

การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. เก็บรวบรวมข้อมูลภาคสนามโดย (1) สัมภาษณ์เชิงลึกกับผู้นำชุมชน คณะกรรมการป่าชุมชน นายกองค์การบริหารส่วนตำบล สมาชิกองค์การบริหารส่วนตำบล ครู นักวิจัย และปราชญ์ชาวบ้าน รวบรวมข้อมูลและข้อเสนอแนะจากการสัมภาษณ์มาวิเคราะห์ประเด็น (2) จัดทำข้อมูลบริบทป่าชุมชนและสร้างศูนย์เรียนรู้การอนุรักษ์ป่าชุมชนบ้านโนนหินผิง

2. การทดลองใช้ศูนย์เรียนรู้การอนุรักษ์ป่าชุมชนบ้านโนนหินผิง ผู้วิจัยเก็บข้อมูลการทดสอบความรู้เจตคติและการปฏิบัติก่อนการใช้ศูนย์เรียนรู้การอนุรักษ์ป่าชุมชนบ้านโนนหินผิงในกลุ่มตัวอย่าง จากนั้นดำเนินกิจกรรมตามขั้นตอนของการเข้าใช้ศูนย์เรียนรู้และเก็บข้อมูลการทดสอบและทดลองหลังการใช้ศูนย์การเรียนรู้ ดังนี้ (1) แบบแผนการทดลอง การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองโดยสุ่มตัวอย่างเข้าสู่กลุ่มทดลองตามแบบแผนการทดลองแบบกลุ่มเดียวทดสอบก่อนหลัง (The one - group pretest – posttest design) ตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย (2) วิธีดำเนินการทดลอง ระยะเวลาการทดลอง ผู้วิจัยคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างจากเยาวชนโรงเรียนวัดบ้านโนน ตำบลดงบัง อำเภอบึงสามพัน จังหวัดบึงกาฬ เพื่อเป็นกลุ่มทดลองจำนวน 63 คน โดยคัดเลือกจากเยาวชนในโรงเรียนแบ่งเป็น ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มัธยมศึกษาปีที่ 2 มัธยมศึกษาปีที่ 3 ชั้นละ 31 คน ดำเนินกิจกรรมการเข้าเรียนรู้ที่ศูนย์เรียนรู้การอนุรักษ์ป่าชุมชนบ้านโนนหินผิง โดยต้องทำแบบทดสอบวัดความรู้ เจตคติ และการปฏิบัติในการอนุรักษ์ป่าชุมชน เพื่อเป็นคะแนนก่อนทดลอง (pretest) ระยะทดลองนำเยาวชนโรงเรียนวัดบ้านโนนเข้าใช้ศูนย์เรียนรู้การอนุรักษ์ ป่าชุมชนบ้านโนนหินผิง เข้าใช้ศูนย์การเรียนรู้ทั้ง 8 ฐาน ได้แก่ ฐานพะยอมหอมไกล ฐานยางนา มีค่าดังทอง ฐานผักป่าน้ำลิ้มรส ฐานผลไม้ป่าน้ำลิ้มลอง ฐานสมุนไพรเจ้าถิ่น ฐานประจักษ์คู่ป่าใหญ่ ฐานไผ่ต้นไม้มหัศจรรย์ และฐานสร้างสัมพันธ์ และวัดผลด้านความรู้เจตคติและการปฏิบัติ (posttest) เป็นคะแนนหลังการเข้าใช้

ศูนย์เรียนรู้ จากนั้นวัดความพึงพอใจของเยาวชนที่มีต่อศูนย์เรียนรู้การอนุรักษ์ป่าชุมชนบ้านโนนหินผิง ผู้วิจัยให้กลุ่มตัวอย่างที่เข้าใช้ศูนย์เรียนรู้การอนุรักษ์ป่าชุมชนบ้านโนนหินผิงทำแบบสอบถามความพึงพอใจหลังการฝึกอบรม

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. นำข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์เชิงลึกมาจัดระเบียบข้อมูลโดยจำแนกตามประเด็นการศึกษาให้ครบทุกองค์ประกอบที่ศึกษา โดยแยกแต่ละ กลุ่มเป้าหมาย ผู้วิจัยใช้วิธีวิเคราะห์แบบอุปนัย (analytic induction) ซึ่งเป็นวิธีตีความสร้างข้อสรุปจากรูปธรรมหรือปรากฏการณ์ที่มองเห็น

2. ในระหว่างการเก็บข้อมูลภาคสนามในป่าชุมชนบ้านโนนหินผิงผู้วิจัยจะวิเคราะห์ข้อมูลในขณะที่บันทึกข้อมูลเพื่อตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลให้ครบถ้วนตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย นำข้อมูลมาแจกแจงเป็นหมวดหมู่ตามวัตถุประสงค์การวิจัย แล้วนำมาวิเคราะห์และเรียบเรียงข้อมูล

3. การวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้การวิเคราะห์ข้อความคำตอบ วิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐานในรูปของค่าเฉลี่ย ร้อยละ และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูลพื้นฐาน วิเคราะห์เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนความรู้ เจตคติและการปฏิบัติ ก่อนทดลองและหลังทดลอง โดยใช้สถิติทดสอบ t – test (dependent) และวิเคราะห์ความแปรปรวน โดยใช้สถิติ F – test (One-way ANOVA)

สรุปผลการวิจัย

1. ผลการศึกษาบริบทชุมชนบ้านโนนพบว่าชุมชนบ้านโนนเป็นชุมชนเก่าแก่และมีประวัติอันยาวนานประมาณปี พ.ศ. 2380 ถูกด่อนมาจากเมืองเวียงจันทร์และเมืองเชียงแสน ประเทศลาวมาตั้งชุมชนอาศัยอยู่บริเวณรอบป่าชุมชนบ้านโนนหินผิง โดยการนำของพ่อใหญ่ทุย

สภาพพื้นที่เป็นที่ราบลุ่มและป่าไม้ บางส่วนเป็นเนินเตี้ย มีคลองส่งน้ำไหลผ่านคือ คลองลึกและมีสระน้ำใหญ่ที่ป่าชุมชนบ้านโนนหินผิง คนส่วนใหญ่นับถือศาสนาพุทธ บริบทป่าชุมชนบ้านโนนหินผิงเป็นที่สาธารณประโยชน์เนื้อที่ 447 ไร่ เมื่อในอดีตป่ามีความอุดมสมบูรณ์ ทั้งพืชพันธุ์ธัญญาหาร ยังเป็นที่อยู่ของสัตว์ป่านานาชนิดและยังเป็นแหล่งอาหารและยาสมุนไพรของประชาชนอย่างสมบูรณ์ ต่อมาเกิดปัญหาการบุกรุกป่าจากบุคคลในพื้นที่และนอกพื้นที่เข้ามาทำลายป่า โดยการตัดไม้ใหญ่เพื่อนำไปขายจุดต้นฝักหวานเพื่อเป็นสินค้านำไปขายกันอย่างเป็นล่ำเป็นสันทำให้ต้นฝักหวาน ฝักดียวและต้นเสม็ด ถูกจุดนำไปขายทำให้ฝักสำหรับการบริโภคของชุมชนลดน้อยลงและมีการเผาป่าเพื่อล่าสัตว์จนป่าขาดความสมดุลชาวบ้านมองเห็นความสำคัญของป่าไม้หยุดการบุกรุกป่าด้วยพลังความสามัคคี และพลังเครือข่ายชุมชนที่เข้มแข็งบวกกับความมุ่งมั่น จึงทำให้วันนี้ป่าที่เสื่อมโทรมกลับมาฟื้นฟูอุดมสมบูรณ์อีกครั้ง ซึ่งจากการสำรวจพบพรรณไม้จำนวน 295 ชนิด มีไม้เด่นคือ ยาง ยางนา เหียงและมีพรรณไม้หลากหลายชนิดได้แก่ ประดู่ แดง พยุง พะยอม มะค่า กระบก มะหาด หว้า มะเฒ่า ไม้ เสม็ด ฝักหวาน ฝักดียว เห็ด รางจืด เปล้าน้อย ปลาไหลเผือก เขยตาย เกร็ดลิ้น ก้นเกรา ฯลฯ

2. ผลการศึกษาความพึงพอใจของเยาวชนต่อศูนย์เรียนรู้การอนุรักษ์ป่าชุมชนหลังการใช้ศูนย์เรียนรู้ พบว่าเยาวชนมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด

3. ผลการศึกษาเปรียบเทียบความรู้ เจตคติและการปฏิบัติในเรื่องการอนุรักษ์ป่าชุมชนหลังการใช้ศูนย์เรียนรู้กับระดับการศึกษาของเยาวชน พบว่า เยาวชนที่มีระดับการศึกษาที่ต่างกัน มีความรู้สูงกว่าก่อนการใช้ศูนย์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.01 ส่วนเจตคติและการปฏิบัติเกี่ยวกับการอนุรักษ์ป่าชุมชน พบว่าเยาวชนที่มีระดับการศึกษาที่ต่างกัน มีเจตคติและการปฏิบัติเกี่ยวกับการอนุรักษ์ป่าชุมชน ไม่แตกต่างกัน

ตาราง 1

ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบความรู้ เจตคติและการปฏิบัติของเยาวชนกับระดับการศึกษา หลังการเข้าใช้ศูนย์เรียนรู้การอนุรักษ์ป่าชุมชนบ้านโนนหินผิง

แหล่งความแปรปรวน		df	SS	MS	F	p
ความรู้ กับ ระดับการศึกษา						
มัธยมศึกษาปีที่ 1	ระหว่างกลุ่ม	2	134.45	67.22	8.07*	0.00
มัธยมศึกษาปีที่ 2	ภายในกลุ่ม	60	449.29	8.33	-	-
มัธยมศึกษาปีที่ 3						
รวม		62	112.96	-	-	-
เจตคติ กับ ระดับการศึกษา						
มัธยมศึกษาปีที่ 1	ระหว่างกลุ่ม	2	31.88	15.94	0.55	0.58
มัธยมศึกษาปีที่ 2	ภายในกลุ่ม	60	1751.86	29.20	-	-
มัธยมศึกษาปีที่ 3						
รวม		62	1783.74	-	-	-
การปฏิบัติกับ ระดับการศึกษา						
มัธยมศึกษาปีที่ 1	ระหว่างกลุ่ม	2	318.65	159.32	0.78	0.46
มัธยมศึกษาปีที่ 2	ภายในกลุ่ม	60	12275.00	204.58	-	-
มัธยมศึกษาปีที่ 3						
รวม		62	12593.65	-	-	-

$p > 0.01$, $F_{0.01,2,60} = 4.98$

จากตาราง 1 พบว่าความรู้ ของเยาวชนเกี่ยวกับการอนุรักษ์ป่าชุมชน กับระดับการศึกษา ได้แก่ ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1 มัธยมศึกษาปีที่ 2 และมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังการเข้าใช้ศูนย์เรียนรู้การอนุรักษ์ป่าชุมชนบ้านโนนหินผิง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.01 ส่วนเจตคติและการปฏิบัติเกี่ยวกับการอนุรักษ์ป่าชุมชนในแต่ละระดับการศึกษา เจตคติและการปฏิบัติหลังการเข้าใช้ศูนย์เรียนรู้ฯ ไม่แตกต่างกัน

4. ผลการศึกษาความรู้ เจตคติและการปฏิบัติ ในการอนุรักษ์ป่าชุมชนบ้านโนนหินผิงของเยาวชน โดยวิเคราะห์เปรียบเทียบจากคะแนนก่อนและหลังการเข้าใช้ศูนย์เรียนรู้ พบว่า เยาวชนมีความรู้เจตคติและการปฏิบัติในเรื่องการอนุรักษ์ป่าชุมชนหลังการเข้าใช้ศูนย์สูงกว่าก่อนการเข้าใช้ศูนย์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.01

ตาราง 2

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลการศึกษาเปรียบเทียบความรู้ เจตคติและการปฏิบัติด้านการอนุรักษ์ ป่าชุมชนของเยาวชน ก่อน และหลังการใช้ศูนย์เรียนรู้การอนุรักษ์ป่าชุมชนบ้านโนนหินผิง

รายการเปรียบเทียบ	ก่อนเรียน		หลังเรียน		t	p
	$\bar{X}$	SD	$\bar{X}$	SD		
ความรู้	8.50	1.38	16.63	1.97	25.09*	0.00
เจตคติ	66.56	4.49	94.87	1.85	29.84*	0.00
การปฏิบัติ	63.40	8.27	93.00	6.37	15.37*	0.00

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.01, $t_{0.01,62} = 2.65$

จากตาราง 2 พบว่าหลังการเข้าใช้ศูนย์เรียนรู้ฯ เยาวชนมีความรู้ เจตคติและการปฏิบัติด้านการอนุรักษ์ ป่าชุมชนสูงกว่าก่อนการเข้าใช้ศูนย์เรียนรู้การอนุรักษ์ป่าชุมชนบ้านโนนหินผิง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

การอภิปรายผล

1. ชุมชนบ้านโนนเป็นชุมชนเก่าแก่และมีประวัติอันยาวนาน ประมาณปี พ.ศ. 2380 ประชาชนถูกต้อนมาจากเมืองเวียงจันทร์และเมืองเชียงแสน ประเทศลาวมาตั้งชุมชนอาศัยอยู่บริเวณรอบป่าชุมชนบ้านโนนหินผิง ต่อมาเกิดปัญหาการบุกรุกป่าจากบุคคลในพื้นที่และนอกพื้นที่เข้ามาทำลายป่าโดยการตัดไม้ใหญ่เพื่อนำไปขาย ขุดดินผักหวานเพื่อเป็นสินค้านำไปขายกันอย่างเป็นล่ำเป็นสันทำให้ต้นผักหวาน ผักตั่วและต้นเสม็ด ถูกขุดนำไปขาย ทำให้ผักสำหรับการบริโภคของชุมชนลดน้อยลง และมีการเผาป่าเพื่อล่าสัตว์จนป่าขาดความสมดุลชาวบ้านมองเห็นความสำคัญของป่าไม้หยุดการบุกรุกป่าด้วยพลัง ความสามัคคี และพลังเครือข่ายชุมชนที่เข้มแข็งบวกกับความมุ่งมั่น จึงทำให้วันนี้ป่าที่เสื่อมโทรมกลับมาฟื้นฟูอุดมสมบูรณ์อีกครั้ง สอดคล้องกับงานวิจัยของ ปัทมา คณกุล (2551) ได้ศึกษาการจัดการป่าชุมชนห้วยทรายขาว บ้านทาป่าเปา ตำบลทาปลาดุก อำเภอแม่ทา จังหวัดลำพูน ที่พบว่า วิธีการจัดการป่าชุมชน มีการปฏิบัติในเรื่องจัดตั้งกรรมการเข้ามาดูแลและกำหนดพื้นที่ป่าชุมชน มีการปฏิบัติในเรื่องการปลูกต้นไม้เพิ่มเติมในพื้นที่ป่าชุมชน รองลงมา มีการกำหนดบทลงโทษผู้ที่ฝ่าฝืนกฎเกณฑ์ของคณะกรรมการป่าชุมชน

มีการปฏิบัติในเรื่องการจัดเวรยามควบคุมดูแลรักษาป่า มีการปฏิบัติตามกฎระเบียบที่คณะกรรมการกำหนดขึ้น ซึ่งเกี่ยวกับการใช้ประโยชน์จากป่าชุมชน รวมถึงมีหน่วยงานภาครัฐหรือเอกชนให้การสนับสนุนด้านการดูแลรักษาป่าชุมชน และการใช้ประโยชน์จากป่าชุมชนนั้น มีการใช้ป่าชุมชนเป็นสถานที่ในการบวชป่าและเลี้ยงผีขุนน้ำ การเก็บอาหารจากป่า ได้แก่ เห็ด หน่อไม้ ไข่มดแดง หน่อไม้ไผ่สมุนไพรและผลไม้ป่ามีการนำไม้จากป่าชุมชนมาสร้างสิ่งก่อสร้างสาธารณะประโยชน์ภายในหมู่บ้าน ส่วนไม้ขอนนอนไพรและกิ่งไม้แห้งได้นำมาทำฟืน และนำไม้ไผ่มาทำเป็นตอก นอกจากนี้ได้ใช้เป็นที่พักผ่อนหย่อนใจ โดยพักเหนื่อยจากการเข้าไปหาของป่าบริเวณศาลาที่อยู่ในป่าชุมชน และยังเป็นสถานที่ในการเข้าค่ายพักแรม และท่องเที่ยวเชิงนิเวศ ขณะเดียวกันก็ได้ใช้ป่าชุมชนเป็นแหล่งชับน้ำ โดยการนำน้ำจากป่าชุมชนมาทำประปาหมู่บ้าน เป็นแหล่งต้นน้ำลำธาร อีกทั้งใช้ป่าชุมชนเป็นเขตอภัยทานและใช้เป็นที่เลี้ยงสัตว์ด้วยแต่ไม่ได้นำไม้จากป่าชุมชนมาใช้ประโยชน์ส่วนตัวนำไปสู่ความยั่งยืนของป่า

2. ผลการศึกษาเปรียบเทียบความรู้ เจตคติและการปฏิบัติในเรื่องการอนุรักษ์ป่าชุมชนหลังการใช้ศูนย์เรียนรู้ที่ระดับการศึกษาของเยาวชน พบว่า เยาวชนที่มีระดับการศึกษาที่ต่างกัน มีความรู้สูงกว่าก่อนการใช้ศูนย์ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.01 ส่วนเจตคติและการปฏิบัติเกี่ยวกับการอนุรักษ์ป่าชุมชน พบว่าเยาวชนที่มีระดับการศึกษาที่ต่างกัน มีเจตคติและการปฏิบัติเกี่ยวกับการอนุรักษ์ป่าชุมชน ไม่แตกต่างกัน สอดคล้องกับการศึกษาของ วรเชษฐ์ ม่วงมุกข์ (2548) ที่ได้ศึกษาวิจัยเรื่อง การพัฒนา

ความรู้ความสามารถของประชาชนในการเป็นวิทยากรเพื่อการอนุรักษ์พื้นที่ป่าไม้ ตำบลกลางดง อำเภอทุ่งเสลี่ยม จังหวัดสุโขทัย พบว่าผู้เข้ารับการอบรมทุกคนมีความรู้และความสามารถพร้อมที่เป็นวิทยากรเพื่อการอนุรักษ์พื้นที่ป่าไม้ และทำให้ประชากรมีจิตสำนึกและร่วมกันอนุรักษ์พื้นที่ป่าชุมชนมากขึ้น และสอดคล้องกับการศึกษาของ Lasso da Ja Vega (2005) ที่ได้ศึกษาวิจัยเรื่อง ความตระหนัก ความรู้และเจตคติเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อม ศึกษาคำตอบจากนักสิ่งแวดล้อมศึกษา ครูโรงเรียนมัธยม นักเรียนและผู้ปกครอง ผลการศึกษาพบว่า มีความแตกต่างในด้านความรู้ แต่ไม่สอดคล้องในด้านความตระหนักและเจตคติเกี่ยวกับปัญหาสิ่งแวดล้อมที่พบว่ามี ความตระหนักและเจตคติที่แตกต่างกัน

3. ผลการศึกษาความรู้ เจตคติและการปฏิบัติในการอนุรักษ์ป่าชุมชนบ้านโนนหินผิงของเยาวชน โดยวิเคราะห์เปรียบเทียบจากคะแนนก่อนและหลังการเข้าใช้ศูนย์เรียนรู้ พบว่า เยาวชนมีความรู้เจตคติและการปฏิบัติในเรื่องการอนุรักษ์ป่าชุมชนหลังการเข้าศูนย์สูงกว่าก่อนการเข้าศูนย์อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.01 สอดคล้องกับการศึกษาของวรเชษฐ์ ม่วงมุกข์ (2548) ที่ได้ศึกษาวิจัยเรื่อง การพัฒนาความรู้ความสามารถของประชาชนในการเป็นวิทยากรเพื่อการอนุรักษ์พื้นที่ป่าไม้ ตำบลกลางดง อำเภอทุ่งเสลี่ยม จังหวัดสุโขทัย พบว่าผู้เข้ารับการอบรมทุกคนมีความรู้และความสามารถพร้อมที่เป็นวิทยากรเพื่อการอนุรักษ์พื้นที่ป่าไม้และทำให้ประชากรมีจิตสำนึกและร่วมกันอนุรักษ์พื้นที่ป่าชุมชนมากขึ้น และสอดคล้องกับการศึกษาของ Lasso da Ja Vega (2005) ที่ได้ศึกษาวิจัยเรื่อง ความตระหนัก ความรู้และเจตคติเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อม ศึกษาคำตอบจากนักสิ่งแวดล้อมศึกษา ครูโรงเรียนมัธยม นักเรียนและผู้ปกครอง ผลการศึกษาพบว่า มีความแตกต่างในด้านความรู้ ความตระหนักและเจตคติ

สรุป การอนุรักษ์ป่าชุมชนที่นำไปสู่ความยั่งยืน ประกอบด้วย การมีส่วนร่วมของชุมชน การเห็นถึงความ

สำคัญของการอนุรักษ์ การเกิดประโยชน์และการใช้ประโยชน์ร่วมกันของคนรอบป่าชุมชนและบริเวณใกล้เคียง

ข้อเสนอแนะการวิจัย

1. ข้อเสนอแนะเพื่อการนำผลการวิจัยไปใช้

1.1 การใช้ศูนย์เรียนรู้การอนุรักษ์ป่าชุมชนบ้านโนนหินผิง ผู้ใช้ต้องเตรียมสถานที่และพื้นที่สำหรับการเข้าใช้ฐานการเรียนรู้ให้เหมาะสม เพื่อให้ผู้เข้าใช้ศูนย์เรียนรู้สามารถรับความรู้ได้อย่างครบถ้วนตามวัตถุประสงค์ของศูนย์รวมทั้งเตรียมความพร้อมในรายละเอียดด้านอื่น ๆ ก่อนการเข้าใช้

1.2 ทุกฐานการเรียนรู้มีการฝึกปฏิบัติจริง ควรต้องมีการเตรียมความพร้อมไว้ล่วงหน้าให้เหมาะสมตรงกับวัตถุประสงค์ของแต่ละฐานการเรียนรู้

1.3 ผู้ทำวิจัยอื่นสามารถนำศูนย์เรียนรู้การอนุรักษ์ป่าชุมชนบ้านโนนหินผิงนี้ไปปรับใช้กับเนื้อหาอื่น ๆ ที่เห็นว่าเหมาะสม เพื่อสร้างเสริมความรู้ เจตคติและการปฏิบัติที่เหมาะสมต่อไป

1.4 หน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับการอนุรักษ์สามารถนำรูปแบบศูนย์เรียนรู้การอนุรักษ์ป่าชุมชนบ้านโนนหินผิงนี้ไปใช้ประโยชน์ในการดำเนินงานที่เกี่ยวข้องได้

2. ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ผู้วิจัยอื่นสามารถนำศูนย์เรียนรู้การอนุรักษ์ป่าชุมชนนี้ไปปรับใช้ในการดำเนินการวิจัยกับเนื้อหาสิ่งแวดล้อมด้านอื่น ๆ เพื่อให้ทราบถึงคุณภาพประสิทธิภาพหรือประสิทธิผลของศูนย์เรียนรู้ อย่างลึกซึ้ง ตามที่ผู้วิจัยสนใจ

2.2 อาจนำศูนย์เรียนรู้การอนุรักษ์ป่าชุมชนบ้านโนนหินผิง นี้ไปศึกษากับกลุ่มประชากรในลักษณะอื่นว่าจะมีผลการศึกษาที่ส่งผลต่อ ความรู้ เจตคติและการปฏิบัติของผู้เข้าใช้ศูนย์อย่างไร



เอกสารอ้างอิง

- กรมป่าไม้. (2541). *แนวทางปฏิบัติงานโครงการพัฒนาป่าชุมชน*. กรุงเทพฯ: สำนักส่งเสริมการปลูกป่า.
- ตะวัน อินต๊ะวงศ์. (2548). *บทบาทขององค์การบริหารส่วนตำบลและประชาชนในการจัดการทรัพยากรป่าไม้: กรณีศึกษาการจัดการป่าไม้แม่หาด ตำบลทุ่งโป่ง อำเภอดอยเต่า จังหวัดเชียงใหม่*. วิทยานิพนธ์ปริญญารัฐประศาสนศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชารัฐประศาสนศาสตร์, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- นิวัติ เรืองพานิช. (2533). *การอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม คู่มือสำหรับการสอนและการฝึกอบรมการจัดการและการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ เล่มที่ 1*. กรุงเทพฯ: อักษรสยามการพิมพ์.
- ปัทมิตา คนคล่อง. (2551). *การจัดการป่าชุมชนห้วยทรายขาว บ้านทาป่าเปา ตำบลทาปลาดุก อำเภอแม่ทา จังหวัดลำพูน*. วิทยานิพนธ์ปริญญารัฐประศาสนศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการปกครองท้องถิ่น, มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- ผจญ สิทธิกัน. (2544). *บทบาทขององค์การบริหารส่วนตำบลในการจัดการทรัพยากรป่าไม้: กรณีศึกษาจังหวัดเชียงใหม่*. วิทยานิพนธ์ปริญญารัฐประศาสนศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชารัฐประศาสนศาสตร์, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- วรเชษฐ์ ม่วงมุกข์. (2548). *การพัฒนาความรู้ความสามารถของประชาชนในการเป็นวิทยากรเพื่อการอนุรักษ์พื้นที่ป่าไม้ ตำบลกลางดง อำเภอทุ่งเสลี่ยม จังหวัดสุโขทัย*. วิทยานิพนธ์ปริญญาศิลปศาสตรมหาบัณฑิต สาขายุทธศาสตร์การพัฒนา, มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม.
- สมชาย วรภิเกษมสกุล. (2554). *ระเบียบวิธีการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์ (พิมพ์ครั้งที่ 2)*. อุดรธานี: อักษรศิลป์การพิมพ์.
- สุนทรี จินธรรม. (2554). *การพัฒนาศูนย์สิ่งแวดล้อมศึกษาด้านความหลากหลายของพรรณไม้ บ้านศิระะอโศก ตำบลกระแซง อำเภอกันทรลักษ์ จังหวัดศรีสะเกษ*. วิทยานิพนธ์ปริญญาปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาสิ่งแวดล้อมศึกษา, มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- Lasso de la Vega. (2005). Awareness, knowledge, and attitude about environmental education: Responses from environmental specialists. *Dissertation Abstracts International*, 66(2), 544.

Translated Thai References

- Department of Forestry. (1998). *A guide to community forest development project*. Bangkok: Reforestation Development Office. (in Thai)
- Intawon, T. (2005). *A role of subdistrict administrative organization and citizen for forest management: A case study for forest management at Mae-Had forest, Tungpong Subdistrict, Doi Tao District, Chiang Mai Province*. Master of Public Administration Thesis, Chiang Mai University. (in Thai)
- Jeenthum, S. (2011). *Development for variety of plants educational center at Sri Asok village, Krachang subdistrict, Kantaraluk district, Srisaket province*. Ph. D. Thesis in Environmental Education, Mahasarakham University. (in Thai)
- Konklong, P. (2008). *Huy Sai Kaew's community forest management at Tha Pa Pao village, Tha Pra Duk sub district, Mae Tha district, Lumphun province*. Master of Public Administration Thesis in, Khon Kaen University. (in Thai)

- Muangmuk, W. (2005). A trainer's knowledge and skill development for citizen for forest conservation in the area of Klang Dong sub district, Thung Sareang district, Sukhothai province. Master of Art thesis. Pibulsongkram Rajabhat University. (in Thai)
- Ruengpanit, N. (1990). *Resource and environmental conservation: A guide for teaching and training for resource and environmental conservation Book I*. Bangkok: Agsorn. (in Thai)
- Sittikan, P. (2001). Role of *subdistrict administrative organization* for forest management: A case study for Chiang Mai province. Master of Public Administration Thesis. Chiang Mai University. (in Thai)
- Worrakittasemkul, S. (2011). Research methodology for behavioral and social science (2nd ed.). Udon Thani. Agsornsinsin. (in Thai)



Environmental Education Factors Affecting Waste Management Behavior of Villagers

ปัจจัยสิ่งแวดล้อมศึกษาส่งผลต่อพฤติกรรมการจัดการขยะมูลฝอยในครัวเรือนแบบของชาวบ้าน

Napaporn Lhaophet, Nongnapas Thiengkamol and Chatchai Thiengkamol

Abstract

The research objectives were to study knowledge, awareness, participation of waste management, and waste management behavior levels, and effects of independent variables comprising of knowledge, awareness and participation of waste management affecting waste management behavior. This survey research used questionnaire was conducted to collect 300 people from population of Ban Kanhug, Si Kaew Sub-district, Muang District, Roi-et Province. Multiple Regression Analysis was used for determine the relationship between independent variables and dependent variable. The findings illustrated that in holistic view of study knowledge, awareness, participation of waste management, and waste management behavior were at most level in all aspects. Moreover, independent variables of knowledge, awareness, participation of waste management, effected to dependent variable of waste management behavior of community people with 64.30 percents of power prediction ($\text{Adjusted } R^2 = 0.643$). The knowledge of waste management was the highest effect with 0.395 and subsequence was participation with 0.313. Recommendation of the research, the knowledge and participation of waste management are the most important factor to affect to waste management behavior. Therefore, the local administrative organization should hold the activities to give knowledge and persuade villagers to gain more knowledge and participate to join waste management in village.

Keywords: environmental education, behavior, waste management, villager

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์การวิจัยเพื่อศึกษาระดับปัจจัยความรู้เรื่องขยะมูลฝอย สิ่งแวดล้อมศึกษาประกอบด้วยความรู้ ความตระหนัก การมีส่วนร่วมในการจัดการขยะมูลฝอยและพฤติกรรมการจัดการขยะมูลฝอยในครัวเรือนแบบของชาวบ้าน บ้านคานหัก ตำบลสีแก้ว อำเภอเมือง จังหวัดร้อยเอ็ด และเพื่อศึกษาอิทธิพลปัจจัยความรู้เรื่องขยะมูลฝอย สิ่งแวดล้อมศึกษาประกอบด้วยความรู้ เจตคติ และการมีส่วนร่วมในการจัดการขยะมูลฝอย ที่มีต่อพฤติกรรมการจัดการขยะมูลฝอยในครัวเรือนของชาวบ้าน การวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงสำรวจ โดยใช้แบบสอบถามเก็บจากกลุ่มตัวอย่างจำนวน 300 คน ที่อาศัย บ้านคานหัก ตำบลสีแก้ว อำเภอเมือง จังหวัดร้อยเอ็ด และใช้สถิติการถดถอยเชิงเส้นตรงเพื่อทดสอบสมมติฐานการวิจัย ผลการศึกษา พบว่า ความรู้เรื่องขยะมูลฝอย สิ่งแวดล้อมศึกษาประกอบด้วยความรู้ เจตคติ การมีส่วนร่วม

การจัดการขยะมูลฝอยและพฤติกรรมจัดการขยะมูลฝอยในครัวเรือนของชาวบ้าน อยู่ในระดับมากทุกด้าน นอกจากนี้ ตัวแปรอิสระของความรู้ ความตระหนัก การมีส่วนร่วมในการจัดการขยะมูลฝอย มีอิทธิพลต่อตัวแปรตามของพฤติกรรม การจัดการมูลฝอย ของชาวชุมชนร้อยละ 64.30 (Adjusted $R^2 = 0.643$) ความรู้และการมีส่วนร่วมการจัดการมูลฝอย มีผลเท่ากับ 0.395 และ 0.313 ตามลำดับ ข้อเสนอแนะของการวิจัย คือองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นควรจัดกิจกรรม ควรจัดกิจกรรมให้ความรู้การจัดการขยะ และชักชวนชาวบ้านให้เข้าร่วมกิจกรรมการจัดการของเสียซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญ ที่ส่งผลต่อพฤติกรรมจัดการขยะมูลฝอยของหมู่บ้าน

คำสำคัญ: สิ่งแวดล้อมศึกษา, พฤติกรรม, การจัดการขยะ, ชาวบ้าน



Introduction

Currently, environmental problem in both urban and rural have trended to be gradually more seriousness such as air pollution, solid and liquid wastes accumulation. Each year of different sectors use huge budget to solve these problems and the budget has been increased for succeeding year. Particularly, the budget for waste disposal management, it might be due to efficiency and effectiveness of waste management with lack of systemic approach either people collaboration, collection process, inadequate and improper of waste transportation, disposal site or methods of elimination. In addition, lacks of knowledge and understanding, awareness, and responsibility for waste problem without regarding to their health and quality of life. The problem of waste management has become to diverse pollution and nuisance situations in numerous areas whether urban and rural areas, thus it is an urgent issue that should be paid attention by various sectors to solve the problem in order to meet safe guard for clean and safe environment (Thiengkamol, 2011e; Boonrueng, et al., 2013; Office of Natural Resources and Environmental Policy and Planning, 2015).

The progress of sciences and technologies are accelerating factors of population growth due to better modern medicine and health care so the elderly people number is critically rapid growth, therefore it causes to a land utilization for industry and agriculture to produce a

large number of products, foods, shelters, and other basic needs to response for the population growth including the waste accumulation every year because of poor management of waste. Therefore, the rapid growth of number of population is a major origin of economic and waste expansion in the same time in both cities and country areas. Managing and solving the waste accumulation, particular toxic waste and water, soil, air and in food chain and natural resources and food contaminations, cause different risks of a large numbers of environmental health diseases including cancer, genetic disorder diseases, diarrhea, malaria, dengue, bubonic plague and leptospirosis (WHO, 2014; Kaewhao et al., 2015; Thiengkamol, 2009c; Thiengkamol, 2011e).

The situation of solid wastes and disposal problem are significantly environmental problem of Thailand that is spreading and causing the health state of people in both urban and rural areas. It is more rigorous and widely expansive over the country, therefore all sector in society of government, private, local administrative organization and popular sectors must collaborate, participate and pay attention with environmental awareness and proper attitude to assist each other to search strategy, policy and plan to set projects and activities to solve this serious problem together. Reaching effective solid wastes and disposal decrease, they need to initiate the continued projects and activities covering effective collection, transportation, selection of waste elimination methods

and techniques with minimization of environmental impacts, protect quality of life and balance the ecosystem. Nevertheless, the beginning step of waste collection of people is an essential initial step of waste management. Thus, the community people or villager should gain more knowledge and understanding with positive attitude and sincerely participation in waste management with real responsibility. This will lead to the successful waste management. Even though, local administrative organization has good policy and plans to manage the waste disposal but lack of people participation, the success depends on the cooperation and people behavior (Office of Natural Resources and Environmental Policy and Planning, 2015).

From the report of Si Kaew Subdistrict Municipality (October 25, 2014), it was found that there was no implementation of solid waste and disposal but it let the people to get rid of the solid waste and disposal by themselves. Moreover, the local peoples or villagers lack of corrected knowledge and understanding for managing the waste, therefore, the problems of waste management including people lack of knowledge and consciousness to manage the waste, the waste management methods are improper and there is no waste separation before disposing, thus this causes impact of waste to environmental quality and the people quality of life.

Studying on factors of knowledge, awareness and participation of household waste management affecting their waste managing behavior of villagers at Bann Kanhug, Si Kaew Subdistrict, Muang District, Roi-et Province as holistically view for environmental conservation, this would be a mean to subjectively solve household waste management.

Objectives

1. To study levels of knowledge, awareness, participation of waste management, and waste management

behavior of villager at Bann Kanhug, Si Kaew Subdistrict, Muang District, Roi-et Province.

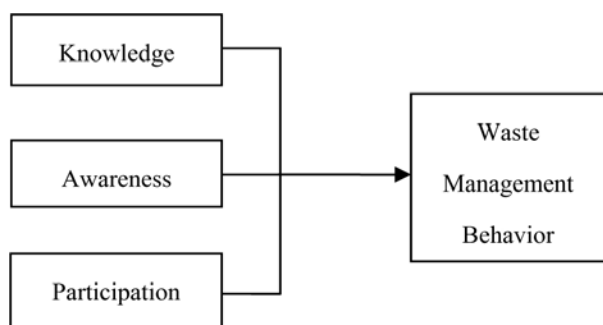
2. The effects of independent variables comprising of knowledge, awareness and participation of waste management affecting waste management behavior of villager at Bann Kanhug, Si Kaew Subdistrict, Muang District, Roi-et Province.

Literature Review

The literature review involved the principle of environmental education covering knowledge, awareness, and participation. They are important components of this principle that was proposed since 1987 at United Nation Conference on Human and Environment and another United Nation Conference in 1992 on “Environment and Development”. This emphasized on using environmental education to drive the sustainable development through Agenda 21 with concept of “Think Globally, Act Locally” with the aim of changing human behavior through all channels of education including formal, informal, non-formal and lifelong education practices (Thiengkamol, 2011e; WCED, 1987; Volker, 2007; Watkinson, 2009). Moreover, the waste management behavior is recognized as internal issue because the rapid growth of population reach at 7 billions population in 2012. Human is essential factor of waste accumulation, therefore if we can properly manage waste at the household level. It will research the effective reduction of waste (Boonrueng, et al., 2013; Office of Natural Resources and Environmental Policy and Planning, 2015).

Conceptual Framework

The independent variables comprising of knowledge, awareness and participation of waste management affecting waste management behavior of villager as followings.



Research Hypothesis

1. The levels of knowledge, awareness, participation of waste management, and waste management behavior of villager at Bann Kanhug, Si Kaew Subdistrict, Muang District, Roi-et Province are at moderate levels.

2. The independent variable of environmental education comprising of knowledge, awareness, and participation of waste management positively affecting waste management behavior of villager at Bann Kanhug, Si Kaew Subdistrict, Muang District, Roi-et Province.

Methodology

Population and Sample

Population were 895 villagers from 2 villages covering Moo 11 and Moo 21 of Ban Kanhug, Si Kaew Sub-district, Muang District, Roi-et Province. Sample of 300 villagers were selected from Population were 895 villagers from 2 villages covering Moo 11 and Moo 21 of Ban Kanhug, Si Kaew Sub-district, Muang District, Roi-et Province by opening the table of Krejcie & Morgan (Krejcie & Morgan, 1970).

Research Tool

Questionnaire was constructed by data and information from concepts theories and related literatures including the present waste management problems of Ban Kanhug, Si Kaew Sub-district, Muang District,

Roi-et Province. After the 5 experts returned the results of item objective congruent, the item more than 0.5 would be selected to use in questionnaire (Rovinelli & Hambleton, 1977) and it was tried out with 50 villagers of adjacent sub-district of Si Kaew Sub-district. The reliability was determined by Cronbach co-efficient (Cronbach, 1951). The reliability of whole questionnaire was 0.860 respectively.

Data Collection

The questionnaire was used to interview with 300 villagers of 2 villages covering Moo 11 and Moo 21 of Ban Kanhug, Si Kaew Sub-district, Muang District, Roi-et Province. The 300 questionnaires were checked for completeness before coding to analyze.

Data Analysis

Description statistics of frequency, percent, mean and standard deviation were employed for analysis. Multiple Regression Analysis was conducted for determine the effect and relationship among variables (Hair, et al., 2010).

Results

1. Results of waste management knowledge level

The results of waste management knowledge level of 300 villagers had total mean score at more level with 4.06 while considering on each aspect, it was revealed that rain washes the dung to water sources, it causes the water pollution was at more level with 4.25 was the highest mean and subsequence were waste is an origin of nuisances such bad odor, and bad views and waste separation before throwing away is a way of environmental problem solving with 4.13, and 4.11 respectively as presented in Table 1.

Table 1*Waste management knowledge level*

Waste Management Knowledge Level	$\bar{X}$	SD	Level
1. Solid waste is a unwanted debris with decay and non-decay things including ashes, dead animals, dung, dust and discard materials.	3.99	1.16	more
2. Paper, tin, plastic, metal, and aluminum debris are reusable.	3.95	1.08	more
3. Blue garbage bin is for plastic bag of dessert bag, flexible packaging, and foam container.	3.96	1.07	more
4. Waste separation means process or activity to split or separate the waste into different types according to its component such as glass, paper, plastic, metal and aluminum.	4.03	0.97	more
5. Using the cloth bag reduces the waste.	4.07	0.96	more
6. Waste makes the degraded environment and community disorders an distributes the diseases.	4.09	0.97	more
7. Dumping waste on ground makes soil pollution.	4.05	0.97	more
8. Waste is an origin of nuisances such bad odor, and bad views.	4.13	1.03	more
9. Rain washes the dung to water sources, it causes the water pollution.	4.25	0.89	more
10. Waste separation before throwing away is a way of environmental problem solving.	4.11	0.85	more
Total Mean	4.06	1.00	more

2. Results of waste management awareness level

The results of waste management awareness level of 300 villagers had total mean score at moderate level with 4.02 while considering on each aspect, it was revealed that every time of dropping waste with correctly mean, is a good awareness was at more level with 4.09

was the highest mean and subsequence were Every human produces the waste, thus it is his duty to decrease the waste, use natural resources with economization, is a way to decrease waste and bad views and Realization of reuse is a good awareness with 4.03, 4.02 and 4.02 respectively as presented in Table 2.

Table 2*Waste management awareness level*

Waste Management Awareness Level		$\bar{X}$	SD	Level
1.	Use natural resources with economization, is a way to decrease waste.	4.02	0.84	more
2.	Every human produces the waste, thus it is his duty to decrease the waste.	4.03	0.91	more
3.	Every time of Dropping waste with correctly mean, is a good awareness.	4.09	0.88	more
4.	Realization of reuse is a good awareness.	4.02	0.91	more
5.	Repair thing instead of buy the new one, aids to decrease waste.	4.00	1.00	more
6.	Donate the unused thing is a mean to decrease the waste.	3.98	1.07	more
Total Mean		4.02	0.94	more

3. Results of waste management participation level

The results of waste management participation level of 300 villagers had total mean score at moderate level with 4.08 while considering on each aspect, it was revealed that to participate in correctly waste drop, is a way of environmental problem solving was at more

level with 4.12 was the highest mean and subsequence were participation in home and community wastes are an environmental conservation, everyone should participate in activity of community waste collection and waste management participation at home is everyone duty with 4.10, 4.10 and 4.09 respectively as presented in Table 3.

Table 3*Waste management participation level*

Waste Management Participation Level		$\bar{X}$	SD	Level
1.	Waste Management Participation at home is everyone duty.	4.09	0.91	more
2.	Participation in home and community wastes are an environmental conservation.	4.10	0.93	more
3.	Everyone should participate in activity of community waste collection.	4.10	0.92	more
4.	To participate in correctly waste drop, is a way of environmental problem solving.	4.12	0.90	more
5.	Everyone must join the project of waste bank at school and community.	4.05	1.06	more
6.	Participation in community planning of waste management is a good thing.	4.03	0.94	more
7.	If anyone see someone drops the waste in public space, everyone must promptly tell him to stop doing so.	4.07	0.97	more
Total Mean		4.08	0.95	more

4. Results of waste management behavior level

The results of waste management behavior level of 300 villagers had total mean score at moderate level with 4.01 while considering on each aspect, it was revealed that practice according to measurement and policy of waste disposal is a good behavior was at more level with 4.18 was the highest mean and subsequence were consumption behavior as much as body need, it is a good mean to reduce waste and food consumption with natural packaging aids to reduce the toxic waste with 4.12 and 4.11 respectively as presented in Table 4.

Table 4

Waste management behavior level

Waste Management Behavior Level	$\bar{X}$	SD	Level
1. Consumption behavior as much as body need, it is a good mean to reduce waste.	4.12	0.92	more
2. Food consumption with natural packaging aids to reduce the toxic waste.	4.11	0.89	more
3. Everyone must correctly separate waste.	4.02	0.93	more
4. Elimination plastic waste with burning, destroys the environment.	4.08	0.95	more
5. Use the refill product decrease the waste of packing.	4.04	1.04	more
6. Introducing the model of waste management obtained from training course, is a good practice.	3.95	1.14	more
7. Practice according to measurement and policy of waste disposal id a good behavior.	4.18	0.92	more
8. Consume buffet by taking just only for eat, reduces waste.	4.01	0.87	More
9. Everyone must separate the waste that can be recycled.	4.05	0.93	more
10. Bring the remained cloth to us such as tissue box or doormat, aids to reduce waste.	3.91	0.95	more
11. Reuse the plastic bottle aids to reduce waste.	3.88	1.02	more
12. Reuse the remained book in the next semester, aids to reduce waste.	3.92	0.98	more
13. Eating food without left, aids to reduce waste.	3.88	1.03	more
14. Everyone must warn his friends to properly drop waste.	3.95	0.98	more
15. Suggestion the mean of waste disposal for closed people, reduces the waste.	4.04	1.04	more
Total Mean	4.01	0.98	more

5. Results of environmental education factors affecting waste management behavior

The relationship between independent variables of Environmental Education covering knowledge, awareness and participation affecting dependent variable of Waste Management Behavior of villagers as presented in table 5 and 6.

Table 5*Result analysis prediction power of environmental education factors affecting waste management behavior*

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	0.804	0.645	0.643	0.372

a. Predictors: Constant and environmental education

b. Dependent variable: Waste management behavior

Table 6*Multiple linear regression analysis between environmental education factors affecting waste management behavior*

รูปแบบ	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
2 Regression	75.116	3	25.039	180.486	0.000**
Residual	41.064	296	0.139		
Total	116.180	299			

a. Predictors: Constant and environmental education

b. Dependent variable: Waste management behavior

Table 7*Relationship between Environmental Education Factors Affecting Environmental Waste Management Behavior*

Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
	B	Std. Error	Beta		
3 Constant	0.526	0.153		3.440	0.000**
Knowledge	0.395	0.040	0.441	9.831	0.000**
Awareness	0.149	0.046	0.157	3.216	0.000**
Participation	0.313	0.42	0.343	7.524	0.000**

a. Predictors: Constant, knowledge, awareness and participation of waste management

b. Dependent variable: Waste management behavior

From Table 7, linear regression equation, it was revealed that independent variables of Knowledge, Awareness and Participation of Waste Management affecting dependent variable of Waste Management Behavior of villagers with statistical significance at level of and 0.01. Independent variables of Knowledge, Awareness and Participation of Waste Management are able to predict Waste Management Behavior of villagers, therefore, the equation 1 can be written as the following.

$$y = a + b_1x_1 + b_2x_2 \dots \dots \dots (1)$$

When

y = Waste Management Behavior as Dependent

Variable

a = constant value

 b_1 = Coefficient relation of Knowledge of Waste

Management

x_1 = of Knowledge of Waste Management as Independent Variable

b_2 = Coefficient relation of Awareness of Waste Management

x_2 = Awareness of Waste Management as Independent Variable

b_3 = Coefficient relation of Participation of Waste Management

x_3 = Participation of Waste Management as Independent Variable

Therefore, the prediction equation of relationship between independent variables of Knowledge of Waste Management, Awareness of Waste Management and Participation of Waste Management affecting dependent variable of Waste Management Behavior. It can be explained that Knowledge of Waste Management was the most effect to Waste Management Behavior with 39.50 percent with statistical significance at level of 0.01. Subsequences were Awareness of Waste Management and Participation of Waste Management with 31.30 percent and 14.90 percents with statistical significance at level of 0.01 as the following equation 2.

$$Y = 0.526 + 0.395X_1 + 0.149X_2 + 0.313X_3 \dots (2)$$

Discussion

The findings illustrated that in holistic view of study knowledge, awareness, participation of waste management, and waste management behavior of villagers at Bann Kanhug were at most level in all aspects. The knowledge of waste management in this study is at most level. This is pertinent to the study of Boonpitak (2014) who studied on Factors Associating Waste Management Behavior of Personnel of Local Administrative Organization in Lopburi Province, he also revealed that knowledge was at most level. Moreover, from this study, it was also found that the awareness of

waste management was at most level. This is congruent to the studies of Thiengkamol, N. (Thiengkamol, 2011b; Thiengkamol, 2012c; Thiengkamol, 2013g) revealed that the high level of awareness affected to the better environmental conservation behavior.

Additionally, the finding of this study indicated that participation of waste management of villagers was at most level. The results is in the line with the study of Donkonchum, et al, (2012a), they found that environmental education including participation affected to environmental conservation behavior for global warming alleviation and it is congruent to the study of Gonggool et al., (2012b).

Level of waste management behavior of villagers in this study was found at most level. It is not pertinent to the study of Boonpitak (2014), who disclosed that waste management behavior of personnel in local administrative organization was at moderate level. The differences of these two studies might be due to the difference of sample groups since in this study, the sample groups are villager and sample groups of Boonpitak are personnel in local administrative organization.

From the second hypothesis set that the independent variable of environmental education comprising of knowledge, awareness, and participation of waste management positive affecting waste management behavior of villager at Bann Kanhug, Si Kaew Subdistrict, Muang District, Roi-et Province. It was found that the prediction equation of relationship between independent variables of Knowledge of Waste Management, Awareness of Waste Management and Participation of Waste Management affecting dependent variable of Participation of Waste Management Behavior. It can be explained that Knowledge of Waste Management was the most effect to Waste Management Behavior with 39.50 percent with statistical significance at level of 0.01. Subsequence were Awareness of Waste Management and Participation of Waste Management with 31.30 percent and 14.90

percents with statistical significance at level of 0.01. This implied that Knowledge of Waste Management and Participation of Waste Management are two important factors for changing Waste Management Behavior of villagers, since they have enough knowledge and have an opportunity to participate in community waste management would inspire them to realize the importance of waste management with public mind. This is relevant to concept of Thiengkamol (Thiengkamol, 2009a; Thiengkamol, 2009b) and her numerous studies that carried on environmental education covering knowledge, awareness, and participation that affected to environmental conservation behavior in terms of waste management and recycling behavior (Thiengkamol, 2011i, Thiengkamol, 2012e. However, the results are also relevant to the study of Thiengkamol and her colleagues such as the study on “Development of Environmental Education Volunteer Model through Inspiration of Public Consciousness for Sustainable Development (Gonggool et al., 2012b), “Casual Relationship Model of Biodiversity Conservation” (Saisunantharom, et al., 2013a), “Environmental Education and Public Mind Affecting Forest Conservation Behavior” (Kamin et al., 2014a), “Casual Relationship Model of Forest Fire Prevention.” (Kotchakote et al., 2013a), “Causal Relationship Model of Environmental

Conservation Behavior Integrated with LCA Knowledge.” (Donkonchum et al., 2012a), “Causal Relationship Model of Electrical Energy Conservation.” Pimdee, et al., 2012a), “Causal Relationship Model of Community Strength.” (Phinnarach, et al., 2012a) and “Effects of the learning of public participation in waste management at Wangbo sub district, Nong Bua district, Nakhon Sawan Province” (Thongkanta, C., 2015)

Suggestion

The research results explicated that knowledge, awareness, and participation of waste management are critical factors that affect to waste management behavior; therefore the local administrative organization should establish the policy, plan and implementation in terms of training courses to provide the corrective knowledge of waste management, and projects to raise their awareness including holding regular activities to persuade villagers to participate in waste management by demonstrating the proper and effective waste management techniques. Additionally, they should operate the waste disposal system with providing the garbage bin, adequate car transportation, and dumping site or recycling the waste by setting waste bank to make profit for villagers.



References

- Boonpitak, C. (2014). *Factors associating waste management behavior of personnel of local administrative organization in Lopburi province*. Lopburi: Environment Sector, Lopburi Provincial Office of Natural Resources and Environment.
- Cronbach, J. (1951). Coefficient alpha and the internal structure of tests. *Psychometrika*, 16(3), 297–334.
- Donkonchum, S., Thiengkamol, N. & Thiengkamol, C. (2012a). Causal relationship model of environmental conservation behavior integrated with LCA knowledge. *European Journal of Social Sciences*, 33(1), 5-16.
- Gonggool, D., Thiengkamol, N. & Thiengkamol, C. (2012b). Development of environmental education volunteer model through inspiration of public consciousness for sustainable development. *European Journal of Social Sciences*, 32(1), 150-160.
- Hair, J., Black, Jr, W., Babin, B. & Anderson, R. (2010). *Multivariate Data Analysis* (10th ed.). New Jersey: Prentice Hall.
- Kaewhao, S., Thiengkamol, N. & Thiengkamol, C. (2015). Model of environmental health knowledge affecting environmental health behavior for undergraduate student. *EAU Heritage Journal, Science and Technology* 9(3), 181-187.
- Kamin, P., Thiengkamol, N. & Thiengkamol Khoowaranyoo, T. (2014a). Environmental education and public mind affecting forest conservation behavior. *Journal of Industrial Education*, 13(3), 181-187.
- Kotchakote, Y., Thiengkamol, N. & Thiengkamol Khoowaranyoo, T. (2013a). Casual relationship model of forest fire prevention. *European Journal of Scientific Research*, 104(3), 519-532.
- Krejcie, R.V. & Morgan, D.W. (1970). Determining sample size for research activities. *Educational and Psychological Measurement*, 30(1), 607-610.
- Office of Natural Resources and Environmental Policy and Planning. (2015). *Solid and hazardous substances management*. Bangkok: Pollution Control Department.
- Phinnarach, K., Thiengkamol, N. & Thiengkamol, C. (2012a). Causal relationship model of community strength. *European Journal of Social Sciences*, 34(3), 379-392.
- Pimdee, P., Thiengkamol, N. & Thiengkamol, T. (2012a). Causal relationship model of electrical energy conservation. *European Journal of Social Sciences*, 32(3), 306-315.
- Rovinelli, J. & Hambleton, K. (1977). On the use of content specialists in the assessment of criterion-referenced test item validity. *Dutch Journal of Educational Research*, 2(1), 49-60.
- Saisunantharom, S., Thiengkamol, N. & Thiengkamol, C. (2013a.) Casual relationship model of biodiversity conservation. *European Journal of Scientific Research*, 104(3), 460-474.
- Thiengkamol, N. (2009a). *Scientist only know but the Lord Buddha is omniscient*. Bangkok: Prach.
- Thiengkamol, N. (2009b). *Happiness and intelligence can be created before birth*. Bangkok: Prach.

- Thiengkamol, N. (2009c). *Environment and development book 2 (Food Security)*. Bangkok: Chulalongkorn University.
- Thiengkamol, N. (2011e). *Environment and development book 1* (4th ed.). Bangkok: Chulalongkorn University.
- Thiengkamol, N. (2011i). Development of model of environmental education and inspiration of public consciousness influencing to global warming alleviation. *European Journal of Social Sciences*, 25(4), 506-514.
- Thiengkamol, N. (2012e). *Causal relationship model of environmental education*. (*Mediterranean Journal of Social Sciences*, 3(11), 11-18.
- Thiengkamol, N. (2013g). Causal relationship model of EQ, MQ AQ and environmental education affecting to environmental behavior. *European Journal of Scientific Research*, 115(2), 310-325.
- Thongkanta, C. (2015). Effects of the learning of public participation in waste management at Wangbo sub district, Nong Bua district, Nakhon Sawan Province. *EAU Heritage Journal Science and Technology*. 9(3). 144-160.
- Volker, H. (2007). *Brundtland Report: A 20 Years Update*. Retrieve from http://www.sd-network.eu/pdf/doc_berlin/ESB07_Plenary_Hauff.pdf
- WHO. (2014). *Environmental Health*. Retrieved from: http://www.who.int/topics/environmental_health/en/
- World Commission on Environment and Development (WCED). (1987). *Our common future*. Oxford: Oxford University Press.



**ผลการใช้รูปแบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าโดยใช้กระบวนการเรียนรู้
แบบมีส่วนร่วม ของบริษัท โอคาโมโตเท็กซ์ไทล์ (ประเทศไทย) จำกัด
ในสวนอุตสาหกรรมศรีสุพัฒน์ กบินทร์บุรี ปราจีนบุรี**

**Results of Using Model of Total Electric Energy Management Using
Participatory Learning Process of Okamoto Textile (Thailand) Co. Ltd.
in Sahapat Industrial Park, Kabinburi, Prachinburi Province**

เลียง มากพูน, วินัย วีระวัฒนานนท์ และธงชัย นิลคำ

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ (1) สำรวจปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าของบริษัทโอคาโมโต เท็กซ์ไทล์ (ประเทศไทย) จำกัด (2) เปรียบเทียบความรู้ เจตคติและพฤติกรรมในการลด การใช้พลังงานไฟฟ้าของพนักงานบริษัท ก่อน และหลังการใช้รูปแบบการจัดการพลังงานไฟฟ้า (3) ใช้รูปแบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าในการค้นหามาตรการในการลดการใช้พลังงานไฟฟ้า กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ได้มาโดยการเลือกแบบเจาะจง (purposive sampling) โดยเป็นผู้รับผิดชอบด้าน พลังงานและผู้บริหารด้านพลังงานของบริษัท จำนวน 16 คน และ กลุ่มตัวอย่างสำหรับการทดลองใช้รูปแบบ เป็นพนักงาน บริษัท จำนวน 70 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยได้แก่ (1) แบบสำรวจปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้า (2) แบบสอบถาม ความรู้ เจตคติและพฤติกรรมในการลดการใช้พลังงานไฟฟ้า สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ร้อยละ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าทีและค่าเอฟผลการวิจัยมีดังนี้ (1) โรงงานของบริษัท โอคาโมโตเท็กซ์ไทล์ (ประเทศไทย) จำกัด มีปริมาณการใช้ไฟฟ้าเฉลี่ยต่อเดือน 2,038,883 กิโลวัตต์ คิดเป็น 6,585,592 บาท ต่อเดือน (2) หลังการใช้รูปแบบพนักงาน บริษัทมีความรู้ เจตคติและพฤติกรรมในการใช้ไฟฟ้าสูงกว่าก่อนการใช้รูปแบบ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 3 มาตรการในการลดการใช้พลังงานไฟฟ้าที่ได้หลังการเรียนรู้แบบมีส่วนร่วมจากรูปแบบการจัดการพลังงานไฟฟ้า คือ มาตรการที่ 1 การติดตั้งม่านพลาสติกใสกั้นระหว่างที่ใช้งานกับส่วนที่ไม่ได้ใช้งาน มาตรการที่ 2 การเปลี่ยนบัลลาสต์ แคนเหล็กเป็นแกนเหล็กโลว์ลอสในหลอดไฟฟ้าให้แสงสว่าง มาตรการที่ 3 การใช้ฉนวนระบายความร้อนเครื่องปรับอากาศ แลลดแยกส่วน และพบว่าปริมาณการใช้ไฟฟ้าหลังดำเนินการตามมาตรการลดลงโดยเฉลี่ยร้อยละ 22.03 ต่อเดือน

คำสำคัญ: ผลการใช้, การจัดการพลังงานไฟฟ้า, กระบวนการเรียนรู้แบบมีส่วนร่วม

Abstract

The purposes of this research were to (1) survey on consumption electric of Okamoto Textile (Thailand) Co. Ltd. (2) compare knowledge, attitude and behavior before and after learning by electric energy management

model (3) study measure by participatory learning process and use a model of electric energy management to reduce electric energy. Samples were as follows: (1) 16 samples of energy manager and energy controller for survey on consumption of electric energy (2) 70 samples of employees for trial a model by purposive sampling and study measure. The research instruments consisted of (1) consumption of electric energy survey form (2) knowledge, attitude and behavior test. Results were analyzed by percentage, mean, standard deviation, t-test (Dependent) and F-test (One-way ANOVA). The research findings were as follows: (1) Total of electric energy consumption in Okamoto Textile (Thailand) Co. Ltd was 2,038,883 Kwh per month or 6,585,592 baht per month. (2) Knowledge, attitude and behavior test after using a model of electric energy management were higher than before with significantly difference at 0.01. 3) There action to purpose for reducing electric energy consumption consisted of (1) install plastic curtain between factory area (2) changing low loss ballasts instead of magnetic ballasts (3) cooling water for split air conditioners and consumption of electric energy after use a model showed that units of electric energy and cost of electric energy were reducing to 22.03 percent/ month.

Keywords: results of using, electric energy management, participatory learning process



ความนำ

พลังงานเป็นสิ่งมีค่าและมีความจำเป็นต่อการดำรงชีวิตประจำวัน ความต้องการพลังงานเพื่อตอบสนองความเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจและสังคมมีสูงต่อเนื่องมาตลอดยุคการปฏิวัติพลังงานธรรมชาติไม่ว่าจะเป็น น้ำมันดิบ ก๊าซธรรมชาติและถ่านหิน ก็จะหมดสิ้นไปจากโลกในไม่ช้า (กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, 2555) อีกทั้งสถานการณ์การใช้พลังงานของโลกอยู่ในภาวะวิกฤตจากการสำรวจพบว่าประเทศที่มีการใช้พลังงานสูงสุดในโลกคือ ประเทศจีน รองลงมาเป็นประเทศสหรัฐอเมริกา และประเทศไทยมีปริมาณการใช้พลังงานสูงเป็นอันดับที่ 24 ของโลกและพลังงานของประเทศทั้งหมดมีการนำเข้าจากต่างประเทศถึง ร้อยละ 70 ของปริมาณนำเข้าทั้งหมด และมีแนวโน้มในการนำเข้าเพิ่มขึ้นทุกปี สอดคล้องกับการเพิ่มขึ้นของประชากรและการขยายตัวทาง ด้านเศรษฐกิจและอุตสาหกรรม หากแบ่งปริมาณการใช้พลังงานตามภาคส่วนต่างๆ ตามปริมาณการใช้พบว่าภาคอุตสาหกรรมเป็นภาคส่วนที่มีการใช้พลังงานมากที่สุด โดยใช้สูงถึง ร้อยละ 36 ของปริมาณพลังงานทั้งหมด มีความจำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องให้ความสำคัญและควบคุมการใช้ให้คุ้มค่าและเกิดประโยชน์สูงสุด กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (พพ.) กระทรวงพลังงาน จึงมีนโยบาย

ให้กิจการในภาคอุตสาหกรรม ซึ่งมีโรงงานควบคุมและอาคารควบคุมในการดูแล ดำเนินการจัดการพลังงานขึ้นภายในองค์กร (กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, 2555)

พลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานที่มีความจำเป็นและใช้ในการผลิตของภาคอุตสาหกรรมที่ดำเนินกิจการในลักษณะโรงงาน ความสำคัญของการประหยัดพลังงานไฟฟ้าจึงไม่ใช่เพียงแค่เอื้อประโยชน์ต่อผู้ประกอบการอุตสาหกรรมเท่านั้นหากแต่ยังเป็นความจำเป็นและความสำคัญต่อเศรษฐกิจโดยรวมของประเทศด้วย อีกทั้งการผลิตไฟฟ้าของประเทศไทยในปัจจุบันยังต้องพึ่งเชื้อเพลิงนำเข้าจากต่างประเทศและมีแนวโน้มว่าต้องมีการนำเข้าเพิ่มมากขึ้นตามปริมาณความต้องการใช้ไฟฟ้าที่เพิ่มสูงขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งในภาคอุตสาหกรรม ซึ่งมีความต้องการไฟฟ้าสูงสุด และปัญหาที่ตามมาจากการใช้พลังงานไฟฟ้านั้นคือการส่งผลกระทบต่อสภาพแวดล้อมจากกระบวนการผลิตไฟฟ้าเชื้อเพลิงฟอสซิลไม่ว่าจะเป็น ถ่านหิน น้ำมัน หรือก๊าซธรรมชาติ โดยปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์ ซึ่งเป็นก๊าซเรือนกระจกที่สำคัญของการเกิดภาวะโลกร้อนและปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (climate change) ออกมาเป็นจำนวนมาก อีกทั้งการผลิตพลังงานไฟฟ้าจากเขื่อน

ขนาดใหญ่ แม้ในกระบวนการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานน้ำเอง ไม่ได้เป็นสาเหตุของการทำลายสภาพแวดล้อม แต่การก่อสร้างเขื่อนและอ่างเก็บน้ำเพื่อผลิตกระแสไฟฟ้าเป็นต้นเหตุของการบุกรุกทำลายพื้นที่ป่าทำให้เกิดปัญหาสภาวะแวดล้อมเสื่อมโทรมลูกกลมเป็นบริเวณกว้าง (วินัย วีระพัฒนานนท์, 2553) ปัญหาเหล่านี้สะท้อนให้เห็นถึงความไม่ยั่งยืนของระบบพลังงานของประเทศไทย

บริษัท โอโกโมโตเทคซัล (ประเทศไทย) จำกัด ตั้งอยู่เลขที่ 126 หมู่ที่ 5 ถนนสุวรรณศร สวนอุตสาหกรรม เครือสหพัฒน์ ตำบลนทรี อำเภอบินทร์บุรี จังหวัดปทุมธานี จดทะเบียนประกอบกิจการเมื่อ 22 ตุลาคม 2542ทุนจดทะเบียน 192 ล้านบาท ได้รับการส่งเสริมจากคณะกรรมการส่งเสริมการลงทุน (BOI) ด้วยกิจการผลิตถุงเท้าเพื่อการส่งออกด้วยเครื่องทอ 1,050 เครื่อง มีแผนการผลิตถุงเท้า 36 ล้านคู่ต่อปี จำหน่ายสู่ตลาดทั่วโลก ในลักษณะการผลิตตามคำสั่งซื้อของลูกค้าแต่ละประเทศ ปัญหาสำคัญของบริษัท โอโกโมโตเทคซัล (ประเทศไทย) จำกัด คือ การใช้พลังงานไฟฟ้าในปริมาณสูงที่สุดในสวนอุตสาหกรรมเครือสหพัฒน์ กบินทร์บุรี โดยการเปรียบเทียบข้อมูลหน่วยการใช้และค่าใช้จ่ายค่าไฟฟ้าจากการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค กบินทร์บุรี มีปริมาณการใช้ไฟฟ้า 15 เมกกะวัตต์ต่อเดือนหรือ 184 เมกกะวัตต์ต่อปี มีค่าใช้จ่ายค่าไฟฟ้าสูงถึง 49 ล้านบาทต่อเดือนหรือ 595 ล้านบาทต่อปี ซึ่งเป็นค่าใช้จ่ายด้านพลังงานสูงที่ถึงร้อยละ 5 ต่อหน่วยการผลิต และมีการติดตั้งหม้อแปลงไฟฟ้าทั้งหมด 7 หน่วยในปริมาณ 8,100 กิโลโวลต์แอมแปร์ (บริษัท โอโกโมโตเทคซัล (ประเทศไทย) จำกัด, 2555) มีความจำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องดำเนินการจัดการพลังงานในโรงงานควบคุมของบริษัทให้เป็นไปตามมาตรฐาน หลักเกณฑ์และวิธีการในการจัดการพลังงานที่กำหนดไว้ในกฎกระทรวงด้านการจัดการพลังงานในโรงงานควบคุมและอาคารควบคุม พ.ศ. 2552 เพื่อให้เกิดการอนุรักษ์พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ ให้เป็นไปตามหลักเกณฑ์และวิธีการที่กำหนดไว้ในประกาศกระทรวงพลังงานเรื่อง หลักเกณฑ์และวิธีการดำเนินการเกี่ยวกับการจัดการพลังงานในโรงงานควบคุมและอาคารควบคุม พ.ศ. 2552 ที่สำคัญคือ มีการกำหนดเป้าหมายและแผนการอนุรักษ์พลังงานที่ประสงค์จะให้ลดลง โดยกำหนดเป็นร้อยละของปริมาณพลังงานที่ใช้เดิมหรือกำหนดระดับ

ของการใช้พลังงานต่อหน่วยผลผลิตหรือบริการสามารถลดการใช้พลังงานไฟฟ้าได้อย่างมีประสิทธิภาพ (ราชกิจจานุเบกษา, 2535) ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะลดปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าโดยใช้รูปแบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าของบริษัท โอโกโมโตเทคซัล (ประเทศไทย) จำกัด โดยใช้กระบวนการเรียนรู้แบบมีส่วนร่วม ที่มีแนวคิดด้านการเรียนรู้แบบมีส่วนร่วมและ การเรียนรู้ผู้ใหญ่ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น มีหลักการสำคัญ คือ เป็นการเรียนรู้ร่วมกันของผู้เข้าร่วมกิจกรรม โดยมีขั้นตอนของรูปแบบ จำนวน 5 ขั้นตอน คือ ขั้นการรับรู้ร่วมกัน เป็นการร่วมรับรู้ปัญหาค้นร่วมการคิดวิเคราะห์ เป็นการร่วมกันแสดงความคิดเห็นในการแก้ปัญหา ขั้นร่วมวางแผน เป็นการร่วมกันในการกำหนดแนวทางในการแก้ปัญหาขั้นมีส่วนร่วมดำเนินการเป็นการร่วมกันทำงานเพื่อแก้ปัญหาและขั้นร่วมประเมินผลและสรุปผล เป็นการร่วมกันตรวจสอบข้อดีข้อด้อยและสรุปผลการดำเนินงานเพื่อปรับปรุงแก้ไขให้ดีขึ้นเพื่อให้สามารถลดต้นทุนการผลิตได้อย่างมีประสิทธิภาพ ที่สำคัญเป็นการลดผลกระทบที่มีต่อสิ่งแวดล้อมของโลกและเป็นการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมอย่างยั่งยืนต่อไป

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อสำรวจปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าของบริษัท โอโกโมโตเทคซัล (ประเทศไทย) จำกัด
2. เพื่อเปรียบเทียบความรู้ เจตคติและพฤติกรรมในการลดการใช้พลังงานไฟฟ้าของพนักงานบริษัท ก่อนและหลังการใช้รูปแบบการจัดการพลังงานไฟฟ้า
3. เพื่อใช้รูปแบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าในการค้นหามาตรการในการลดการใช้พลังงานไฟฟ้า

แนวคิดทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

1. แนวความคิดเกี่ยวกับการจัดการพลังงานไฟฟ้า เป็นการเสนอแนวคิดเกี่ยวกับวิธีการอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้าเพื่อการใช้พลังงานไฟฟ้าในปริมาณที่น้อยลงจนทำให้เกิดประสิทธิภาพการทำงานสูงสุด (กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, 2555)

2. แนวความคิดเกี่ยวกับการเรียนรู้แบบมีส่วนร่วม เป็นการเรียนรู้ที่อาศัยหลักการเรียนรู้ที่ยึดผู้เรียนเป็นศูนย์กลางโดยให้ผู้เรียนเป็นผู้สร้างความรู้จากประสบการณ์เดิมและการสร้างสรรค์ความรู้โดยมีกระบวนการกลุ่มเป็นตัวขับเคลื่อน (ต้องจิตต์ กาญจนินัย, 2540)

3. แนวคิดเกี่ยวกับ ความรู้ เจตคติ พฤติกรรม การเป็นการรับรู้ข้อเท็จจริง ข้อมูลข่าวสาร ทักษะ และ

ความเข้าใจผ่านทางการเรียนรู้ หรือประสบการณ์ ความเชี่ยวชาญ ทำให้ ความรู้สึก นำไปสู่การเกิดความคิดที่บุคคลมีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่งอาจเป็นวัตถุ เหตุการณ์ หรือบุคคลอื่น เชื่อมโยงไปสู่การกระทำหรือการแสดงออกของจิตใจ เป็นการกระทำที่สังเกตได้ด้วยประสาทสัมผัส ซึ่งบุคคลอื่นไม่สามารถสังเกตได้ ใช้เครื่องมือทดสอบได้ (บุรชัย ศิริมหาสาร, 2550)

กรอบแนวคิดการวิจัย

ตัวแปรต้น

- การใช้รูปแบบการจัดการ พลังงานไฟฟ้า โดยใช้กระบวนการเรียนรู้ แบบมี ส่วนร่วม ที่มีแนวคิดด้านการเรียนรู้แบบมีส่วนร่วมและ การเรียนรู้ผู้ใหญ่
- ลักษณะส่วนบุคคลของพนักงานบริษัท ได้แก่ เพศ อายุ และระดับการศึกษา

ตัวแปรตาม

ผลการใช้รูปแบบการจัดการ พลังงานไฟฟ้าของ บริษัท โอคาโมโตเท็กซ์ไทล์ (ประเทศไทย) จำกัด โดยใช้กระบวนการ เรียนรู้ แบบมีส่วนร่วม

สมมติฐานการวิจัย

1. พนักงานบริษัท โอคาโมโตเท็กซ์ไทล์ (ประเทศไทย) จำกัด มีความรู้ เจตคติและพฤติกรรมในการลดการใช้พลังงานไฟฟ้าก่อนและหลังการใช้โดยใช้รูปแบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าโดยใช้กระบวนการเรียนรู้แบบมีส่วนร่วม แตกต่างกัน

2. พนักงานบริษัท โอคาโมโตเท็กซ์ไทล์ (ประเทศไทย) จำกัด ที่มี เพศ อายุและระดับการศึกษา ต่างกัน มีความรู้ เจตคติและพฤติกรรมในการลดใช้พลังงานไฟฟ้า หลังการใช้รูปแบบการจัดการ พลังงานไฟฟ้าโดยใช้กระบวนการเรียนรู้แบบมีส่วนร่วม แตกต่างกัน

วิธีดำเนินการวิจัย

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร ที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ พนักงานบริษัท โอคาโมโตเท็กซ์ไทล์ (ประเทศไทย) จำกัด จำนวน 1,259 คน กลุ่มตัวอย่าง ที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่

1. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการสำรวจปริมาณการใช้ พลังงานไฟฟ้าของบริษัท โอคาโมโตเท็กซ์ไทล์(ประเทศไทย) จำกัด ได้แก่ ผู้รับผิดชอบด้านพลังงาน และผู้บริหารด้าน พลังงาน จำนวน 16 คน ซึ่งได้มาโดยการเลือกแบบเจาะจง (purposive sampling)

2. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองใช้รูปแบบ การจัดการพลังงานไฟฟ้าโดยใช้กระบวนการเรียนรู้แบบ มีส่วนร่วม กำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างโดยใช้ข้อกำหนด การดำเนินการวิจัยเชิงทดลองได้กลุ่มตัวอย่างจำนวน 70 คน ซึ่งได้มาโดยการเลือกแบบเจาะจง (purposive sampling) จาก 3 แผนก ที่มีการใช้พลังงานไฟฟ้าสูงกว่าแผนกอื่น ๆ เมื่อเรียงลำดับปริมาณผลการใช้พลังงานจากมากไปหาน้อย จากผลการสำรวจของผู้รับผิดชอบด้านพลังงานและ ผู้บริหารด้านพลังงาน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แบบสำรวจปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าและ ความต้องการในการลดการใช้พลังงานไฟฟ้า จำนวน 15 ข้อ มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) เท่ากับ 0.92

2. แบบสอบถามความรู้ในการลดการใช้พลังงานไฟฟ้า จำนวน 15 ข้อ มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) เท่ากับ 0.97

3. แบบสอบถามเจตคติในการลดการใช้พลังงานไฟฟ้า เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (rating scale) 5 ระดับจำนวน 25 ข้อ มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) เท่ากับ 0.97 มีค่าอำนาจจำแนกรายข้อระหว่าง 0.70 ถึง 0.77 และความเชื่อมั่นทั้งฉบับ เท่ากับ 0.75

4. แบบสอบถามพฤติกรรมในการลดการใช้พลังงานไฟฟ้า จำนวน 15 ข้อ มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) เท่ากับ 0.95 มีค่าอำนาจจำแนกรายข้อระหว่าง 0.70 ถึง 0.77 และความเชื่อมั่นทั้งฉบับ เท่ากับ 0.73

การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. สํารวจปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าจากผู้รับผิดชอบด้านพลังงาน และผู้บริหารด้านพลังงาน เพื่อให้ข้อมูลการใช้ไฟฟ้าของบริษัท

2. ดำเนินการอบรมพนักงานตามรูปแบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าโดยใช้กระบวนการเรียนรู้แบบมีส่วนร่วม ให้กับพนักงานของบริษัท

3. เก็บข้อมูลการฝึกอบรมตามรูปแบบโดยใช้กระบวนการเรียนรู้แบบมีส่วนร่วมในกลุ่มตัวอย่างของ 3 แผนกที่ใช้ไฟฟ้ามากที่สุดของบริษัท โดยเก็บข้อมูลด้านความรู้ เจตคติ และพฤติกรรมลดการใช้พลังงานไฟฟ้า

4. เก็บข้อมูลปริมาณการใช้ไฟฟ้าหลังการดำเนินการตามรูปแบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าโดยใช้กระบวนการเรียนรู้แบบมีส่วนร่วม เพื่อนำไปวิเคราะห์ข้อมูลต่อไป

ตาราง 1

แสดงการเปรียบเทียบความรู้ เจตคติและพฤติกรรมในการลดใช้พลังงานไฟฟ้าของพนักงานบริษัท โอคาโมโตเท็กซ์ไทล์ (ประเทศไทย) จำกัด ก่อนและหลังการใช้รูปแบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าโดยใช้กระบวนการเรียนรู้แบบมีส่วนร่วม

ตัวแปรเปรียบเทียบ	ก่อนการอบรม (N=70)		หลังการอบรม (N=70)		df	t	p
	$\bar{X}$	SD	$\bar{X}$	SD			
ความรู้	9.90	2.02	12.67	1.82	69	8.00	0.00*
เจตคติ	3.14	0.45	4.08	0.19	69	6.18	0.00*
พฤติกรรม	3.98	0.41	4.46	0.56	69	5.96	0.00*

*.มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. สถิติพรรณนา ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

2. สถิติอนุมาน ได้แก่ ค่า t - test (dependent) ค่า t - test (independent) และค่า F - test (One Way ANOVA)

สรุปผลการวิจัย

1. โรงงานของบริษัท โอคาโมโตเท็กซ์ไทล์ (ประเทศไทย) จำกัด มีทั้งหมด 3 ฝ่าย แยกเป็นแผนกได้ 15 แผนก มีการใช้ไฟฟ้าเฉลี่ยต่อเดือน 1,536,888 กิโลวัตต์ต่อชั่วโมง หรือปีละ 18,442,659 กิโลวัตต์ต่อชั่วโมง หากคิดเป็นค่าใช้จ่าย มีค่าไฟฟ้าเดือนละ 4,964,149.20 บาท หรือปีละ 59,569,790.50 บาท ฝ่ายที่มีการใช้ไฟฟ้าสูงที่สุดคือ ฝ่ายผลิต และแผนกที่มีการใช้พลังงานไฟฟ้ามากที่สุด 3 อันดับแรก ได้แก่ (1) แผนกทอถุงเท้า (2) แผนกกระบวนการหลัง (3) วิศวกรรมซ่อมบำรุง ในด้านการใช้ไฟฟ้าที่มีผลต่อการลดค่าใช้จ่ายได้ มี 2 ระบบ คือระบบปรับอากาศและระบบแสงสว่าง และบริษัท โอคาโมโตเท็กซ์ไทล์ (ประเทศไทย) จำกัด มีต้องการในการส่งเสริมความรู้ เจตคติและพฤติกรรม เพื่อลดการใช้ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้า

2. ความรู้ เจตคติและพฤติกรรมในเรื่องการลดใช้พลังงานไฟฟ้าของพนักงานบริษัทหลังการใช้รูปแบบการจัดการพลังงานไฟฟ้า โดยใช้กระบวนการเรียนรู้แบบมีส่วนร่วม แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 โดยพนักงานมีความรู้ เจตคติและพฤติกรรมสูงกว่าก่อนการใช้รูปแบบในเรื่องการลดใช้พลังงานไฟฟ้า

จากตาราง 1 พบว่าความรู้ เจตคติและพฤติกรรม ในการลดใช้พลังงานไฟฟ้าของพนักงานบริษัท หลังการใช้ รูปแบบการจัดการพลังงานไฟฟ้า แตกต่างกันอย่างมี นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

3. พนักงานของบริษัท โอคาโมโตเท็กซ์ไทล์ (ประเทศไทย) จำกัด ที่มีเพศอายุและระดับการศึกษาต่างกัน มีความรู้ เจตคติและพฤติกรรมลดการใช้พลังงาน ไฟฟ้า หลังการใช้รูปแบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าโดยใช้ กระบวนการเรียนรู้แบบมีส่วนร่วม ไม่แตกต่างกัน

ตารางที่ 2

แสดงการเปรียบเทียบความรู้ เจตคติและพฤติกรรมลดการใช้พลังงานไฟฟ้าของพนักงาน บริษัท โอคาโมโตเท็กซ์ไทล์ (ประเทศไทย) จำกัด หลังการใช้รูปแบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าโดยใช้กระบวนการเรียนรู้แบบมีส่วนร่วมกับพนักงาน ที่มีเพศต่างกัน

ตัวแปรเปรียบเทียบ	ชาย (N=31)		หญิง (N=39)		df	t	p
	$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	SD			
ความรู้	10.90	1.77	12.67	1.82	68	0.24	0.07
เจตคติ	4.14	0.45	4.08	0.19	68	0.18	0.08
พฤติกรรม	4.98	0.41	4.46	0.56	68	0.96	0.06

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.01, $t_{0.01,70} = 2.64$

จากตาราง 2 พบว่าพนักงานที่มีเพศต่างกันมีความรู้ เจตคติและพฤติกรรมลดการใช้พลังงานไฟฟ้าหลังการใช้ รูปแบบไม่แตกต่างกัน

ตาราง 3

แสดงการเปรียบเทียบความรู้ เจตคติ และพฤติกรรมลดการใช้พลังงานไฟฟ้าของพนักงาน บริษัท โอคาโมโตเท็กซ์ ไทล์ (ประเทศไทย) จำกัด หลังการใช้รูปแบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าโดยใช้กระบวนการเรียนรู้แบบมีส่วนร่วมกับ พนักงานที่มีอายุต่างกัน

แหล่งความแปรปรวน		df	SS	MS	F	p
ความรู้ กับ อายุ						
21 - 25	ระหว่างกลุ่ม	3	3.60	1.80	1.65	0.21
26 - 30	ภายในกลุ่ม	66	29.36	1.08	-	-
31 - 35						
36 - 40 ปีขึ้นไป						
รวม		69	32.96	-	-	-
เจตคติ กับ อายุ						
21 - 25	ระหว่างกลุ่ม	3	0.32	0.16	0.23	0.79
26 - 30	ภายในกลุ่ม	66	19.04	0.70	-	-
31 - 35						
36 - 40 ปีขึ้นไป						

แหล่งความแปรปรวน		df	SS	MS	F	p
พฤติกรรม กับ อายุ						
21 – 25	ระหว่างกลุ่ม	3	0.50	0.25	0.12	0.88
26 – 30	ภายในกลุ่ม	66	55.36	2.05	-	-
31 – 35						
36 – 40 ปีขึ้นไป						
รวม		69	55.86	-	-	-

$p > 0.05$, $F_{0.05, 4, 70} = 2.50$

จากตาราง 3 พบว่า พนักงานที่มีอายุต่างกัน มีความรู้ เจตคติและพฤติกรรมการลดการใช้พลังงานไฟฟ้า หลังการใช้รูปแบบไม่แตกต่างกัน

ตาราง 4

แสดงการเปรียบเทียบความรู้ เจตคติและพฤติกรรมการลดการใช้พลังงานไฟฟ้าของพนักงาน หลังการใช้รูปแบบการจัดการพลังงานไฟฟ้ากับพนักงานที่มีระดับการศึกษาต่างกัน

แหล่งความแปรปรวน		df	SS	MS	F	p
ความรู้ กับ ระดับการศึกษา						
มัธยมต้น	ระหว่างกลุ่ม	2	6.00	3.00	3.00	0.16
มัธยมปลาย ปวช. ปวส.	ภายในกลุ่ม	67	26.96	0.99	-	-
ปริญญาตรีขึ้นไป						
รวม		69	32.96	-	-	-
เจตคติ กับ ระดับการศึกษา						
มัธยมต้น	ระหว่างกลุ่ม	2	0.73	0.37	0.53	0.59
มัธยมปลาย ปวช. ปวส.	ภายในกลุ่ม	67	18.63	0.69	-	-
ปริญญาตรีขึ้นไป						
รวม		69	19.36	-	-	-
ทักษะ กับ ระดับการศึกษา						
มัธยมต้น	ระหว่างกลุ่ม	2	5.34	2.67	1.43	0.25
มัธยมปลาย ปวช. ปวส.	ภายในกลุ่ม	67	50.52	1.87	-	-
ปริญญาตรีขึ้นไป						
รวม		69	55.86	-	-	-

$p > 0.05$, $F_{0.05, 3, 353} = 2.74$

จากตาราง 4 พบว่า พนักงานของบริษัท ที่มีระดับการศึกษาต่างกัน มีความรู้ เจตคติและพฤติกรรมการลดการใช้พลังงานไฟฟ้า หลังการใช้รูปแบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าโดยใช้กระบวนการเรียนรู้แบบมีส่วนร่วมไม่แตกต่างกัน

5. มาตรการที่ได้หลังการเรียนรู้แบบมีส่วนร่วมจาก รูปแบบการจัดการพลังงานไฟฟ้า ผู้เข้าร่วมเรียนรู้ได้เสนอ มาตรการในการดำเนินงาน 3 มาตรการ คือ มาตรการที่ 1 การติดตั้งม่านพลาสติกใสกั้นระหว่างกระบวนการผลิตก่อน และกระบวนการผลิตหลัง ของโรงงาน 1 โรงงาน 2 โรงงาน 3

และในโรงอาหาร มาตรการที่ 2 เพื่อป้องกันการกระจายอากาศที่มีความเย็นออกไปสู่พื้นที่ที่ไม่ได้ใช้งานหรือไม่มีผู้ปฏิบัติงานในพื้นที่นั้น การเปลี่ยนบัลลัสต์แกนหลักเป็นแกนหลักโลว์ลอสอินโหลดไฟฟ้าให้แสงสว่าง มาตรการที่ 3 ใช้น้ำระบายความร้อนเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน 7 เครื่อง และหลังการใช้รูปแบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าโดยใช้กระบวนการเรียนรู้แบบมีส่วนร่วม ทั้งสามแผนกของบริษัท โอโกโมโตเทคส์ไทย (ประเทศไทย) จำกัด มีปริมาณการใช้ไฟฟ้าลดลงเป็นอย่างมาก โดยมีปริมาณการใช้ไฟฟ้าที่ใช้เฉลี่ยต่อเดือนลดลงจากร้อยละ 22.03 ทั้งจำนวนหน่วยไฟฟ้าที่ใช้และรายจ่ายค่าไฟฟ้า

การอภิปรายผล

1. จากการศึกษาที่พบว่าโรงงานของบริษัท โอโกโมโตเทคส์ไทย (ประเทศไทย) จำกัด มีต้องการในการส่งเสริมความรู้ เจตคติและพฤติกรรมเพื่อลดการใช้ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้า สอดคล้องกับการศึกษาของ กฤติมา มะลิวัลย์ (2553) ที่ได้ศึกษาวิจัยเรื่อง การประหยัดพลังงานไฟฟ้าในอาคารเรียนโดยการใช้กระบวนการสิ่งแวดล้อมศึกษา: กรณีศึกษาโรงเรียนหนองจอกพิทยาสรรค์เขตหนองจอกกรุงเทพมหานคร การศึกษาค้นคว้ามีวัตถุประสงค์เพื่อหามาตรการเฉพาะในการลดปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าเพื่อการประหยัดในโรงเรียนหนองจอกพิทยาสรรค์ พบว่าผลการสำรวจการใช้พลังงานไฟฟ้าในอุปกรณ์ไฟฟ้าเป็นเวลา 1 เดือน สามารถแบ่งออกเป็น 4 ระบบคือ ระบบปรับอากาศ ระบบแสงสว่าง ระบบคอมพิวเตอร์และระบบอื่น ๆ ก่อนดำเนินการฝึกอบรมโรงเรียนมีสัดส่วนการใช้ในระบบปรับอากาศมากที่สุด รองลงมาคือ ระบบแสงสว่าง ระบบอื่น ๆ และระบบคอมพิวเตอร์ ตามลำดับ

2. ความรู้ เจตคติและพฤติกรรมในเรื่องการลดใช้พลังงานไฟฟ้าของพนักงานบริษัทหลังการใช้รูปแบบการจัดการพลังงานไฟฟ้า โดยใช้กระบวนการเรียนรู้แบบมีส่วนร่วม แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 โดยพนักงานมีความรู้ เจตคติและพฤติกรรมสูงกว่าก่อนการใช้รูปแบบในเรื่องการลดใช้พลังงานไฟฟ้า สอดคล้องกับการศึกษาของ กฤติมา มะลิวัลย์ (2553) ที่ได้ศึกษาวิจัยเรื่อง การประหยัดพลังงานไฟฟ้าในอาคารเรียนโดยการใช้กระบวนการสิ่งแวดล้อมศึกษา: กรณีศึกษาโรงเรียน

หนองจอกพิทยาสรรค์เขตหนองจอกกรุงเทพมหานคร การศึกษาค้นคว้ามีวัตถุประสงค์เพื่อหามาตรการเฉพาะในการลดปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าเพื่อการประหยัดในโรงเรียนหนองจอกพิทยาสรรค์ โดยการเปรียบเทียบผลต่างปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ระหว่างการไม่มีมาตรการกับมาตรการเฉพาะและเพื่อพัฒนาคู่มือฝึกอบรมสำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 (ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 - 3) เกี่ยวกับการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในอาคารเรียนตามกระบวนการสิ่งแวดล้อมศึกษา พบว่า นักเรียนที่เข้ารับการฝึกอบรมมีความตระหนักรู้ความเข้าใจทักษะเจตคติและการมีส่วนร่วมสูงขึ้นจากการฝึกอบรมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

3. พนักงานของบริษัท โอโกโมโตเทคส์ไทย (ประเทศไทย) จำกัด ที่มีเพศ อายุและระดับการศึกษาต่างกัน มีความรู้ เจตคติและพฤติกรรมการลดการใช้พลังงานไฟฟ้าหลังการใช้รูปแบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าโดยใช้กระบวนการเรียนรู้แบบมีส่วนร่วม ไม่แตกต่างกัน สอดคล้องกับการศึกษาของ สุคนธ์ มาศนุ้ย (2549) ที่ได้ศึกษาพฤติกรรมการประหยัดพลังงานเพื่อลดปัญหาภาวะโลกร้อนของบุคลากรสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง การศึกษามีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาพฤติกรรมการประหยัดพลังงาน ปัจจัยที่มีผลต่อพฤติกรรมการประหยัดพลังงานปัญหาและอุปสรรคที่เกี่ยวข้องกับการประหยัดพลังงานและแนวทางในการเสริมสร้างการประหยัดพลังงานเพื่อลดปัญหาภาวะโลกร้อนของบุคลากรสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังกรุงเทพมหานคร กลุ่มตัวอย่างมีความรู้ความเข้าใจ ทักษะและพฤติกรรมเกี่ยวกับการประหยัดพลังงานเพื่อลดปัญหาภาวะโลกร้อนโดยรวมอยู่ในระดับสูง และพบว่า ปัจจัย ด้าน เพศ สถานภาพ ภูมิฐานะการศึกษาสูงสุดตำแหน่ง หน่วยงานที่สังกัดรายได้เฉลี่ยต่อเดือน และความรู้ความเข้าใจ ไม่มีผลต่อพฤติกรรมการประหยัดพลังงานเพื่อลดปัญหาภาวะโลกร้อนของบุคลากรสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังกรุงเทพมหานคร

4. มาตรการที่ได้หลังการเรียนรู้แบบมีส่วนร่วมจากรูปแบบการจัดการพลังงานไฟฟ้า ผู้เข้าร่วมเรียนรู้ได้เสนอมาตรการในการดำเนินงาน 3 มาตรการ คือ มาตรการที่ 1

การติดตั้งม่านพลาสติกใสกันระหว่างกระบวนการผลิตก่อนและกระบวนการผลิตหลังของโรงงาน 1 โรงงาน 2 โรงงาน 3 และในโรงอาหาร เพื่อป้องกันการกระจายอากาศที่มีความเย็นออกไปสู่พื้นที่ที่ไม่ได้ใช้งานหรือไม่มีผู้ปฏิบัติงานในพื้นที่นั้น มาตรการที่ 2 การเปลี่ยนบัลลัสต์แกนเหล็กเป็นแกนเหล็กโลว์ลอส ในหลอดไฟฟ้าให้แสงสว่าง มาตรการที่ 3 ใช้น้ำระบายความร้อนเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน 7 เครื่อง และหลังการใช้รูปแบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าโดยใช้กระบวนการเรียนรู้แบบมีส่วนร่วมทั้งสามแผนกของ บริษัท โอคาโมโตเท็กซ์ไทล์ (ประเทศไทย) จำกัด มีปริมาณการใช้ไฟฟ้าลดลงเป็นอย่างมาก โดยมีปริมาณการใช้ไฟฟ้าที่ใช้เฉลี่ยต่อเดือนลดลงจากร้อยละ 22.03 ทั้งจำนวนหน่วยไฟฟ้าที่ใช้และรายจ่ายค่าไฟฟ้าสอดคล้องกับการศึกษาของ กฤติมา มะลิวัลย์ (2553) ได้ศึกษาวิจัยเรื่องการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในอาคารเรียนโดยการใช้กระบวนการสิ่งแวดล้อมศึกษา: กรณีศึกษาโรงเรียนหนองจอกพิทยาสรรค์ เขตหนองจอก กรุงเทพมหานคร การศึกษครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อหามาตรการเฉพาะในการลดปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าเพื่อการประหยัดในโรงเรียนหนองจอกพิทยาสรรค์ โดยการเปรียบเทียบผลต่างปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ระหว่างการไม่มีมาตรการกับมาตรการเฉพาะและเพื่อพัฒนากลุ่มมือฝึกอบรมสำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 (ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 - 3) เกี่ยวกับการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในอาคารเรียนตามกระบวนการสิ่งแวดล้อมศึกษาประชากรที่ใช้ในการศึกษาพบว่า ก่อนดำเนินการฝึกอบรมโรงเรียนใช้พลังงานไฟฟ้าในอุปกรณ์ไฟฟ้าประมาณ 673.17 กิโลวัตต์ต่อวัน มีสัดส่วนการใช้ในระบบปรับอากาศมากที่สุดถึง 538.00 กิโลวัตต์ต่อวัน รองลงมา คือ ระบบแสงสว่าง ระบบอื่น ๆ และระบบคอมพิวเตอร์ มีปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้า 85.10, 26.00 และ 24.00 กิโลวัตต์ต่อวัน ตามลำดับ ผลการวิเคราะห์อัตราค่าพลังงานไฟฟ้าพบว่า ก่อนดำเนินการฝึกอบรมโรงเรียนใช้พลังงานไฟฟ้าประมาณ 16625 กิโลวัตต์ต่อเดือน คิดเป็นค่าพลังงานไฟฟ้าประมาณ 57178.19 บาทต่อเดือนหลังดำเนินการฝึกอบรม 3 เดือนมีปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าประมาณ 13735 กิโลวัตต์ต่อเดือนคิดเป็นค่าพลังงานไฟฟ้าประมาณ 43382.41 บาท ต่อเดือน และสอดคล้องกับการศึกษาของ USIAD (1992) ที่ได้ทำการ

ศึกษาวิจัยเรื่อง การจัดการการใช้พลังงานในอินโดนีเซีย โดยแบ่งโปรแกรมการศึกษาเป็น 3 ระยะ คือ ระยะการจัดทำแผนแม่บทระยะการดำเนินการนำร่อง และระยะการติดตั้งอุปกรณ์ประหยัดพลังงานเต็มพื้นที่ ผลการวิจัยพบว่าสามารถประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้ถึงร้อยละ 4.6 เป็นเงินประมาณ 170 ล้านเหรียญสหรัฐอเมริกา

ข้อเสนอแนะการวิจัยครั้งนี้

1. บริษัท โอคาโมโตเท็กซ์ไทล์ (ประเทศไทย) จำกัด ควรนำรูปแบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าของบริษัท โอคาโมโตเท็กซ์ไทล์ (ประเทศไทย) จำกัด ไปใช้ ในการดำเนินงานลดพลังงานไฟฟ้าของโรงงาน เพื่อการลดการใช้พลังงานไฟฟ้าและเป็นการสร้างเสริมความรู้ เจตคติและทักษะที่เหมาะสม

2. บริษัท โอคาโมโตเท็กซ์ไทล์ (ประเทศไทย) จำกัด ควรดำเนินการติดตั้งม่านพลาสติกใสกันในส่วนต่างๆ ของโรงงาน เพื่อป้องกันการกระจายอากาศที่มีความเย็นออกไปสู่พื้นที่ที่ไม่ได้ใช้งานหรือไม่มีผู้ปฏิบัติงานในพื้นที่นั้น หรือพื้นที่อื่น ๆ ที่เห็นว่าเหมาะสม และดำเนินการควรเปลี่ยนบัลลัสต์แกนเหล็กเป็นแกนเหล็กโลว์ลอสในหลอดไฟฟ้าให้แสงสว่างทั้งหมดของบริษัท รวมทั้งใช้น้ำระบายความร้อนเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนทุกเครื่อง เพื่อการลดการใช้พลังงานไฟฟ้าและลดค่าใช้จ่ายที่จะเกิดขึ้นจากการใช้ไฟฟ้าของบริษัท

3. แผนก ส่วนงานหรือบริษัทที่เกี่ยวข้อง สามารถนำรูปแบบนี้ไปใช้ประโยชน์ในการดำเนินกิจกรรมได้ตามความเหมาะสม

ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรนำรูปแบบการฝึกอบรมนี้ไปดำเนินการวิจัยกับบริษัทหรือโรงงานอุตสาหกรรมอื่น ๆ เพื่อให้ทราบถึงคุณภาพ ประสิทธิภาพหรือประสิทธิผลของรูปแบบอย่างลึกซึ้ง ตามที่ผู้วิจัยสนใจ

2. อาจนำรูปแบบนี้ไปศึกษากับกลุ่มประชากรในลักษณะอื่นว่าจะมีผลการศึกษาที่ส่งผลต่อ ความรู้ เจตคติ และทักษะของผู้เข้ารับการฝึกอบรมอย่างไร

3. การศึกษาเกี่ยวกับการพัฒนารูปแบบการอนุรักษ์ และสิ่งแวดล้อม
พลังงานประเภทอื่น ๆ เพื่อการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ



เอกสารอ้างอิง

- กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน. (2555). *การคำนวณการใช้พลังงานไฟฟ้า*. กรุงเทพฯ: ผู้แต่ง.
- กฤติมา มะลิวัลย์. (2553). *การประหยัดพลังงานไฟฟ้าในอาคารเรียนโดยการใช้กระบวนการสิ่งแวดล้อมศึกษากรณีศึกษา โรงเรียนหนองจอกพิทยาสรรพ์ เขตหนองจอก กรุงเทพมหานคร. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาสิ่งแวดล้อมศึกษา, มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร.*
- ต้องจิตต์ กาญจโนมัย. (2540). *การประยุกต์ทฤษฎีแรงจูงใจเพื่อป้องกันโรคร่วมกับการสร้างพลังในการป้องกันโรคเอดส์ ของหญิงตั้งครรภ์โรงพยาบาลแม่และเด็ก*. ค้นจาก <http://www.anamai.moph.go.th/hpc1/Top.30015.html>
- บุรชัย สิริมหาสาร. (2550). *จัดการความรู้สู่ความเป็นเลิศ*. กรุงเทพฯ: แสงดาว.
- พระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2535. ราชกิจจานุเบกษา. เล่ม 109 ตอนที่ 33.
- วินัย วีระพัฒนานนท์. (2553). *สิ่งแวดล้อมศึกษา* (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.
- สุคนธ์ มาศนุ้ย. (2549). *พฤติกรรมในการประหยัดพลังงานเพื่อลดปัญหาภาวะโลกร้อนของบุคลากรสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง*. กรุงเทพฯ: สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- โอภาโมโตเท็กซ์ไทล์ (ประเทศไทย) บจก. (2555). *รายงานประจำปี 2554*. ปราจีนบุรี: ผู้แต่ง.
- USIAD. (1992). *Indonesia demand side management*. Retrieved from <http://documents.worldbank.org/curated/en/2006/01/11293071/assistance-government-indonesias-demand-side-management-program>

Translated Thai References

- Department of Alternative Energy and Efficiency. (2012). *Electricity rate calculation*. Bangkok: Author. (in Thai)
- Energy Saving Promotion Act Year 1992*. Government Gazette. Book 109 Part 33. (in Thai)
- Kanjanothai, T. (1997). *Motivation theory application for AIDS prevention in pregnancy women at Mother and Child hospital*. Retrieved from <http://www.anamai.moph.go.th/hpc1/Top.30015.html> (in Thai)
- Maliwan, K. (2010). *Electricity saving in building by environmental education process: A case study in Nong Jook Pittayanusorn school, Nong Jook district, Bangkok*. Master of Science Thesis in Environmental Education, Phranakhon Rajabhat University. (in Thai)
- Martnui, S. (2006). *Energy saving behavior for global warming reduction in King Mongkut's Institute of Technology staff*. Bangkok: King Mongkut's Institute of Technology. (in Thai)
- Okamoto Textile (Thailand) Ltd. (2012). *2011 annual report*. Prachinburi. Author. (in Thai)
- Sirimahasakorn, B. (2007). *Management for excellence*. Bangkok: Sangdao. (in Thai)
- Weerawattananon, W. (2010). *Environmental education* (3rd ed.). Bangkok: Odean Store. (in Thai)



Life Cycle Assessment Knowledge and Environmental Education Affecting Environmental Conservation Behavior

การประเมินวัฏจักรชีวิตและสิ่งแวดล้อมศึกษาที่มีผลต่อพฤติกรรม การอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม

Orathai Khamin, Nongnapas Thiengkamol and Tanarat Koowaranyoo Thiengkamol

Abstract

The research objectives were to study levels of Life Cycle Assessment (LCA) knowledge, environmental education, and environmental conservation behavior, and to study effects of independent variables comprising environmental LCA knowledge, and environmental education affecting environmental conservation behavior. This survey research used questionnaire to collect data from 400 undergraduates with simple random from population of 17,666 undergraduate students of Rajabhat Maha Sarakham University in the second semester of 2014. Multiple Regression Analysis was used to analyze the relationship between independent variables and dependent variable. The results revealed that in LCA knowledge was at moderate level and environmental education, and environmental conservation behavior, were at more levels. Additionally, independent variables of LCA knowledge, and environmental education affecting dependent variable of environmental conservation behavior of undergraduate students with 57.70 percent of power prediction ($\text{Adjusted } R^2 = 0.577$). Environmental education had the most prediction power with 0.772. This implied that environmental education had the highest effect to cause the alteration of environmental conservation behavior, therefore the university should arrange the environmental education subject into all faculties and programs.

Keywords: life cycle assessment, environmental education, environmental conservation behavior

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ในการวิจัยเพื่อศึกษาระดับความรู้การประเมินตลอดวัฏจักรชีวิต หลักการสิ่งแวดล้อมศึกษาและระดับพฤติกรรมอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมของนักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคามและศึกษาอิทธิพลของตัวแปรอิสระประกอบด้วยความรู้การประเมินตลอดวัฏจักรชีวิตและหลักการสิ่งแวดล้อมศึกษามีอิทธิพลต่อตัวแปรตามคือพฤติกรรมอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมของนักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ใช้การวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงปริมาณซึ่งเป็นการวิจัยเชิงสำรวจ เก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้แบบสอบถาม กลุ่มตัวอย่างคือนักศึกษา จำนวน 400 คน จากประชากรนักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม 17,666 คน ประจำปีการศึกษา 2557 ภาคเรียนที่ 2 โดยมีสถิติการถดถอยพหุคูณเชิงเส้นตรงเพื่อทดสอบสมมติฐานของการวิจัย ผลการวิจัย พบว่า ระดับความรู้การประเมินตลอดวัฏจักรชีวิต โดยภาพรวม อยู่ใน

ระดับปานกลาง ส่วนหลักการสิ่งแวดล้อมศึกษา และพฤติกรรมกรอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม โดยภาพรวม อยู่ในระดับมาก อีกทั้งยังพบว่า กลุ่มตัวแปรอิสระ ซึ่งประกอบด้วย ความรู้การประเมินตลอดวัฏจักรชีวิต และหลักการสิ่งแวดล้อมศึกษา มีอำนาจในการพยากรณ์ พฤติกรรมกรอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมร้อยละ 57.70 (Adjusted $R^2 = 0.577$) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 และหลักการสิ่งแวดล้อมศึกษามีอำนาจในการพยากรณ์สูงสุดเท่ากับ 0.772 ซึ่งหมายความว่า ตัวแปรหลักการสิ่งแวดล้อมศึกษามีอิทธิพลสูงต่อการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมกรอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมของนักศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ดังนั้นมหาวิทยาลัยจึงควรจัดให้มีสอนวิชาสิ่งแวดล้อมศึกษาในทุกคณะ และทุกหลักสูตร

คำสำคัญ: การประเมินวัฏจักรชีวิต, สิ่งแวดล้อมศึกษา, พฤติกรรมกรอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม



Introduction

Currently, Life Cycle Assessment (LCA) is an essential instrument to examine the environmental impacts of products, processes or services with production, use, and discard. LCA is a method of measures to gather and determine the inputs and outputs of materials and energy of the production process of each product with the involvement of environmental impacts throughout its life cycle. Thus, the entire life cycle of materials, systems, and the whole building are needed for people consideration when making purchasing decisions. LCA can be used as environmentally friendly representation for quantifying and comparing over their life cycle to get alternatives for humans and society advantages. LCA engages cradle-to-grave of production system analysis and supply comprehensive evaluations of all upstream and downstream of energy inputs and environmental emissions. LCA also enables a producer to evaluate how much energy and raw materials used including how much solid and liquid wastes and gaseous waste generation in each product's life. Nevertheless, LCAs consumes time and money, therefore thus there is a limitation of technique analysis in both the public and private sectors. Streamlined techniques of LCAs conduction are desired to lower the involvement of cost and time and to promote a broader audience to use LCA (Miettinen & Hamalainen, 1997; Joshi, 2000; O'Neill, 2003; New Center, 2008).

At present, the major uses of LCA being improvement of environmental performance from the first stages of product development. A large numbers of factors are considered for each environmental impact assessment; consequently a system is highlighting the most important factors for comparing, resulting in reduced material use and reduced energy costs in transport (Joshi, 2000; O'Neill, 2003).

Additionally, LCA is a crucial technique for all industry in the 21st Century. Manufacturers and suppliers need to express that their actions with responsibility towards the environment for all parts of production by starting at the design phase through consumer use and product disposal. The ISO standards relating to environmental management are also involved for consideration in LCA process, therefore, LCA is the sustainable facilities tool to compare materials with regard to environmental criteria and life cycle costs and the LCA benefits are Quantify environmental effects such as overall energy consumption or air emissions, Recognize inefficient or significant changes in the life cycle phases, reduce overall environmental impact and costs, and Compare alternatives (Keoleian, & Menerery, 1993; Lave, et al., 1995; Miettinen & Hamalainen, 1997; Joshi, 2000; O'Neill, 2003; New Center, 2008).

The LCA knowledge should be cultivated for global citizen in order to awake them to take care of

environmental quality and their health care for better quality of life. Additionally, environmental education principle covers environmental knowledge and understanding, awareness raising, proper attitude, participation and responsibility taking and it is also needed to establish into all levels of education starting from kindergarten to graduate level in educational institute with the integration of LCA knowledge. This is congruent to the anticipated concept in conference of environment and development of United Nation since 1992 that established in Agenda 21 of global action plan mentioned on definition of sustainable development that is development to meet the needs of the present generation without compromising the ability of future generations to meet their own needs (Office of National Economic and Social Development Plan, 2010; WCED, 1987; Volker, 2007; Watkinson, 2009; Thiengkamol, 2011e). This is fundamentally evident that people at present generation should have knowledge, understanding the significance of environmental problems such as environmental damage and ecological imbalance due to production, utilization and waste disposal in their daily activities. They must take responsibility to be aware their activities. Moreover, they should have public mind to conserve the environment and natural resources actively with proper behaviors of consumption behavior, recycling behavior, waste management behavior, energy conservation behavior, traveling behavior and knowledge transferring behavior based on LCA principle (Donkonchum, et al., 2012a; Maporn, et al., 2015).

The essence of LCA knowledge and environmental education of undergraduate students, these will make them to understand the environmental impacts of products, processes or services with production, use, and discard. However, understanding the LCA knowledge would assist the young generations to appreciate the significance of LCA knowledge to change their environmental conservation behaviors according to LCA principle by

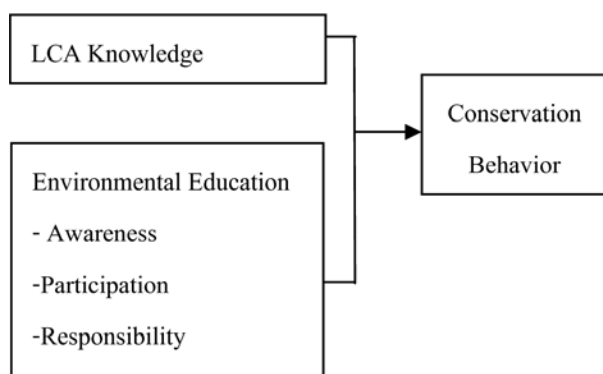
regarding to raw material selection, energy saving for production process and product transportation, friendly environmental packaging, least waste product, product recycling after use, and waste disposal with least impact to environment. Moreover, environmental education in this research includes awareness raising, positive attitude, proper participation and better responsibility for environmental conservation (Hoerisch, 2002; Kamin et al., 2014b; Kaewhao, et al., 2015; Morrasri, 2015; Wongsueb, et al., 2015). Nevertheless, there are numerous studies of Thiengkamol (Thiengkamol, 2011i; Thiengkamol, 2012e; Thiengkamol, 2013g; Thiengkamol, 2013k; and her colleagues (Donkonchum & Thiengkamol, 2012; Donkonchum, et al., 2012a; Kotchakote, et al., 2013a; Mongkonsin, et al., 2013b; Pimdee, et al., 2012a; Saisunantharom, et al., 2013a; Suebsing, et al., 2013b; Udonboon, et al., 2012b; Waewthaisong, et al., 2012a), that indicated that environmental education principle play an important role human behavior alteration.

Research objective

The research objectives were to study levels of Life Cycle Assessment (LCA) knowledge, environmental education, and environmental conservation behavior, and to study effects of independent variables comprising environmental LCA knowledge, and environmental education affecting environmental conservation behavior of undergraduate students of Rajabhat Mahasarakham University in second semester of academic year of 2014.

Research hypothesis

The independent variables comprising environmental LCA knowledge, and environmental education affecting environmental conservation behavior of undergraduate students of Rajabhat Mahasarakham University.



Methodology

The research method was conducted as the followings:

Population and sample

The populations were 17,666 undergraduate students of Rajabhat Mahasarakham University in second semester of academic year of 2014. The simple random sampling technique was used to collect the sample of 400 undergraduate students from different faculties of Rajabhat Mahasarakham University. The sample number was calculated with confident interval 95% (Yamane, 1973).

Research tool

The content and structural validity of questionnaire were proved by Item Objective Congruent (IOC) from 5 experts in the fields of LCA, environmental education, social science and social research methodology. The reliability was tried out by conducting with the sample group from 40 undergraduate students of Mahasarakham University that had the same characteristics like as sample group. The item selected to use had IOC more than 0.50 (Rovinelli & Hambleton, 1977). The reliability was determined by Cronbach's Alpha formula (Cronbach, 1951). LCA knowledge consisting of 21 items, environmental education covers environmental awareness, attitude, participation and responsibility consisting of 35 items, and environmental conservation behavior consisting of 15 items, and whole questionnaire consisted 71 items. Their reliabilities were 0.863, 0.871,

0.865 and 0.912 respectively.

Data collection

The simple random sampling technique was used for data collection of 400 undergraduate students from different faculties of Rajabhat Mahasarakham University with confident interval at $\alpha=0.05$. The questionnaire was employed as research tool and it was used for data collection.

Data analysis

The descriptive statistics were frequency, percentage, mean and standard deviation. Multiple regression analysis was used for analysis the relationship between independent variables and dependent variable (Hair, et al., 2010).

Results

1. Results of sample characteristics

Sample characteristics of 400 undergraduates, most of them were female with 67.75%, paid respect to Buddhism with 100%, had hometown in Maha Sarakham Province with 44.25%, majority had nuclear family with 61.00%, Lived at dormitory with 83.50%, income of household with average of 4,011.75 baht, average age with 19.58 years, and majority studied at Law Faculty with 22.7%.

2. Results of LCA knowledge level

The results of LCA knowledge level of 400 undergraduate students had total mean score at moderate level with 3.33 while considering on each aspect, it was revealed that problem of environmental toxicity occurs from production of all products was at more level with 3.83 was the highest mean and subsequence were people need to have knowledge to use raw material to save energy and selection of buying products, people follows the modern trend with 3.76, and 3.73 respectively as presented in Table 1.

Table 1*LCA Knowledge Level*

LCA Knowledge Level		$\bar{X}$	SD	Level
1.	People need to have knowledge to use raw material to save environment.	3.33	1.28	moderate
2.	People need to have knowledge to use raw material to save energy.	3.76	1.11	more
3.	People are able to properly use a substituted raw material.	3.16	1.16	moderate
4.	People need to know that what kind of raw material has the least impact to environment.	3.15	1.24	moderate
5.	People know that every production process uses energy.	3.20	1.21	moderate
6.	Product process must be assessed environmental impact.	3.03	1.31	moderate
7.	Before buying different products, people should regard to how much production process affects the environment.	3.47	1.33	moderate
8.	Problem of environmental toxicity occurs from production of all products	3.83	1.16	more
9.	All products should transport without environmental impact.	3.49	1.24	moderate
10.	During transporting products, it causes effect to soil, water and air.	3.19	1.21	moderate
11.	All products transportation emits the carbon dioxide and carbon monoxide.	3.50	1.13	moderate
12.	Product transportation affects to raise the global temperature.	3.50	1.03	moderate
13.	Knowledge on each product is directly advantage to conserve the environmental quality.	3.39	1.13	moderate
14.	Selection of buying products, people follows the modern trend	3.73	1.18	more
15.	People know about using product residue to produce the new value added product.	3.59	1.30	more
16.	Product residue cannot be reused again.	2.92	1.25	moderate
17.	People pay attention to bring the remained thing to use again for highest benefit.	3.15	1.10	moderate
18.	People want to transform the remained thing because they want to be good idol.	3.09	1.20	moderate
19.	People know to correctly manage the product residues.	2.93	1.26	moderate
20.	After use the sprayed tin, it needs to properly dispose.	3.49	1.16	moderate
21.	People always separate the waste before dispose.	3.13	1.25	moderate
Total Mean		3.33	1.20	moderate

3. Results of environmental education level

The results environmental education level of 400 undergraduate students covers environmental awareness, attitude, participation and responsibility.

3.1 Environmental awareness had total mean score at more level with 3.56 while considering on each aspect, it was revealed that Every community must

participate to set measurement for conserve environment was at more level with 3.90 was the highest mean and subsequence were Everyone must aware to the importance of natural resources and environment conservation and Everyone should have consciousness to conserve environment as obligation with 3.85, and 3.64 respectively as presented in Table 2.

Table 2*Environmental awareness level*

Environmental Awareness Level	$\bar{X}$	SD	Level
1. People realize to the importance of environmental conservation because they realize that environment is important for living creatures.	3.40	1.40	moderate
2. Everyone must aware to the importance of natural resources and environment conservation.	3.85	1.06	more
3. Everyone should know how to valuably use natural resources.	3.57	1.13	more
4. In present, people should live by regarding to ecological balance.	3.34	1.11	moderate
5. People need to be cultivated to have good consciousness toward environment.	3.33	1.17	moderate
6. Environment conservation is a duty of everyone.	3.49	1.08	moderate
7. Mass media should promote people to aware the importance of environment conservation.	3.55	1.01	More
8. Everyone should have consciousness to conserve environment as obligation.	3.64	1.12	more
9. Every community must participate to set measurement for conserve environment.	3.90	0.99	more
Total Mean	3.56	1.12	more

3.2 Environmental attitude had total mean score at more level with 3.66 while considering on each aspect, it was revealed that People must be cultivated on environmental conservation was at more level with 4.33 was the highest mean and subsequence were Environment

is valuable so everyone should participate to conserve and every sector should have campaign of proper awareness building on environmental conservation with 3.93, and 3.91 respectively as presented in Table 3.

Table 3*Environmental attitude level*

Environmental Attitude Level	$\bar{X}$	SD	Level
1. Environment is valuable so everyone should participate to conserve.	3.93	0.92	more
2. Everyone should love and protect the surrounding environment.	3.75	0.95	more
3. Too good living than basic needs, causes impact to environment.	3.76	0.85	more
4. Utilization of environment should be properly limited.	3.82	0.89	more
5. You realize to the importance/benefit of saving natural resources.	3.17	1.21	moderate
6. Everyone get benefit from environmental protection.	3.32	1.24	moderate
7. Everyone should effectively use natural resources for next generations to use it in the future.	3.26	1.56	moderate
8. Due to the growth of sciences and technologies, the natural resources are used over the basic needs.	3.64	1.63	more
9. People must be cultivated on environmental conservation.	4.33	0.90	more
10. Every sector should have campaign of proper awareness building on environmental conservation.	3.91	0.85	more
Total Mean	3.66	1.13	more

3.3 Environmental participation had total mean score at more level with 3.56 while considering on each aspect, it was revealed that circulation environmental knowledge is a way of participation was at more level with 3.89 was the highest mean and subsequence

were everyone should participate in prevention and environmental problem solving and you accept that sharing is an important factor to participate in solving environmental problem with 3.87, and 3.66 respectively as presented in Table 4.

Table 4

Environmental participation level

Environmental Participation Level	$\bar{X}$	SD	Level
1. You participate in planning of community environmental problem solving.	3.63	0.84	more
2. You participate in all environmental activities.	3.59	0.86	more
3. You participate in environmental problem solving with others in community.	3.22	1.10	moderate
4. Occurrence of environmental problem, you participate every time.	2.97	1.15	moderate
5. You directly get benefit from participation of environmental problem solving due to be in good environmental quality.	3.53	0.99	more
6. Circulation environmental knowledge is a way of participation.	3.89	0.78	more
7. Living with sufficiency is a mean to decrease environmental problem.	3.45	1.04	moderate
8. You participate in environmental activities without expectation.	3.45	1.10	moderate
9. Everyone should participate in prevention and environmental problem solving.	3.87	0.88	more
10. You accept that sharing is an important factor to participate in solving environmental problem.	3.66	0.96	more
Total Mean	3.56	0.97	more

3.4 Environmental responsibility had total mean score at more level with 3.82 while considering on each aspect, it was revealed that you are willing to take responsibility for energy conservation at both school and home. was at more level with 4.05 was the highest mean

and subsequence were every undergraduate student has duty to devote his/her labor force, money or time for environmental conservation and you intend to work for public about environment conservation with 3.93, and 3.90 respectively as presented in Table 5.

Table 5*Environmental responsibility level*

Environmental Responsibility Level	$\bar{X}$	SD	Level
1. To devote for environmental conservation is a duty of everyone.	3.83	0.96	more
2. Every undergraduate student has duty to devote his/her labor force, money or time for environmental conservation.	3.93	0.94	more
3. Whenever, you see the waste dropped on the ground, you collect it.	3.86	0.90	More
4. You intend to work for public about environment conservation.	3.90	0.68	more
5. You are willing to take responsibility for energy conservation at both school and home.	4.05	0.64	more
6. You intend to be a part of social to take a responsibility to look after environment.	3.53	1.21	more
Total Mean	3.82	0.87	more

4. Results of environmental conservation behavior level

Environmental conservation behavior had total mean score at more level with 4.26 while considering on each aspect, it was revealed that Production process must be assessed on environmental impact was at more

level with 4.40 was the highest mean and subsequence were Reuse the material residue is environmental conservation and use the product with natural material package, aids for environmental maintenance with 4.39 and 4.35 respectively as presented in Table 6.

Table 6*Environmental conservation behavior level*

Environmental Conservation Behavior Level	$\bar{X}$	SD	Level
1 The raw material that you use doesn't destroy environment.	4.15	0.87	more
2 You are able to properly use substitute raw material.	4.03	0.83	more
3 You use raw material with least effect to environment.	4.21	0.72	more
4 All production process uses energy.	4.31	0.65	more
5 Production process must be assessed on environmental impact.	4.40	0.68	more
6 All product transportation impacts to environment.	4.27	0.76	more
7 Product transportation always causes impact to soil, water and air.	4.24	0.83	More
8 Use the product with natural material package, aids for environmental maintenance.	4.35	0.74	more
9 Use the product that is able to reuse to produce new product, helps to conserve environment.	4.12	0.81	more
10 Bring the residue product to build new product, conserves the environment.	4.26	0.74	More
11 The best product makes a least waste.	4.33	0.71	more
12 Reuse the material residue is environmental conservation.	4.39	0.69	more
13 Transform the residue thing is a good example for others.	4.28	0.76	More
14 Properly dispose the residue of used product, conserves the environment.	4.30	0.80	more
15 After use spray can, you are able to correctly dispose.	4.26	0.73	more
Total Mean	4.26	0.76	more

5. Results of LCA knowledge and environmental education affecting environmental conservation behavior

The relationship between independent variables of LCA knowledge and environmental education affecting

dependent variable of environmental conservation behavior of undergraduate students as presented in table 7 and 8.

Table 7

Result analysis prediction power of LCA knowledge and environmental education affecting environmental conservation behavior

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	0.761	0.579	0.577	0.495

a. Predictors: Constant, LCA knowledge and environmental education

b. Dependent variable: Environmental conservation behavior

Table 8

Multiple linear regression analysis between LCA knowledge and environmental education affecting environmental conservation behavior

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
2	Regression	133.841	2	66.920	272.607	0.000**
	Residual	97.457	397	0.245		
	Total	231.298	399			

a. Predictors: Constant, LCA Knowledge, Environmental Education

b. Dependent Variable: Environmental Conservation Behavior

From table 7 and 8 when multiple linear regression was analyzed between independent variable of LCA knowledge and environmental education affecting dependent variable environmental conservation behavior, it was found that regression coefficient equaled to 0.761

(76.10%) and coefficient of R Square was 0.579 (57.90 %) with statistical significance at level of 0.01. After it was adjusted, the coefficient of R Square with power of prediction was 0.577 (57.70%).

Table 9

Relationship between LCA knowledge and environmental education affecting environmental conservation behavior

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		b	Std. Error	Beta		
3	Constant	-0.444	0.211	-	-2.102	0.036
	LCA Knowledge	0.331	0.041	0.329	8.014	0.000**
	Environmental Education	0.772	0.061	0.515	12.558	0.000**

a. Predictors: Constant, LCA Knowledge, Environmental Education

b. Dependent Variable: Environmental Conservation Behavior

From Table 9, linear regression equation, it was revealed that independent variables of LCA knowledge and Environmental Education affecting dependent variable of Environmental Conservation Behavior of undergraduate students, with statistical significance at level of and 0.01. Independent variables of LCA knowledge and Environmental Education are able to predict Environmental Conservation Behavior of undergraduate students, therefore, the equation 1 can be written as the following.

$$y = a + b_1 x_1 + b_2 x_2 \dots\dots\dots (1)$$

When

y = Environmental conservation behavior as dependent variable

a = Constant value

b₁ = Coefficient relation of LCA knowledge as independent variable

x₁ = of LCA knowledge as independent variable

b₂ = Coefficient relation of environmental education

x₂ = Environmental education as independent variable

Therefore, the prediction equation of relationship between independent variables of LCA knowledge and environmental education affecting dependent variable of environmental conservation behavior. It can be explained that environmental education was the most effect to environmental conservation behavior with prediction power of 0.772 at statistically significant level of 0.01. Subsequence was environmental education with prediction power of 0.331 at statistically significant level of 0.01 as the following equation 2.

$$Y = -0.444 + 0.331X_1 + 0.772X_2 \dots\dots\dots (2)$$

Discussion

The results explicated that the independent variable of environmental education including environmental awareness, attitude, participation and responsibility is play an essential role to affect environmental conservation behavior of undergraduate students of Rajabhat Maha Sarakham University. Therefore, motivating the undergraduate student to alter his/her environmental conservation behavior, the university administrative committee should arrange the curriculum of environmental education subject by holding a sole subject of environmental conservation behavior and integrating the content of environmental education principle covering including environmental awareness, attitude, participation and responsibility.

The finding indicated that environmental education affected to environmental conservation behavior with prediction power of 0.772, this implied that environmental education is an important factor for behavior alteration and this is congruent to various researches of Thiengkamol (Thiengkamol, 2011i; Thiengkamol, 2012e; Thiengkamol, 2013g; Thiengkamol, 2013k; and her colleagues (Donkonchum & Thiengkamol, 2012; Donkonchum, et al., 2012a; Kotchakote, et al., 2013a; Mongkonsin, et al., 2013b; Pimdee, et al., 2012a; Saisunantharom, et al., 2013a; Suebsing, et al., 2013b; Udonboon, et al., 2012b; Waewthaisong, et al., 2012a).

Additionally, the result illustrated that LCA knowledge also an another significant factor that affected to environmental conservation behavior with prediction power of 0.331, therefore, it indicated that LCA knowledge would an essential issue that should be introduced to undergraduate students to make them understand how to choose to buy a friendly environmental product that will decrease the energy consumption during the production

process and minimize the waste after use product and perform better behavior for conserving the environment. This also pertinent to the studies of Donkonchum, et al, 2012a and Maporn, et al., 2015.

Reaching the highest benefit for the educational institute like as Rajabhat Mahasarakham University to maintain good environmental quality inside the university and surrounding community, the administrative committee should encourage all faculties to set the subject of environmental education and environmental management based on LCA knowledge to awake the undergraduate students to really gain knowledge and understanding to their participation and responsibility to take care environment because they are important change agents as academic leaders of community and society. Furthermore, these new generations are our future hope of national and international level.

Suggestions

Currently, LCA knowledge and environmental education principle are widely recognized as environmental technology and environmental process for measuring and monitoring the environmental quality in both industrial and agricultural activities to alleviate global warming phenomenon. Particularly, environmental education principle includes the environmental awareness, attitude, participation and responsibility is an essentially successful variable to support and promote them to aware and realize to alter their daily live activities to achieve better environmental quality for better health and quality of life. Environmental education can be conducted through different channels of education either formal, informal, non-formal or lifelong learning. Thus the educational institutes in all levels should intensively introduce the concept of LCA and environmental education in diverse curriculums including holding the projects and activities for their students to make active participation. This would increase an opportunity to reach sustainable development.



References

- Cronbach, J. (1951). Coefficient alpha and the internal structure of tests. *Psychometrika*, 16(3), 297–334.
- Donkonchum, S. & Thiengkamol, N. (2012). Model of environmental education and psychological state affecting to global warming alleviation. *International Proceedings of Economic Development and Research*, 44, 1-5.
- Donkonchum, S. Thiengkamol, N. & Thiengkamol, C. (2012a). Causal relationship model of environmental conservation behavior integrated with LCA knowledge. *European Journal of Social Sciences*, 33(1), 5-16.
- Hoerisch, H. (2002). *A comparative study on environmental awareness and environmentally beneficial behavior in India*. Retrieved from <http://www.msindia.org/cmsenviscentre/researchstudy/beneficial.pdf>
- Joshi, S. (2000). Product environmental life-cycle assessment using input-output techniques. *Journal of Industrial Ecology*, 3(3), 2000.
- Kaewhao, S., Thiengkamol, N. & Thiengkamol C. (2015). Model of environmental health knowledge affecting environmental health behavior for undergraduate student. *EAU Heritage Journal: Science and Technology*. 9(3),161-172.
- Kamin, P., Thiengkamol, N. & Thiengkamol Khoowaranyoo, T. (2014a). Environmental education and public mind affecting forest conservation behavior. *Journal of Industrial Education*, 13(3), 181-187.
- Kamin, P., Thiengkamol, N. & Thiengkamol Khoowaranyoo, T. (2014b). Support of remained community forest affecting conservation behavior. *EAU Heritage Journal: Science and Technology*. 8(1), 270-284.
- Kotchakote, Y., Thiengkamol, N. & Thiengkamol Khoowaranyoo, T. (2013a). Casual relationship model of forest fire prevention. *European Journal of Scientific Research*, 104(3), 519-532.
- Maporn, S., Thiengkamol, N. & Thiengkamol, C. (2015). Model of knowledge of life cycle assessment plastic for lower secondary school student. *Journal of Industrial Education*, 13(3), 149-156.
- Miettinen, P. & Hamalainen, R. (1997). How to benefit from decision analysis in environmental lifecycle analysis. *European Journal of Operations Research*, 102(1), 279–294.
- Mongkonsin, S, Thiengkamol, N., & Thiengkamol, T. (2013b). Causal relationship model of flood response behavior. *Mediterranean Journal of Social Sciences*, 4(1), 587-598.
- Morrasri, P. (2015). Factors affecting green behavior of elementary student. *EAU Heritage Journal: Science and Technology*, 9(3), 97-110.
- New Center. (2008). *Life-cycle analysis*. Retrieve from: <http://newscenter.lbl.gov/2008/04/18/life-cycle-analysis/>
- Office of National Economic and Social Development Plan. (2010). *The tenth national economic and social development plan B. E. 2550-2554*. Retrieve from <http://www.nesdb.go.th/Default.aspx?tabid=90>
- O'Neill, T. J. (2003). *Life cycle assessment and environmental impact of plastic products*. Toronto: ChemTec.
- Pimdee, P., Thiengkamol, N. & Thiengkamol, T. (2012a). Causal relationship model of electrical energy conservation. *European Journal of Social Sciences*, 32(3), 306-315.

- Rovinelli, J. & Hambleton, K. (1977). On the use of content specialists in the assessment of criterion-referenced test item validity. *Dutch Journal of Educational Research*, 2(1), 49-60.
- Saisunantharom, S. Thiengkamol, N. & Thiengkamol, C. (2013a). Casual relationship model of biodiversity conservation. *European Journal of Scientific Research*, 104(3), 460-474.
- Suebsing, S., Thiengkamol, N. & Thiengkamol, C. (2013b). Causal relationship model of forest conservation. *European Journal of Scientific Research*, 115(2), 292-304.
- Thiengkamol, N. (2011e). *Environment and development book 1* (4th ed.). Bangkok: Chulalongkorn University.
- Thiengkamol, N. (2011i). Development of model of environmental education and inspiration of public consciousness influencing to global warming alleviation. *European Journal of Social Sciences*, 25(4), 506-514.
- Thiengkamol, N. (2012e). Causal relationship model of environmental education. *Mediterranean Journal of Social Sciences*, 3(11), 11-18.
- Thiengkamol, N. (2013g). Causal relationship model of EQ, MQ AQ and environmental education affecting to environmental behavior. *European Journal of Scientific Research*, 115(2), 310-325.
- Thiengkamol, N. (2013k). Causal relationship model of environmental education and four noble truth. *International Journal of Multidisciplinary Thought*, 3(2), 125-137.
- Udonboon, C., Thiengkamol, N. & Thiengkamol, C. (2012b). Causal relationship model of water conservation behavior. *Mediterranean Journal of Social Sciences*, 3(11), 599-611.
- Volker, H. (2007). *Brundtland report: A 20 years update*. Retrieve from http://www.sd-network.eu/pdf/doc_berlin/ESB07_Plenary_Hauff.pdf
- Waewthaisong, S. Thiengkamol, N. & Thiengkamol, C. (2012a). Causal relation model of environmental traveling behavior. *European Journal of Social Sciences*, 33(2), 184-195.
- Watkinson, J. (2009). *Will we ever take the environment seriously?*. Retrieve from: <http://myliberaldemocratpoliticalramblings.wordpress.com/2009/08/27/wced-1987-copenhagen-2009-will-we-ever-take-the-environment-seriously/>
- Wongsueb, W., Thiengkamol, N. & Thiengkamol C. (2015). Model of supportive environmental ethics integrated with environmental education for police. *EAU Heritage Journal: Science and Technology*, 9(3), 128-143.
- World Commission on Environment and Development (WCED). (1987). *Our common future*. Oxford: Oxford University Press.
- Yamane, T. (1973). *Statistics: An introductory analysis* (3rd ed.). Tokyo: Harper International.



ปัจจัยและพฤติกรรมการป้องกันภาวะแทรกซ้อนของผู้ป่วยโรคเบาหวานชนิดที่ 2
อำเภอบางกระทุ่ม จังหวัดพิษณุโลก:
การศึกษาเปรียบเทียบระหว่างผู้ป่วยที่มีและไม่มีภาวะแทรกซ้อน
**Factors and Preventive Behavior for Complication among Patients with
Type 2 Diabetes, Bangkrathum District, Phitsanulok Province:
Comparison between Patient with and without Complication**

สุทธิศรี บุญเรือง, ทศนีย์ ศีลารวรรณ, วิรัช กิตติพิชัย และทศนีย์ รวีวรกุล

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงวิเคราะห์แบบภาคตัดขวาง (cross-sectional analytical research) มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบปัจจัยและพฤติกรรมการป้องกันภาวะแทรกซ้อนระหว่างผู้ป่วยโรคเบาหวานชนิดที่ 2 ที่มีภาวะแทรกซ้อน 91 คน และไม่มีภาวะแทรกซ้อน 182 คน (อัตราส่วน 1:2) เก็บรวบรวมข้อมูลโดยสัมภาษณ์และรวบรวมข้อมูลจากเวชระเบียนผู้ป่วย วิเคราะห์ข้อมูลด้วยค่าร้อยละ พิสัย ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน การทดสอบไคสแควร์ (Chi-square) และการทดสอบที (t-test) พบว่า (1) กลุ่มมีภาวะแทรกซ้อนอัตราส่วนหญิง : ชาย เท่ากับ 3.8 : 1 อายุเฉลี่ย 63.6 ปี ไม่ได้ประกอบอาชีพร้อยละ 48.4 รายได้ครอบครัวเฉลี่ย 7,655.78 บาท/เดือน มีโรคความดันโลหิตสูงร่วมด้วยร้อยละ 89.2 ระยะเวลาเฉลี่ยของการเป็นโรคเบาหวาน 7.4 ปี พฤติกรรมการบริโภคดีพอใช้และเหมาะสมร้อยละ 93.4 การดูแลสุขภาพร่างกายควรปรับปรุงร้อยละ 78.0 และรับรู้เกี่ยวกับภาวะแทรกซ้อนระดับมากร้อยละ 95.6 (2) กลุ่มไม่มีภาวะแทรกซ้อนอัตราส่วนหญิง : ชาย เท่ากับ 2.6 : 1 อายุเฉลี่ย 58.6 ปี มีอาชีพเกษตรกรรมร้อยละ 34.1 รายได้ครอบครัวเฉลี่ย 9,939.47 บาท/เดือน มีโรคความดันโลหิตสูงร่วมด้วยร้อยละ 86.6 มีระยะเวลาเฉลี่ยของการเป็นโรคเบาหวาน 5.7 ปี พฤติกรรมการบริโภคดีพอใช้และเหมาะสมร้อยละ 94.5 การดูแลสุขภาพร่างกายควรปรับปรุงร้อยละ 78.6 รับรู้เกี่ยวกับภาวะแทรกซ้อนระดับมากร้อยละ 98.4 และ (3) ปัจจัยและพฤติกรรมการป้องกันภาวะแทรกซ้อนมีความแตกต่างกันระหว่างผู้ป่วยที่มีและไม่มีภาวะแทรกซ้อน ได้แก่ อายุ อาชีพ การมีโรคร่วมและระยะเวลาที่ป่วยเป็นโรคเบาหวาน ส่วนพฤติกรรมการป้องกัน และการรับรู้ ไม่แตกต่างกัน

คำสำคัญ: ผู้ป่วยโรคเบาหวานชนิดที่ 2, พฤติกรรมการป้องกัน, ภาวะแทรกซ้อน

Abstract

The Cross-sectional analytical research aimed to compare factors and preventive behavior from complications between patients with type 2 diabetes with and without complications who received care and treatment at Bangkrathum hospital, Phitsanulok province. Samples were 273 patients, 91 and 182 patients diabetes with and without complications,

respectively (ratio 1:2). Data were collected by interviews and from medical records and were analyzed using percentages, ranges, arithmetic means, standard deviations, chi-squared test and t-test. The results were summarized as follows: (1) among patients with complication, the ratio of females to males was 3.8:1, the average age was 63.6 years, 48.4 percent had no occupations, average household income was 7655.78 Baht/month, 89.2 percent had comorbidities with hypertension, the average duration of diabetes was 7.4 years and had perception towards complications at a high level 95.6 percent; (2) the patients without complications, the ratio of females to males was 2.6:1, average age was 58.6 years, 34.1 percent were farmers, average household income was 9939.47 Baht/month, had comorbidities with dyslipidemia 70.1 percent, average duration of diabetes was 5.7 years and had perception towards complications at a high level 98.4 percent; (3) the significantly associated factors and preventive behavior for complications were age, occupation, comorbidities, and duration of diabetes. The preventive behavior and perception toward complication were not significantly.

Keywords: patients with type 2 diabetes, preventive behavior, complication



ความนำ

โรคไม่ติดต่อเรื้อรังทวีความรุนแรงและมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง (International Diabetes Federation (IDF), 2011; World Health Organization (WHO), 2010, 2012) ส่งผลให้สูญเสียค่าใช้จ่ายในการรักษาโรคจำนวนมาก (WHO, 2011) จากรายงานขององค์การอนามัยโลก ปี พ.ศ. 2555 พบอัตราการเสียชีวิตจากโรคไม่ติดต่อเรื้อรังร้อยละ 63 (WHO, 2012) โดยวัยผู้ใหญ่ 1 ใน 10 เป็นผู้ป่วยด้วยโรคเบาหวาน รายงานจากสมาพันธ์เบาหวานนานาชาติพบว่า มีผู้เป็นเบาหวานทั่วโลกมากกว่า 371 ล้านคนและประมาณการณ์ในปี พ.ศ. 2573 จะมีจำนวนผู้ป่วยโรคเบาหวานทั่วโลกเพิ่มมากกว่า 552 ล้านคนและเสียชีวิตด้วยโรคเบาหวานประมาณ 4.8 ล้านคน (IDF, 2011, 2012) นอกจากนี้ ยังพบว่า มีผู้ที่เป็นโรคเบาหวานแต่ยังไม่ได้รับการวินิจฉัยโรคอีกประมาณ 183 ล้านคน สาเหตุของโรคเบาหวานอาจเนื่องมาจากวิถีชุมชนและวัฒนธรรมที่เปลี่ยนแปลงการดำเนินชีวิตที่เร่งรีบ พฤติกรรมการบริโภคอาหารและเครื่องดื่มที่เปลี่ยนแปลง การรับประทานผักผลไม้ไม่เพียงพอ (Ekachampaka, 2009, 2012) การรับประทานอาหารว่างระหว่างมื้อเพิ่มมากขึ้นและการออกกำลังกายลดลง (Ekachampaka, 2012) ซึ่งพฤติกรรมเหล่านี้ส่งผลให้เกิดความเสี่ยงต่อการป่วยด้วยโรคเบาหวานขึ้น (Bureau of Epidemiology, 2013) โดยเฉพาะในประเทศกำลังพัฒนา

ที่มีรายได้ประชากรเฉลี่ยต่ำถึงปานกลาง (WHO, 2011) ทั้งนี้ผู้ป่วยโรคเบาหวานต้องได้รับการรักษาอย่างต่อเนื่อง มีการปฏิบัติตัวที่ถูกต้องป้องกันพฤติกรรมเสี่ยงที่ก่อให้เกิดภาวะแทรกซ้อนที่ดวงตา ไต หลอดเลือดและหัวใจ และอาการบาดเจ็บหรือแผลที่เท้า ภาวะแทรกซ้อนจากโรคเบาหวานอาจก่อให้เกิดการสูญเสียอวัยวะร่างกายจนพิการ สูญเสียรายได้หรือเสียชีวิตได้ การป้องกันภาวะแทรกซ้อนจากโรคเบาหวานในผู้ป่วยจำเป็นต้องอาศัยการดูแลตนเองเป็นสำคัญรวมถึงการมีพฤติกรรมป้องกันภาวะแทรกซ้อนที่ถูกต้อง (Bhunthuwate, 2010) แบบแผนความเชื่อด้านสุขภาพ (Tunsakul, 2005) มีผลต่อพฤติกรรมการดูแลสุขภาพของผู้ป่วย (Kerdonfag, 2010) และแรงสนับสนุนทางสังคมก็ช่วยสนับสนุนให้ผู้ป่วยเกิดการดูแลสุขภาพดีขึ้น (Siripitayakunkit, 2010) ทั้งในการบริโภค การรักษาสมดุลทางอารมณ์ การออกกำลังกาย การรับประทานยา การดื่มสุรา การสูบบุหรี่ การดูแลสุขภาพร่างกาย และการพักผ่อน (Busarakumvadee, 2012)

จังหวัดพิษณุโลกเป็นจังหวัดหนึ่งที่พบว่า ผู้ป่วยโรคเบาหวานรายใหม่เพิ่มสูงมาก จากการสำรวจ ปี พ.ศ. 2555 จากจำนวนประชากรทั้งหมด 864,822 คน มีผู้ป่วยด้วยโรคเบาหวานจำนวน 49,229 คน อัตราป่วย 5,692.38 คนต่อแสนประชากร สูงกว่าระดับประเทศซึ่งพบอัตราป่วย 2,800.80 คนต่อแสนประชากร (Thongkhong, 2012) โดยพบ

ผู้มีภาวะแทรกซ้อนรวมทั้งหมด 3,803 ราย โดยแยกเป็น
แทรกซ้อนทางตา 350 ราย แทรกซ้อนทางสมอง 393 ราย
แทรกซ้อนทางไต 1,743 ราย แทรกซ้อนทางหัวใจ 938 ราย
และแทรกซ้อนทางเท้า 379 ราย จากรายงานประจำปีพบว่า
อำเภอบางกระทุ่มมีอัตราป่วยตายด้วยโรคแทรกซ้อนจาก
โรคเบาหวานสูงที่สุดในจังหวัดพิษณุโลกโดยในปี 2555
(รายงาน ณ 1 ตุลาคม 2556) พบว่าอำเภอบางกระทุ่มมีผู้ป่วย
โรคเบาหวาน 2,275 ราย มีภาวะแทรกซ้อนทั้งหมด 438 ราย
โดยแยกเป็นแทรกซ้อนทางตา 96 ราย แทรกซ้อนทางสมอง
59 ราย แทรกซ้อนทางไต 22 ราย แทรกซ้อนทางหัวใจ 12 ราย
และแทรกซ้อนทางเท้า 249 ราย จากการศึกษาวิถีชีวิต
กับการควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดของผู้ป่วยเบาหวาน
ชนิดที่ไม่พึ่งอินซูลิน ในศูนย์สุขภาพชุมชนอำเภอ
บางกระทุ่ม จังหวัดพิษณุโลก (Leowijek, 2004) พบว่า
ผู้ป่วยควบคุมระดับน้ำตาลได้ไม่ดีซึ่งพบในเกณฑ์สูง บริโภค
อาหารเกิน ขาดการออกกำลังกายเป็นที่มาของการวิจัยนี้
ที่มุ่งศึกษาเปรียบเทียบปัจจัยและพฤติกรรมการป้องกัน
ภาวะแทรกซ้อนของผู้ป่วยโรคเบาหวานชนิดที่ 2 ที่มีและ
ไม่มีภาวะแทรกซ้อนในอำเภอบางกระทุ่ม จังหวัดพิษณุโลก
โดยประยุกต์แนวคิดการดูแลผู้ป่วยโรคเบาหวาน (American
Diabetes Association, 2014) ร่วมกับแบบแผนความเชื่อ
ด้านสุขภาพ (Becker, Rosenstock, 1974; cited in Tunsakul,
2005) ในการกำหนดกรอบแนวคิดในการวิจัยนี้ผลการวิจัย
จะเป็นแนวทางในการรักษาและดูแลผู้ป่วยโรคเบาหวาน
ตลอดจนส่งเสริมพฤติกรรมที่ถูกต้อง เพื่อป้องกันภาวะ
แทรกซ้อนในผู้ป่วยโรคเบาหวานชนิดที่ 2 ต่อไป

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. วัตถุประสงค์ทั่วไป: เพื่อเปรียบเทียบปัจจัยและ
พฤติกรรมการป้องกันภาวะแทรกซ้อนระหว่างผู้ป่วยโรค
เบาหวานชนิดที่ 2 ที่มีและไม่มีภาวะแทรกซ้อนในอำเภอ
บางกระทุ่ม จังหวัดพิษณุโลก

2. วัตถุประสงค์เฉพาะ

2.1 เพื่อศึกษาภาวะสุขภาพ พฤติกรรมการ
ป้องกันภาวะแทรกซ้อน และการรับรู้เกี่ยวกับภาวะ
แทรกซ้อนของโรคเบาหวาน ของผู้ป่วยโรคเบาหวานชนิด
ที่ 2 ที่มีและไม่มีภาวะแทรกซ้อนในอำเภอบางกระทุ่ม
จังหวัดพิษณุโลก

2.2 เพื่อเปรียบเทียบระหว่างลักษณะประชากร
ภาวะสุขภาพ พฤติกรรมการป้องกันภาวะแทรกซ้อน และ
การรับรู้เกี่ยวกับภาวะแทรกซ้อนของโรคเบาหวาน ระหว่าง
ผู้ป่วยโรคเบาหวานชนิดที่ 2 ที่มีและไม่มีภาวะแทรกซ้อน
ในอำเภอบางกระทุ่ม จังหวัดพิษณุโลก

แนวคิดทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

การดูแลผู้ป่วยโรคเบาหวาน (American Diabetes
Association, 2014) แนะนำให้ผู้ป่วยโรคเบาหวานดูแล
สุขภาพของตนเองและเข้ารับการตรวจสุขภาพร่างกาย
เพื่อป้องกันภาวะแทรกซ้อนที่จะเกิดร่วมกับโรคเบาหวาน
ให้มีการควบคุม HbA1C 5.7-6.4% ออกกำลังกายอย่างน้อย
150 นาที/ สัปดาห์ ในกิจกรรมที่ปานกลาง ควบคุม
และกำกับการระดับน้ำตาลให้คงที่ และคัดกรองภาวะ
แทรกซ้อนอื่น ๆ ที่อาจจะเกิดขึ้น

จิราพร เดชมา และคณะ (Deakma, et al., 2013)
ศึกษาปัจจัยการทำนายภาวะแทรกซ้อนของโรคเบาหวาน
ชนิดที่ 2 ในชุมชนภายใต้ทฤษฎีของคิง พบว่าความเครียด
มีความสัมพันธ์กับภาวะแทรกซ้อนทางระบบประสาท
และแผลที่เท้าได้

แบบแผนความเชื่อด้านสุขภาพ (Rosenstock,
1974; cited in Tunsakul, 2005) ใช้อธิบายและทำนาย
พฤติกรรมการปฏิบัติตัวเพื่อป้องกันโรคและพฤติกรรม
การปฏิบัติตัวของผู้ป่วยการรับรู้ของบุคคลและแรงจูงใจ
การที่บุคคลจะมีพฤติกรรมหลีกเลี่ยงจากการเป็นโรคจะต้อง
มีความเชื่อหรือรับรู้ว่ามีโอกาสเสี่ยงต่อการเป็นโรค
โรคนั้นมีความรุนแรงและมีผลกระทบต่อการดำรงชีวิต
และการปฏิบัตินั้นจะเกิดผลดีในการลดโอกาสเสี่ยงต่อ
การเป็นโรค หรือช่วยลดความรุนแรงของโรคโดยไม่มี
อุปสรรคมาขัดขวางการปฏิบัติ เช่น ค่าใช้จ่าย ความสะดวก
ความเจ็บป่วย และความอาย

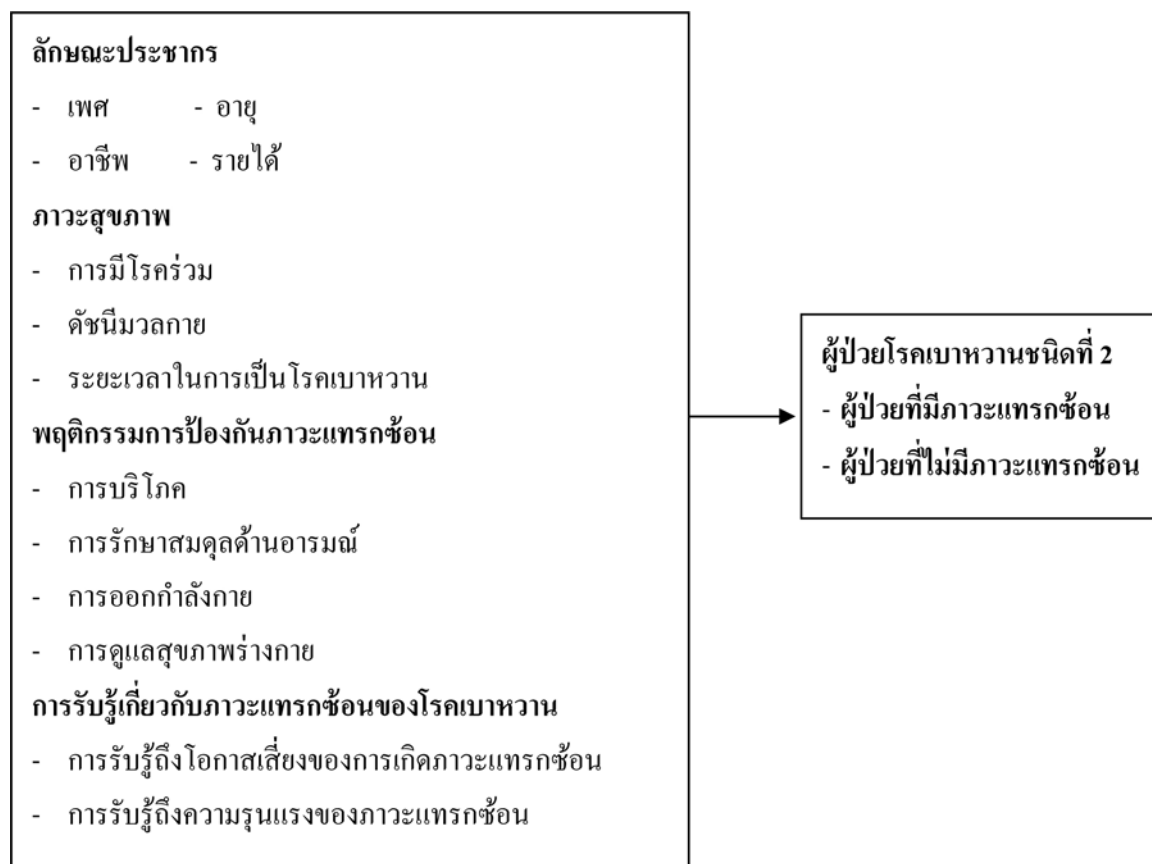
Becker (Becker, 1974; cited in Tunsakul, 2005)
การรับรู้ต่อโอกาสเสี่ยงของการเป็นโรค (Perceived
susceptibility) หมายถึง ความเชื่อหรือการคะเนว่าตน
มีโอกาสร้อยเสี่ยงต่อการเป็นโรคหรือปัญหาสุขภาพนั้นมากน้อย
เพียงใด และถ้าเป็นการรับรู้ของผู้ป่วยจะหมายถึงความเชื่อ
ต่อความถูกต้องของการวินิจฉัยโรคของแพทย์การคาดคะเน

ถึงโอกาสการเกิดโรคซ้ำและความรู้สึของผู้ป่วยว่าตนเอง
ง่ายต่อการเป็นโรคต่างๆ และการรับรู้ความรุนแรงของโรค
(perceived severity) หมายถึง ความเชื่อที่บุคคลเป็น
ผู้ประเมินเองในด้านความรุนแรงของโรคที่มีต่อร่างกาย
การก่อให้เกิดพิการเสียชีวิต ความยากลำบากและการต้องใช้
ระยะเวลานานในการรักษาการโรคแทรกซ้อน หรือมี
ผลกระทบต่อบทบาททางสังคมของตนเอง ซึ่งการรับรู้
ความรุนแรงของโรคที่กล่าวถึง อาจมีความแตกต่างจาก
ความรุนแรงของโรคที่แพทย์เป็นผู้ประเมิน

พิจิตรา ทูลมลา (Thoolmala, 2008) ที่พบว่า
การรับรู้ถึงความรุนแรงของภาวะแทรกซ้อนโรคเบาหวาน
มีความสัมพันธ์กับพฤติกรรม的自我ดูแลตนเองเพื่อป้องกัน
ภาวะแทรกซ้อนทางไตของผู้ป่วยโรคเบาหวานใน
โรงพยาบาลราชวิถี

กรอบแนวคิดการวิจัย

การวิจัยนี้ประยุกต์แนวคิดการดูแลผู้ป่วยโรค
เบาหวาน (American Diabetes Association, 2014) ร่วมกับ
แบบแผนความเชื่อด้านสุขภาพ (Becker, Rosenstock,
1974; cited in Tunsakul, 2005) กำหนดกรอบแนวคิด
เป็นเกณฑ์กำหนดในการดูแลผู้ป่วยโรคเบาหวานชนิดที่ 2
และเปรียบเทียบการดูแลตนเองเพื่อการป้องกันภาวะ
แทรกซ้อน ลักษณะทางประชากร ภาวะสุขภาพ พฤติกรรม
การป้องกันภาวะแทรกซ้อน และการรับรู้เกี่ยวกับภาวะ
แทรกซ้อน ซึ่งเป็นปัจจัยที่มีผลต่อพฤติกรรมปฏิบัติตัว
ของผู้ป่วยโรคเบาหวานชนิดที่ 2



สมมติฐานการวิจัย

1. ลักษณะประชากร ได้แก่ เพศ อายุ อาชีพ และ
รายได้ มีความแตกต่างกันระหว่างผู้ป่วยโรคเบาหวานชนิด
ที่ 2 ที่มีและไม่มีภาวะแทรกซ้อนในอำเภอบางกระพุ่ม

จังหวัดพิษณุโลก

2. ภาวะสุขภาพ ได้แก่ ประวัติโรคประจำตัวร่วม
ดัชนีมวลกาย และระยะเวลาในการเป็นโรคเบาหวาน
มีความแตกต่างกันระหว่างผู้ป่วยโรคเบาหวานชนิดที่ 2

ที่มีและไม่มีภาวะแทรกซ้อนในอำเภอบางกระทุ่ม จังหวัดพิษณุโลก

3. พฤติกรรมการป้องกันภาวะแทรกซ้อน ได้แก่ การบริโภค การรักษาสวมชุดด้านอารมณ์ การออกกำลังกาย และการดูแลสุขภาพร่างกาย มีความแตกต่างกันระหว่างผู้ป่วยโรคเบาหวานชนิดที่ 2 ที่มีและไม่มีภาวะแทรกซ้อนในอำเภอบางกระทุ่ม จังหวัดพิษณุโลก

4. การรับรู้เกี่ยวกับภาวะแทรกซ้อนของโรคเบาหวาน ได้แก่ การรับรู้ถึงโอกาสเสี่ยงต่อโรคแทรกซ้อน และการรับรู้ถึงความรุนแรงของโรคแทรกซ้อน มีความแตกต่างกันระหว่างผู้ป่วยโรคเบาหวานชนิดที่ 2 ที่มีและไม่มีภาวะแทรกซ้อนในอำเภอบางกระทุ่ม จังหวัดพิษณุโลก

วิธีการดำเนินการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงวิเคราะห์แบบภาคตัดขวาง (cross-sectional analytical research) ศึกษาในผู้ป่วยโรคเบาหวานชนิดที่ 2 ที่มีและไม่มีภาวะแทรกซ้อนในอำเภอบางกระทุ่ม จังหวัดพิษณุโลก การเก็บข้อมูลใช้แบบสัมภาษณ์และรวบรวมข้อมูลจากเวชระเบียนผู้ป่วยการวิจัยนี้ได้รับเอกสารรับรองจากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์คณะสาธารณสุขศาสตร์มหาวิทยาลัยมหิดล เอกสารรับรองเลขที่ MUPH 2014-133

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง ประชากรเป็นผู้ป่วยโรคเบาหวานชนิดที่ 2 อำเภอบางกระทุ่ม จังหวัดพิษณุโลก โดยกลุ่มตัวอย่างเป็นผู้ป่วยโรคเบาหวานชนิดที่ 2 ที่มีและไม่มีภาวะแทรกซ้อนที่เข้ารับบริการในคลินิกเบาหวาน โรงพยาบาลบางกระทุ่ม จังหวัดพิษณุโลก กำหนดขนาดตัวอย่างด้วยสูตรการคำนวณขนาดตัวอย่าง (Thamlikitkul, 2006) จากการคำนวณได้กลุ่มตัวอย่างกลุ่มละ 66 คน การวิจัยนี้มีตัวแปรที่ศึกษาหลายตัวจึงปรับขนาดตัวอย่างเพิ่มขึ้นและเพื่อให้เกิดความชัดเจนของตัวแปรที่ศึกษา จึงได้กำหนดอัตราส่วนกลุ่มที่มีและไม่มีภาวะแทรกซ้อนเป็น 1:2 ดังนั้นจะได้ขนาดตัวอย่างกลุ่มมีภาวะแทรกซ้อน 91 คน และกลุ่มไม่มีภาวะแทรกซ้อน 182 คน จากนั้นสุ่มตัวอย่างผู้ป่วยแต่ละกลุ่มโดยใช้การสุ่มตัวอย่างแบบมีระบบ (systematic sampling) ตามลำดับการลงทะเบียนรับบริการ

มีเกณฑ์การคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างเข้าศึกษา มีดังนี้

1. เป็นผู้ป่วยโรคเบาหวานที่มีอายุ 35 ปีขึ้นไป สามารถสื่อสารภาษาไทยได้ ไม่มีปัญหาในการฟัง และได้รับการวินิจฉัยจากแพทย์ว่าเป็นโรคเบาหวานชนิดที่ 2 ที่มีภาวะแทรกซ้อนหรือไม่มีภาวะแทรกซ้อนที่เข้ารับบริการในโรงพยาบาลบางกระทุ่ม

2. เป็นผู้ยินดีและสมัครใจเข้าร่วมในการศึกษาครั้งนี้และเป็นผู้ที่ได้รับการบอกกล่าวรายละเอียดการวิจัย และลงนามในหนังสือยินยอมคนให้ทำการวิจัย

เกณฑ์การคัดผู้ยินยอมคนให้ออกจากโครงการ คือ ผู้ป่วยโรคเบาหวานที่มีอาการจากโรคแทรกซ้อนขั้นรุนแรง ไม่สามารถให้ข้อมูลในช่วงเวลาที่เก็บข้อมูลได้

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือในการวิจัยคือ แบบรวบรวมข้อมูลจากเวชระเบียนและแบบสัมภาษณ์โดยแบบสัมภาษณ์แบ่งออกเป็น 3 ส่วน ประกอบด้วย (1) ลักษณะประชากรและภาวะสุขภาพ ได้แก่ เพศ อายุ อาชีพ รายได้ โรคประจำตัวร่วม ดัชนีมวลกาย และระยะเวลาในการเป็นโรคเบาหวาน จำนวน 8 ข้อ ให้เลือกตอบ และตอบคำถามสั้น ๆ (2) พฤติกรรมการป้องกันภาวะแทรกซ้อน ได้แก่ การบริโภค การรักษาสวมชุดด้านอารมณ์ การออกกำลังกาย และการดูแลสุขภาพร่างกาย มีลักษณะคำถามเป็นมาตราประเมินค่า 5 ระดับ ตั้งแต่ ปฏิบัติเป็นประจำ (5 คะแนน) จนถึงไม่เคยปฏิบัติ (1 คะแนน) จำนวน 13 ข้อ 6 ข้อ 3 ข้อ และ 7 ข้อ ตามลำดับ โดยการแปลผลดังนี้ พอใช้และเหมาะสมตั้งแต่ ร้อยละ 60 ขึ้นไป ควรปรับปรุงน้อยกว่าร้อยละ 60 (3) การรับรู้เกี่ยวกับภาวะแทรกซ้อนของโรคเบาหวาน ได้แก่ การรับรู้ถึงโอกาสเสี่ยงของการเกิดภาวะแทรกซ้อน และการรับรู้ถึงความรุนแรงของภาวะแทรกซ้อน มีลักษณะเป็นมาตราประเมินค่า 3 ระดับ ได้แก่ เห็นด้วย (3 คะแนน) ไม่แน่ใจ (2 คะแนน) และไม่เห็นด้วย (1 คะแนน) จำนวน 8 และ 5 ข้อ โดยการแปลผลการรับรู้มาตั้งแต่ร้อยละ 80 ขึ้นไป และรับรู้ไม่น้อยกว่าร้อยละ 80 ตามลำดับเครื่องมือการวิจัยได้รับการตรวจสอบคุณภาพเนื้อหาจากผู้ทรงคุณวุฒิ 5 ท่านและนำแบบสอบถามไปทดลองใช้กับกลุ่มที่มีลักษณะคล้ายกลุ่มตัวอย่างในการศึกษา 30 คน เพื่อตรวจสอบความเข้าใจข้อคำถามและหาคำความเชื่อมั่นโดยที่ค่าเชื่อมั่น

(reliability) ของพฤติกรรมการป้องกันภาวะแทรกซ้อน การรับรู้เกี่ยวกับภาวะแทรกซ้อนของโรคเบาหวานเท่ากับ 0.72, 0.70 ตามลำดับ

การเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้โดยดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

1. เมื่อได้หนังสือรับรองจริยธรรมวิจัยในมนุษย์ ผู้วิจัยได้นำหนังสือแนะนำตัวส่งให้โรงพยาบาลบางกระพุ่ม เพื่อชี้แจงวัตถุประสงค์และรายละเอียดของการเก็บข้อมูล พร้อมทั้งขอความอนุเคราะห์ในการเก็บข้อมูลและประสานงานกับกลุ่มตัวอย่างในคลินิกโรคเบาหวานเรื้อรังของโรงพยาบาลบางกระพุ่ม อำเภอบางกระพุ่ม จังหวัดพิษณุโลก

2. การเก็บข้อมูล ผู้วิจัยเข้าแนะนำตัวก่อนการสัมภาษณ์และแจ้งวัตถุประสงค์วิธีการและตอบข้อข้องใจต่าง ๆ รวมถึงประโยชน์และสิ่งที่อาจเกิดขึ้นของการวิจัย ให้กลุ่มตัวอย่างที่ยินดีและสมัครด้วยตนเอง โดยอธิบายคำถามและคำตอบแต่ละขั้นตอนอย่างละเอียด เก็บข้อมูลโดยใช้แบบสัมภาษณ์

3. ดำเนินการสัมภาษณ์กลุ่มตัวอย่างจนได้ข้อมูล

ครบตามที่กำหนดพร้อมตรวจสอบความสมบูรณ์ของแบบสัมภาษณ์และรวบรวมข้อมูลจากเวชระเบียนจากนั้นนำข้อมูลที่ได้มารวบรวมเพื่อวิเคราะห์ข้อมูลตามวิธีการทางสถิติ

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปสถิติที่ใช้ประกอบด้วยสถิติเชิงพรรณนา ได้แก่ ร้อยละ พิสัย ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและสถิติเชิงอนุมาน ได้แก่ การทดสอบไคสแควร์ (Chi-square) และการทดสอบที (t-test) โดยกำหนดระดับนัยสำคัญทางสถิติที่น้อยกว่า 0.05

ผลการวิจัย

1. ลักษณะประชากรกลุ่มมีภาวะแทรกซ้อนส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง อัตราส่วนหญิง:ชาย เท่ากับ 3.8:1 ส่วนอายุเฉลี่ย 63.6 ปี ไม่ได้ประกอบอาชีพร้อยละ 48.4 มีรายได้ครอบครัวเฉลี่ย 7,655.78 บาท/เดือน กลุ่มไม่มีภาวะแทรกซ้อนอัตราส่วนหญิง : ชาย เท่ากับ 2.6:1 อายุเฉลี่ย 58.6 ปี มีอาชีพเกษตรกรร้อยละ 34.1 มีรายได้ครอบครัวเฉลี่ยที่ 9,939.47 บาท/ เดือน(ตาราง 1)

ตาราง 1

ลักษณะประชากรของผู้ป่วยโรคเบาหวานชนิดที่ 2 เปรียบเทียบระหว่างผู้ป่วยที่มีและไม่มีภาวะแทรกซ้อน

ลักษณะประชากร	กลุ่มมีภาวะ แทรกซ้อน (n=91)		กลุ่มไม่มีภาวะ แทรกซ้อน (n=182)		p-value
	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ	
เพศ					0.301
หญิง	72	79.1	132	72.5	
ชาย	19	20.9	50	27.5	
อายุ (ปี)					0.001*
>70	27	29.7	32	17.6	
60 - 69	35	38.5	72	39.6	
50 - 59	21	23.0	72	39.6	
<50	8	8.8	33	18.1	
อาชีพ					0.011*
ไม่ได้ทำงาน/พ่อบ้าน/แม่บ้าน	44	48.4	56	30.8	
กิจการส่วนตัว/ค้าขาย/รับจ้าง/ข้าราชการ/รัฐวิสาหกิจ	28	30.8	64	35.2	

ลักษณะประชากร	กลุ่มมีภาวะ		กลุ่มไม่มีภาวะ		p-value
	แทรกซ้อน (n=91)		แทรกซ้อน (n=182)		
	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ	
เกษตรกร	19	20.9	62	34.1	0.054
รายได้ (บาท/เดือน)					
<5,000	43	47.3	64	35.2	
≥5,000	48	52.7	118	64.8	

2. ภาวะสุขภาพกลุ่มมีภาวะแทรกซ้อนมีโรคร่วมร้อยละ 91.2 โดยมีโรคความดันโลหิตสูงร้อยละ 89.2 ดัชนีมวลกายอยู่ในเกณฑ์น้ำหนักเกิน ร้อยละ 56.0 และระยะเวลาเฉลี่ยของการเป็นโรคเบาหวาน 7.4 ปี กลุ่มไม่มีภาวะแทรกซ้อนมีโรคร่วมร้อยละ 86.3 โดยมีโรคความดันโลหิตสูงร้อยละ 86.6 ดัชนีมวลกายอยู่ในเกณฑ์น้ำหนักเกิน ร้อยละ 51.1 และระยะเวลาเฉลี่ยของการเป็นโรคเบาหวาน 5.7 ปี (ตาราง 2)

3. พฤติกรรมการป้องกันภาวะแทรกซ้อนของโรคเบาหวาน พบว่ากลุ่มมีภาวะแทรกซ้อนมีการบริโภคอาหาร

และเครื่องดื่มในระดับที่พอใช้และเหมาะสมร้อยละ 93.4 มีการรักษาสมดุลด้านอารมณ์ในระดับพอใช้และเหมาะสมร้อยละ 50.5 มีออกกำลังกายอยู่ในระดับที่พอใช้และเหมาะสมร้อยละ 52.7 มีการดูแลสุขภาพทางร่างกายในระดับควรปรับปรุงร้อยละ 78.0 ส่วนกลุ่มไม่มีภาวะแทรกซ้อนมีการบริโภคอาหารและเครื่องดื่มในระดับที่พอใช้และเหมาะสมร้อยละ 94.5 มีการรักษาสมดุลด้านอารมณ์ในระดับที่ควรปรับปรุงร้อยละ 57.7 มีออกกำลังกายในระดับที่พอใช้และเหมาะสมร้อยละ 51.6 มีการดูแลสุขภาพทางร่างกายในระดับควรปรับปรุงร้อยละ 78.6 (ตาราง 3)

ตาราง 2

ภาวะสุขภาพของผู้ป่วยโรคเบาหวานชนิดที่ 2 เปรียบเทียบระหว่างผู้ป่วยที่มีและไม่มีภาวะแทรกซ้อน

ภาวะสุขภาพ	กลุ่มมีภาวะแทรกซ้อน (n=91)		กลุ่มไม่มีภาวะแทรกซ้อน (n=182)		p-value
	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ	
โรคประจำตัวรวม					0.325
มี	83	91.2	157	86.3	
ไม่มี	8	8.8	25	13.7	
ความดันโลหิตสูง					0.683
มี	74	89.2	136	86.6	
ไม่มี	9	10.8	21	13.4	
ไขมันในเลือดสูง					0.467
มี	54	65.1	110	70.1	
ไม่มี	29	34.9	47	29.9	
หัวใจและหลอดเลือด					0.001*
มี	12	14.5	4	2.5	
ไม่มี	71	85.5	153	97.5	
โรคตับ					0.687
มี	1	1.2	3	1.9	
ไม่มี	82	98.8	154	98.1	

ภาวะสุขภาพ	กลุ่มมีภาวะแทรกซ้อน (n=91)		กลุ่มไม่มีภาวะแทรกซ้อน (n=182)		p-value
	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ	
โรคกระดูก					0.645
มี	1	1.2	1	0.6	
ไม่มี	82	98.8	156	99.4	
ดัชนีมวลกาย (kg/m ²)					0.925
น้ำหนักเกิน (≥ 23)	64	70.3	129	70.9	
ผอม/ปกติ (≤ 22.99)	27	29.7	53	29.1	
ระยะเวลาป่วยเป็นเบาหวาน (ปี)					0.003*
> 10	18	19.8	18	9.9	
5- 10	53	58.2	89	48.9	
< 5	20	22.0	75	41.2	

* มีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05)

ตาราง 3

พฤติกรรมการป้องกันภาวะแทรกซ้อนของผู้ป่วยโรคเบาหวานชนิดที่ 2 เปรียบเทียบระหว่างผู้ป่วยที่มีและไม่มีภาวะแทรกซ้อน

พฤติกรรมการป้องกันภาวะแทรกซ้อน	กลุ่มมีภาวะแทรกซ้อน (n=91)		กลุ่มไม่มีภาวะแทรกซ้อน (n=182)		p-value
	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ	
การบริโภค					0.716
ควรปรับปรุง	6	6.6	10	5.5	
พอใช้และเหมาะสม	85	93.4	172	94.5	
การรักษาสมดุลด้านอารมณ์					0.198
ควรปรับปรุง	45	49.5	105	57.7	
พอใช้และเหมาะสม	46	50.5	77	42.3	
การออกกำลังกาย					0.864
ควรปรับปรุง	43	47.3	88	48.4	
พอใช้และเหมาะสม	48	52.7	94	51.6	
การดูแลสุขภาพร่างกาย					0.917
ควรปรับปรุง	71	78.0	143	78.6	
พอใช้และเหมาะสม	20	22.0	39	21.4	

4. การรับรู้เกี่ยวกับภาวะแทรกซ้อนของโรคเบาหวานในรอบ 3 เดือนที่ผ่านมาพบว่ากลุ่มมีภาวะแทรกซ้อนมีการรับรู้เกี่ยวกับภาวะแทรกซ้อนภาพรวมในระดับมากร้อยละ 95.6 โดยมีการรับรู้ความเสี่ยงต่อภาวะแทรกซ้อนมากร้อยละ 95.6 มีมีการรับรู้ความรุนแรง

ต่อภาวะแทรกซ้อนมากร้อยละ 92.3 ส่วนกลุ่มไม่มีภาวะแทรกซ้อนมีการรับรู้เกี่ยวกับภาวะแทรกซ้อนภาพรวมในระดับมากร้อยละ 98 โดยมีการรับรู้ความเสี่ยงต่อภาวะแทรกซ้อนมากร้อยละ 94.0 มีการรับรู้ความรุนแรงต่อภาวะแทรกซ้อนมากร้อยละ 94.5 (ตาราง 4)

5. การเปรียบเทียบปัจจัยและพฤติกรรมการป้องกันภาวะแทรกซ้อน ระหว่างผู้ป่วยที่มีและไม่มีภาวะแทรกซ้อน พบว่าปัจจัยและพฤติกรรมการป้องกันภาวะแทรกซ้อน ที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างผู้ป่วยที่มีและไม่มีภาวะแทรกซ้อนของผู้ป่วยโรคเบาหวานชนิดที่ 2 ได้แก่ อายุ ($p<0.001$) อาชีพ ($p=0.003$) การมีโรคร่วม ($p=0.002$) และระยะเวลาที่ป่วยเป็นโรค

เบาหวาน ($p=0.001$) โดยกลุ่มผู้ป่วยโรคเบาหวานที่มีภาวะแทรกซ้อนมีอายุเฉลี่ยมากกว่ากลุ่มผู้ป่วยโรคเบาหวานที่ไม่มีภาวะแทรกซ้อน ไม่ได้ประกอบอาชีพหรือเป็นพ่อบ้านหรือแม่บ้าน ซึ่งมีโรคร่วมที่เป็นโรคหัวใจและหลอดเลือดร่วมด้วยมากกว่ากลุ่มผู้ป่วยที่ไม่มีภาวะแทรกซ้อน และระยะเวลาป่วยเป็นโรคเบาหวานเฉลี่ยพบมากกว่ากลุ่มผู้ป่วยโรคเบาหวานที่ไม่มีภาวะแทรกซ้อน (ตาราง 5)

ตาราง 4

การรับรู้เกี่ยวกับการป้องกันภาวะแทรกซ้อนของผู้ป่วยโรคเบาหวานชนิดที่ 2 เปรียบเทียบระหว่างผู้ป่วยที่มีและไม่มีภาวะแทรกซ้อน

การรับรู้เกี่ยวกับภาวะแทรกซ้อน	กลุ่มมีภาวะแทรกซ้อน (n=91)		กลุ่มไม่มีภาวะแทรกซ้อน (n=182)		p-value
	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ	
การรับรู้เกี่ยวกับภาวะแทรกซ้อนของโรคเบาหวาน					
การรับรู้ความเสี่ยง					0.573
มาก	87	95.6	171	94.0	
น้อย	4	4.4	11	11.0	
การรับรู้ความรุนแรง					0.479
มาก	84	92.3	172	94.5	
น้อย	7	7.7	10	5.5	

ตาราง 5

การวิเคราะห์ความแตกต่างค่าเฉลี่ยตามปัจจัยและพฤติกรรมป้องกันของผู้ป่วยโรคเบาหวานชนิดที่ 2 ระหว่างผู้ป่วยที่มีและไม่มีภาวะแทรกซ้อน

ปัจจัยและพฤติกรรมป้องกัน	กลุ่มมีภาวะแทรกซ้อน (n=91)	กลุ่มไม่มีภาวะแทรกซ้อน (n=182)	p-value
	Mean±S.D.	Mean±S.D.	
อายุ (ปี)	63.63±10.79	58.63±10.06	<0.001*
อาชีพ	1.73±0.79	2.03±0.80	0.003*
ระยะเวลาในการเป็นโรคเบาหวาน (ปี)	7.42±4.25	5.74±4.53	0.001*
การบริโภค (คะแนน)	39.54±4.96	38.69±4.73	0.717
การรักษาสมดุลด้านอารมณ์ (คะแนน)	14.07±6.37	13.49±5.93	0.198
การออกกำลังกาย (คะแนน)	5.96±3.07	6.16±3.10	0.865
การดูแลสุขภาพร่างกาย (คะแนน)	6.38±2.43	6.40±2.61	0.918
การรับรู้ถึงโอกาสเสี่ยงของการเกิดภาวะแทรกซ้อน (คะแนน)	14.15±1.44	14.29±1.34	0.575
การรับรู้ถึงความรุนแรงของภาวะแทรกซ้อน (คะแนน)	22.09±1.96	22.39±1.92	0.481

* มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

การอภิปรายผล

ลักษณะประชากรเมื่อเปรียบเทียบระหว่างผู้ป่วยโรคเบาหวานที่มีและไม่มีภาวะแทรกซ้อนพบว่าอายุและอาชีพมีความแตกต่างกันระหว่างผู้ป่วยที่มีและไม่มีภาวะแทรกซ้อนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยกลุ่มที่มีภาวะแทรกซ้อนพบมากในสูงอายุ ส่วนกลุ่มที่ไม่มีภาวะแทรกซ้อนพบมากในอายุน้อยกว่าสอดคล้องกับงานวิจัยของ จิราพร เชมมาและคณะ (Deakma, et al., 2013) และงานวิจัยของ Nehring, et al. (Nehring, et al., 2014) ที่พบความสัมพันธ์ของอายุกับการเกิดภาวะแทรกซ้อนของผู้ป่วยโรคเบาหวาน ซึ่งน่าจะเนื่องมาจากการเมื่ออายุสูงขึ้นส่งผลให้สภาพของร่างกาย การเสื่อมของเซลล์และเนื้อเยื่อต่าง ๆ ความคงทนต่อสภาพแวดล้อมลดลงส่วนอาชีพพบว่าในกลุ่มผู้ป่วยที่มีภาวะแทรกซ้อนส่วนใหญ่ไม่ได้ทำงาน/พ่อบ้าน/แม่บ้านหรือใช้พลังงานทางกายน้อย ส่วนในกลุ่มผู้ป่วยที่ไม่มีภาวะแทรกซ้อนส่วนใหญ่มีอาชีพกิจการส่วนตัว/ค้าขาย/รับจ้างข้าราชการ/รัฐวิสาหกิจ หรือใช้พลังงานทางกายปานกลางทั้งนี้อาจจะเนื่องมาจากการทำงานหรือการเคลื่อนไหวร่างกายมาก ๆ หรือบ่อยอย่างต่อเนื่องโดยเฉพาะงานที่ต้องใช้พลังกำลังสูงจะช่วยให้เผาผลาญพลังงานส่วนเกินได้ดีจะมีอัตราการเผาผลาญของร่างกายสูงและมีการนำน้ำตาลไปยังเนื้อเยื่อได้ดีกว่าคนที่ทำงานแบบใช้พลังงานทางกายปานกลางและต่ำ มักจะทำให้ร่างกายเก็บสะสมพลังงานส่วนเกินในร่างกายเพื่อปรับความสมดุลในใช้พลังงาน ส่วน เพศ และรายได้พบว่าไม่มีความแตกต่างระหว่างผู้ป่วยที่มีและไม่มีภาวะแทรกซ้อนสอดคล้องกับงานวิจัยของแอนน์จิระพงษ์สุวรรณ และคณะ (Jirapongsuwan, et al., 2011) ทั้งนี้ อาจเนื่องมาจากผู้ป่วยซึ่งเป็นกลุ่มตัวอย่างในการวิจัยนี้ เพศ และรายได้ที่ไม่แตกต่างกันต่างก็อาศัยในพื้นที่ที่มีบริบทคล้ายคลึงกัน รับรู้ข่าวสารในการป้องกันโรคใกล้เคียงกัน มีพฤติกรรมในการป้องกันภาวะแทรกซ้อน และการบริการทางการแพทย์ในปัจจุบันส่งเสริมการเรียนรู้ในกลุ่มผู้ป่วยโรคเบาหวานทุกคนทั้งในกลุ่มที่มีและไม่มีภาวะแทรกซ้อนให้ปฏิบัติตัวที่ถูกต้อง ดังนั้นจึงอาจส่งผลให้ปัจจัยดังกล่าวไม่แตกต่างกัน

ภาวะสุขภาพ เมื่อเปรียบเทียบระหว่างผู้ป่วยโรคเบาหวานที่มีและไม่มีภาวะแทรกซ้อน พบว่า การมีโรคร่วม

ของโรคหัวใจและหลอดเลือด และระยะเวลาการป่วยเป็นโรคเบาหวาน มีความแตกต่างกันระหว่างผู้ป่วยที่มีและไม่มีภาวะแทรกซ้อนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยพบว่ากลุ่มที่มีภาวะแทรกซ้อนมีโรคหัวใจและหลอดเลือดมากกว่ากลุ่มที่ไม่มีภาวะแทรกซ้อน 5.8 เท่า และระยะเวลาการป่วยเป็นโรคเบาหวานในกลุ่มผู้ป่วยที่มีภาวะแทรกซ้อนมากกว่ากลุ่มที่ไม่มีภาวะแทรกซ้อน ทั้งนี้ อาจจะเนื่องมาจากการมีโรคหัวใจและหลอดเลือดร่วม มักจะพบในผู้ป่วยที่มีโรคความดันโลหิตสูงและไขมันในเลือดสูง ทำให้โครงสร้างของหลอดเลือดเปลี่ยนแปลงไป การมีพฤติกรรมบริโภคอาหารและเครื่องดื่มปริมาณมาก การขาดการออกกำลังกาย กิจกรรมทางกายที่เคลื่อนไหวน้อย ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ อริย์รัชชัยมอดมสุข และคณะ (Eiamudomsuk, et al., 2014) และงานวิจัยของ Ana Valeria, et al. (Ana Valeria B. Castro, et al., 2014) ที่พบว่าภาวะอ้วนมีผลต่อการเผาผลาญของกลูโคสและการต้านทานอินซูลินทำให้การควบคุมระดับน้ำตาลยากขึ้นในคนที่ภาวะอ้วน สอดคล้องกับงานวิจัยของ Cynthia และคณะ (Cynthia, et al., 2013) ที่พบว่า การมีโรคร่วมความดันโลหิต ไขมันในเลือดสูง โรคเบาหวาน มีความเสี่ยงทำให้เกิดโรคหัวใจและหลอดเลือดเพิ่มขึ้น งานวิจัยของ Wens, et al. (Wens, et al., 2013) ที่พบว่า การเกิดโรคหัวใจและหลอดเลือดที่มีผลจากการเผาผลาญไขมันที่ผิดปกติจะเพิ่มความเสี่ยงมากขึ้นหากพบโรคเบาหวานชนิดที่ 2 รวมด้วย ผู้ป่วยโรคเบาหวานที่มีระยะเวลาป่วยมากกว่า 5 ปี มีโอกาสเสี่ยงต่อการเกิดภาวะแทรกซ้อนของโรคเบาหวานเพิ่มมากขึ้นสอดคล้องกับงานวิจัยของอนุพนธ์ สมภพสกุลและคณะ (Sompopsakun, et al., 2012) ที่พบว่าระยะเวลาป่วยด้วยโรคเบาหวานมีความสัมพันธ์กับภาวะเบาหวานขึ้นจอประสาทตาในผู้ป่วยโรคเบาหวาน โรงพยาบาลสงขลา ($p < 0.001$) ในขณะที่โรคประจำตัวรวมอื่น ๆ ได้แก่ โรคความดันโลหิตสูง โรคตับ ไขมันสูง ไทรอยด์ โรคกระดูกไม่มีความแตกต่างกันระหว่างผู้ป่วยที่มีและไม่มีภาวะแทรกซ้อนของผู้ป่วยโรคเบาหวาน ($p > 0.05$)

พฤติกรรมในการป้องกันภาวะแทรกซ้อนเมื่อเปรียบเทียบระหว่างผู้ป่วยโรคเบาหวานที่มีและไม่มีภาวะแทรกซ้อน พบว่าการบริโภคอาหาร การรักษามูลค่าด้านอารมณ์การออกกำลังกายการดูแลสุขภาพไม่มีความแตกต่างระหว่างผู้ป่วยที่มีและไม่มีภาวะแทรกซ้อนอาจจะเนื่อง

มาจากผู้ป่วยในปัจจุบันมีช่องทางของการสื่อสารที่ให้ความรู้ด้านสุขภาพเพิ่มขึ้น มีการรณรงค์การดูแลและรักษาสุขภาพมากขึ้น ส่งเสริมการออกกำลังกายมากขึ้น และการรับบริการแต่ละครั้งมีการแนะนำถึงวิธีปฏิบัติตัวที่ถูกต้องสอดคล้องกับงานวิจัยของผุสดี ด้านกุล และคณะ (Dankhun, et al., 2011) ที่พบว่าด้านการรับประทานอาหาร การออกกำลังกาย และการดูแลสุขภาพทั่วไปไม่มีความสัมพันธ์กับการควบคุมระดับน้ำตาลในเลือด ($p>0.05$)

การรับรู้เกี่ยวกับภาวะแทรกซ้อนของโรคเบาหวาน เมื่อเปรียบเทียบระหว่างผู้ป่วยโรคเบาหวานที่มีและไม่มีภาวะแทรกซ้อน พบว่าการรับรู้ความเสี่ยงเกี่ยวกับการเกิดภาวะแทรกซ้อน และการรับรู้ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับภาวะแทรกซ้อนของโรคเบาหวานชนิดที่ 2 ไม่มีความแตกต่างระหว่างผู้ป่วยที่มีและไม่มีภาวะแทรกซ้อนสอดคล้องกับงานวิจัยของอมรรัตน์ ภิรมย์ชม และคณะ (Piromchom, et al., 2011) พบว่าการรับรู้ความเสี่ยงต่อการเกิดภาวะแทรกซ้อนของโรคเบาหวานไม่มีความสัมพันธ์กับการรับรู้สุขภาพของผู้ป่วยโรคเบาหวานชนิดที่ 2 สอดคล้องกับงานวิจัยของพิจิตรา ทูลมาลา (Thoolmala, 2008) ที่พบว่าการรับรู้ความเสี่ยงของโรคไตเรื้อรังไม่มีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมการดูแลตนเองเพื่อป้องกันภาวะแทรกซ้อนทางไตของผู้ป่วยโรคเบาหวาน ทั้งนี้อาจจะเกิดจากถึงแม้ว่าผู้ป่วยที่มีภาวะแทรกซ้อนมีการรับรู้ถึงความรู้ความเข้าใจที่สูงแต่นำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันน้อย การควบคุมความอยากอาหารได้ยากมักจะรับประทานอาหารที่เกินพอดี แม้มีความพยายามป้องกันอย่างต่อเนื่องและลดปัจจัยเสี่ยงต่าง ๆ ลง และรับรู้ว่าการเป็นโรคเบาหวานมีโอกาสมิจะมีภาวะแทรกซ้อนอาจส่งผลต่อคำรักษาที่เพิ่มขึ้นมาก การป่วยเป็นเบาหวานทำให้ตาบอด สูญเสียอวัยวะแขนขา หลอดเลือดในสมองแตก แต่ผู้ป่วยยังสามารถดำรงชีวิตอย่างปกติสุขหรือสามารถดำเนินกิจกรรมประจำวันได้ จึงไม่ตระหนักถึงการป้องกันการเกิดภาวะแทรกซ้อนที่ไม่แตกต่างกัน

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะเพื่อการนำผลการวิจัยไปใช้งาน

1.1 ส่งเสริมการตรวจประเมินภาวะสุขภาพประจำปีแก่ผู้ป่วยโรคเบาหวาน เพื่อค้นหาความเสี่ยงและการป้องกันการเกิดภาวะแทรกซ้อนของโรคเบาหวาน ดำเนินการควบคู่กับการบริการเชิงรุกที่มีการเยี่ยมบ้านโดยทีมสหวิชาชีพ และพัฒนาระบบการเยี่ยมบ้าน การติดตามการปฏิบัติตัวของผู้ป่วยผ่านทีมหมอบรรเทาและกลุ่มช่วยเหลือตนเอง

1.2 ส่งเสริมให้ผู้ป่วยโรคเบาหวานเลือกรับประทานอาหารในปริมาณสารอาหารที่เหมาะสมต่อวัน ให้สมดุลระหว่างพลังงานกับกิจกรรมการทำงาน ลดการปรุงรสอาหารที่เค็มและหวานโดยเฉพาะผู้ป่วยโรคเบาหวานที่มีระยะเวลาป่วยนานกว่า 10 ปี

2. ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยต่อไป

2.1 ศึกษากระบวนการส่งต่อข้อมูลและการเยี่ยมบ้านของผู้ป่วยโรคเบาหวานชนิดที่ 2 ที่มีภาวะแทรกซ้อนในชุมชนบางกระทู้

3. ข้อจำกัดของการวิจัย

3.1 การเก็บข้อมูลการมารับบริการของผู้ป่วยโรคเบาหวานชนิดที่ 2 ไม่สามารถกำหนดกลุ่มอายุได้และความถี่การมารับบริการของผู้ป่วยโรคเบาหวานที่มีภาวะแทรกซ้อนจะบ่อยครั้งกว่าผู้ป่วยที่ไม่มีภาวะแทรกซ้อน

3.2 พยาธิสภาพการดำเนินโรคเบาหวานชนิดที่ 2 ผู้ป่วยโรคเบาหวานที่มีระยะเวลาป่วยมากและอายุมากจะเสี่ยงต่อการเกิดภาวะแทรกซ้อนได้มากกว่าผู้ป่วยโรคเบาหวานที่มีอายุน้อย



เอกสารอ้างอิง

- American Diabetes Association. (2014). Executive summary: Standards of medical care in diabetesd-2014. *Diabetes Care*, 37(1), 5-13.
- Ana, V. B., Castro, C. M., Kolka, S. P. & Richard, N. B. (2014). Obesity, insulin resistance and comorbidities - mechanisms of association. *Arq Bras Endocrinol Metab*, 58(6), 600-609.
- Bhunthuwate, N., Khumpiboon, M. & Absuwan, N. (2010). The world diabetes day campaign in 2010. Bangkok: Bureau Non-Communicable Diseases. (in Thai)
- Bureau of Epidemiology, Department of Disease Control, Ministry of Public Health. (2013). Chronic diseases surveillance report 2011. In M. o. P. Health (Ed.), *Weekly Epidemiology Surveillance Report*. (In Thai).
- Busarakumvadee N. & Sripunyavuttisuk Y. (2012). The development of a diabetic caring model in Nakhon Nayok hospital. *Journal of Nursing and Education*, 5(2), 114-129. (in Thai)
- Cynthia, M., Pe´rez, HesmySa´nchez & Ana, P. O. (2013). Prevalence of overweight and obesity and their cardiometabolic comorbidities in hispanic adults living in Puerto Rico. *Springer Science& Business Media New York 2013*, 38(1), 1140-1146.
- Dankhun, P., Suwichachedchu, P. & Thongpenyai, N. (2011). Association between personal, self-care behavioral, and supportive factors and blood glucose control of type-2 diabetic patients at primary care units (PCUs) of “CUP Maung-Ya 5” network. *The Journal of Boromarajonani College of Nursing, Nakhonratchasima*, 17(2), 27-38. (In Thai)
- Deakma, J., Durongrithichai, W. & Kijtorntam, W. (2013). The study of predictive factors’ complications of diabetes mellitus client in community under King’s nursing theory. *Journal of Public Health nursing*, 27(2), 65-80. (in Thai)
- Eiamudomsuk, A. & Eiamudomsuk, K. (2014). Prevalence and related factors of diabetic Retinopathy in type 2 diabetic patients at Raj Pracha Samasai Institute. *Journal of Preventive Medicine Association of Thailand*, 4(2), 109-117. (in Thai)
- Ekachampaka, P. & Wattanamano, N. (2009). Thai people has dietary habits in globalization. In M. o. P. H. Bureau of Policy and Strategy (Ed.), *Thailand Health Profile* (Vol. 3). Bangkok: Printing Veterans Organization. (in Thai)
- Ekachampaka, P. & Wattanamano, N.. (2012). Joint risk of chronic disease in Thailand. In M. o. P. H. Bureau of Policy and Strategy (Ed.), *Thailand Health Profile* (Vol. 6). Bangkok: Printing Veterans Organization.. (in Thai).
- International Diabetes Federation. (2011). The global burden. IDF Diabetes Atlas. Retrieved from <http://www.idf.org/diabetesatlas/5e/the-global-burden>
- International Diabetes Federation (IDF). (2011). International diabetes federation annual report 2011. *International Diabetes Federation*. Belgium.

- Jirapongsuwan, A. & Sawangpon, P. (2011). Factors related to self-care behavior of patients with diabetes in Lardlumpkaew, Pathumthani Hospital, Lardlumpkaew. *Journal of Public Health and Development*, 9(2), 130-142. (in Thai).
- Kerdonfag, P., Wongsunopparat, B., Udomsubpayakul, U. & Nuntawan, C. (2010). Perceived risk, criteria-based risk to diabetes mellitus and health-promoting lifestyles in the first degree relatives of persons with diabetes mellitus. *Ramathibodi Nursing Journal*, 16(2), 169-184. (in Thai)
- Leowijek, S. (2004). *Life-style related to blood sugar control in non-insulin dependent diabetes mellitus patients at a community health center, Bangkrathum District, Phitsanulok Province*. Master of Public Health Thesis, Chiangmai University. (in Thai)
- Nehring, P., Mrozikiewicz-Rakowska, B., Krzyżewska, M., Sobczyk-Kopciół, A., Płoski, R., Broda G. & Karnafel, W. (2014). Diabetic foot risk factors in type 2 diabetes patients: a cross-sectional case control study. *Journal of Diabetes & Metabolic Disorders*, 13(79), 1-5.
- Piromchom, A. & Hansakul, A. (2011). Factors influenced with self-care behaviors in type II diabetes mellitus patients in Nongbuarawae District, Chaiyaphum Province. *Office of Disease Prevention and Control Region 6, Khon Kaen*, 19(1), 1-10. (in Thai)
- Siripitayakunkit, A. (2010). Social support: An important factor to care for persons with diabetes mellitus. *Rama Nurs Journal*, 16(2), 309-322. (in Thai)
- Sompopsakun, A., Uaarayaporn, Y., Sukchan, P., Hayeeaeama, P., Cheseni, F., Tangnaphadol, K., et al. (2012). Prevalence and risk factors of diabetic retinopathy among registered diabetic patient in Songkhla general Hospital. *Princess of Naradhiwas University Journal*, 4(3), 29-41. (in Thai)
- Thamlikitkul, V. (2006). Clinical research: Planning and applications. *Siriraj Medical Journal*, 58(11), 1112-1120. (in Thai)
- Thongkhong A. & Karnjanapiboonwong, A. (2012). Diabetic. In B. o. Epidemiology (Ed.): Ministry of Public Health. (in Thai)
- Thoolmala, T. (2008). Self care behaviors to prevent kidney complication of diabetic patients at Rajavithi Hospital. Master of Science Thesis, Mahidol University. (in Thai)
- Tunsakul, S. (2005). *Theories and models application of health education and behavioral sciences* (2nd ed.). Bangkok: Yutharin. (in Thai)
- Wens, I., Dalgas, U., Stenager, E. & Eijnde, B. O. (2013). Risk factors related to cardiovascular diseases and the metabolic syndrome in multiple sclerosis - a systematic review. *Multiple Sclerosis Journal*, 19(12), 1556-1564.
- World Health Organization. (2010). Global status report on noncommunicable diseases 2010. Retrieved from http://www.who.int/nmh/publications/ncd_report2010/en/
- World Health Organization. (2012). World health statistics 2012. Retrieved from http://www.who.int/gho/publications/world_health_statistics/2012/en/



Circumstances and Issues of Health Care for Thai Homebound Elderly

สถานการณ์และสภาพการดูแลสุขภาพของผู้สูงอายุกลุ่มติดบ้านที่อาศัยในชุมชนเมือง ภายใต้มุมมองของผู้สูงอายุ ผู้ดูแล ชุมชน และผู้ให้บริการสุขภาพ

Rutchanun Srisupak, Sumattana Klangkarn and Ladda Sanseecha

Abstract

The number of homebound elderly is rising dramatically in Thailand. However they are an understudied population which are undiscovered in research and inappropriate in health services which emphasize the development process for social stability. The purpose of this research was to study the situations about health care of Thai home bound elderly in perspectives of elderly, caregiver and health care provider. The researcher used descriptive research by collecting both quantitative and qualitative data. The population was the 332 homebound elderly in 30 communities in an area of Muang Maha- Sarakham Municipality. The data collecting methods were questionnaire, group discussion and brainstorming. The result showed that most sample groups were females at 64.4 percent, had medium quality levels of general health, 87.3 percent of this group had diabetes 81.9 percent had high blood pressure (hypertension) and 76.8 percent had Arthritis/Gout/Rheumatoid/Joint Pain and the elderly need more knowledge and updated information to support themselves. The result reviewed the significant information for the stakeholder such as limitation of resource, less of skill and knowledge in practice for the caregiver and volunteers and lack of operation evaluated which can be used to develop the appropriate health care for homebound elderly group in Thailand context.

Keywords: homebound elderly, health status, health care

บทคัดย่อ

การเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วของจำนวนผู้สูงอายุในประเทศไทยได้ก่อให้เกิดปัญหาและความท้าทายสำหรับสังคมไทยในการเปลี่ยนผ่านการเข้าสู่สังคมผู้สูงอายุ โดยเฉพาะอย่างยิ่งผู้สูงอายุกลุ่มติดบ้านที่อาศัยอยู่ในชุมชนเมือง ซึ่งเป็นประชากรกลุ่มที่ยังขาดการศึกษาวิจัยที่ครอบคลุมและขาดรูปแบบการดูแลสุขภาพที่มีความเหมาะสมกับสังคมที่ตนดำรงชีพอยู่ งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาสถานการณ์และสภาพการดูแลสุขภาพของผู้สูงอายุกลุ่มติดบ้านที่อาศัยในชุมชนเมือง ภายใต้มุมมองของผู้สูงอายุ ผู้ดูแล ชุมชน และผู้ให้บริการสุขภาพ โดยเป็นการศึกษาเชิงพรรณนา ประชากรที่ศึกษาคือผู้สูงอายุกลุ่มติดบ้านจำนวน 332 คน ที่อาศัยอยู่ในเขตเทศบาลเมืองมหาสารคาม ซึ่งรวบรวมข้อมูลทั้งเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพ เครื่องมือในการวิจัยคือแบบสอบถาม การสนทนากลุ่มผู้มีส่วนเกี่ยวข้องและการระดมสมอง ผลการศึกษาพบว่า ผู้สูงอายุส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง ร้อยละ 64.4 โดยมีการรับรู้ภาวะสุขภาพอยู่ในระดับปานกลาง และมีโรคประจำตัว 3 ลำดับแรก คือโรคเบาหวานร้อยละ 87.3 โรคความดันโลหิตสูง ร้อยละ 81.9 และ ปวดข้อ/ข้อเข่าเสื่อมร้อยละ 76.8 ตามลำดับ และผลการสนทนากลุ่มจากผู้มีส่วนเกี่ยวข้อง พบว่าผู้สูงอายุมีความต้องการความรู้ที่ทันสมัยเพื่อให้

สามารถนำมาปรับใช้ในการดูแลด้วยตนเองเพิ่มขึ้น จากผลการศึกษาได้แสดงให้เห็นข้อมูลและแนวทางที่มีความสำคัญ เช่น ข้อจำกัดด้านบุคลากรและทรัพยากรการขาดทักษะและความรู้ของผู้ดูแลและอาสาสมัคร และขาดการประเมินผลการดำเนินงาน สำหรับผู้เกี่ยวข้องอันสามารถนำไปใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการดูแลสุขภาพให้แก่ผู้สูงอายุกลุ่มติดบ้านได้อย่างเหมาะสมมากขึ้นภายใต้บริบทของสังคมไทยในปัจจุบัน

คำสำคัญ: กลุ่มติดบ้าน, สถานะสุขภาพ, การดูแลสุขภาพ



Introduction

Globally, the growing number of current elderly populations is fully changing world societies towards the “aging society”. According to the world’s population in 2006, the number of population aged 60 years old and above had reached 690 million, or 11 percent of the total world population. It is also expected that the number of world elderly population would increase 3 times by the year 2050 (Butler, 2007). As other developing countries, Thailand’s elderly population is also rapidly increasing. According to the report (UNFPA, 2006), it is estimated that in 2020, Thailand would become the country with the largest elderly population in the Southeast Asia region. This will cause health problems just like the developed countries, especially the illness of non-communicable chronic diseases which will lead to the change in a way of life from normal elderly to homebound counterparts who demand more in-home health care.

The increasing number of the homebound elderly people in many countries (Qiu et al., 2010; Ishibashi et al., 2013) has created health service problems and challenges for these people. For example, the Medicare home care benefits program project (Musich et al., 2015) in US has been established, or the public long-term care insurance (LTCI) (Japan Ministry of Health Labor and Welfare, 2006) in Japan. The overall outcome represented that the operations did not enough for homebound elderly health care. The studied found that (Qiu, 2010) the homebound elderly in US had received incorrect health care because they had many chronic diseases (40.8% of

them had more than 2 diseases). They usually also had psychological disorders and faced with high health care expenses. Moreover, the studied also showed that [6] the homebound elderly in US suffered from social isolation because of their emotional problems, lack of social support and has less research in homebound elderly when compared to other elderly groups. Research showed that these people were at risk for incorrect care, incorrect knowledge and continuity and less important on public service, community, and society. Finally they might become too sick to take care themselves and become to bed-bound. That research results related to other research in the Japan which showed that the homebound elderly people had got lower life quality than other elderlies (Ishibashi et al., 2013). Besides, the studies (Herr et al., 2013) also showed that the homebound elderly have got higher risk of premature death.

The homebound elderly in Thailand have increased rapidly the prediction showed that there would be 412,000 in 2020 (Tharathep, 2007) and also at high risk with health problems [9]. The health samples of Maha Sarakham province showed that the homebound elderly have the most chronic diseases 31.1 percent have high blood pressure, 12.9 percent have diabetes and 7.2 percent have heart disease infraction respectively (Social Media Department, 2014). The health care on homebound elderly was provided via primary health care services (Srisaenpang, 2011) such as medical survey services, exercise promotion, and disease screening. Unfortunately, those operations had been most parted by

healthy elderly, not the homebound elderly because of their travelling limitation. The 'Home Visiting' service was provided but it emphasized on bed-bound more than homebound elderly group (1-2 times a week by public health people for bed-bound, but twice a month by public health volunteers and people for homebound elderly). The information from health service in Maha Sarakham province showed that only 14.4 percent of elderly around Muang Municipality could reach the health service. This is clearly demonstrated the inappropriately health care of homebound elderly group. This kind of problem could be easily found throughout the country. Some evidence from research showed that the home-vising could not cover, lack of communication between health service places, nor the lack of professional referrals or consulting (Srisaenpang, 2011).

The research to response to the homebound elderly group's requirement were in focus. They are an understudied population which is undiscovered in research (Herr, 2013) and lacks proper health care (Qiu, 2010) because they were isolated without social support (Tanner et al., 2014). Also being sick with many diseases, they lacked of living in freely created the various dimensions of health care requirements, not only physical but also social and mental requirements. The research results (Liu et al., 2015) on Chinese elderly people's health care requirement, who only live indoor, showed that they needed self-health care at home with the employed housekeeper or government sector support. They require to mainly live in their home without going to the elderly care center, and needed for help and supported by the society. Staying at the elderly care worrying them about the expense, service standards, lack of freedom, also did not want to change their life style. Some of them thought that living at the elderly care damaged their family's honor.

The reasons above show the necessity and importance of doing research for the appropriate health

care for homebound older people. It is a broad widen and related topic for new problems of elderly in society especially for homebound elderly in Thailand who got inappropriate health care and lack of health service from the relevant which can support their living and researches on those fields. The studies on homebound elderly people's requirement in Thailand in elderly people themselves, health service provider, and community views were studied and emphasized. This research could give new information and knowledge. The purposes of this research were studying of the health care situation of homebound elderly people in Meuang Municipality, Maha Sarakham Province which could be a prototype model for appropriate health care on elderly people in Thailand society.

Literature Reviews

There are several study on the homebound elderly: Musich, Shirley et al (2015) had studied the prevalence rates of homebound older adults, their characteristics and the impact of homebound status on health care utilization, expenditures and quality of medical care measures. The result found strongest predictors of being homebound included serious memory loss, being older, having more chronic conditions, taking more prescription medications and having multiple hospitalizations. Homebound elderly had significantly higher health care utilization and expenditures and were more likely to be noncompliant with medication adherence and care pattern rules. Ongoing screening and subsequent interventions for new enrollees classified as homebound may be warranted. Herr, Marie et al. (2013) had examined the prevalence and the role of homebound status on mortality in a representative sample of the French non-institutionalized population. The result reviewed prevalence of homebound status increases with age and reaches 33.9% in people aged 95-99 years. When compared to non-homebound subjects, homebound elderly were more likely to be

female, widower and tend to live alone with a low level job. Homebound status was associated with a number of physical and mental impairments and it increased the risk of dying within two years. So the homebound status should be considered as an indicator of frailty and used in the identification of old people likely to benefit from preventive interventions.

From the mention above, reviewed significant of the study purpose of this research to study the health care situation of homebound elderly people in Meuang Municipality, Maha Sarakham Province which could be a prototype model for appropriate health care on elderly people in Thailand society.

Research Objective and Methods

1. Research Objective

The objective of our study was to study the situations about health care of Thai home bound elderly in perspectives of elderly, caregiver and health care provider.

2. Research Model

The researcher used descriptive research by collecting both quantitative and qualitative data.

3. Definition of Homebound Status

A person was considered homebound if he or she can help themselves or need some help due to their limit in life and in society and a group of older people with chronic diseases or with uncontrollable complications or many diseases and symptoms of significant influence seniors to freely travel or leave home.

4. Populations and Sampling

Populations in this research were the 332 homebound elderly who lives in 30 communities in Mueang Maha Sarakham Municipality area, Maha Sarakham province and sampling by purposive sampling method with the sampling size at 332 persons.

5. Research Process and Methods

Data in this research were collected for 2 parts: the quantitative and qualitative data. The quantitative data was collected the health status of homebound elderly by using the questionnaires that the researcher adapted some information from health assessment; developed the collection methods by Phongphan Arunsaeng et al. (2010). In part 1 collect demographics of the elderly such as gender, age, occupation and body mass index (BMI) values. For part 2 consisted of questions about physical health of the elderly such as perspective on their health status, need of medical equipment and diseases. In part 3 Thai Geriatric Depression Scale: TGDS (The Brain Forum Committee, 1994) was used as a tool to collect a mental health status of the elderly and part 4: questions about social determinants of health of elderly such as relationship status, financial support, caregiver support and source of social support were used. The collected data analyzed by descriptive statistic.

For qualitative data, information about health care issues and need for homebound elderly was collected through activities of group discussions and brainstorming by 4 primary providers, 8 representatives of homebound elderly, 2 representatives of local government organization and 1 chairman of Taksila Elderly Club in the issue of the problems and barriers; and the advantage of elderly care in the present time and the guideline for elderly health care implementation. In the part of brainstorm, 30 persons of homebound elderly joined in this activity by using the guideline of brainstorm about health problems of homebound elderly and requirement of health care

6. Ethical Consideration

Approval for this study was obtained from office of the Maha Sarakham University ethics committee in human research (approved year: 2014, code: 290/2558)

Results and Discussion

1. Health Status Report of Homebound Elderly: A Quantitative Study

The collected quantitative result data form questionnaire was divided into 4 parts:

In part 1, the general information of elderly showed that most sample groups were females at 64.4 percent and males at 35.7 percent which the maximum age was 96 years old and minimum age at 60 years old; average age was 71.9 years old and standard deviation was 7.3 and we found that it was the median age of elderly the most which age between 70-79 years old at 65 percent; followed by the beginning age of elderly between the ages of 60-69 years old at 27.1 percent; and elderly aged over 80 years old at 7.6 percent, respectively. In the

field of status, we found that most of them were married at 58.1 percent; widower at 38.5 percent; single at 3.1 percent; divorce/separate at 0.3 percent, respectively. In the field of occupations, we found that most of them were unemployed (or retired) at 85.5 percent; were farmers at 7.5 percent and retired government official/pension government officials at 3.1 percent.

Part 2: The physical health status of the elderly, in section of general health data. The study results showed that the lowest weight of sample group was 36 kilograms and the highest weight was 94 kilograms. For the height, the tallest was 192 centimetres and the shortest was 130 centimetres. When we assessed BMI, we found the most at level 2 of BMI was at 66.2 percent. The highest Body Mass Index equated with 37 and the lowest Body Mass Index equated with 12 as showed in Table 1.

Table 1

Maximum and minimum weight, height and body mass index (BMI)

Physical Health of Elderly		Value		Number (n= 332)	Percentage
		Highest	Lowest		
BMI		37.04	12.04		
< 18.5 kg/ m ²	below standard			11	3.4
18.5-22.9 kg/ m ²	normal			23	6.9
23.0-24.9 kg/ m ²	fat stage 1			75	22.6
25.0-29.9 kg/ m ²	fat stage 2			220	66.2
> 30 kg/ m ²	fat stage 3			3	0.9

Body Mass Index (BMI): (< 18.5 Kg. / Sq.m) Thin, (18.5-24.9 Kg. / Sq.m) Normal, (>25 Kg. / Sq.m) Fat

Note: From “Appropriate body-mass index for Asian populations and its implications for policy and intervention strategies”, by WHO expert consultation, 2004, *Lancet*, 363(9403), 157-163.

In section of health status perception, the study results showed that the sample groups thought about their health care quality levels of general health as medium level at 52.4 percent and good level at 39.4 percent. Moreover, for the question: “how healthy they were when they compared their health with others”, we found that their health status were the same as others at 66.5

percent; worse than others at 26.2 percent; and better than others at 7.3 percent. In question about using medical devices and aids, we found that they most used walker, eye glasses and false teeth as their medical devices at 64.7, 62.6 and 59.6 percent respectively.

For disease and illness, the study results showed that the first 3 diseases of sample groups were diabetes

at 87.3 percent followed by the high blood pressure (hypertension) at 81.9 percent and Arthritis/Gout/

Rheumatoid/Joint Pain at 76.8 percent as showed in Table 2

Table 2

Number and percentage of disease or illness

Disease or Illness	Number	Percentage
1. Diabetes	290	87.3
2. High blood pressure (hypertension)	272	81.9
3. Arthritis/Gout/Rheumatoid/Joint Pain	255	76.8

For the major problems of elderly the result showed that the first major problems of elderly were the eating problem at 94.8 percent as showed in Table 3.

Table 3

Number and percentage of major problems of elderly (within 6 months)

Problems	Number	Percentage
1. Eating Problem	315	94.8
2. Constipation/Stool	280	84.3
3. Insomnia	242	74.0
4. Moving Problem	187	56.3

And for the health behaviors, the study results showed that most of sample groups always checked their health at 28.0 percent; ate fruit/vegetable regularly at 31.3percent, but 5.9 percent of them usually smoked at 5.9 percent and had no hobbies at 73.7 percent.

Part 3: Mental Health of Elderly

The data were collected by using Thai Geriatric Depression Scale: TGDS (The Brain Forum Committee, 1994). The result showed that the depression was in low criteria at 98.2 percent as showed the details in Table 4

Table 4

Number, percentage and level of depression

Level of Depression	Value Score	Depression	
		Number	Percentage
Low	7-12	326	98.2
Moderate	13 – 18	6	1.8
Severe	Higher than 18	0	0

Part 4: Social Determinants of Health in Elderly and Financial Support

The study results showed that the government agencies were the main sources of financial support at

90.6 percent; followed by the children at 88.0 percent and the spouses at 15.3 percent. Most elderly patients used Gold Card for health insurance at 96.1 percent and 3.0 percent using the government health welfare. The

sample groups at 28.4 percent could pay for all expense by themselves. The elderly got some suggestion to any future update to financial plan for self-care at 61.7 percent of. However, they were still worried about money at 77.4 percent as showed in Table 5.

In social determinants of health in elderly: For the sources of caregiver, the result showed that 97.8 percent had the caregiver which was found that it was the children at 72.2 percent, followed by the spouse at 15.0 percent. The primary caregiver had a job at 88.8 percent.

In the sources of social psychology, the result showed that the sample groups had a confidant at 93.6 percent. Those people could be children at 68.8 percent, spouses at 29.3 percent or other relatives at 1.9 percent. In the part of participation in social activities, we found that the participants in sample groups who never joined in any activities at 75.4 percent and there were only 24.6 percent who joined in some activities. When we separated the types of activities, we found that the sample groups preferred to go to the temples at 78.0 percent as .showed in Table 6.

Table 5
Number and percentage of sources of financial support

Sources of Financial Support	Number (n= 332)	Percentage
1. Financial Sources/Assistants		
- Spouse	51	15.3
- Government or Community	301	90.6
- Children	295	88.8
- Relatives	8	2.4
- Retirement / Pension	10	3.0
2. Health Insurance		
- Gold card	319	96.1
- Government welfare	10	3.0
- Private Insurance	3	0.9
3. To pay all expense by oneself		
- Yes	94	28.4
- No	238	71.6
4. To get some suggestion about financial plan for self-care		
- Yes	205	61.7
- No	127	38.3
5. To be worried about money		
- Yes	257	77.4
- No	127	22.6

Table 6*Number and percentage of sources of caregiver*

Sources of Caregiver	Number (n= 332)	Percentage
1. When get illness who is the primary caregiver		
- No	7	2.2
- Yes, please specify	325	97.8
- Spouse	50	15.0
- Children	240	72.2
- Niece / Nephew	35	10.5.2
- Friend	7	2.3
2. Primary caregiver worked or not		
- No	40	11.2
- Yes	295	88.8
- work outside	224	82.4
- work at home	31	11.4
3. Reliable People		
- No	21	6.4
- Yes, please specify	311	93.6
- Children	214	68.8
- Spouses	91	29.3
- Relatives	6	1.9
4.Frequency of joining in social activities		
- No participate	250	75.4
- Participate	82	24.6
- Going to the temples	64	78.0
- Activities for supporting elderly health	18	28.1

2. Information of Health Care for Homebound Elderly: A Qualitative Study

To collect a qualitative data about homebound elderly health care information, researcher had performed 2 activities which were focus group discussion and brainstorming.

Section 1: focus group discussion

In this section, we performed a focus group discussion of provider, local government organization representatives and representative of homebound elderly we could conclude as follows:

The topic of “*Problems and barriers in the process of health care for homebound elderly*”

Providers Group: They found that the number of personnel is limited, which made the service was not covered. Especially in the community, they had the insufficient time for the home visits and there was not enough money for activities. Therefore; they were not implemented as effectively. They found that the medical devices such as wheelchair were not enough. Furthermore, they found the problems in operating procedure were that there was no clear plan in health care service and no evaluation of the activities. Moreover, the plan was

too ambiguous caused of the limitation of period in the preparation of different activities and the fixed area in each community.

In discussion of local government organization representatives: Because the elderly had physical problems; they could not participate in every activity. Moreover, the elderly received incomplete health care information and news that caused of lacking of good coordination for health care operation.

Representative of homebound elderly found that the caregiver still lacked knowledge and understanding of correct method of health care, especially in physical problems that sometimes, most of elderly refused to get the care from the caregiver because they cannot wait too long while the caregiver wait for the explanations and suggestions from the providers. Therefore, due to the limitation of personnel and the care services made the elderly did not follow to the suggestion of the caregiver.

In conclusion, we found there were discontinued operations, insufficient information in community and lack of participation. Because the activities which were created by the providers and the practices were not clear so the activities could not be fully implemented. Therefore, the health problems of elderly tended to increase continuously. Moreover, the lack of evaluation influenced to the awareness of occurred problems. The implementation does not take into account that the elderly will attend the activities or not. In the part of the budget, it hardly met the goal of response to the elderly's requirements because there was not enough money to support all activities.

The topic of *"Advantage of Elderly Care in Present Time"*

The providers and local government organization representatives found that the current operation covered every part such as physical, mental, social and soul that it emphasized on health promoting, prevention, treatment

and recovering various conditions in community. They were trying to support everyone in community to play the role in care of elderly who lived only at homes such as participating in activities with elderly.

The topic of *"Guideline for Elderly Health Care Implementation"*

The providers found that the operation should be obviously and be evaluated in order to know the information and the problems of health care demand of homebound elderly that affected to health care development in the future included increasing skill and knowledge in practice for health service both for providers and volunteers who worked in community and operated together continuously.

Community: They found that the community should play the role in order to support the participation in community. In the field of information, it should provide knowledge and promote modern and current health information continuously. The community should enhance to have various activities for elderly; for instance, to establish the elderly club in community for meeting and changing opinions that it would make the elderly to be proud and aware to their value in themselves.

Family: They found that it should be closely monitored to provide elderly with warmth and should be encouraged to do activities in family order that it could be the reason for elderly to think that they were also important in their families.

Section 2: brainstorming of 30 homebound elderly

The topic of *"Problems in Health Care for Homebound Elderly"*:

In physical point: as the record, most of them had chronic diseases so they should get health service regularly, but the elderly lacked knowledge and understanding of their own health needs. The issue of

the unfortunate circumstances such as environmental issue in the community affected the elderly's health. In the issue of health care services, they found that the homebound elderly were inconvenient to get the health care service. In the service problems, they found that the officials have not described clearly so the elderly did not understand and became confused with information. In the expenses problem the elderly were serious about high cost of health services because most of elderly had low income and lived in the poor families.

Mental point: They found that the homebound elderly often lived alone because caregivers or family members had to go to work outside. This was one reason for them to be alone and thoughtful.

Social point: They found that the communication was not covered and not clear; especially, promoting the activities participation in the community.

The topic of "*Requirements of Health Care of homebound elderly*"

Physical point: they found that the elderly need to get health care at homes by the proactive home visits by staff and volunteers for encouragement regular. The elderly require getting health service in the community because of the inconvenience of going to a health center. They wanted more channels to serve health care for elderly in order to solve the problems of taking too long time and they also wanted the staff to serve them willingly and cheerfully.

Mental point: they found that elderly would like someone to visit them at their homes they and also needed to get attention from families.

Social point: they found that elderly need the staffs in community to communicate and update the health information in the community continuously and to cover every area in order to understand about health care. However, the elderly still want to join in activities

in community such as exercising, making merit and going to the temple.

Conclusion

In this study we examined the health situations of homebound elderly in urban area in Maha Sarakham Province. The study results showed that most of homebound elderly suffered from the chronic non-communicable diseases and they often suffered from physical deterioration. According to past research, it was quite necessary for elderly to have knowledge or to get the service from caregiver who were the experts. For considering health behavior, the result of this research indicated that the elderly have the appropriated behaviors such as getting enough nutrients. When we considered BMI, we found that the BMI was below the standard of around 3.4 percent which it showed that consumption behavior was not appropriate. Therefore, the relevant persons should pay attention to health care relating to consumption in order to adapt health behavior to be better. As considering dependency, the homebound elderly got the support from their families especially their children, who serve as primary caregivers and supporters, moreover when considering the psychosocial circumstances it was clearly indicated that people who are supportive and encouraging, for the sample group trust, were their own children. However, for homebound elderly with no children, the main psychological dependence were spouses and relatives. This demonstrated the important role of children, spouses and relatives in providing the psychological and social support. When considering the social activity participation, it was found that 75.4 percent of homebound elderly did not attend the activities. The homebound elderly who attend the activities preferred to go to the temples. It was found that the temple activities held for health promotion, was only 28.1 percent of participants. Therefore, it was clearly demonstrated that the activities of the government policy to promote the

health of the elderly was unable to respond to the context of health care of homebound elderly.

In the perspective of the health care for the elderly using group discussion in the issue of problems and barriers in elderly health care, advantage of elderly care in the present time and guideline for elderly health care implementation, we found that the main problems were discontinuity in operation process, lacking of communication in community, no participation, etc. The focusing on activity was created by providers. Health problems of elderly tended to increase continuously and the lack of evaluation influenced to the awareness of occurred problems. Some activities were not considered based on each aging population. In the part of budget; it hardly met the goal of response the elderly's requirement because there was not enough money to support. In the point of view about health care requirement, elderly need to know and update information about their own health continuously, covering all areas. However, elderly still want to join in activities in community such as exercising, making merit and going to the temple etc. This showed the important role of community to support the operation and the response of health care service appropriately to the homebound elderly.

All of the results above demonstrated the situation and problems of taking care on homebound elderly group in Thailand in the perception of elderly people themselves, health service providers, and the community. The real truth reflected in the Thailand context has helpful to discover the new information and knowledge about obstacles and inappropriate operations. The main problem which should be considered was how to emphasizing self-health care of the elderly with correct knowledge and support by the provider and community (Knodel et al., 2013). This study also has an aspect that the operation emphasized on elderly people to be the main role of self-health care which were supported by health service provider, appropriate activities, caretaker, and community. Besides that, the local administrative organization can play a major role as a supporting organization and supporting social welfare for the elderly. Furthermore, from the result reviewed disadvantages of Thailand policy and health care services that focus on the elderly who already entered into aging stage only, but the prevention and health promotion policy for the pre-elderly were skipped. And the results of this research could be developed on the appropriate health care for homebound elderly group in Thailand context.



References

- Bureau of Non Communicable Disease. (2013). *Chronic diseases surveillance report*. Bangkok: Ministry of Public Health.
- Butler, R. N. (2007). *Global health and global aging*. San Francisco: John Wiley & Sons.
- Herr, M., Latouche, A. & Ankri, J. (2013). Homebound status increases death risk within two years in the elderly: results from a national longitudinal survey. *Archives of Gerontology and Geriatrics*, 56(1), 258-264.
- Ishibashi, Y., Yamada, T., Kobayashi, N., Hashimoto, M. & Forsyth, K. (2013). The relationship between homebound status and occupational competence and its effects on health-related quality of life. *Journal of Occupational Therapy*, 23(1), 4-13.

- Japan Ministry of Health Labour and Welfare. (2006). *Overview of the revision of the long-term care insurance system*. Tokyo: Author.
- Knodel, J., Prachuabmoh, V. & Chayovan, N. (2013). *The changing well-being of Thai elderly: An update from the 2011 survey of older persons in Thailand*. Bangkok: HelpAge International.
- Liu, J. E., Tian, J. Y., Yue, P., Wang, Y. L., Du, X. P. & Chen, S. Q. (2015). Living experience and care needs of Chinese empty-nest elderly people in urban communities in Beijing, China: A qualitative study. *International Journal of Nursing Sciences*, 2(1), 15-22.
- Musich, S., Wang, S. S., Hawkins, K. & Yeh, C. S. (2015). Homebound older adults: Prevalence, characteristics, health care utilization and quality of care. *Geriatric Nursing*, 35(2), 65-68.
- National Committee on the Elderly. (2009). *The 2nd national plan on the elderly (2002-2021)*. Bangkok: The ministry of Social Development and Human Security of Thailand.
- Qiu, W., Dean, M. & Liu, T. (2010). Physical and mental health of the homebound elderly: An overlooked population. *J Am Geriatr Soc.*, 58(12), 2423-2428.
- Rittirong, J., Prasartkul, P. & Rindfuss, R. R. (2014). From whom do older persons prefer support ? The case of rural Thailand. *Journal of Aging Studies*, 31(1), 171-181.
- Social Medicine Department. (2014). *Social medicine department report 2014*. Mahasarakham: Mahasarkham Hospital.
- Srisaenpang, P. (2011). *Application of the chronic care model to develop health care service for older persons with comorbidity: Case study of a primary care unit*. Khon Kaen: Khon Kaen university.
- Tanner, E. K., Martinez, I. L. & Harris, M. (2014). Examining functional and social determinants of depression in community-dwelling older adults: Implications for practice. *Geriatric Nursing*, 35(3), 236-340.
- Tharathep, C. (2007). *Senior citizen, policies & activities CTOP and LTOP projects*. Bangkok: Ministry of Public Health.
- The Brain Forum Committee. (1994). Thai geriatric depression scale-TGDS. *Siriraj Hosp Gaz*, 46(1), 1-9.
- UNFPA. (2006). *Population ageing in Thailand: Prognosis and policy response*. Retrieved from <https://books.google.co.th/books?id=f8HqXwAACAAJ>
- WHO expert consultation. (2004). Appropriate body-mass index for Asian populations and its implications for policy and intervention strategies. *Lancet*, 363(9403), 157-163



การจัดลำดับความสำคัญของปัจจัยแห่งความสำเร็จสำหรับการฝึกอบรม พนักงานต้อนรับบนเครื่องบิน

Prioritizing the Critical Success Factors for the Cabin Crew's Training

ณัชชา มิตสุโมโต้ และนิศากร สมสุข

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อจัดลำดับความสำคัญของปัจจัยแห่งความสำเร็จของการฝึกอบรมหลักสูตรขั้นพื้นฐานของพนักงานต้อนรับบนเครื่องบิน โดยใช้ระเบียบวิธีของกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ (Analytic Hierarchy Process; AHP) โดยกลุ่มตัวอย่างประกอบด้วยผู้เชี่ยวชาญจำนวนสองกลุ่มคือ ครูฝึกอบรมที่มีประสบการณ์การฝึกอบรมไม่ต่ำกว่า 5 ปี จำนวน 15 คน และผู้ผ่านการฝึกอบรมซึ่งมีผลการประเมินระดับดีมาก จำนวน 15 คน จากการทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องสามารถระบุดัชนีชี้วัดความสำเร็จเบื้องต้นจำนวน 4 ดัชนี และปัจจัยแห่งความสำเร็จเบื้องต้นจำนวน 12 ปัจจัย จากนั้นนำดัชนีชี้วัดความสำเร็จและปัจจัยแห่งความสำเร็จเบื้องต้นที่ได้มาประเมินความเหมาะสมในบริบทของประเทศไทย ก่อนที่จะนำมาสร้างตัวแบบเพื่อการตัดสินใจตามระเบียบวิธี AHP ซึ่งผลการวิจัยพบว่า ปัจจัยแห่งความสำเร็จที่มีความสำคัญสามลำดับแรกในมุมมองของกลุ่มครูฝึกอบรมคือ วิทยากรมีความรู้ความสามารถ การสร้างบรรยากาศที่ดีในการฝึกอบรม และการมุ่งเน้นให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ ตามลำดับ ส่วนปัจจัยแห่งความสำเร็จที่มีความสำคัญสามลำดับแรกในมุมมองของกลุ่มผู้ผ่านการฝึกอบรมคือ วิทยากรมีความรู้ความสามารถ การสร้างบรรยากาศที่ดีในการฝึกอบรม และการคัดเลือกวิทยากร ตามลำดับ อย่างไรก็ตามผลของการทดสอบค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของลำดับความสำคัญที่จัดโดยผู้เชี่ยวชาญสองกลุ่ม ด้วยวิธีของสเปียร์แมน (Spearman) พบว่า ลำดับความสำคัญของปัจจัยแห่งความสำเร็จที่จัดโดยผู้เชี่ยวชาญสองกลุ่มมีความสัมพันธ์กันที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

คำสำคัญ: ปัจจัยแห่งความสำเร็จ, การฝึกอบรมพนักงานต้อนรับบนเครื่องบิน, กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์

Abstract

The purpose of this research was to prioritize the critical success factors (CSFs) for the cable crew's initial training program by using the Analytic Hierarchy Process (AHP) approach. The decision makers comprised of two groups of experts; a group of 15 trainers with more than five years of experience and a group of 15 trainees with excellent results were selected to ensure a more accurate decision making process. Based on a literature review, four primary key performance indicators (KPIs) and 12 primary CSFs were determined. A questionnaire survey with key stakeholders was conducted to determine the applicability of the obtained primary KPIs and CSFs in the context of Thailand before developing a hierarchy model. The findings in this research revealed that according to the views of

the trainers, the three most important CSFs were the guest speakers with expertise, the training atmosphere, and the trainees' participation in training, respectively, and according to the views of the trainees, the three most important CSFs were the guest speakers with expertise, the outline of the course designed according to the airline's need, and the recruitment and selection process for the guest speakers, respectively. However, based on the correlation test of the relationship between the rankings from two expert groups, by using the Spearman rank correlation test, there was statistically significant difference between the rankings at level of 0.05.

Keywords: critical success factor, cabin crew's training, analytic hierarchy process



ความนำ

ปัจจุบัน ธุรกิจการบินในประเทศไทยมีการเจริญเติบโตเป็นอย่างมาก และอาชีพที่เกี่ยวข้องโดยตรงคือ พนักงานต้อนรับบนเครื่องบินซึ่งได้รับความนิยมสูงสุดทั้งในอดีตและปัจจุบัน สายการบินแต่ละสายมีการคัดเลือกพนักงานต้อนรับบนเครื่องบินอย่างพิถีพิถันเพื่อให้พนักงานต้อนรับบนเครื่องบินที่ตรงตามคุณลักษณะของสายการบิน และหลังจากได้รับการคัดเลือกแล้ว พนักงานต้อนรับบนเครื่องบินจะต้องเข้ารับการอบรมหลักสูตรขั้นพื้นฐานของพนักงานต้อนรับบนเครื่องบินเพื่อให้มีความรู้ความสามารถที่จะปฏิบัติหน้าที่ด้านการดูแลความปลอดภัยและการบริการบนเครื่องบินได้อย่างถูกต้อง ซึ่งทุกสายการบินจะต้องปฏิบัติตามกฎระเบียบของกรมการบินพลเรือนอย่างเคร่งครัด อย่างไรก็ตามการที่จะอบรมพนักงานต้อนรับบนเครื่องบินให้ประสบความสำเร็จนั้นไม่ใช่เรื่องที่ทำได้ง่าย แต่จำเป็นต้องอาศัยปัจจัยต่างๆ มาประยุกต์ร่วมกันเพื่อให้เกิดประสิทธิผลสูงสุด นอกจากนี้การทราบปัจจัยจำนวนมากโดยปราศจากการเน้นปัจจัยสำคัญ จะทำให้ฝ่ายจัดการเสียเวลาในการวิเคราะห์ และผลที่ได้ยังนำไปสู่ข้อสรุปในการดำเนินการที่ผิดพลาดอีกด้วย

ดังนั้น งานวิจัยจึงได้ศึกษาและวิเคราะห์หาลำดับความสำคัญของปัจจัยแห่งความสำเร็จของหลักสูตรการฝึกอบรมพนักงานต้อนรับบนเครื่องบิน เพื่อช่วยเพิ่มโอกาสแห่งความสำเร็จโดยการใช้ทรัพยากรที่มีจำกัดอย่างมีประสิทธิภาพ และเพื่อเป็นแนวทางให้สายการบินสามารถตัดสินใจเลือกพัฒนาปัจจัยแห่งความสำเร็จตามลำดับความสำคัญได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อจัดลำดับความสำคัญของปัจจัยแห่งความสำเร็จของหลักสูตรขั้นพื้นฐานของพนักงานต้อนรับบนเครื่องบิน
2. เพื่อเป็นแนวทางให้สายการบินสามารถตัดสินใจเลือกพัฒนาปัจจัยแห่งความสำเร็จตามลำดับความสำคัญได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม

แนวคิดทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ผลการตรวจเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องสรุปได้ดังนี้

การฝึกอบรม (training) การฝึกอบรมเป็นกระบวนการที่จะทำให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมเกิดความรู้ ความเข้าใจที่มีทัศนคติและเกิดความชำนาญในเรื่องใดเรื่องหนึ่งจนเกิดการเรียนรู้ หรือมีการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมไปตามวัตถุประสงค์ของการฝึกอบรม ส่งผลให้สามารถทำงานที่ได้รับมอบหมายอย่างเต็มที่การฝึกอบรมมีลักษณะดังนี้

1. เป็นกระบวนการ (process) อย่างหนึ่งในการพัฒนาองค์การโดยอาศัยการดำเนินการอย่างเป็นขั้นตอน มีการวางแผนที่ดีและเป็นการกระทำที่ต่อเนื่องกันไปโดยไม่สิ้นสุด
2. เป็นการกระทำที่มุ่งจะเปลี่ยนพฤติกรรม 3 ด้าน คือ เพิ่มความรู้ (knowledge) พัฒนาทักษะ (skill) และปรับเปลี่ยนทัศนคติ (attitude) ในการทำงาน
3. เป็นกระบวนการที่จะช่วยเพิ่มพูนความสามารถประสิทธิภาพของบุคคลเพื่อก่อให้เกิดประสิทธิผลต่อหน่วย

งานเป็นสำคัญ (กริช อัมโภชน, 2540)

ดัชนีชี้วัดความสำเร็จ (Key Performance Indicators--KPI) เป็นเครื่องมือที่ใช้วัดผลการปฏิบัติงานหรือประเมินผลการดำเนินงานในด้านต่างๆ เพื่อสะท้อนประสิทธิภาพและประสิทธิผลในการปฏิบัติงาน เช่น ดัชนีชี้วัดระดับองค์กร ดัชนีชี้วัดระดับหน่วยงานและดัชนีชี้วัดระดับบุคคล เป็นต้น (Vasilakis, 2008)

ปัจจัยแห่งความสำเร็จ (Critical Success Factors--CSF) เป็นปัจจัยที่สำคัญที่จะนำไปสู่ความสำเร็จของการดำเนินงานหรือการบรรลุความสำเร็จตามวิสัยทัศน์ขององค์กร (McLeod, 1992) สำหรับปัจจัยแห่งความสำเร็จของการฝึกอบรมนั้นได้มีผู้สนใจศึกษาจำนวนมาก ดังแสดงในตาราง 2

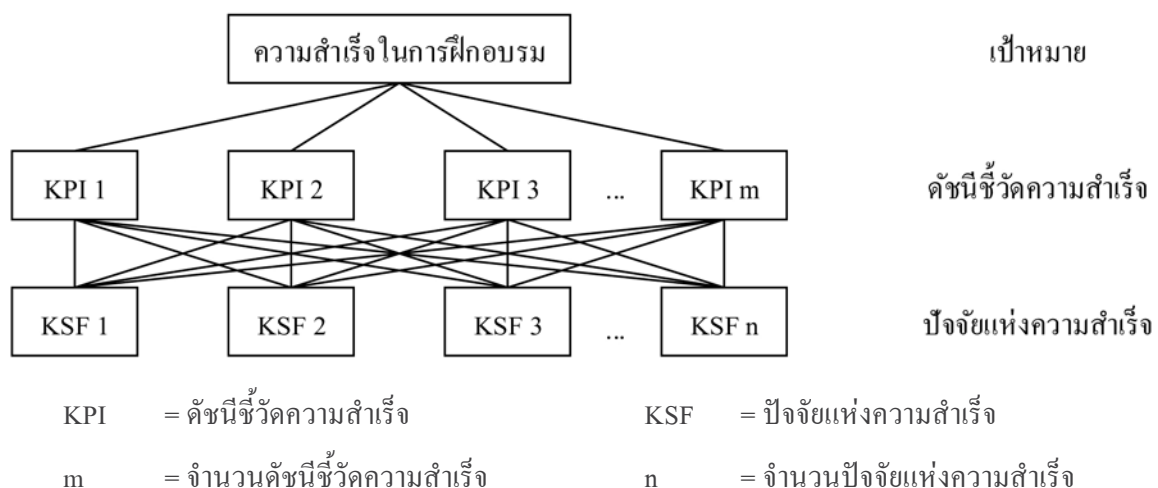
หลักสูตรการฝึกอบรมสำหรับพนักงานต้อนรับบนเครื่องบิน ตามข้อบังคับของคณะกรรมการการบินพลเรือน ฉบับที่ 78 ว่าด้วยการเดินอากาศของอากาศยาน (สำนักงานคณะกรรมการกฤษฎีกา, 2551) ได้กำหนดให้ผู้ได้รับใบรับรองเป็นผู้ดำเนินการเดินอากาศจะต้องจัดให้มีแผนการฝึกอบรมพนักงานต้อนรับในอากาศยานที่ได้รับความเห็นชอบจากกรมการขนส่งทางอากาศและให้ฝึกอบรมตามแผนดังกล่าวอย่างสมบูรณ์ก่อนที่จะมอบหมายให้ปฏิบัติหน้าที่พนักงานต้อนรับในอากาศยาน

ตามประกาศของกรมการขนส่งทางอากาศ เรื่องหลักสูตรการฝึกอบรมสำหรับพนักงานต้อนรับในอากาศยาน (กรมการขนส่งทางอากาศ, 2551) ได้กำหนด

ให้หลักสูตรการฝึกอบรมสำหรับพนักงานต้อนรับบนเครื่องบินแบ่งออกเป็น 3 หลักสูตร คือ หลักสูตร Initial training (เพื่อฝึกอบรมขั้นพื้นฐาน) หลักสูตร Recurrent training (เพื่อฝึกทบทวนตามวาระ) และหลักสูตร Conversion/transition training (เพื่อการเปลี่ยนแบบเครื่องบินที่ปฏิบัติหน้าที่) โดยแต่ละหลักสูตรต้องมีจำนวนชั่วโมงรวมสำหรับการฝึกอบรมเนื้อหาประกอบด้วยหัวข้อวิชา เช่น ความรู้พื้นฐานด้านการบิน การปฏิบัติการของอากาศยาน การปฏิบัติหน้าที่และขั้นตอนการปฏิบัติในกรณีอากาศยานเกิดเหตุการณ์ผิดปกติ โดยผู้ฝึกอบรมในหลักสูตรจะต้องเป็นผู้ได้รับใบรับรองครูฝึกผู้ประจำหน้าที่ในอากาศประเภทครูฝึกภาคทฤษฎีจากกรมการขนส่งทางอากาศโดยในการฝึกอบรมต้องได้รับการรับรองแผนการฝึกอบรมและต้องยื่นแผนการฝึกอบรมและกระบวนการทดสอบแต่ละขั้นตอนก่อนเริ่มฝึกอบรมอย่างน้อย 10 วันทำการ นอกจากนี้ผู้ได้รับใบรับรองผู้ดำเนินการเดินอากาศต้องปรับปรุงและพัฒนาแผนการฝึกอบรมให้เป็นปัจจุบันและสอดคล้องกับมาตรฐานความปลอดภัยที่กรมการขนส่งทางอากาศหรือองค์การการบินพลเรือนระหว่างประเทศกำหนด

กรอบแนวคิดการวิจัย

งานวิจัยนี้มีกรอบแนวคิดการวิจัยในการสร้างตัวแบบสำหรับกระบวนการวิเคราะห์เชิงลำดับชั้นเพื่อจัดลำดับความสำคัญของปัจจัยแห่งความสำเร็จ ดังแสดงในภาพ 1



ภาพ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย

สมมติฐานการวิจัย

1. ดัชนีชี้วัดความสำเร็จหรือปัจจัยแห่งความสำเร็จที่ได้จากการทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องมีความเหมาะสมในการนำมาใช้กับการฝึกอบรมพนักงานต้อนรับบนเครื่องบินในประเทศไทย
2. ลำดับปัจจัยความสำคัญของปัจจัยแห่งความสำเร็จที่ประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญสองกลุ่มมีความสัมพันธ์กัน

วิธีดำเนินการวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นงานวิจัยเชิงปริมาณเป็นการศึกษาการจัดลำดับความสำคัญของปัจจัยแห่งความสำเร็จสำหรับการฝึกอบรมพนักงานต้อนรับบนเครื่องบินในหลักสูตร Initial training ซึ่งเป็นหลักสูตรขั้นพื้นฐานของพนักงานต้อนรับบนเครื่องบิน

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

งานวิจัยนี้เก็บข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างผู้เชี่ยวชาญ 2 กลุ่ม คือครูฝึกอบรมที่มีประสบการณ์ด้านการฝึกอบรมหลักสูตรขั้นพื้นฐานของพนักงานต้อนรับบนเครื่องบินไม่ต่ำกว่า 5 ปี ที่ได้รับใบรับรองครูฝึกภาคทฤษฎีจากกรมการบินพลเรือน (กลุ่มครูฝึกอบรม) และกลุ่มที่สองคือผู้ผ่านการฝึกอบรมหลักสูตรขั้นพื้นฐานของพนักงานต้อนรับบนเครื่องบินที่มีผลการประเมินระดับดีมาก (กลุ่มผู้ผ่านการฝึกอบรม) จำนวนกลุ่มละ 15 คน

งานวิจัยนี้ได้แบ่งวิธีดำเนินการวิจัยออกเป็น 4 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 ศึกษาแนวทางและหลักการที่เกี่ยวข้องกับดัชนีชี้วัดความสำเร็จและปัจจัยแห่งความสำเร็จจากการทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง แล้วนำผลที่ได้มาวิเคราะห์ และสรุปว่ามีดัชนีชี้วัดความสำเร็จเบื้องต้นและปัจจัยแห่งความสำเร็จเบื้องต้นอะไรบ้างที่ได้จากการทบทวนวรรณกรรม

ส่วนที่ 2 ประเมินว่าดัชนีชี้วัดความสำเร็จและปัจจัยแห่งความสำเร็จที่ได้ข้างต้นมีความเหมาะสมที่จะ

นำมาใช้กับการฝึกอบรมพนักงานต้อนรับบนเครื่องบินในประเทศไทยหรือไม่ โดยได้ขอให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินความเหมาะสมของดัชนีชี้วัดความสำเร็จและปัจจัยแห่งความสำเร็จด้วยการใช้มาตราวัดแบบลิเคิร์ต (Likert Scale) (โดยที่ 1 = ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง, 2 = ไม่เห็นด้วย, 3 = ไม่แน่ใจ, 4 = เห็นด้วย และ 5 = เห็นด้วยอย่างยิ่ง) ผลการประเมินที่ได้นำมาคำนวณค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และใช้การวิเคราะห์สถิติ t-test เพื่อสืบให้แน่ใจว่าดัชนีชี้วัดความสำเร็จเบื้องต้นหรือปัจจัยแห่งความสำเร็จเบื้องต้นมีความเหมาะสมในการนำมาใช้กับการฝึกอบรมพนักงานต้อนรับบนเครื่องบินในประเทศไทยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (โดยกำหนดให้ $H_0: \mu = 4$ และ $H_1: \mu > 4$ หรือสมมติฐานหลัก (H_0) คือดัชนีชี้วัดความสำเร็จหรือปัจจัยแห่งความสำเร็จที่ได้จากการทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องไม่มีความเหมาะสมในการนำมาใช้กับการฝึกอบรมพนักงานต้อนรับบนเครื่องบินในประเทศไทย และสมมติฐานอื่น (H_1) คือ ดัชนีชี้วัดความสำเร็จหรือปัจจัยแห่งความสำเร็จที่ได้จากการทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องมีความเหมาะสมในการนำมาใช้กับการฝึกอบรมพนักงานต้อนรับบนเครื่องบินในประเทศไทย

ส่วนที่ 3 จัดลำดับความสำคัญของปัจจัยแห่งความสำเร็จโดยได้จัดทำตัวแบบการตัดสินใจตามระเบียบวิธี AHP ซึ่งเป็นกระบวนการตัดสินใจแบบหลายหลักเกณฑ์ (Saaty, 2008) โดยแบ่งองค์ประกอบของปัญหาออกเป็น ส่วน ๆ ในรูปของแผนภูมิตามลำดับชั้น แล้วกำหนดค่าของการวินิจฉัยเปรียบเทียบปัจจัยต่าง ๆ และนำค่าเหล่านั้นมาคำนวณเพื่อดูว่าปัจจัยใดมีค่าลำดับความสำคัญมากที่สุด (วิฑูรย์ สิมะโชคดี, 2542)

ส่วนที่ 4 วิเคราะห์ผลทางสถิติถึงความแตกต่างในการจัดลำดับระหว่างผู้เชี่ยวชาญทั้งสองกลุ่ม โดยทดสอบค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างลำดับที่จัดโดยผู้เชี่ยวชาญสองกลุ่มตามวิธีของสเปียร์แมน (Spearman Rank Correlation Coefficient) โดยที่สมมติฐานหลัก (H_0) คือ ลำดับที่จัดโดยผู้เชี่ยวชาญสองกลุ่มไม่มีความสัมพันธ์กัน และสมมติฐานอื่น (H_1) คือ ลำดับที่จัดโดยผู้เชี่ยวชาญสองกลุ่มมีความสัมพันธ์กัน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วยแบบสอบถาม 2 ชุด ดังนี้

แบบสอบถามชุดที่ 1 เป็นแบบสอบถามความคิดเห็นเพื่อประเมินความเหมาะสมของดัชนีชี้วัดความสำเร็จและปัจจัยแห่งความสำเร็จ แบ่งออกเป็น 3 ตอน คือ ตอนที่ 1 เป็นคำถามข้อเท็จจริงเกี่ยวกับปัจจัยส่วนบุคคลของผู้ตอบแบบสอบถาม จำนวน 8 ข้อ ตอนที่ 2 เป็นแบบสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับดัชนีชี้วัดความสำเร็จและปัจจัยแห่งความสำเร็จสำหรับการฝึกอบรมพนักงานต้อนรับบนเครื่องบินมีความเหมาะสมที่จะนำมาใช้ในการฝึกอบรมหรือไม่ จำนวน 17 ข้อ และตอนที่ 3 เป็นคำถามปลายเปิดเพื่อให้ผู้ตอบแบบสอบถามสามารถแสดงความคิดเห็นและข้อเสนอแนะในประเด็นนอกเหนือจากแบบสอบถาม

แบบสอบถามชุดที่ 2 เป็นแบบสอบถามการจัดลำดับความสำคัญของดัชนีชี้วัดความสำเร็จและปัจจัยแห่งความสำเร็จสำหรับการฝึกอบรมพนักงานต้อนรับบนเครื่องบิน โดยแบ่งออกเป็น 2 ตอน คือตอนที่ 1 เป็นคำถามข้อเท็จจริงเกี่ยวกับข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม จำนวน 8 ข้อ และตอนที่ 2 เป็นแบบสอบถามความคิดเห็นด้านการลำดับความสำคัญของดัชนีชี้วัดความสำเร็จและปัจจัยแห่งความสำเร็จสำหรับการฝึกอบรมพนักงานต้อนรับบนเครื่องบิน จำนวน 42 ข้อ

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ช่วงเวลาที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลคือ ในช่วงเดือนมิถุนายน-สิงหาคม 2558 โดยใช้แบบสอบถามทั้งสองชุดที่พัฒนาขึ้น และทำการเก็บข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างซึ่งเป็นผู้เชี่ยวชาญ 2 กลุ่มดังกล่าวข้างต้นจำนวน

กลุ่มละ 15 คน ซึ่งเป็นผู้เชี่ยวชาญที่ทำงานและเคยทำงานในองค์กรต่าง ๆ ดังนี้ บริษัท การบินไทย จำกัด (มหาชน) บริษัท การบินกรุงเทพ จำกัด (มหาชน) บริษัท บิสซิเนสแอร์ เซ็นเตอร์ จำกัด บริษัท สายการบินนกแอร์ จำกัด (มหาชน) บริษัท ไทยแอร์เอเชีย จำกัด (มหาชน) บริษัท โอเรียนท์ไทยแอร์ไลน์ บริษัท ชีตี้แอร์เวย์ จำกัด บริษัท สายการบินเอเชียน จำกัด บริษัท แอลเวย์ จำกัด บริษัท เจ็ทเอเชียแอร์เวย์ จำกัด บริษัท เอเชียแอทแลนด์คิกแอร์ไลน์ส จำกัด และบริษัท สายการบิน นกสัปดาห์ จำกัด

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ทำการทดสอบความเหมาะสมของดัชนีชี้วัดความสำเร็จและปัจจัยแห่งความสำเร็จโดยใช้สถิติ t-test และทำการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของลำดับที่จัดโดยผู้เชี่ยวชาญสองกลุ่มโดยใช้วิธีของสเปียร์แมน

ผลการวิจัย

ผลการวิจัยแบ่งออกเป็น 4 ส่วน ดังนี้

ผลการวิจัยส่วนที่ 1 เป็นการศึกษาดัชนีชี้วัดความสำเร็จและปัจจัยแห่งความสำเร็จของการฝึกอบรมจากการทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง ซึ่งสามารถระบุดัชนีชี้วัดความสำเร็จเบื้องต้นจำนวน 4 ดัชนี ได้แก่ ประสิทธิภาพในการปฏิบัติงาน ความพึงพอใจของผู้โดยสาร การเรียนรู้และการพัฒนา และการสอบผ่านเกณฑ์ และปัจจัยแห่งความสำเร็จเบื้องต้นจำนวน 12 ปัจจัยซึ่งแบ่งเป็น 4 กลุ่มคือ หลักสูตรการฝึกอบรม วิทยากร ผู้เข้ารับการฝึกอบรมอุปกรณ์การฝึกอบรมและการประเมินผล โดยดัชนีชี้วัดความสำเร็จและปัจจัยแห่งความสำเร็จของการฝึกอบรมที่ได้จากการทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง แสดงรายละเอียดดังตาราง 1 และ 2

ตาราง 1

ดัชนีชี้วัดความสำเร็จของการฝึกอบรม

ดัชนีชี้วัดความสำเร็จ	คำอธิบายโดยย่อ	เอกสารอ้างอิง
1) ประสิทธิภาพในการปฏิบัติงาน	ประสิทธิภาพในการทำงานวัดได้การใช้ระยะเวลาในการทำงานน้อยลง ประสิทธิภาพของการอบรมวัดได้จากระดับที่ผู้เข้าอบรมสามารถประยุกต์ใช้ความรู้ ทักษะและมีทัศนคติที่ได้จากการบริหารการอบรมไปสู่บริบทการทำงาน	Schmееckle (2003)
2) ความพึงพอใจของผู้โดยสาร	ความพึงพอใจของผู้โดยสารต่อการบริการที่ได้รับจากพนักงานต้อนรับบนเครื่องบินผู้ผ่านการฝึกอบรม	สุริย์รัตน์ ผดุงสิทธิโชค (2545)
3) การเรียนรู้และการพัฒนา	การเรียนรู้และการพัฒนาซึ่งประกอบด้วย 1) ความรู้ทางด้านเทคนิค ความรู้ทางด้านการปฏิบัติงานเรื่องอาหารและเครื่องดื่ม การใช้อุปกรณ์ลูกเงิน ได้มาจากการเรียนรู้ 2) การมีทักษะสามารถได้มาจากการปฏิบัติจริง ซึ่งสามารถฝึกฝนให้เกิดความชำนาญและต้องสามารถทำงานภายใต้ความกดดันพร้อมทั้งแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นจากการทำงาน และ 3) ทักษะคือมีมุมมอง ความคิดเห็นเกี่ยวกับตนเอง ค่านิยม และความคิดเกี่ยวกับภาพลักษณ์ซึ่งจะเป็นแรงจูงใจที่ทำให้เกิดพฤติกรรมต่างๆ	- Venkadasalam (2015) - Rhoden, et al. (2006) - สุพรรณิกา กัลยาณมิตร (2550) - กรณ์ ปลอดมณีและคณะ (2556)
4) การสอบผ่านเกณฑ์	เกณฑ์การสอบมีการวัดผลการสอบ ได้แก่ การทดสอบทางด้านทฤษฎีและการปฏิบัติเหตุฉุกเฉิน (ต้องสอบผ่านร้อยละ 90) ในกรณีที่ผู้เข้ารับการฝึกอบรมเข้าใจการสอนของวิทยากรมากขึ้นทำให้มีโอกาสสอบผ่านมากขึ้น	วิจิตร อมรณพกุล (2542)

ตาราง 2

ปัจจัยแห่งความสำเร็จของการฝึกอบรม

ปัจจัยแห่งความสำเร็จ	คำอธิบายโดยย่อ	เอกสารอ้างอิง
1) หลักสูตรที่ออกแบบมีความสอดคล้องกับความต้องการของสายการบิน	การออกแบบหลักสูตรที่สอดคล้องกับความต้องการของสายการบินซึ่งจะต้องเป็นหลักสูตรที่มีความชัดเจน ง่าย และมีความสมบูรณ์ทั้งทักษะด้านความปลอดภัยและการบริการบนเครื่องบิน	วิศา เหล่มตระกูล (2546)
2) เนื้อหาที่ออกแบบมีความเหมาะสมกับผู้เข้ารับการฝึกอบรม	การออกแบบเนื้อหาที่เหมาะสมกับผู้เข้ารับการฝึกอบรม โดยจะต้องรู้ว่าผู้เข้ารับการฝึกอบรมมีลักษณะอย่างไร และต้องการอะไร แล้วจึงออกแบบเนื้อหาให้เหมาะสมกับกลุ่มที่เข้ารับการฝึกอบรม	- วิศา เหล่มตระกูล (2546) - กรณ์ ปลอดมณีและคณะ (2556) - สุริย์รัตน์ ผดุงสิทธิโชค (2545) - สุพรรณิกา กัลยาณมิตร (2550) - โสภิต หนูนักดี (2537)
3) หลักสูตรมีการปรับปรุงให้ทันสมัยและได้มาตรฐานอย่างต่อเนื่อง	มีการพัฒนาและปรับปรุงหลักสูตรให้ทันสมัยและได้มาตรฐานอย่างต่อเนื่อง	โสภิต หนูนักดี (2537)
4) วิทยากรมีความรู้ความสามารถ	วิทยากรหรือครูฝึกต้องมีประสบการณ์ในงานไม่ต่ำกว่า 5 ปี รวมทั้งต้องเป็นผู้เชี่ยวชาญในด้านต่าง ๆ เช่น การให้บริการบนเครื่องบิน ความปลอดภัยบนเครื่องบิน และการรับมือกับสถานการณ์ฉุกเฉิน	- วิจิตร อมรณพกุล (2542) - โสภิต หนูนักดี (2537)

ปัจจัยแห่งความสำเร็จ	คำอธิบายโดยย่อ	เอกสารอ้างอิง
5) การคัดเลือกวิทยากร	มีเกณฑ์การคัดเลือกวิทยากรที่เหมาะสม เช่น มีการกำหนดประสบการณ์ ความรู้ ความเชี่ยวชาญขั้นต่ำของวิทยากร รวมทั้งการกำหนดคุณสมบัติอื่น ๆ อาทิ การมีมนุษยสัมพันธ์ที่ดี มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ และมีความสามารถในการสื่อสาร เป็นต้น	- Cheng and Li (2002) - Susanty, et al. (2012) - Venkadasalam (2015) - กรณ์ ปลอดคมณีและคณะ (2556) - สุริย์รัตน์ ผดุงสิทธิโชค (2545)
6) การสร้างบรรยากาศที่ดีในการฝึกอบรม	วิทยากรจะต้องเป็นผู้ที่มีความสามารถในการจัดสภาพแวดล้อมหรือสร้างบรรยากาศในการเรียนรู้ที่ดี เช่น การจัดเนื้อหาในฝึกอบรมให้มีการเรียนรู้ได้ง่ายและจำได้ดี การจัดกิจกรรมในการอบรม มีการฝึกปฏิบัติอย่างกระตือรือร้นและต่อเนื่อง และการจัดบรรยากาศในการเรียนรู้ที่เป็นกันเองระหว่างผู้เข้ารับการฝึกอบรมกับวิทยากร	วิทยา เหล่มตระกูล (2546) สุพรรณิกา กัลยาณมิตร (2550) และโสภิต หนูนุกดี (2537)
7) การมุ่งเน้นให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมมีส่วนร่วมในการเรียนรู้	การมุ่งเน้นให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ เพื่อให้เกิดการปรับเปลี่ยนกระบวนการคิด หรือพฤติกรรมผ่านประสบการณ์ตรงจากการปฏิบัติจริงด้วยกรณีศึกษา หรือกิจกรรมที่ได้รับการออกแบบมาให้สอดคล้องกับเนื้อหา เช่น การสาธิต การจำลองสถานการณ์ เป็นต้น	สุพรรณิกา กัลยาณมิตร (2550)
8) ผู้เข้ารับการฝึกอบรมเข้าใจวัตถุประสงค์และมีทัศนคติที่ดีต่อการฝึกอบรม	ผู้เข้ารับการฝึกอบรมเข้าใจวัตถุประสงค์ที่แท้จริงและมีทัศนคติที่ดีต่อการเข้ารับการฝึกอบรม ซึ่งจะนำไปสู่ความตั้งใจ การปฏิบัติตนได้อย่างถูกต้องเหมาะสม และการมีส่วนร่วมในกิจกรรมตลอดโครงการฝึกอบรม	โสภิต หนูนุกดี (2537)
9) คุณลักษณะของผู้เข้ารับการฝึกอบรม	คุณลักษณะของผู้เข้าฝึกอบรม (ปัจจัยภายใน) ที่ช่วยให้กิจกรรมการฝึกอบรมมีประสิทธิภาพ เช่น ความรู้และประสบการณ์เดิมของผู้เข้ารับการฝึกอบรม แรงจูงใจในการฝึกอบรม วิธีการเรียนรู้ ความรู้ความสามารถในการใช้ภาษาอังกฤษ และทักษะในด้านการติดต่อสื่อสาร และความอดทนอดกลั้นต่อสถานการณ์ต่าง ๆ เป็นต้น	- วิทยา เหล่มตระกูล (2546) - วิจิตร อมรณพกุล (2542) - สุพรรณิกา กัลยาณมิตร (2550) - สุชาติ วันสุทนต์ (2535)
10) อุปกรณ์การฝึกอบรมที่ครบถ้วนและเพียงพอ	การมีอุปกรณ์การฝึกอบรมต่าง ๆ ที่ใช้ประกอบการฝึกอบรมจะต้องมีความครบถ้วนและเพียงพอกับผู้เข้าร่วมฝึกอบรม เพื่อเสริมสร้างความเข้าใจให้แก่ผู้เข้ารับการฝึกอบรม ได้แก่ รูปภาพ วีดีโอ อุปกรณ์ฉุกเฉิน อุปกรณ์ดับเพลิงเมื่อเกิดเหตุการณ์ไฟไหม้ในอาคารสถาน สไลด์ แพยาง เสื้อชูชีพ เครื่องบินแบบจำลอง เป็นต้น ซึ่งเหมาะในการสาธิตและวิธีการฝึกโดยใช้การบทบาทสมมติ	- สุพรรณิกา กัลยาณมิตร (2550) - โสภิต หนูนุกดี (2537)
11) อุปกรณ์การฝึกอบรมที่ทันสมัยและพร้อมใช้งาน	การทำให้อุปกรณ์การฝึกอบรมมีความทันสมัยและพร้อมใช้งานอยู่เสมอ ซึ่งรวมถึงการลงทุนซื้อหรือทำให้ทันสมัย (update) และการบำรุงรักษาอุปกรณ์การฝึกอบรมให้พร้อมใช้งานอยู่เสมอ	-Cheng and Li (2002) -โสภิต หนูนุกดี (2537)

ปัจจัยแห่งความสำเร็จ	คำอธิบายโดยย่อ	เอกสารอ้างอิง
12) การติดตามผลการประเมินและนำผลการประเมินมาพัฒนาให้ดีขึ้น	การติดตามการประเมินผลการฝึกอบรมจากการสัมภาษณ์และการสังเกตพฤติกรรมหลังการฝึกอบรมของผู้ที่ผ่านการฝึกอบรมสามารถประยุกต์ใช้ความรู้ในการทำงานและเกิดทำให้เกิดผลลัพธ์ที่ดีต่อองค์กรหรือไม่ อย่างไร พร้อมทั้งนำผลที่ได้รับมาปรับปรุงและพัฒนาการฝึกอบรมให้ดีขึ้นต่อไป	- Thiry (2004) - Kirkpatrick & Kirkpatrick (2006) - สุพรรณิกา กัลยาณมิตร (2550) - โสภิต หนูนัทกิจ (2537)

ผลการวิจัยส่วนที่ 2 เป็นการกำหนดปัจจัยที่เหมาะสมที่จะนำมาใช้กับการฝึกอบรมพนักงานต้อนรับบนเครื่องบินในการประเมินดัชนีชี้วัดความสำเร็จและปัจจัยแห่งความสำเร็จเบื้องต้นว่ามีความเหมาะสมที่จะนำมาใช้กับการฝึกอบรมพนักงานต้อนรับบนเครื่องบินในประเทศไทยหรือไม่ กระทำโดยผู้ตัดสินใจที่ประกอบด้วยกลุ่มผู้เชี่ยวชาญจำนวนสองกลุ่มคือกลุ่มครูฝึกอบรมจำนวน 15 คน และกลุ่มผู้ผ่านการฝึกอบรมจำนวน 15 คน โดยให้ผู้ตัดสินใจประเมินแบบสอบถาม ซึ่งมีสมมติฐานการวิจัยไว้ดังนี้

H_0 : ดัชนีชี้วัดความสำเร็จหรือปัจจัยแห่งความสำเร็จที่ได้จากการทบทวนวรรณกรรมไม่มีความเหมาะสมในการนำมาใช้กับการฝึกอบรมพนักงานต้อนรับบนเครื่องบินในประเทศไทย

H_1 : ดัชนีชี้วัดความสำเร็จหรือปัจจัยแห่งความสำเร็จ

สำเร็จ ที่ได้จากการทบทวนวรรณกรรมมีความเหมาะสมในการนำมาใช้กับการฝึกอบรมพนักงานต้อนรับบนเครื่องบินในประเทศไทย

ผลการประเมินค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของดัชนีชี้วัดความสำเร็จและปัจจัยแห่งความสำเร็จในเบื้องต้นเมื่อจำนวนตัวอย่างรวมทั้งสิ้น 30 ตัวอย่าง พบว่าปัจจัยทุกปัจจัยมีค่าเฉลี่ยมากกว่า 4 และเมื่อทำการทดสอบสมมติฐานด้วย t-test พบว่าเมื่อนำค่า P-value ของแต่ละปัจจัยที่ได้ในตาราง 3 มาหารด้วยสองแล้ว จะได้ค่าที่น้อยกว่า 0.05 ดังนั้นจึงปฏิเสธ H_0 นั้นแสดงว่า ทุกปัจจัยมีค่าเฉลี่ยมากกว่า 4 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ดังนั้นสามารถสรุปได้ว่าดัชนีชี้วัดความสำเร็จและปัจจัยแห่งความสำเร็จทั้ง 12 ปัจจัยมีความเหมาะสมในการนำมาใช้กับการฝึกอบรมพนักงานต้อนรับบนเครื่องบินในประเทศไทย ดังรายละเอียดในตาราง 3

ตาราง 3

ค่าเฉลี่ยค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานและผลการทดสอบสมมติฐานของปัจจัยแห่งความสำเร็จสำหรับการฝึกอบรมพนักงานต้อนรับบนเครื่องบิน $H_0: \mu = 4$ และ $H_1: \mu > 4$

ดัชนีชี้วัดหรือปัจจัยแห่งความสำเร็จ สำหรับการฝึกอบรมพนักงานต้อนรับบนเครื่องบิน	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน	$H_0: \mu = 4$	$H_1: \mu > 4$
			P-value	ผลการทดสอบ
เนื้อหาที่ออกแบบมีความเหมาะสมกับผู้เข้ารับการฝึกอบรม	4.80	0.48	6.61E-14	ปฏิเสธ H_0
การติดตามผลการประเมินและนำผลการประเมินมาพัฒนาให้ดีขึ้น	4.70	0.60	8.76E-15	ปฏิเสธ H_0
การคัดเลือกวิทยากร	4.70	0.53	2.03E-20	ปฏิเสธ H_0
การสอบผ่านเกณฑ์	4.63	0.56	1.54E-17	ปฏิเสธ H_0
อุปกรณ์การฝึกอบรมที่ทันสมัยและพร้อมใช้งาน	4.63	0.56	6.5E-13	ปฏิเสธ H_0
ความพึงพอใจของผู้โดยสาร	4.60	0.56	7.53E-17	ปฏิเสธ H_0
การเรียนรู้และการพัฒนา	4.60	0.50	1.54E-17	ปฏิเสธ H_0
อุปกรณ์การฝึกอบรมที่ครบถ้วนและเพียงพอ	4.60	0.56	1.04E-11	ปฏิเสธ H_0

ดัชนีชี้วัดหรือปัจจัยแห่งความสำเร็จ สำหรับการฝึกอบรมพนักงานต้อนรับบนเครื่องบิน	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน	$H_0: \mu = 4$ $H_1: \mu > 4$	
			P-value	ผลการทดสอบ
ประสิทธิภาพในการปฏิบัติงาน	4.50	0.63	2.42E-17	ปฏิเสธ H_0
หลักสูตรมีการปรับปรุงให้ทันสมัยและได้มาตรฐานอย่างต่อเนื่อง	4.50	0.51	2.19E-18	ปฏิเสธ H_0
วิทยากรมีความรู้ความสามารถ	4.50	0.57	2.42E-16	ปฏิเสธ H_0
คุณลักษณะของผู้เข้ารับการฝึกอบรม	4.50	0.63	2.16E-18	ปฏิเสธ H_0
การสร้างบรรยากาศที่ดีในการฝึกอบรม	4.47	0.57	6.71E-19	ปฏิเสธ H_0
ผู้เข้ารับการฝึกอบรมเข้าใจวัตถุประสงค์และมีทัศนคติที่ดีต่อการฝึกอบรม	4.43	0.82	1.69E-17	ปฏิเสธ H_0
หลักสูตรที่ออกแบบมีความสอดคล้องกับความต้องการของสายการบิน	4.30	0.84	2.42E-17	ปฏิเสธ H_0

1 = ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง, 2 = ไม่เห็นด้วย, 3 = ไม่แน่ใจ, 4 = เห็นด้วย และ 5 = เห็นด้วยอย่างยิ่ง

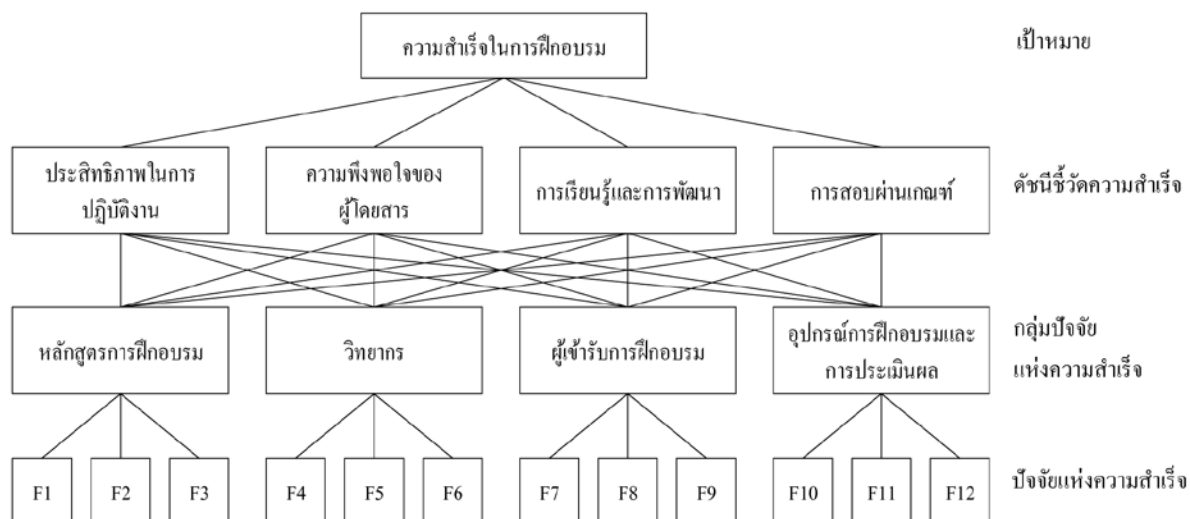
ถ้าคะแนนเฉลี่ยมากกว่า 4 บ่งชี้ว่าเป็นปัจจัยที่มีความเหมาะสมในการนำมาใช้กับการฝึกอบรมพนักงานต้อนรับบนเครื่องบิน แต่ถ้าคะแนนเฉลี่ยน้อยกว่าหรือเท่ากับ 4 บ่งชี้ว่าเป็นปัจจัยที่ไม่มีความเหมาะสมในการนำมาใช้กับการฝึกอบรมพนักงานต้อนรับบนเครื่องบิน

ผลการวิจัยส่วนที่ 3 เป็นผลการจัดลำดับความสำคัญสำหรับปัจจัยแห่งความสำเร็จโดยวิธี AHP ดังต่อไปนี้

- การพัฒนาตัวแบบโครงสร้างลำดับชั้น

โดยนำดัชนีชี้วัดความสำเร็จและปัจจัยแห่งความสำเร็จที่มีความเหมาะสมทั้ง 12 ปัจจัยมาสร้างตัวแบบจำลองการตัดสินใจด้วย AHP ที่มีลักษณะเป็นแผนภูมิเชิงลำดับชั้นซึ่งเป็นตัวแบบโครงสร้างลำดับชั้น 4 ระดับ โดยระดับชั้นที่ 1 คือ เป้าหมายของการฝึกอบรม ระดับชั้นที่

2 เป็นดัชนีชี้วัดความสำเร็จ มี 4 ปัจจัย ได้แก่ ประสิทธิภาพในการปฏิบัติงาน ความพึงพอใจของผู้โดยสาร การเรียนรู้และการพัฒนา และการสอบผ่านเกณฑ์ ระดับชั้นที่ 3 เป็นกลุ่มปัจจัยแห่งความสำเร็จมี 4 ปัจจัย ได้แก่ หลักสูตรการฝึกอบรม วิทยากร ผู้เข้ารับการฝึกอบรม อุปกรณ์การฝึกอบรมและการประเมินผล สำหรับระดับชั้นที่ 4 เป็นปัจจัยแห่งความสำเร็จ ซึ่งประกอบด้วย 12 ปัจจัย (F1-F12) ดังแสดงในภาพ 2



ภาพ 2 ตัวแบบโครงสร้างลำดับชั้นสำหรับศึกษาลำดับความสำคัญของปัจจัยแห่งความสำเร็จในการฝึกอบรมพนักงานต้อนรับบนเครื่องบิน

F1 = หลักสูตรที่ออกแบบมีความสอดคล้องกับความต้องการของสายการบิน

F2 = เนื้อหาที่ออกแบบมีความเหมาะสมกับผู้เข้ารับการฝึกอบรม

F3 = หลักสูตรมีการปรับปรุงให้ทันสมัยและได้มาตรฐานอย่างต่อเนื่อง

F4 = วิทยากรมีความรู้ความสามารถ

F5 = การคัดเลือกวิทยากร

F6 = การสร้างบรรยากาศที่ดีในการฝึกอบรม

F7 = การมุ่งเน้นให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมมีส่วนร่วมในการเรียนรู้

F8 = ผู้เข้ารับการฝึกอบรมเข้าใจวัตถุประสงค์และมีทัศนคติที่ดีต่อการฝึกอบรม

F9 = คุณลักษณะของผู้เข้ารับการฝึกอบรม

F10 = อุปกรณ์การฝึกอบรมที่ครบถ้วนและเพียงพอ

F11 = อุปกรณ์การฝึกอบรมที่ทันสมัยและพร้อมใช้งาน

F12 = การติดตามผลการประเมินและนำผลการประเมินมาพัฒนาให้ดีขึ้น

ดังนั้นปัญหาที่ซับซ้อนสามารถเปลี่ยนเป็นระบบเชิงลำดับชั้นได้อย่างมีเหตุผลจากนั้นสร้างแบบสอบถามเพื่อเก็บข้อมูลจากการเปรียบเทียบเชิงคู่ โดยได้ขอให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินเปรียบเทียบปัจจัยที่ละคู่ และใช้แบบสอบถามเพื่อตัดสินใจว่าปัจจัยใดมีความสำคัญมากกว่ากัน พร้อมทั้งให้คะแนนความสำคัญของปัจจัยเพื่อให้ได้เมตริกซ์การเปรียบเทียบความสำคัญแบบเป็นคู่ กำหนดเมตริกซ์การเปรียบเทียบความสำคัญแบบเป็นคู่

หลังจากนั้นรวมความคิดเห็นจากผู้เชี่ยวชาญทุกคนโดยใช้ค่าเฉลี่ยเรขาคณิตและคำนวณหาค่าน้ำหนักในแต่ละลำดับชั้นโดยใช้วิธี AHP รวมทั้งได้คำนวณ (ซ้ำ) ค่าน้ำหนักในแต่ละลำดับชั้นในทุกระดับของโครงสร้างของ AHP และคำนวณหาค่าน้ำหนักความสำคัญในทุกระดับชั้นของแต่ละปัจจัย ทั้งนี้ค่าน้ำหนักความสำคัญในทุกระดับของแต่ละปัจจัย ซึ่งคำนวณโดยการคูณกันระหว่างค่าน้ำหนักในแต่ละระดับชั้นที่มีน้ำหนักที่สอดคล้องกันตามลำดับชั้น

หลังจากนั้นจัดลำดับความสำคัญของปัจจัยแห่งความสำเร็จ โดยพิจารณาจากค่าน้ำหนักความสำคัญในทุกระดับชั้น

- สร้างแบบสอบถามเพื่อเก็บข้อมูลจากการเปรียบเทียบเชิงคู่

แบบสอบถามจะแยกเป็น 3 ประเด็น ดังนี้

ประเด็นที่ 1 เปรียบเทียบความสำคัญของดัชนีชี้วัดความสำเร็จ

ประเด็นที่ 2 เปรียบเทียบความสำคัญของกลุ่มปัจจัยแห่งความสำเร็จซึ่งประกอบด้วย

1. แบบสอบถามเพื่อเปรียบเทียบกลุ่มปัจจัยแห่งความสำเร็จ เมื่อพิจารณาในมุมมองของดัชนีชี้วัดความสำเร็จด้าน “ประสิทธิภาพในการปฏิบัติงาน” โดยทำการเปรียบเทียบทีละคู่

2. แบบสอบถามเพื่อเปรียบเทียบกลุ่มปัจจัยแห่งความสำเร็จ เมื่อพิจารณาในมุมมองของดัชนีชี้วัดความสำเร็จด้าน “ความพึงพอใจของผู้โดยสาร” โดยทำการเปรียบเทียบทีละคู่

3. แบบสอบถามเพื่อเปรียบเทียบกลุ่มปัจจัยแห่งความสำเร็จ เมื่อพิจารณาในมุมมองของดัชนีชี้วัดความสำเร็จด้าน “การเรียนรู้และการพัฒนา” โดยทำการเปรียบเทียบทีละคู่

4. แบบสอบถามเพื่อเปรียบเทียบกลุ่มปัจจัยแห่งความสำเร็จ เมื่อพิจารณาในมุมมองของดัชนีชี้วัดความสำเร็จด้าน “การสอบผ่านเกณฑ์” โดยทำการเปรียบเทียบทีละคู่

ประเด็นที่ 3 เปรียบเทียบความสำคัญของปัจจัยแห่งความสำเร็จ ซึ่งประกอบด้วย

1. แบบสอบถามเพื่อเปรียบเทียบปัจจัยแห่งความสำเร็จในกลุ่มหลักสูตรการฝึกอบรมโดยทำการเปรียบเทียบทีละคู่

2. แบบสอบถามเพื่อเปรียบเทียบปัจจัยแห่งความสำเร็จในกลุ่มวิทยากรโดยทำการเปรียบเทียบทีละคู่

3. แบบสอบถามเพื่อเปรียบเทียบปัจจัยแห่งความสำเร็จในกลุ่มผู้เข้ารับการฝึกอบรมโดยทำการเปรียบเทียบทีละคู่

4. แบบสอบถามเพื่อเปรียบเทียบปัจจัยแห่งความสำเร็จในกลุ่มอุปกรณ์การฝึกอบรมประเมินผล

โดยผู้เชี่ยวชาญเป็นผู้ประเมินเปรียบเทียบปัจจัยทีละคู่ โดยใช้แบบสอบถามเพื่อตัดสินใจว่าปัจจัยใดมีความสำคัญมากกว่ากัน พร้อมทั้งให้คะแนนความสำคัญของปัจจัย เพื่อที่จะได้เมตริกซ์ความสำคัญแบบเป็นคู่ โดยผู้วิจัยได้รับแบบสอบถามตอบกลับจากผู้เชี่ยวชาญที่เป็นผู้ประเมินทั้งสิ้นจำนวน 30 ชุดโดยผู้เชี่ยวชาญที่ประเมินมีคุณสมบัติดังตาราง 4

- กำหนดเมตริกซ์การเปรียบเทียบความสำคัญแบบเป็นคู่

จากนั้นได้กำหนดเมตริกซ์เปรียบเทียบความสำคัญแบบเป็นคู่ตามวิธีของ AHP โดยในระดับของดัชนีชี้วัดความสำเร็จ กำหนดตารางเมตริกซ์ได้ 1 ตาราง ระดับของกลุ่มปัจจัยแห่งความสำเร็จ กำหนดตารางเมตริกซ์ได้ 4 ตาราง และในระดับของปัจจัยแห่งความสำเร็จ กำหนดตารางเมตริกซ์ได้ 12 ตาราง

- รวบรวมความคิดเห็นจากผู้เชี่ยวชาญทุกคน โดยใช้ค่าเฉลี่ยเรขาคณิต

จากนั้นผู้วิจัยได้รวบรวมความคิดเห็นนำผลการประเมินแบบสอบถาม AHP จากผู้เชี่ยวชาญมาวิเคราะห์ผล

- คำนวณค่าน้ำหนักในแต่ละลำดับชั้นโดยใช้วิธี AHP

ผลการคำนวณค่าน้ำหนักในแต่ละลำดับชั้น โดยใช้วิธี AHP และคำนวณโดยใช้โปรแกรม Microsoft Excel พบว่าตารางเมตริกซ์ทุกตารางของผู้ประเมินทุกคน สามารถประเมินเปรียบเทียบความสำคัญแบบเป็นคู่ได้อย่างสอดคล้อง โดยค่าความสอดคล้องกันของเหตุผล (Consistency Ratio--CR) ที่ได้ มีค่าน้อยกว่า 0.1

- คำนวณค่าน้ำหนักในแต่ละลำดับชั้น ในทุกระดับของโครงสร้างของ AHP

ผลการคำนวณ (ซ้ำ) ค่าน้ำหนักในแต่ละลำดับชั้น ในทุกระดับของโครงสร้าง AHP ให้ครบตามตัวแบบ โครงสร้างลำดับชั้นที่ได้ออกแบบไว้พบว่าผู้ประเมินทุกคน สามารถประเมินเปรียบเทียบความสำคัญแบบเป็นคู่ได้อย่างสอดคล้อง โดยค่า CR ที่ได้ มีค่าน้อยกว่า 0.1 จึงสามารถ

นำค่านำหนักความสำคัญไปใช้ในการจัดลำดับปัจจัยได้ ซึ่งผลการจัดลำดับความสำคัญจะแยกตามมุมมองของกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ ดังนี้

ผลการจัดลำดับความสำคัญใน “มุมมองของผู้เชี่ยวชาญที่เป็นครูฝึกอบรม” โดยวิธี AHP ซึ่งการจัดลำดับความสำคัญจะพิจารณาจากค่านำหนักความสำคัญในทุกระดับชั้น (global weight) เช่น ถ้าปัจจัยใดมีค่านำหนักความสำคัญในทุกระดับชั้นสูงสุดจะจัดให้มีความสำคัญเป็นลำดับที่หนึ่ง เป็นต้น ผลการวิเคราะห์ดังแสดงในตาราง 4 ซึ่งสามารถอธิบายผลการจัดลำดับความสำคัญ ได้ดังนี้

การจัดลำดับความสำคัญของดัชนีชี้วัดความสำเร็จของการฝึกอบรม พบว่า กลุ่มครูฝึกอบรมให้ความสำคัญกับดัชนีชี้วัดโดยเรียงความสำคัญจากมากที่สุดไปหาน้อยที่สุดดังนี้ความพึงพอใจของผู้โดยสารประสิทธิภาพในการปฏิบัติงานการเรียนรู้และการพัฒนาและการสอบผ่านเกณฑ์

การจัดลำดับความสำคัญของกลุ่มปัจจัยแห่งความสำเร็จ พบว่า กลุ่มครูฝึกอบรมให้ความสำคัญกับกลุ่มปัจจัยแห่งความสำเร็จ โดยเรียงความสำคัญจากมากที่สุดไปหาน้อยที่สุดดังนี้กลุ่มวิทยากรกลุ่มหลักสูตรการฝึกอบรม กลุ่มผู้เข้ารับการฝึกอบรม และกลุ่มอุปกรณ์การฝึกอบรมประเมินผล

การจัดลำดับความสำคัญของปัจจัยแห่งความสำเร็จ พบว่า กลุ่มครูฝึกอบรมให้ความสำคัญกับปัจจัยที่มีความสำคัญสามลำดับแรกคือ วิทยากรมีความรู้ความสามารถ การสร้างบรรยากาศที่ดีในการฝึกอบรม

และการมุ่งเน้นให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ตามลำดับ และปัจจัยที่ให้ความสำคัญน้อยที่สุดคือ คุณลักษณะของผู้เข้ารับการฝึกอบรม

ผลการจัดลำดับความสำคัญใน “มุมมองของผู้เชี่ยวชาญที่เป็นผู้ผ่านการฝึกอบรม” โดยวิธี AHP ซึ่งการจัดลำดับความสำคัญจะพิจารณาจากค่านำหนักความสำคัญในทุกระดับชั้นได้ผลการวิเคราะห์ดังแสดงในตาราง 5 ซึ่งสามารถอธิบายผลการจัดลำดับความสำคัญได้ดังนี้

การจัดลำดับความสำคัญของดัชนีชี้วัดความสำเร็จการฝึกอบรม พบว่า กลุ่มผู้ผ่านการฝึกอบรมให้ความสำคัญกับดัชนีชี้วัดโดยเรียงความสำคัญจากมากที่สุดไปหาน้อยที่สุดดังนี้ ความพึงพอใจของผู้โดยสารประสิทธิภาพในการปฏิบัติงานการเรียนรู้และการพัฒนาและการสอบผ่านเกณฑ์

การจัดลำดับความสำคัญของกลุ่มปัจจัยแห่งความสำเร็จ พบว่า กลุ่มผู้ผ่านการฝึกอบรมให้ความสำคัญกับกลุ่มปัจจัยแห่งความสำเร็จโดยเรียงความสำคัญจากมากที่สุดไปหาน้อยที่สุดดังนี้ กลุ่มวิทยากร กลุ่มหลักสูตรการฝึกอบรม กลุ่มผู้เข้ารับการฝึกอบรม และกลุ่มอุปกรณ์การฝึกอบรมประเมินผล

การจัดลำดับความสำคัญของปัจจัยแห่งความสำเร็จ พบว่า กลุ่มผู้ผ่านการฝึกอบรมได้ให้ความสำคัญกับปัจจัยที่มีความสำคัญสามลำดับแรกคือ วิทยากรมีความรู้ความสามารถ การสร้างบรรยากาศที่ดีในการฝึกอบรม และการคัดเลือกวิทยากร ตามลำดับ และปัจจัยที่ให้ความสำคัญน้อยที่สุดคือคุณลักษณะของผู้เข้ารับการฝึกอบรม

ตาราง 4

ลำดับความสำคัญของปัจจัยแห่งความสำเร็จในมุมมองของผู้เชี่ยวชาญ“กลุ่มครูฝึกอบรม”

กลุ่มปัจจัย แห่งความ สำเร็จ	ค่าน้ำหนัก (Local weight)				ค่าน้ำหนัก ความ สำคัญใน ทุกระดับ (Global weight)	ปัจจัย แห่ง ความ สำเร็จ	ค่า น้ำหนัก (Local weight)	ค่าน้ำหนัก ความสำคัญ ในทุกระดับ (Global weight)	ลำดับ ความ สำคัญ
	ประสิทธิภาพ ในการ ปฏิบัติงาน	ความ พึงพอใจ ของผู้ โดยสาร	การ เรียนรู้ และการ พัฒนา	การ สอบ ผ่าน เกณฑ์					
	0.249	0.522	0.159	0.071					
หลักสูตร การฝึกอบรม						F1	0.439	0.086	4
	0.152	0.169	0.326	0.287	0.196	F2	0.419	0.082	5
						F3	0.141	0.028	10
วิทยากร						F4	0.667	0.345	1
	0.537	0.522	0.456	0.544	0.518	F5	0.146	0.075	6
						F6	0.187	0.097	2
ผู้เข้ารับ การฝึกอบรม						F7	0.585	0.094	3
	0.176	0.177	0.121	0.077	0.161	F8	0.329	0.053	8
						F9	0.086	0.014	12
อุปกรณ์การฝึก อบรมและการ ประเมินผล						F10	0.604	0.075	7
	0.136	0.132	0.096	0.092	0.125	F11	0.235	0.029	9
						F12	0.160	0.020	11

ตาราง 5

ลำดับความสำคัญของปัจจัยแห่งความสำเร็จในมุมมองของผู้เชี่ยวชาญ“กลุ่มผู้ผ่านการฝึกอบรม”

กลุ่มปัจจัยแห่งความสำเร็จ	ค่าน้ำหนัก (Local weight)				ค่าน้ำหนักความสำคัญในทุกระดับ (Global weight)	ปัจจัยแห่งความสำเร็จ	ค่า น้ำหนัก (Local weight)	ค่าน้ำหนักความสำคัญในทุกระดับ (Global weight)	ลำดับความสำคัญ
	ประสิทธิภาพในการปฏิบัติงาน	ความพึงพอใจของผู้โดยสาร	การเรียนรู้และการพัฒนา	การทดสอบผ่านเกณฑ์					
	0.249	0.522	0.159	0.071					
หลักสูตรการฝึกอบรม						F1	0.492	0.132	2
	0.209	0.271	0.335	0.312	0.269	F2	0.395	0.106	3
						F3	0.113	0.030	9
วิทยากร						F4	0.634	0.304	1
	0.518	0.461	0.458	0.517	0.479	F5	0.202	0.097	4
						F6	0.164	0.078	6
ผู้เข้ารับ การฝึกอบรม						F7	0.563	0.085	5
	0.176	0.161	0.111	0.083	0.151	F8	0.343	0.052	8
						F9	0.094	0.014	12
อุปกรณ์การฝึกอบรมและ การประเมินผล						F10	0.593	0.060	7
	0.096	0.108	0.095	0.088	0.101	F11	0.264	0.027	10
						F12	0.143	0.014	11

ผลการวิจัยส่วนที่ 4 เป็นการวิเคราะห์ลำดับความสำคัญของปัจจัย

สำหรับผลการทดสอบค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบสเปียร์แมนของปัจจัยแห่งความสำเร็จระหว่างลำดับที่จัดโดยผู้เชี่ยวชาญสองกลุ่ม ในการจัดลำดับความสำคัญของปัจจัยแห่งความสำเร็จโดยตั้งสมมติฐาน

H_0 : ลำดับที่จัดโดยผู้เชี่ยวชาญสองกลุ่มไม่มีความสัมพันธ์กัน

H_1 : ลำดับที่จัดโดยผู้เชี่ยวชาญสองกลุ่มมีความสัมพันธ์กัน

ผลการวิเคราะห์ได้ความแตกต่างของการจัดลำดับความสำคัญของปัจจัยแห่งความสำเร็จระหว่างผู้เชี่ยวชาญทั้งสองกลุ่ม ดังตาราง 6

ตาราง 6

ความแตกต่างของการจัดลำดับความสำคัญของปัจจัยแห่งความสำเร็จระหว่างผู้เชี่ยวชาญทั้งสองกลุ่ม

ปัจจัยแห่งความสำเร็จ	ลำดับความสำคัญ ที่จัดโดย		ความแตกต่าง ของลำดับ ความสำคัญ
	กลุ่มครู ฝึกอบรม	กลุ่มผู้ผ่าน การฝึกอบรม	
F1 หลักสูตรที่ออกแบบมีความสอดคล้องกับความต้องการของสายการบิน	4	2	2
F2 เนื้อหาที่ออกแบบมีความเหมาะสมกับผู้เข้ารับการฝึกอบรม	5	3	2
F3 หลักสูตรมีการปรับปรุงให้ทันสมัยและได้มาตรฐานอย่างต่อเนื่อง	10	9	1
F4 วิทยากรมีความรู้ความสามารถ	1	1	0
F5 การคัดเลือกวิทยากร	6	4	2
F6 การสร้างบรรยากาศที่ดีในการฝึกอบรม	2	6	-4
F7 การมุ่งเน้นให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมมีส่วนร่วมในการเรียนรู้	3	5	-2
F8 ผู้เข้ารับการฝึกอบรมเข้าใจวัตถุประสงค์และมีทัศนคติที่ดีต่อการฝึกอบรม	8	8	0
F9 คุณลักษณะของผู้เข้ารับการฝึกอบรม	12	12	0
F10 อุปกรณ์การฝึกอบรมที่ครบถ้วนและเพียงพอ	7	7	0
F11 อุปกรณ์การฝึกอบรมที่ทันสมัยและพร้อมใช้งาน	9	10	-1
F12 การติดตามผลการประเมินและนำผลการประเมินมาพัฒนาให้ดีขึ้น	11	11	0

ได้ผลการทดสอบ ค่า $r_s = 0.881$ ปฏิเสธ H_0 เนื่องจากค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของสเปียร์แมน (r_s) ที่ได้จากการคำนวณมีค่ามากกว่าค่าวิกฤตสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบสเปียร์แมน ($0.881 > 0.591$) ใช้การทดสอบแบบสองหาง (two-tail) แสดงว่าลำดับของปัจจัยแห่งความสำเร็จที่จัดโดยผู้เชี่ยวชาญสองกลุ่มมีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

อภิปรายผล

ในการจัดลำดับความสำคัญของปัจจัยแห่งความสำเร็จของการฝึกอบรมหลักสูตรขั้นพื้นฐานของพนักงานต้อนรับบนเครื่องบินนี้ ได้ใช้ระเบียบวิธีของกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ (AHP) ซึ่งเป็นกระบวนการตัดสินใจแบบหลายหลักเกณฑ์โดยแบ่งองค์ประกอบของปัญหาออกเป็น ส่วน ๆ ในรูปของแผนภูมิตามลำดับชั้น แล้วกำหนดค่าของการวินิจฉัยเปรียบเทียบปัจจัยต่าง ๆ จากผู้เชี่ยวชาญและนำค่าเหล่านั้นมาคำนวณเพื่อดูว่าปัจจัยใด

มีค่าลำดับความสำคัญมากที่สุด ซึ่งวิธีการดำเนินการวิจัยในครั้งนี้ได้เริ่มจากการทดสอบสมมติฐานเพื่อสืบให้แน่ใจว่าดัชนีชี้วัดความสำเร็จเบื้องต้นหรือปัจจัยแห่งความสำเร็จเบื้องต้นที่รวบรวมได้จากการทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องทั้งในและต่างประเทศนั้น (ดังตาราง 1 และ 2) มีความเหมาะสมในการนำมาใช้กับการฝึกอบรมพนักงานต้อนรับบนเครื่องบินในประเทศไทยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยใช้แบบสอบถามชุดที่ 1 และวิเคราะห์ด้วยสถิติ t-test จากจำนวนผู้ตอบแบบสอบถามทั้งสิ้น 30 คน ซึ่งผลการทดสอบ (ดังตาราง 3) สามารถสรุปได้ว่าดัชนีชี้วัดความสำเร็จและปัจจัยแห่งความสำเร็จทั้ง 12 ปัจจัยนั้นมีความเหมาะสมที่จะนำมาใช้กับการฝึกอบรมพนักงานต้อนรับบนเครื่องบินในประเทศไทยอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

จากนั้น นำดัชนีชี้วัดความสำเร็จและปัจจัยแห่งความสำเร็จที่มีความเหมาะสมทั้ง 12 ปัจจัยมาสร้างตัวแบบจำลองการตัดสินใจด้วย AHP (ดังภาพ 2) และใช้

แบบสอบถามชุดที่ 2 ที่พัฒนาขึ้นเพื่อสอบถามความคิดเห็นด้านการลำดับความสำคัญของดัชนีชี้วัดและปัจจัยแห่งความสำเร็จ จากผู้เชี่ยวชาญสองกลุ่มคือ กลุ่มครูฝึกอบรมที่มีประสบการณ์การฝึกอบรมไม่ต่ำกว่า 5 ปี จำนวน 15 คน และกลุ่มผู้ผ่านการฝึกอบรมซึ่งมีผลการประเมินระดับดีมาก จำนวน 15 คน

จากผลการลำดับความสำคัญของปัจจัยแห่งความสำเร็จในมุมมองของผู้เชี่ยวชาญ “กลุ่มครูฝึกอบรม” (ดังตาราง 4) และในมุมมองของผู้เชี่ยวชาญ “กลุ่มผู้ผ่านการฝึกอบรม” (ดังตาราง 5) ด้วยวิธี AHP สามารถสรุปได้ว่าปัจจัยแห่งความสำเร็จที่มีความสำคัญสามลำดับแรกในมุมมองของกลุ่มครูฝึกอบรมคือ วิทยากรมีความรู้ความสามารถ การสร้างบรรยากาศที่ดีในการฝึกอบรม และการมุ่งเน้นให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ตามลำดับ ส่วนปัจจัยแห่งความสำเร็จที่มีความสำคัญสามลำดับแรกในมุมมองของกลุ่มผู้ผ่านการฝึกอบรมคือ วิทยากรมีความรู้ความสามารถ การสร้างบรรยากาศที่ดีในการฝึกอบรม และการคัดเลือกวิทยากร ตามลำดับ

อย่างไรก็ตามผลของการทดสอบค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (ดังตาราง 6) สรุปได้ว่า ลำดับความสำคัญของปัจจัยแห่งความสำเร็จทั้ง 12 ปัจจัยที่จัดโดยผู้เชี่ยวชาญสองกลุ่มมีความสัมพันธ์กันที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ข้อเสนอแนะ

การที่ทางบริษัทสายการบินได้มีการจัดฝึกอบรมพนักงานต้อนรับบนเครื่องบิน เป็นนโยบายหลักของแต่ละ

สายการบินอยู่แล้วนั้นประกอบกับผลที่ได้จากงานวิจัยที่ว่าทั้งในมุมมองของผู้เชี่ยวชาญที่เป็น “กลุ่มครูฝึกอบรม” และ “กลุ่มผู้ผ่านการฝึกอบรม” ต่างได้ให้ความสำคัญกับปัจจัย “วิทยากรมีความรู้ความสามารถ” มากที่สุด โดยจัดลำดับความสำคัญไว้เป็นลำดับที่ 1 ดังนั้นทางบริษัทควรจะมีนโยบายที่จะสร้างและพัฒนาวิทยากรของแต่ละสายการบินขึ้นมาเอง เพื่อให้การฝึกอบรมสอดคล้องกับความต้องการของแต่ละสายการบิน และสามารถเข้าถึงผู้เข้าฝึกอบรมได้มากกว่าการใช้วิทยากรของสายการบินอื่น และควรเพิ่มทักษะการฝึกอบรมด้านอื่นๆ ให้กับวิทยากร เช่น การอบรมภาวะความเป็นผู้นำ หลักการพูดในที่ชุมชน และวิธีการสอนด้วยเทคนิคใหม่ รวมทั้งให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมมีส่วนร่วมในการฝึกอบรม เพื่อให้การฝึกอบรมในแต่ละครั้งได้ผลลัพธ์ที่มีประสิทธิภาพและประสิทธิผลได้ดี และส่งผลให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมได้รับความรู้จากวิทยากรที่มีความรู้ความสามารถที่ดี

นอกจากนี้ ในการส่งเสริมความสำเร็จของการฝึกอบรมนั้น ทีมผู้บริหารควรจะต้องทุ่มเททรัพยากรและความพยายามที่จะตรวจ ติดตาม และบริหารจัดการปัจจัยแห่งความสำเร็จบางปัจจัยที่มีความสำคัญลำดับต้น ๆ เช่น ปัจจัยที่มีความสำคัญสูงสุดสามลำดับแรก เป็นต้น

ท้ายที่สุด ความรู้เกี่ยวกับลำดับความสำคัญของปัจจัยแห่งความสำเร็จนี้จะนำไปสู่การจัดการเชิงกลยุทธ์ที่ดี และยังช่วยให้ผู้บริหารและผู้ปฏิบัติสามารถกำหนดนโยบาย มุ่งเน้นความพยายามในลำดับที่ถูกต้อง ซึ่งเป็นการส่งเสริมความสำเร็จของการฝึกอบรมอีกด้วย



เอกสารอ้างอิง

- กรณ์ ปลอดคมณี เทพศักดิ์ บุญรัตพันธุ์ และสุพร เสียนสลาย. (2556). ปัจจัยที่ส่งผลต่อความสำเร็จของการจัดฝึกอบรม
ด้านช่างให้กับบุคลากรขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นของกรมทางหลวงชนบท: กรณีศึกษาพื้นที่สำนัก
ทางหลวงชนบทที่ 1 (ปทุมธานี). *วารสารบัณฑิตศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ในพระบรมราชูปถัมภ์*,
7(2), 1-15.
- กรมการขนส่งทางอากาศ. (2551). *ประกาศของกรมการขนส่งทางอากาศเรื่อง หลักสูตรการฝึกอบรมสำหรับพนักงาน
ต้อนรับในอากาศยาน*. ค้นจาก www.aviation.go.th/th/gov_law/53/562.html
- กริช อัมโภชน. (2540). *การฝึกอบรมหลักสูตรการบริหารงานฝึกอบรม*. กรุงเทพฯ: สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์.
- วิดา เหล่มตระกูล. (2546). *การพัฒนาวิธีการประเมินความสำเร็จของโครงการฝึกอบรมตามแนวคิดการประเมินที่ใช้
ทฤษฎีเป็นฐาน*. วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาการวัดและประเมินผลการศึกษา
คณะครุศาสตร์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- วิฑูรย์ สิมะโชติ. (2542). *TQM วิธีก่อสร้างคุณภาพยุค 2000* (พิมพ์ครั้งที่ 4). กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สุชาติ วันสุทนต์. (2535). *การฝึกอบรมพนักงานต้อนรับบนเครื่องบิน และพนักงานฝ่ายช่าง กรณีศึกษา บริษัทการบินไทย
จำกัด*. วิทยานิพนธ์ปริญญาเศรษฐศาสตรมหาบัณฑิต, สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์.
- สุพรรณิกา กัลยาณมิตร. (2550). การพัฒนารูปแบบการฝึกอบรมเพื่อเตรียมความพร้อมก่อนเข้าทำงานตำแหน่งพนักงาน
ต้อนรับบนเครื่องบิน. *วารสารครุศาสตร์*, 35(4), 74-89.
- สุริยรัตน์ ผดุงสิทธิโชค. (2544). *ปัจจัยที่มีผลต่อความสำเร็จของผู้ที่ผ่านการฝึกอบรมหลักสูตรตัวแทนประกันชีวิต.
วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการพยาบาลผู้ใหญ่และการศึกษาต่อเนื่องบัณฑิตวิทยาลัย,
มหาวิทยาลัยมหิดล*.
- สำนักงานคณะกรรมการกฤษฎีกา. (2551). *ข้อบังคับของคณะกรรมการการบินพลเรือนฉบับที่ 78 ว่าด้วยการเดินอากาศ
ของอากาศยาน*. ราชกิจจานุเบกษา, เล่ม 125, ตอนพิเศษ 26 ง.
- โสภิต หนูหนักดี. (2541). *การประเมินหลักสูตรการอบรมขั้นพื้นฐานสำหรับพนักงานต้อนรับบนเครื่องบิน ของบริษัท
การบินไทย จำกัด (มหาชน)*. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาการบริหารการศึกษา, มหาวิทยาลัย
เกษตรศาสตร์.
- Cheng, E. W. & Li, H. (2002). Construction partnering process and associated critical success factors: quantitative
investigation. *Journal of Management in Engineering*, 18(1), 194-202.
- Kirkpatrick, D. L. & Kirkpatrick, J. D. (2006). *Evaluating training programs: The four levels* (3rd ed.). San Francisco:
Berrett-Koehler.
- McLeod, J. (1992). Issues in the evaluation of counselling skills training courses. *Employee Counselling Today*,
4(5), 14-19.
- Rhoden, S., Ralston, R. & Ineson, E. M. (2008). Cabin crew training to control disruptive airline passenger behavior:
a cause for tourism concern?. *Tourism Management*, 29(1), 538-547.
- Schmeeckle, J. (2003). An evaluation of the effectiveness and efficiency of training law enforcement personnel over
the internet. *Journal of Science Education and Technology*, 12(3), 205-260.

- Thiry, M. (2004). *The Wiley project management resource book*. New York: John Wiley and Sons.
- Vasilakis, A. G. (2008). Relative balanced measurement of trainee civil servants: a case example from Greece. *Benchmarking: An International Journal*, 15(6), 677-692.
- Venkadasalam, S. (2015). An analytic hierarchy process (AHP) approach to training typology selection based on student perspective: Empirical evidence from Malaysian Maritime Academy. *Asia-Pacific Journal of Business Administration*, 7(2), 140-146.

Translated Thai References

- Amornnoppakul, W. (1999). Training course analysis for Thai Airways's cabin crew. Bangkok: NIDA.
- Ampot, K. (1997). *Training course management*. Bangkok: NIDA.
- Department of Civil Aviation. (2008). *Department of civil aviation notice: Training courses for cabin crew*. Retrieved from www.aviation.go.th/th/gov_law/53/562.html
- Kanlayanamirt, S. (2007). Orientation development program for cabin crew. *Education Journal*, 35(4), 74-89.
- Lamtrakul, W. (2003). *A development of the evaluation method to assess the success of a teacher training project based on theory-based evaluation approach*. Master of Education Thesis, Chulalongkorn University.
- Nunpakdee, S. (1998). Training courses assessment for Thai Airways cabin crew. Master of Education Thesis, Kasetsart University.
- Office of the Council of State. (2008). Rules of civil aviation committee issue 78: Aircraft journey, government gazette, No. 125, Special part 264.
- Padungsittichok, S. (2001). Success factors affecting participants who join insurance agency training course. Master of Education Thesis, Mahidol University.
- Prodmanee, K., Boonyarattapan, T. & Seansalai, S. (2013). Success factors affecting technical training for local administration staffs at department of ruler roads: A case study in area of ruler road 1 Pathumthani. *Journal of Graduate Studies Valaya Alongkorn Rajabhat University*, 7(2), 1-15.
- Simachokdee, W. (1999). TQM for quality organization in 2000 (4th ed.). Bangkok: Chulalongkorn University.
- Wansutan, S. (1992). *Training for cabin crew and technician: A case study for Thai Airway Co., Ltd.* Master of Economics Thesis, NIDA.



การเปรียบเทียบอำนาจการตรวจจับการลอกคำตอบและอัตราความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ของดัชนี ω และ GBT ในการตรวจจับการลอกคำตอบ

A Comparison of the Power and Type I Error Rates of the ω and GBT Indices in Detecting Answer Copying

อาภาพรรณ ประทุมไทย, ศิริชัย กาญจนวาสี, ชุติศักดิ์ ชัมภลิจิต

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้ เป็นการวิจัยเชิงทดลอง มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์และเปรียบเทียบค่าอำนาจการตรวจจับการลอกคำตอบและอัตราความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ของดัชนี ω และ GBT ที่อยู่บนพื้นฐานแนวคิดทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ ทำการศึกษาโดยใช้การจำลองสถานการณ์ภายใต้เงื่อนไขที่แตกต่างกันในด้านความยาวแบบสอบ จำนวนผู้สอบ ร้อยละของจำนวนข้อสอบที่ถูกลอก และประเภทโมเดลในการประมาณค่าความน่าจะเป็น ในการวิเคราะห์ข้อมูลใช้โปรแกรม MULTLOG เพื่อหาค่าพารามิเตอร์ข้อสอบและผู้สอบ และคำนวณค่าอำนาจการตรวจจับการลอกคำตอบและอัตราความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ด้วยโปรแกรม R ซึ่งผู้วิจัยเป็นผู้เขียนคำสั่งที่ใช้ในการประมวลผลสำหรับทั้งสองดัชนี ผลการวิจัยพบว่า 1) ดัชนี ω และ GBT สามารถควบคุมอัตราความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ให้อยู่ในระดับที่ยอมรับได้ในทุกระดับนัยสำคัญที่กำหนดและทุกสถานการณ์ที่ศึกษา โดยดัชนี GBT จะสามารถควบคุมอัตราความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ดีกว่าในสถานการณ์ส่วนใหญ่ และ 2) ดัชนี ω และ GBT มีค่าอำนาจการตรวจจับที่ดีในทุกสถานการณ์ที่ระดับนัยสำคัญ .01 และ .05 โดยตัวแปรที่มีอิทธิพลต่ออำนาจการตรวจจับการลอกของทั้งสองดัชนีคือ ความยาวแบบสอบ และร้อยละของจำนวนข้อสอบที่ถูกลอก เมื่อแบบสอบมีความยาวเพิ่มขึ้น ทั้งดัชนี ω และ GBT จะมีค่าอำนาจการตรวจจับการลอกเพิ่มขึ้น และโดยส่วนใหญ่ดัชนี ω จะมีค่าอำนาจการตรวจจับสูงกว่าดัชนี GBT ถ้ามีจำนวนข้อสอบถูกลอกในปริมาณน้อยและปานกลาง (ร้อยละ 10 และ 50) แต่ถ้ามีจำนวนข้อสอบถูกลอกในปริมาณมาก (ร้อยละ 90) ทั้งสองดัชนีจะสามารถตรวจจับการลอกคำตอบได้ทั้งหมดในทุกสถานการณ์ที่ศึกษา

คำสำคัญ: การลอกคำตอบ, ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ, โมเดลการตอบสนองข้อสอบแบบ Nominal, การทดสอบแบบทวินามทั่วไป, ดัชนีตรวจจับการลอกคำตอบ

Abstract

This study aims to analyze and compare the power and Type I error rates of the IRT-based ω and GBT indices in the detection of answer copying. Experimental research was employed in simulation study which answer copying was carried out under different experimental conditions, with the variables being test length, sample size,

the percentage of items copied, and type of test model. The MULTILOG and R computer programs were employed in analysis processes. The programs in R which were written and developed by researcher were used to analyze the Ω and GBT indices. The results indicated that the Ω and GBT indices were able to maintain Type I error rates control at all the α levels and all conditions, with the GBT index being slightly conservative. In addition, the Ω and GBT indices had satisfactory power in all conditions at the α levels .01 and .05. The power of both indices varied as a function of test length, the power of the Ω and GBT indices increased when the test length was higher in most conditions. Furthermore, both indices showed significant power to detect each case of copying at a high percentage of items copied (90%), whereas the Ω index fared better when the percentage of items copied was low (10%) and moderate (50%).

Keywords: answer copying, item response theory (IRT), nominal response model (NRM), generalized binomial test (GBT), copying index



ความนำ

วิธีการทางสถิติในการตรวจจับการลอกคำตอบ ได้ถูกเสนอมาเป็นระยะเวลานาน มีการศึกษาและพัฒนาขึ้นมาใหม่จนถึงปัจจุบันมากมาย (Angoff, 1974; Bellezza & Bellezza, 1989; Belov, 2011; Frary, Tideman, & Watts, 1977; Hanson, Harris, & Brennan, 1987; Holland, 1996; Sotaridona & Meijer, 2002, 2003; Sotaridona, van der Linden, & Meijer, 2006; van der Linden & Sotaridona, 2006; Wollack, 1997) ซึ่งวิธีการทางสถิติที่ถูกพัฒนาขึ้นมาใหม่นี้ ล้วนมีคุณสมบัติที่เป็นจุดเด่นและข้อบกพร่องที่แตกต่างกัน ภายใต้สถานการณ์เงื่อนไขที่หลากหลาย เมื่อพิจารณาแนวคิดและทฤษฎีพื้นฐานพบว่าดัชนีตรวจจับการลอกคำตอบที่มีการดำเนินการอยู่บนพื้นฐานของทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ (Item Response Theory--IRT) ซึ่งเป็นทฤษฎีการทดสอบแนวใหม่อันเป็นที่ยอมรับของนักวิชาการอย่างกว้างขวางในปัจจุบันมี 2 ดัชนี คือ ดัชนี Ω (Omega Index; Wollack, 1997) และดัชนี GBT (Generalized binomial test; van der Linden & Sotaridona, 2006) โดยทั้งดัชนี Ω และดัชนี GBT จะใช้โมเดลทางคณิตศาสตร์ Nominal Response Model (NRM) (Bock, 1972) เพื่อคำนวณหาความน่าจะเป็นในการจับคู่ระหว่างเวกเตอร์คำตอบ 2 เวกเตอร์ของผู้สอบ 2 คน ที่สงสัยว่าจะทำการลอกคำตอบในการทดสอบด้วยแบบสอบหลายตัวเลือก

การศึกษาคุณภาพในการตรวจจับการลอกคำตอบของแต่ละดัชนี จะพิจารณาจากคุณสมบัติทางสถิติ 2 ประการ ได้แก่ (1) อำนาจการตรวจจับการลอกคำตอบ (power) หรือความถูกต้องในการตรวจจับผู้สอบที่มีการลอกอย่างแท้จริง และ (2) อัตราความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 (Type I Error rate) หรือความผิดพลาดในการตรวจจับผู้สอบที่มีความซื่อสัตย์ว่าเป็นผู้ลอก (Bay, 1995; Belov, 2011; Frary, Tideman, & Watts, 1977; Hanson, Harris, & Brennan, 1987; Sotaridona & Meijer, 2002, 2003; Sotaridona, van der Linden, & Meijer, 2006; Wollack, 1997, 2003; Wollack & Cohen, 1998; Zopluoglu & Davenport, Jr., 2012) โดยดัชนีที่ให้อำนาจการตรวจจับสูงที่สุดและสามารถควบคุมอัตราความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ให้อยู่ในระดับปกติ (nominal level) ได้ด้วย ถือเป็นดัชนีที่ดีที่สุดในการนำไปใช้ในทางปฏิบัติ (Zopluoglu & Davenport, Jr., 2012) และในปัจจุบันแนวทางในการศึกษาคุณภาพของดัชนีตรวจจับการลอกคำตอบที่นักวิจัยส่วนใหญ่นิยมใช้คือการจำลองสถานการณ์ เพราะถือเป็นวิธีการที่ใช้สำหรับศึกษาค่าอำนาจการตรวจจับได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Zopluoglu & Davenport, Jr., 2012) เนื่องจากในสถานการณ์จริงผู้ลอกที่แท้จริงส่วนใหญ่นั้นไม่มีใครทราบมาก่อน จึงไม่สามารถใช้ข้อมูลจริงที่เชื่อว่าการลอกคำตอบป้อนอยู่มาคำนวณค่าดัชนี โดยระบุผู้ลอกกับผู้ให้ลอกที่ชัดเจนได้ ดังนั้น การศึกษาโดยใช้การจำลองข้อมูลจึงให้สถานการณ์ที่มีความยืดหยุ่นมากขึ้นในการ

จัดการกับตัวแปรต่าง ๆ ที่อาจส่งผลกระทบต่ออำนาจการตรวจจับและอัตราความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ของดัชนี ซึ่งนักวิจัยสามารถควบคุมเงื่อนไขต่าง ๆ ที่สนใจศึกษาได้อย่างครอบคลุม

สำหรับดัชนี ω มีงานวิจัยจำนวนมากที่ได้ศึกษาคุณภาพในการตรวจจับการลอกคำตอบของดัชนีภายใต้สถานการณ์เงื่อนไขที่หลากหลายแตกต่างกัน (Sotaridona & Meijer, 2002, 2003; Wollack, 1997, 2003; Wollack & Cohen, 1998; Zopluoglu & Davenport, Jr., 2012) แต่เป็นการศึกษาที่การคำนวณค่าความน่าจะเป็นของดัชนีอยู่ภายใต้โมเดล NRM เท่านั้น นอกจากนี้ สำหรับดัชนี GBT มีงานวิจัยที่ทำการศึกษากับเรื่องนี้อยู่น้อย และทำการศึกษาโดยใช้การจำลองสถานการณ์ภายใต้ตัวแปรที่สนใจศึกษาบางตัวแปร (Zopluoglu & Davenport, Jr., 2012) แต่ยังไม่มียงานวิจัยใดที่ทำการศึกษาดัชนี GBT ภายใต้เงื่อนไขที่แตกต่างกันในด้านความยาวแบบสอบ จำนวนผู้สอบ และประเภทโมเดลในการประมาณค่าความน่าจะเป็น

ดังนั้น ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาอำนาจการตรวจจับการลอกคำตอบและอัตราความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ของดัชนี ω และ GBT ซึ่งเป็นดัชนีตรวจจับการลอกคำตอบที่อยู่บนพื้นฐานแนวคิดทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ โดยใช้การจำลองสถานการณ์ ภายใต้เงื่อนไขที่แตกต่างกันในด้านความยาวแบบสอบ จำนวนผู้สอบ ร้อยละของจำนวนข้อสอบที่ถูกลอก และประเภทโมเดลในการประมาณค่าความน่าจะเป็น อันจะนำมาซึ่งสารสนเทศเกี่ยวกับคุณสมบัติของแต่ละดัชนีในการตรวจจับการลอกคำตอบภายใต้สถานการณ์เงื่อนไขที่หลากหลายแตกต่างกัน ซึ่งบุคคลหรือหน่วยงานที่ต้องการตรวจสอบการลอกคำตอบ สามารถใช้เป็นแนวทางในการตัดสินใจเลือกใช้ดัชนีตรวจจับการลอกคำตอบที่มีประสิทธิภาพเหมาะสมกับสถานการณ์ต่างๆ ที่เกิดขึ้นในการสอบ ทำให้ได้ผลการตรวจสอบที่มีความถูกต้อง น่าเชื่อถือ และนำไปใช้เป็นหลักฐานทางสถิติเพิ่มเติมร่วมกับหลักฐานจากการสังเกตของผู้คุมสอบและพยานหลักฐานแวดล้อมอื่น ๆ เพื่อให้เกิดความโปร่งใสและบริสุทธิ์ยุติธรรมแก่ผู้สอบที่ถูกตรวจสอบมากที่สุด

วัตถุประสงค์การวิจัย

เพื่อวิเคราะห์และเปรียบเทียบค่าอำนาจการตรวจจับการลอกคำตอบ และอัตราความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ของดัชนี ω และ GBT ที่อยู่บนพื้นฐานแนวคิดทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ ซึ่งทำการศึกษาโดยใช้การจำลองสถานการณ์ ภายใต้เงื่อนไขตัวแปรต้นที่แตกต่างกันในด้านความยาวของแบบสอบ จำนวนผู้สอบ ร้อยละของจำนวนข้อสอบที่ถูกลอก และประเภทโมเดลในการประมาณค่าความน่าจะเป็น

แนวคิดทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

การคำนวณหาดัชนี ω

เมื่อทั้งดัชนี ω และ GBT ใช้โมเดล NRM ในการคำนวณค่าความน่าจะเป็น ดังนั้น ความน่าจะเป็นของผู้สอบ j ที่มีระดับความสามารถ θ_j จะเลือกตอบตัวเลือก k ของข้อสอบข้อที่ i สามารถคำนวณได้ดังสมการ

$$P_{jik} = \frac{\exp(\zeta_{ik} + \lambda_{ik}\theta_j)}{\sum_{k=1}^m \exp(\zeta_{ik} + \lambda_{ik}\theta_j)} \quad (1)$$

เมื่อ i คือ จำนวนข้อสอบ ($i = 1, \dots, m$), j คือ จำนวนผู้สอบ ($j = 1, \dots, N$), k คือ จำนวนตัวเลือกหรือรายการคำตอบ ($k = 1, \dots, m$), คือ P_{jik} ความน่าจะเป็นของผู้สอบ j ที่มีระดับความสามารถ θ_j จะเลือกตอบตัวเลือก k ของข้อสอบข้อที่ i , ζ_{ik} คือ ค่าพารามิเตอร์จุดตัด (intercept) ของตัวเลือก k ในข้อสอบข้อที่ i และ λ_{ik} คือ ค่าพารามิเตอร์ความชัน (slope) ของตัวเลือก k ในข้อสอบข้อที่ i

เมื่อทั้งดัชนี ω และ GBT ใช้โมเดล MCM (Thissen & Steinberg, 1984) ในการคำนวณค่าความน่าจะเป็น ดังนั้น ความน่าจะเป็นของผู้สอบ j ที่มีระดับความสามารถ θ_j จะเลือกตอบตัวเลือก k ของข้อสอบข้อที่ i สามารถคำนวณได้ดังสมการ

$$P_j(k) = \frac{\exp(z_k) + d_k \exp(z_0)}{\sum_{h=0}^{m_j} \exp(z_h)} \quad (2)$$

โดย d_k คือ สัดส่วนของผู้สอบซึ่งไม่รู้ (don't know) ที่เลือกในแต่ละรายการคำตอบ

สำหรับการคำนวณดัชนี ω มีขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 คำนวณค่า E_{cs} จากสมการ

$$E_{cs} = \sum_{i=1}^n P_{cik} \quad (3)$$

เมื่อ E_{cs} คือ จำนวนของคำตอบที่เหมือนกันที่คาดหวังไว้ระหว่างผู้ลอกและผู้ให้ลอก, k คือ ตัวเลือกที่ถูกเลือกโดยผู้ให้ลอกในข้อสอบข้อที่ i , c คือ ผู้ลอกที่มีระดับความสามารถ θ_c , P_{cik} คือ ความน่าจะเป็นของผู้ลอก c ที่มีระดับความสามารถ θ_c จะเลือกตอบตัวเลือก k เหมือนกับผู้ให้ลอก ในข้อสอบข้อที่ i

ขั้นที่ 2 คำนวณค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าที่คาดหวัง (S)

$$S = \sqrt{\sum_{i=1}^n P_{cik} * (1 - P_{cik})} \quad (4)$$

ขั้นที่ 3 คำนวณดัชนี ω จากสมการ

$$\omega = \frac{O_{cs} - E_{cs}}{S} \quad (5)$$

เมื่อ O_{cs} คือ จำนวนของคำตอบที่เหมือนกันที่สังเกตได้ระหว่างผู้ลอกและผู้ให้ลอก

การคำนวณหาดัชนี GBT

สำหรับการคำนวณดัชนี GBT มีขั้นตอนที่ซับซ้อนมากขึ้น (Zopluoglu & Davenport, Jr., 2012) ดังนี้

ขั้นที่ 1 คำนวณค่าความน่าจะเป็นในการเลือกตอบตัวเลือกที่เหมือนกันในข้อสอบข้อเดียวกัน (item i) ของทั้งผู้ให้ลอกและผู้ลอก จากสมการ

$$P_i = \sum_{k=1}^m P_{cik} * P_{sik} \quad (6)$$

เมื่อ คือ ความน่าจะเป็นในการเลือกตอบตัวเลือก k ในข้อสอบข้อที่ i สำหรับผู้ลอก c ที่มีระดับความสามารถ θ_c และ P_{sik} คือ ความน่าจะเป็นในการเลือกตอบตัวเลือก k ในข้อสอบข้อที่ i สำหรับผู้ลอก s ที่มีระดับความสามารถ θ_s

ขั้นที่ 2 คำนวณค่าความน่าจะเป็นของกลุ่มคำตอบที่เหมือนกันที่สังเกตได้ (M คู่) ในข้อสอบจำนวน n ข้อได้จากสมการ (7)

$$f_n(M) = \sum_{i=1}^n (\prod_{i=1}^n P_i^{u_i} Q_i^{1-u_i}) \quad (7)$$

เมื่อ U_i มีค่าเท่ากับ 1 ถ้าผู้สอบทั้งสองคนเลือกคำตอบเหมือนกันในข้อสอบข้อที่ i และจะมีค่าเท่ากับ 0 ถ้าผู้สอบทั้งสองคนเลือกคำตอบไม่เหมือนกันในข้อสอบข้อที่ i และ Q_i มีค่าเท่ากับ $1 - P_i$

ดังนั้น ผลบวกที่ได้ก็คือ การรวมกลุ่มคำตอบที่เหมือนกันที่เป็นไปได้ทั้งหมด M คู่ ในจำนวนข้อสอบ n ข้อ

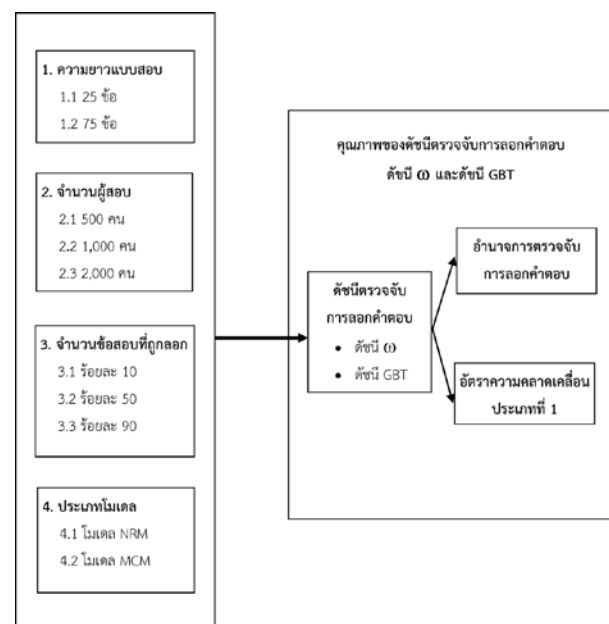
ตัวอย่างเช่น ค่าความน่าจะเป็นของกลุ่มคำตอบที่เหมือนกัน 2 คู่ ที่สังเกตได้ ในข้อสอบจำนวน 3 ข้อ (ผู้สอบสองอาจจะคนตอบข้อ 1 และข้อ 2 เหมือนกัน, อาจจะตอบข้อ 1 และข้อ 3 เหมือนกัน หรืออาจจะตอบข้อ 2 และข้อ 3 เหมือนกัน) มีค่าเท่ากับ

$$f_3(2) = P_1 P_2 Q_3 + P_1 Q_2 P_3 + Q_1 P_2 P_3 \quad (8)$$

ขั้นที่ 3 คำนวณค่าดัชนี GBT ตามความน่าจะเป็นของกลุ่มคำตอบที่เหมือนกันที่สังเกตได้ จำนวนตั้งแต่ M คู่ หรือมากกว่า ในข้อสอบจำนวน n ข้อ ได้จากสมการ

$$GBT = \sum_{t=M}^n f_n(t) \quad (9)$$

กรอบแนวคิดการวิจัย



ภาพ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย

สมมติฐานการวิจัย

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ทำให้ผู้วิจัยตั้งสมมติฐานของการวิจัยครั้งนี้ได้ ดังนี้

1. ดัชนี ω และ GBT จะสามารถควบคุมอัตราความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ให้อยู่ในระดับที่ยอมรับได้ และจะมีค่าอำนาจการตรวจจับการลอกคำตอบที่ดีภายใต้แต่ละเงื่อนไขของตัวแปรต้นที่ศึกษา
2. ค่าอำนาจการตรวจจับการลอกคำตอบของดัชนี ω และ GBT จะเพิ่มขึ้น เมื่อร้อยละของจำนวนข้อสอบที่ถูกลอกมีค่าเพิ่มขึ้น
4. ดัชนี GBT จะสามารถควบคุมอัตราความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ดีกว่าดัชนี ω ภายใต้แต่ละเงื่อนไขของตัวแปรต้นที่ศึกษา

วิธีดำเนินการวิจัย

ข้อมูลที่ใช้ในการวิจัย

ข้อมูลที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นข้อมูลจำลอง โดยผู้วิจัยทำการจำลองข้อมูลการตอบข้อสอบขึ้นตามโมเดลการทดสอบ NRM (Nominal Response Model) ด้วยโปรแกรม WinGen3 (Han, 2007) สำหรับแบบสอบแบบ 5 ตัวเลือก ความยาว 25 ข้อ และ 75 ข้อ จำนวนผู้สอบ 500, 1,000 และ 2,000 คน และในผู้สอบแต่ละระดับจะมีชุดข้อมูลเพื่อการวิเคราะห์ซ้ำจำนวน 20, 10 และ 5 ครั้ง ตามลำดับ โดยค่าพารามิเตอร์ข้อสอบและค่าพารามิเตอร์ความสามารถ (θ) ของผู้สอบที่ได้จำลองขึ้นถูกสมมติว่ามีการแจกแจงแบบปกติ (0, 1)

ตัวแปรที่ศึกษา

1. ตัวแปรต้นมี 4 ตัว คือ
 - 1.1 ความยาวของแบบสอบ มี 2 ระดับ ได้แก่ แบบสอบสั้น (25 ข้อ) และแบบสอบยาว (75 ข้อ)
 - 1.2 จำนวนผู้สอบ มี 3 ระดับ ได้แก่ 500, 1,000 และ 2,000 คน ซึ่งถือเป็นตัวแทนของกลุ่มตัวอย่างขนาดเล็ก กลาง และใหญ่ ตามลำดับ
 - 1.3 ร้อยละของจำนวนข้อสอบที่ถูกลอก มี 3 ระดับ ได้แก่ ร้อยละ 10, 50 และ 90 ของจำนวนข้อสอบ

ทั้งหมด ซึ่งถือเป็นตัวแทนของจำนวนข้อสอบที่ถูกลอกในระดับน้อย ปานกลาง และมาก ตามลำดับ

1.4 ประเภทโมเดลในการประมาณค่าความน่าจะเป็น มี 2 ระดับ ได้แก่ โมเดล NRM (Nominal Response Model) และโมเดล MCM (Multiple-Choice Model)

2. ตัวแปรตามมี 2 ตัว คือ อำนาจการตรวจจับการลอกคำตอบ และอัตราความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1

ขั้นตอนการจัดกระทำข้อมูล

1. ทำการจำลองข้อมูลการตอบข้อสอบขึ้นตามโมเดลการทดสอบ NRM ด้วยโปรแกรม WinGen3 (Han, 2007) ซึ่งชุดข้อมูลจำลองถูกสร้างขึ้นสำหรับแบบสอบ 5 ตัวเลือก ความยาว 25 ข้อ และ 75 ข้อ สำหรับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 500, 1,000 และ 2,000 คน ที่มีจำนวนการทำซ้ำ 20, 10 และ 5 ครั้ง ตามลำดับ

2. ทำการแบ่งผู้สอบในแต่ละชุดข้อมูลออกเป็น 2 กลุ่มแล้วเรียงลำดับผู้สอบในแต่ละกลุ่มตามค่าพารามิเตอร์ความสามารถจากมากไปน้อย และแบ่งค่าพารามิเตอร์ออกเป็น 3 ระดับ คือ สูง ($-3 \leq \theta \leq -1$) ปานกลาง ($-1 < \theta < +1$) และต่ำ ($+1 \leq \theta \leq +3$) จากนั้นทำการจับคู่ผู้สอบจากกลุ่มที่ 1 เข้ากับกลุ่มที่ 2 โดยการสุ่มผู้สอบที่มีค่าพารามิเตอร์ความสามารถสูงจากกลุ่มหนึ่ง จับคู่กับผู้สอบที่มีค่าพารามิเตอร์ความสามารถปานกลางและต่ำจากอีกกลุ่มหนึ่งเข้าด้วยกันด้วยวิธีการสุ่มอย่างง่าย เพื่อกำหนดให้ผู้สอบที่มีค่าพารามิเตอร์ความสามารถสูงกว่าเป็นผู้ให้ลอก และผู้สอบที่มีค่าพารามิเตอร์ความสามารถต่ำกว่าเป็นผู้ลอก

3. ในแต่ละชุดข้อมูล ทำการวิเคราะห์หาค่าพารามิเตอร์ข้อสอบตามโมเดล NRM ซึ่งได้แก่ ค่าพารามิเตอร์ความชัน และค่าพารามิเตอร์จุดตัด และทำการวิเคราะห์หาค่าพารามิเตอร์ข้อสอบตามโมเดล MCM ซึ่งได้แก่ ค่าพารามิเตอร์ความชัน ค่าพารามิเตอร์จุดตัด และค่าพารามิเตอร์สัดส่วนการเดาด้วยโปรแกรม MULTILOG เพื่อนำไปใช้ในการประมาณค่าความน่าจะเป็นในการตอบแต่ละรายการคำตอบต่อไป

4. จัดกระทำข้อมูลตามเงื่อนไขของตัวแปรต้นแต่ละตัวแปร คือ ความยาวแบบสอบ (2 ระดับย่อย), จำนวนผู้สอบ (3 ระดับย่อย), ร้อยละของจำนวนข้อสอบ

ที่ถูกลอก (3 ระดับย่อย) และประเภทโมเดล (2 ระดับย่อย) ทำให้ได้จำนวนสถานการณ์ที่ต้องจัดกระทำข้อมูลรวมทั้งสิ้น 36 สถานการณ์ ($2 \times 3 \times 3 \times 2$)

4.1 นำแต่ละชุดข้อมูลมาทำการสุ่มผู้ลอกตามจำนวนเงื่อนไขที่กำหนด ด้วยวิธีการสุ่มอย่างง่าย ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ ทำการศึกษาจำนวนผู้ลอกเพียงระดับเดียว คือ ร้อยละ 10 ของจำนวนผู้สอบทั้งหมด เช่น ถ้าชุดข้อมูลมีจำนวนผู้สอบ 500 คน (กลุ่มผู้สอบ 250 คู่) ก็ทำการสุ่มกลุ่มผู้สอบมาจำนวน 50 คู่ แล้วกำหนดให้ผู้สอบที่มีระดับความสามารถต่ำกว่าคือ ผู้ลอก จะได้ผู้ลอกจำนวน 50 คน จากกลุ่มผู้สอบจำนวน 50 คู่ ที่ถูกกำหนดให้เป็นกลุ่มผู้สอบที่น่าสงสัยว่าจะทำการลอกคำตอบ

4.2 ในแต่ละชุดข้อมูล กลุ่มผู้สอบที่น่าสงสัยใดๆ จะถูกนำมาทำการจำลองสถานการณ์การลอกคำตอบ โดยกำหนดให้ผู้ลอกแต่ละคนจากข้อ 4.1 ทำการลอกคำตอบในจำนวนแตกต่างกันตามเงื่อนไขด้านร้อยละของข้อสอบที่ถูกลอก ด้วยรูปแบบของการลอกแบบสุ่ม ที่ใช้วิธีการสุ่มอย่างง่ายในการสุ่มข้อสอบที่ถูกลอก

5. ผู้วิจัยจัดกระทำข้อมูลด้วยการจำลองสถานการณ์การลอก โดยการเปลี่ยนคำตอบของผู้ลอกให้ตรงกับคำตอบของผู้ให้ลอกตามเงื่อนไขของตัวแปรที่ศึกษา

6. ในข้อมูลแต่ละชุด หลังจากที่ได้มีการจำลองสถานการณ์การลอกคำตอบแล้ว ให้ทำการประมาณค่าพารามิเตอร์ความสามารถของผู้สอบทั้งผู้ให้ลอกและผู้ลอกใหม่อีกครั้ง ตามโมเดล NRM และโมเดล MCM ด้วยโปรแกรม MULTILog (Thissen, 2003)

7. นำค่าที่ได้จากการประมาณค่าพารามิเตอร์ในข้อ 3. และข้อ 6. ไปทำการคำนวณหาค่าดัชนี ω และดัชนี GBT ตามแต่ละสถานการณ์เงื่อนไขที่ศึกษา โดยการใช้โปรแกรม R

8. นำค่าดัชนี ω และ GBT ที่คำนวณได้ของแต่ละคู่ผู้สอบไปเปรียบเทียบกับเกณฑ์ในการตัดสินของแต่ละดัชนี เพื่อระบุผลในการตรวจจับการลอกคำตอบของแต่ละคู่ผู้สอบว่าดัชนีสามารถตรวจจับการลอกคำตอบได้ถูกต้องหรือไม่ ณ ระดับนัยสำคัญที่กำหนด จากนั้นจึงทำการคำนวณหาอัตราความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1

และค่าอำนาจการตรวจจับการลอกคำตอบของแต่ละดัชนี

9. ทำการวิเคราะห์ข้อมูลซ้ำตามจำนวนการวิเคราะห์ซ้ำที่กำหนด เพื่อเป็นการตรวจสอบความเที่ยงและความถูกต้องของผลการวิเคราะห์ โดยในแต่ละชุดข้อมูลที่ทำการวิเคราะห์ซ้ำ จะกำหนดให้มีผู้ลอกและข้อสอบที่ถูกลอกแตกต่างกันไป

การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้ ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ดังนี้

1. โปรแกรม MULTILog (Thissen, 2003) ถูกนำมาใช้ในการวิเคราะห์หาค่าพารามิเตอร์ผู้สอบ และ ยังใช้ในการวิเคราะห์หาค่าพารามิเตอร์ความชัน และค่าพารามิเตอร์จุดตัดของแต่ละรายการคำตอบ ตามโมเดล NRM รวมถึงค่าพารามิเตอร์สัดส่วนการเดา ตามโมเดล MCM เพื่อนำค่าพารามิเตอร์ที่ได้ไปใช้ในการคำนวณหาค่าดัชนี ω และ GBT ต่อไป

2. โปรแกรม R (R Development Core Team, 2013) ถูกนำมาใช้ในขั้นตอนการจัดกระทำข้อมูลด้วยการจำลองสถานการณ์การลอกคำตอบ และการวิเคราะห์หาค่าดัชนี ω และ GBT จากนั้นจึงนำค่าดัชนีตรวจจับการลอกคำตอบที่ได้ไปใช้ในการวิเคราะห์หาค่าอัตราความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 และค่าอำนาจการตรวจจับการลอกคำตอบ ที่ระดับนัยสำคัญที่ผู้วิจัยกำหนดเป็นเกณฑ์เพื่อระบุการลอก โดยในการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม R นั้น ผู้วิจัยเป็นผู้เขียนคำสั่งที่ใช้ในการวิเคราะห์และประมวลผลสำหรับทั้งดัชนี ω และ GBT

โดยมีรายละเอียดในขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

1. คำนวณค่าดัชนี ω และ GBT สำหรับแต่ละคู่ผู้สอบ ภายใต้อาณาเขตสถานการณ์เงื่อนไขที่ศึกษา

2. ในแต่ละคู่ผู้สอบ ให้นำค่าดัชนี ω และ GBT ที่ได้ มาพิจารณาถึงการระบุการลอกของดัชนี ω และ GBT โดยมีเกณฑ์ในการพิจารณาดังนี้

การระบุการลอกของดัชนีตรวจจับการลอกคำตอบสำหรับดัชนี ω คู่ผู้สอบที่น่าสงสัยจะถูกระบุว่ามีการลอกเมื่อดัชนี ω ที่คำนวณได้มีค่ามากกว่าหรือเท่ากับค่าวิกฤติ

ของการทดสอบสมมติฐานทางเดียว แสดงว่า ค่า ω ที่คำนวณได้ตกอยู่ในบริเวณเขตวิกฤติ ซึ่งค่าสถิติ ω ที่เป็นค่าบวกมาก ๆ จะแสดงว่ามีความเป็นไปได้น้อยที่จำนวนของข้อสอบที่ผู้สอบตอบเหมือนกันจะเกิดขึ้น โดยความบังเอิญ นั่นคือ ดัชนี ω ที่มีค่ามาก แสดงถึงหลักฐานทางสถิติที่มีความแข็งแกร่งมากขึ้นในการระบุว่าผู้สอบกลุ่มนั้น ๆ มีการลอกคำตอบกัน

สำหรับดัชนี GBT ผู้สอบที่น่าสงสัยจะถูกระบุว่า มีการลอก เมื่อนำค่าดัชนี GBT ที่ได้จากการคำนวณไปเปรียบเทียบกับระดับนัยสำคัญที่กำหนด เพื่อทดสอบความเป็นอิสระของเวกเตอร์การตอบ 2 เวกเตอร์ หากค่าดัชนี GBT ที่คำนวณได้มีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับค่าระดับนัยสำคัญที่กำหนดแล้ว แสดงว่า เวกเตอร์การตอบ 2 เวกเตอร์ของผู้สอบที่น่าสงสัยไม่เป็นอิสระต่อกัน นั่นคือมีความเป็นไปได้ที่จะมีการลอกเกิดขึ้น

3. คำนวณค่าอัตราความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 และค่าอำนาจการตรวจจับการลอกคำตอบ ซึ่งเป็นตัวแปรตามที่ผู้วิจัยศึกษาภายใต้แต่ละสถานการณ์เงื่อนไข โดยมีหลักการพื้นฐานในการคำนวณดังนี้

3.1 หลักการในการคำนวณอัตราความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 คือ การคำนวณสัดส่วนของผู้สอบที่ไม่ใช่ผู้ลอกอย่างแท้จริง (ผู้สอบที่ซื่อสัตย์) แต่ถูกดัชนีระบุผิดว่าเป็นผู้ลอก โดยในการคำนวณอัตราความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 จะสนใจเพียงแค่ผู้สอบที่ไม่ได้เป็นผู้ลอกเท่านั้น ดังสมการ

$$\text{อัตราความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1} = \frac{\text{จำนวนผู้สอบที่ไม่ได้ลอกคำตอบ แต่ถูกดัชนีระบุผิดว่ามีการลอกคำตอบ}}{\text{จำนวนผู้สอบที่ไม่ได้ลอกคำตอบ ทั้งหมด}}$$

3.2 หลักการในการคำนวณอำนาจการตรวจจับการลอกคำตอบ คือ การคำนวณสัดส่วนของผู้ลอกที่แท้จริงที่ถูกดัชนีระบุหรือตรวจจับได้ว่าเป็นผู้ลอก โดยในการคำนวณอำนาจการตรวจจับการลอกคำตอบ จะสนใจเพียงแค่ผู้สอบที่เป็นผู้ลอกที่แท้จริงเท่านั้น ดังสมการ

$$\text{อำนาจการตรวจจับการลอกคำตอบ} = \frac{\text{จำนวนผู้สอบที่มีการลอกคำตอบจริงและดัชนีระบุว่ามีการลอกคำตอบได้ถูกต้อง}}{\text{จำนวนผู้สอบที่มีการลอกคำตอบ ทั้งหมด}}$$

4. เปรียบเทียบค่าอัตราความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 และค่าอำนาจการตรวจจับการลอกคำตอบ ระหว่างดัชนี ω และ GBT ที่ได้มาจากค่าเฉลี่ยของอัตราความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 และค่าเฉลี่ยของอำนาจการตรวจจับการลอกคำตอบ จากแต่ละสถานการณ์เงื่อนไขที่มีการวิเคราะห์ซ้ำ โดยทำการพิจารณาเส้นกราฟอัตราความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 และเส้นกราฟอำนาจการตรวจจับการลอกคำตอบ ที่เปลี่ยนแปลงตามระดับนัยสำคัญที่กำหนดในแต่ละดัชนีเปรียบเทียบกัน มีเกณฑ์ในการพิจารณาคือ

4.1 ดัชนีตรวจจับการลอกคำตอบที่ดี จะต้องมีย่ออำนาจการตรวจจับการลอกคำตอบที่สูง ในทุกระดับนัยสำคัญที่ทำการทดสอบ

4.2 ดัชนีตรวจจับการลอกคำตอบที่ดี จะต้องสามารถรักษาระดับความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ให้มีค่าอยู่ได้หรือต่ำกว่าเส้นกราฟขอบเขต (boundary line) ซึ่งเป็นเส้นกราฟแสดงขอบเขตค่าความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ที่ยอมรับได้ในทุกระดับนัยสำคัญที่ทำการทดสอบ

ระดับนัยสำคัญ (significance level: α) ซึ่งเป็นโอกาสในการตัดสินใจผิดพลาด ที่นำมาใช้เป็นเกณฑ์ในการเปรียบเทียบค่าดัชนีตรวจจับการลอกคำตอบเพื่อการระบุการลอก ผู้วิจัยได้กำหนดระดับนัยสำคัญที่ใช้ในการศึกษาจำนวน 3 ค่า ได้แก่ .001, .01 และ .05

ผลการวิจัย

1. ผลการวิเคราะห์อัตราความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ของดัชนี ω และ GBT

ผลการวิเคราะห์อัตราความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ของดัชนี ω และ GBT แสดงในรูปแบบตารางและภาพ โดยเป็นค่าอัตราความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 เฉลี่ยที่มาจากค่าสัดส่วนของผลรวมอัตราความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ในแต่ละสถานการณ์ย่อยด้านความยาวแบบสอบ จำนวน

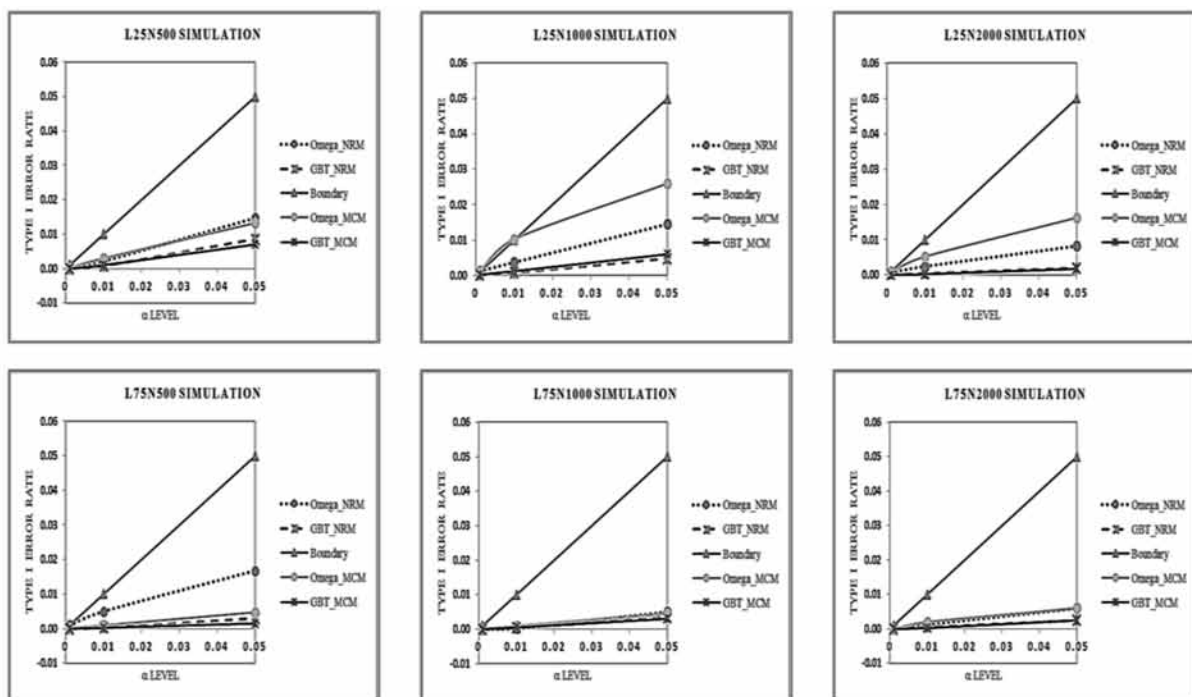
ผู้สอบ และประเภทโมเดล ต่อจำนวนการทำซ้ำ ในกรณีนี้ ผู้วิจัยไม่ได้พิจารณาอัตราความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 แยกตามตัวแปรร้อยละของจำนวนข้อสอบที่ถูกลอก เนื่องจากในการคำนวณอัตราความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 จะคำนวณโดยมีพื้นฐานอยู่บนค่าดัชนีตรวจจับการลอก

ของผู้สอบที่ซื้อสัตย์เท่านั้น ดังนั้น ตัวแปรร้อยละของจำนวนข้อสอบที่ถูกลอกจึงไม่ได้ส่งผลต่อการคำนวณค่าดัชนีและอัตราความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ของผู้สอบที่ไม่ได้ทำการลอกคำตอบแต่อย่างใด รายละเอียดของผลการวิเคราะห์แสดงดังตาราง 1 และภาพ 2

ตาราง 1

อัตราความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ของดัชนี ω และ GBT จำแนกตามตัวแปรที่ศึกษา ที่ระดับนัยสำคัญต่าง ๆ

Simulate Data			Type I Error rates (NRM model)			Type I Error rates (MCM model)		
	Conditions	Indices	α levels			α levels		
			0.001	0.01	0.05	0.001	0.01	0.05
L25	N500	ω	0.0000	0.0023	0.0148	0.0003	0.0030	0.0133
		GBT	0.0000	0.0008	0.0085	0.0000	0.0010	0.0070
	N1000	ω	0.0013	0.0038	0.0145	0.0013	0.0103	0.0260
		GBT	0.0003	0.0008	0.0048	0.0003	0.0013	0.0060
	N2000	ω	0.0008	0.0025	0.0083	0.0010	0.0053	0.0163
		GBT	0.0003	0.0005	0.0020	0.0000	0.0003	0.0018
L75	N500	ω	0.0010	0.0050	0.0168	0.0003	0.0010	0.0048
		GBT	0.0000	0.0003	0.0030	0.0000	0.0003	0.0015
	N1000	ω	0.0000	0.0003	0.0050	0.0000	0.0010	0.0045
		GBT	0.0000	0.0005	0.0035	0.0000	0.0005	0.0030
	N2000	ω	0.0000	0.0013	0.0060	0.0000	0.0020	0.0060
		GBT	0.0000	0.0005	0.0025	0.0000	0.0003	0.0025



ภาพ 2 อัตราความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ของดัชนี ω และ GBT จำแนกตามตัวแปรที่ศึกษา

จากตาราง 1 และภาพ 2 แสดงให้เห็นว่า ดัชนี ω สามารถควบคุมอัตราความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ให้อยู่ในระดับที่ยอมรับได้ในทุกระดับนัยสำคัญที่กำหนด โดยมีค่าต่ำกว่าเส้นขอบเขต (boundary line) หรือสูงกว่าเส้นขอบเขตเพียงเล็กน้อยในทุกสถานการณ์ที่ทำการศึกษ สำหรับดัชนี GBT ก็สามารถควบคุมอัตราความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ให้อยู่ในระดับที่ยอมรับได้ในทุกระดับนัยสำคัญเช่นกัน โดยมีค่าต่ำกว่าเส้นขอบเขตทั้งหมดในทุกสถานการณ์เงื่อนไขที่ทำการศึกษา

เมื่อพิจารณาอัตราความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ของดัชนี ω และ GBT จำแนกตามตัวแปรที่ศึกษา พบว่า (1) ตัวแปรความยาวแบบสอบ โดยภาพรวม เมื่อแบบสอบมีความยาวเพิ่มขึ้น อัตราความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ของทั้งดัชนี ω และ GBT จะมีค่าลดลง นั่นคือ ความผิดพลาดในการระบุผู้สอบที่เชื่อสัจย์ว่าเป็นผู้สอบที่ทำการลอกมีแนวโน้มที่จะลดลง เมื่อใช้แบบสอบที่มีความยาวเพิ่มขึ้น (2) ตัวแปรจำนวนผู้สอบ พบว่า จำนวนผู้สอบที่เพิ่มสูงขึ้นไม่ได้ทำให้อัตราความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ของทั้งดัชนี ω และ GBT เพิ่มขึ้นหรือลดลงอย่างเห็นได้ชัด และ (3) ตัวแปรประเภทของโมเดล สำหรับดัชนี ω พบว่า เมื่อใช้โมเดล MCM แทนโมเดล NRM ในการคำนวณค่าความน่าจะเป็น จะทำให้อัตราความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ในสถานการณ์ส่วนใหญ่มีค่าเพิ่มมากขึ้น นั่นคือ ความผิดพลาดในการระบุผู้สอบที่เชื่อสัจย์ว่าเป็นผู้สอบที่ทำการลอกมีแนวโน้มที่จะมีปริมาณเพิ่มมากขึ้น เมื่อใช้โมเดล MCM ในการคำนวณค่าความน่าจะเป็น สำหรับดัชนี GBT พบว่าเมื่อใช้โมเดล MCM แทนโมเดล NRM ในการคำนวณค่าความน่าจะเป็น อัตราความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 จะยังมีค่าเท่าเดิมหรือลดลงจากเดิมเป็นส่วนใหญ่ นั่นคือ ความผิดพลาดในการระบุผู้สอบที่เชื่อสัจย์ว่าเป็นผู้สอบที่ทำการลอกมีแนวโน้มที่จะมีปริมาณเท่าเดิมหรือลดน้อยลงกว่าเดิม

2. ผลการวิเคราะห์อำนาจการตรวจจับการลอกคำตอบของดัชนี ω และ GBT

ผลการวิเคราะห์อำนาจการตรวจจับการลอกคำตอบของดัชนี ω และ GBT แสดงในรูปแบบตารางและภาพ โดยเป็นค่าอำนาจการตรวจจับการลอกคำตอบเฉลี่ย ที่มาจากค่าสัดส่วนของผลรวมอำนาจการตรวจจับ

การลอกคำตอบ ในแต่ละสถานการณ์ย่อยด้านความยาวแบบสอบจำนวนผู้สอบร้อยละของจำนวนข้อสอบที่ถูกลอกและประเภทโมเดลในการประมาณค่าความน่าจะเป็นต่อจำนวนการทำซ้ำ รายละเอียดของผลการวิเคราะห์แสดงดังตาราง 2 และภาพ 3-4

จากตาราง 2 และภาพ 3-4 แสดงให้เห็นว่า ดัชนี ω สามารถตรวจจับการลอกคำตอบได้และมีค่าอำนาจการตรวจจับการลอกคำตอบที่ดีในทุกระดับนัยสำคัญที่กำหนด และทุกสถานการณ์เงื่อนไข สำหรับดัชนี GBT ก็สามารถตรวจจับการลอกคำตอบได้ในทุกระดับนัยสำคัญ แต่จะมีค่าอำนาจการตรวจจับการลอกคำตอบที่ต่ำหรือไม่สามารถตรวจจับการลอกคำตอบได้ในบางสถานการณ์เงื่อนไขเท่านั้น (จำนวนข้อสอบที่ถูกลอกร้อยละ 10 ที่ระดับนัยสำคัญ .001)

เมื่อพิจารณาค่าอำนาจการตรวจจับการลอกคำตอบของดัชนี ω และ GBT จำแนกตามตัวแปรที่ศึกษา พบว่า (1) ตัวแปรความยาวแบบสอบ โดยภาพรวม หากมีจำนวนข้อสอบที่ถูกลอกร้อยละ 10 และ 50 เมื่อแบบสอบมีความยาวเพิ่มขึ้น ทั้งดัชนี ω และ GBT จะมีค่าอำนาจการตรวจจับการลอกเพิ่มขึ้นและถ้าหากการลอกคำตอบมีปริมาณสูงมาก (ร้อยละ 90) ไม่ว่าจะเป็นแบบสอบสั้นหรือแบบสอบยาว ทั้งดัชนี ω และ GBT ก็สามารถตรวจจับการลอกคำตอบได้ทั้งหมด (Power = 1.000) นั่นคือ ในกรณีที่การลอกคำตอบมีปริมาณไม่สูงมาก ความถูกต้องในการระบุผู้สอบที่ทำการลอกคำตอบอย่างแท้จริงมีแนวโน้มที่จะสูงขึ้น เมื่อใช้แบบสอบที่มีความยาวเพิ่มขึ้น (2) ตัวแปรจำนวนผู้สอบ พบว่า จำนวนผู้สอบที่เพิ่มสูงขึ้นไม่ได้ทำให้อำนาจการตรวจจับการลอกคำตอบของทั้งดัชนี ω และ GBT มีค่าเพิ่มขึ้นหรือลดลงอย่างเห็นได้ชัด (3) ตัวแปรร้อยละของจำนวนข้อสอบที่ถูกลอก พบว่า เมื่อร้อยละของจำนวนข้อสอบที่ถูกลอกมีค่าเพิ่มขึ้น ทั้งดัชนี ω และ GBT จะมีค่าอำนาจการตรวจจับการลอกคำตอบเพิ่มขึ้น ในทุกระดับนัยสำคัญและทุกสถานการณ์เงื่อนไขที่ทำการศึกษ นั่นคือ ความถูกต้องในการระบุผู้สอบที่ทำการลอกคำตอบอย่างแท้จริงจะมีค่าสูงขึ้น เมื่อจำนวนข้อสอบที่ถูกลอกมีปริมาณเพิ่มมากขึ้น และ (4) ตัวแปรประเภทของโมเดล โดยภาพรวม พบว่า หากมีจำนวนข้อสอบที่ถูกลอก ร้อยละ 10 และ 50 ค่าอำนาจการตรวจจับการลอกคำตอบของทั้งดัชนี ω และ

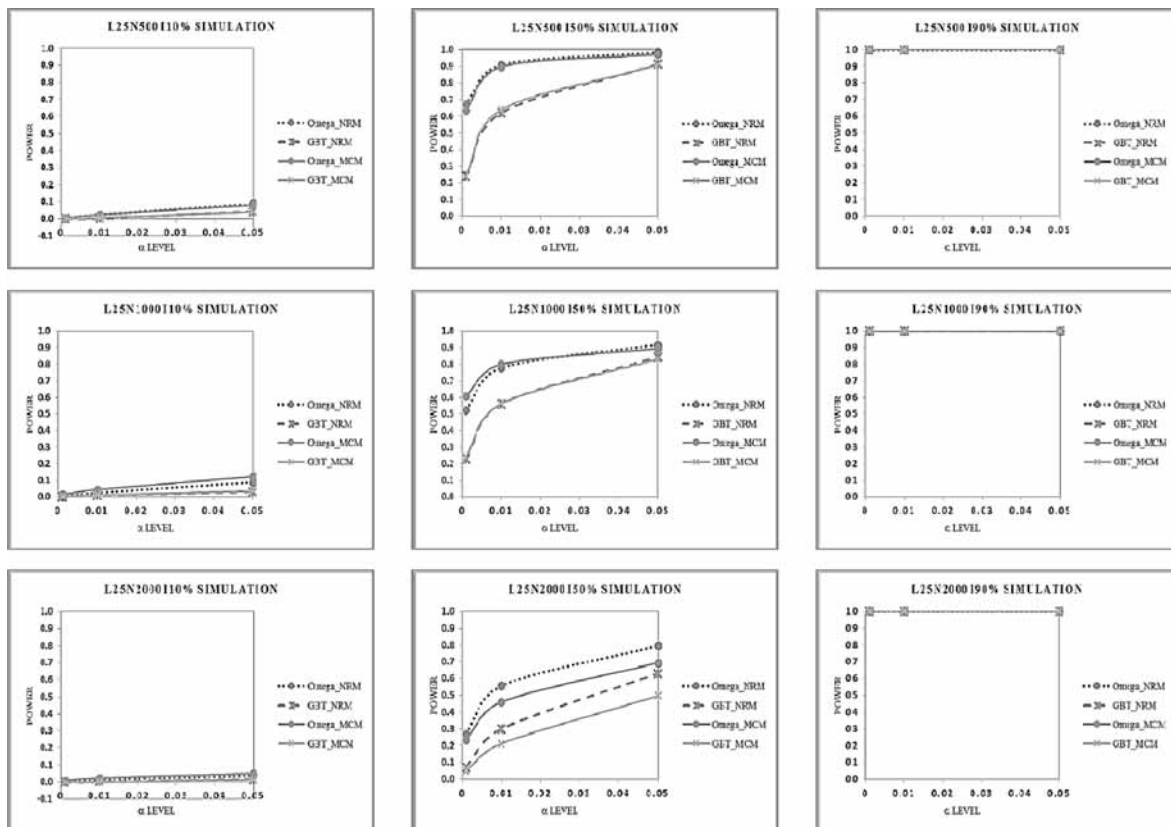
GBT จะมีค่าลดน้อยลง เมื่อใช้โมเดล MCM แทนโมเดล NRM ในการคำนวณค่าความน่าจะเป็น นั่นคือความถูกต้องในการระบุผู้สอบที่ทำการลอกคำตอบอย่างแท้จริง มีแนวโน้มที่จะลดลง เมื่อดัชนี ω และ GBT ใช้โมเดล MCM แทนโมเดล NRM ในการคำนวณค่าความน่าจะเป็น

อย่างไรก็ตามเมื่อมีจำนวนข้อสอบที่ถูกลอกร้อยละ 90 พบว่าทั้งดัชนี ω และ GBT จะมีค่าอำนาจการตรวจจับการลอกคำตอบเท่ากันคือ 1.000 นั่นคือทั้งสองดัชนีสามารถตรวจจับการลอกคำตอบได้ทั้งหมด แม้จะใช้โมเดลในการคำนวณค่าความน่าจะเป็นแตกต่างกัน

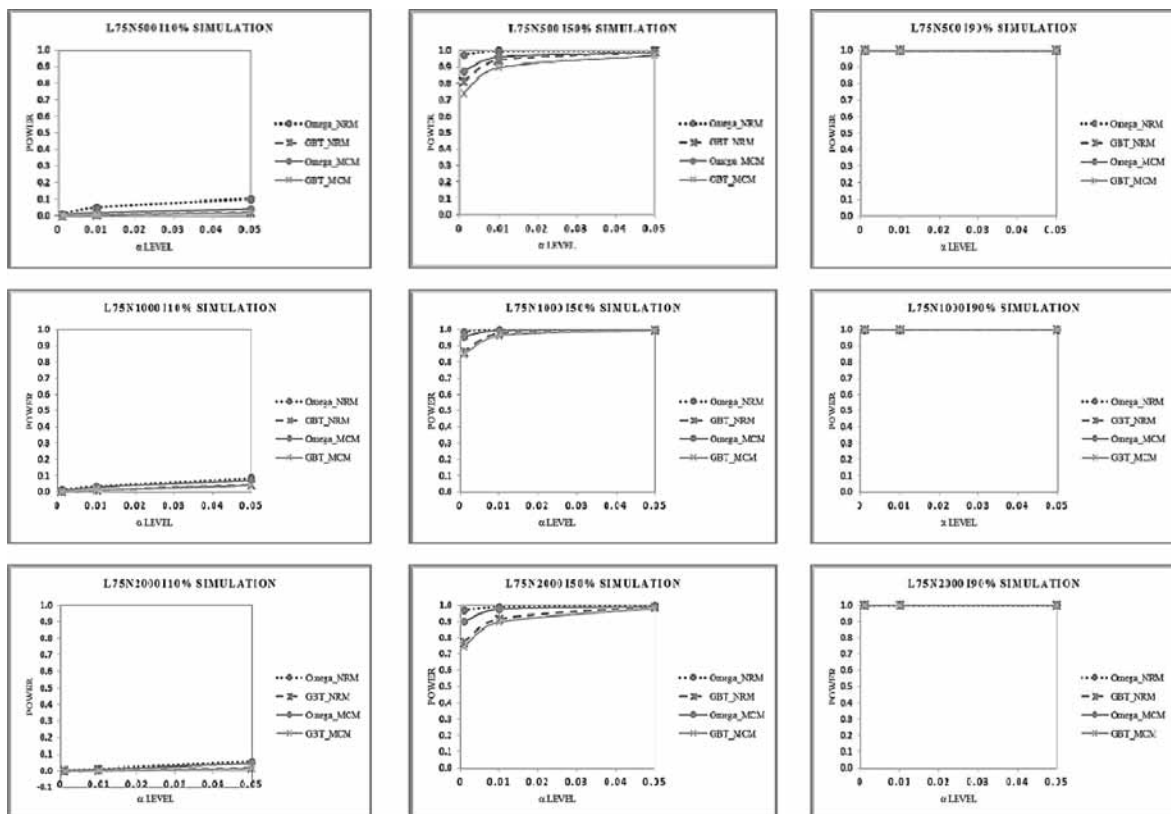
ตาราง 2

อำนาจการตรวจจับการลอกคำตอบของดัชนี ω และ GBT จำแนกตามตัวแปรที่ศึกษา ที่ระดับนัยสำคัญต่าง ๆ

Simulate Data				Power (NRM model)			Power (MCM model)		
conditions		Indices		α levels			α levels		
				0.001	0.01	0.05	0.001	0.01	0.05
L25	N500	110%	ω	0.003	0.023	0.088	0.002	0.023	0.081
			GBT	0.000	0.003	0.041	0.000	0.005	0.039
		150%	ω	0.669	0.907	0.982	0.634	0.895	0.972
			GBT	0.238	0.620	0.912	0.237	0.637	0.907
		190%	ω	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
			GBT	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
	N1000	110%	ω	0.004	0.022	0.088	0.013	0.043	0.122
			GBT	0.002	0.008	0.030	0.002	0.010	0.035
		150%	ω	0.524	0.777	0.916	0.607	0.800	0.895
			GBT	0.228	0.560	0.844	0.243	0.562	0.832
		190%	ω	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
			GBT	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
	N2000	110%	ω	0.006	0.012	0.039	0.007	0.023	0.051
			GBT	0.000	0.002	0.015	0.000	0.000	0.013
		150%	ω	0.270	0.556	0.796	0.233	0.460	0.694
			GBT	0.071	0.299	0.630	0.050	0.212	0.497
		190%	ω	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
			GBT	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
L75	N500	110%	ω	0.010	0.049	0.102	0.005	0.017	0.041
			GBT	0.000	0.006	0.020	0.000	0.003	0.015
		150%	ω	0.974	0.998	1.000	0.873	0.959	0.989
			GBT	0.810	0.941	0.991	0.739	0.895	0.970
		190%	ω	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
			GBT	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
	N1000	110%	ω	0.011	0.031	0.085	0.007	0.028	0.072
			GBT	0.001	0.012	0.042	0.001	0.012	0.038
		150%	ω	0.986	0.999	0.999	0.959	0.993	0.998
			GBT	0.862	0.975	0.999	0.846	0.962	0.993
		190%	ω	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
			GBT	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
	N2000	110%	ω	0.002	0.010	0.054	0.002	0.010	0.043
			GBT	0.000	0.003	0.018	0.000	0.001	0.015
		150%	ω	0.969	0.991	0.998	0.902	0.975	0.991
			GBT	0.771	0.914	0.990	0.746	0.896	0.979
		190%	ω	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
			GBT	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000



ภาพ 3 อานาการตรวจจับการลอกคำตอบของดัชนี ω และ GBT จำแนกตามตัวแปรจำนวนผู้สอบ ร้อยละของจำนวนข้อสอบที่ถูกลอก และประเภทโมเดล เมื่อแบบสอบมีความยาว 25 ข้อ



ภาพ 4 อานาการตรวจจับการลอกคำตอบของดัชนี ω และ GBT จำแนกตามตัวแปรจำนวนผู้สอบ ร้อยละของจำนวนข้อสอบที่ถูกลอก และประเภทโมเดล เมื่อแบบสอบมีความยาว 75 ข้อ

การอภิปรายผล

1. ในการศึกษาโดยใช้การจำลองสถานการณ์ครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ทำการจำลองข้อมูลการตอบข้อสอบขึ้นจากโปรแกรม WinGen ซึ่งเป็นข้อมูลการตอบที่จำลองขึ้นมา โดยอยู่ภายใต้โมเดล NRM เท่านั้น (เนื่องด้วยข้อจำกัดของโปรแกรม) และแม้ชุดข้อมูลที่จำลองการตอบขึ้นตามโมเดล NRM นี้จะถูกนำไปใช้ในการคำนวณค่าดัชนี ω และ GBT โดยใช้โมเดล MCM ในการคำนวณค่าความน่าจะเป็นของดัชนี แต่ผลการศึกษากลับพบว่า ทั้งดัชนี ω และ GBT ยังคงสามารถควบคุมอัตราความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ให้อยู่ในระดับที่ยอมรับได้ในทุกระดับนัยสำคัญที่กำหนด มีค่าอำนาจการตรวจจับการลอกคำตอบที่ดีที่ระดับนัยสำคัญ .01 และ .05 แต่โดยภาพรวมพบว่าอำนาจการตรวจจับการลอกคำตอบของทั้งดัชนี ω และ GBT จะมีค่าลดน้อยลง เมื่อใช้โมเดล MCM แทนโมเดล NRM ในการคำนวณค่าความน่าจะเป็นของดัชนี ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากความไม่สอดคล้องระหว่างชุดข้อมูลการตอบที่จำลองขึ้นมาจากโมเดล NRM กับการคำนวณค่าความน่าจะเป็นของดัชนีจากชุดข้อมูลดังกล่าวโดยใช้โมเดล MCM ก็ได้

2. เมื่อพิจารณาถึงตัวแปรที่มีอิทธิพลต่ออำนาจการตรวจจับการลอกคำตอบพบว่า ตัวแปรความยาวของแบบสอบที่มีอิทธิพลต่ออำนาจการตรวจจับการลอกคำตอบของทั้งดัชนี ω และ GBT โดยภาพรวมพบว่า เมื่อแบบสอบมีความยาวเพิ่มขึ้น ทั้งดัชนี ω และ GBT จะมีค่าอำนาจการตรวจจับการลอกคำตอบเพิ่มขึ้น สำหรับตัวแปรร้อยละของจำนวนข้อสอบที่ถูกลอกพบว่า มีอิทธิพลต่ออำนาจการตรวจจับการลอกคำตอบของทั้งดัชนี ω และ GBT โดยจะมีค่าอำนาจการตรวจจับการลอกคำตอบเพิ่มขึ้นเมื่อร้อยละของจำนวนข้อสอบที่ถูกลอกมีค่าเพิ่มขึ้น ซึ่งสำหรับดัชนี ω พบว่าผลจากการศึกษาในครั้งนี้มีความสอดคล้องกับผลการศึกษาของกฤษฎา (2550), Wollack (1997), Sotaridona และ Meijer (2002, 2003)

3. ด้านตัวแปรจำนวนผู้สอบพบว่า ไม่มีอิทธิพลต่ออำนาจการตรวจจับการลอกคำตอบของทั้งดัชนี ω และ GBT โดยจำนวนผู้สอบที่เพิ่มสูงขึ้นไม่ได้ทำให้อำนาจการตรวจจับการลอกคำตอบมีค่าเพิ่มขึ้นหรือลดลงอย่างเห็นได้ชัด ซึ่งสำหรับดัชนี ω พบว่ามีความสอดคล้องกับผลการศึกษาของ กฤษฎา (2550) Sotaridona และ Meijer

(2002, 2003) นอกจากนี้ยังพบว่า ตัวแปรจำนวนผู้สอบไม่มีอิทธิพลต่ออัตราความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ของทั้งดัชนี ω และ GBT โดยจำนวนผู้สอบที่เพิ่มสูงขึ้นไม่ได้ทำให้อัตราความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ของทั้งดัชนี ω และ GBT เพิ่มขึ้นหรือลดลงอย่างเห็นได้ชัด แม้ว่าทั้งดัชนี ω และ GBT จะเป็นดัชนีที่คำนวณอยู่บนพื้นฐานของทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ (IRT) และจำเป็นที่จะต้องให้ผู้สอบจำนวนมากหรือกลุ่มตัวอย่างที่มีขนาดใหญ่เพื่อจะทำให้ค่าประมาณพารามิเตอร์มีความถูกต้องและเสถียร (Wollack, 1997) และการใช้กลุ่มตัวอย่างที่มีขนาดเล็กในการคำนวณอาจส่งผลต่ออัตราความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ แต่ในส่วนของการศึกษาโดยใช้การจำลองสถานการณ์นี้ ผู้วิจัยได้ทำการคำนวณค่าดัชนี ω และ GBT โดยใช้ค่าพารามิเตอร์ข้อสอบที่คำนวณมาจากชุดข้อมูลที่ยังไม่ได้มีการจำลองสถานการณ์การลอกคำตอบ ซึ่งถือเป็นค่าพารามิเตอร์ข้อสอบที่ทราบค่าอยู่ก่อน (known item parameters) เพื่อให้สามารถศึกษาคุณสมบัติของดัชนีได้อย่างแท้จริง จึงทำให้การประมาณค่าพารามิเตอร์ข้อสอบมีความถูกต้องเพียงพอต่อการคำนวณค่าดัชนี ω และ GBT และไม่ส่งผลกระทบต่อค่าอัตราความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1

ข้อเสนอแนะในการนำไปใช้

1. ในการนำดัชนีตรวจจับการลอกคำตอบดัชนีใด ๆ ไปใช้ในทางปฏิบัติ ผู้ใช้ควรตระหนักว่า ไม่ควรใช้ผลจากการตรวจจับการลอกของดัชนีเพียงอย่างเดียวในการระบุว่า ผู้สอบใดได้กระทำการลอกคำตอบแต่ควรใช้ดัชนีตรวจจับการลอกคำตอบเป็นอีกทางเลือกหนึ่ง ที่จะให้หลักฐานทางสถิติเพิ่มเติมเพื่อช่วยยืนยันพฤติกรรมที่น่าสงสัยของผู้สอบ ตามพยานหลักฐานจากการสังเกตของผู้คุมสอบ และพยานแวดล้อมที่มีอยู่แล้วก่อนหน้า

2. การพิจารณาเลือกดัชนีตรวจจับการลอกคำตอบที่เหมาะสมเพื่อนำไปประยุกต์ใช้ในทางปฏิบัตินั้น จะต้องพิจารณาถึงคุณสมบัติทางสถิติของดัชนี 2 ประการร่วมกัน คือ อัตราความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 และอำนาจการตรวจจับการลอกคำตอบ โดยดัชนีที่ดีจะต้องสามารถตรวจจับการลอกคำตอบได้ มีค่าอำนาจการตรวจจับที่สูง และสามารถรักษาระดับความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1

ให้มีค่าอยู่ได้หรือต่ำกว่าเส้นกราฟขอบเขต หรือมีค่ามากกว่าเส้นกราฟขอบเขตเพียงเล็กน้อยในระดับนัยสำคัญ ที่ทำการทดสอบ นั่นคือ สามารถตรวจจับหรือระบุผู้สอบ ที่ทำการลอกอย่างแท้จริงได้สูง โดยที่มีความผิดพลาด ในระบุผู้สอบที่ข้อสงสัยว่าเป็นผู้สอบที่ทำการลอกได้น้อยที่สุด

3. ในการตรวจจับการลอกคำตอบด้วยดัชนี W และ GBT นั้น ผลของการตรวจจับเพียงแค่ระบุแนวโน้ม ในการเกิดการลอกคำตอบของผู้สอบที่น่าสงสัยเท่านั้น แต่ไม่สามารถระบุได้ว่าผู้สอบคนใดเป็นผู้ลอก และผู้สอบคนใดเป็นผู้ให้ลอก ดังนั้น ในการจะระบุว่าผู้สอบคนใด

เป็นผู้ลอกและผู้สอบคนใดเป็นผู้ให้ลอก ผู้ใช้ดัชนีจะต้อง พิจารณาถึงองค์ประกอบอื่น ๆ ร่วมด้วย เช่น ภูมิหลัง เกี่ยวกับระดับความสามารถของผู้สอบ ผลการสัมภาษณ์ ผู้สอบเกี่ยวกับการตอบข้อสอบในแต่ละข้อ พฤติกรรมที่ พบพิรุณ เป็นต้น

กิตติกรรมประกาศ

ผู้เขียนได้รับการสนับสนุนทุนวิจัยจาก “ทุนอุดหนุนวิทยานิพนธ์สำหรับนิสิต” (CU.GRADUATE SCHOOL THESIS GRANT) บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ปีงบประมาณ 2557



เอกสารอ้างอิง

- กฤษฎา ธีระโสภณ. (2550). *การเปรียบเทียบคุณสมบัติทางสถิติของดัชนีตรวจจับการลอกข้อสอบ*. วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- Angoff, W. H. (1974). The development of statistical indices for detecting cheaters. *Journal of the American Statistical Association*, 69(345), 44-49.
- Bay, L. (1995). *Detection of cheating on multiple-choice examinations*. Paper presented at the annual meeting of the American Educational Research Association, San Francisco: CA.
- Bellezza, F. S., & Bellezza, S. F. (1989). Detection of cheating on multiple-choice tests by using error-similarity analysis. *Teaching of Psychology*, 16(3), 151-155.
- Belov, D. I. (2011). Detection of answer copying based on the structure of a high-stakes test. *Applied Psychological Measurement*, 35(7), 495-517.
- Bock, R. D. (1972). Estimating item parameters and latent ability when responses are scored in two or more nominal categories. *Psychometrika*, 46(1), 443-459.
- Frary, R. B., Tideman, T. N. & Watts, T. M. (1977). Indices of cheating on multiple-choice tests. *Journal of Educational Statistics*, 6(2), 235-256.
- Han, K. T. (2007). WinGen: Windows software that generates IRT parameters and item responses. *Applied Psychological Measurement*, 31(5), 457-459.
- Hanson, B. A., Harris, D. J. & Brennan, R. L. (1987). *A comparison of several statistical methods for examining allegations of copying*. Iowa City, IA: American College Testing Program.
- Holland, P. W. (1996). *Assessing unusual agreement between the incorrect answers of two examinees using the K-index: statistical theory and empirical support*. Princeton, NJ: Educational Testing Service.

- R Development Core Team. (2013). R: *A language and environment for statistical computing*. Vienna: R Foundation for Statistical Computing.
- Sotaridona, L. S. & Meijer, R. R. (2002). Statistical properties of the K-index for detecting answer copying. *Journal of Educational Measurement*, 39(2), 115-132.
- Sotaridona, L. S. & Meijer, R. R. (2003). Two new statistics to detect answer copying. *Journal of Educational Measurement*, 40(1), 53-69.
- Sotaridona, L. S., van der Linden, W. J. & Meijer, R. R. (2006). Detecting answer copying using the kappa statistic. *Applied Psychological Measurement*, 30(5), 412-431.
- Thissen, D. (2003). *Multiple categorical item analysis and test scoring using item response theory [Computer Software]*. Chicago: Scientific Software.
- Thissen, D. & Steinberg, L. (1984). A response model for multiple choice items. *Psychometrika*, 49(4), 501-519.
- Van der Linden, W. J. & Sotaridona, L. S. (2006). Detecting answer copying when the regular response process follows a known response model. *Journal of Educational and Behavioral Statistics*, 31(3), 283-304.
- Wollack, J. A. (1997). A nominal response model approach to detect answer copying. *Applied Psychological Measurement*, 21(4), 307-320.
- Wollack, J. A. (2003). Comparison of answer copying indices with real data. *Journal of Educational Measurement*, 40(3), 189-205.
- Wollack, J. A. & Cohen A. S. (1998). Detection of answer copying with unknown item and trait parameters. *Applied Psychological Measurement*, 22(2), 144-152.
- Zopluoglu, C. & Davenport, E. C., Jr. (2012). The empirical power and type I error rates of the GBT and Θ indices in detecting answer copying on multiple-choice tests. *Educational and Psychological Measurement*, 72(6), 1-26.

Translated Thai References

- Tirasophon, K. (2007). A comparison of statistical power for answer copying. Master of Education Thesis, Chulalongkorn University. (in Thai)



การศึกษาวัสดุทดแทนในการสร้างตัวแปลงแม่พิมพ์ขนาดกลาง ในขอบเขตของการต้านความล้าและความเสียดทาน

The Study Alternative Materials to Create a Medium Mold-Adaptor in Scope of Anti- Fatigue and Friction

ไทร กระระนันท์

บทคัดย่อ

โครงการวิจัยนี้เป็นการศึกษาพฤติกรรมทางกลของวัสดุเหล็กเหนียว ที่ชุบนิกเกิลแบบไม่ใช้ไฟฟ้า ซึ่งเป็นเหล็กที่มีการใช้งานอย่างแพร่หลาย โดยมุ่งเน้นศึกษาหาวัสดุทดแทนที่มีราคาถูกและมีผลดีเพื่อจำหน่ายในประเทศมาทำการชุบด้วยนิกเกิลแบบไม่ใช้ไฟฟ้าและนำมาทดสอบพฤติกรรมการต้านความล้าตามมาตรฐาน JIS Z2276 และความเสียดทานตามมาตรฐาน ASTM G133 เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการออกแบบตัวแปลงแม่พิมพ์ขนาดกลาง หรือโครงสร้างอื่นๆ ของเครื่องจักรกลที่ต้องการนำไปใช้เพื่อให้มีอายุการทำงานที่ยาวนาน การทดสอบนี้ได้นำวัสดุเหล็กที่ชุบนิกเกิลแล้วตามมาตรฐาน ASTM B733 ที่มีความหนาของการชุบนิกเกิล 5 ความหนา ตั้งแต่ 10, 20, 30, 40 และ 50 μm . เป็นต้น โดยเริ่มทดสอบตั้งแต่รอบการทำงานต่ำตั้งแต่รอบที่หนึ่งพันรอบจนถึงอายุการทำงานที่เกินล้านรอบ พบว่าแนวโน้มของชิ้นงาน มีอายุการใช้งานที่รอบสูงขึ้นโดยมีรอบการทำงานต่ำสุดเมื่อชุบที่ความหนา 10 μm . ในภาระ 31.20 kg. ที่ 1,053 รอบ (cycle) และสูงสุดคือไม่แตกหักในภาระ 6 kg. โดยที่ผิวยังไม่แตกเลยจากการชุบหนาสุด 50 μm . ภาระ 31.20 kg. สามารถทำงานได้ที่ 1,637 รอบ โดยที่ผิวมีรอยแตกเลยจากเล็กน้อยส่วนภาระที่ 6 kg. วัสดุไม่มีการแตกหัก

คำสำคัญ: ความล้า, นิกเกิล, แบบรองแม่พิมพ์, การชุบ, ความเสียดทาน

Abstract

This research shows about the behavior of mild steel that coated by nickel without using electric. This kind of steel is generally used. This research focuses on how to find instead materials which are cheap and made in Thailand to make a nickel plated steel. And then bring it to the behavior experimented of the anti-fatigue by JIS Z2276 standard and satire by ASTM G133. The result can be used for making mold-adaptor and structure of machine that need a long working life with abrasion resistance and changing temperature. According to the experiment, there will be 5 different electroless nickel plated steel by ASTM B733 standard used, which are 10, 20, 30, 40 และ 50 μm . thick. Beginning by testing at low speed rate at 1,000 rpm to more than 1,000,000 rpm. The result of the experiment shows that the work piece has a more work rate. Nickel plated steel with thickness 10 μm with load 31.20 kg with minimum rate is 1,053 rpm and the maximum rate is >1,000,000 life with load 6 kg. By that the surface doesn't sesame difference pattern. And nickel plated steel with thickness 50 μm with load 31.20 kg with minimum rate is

1637 rpm and maximum is >1,000,000 rpm with load 6 kg. At the surface finds some of sesame difference pattern but it's quite indifferent.

Keywords: fatigue, nickel, mold adaptor, electroless, Friction



ความนำ

ในปัจจุบันประเทศไทยมีการส่งเสริมให้เป็นฐานการผลิตสำหรับการส่งออกรถยนต์ซึ่งในการผลิตรถยนต์หนึ่งคันต้องอาศัยการสนับสนุนจากบริษัทที่มีความสามารถผลิตชิ้นส่วนรถยนต์ประเภทต่าง ๆ เช่น ชิ้นส่วนไฟฟ้า ตัวถัง พลาสติกและอื่น ๆ อีกมากมาย ในการผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ต้องนำเข้าเครื่องจักรจากต่างประเทศเมื่อเครื่องจักรสึกหรอต้องมีการนำเข้าอะไหล่เพื่อนำมาเปลี่ยนในเครื่องจักรนั้นโดยเฉพาะชิ้นงานที่เกี่ยวข้องกับแม่พิมพ์ โดยปกติแม่พิมพ์เหล่านี้จะมีส่วนประกอบแม่พิมพ์หรือแบบรองแม่พิมพ์ ที่มีอัตราการสึกหรอสูงเนื่องด้วยต้องสัมผัสกับไอน้ำและถูกรูดกับชิ้นส่วนอื่นตลอดเวลา การป้องกันการสึกหรอทำได้หลายแบบขึ้นอยู่กับองค์ความรู้และการออกแบบของผู้ผลิต

ในปัจจุบันการชุบนิกเกิลแบบใช้และไม่ใช้ไฟฟ้ามีการใช้งานอย่างแพร่หลาย เนื่องด้วยการชุบนิกเกิลมีประโยชน์ทางด้านการป้องกันการกัดกร่อน การสึกหรอเนื่องจากการใช้งานหนัก (Salih, 2013) โดยอุตสาหกรรมที่นิยมใช้เป็นอุตสาหกรรมทางด้านชิ้นส่วนยานยนต์ แม่พิมพ์ เครื่องจักรในเหมืองแร่ อุตสาหกรรมเคมีและอุตสาหกรรมอื่น ๆ ที่ต้องการการป้องกันการกัดกร่อนและการสึกหรอ

การศึกษาอิทธิพลของการชุบนิกเกิลที่มีผลต่อความล้ามีการศึกษาและทดสอบออกเป็นสองรูปแบบ คือ ทดสอบความล้าทันทีหลังชุบนิกเกิล (Puchi, 1996; Berrios, 1998; Garcés, 1999; Conteras, 1999; Pertuz, 2000) และการทดสอบความล้าจากการกัดกร่อนหลังจากนำชิ้นงานไปทำการเร่งการกัดกร่อนจากหม้อเกลือ (NaCl 3% by weight) (Salih, 2013; Chitty, 1997)

จากผลการทดสอบความล้าที่ผ่านมาในรูปแบบของความล้าที่ทดสอบทันทีหลังจากชุบ (Puchi, 1996)

ได้ทำการทดสอบความล้าที่รอบการทำงานสูงของเหล็กกล้าคาร์บอนต่ำเกรด AISI 1010 และ AISI 1045 โดยการทดสอบนี้ได้ทำการแบ่งชิ้นทดสอบเป็นสามกลุ่มคือชิ้นงานที่ไม่ได้ชุบ ชิ้นงานที่ชุบนิกเกิลปกติและชิ้นงานที่ชุบนิกเกิลแล้วนำไปผ่านกระบวนการอบอ่อน (Anneal) ที่อุณหภูมิ 1,000 เคลวิน ปล่อยให้เย็นในอุณหภูมิห้อง ความหนาของชิ้นงานที่ชุบอยู่ที่ 20-22 μm . พบว่าชิ้นงานที่ผ่านการอบอ่อนมีความสามารถในการต้านความล้าสูงสุด รองลงมาคือชิ้นงานชุบปกติและสุดท้ายคือชิ้นงานที่ไม่ได้ชุบ จากผลการทดสอบนี้มีการวิจัยในระยะต่อมาโดย (Berrios, 1998) โดยมุ่งเน้นไปที่ความหนาของการชุบนิกเกิลจะมีผลต่อความล้าหรือไม่โดยการทดสอบยังคงใช้เหล็กกล้าคาร์บอน AISI 1045 นำไปทำชิ้นงานและขัดเงา จากนั้นจึงชุบนิกเกิลที่ความหนา 7, 17 และ 37 μm . และอบอ่อนที่อุณหภูมิ 673 เคลวิน พบว่าชิ้นงานที่ชุบแล้วนำไปอบอ่อนมีความสามารถในการต้านความล้าสูงสุดและชิ้นงานที่ชุบนิกเกิลที่มีความหนา 17 μm และ 37 μm มีความสามารถในการต้านความล้าลดลง มีการศึกษาเพิ่มเติมในเงื่อนไขคล้ายกัน (Contreras, 1999) แต่ตัวแปรที่เปลี่ยนคือแบบทดสอบในห้องทดสอบจะมีปริมาณฟอสฟอรัสที่ร้อยละ 8.4-9.4 ได้ความหนา 17 μm . และแบบในอุตสาหกรรมมีปริมาณฟอสฟอรัสที่ร้อยละ 10.4-11.3 ได้ความหนา 25 μm . เหล็กที่ใช้ยังคงเป็นเหล็ก AISI 1045 แบ่งชิ้นงานเป็นสี่กลุ่มคือชิ้นงานที่ไม่ได้ชุบ ชิ้นงานชุบหนา 25 μm . ชิ้นงานที่หนา 17 μm . และอบอ่อนที่อุณหภูมิ 473 เคลวิน ชิ้นงานชุบหนา 17 μm . และอบอ่อนที่อุณหภูมิ 673 เคลวิน พบว่าชิ้นงานที่ไม่ได้ชุบมีความสามารถในการต้านความล้าสูงสุดรองลงมาคือชิ้นงานที่ชุบหนา 25 μm . และสุดท้ายชิ้นงานที่ชุบหนา 17 μm . ที่ผ่านการอบอ่อนทั้งสองตัว จากผลการทดสอบนี้ผู้วิจัยได้ลงความคิดเห็นเพิ่มเติมว่าชิ้นงานที่มีความแข็งแรงสูงเมื่อนำไปชุบนิกเกิลจะทำให้ความสามารถในการต้านความล้าลดลง ในส่วนของ การชุบแบบเชิงพาณิชย์ (commercial) ที่มีการชุบในปริมาณมาก ๆ (Pertuz, 2000) ทำการศึกษาผลกระทบของ

การชุบกับความล้าในเหล็กเกรด SAE 4140 โดยชิ้นงานที่นำไปทดสอบถูกแบ่งออกเป็นสี่กลุ่มคือ ชิ้นงานที่ไม่ได้ชุบ ชิ้นงานที่ชุบนิกเกิลหนา 20 μm . ชิ้นงานที่ผ่านการบากร่อง (Notch) และชิ้นงานที่บาร์รองและชุบ พบว่าชิ้นงานที่มีความสามารถในการต้านความล้าสูงสุดคือชิ้นงานที่ไม่ได้ชุบ รองลงมาคือชิ้นงานที่ชุบมีค่าการต้านความล้าลดลงร้อยละ 88 ส่วนชิ้นงานที่บากร่องและไม่ได้ชุบนิกเกิลจะมีความสามารถในการต้านความล้ามากกว่าชิ้นงานที่บากร่องและชุบนิกเกิล

การศึกษาในรูปแบบที่สองที่เป็นการศึกษาความล้าที่เกิดจากการกัดกร่อน (Chitty, 1997) ทำการศึกษาอิทธิพลของการชุบนิกเกิลต่อการต้านทานความล้าจากการกัดกร่อนของเหล็กเกรด AISI 1045 โดยแบ่งชิ้นงานเป็นสามกลุ่ม กลุ่มที่หนึ่งเป็นชิ้นงานที่ไม่ชุบนิกเกิล กลุ่มที่สองเป็นชิ้นงานที่ชุบนิกเกิลหนา 20 μm . และกลุ่มที่สามชุบนิกเกิลและอบอ่อนที่อุณหภูมิ 473 เคลวิน นำชิ้นงานไปทดสอบด้วยเครื่องทดสอบความล้าแบบดัดกลับที่มีห้องปิดควบคุมการฉีดหมอกเกลือที่ความเข้มข้นเกลือ (NaCl) ที่ร้อยละ 3 โดยน้ำหนักผลทดสอบพบว่าชิ้นงานที่ชุบนิกเกิลมีความสามารถในการต้านความล้าสูงสุด รองลงมาคือชิ้นงานที่ชุบนิกเกิลและอบอ่อน สุดท้ายคือชิ้นงานที่ไม่ได้ชุบนิกเกิล หลังจากนั้น (Salih, 2013) ทำการทดสอบเพิ่มเติมจากงานของ (Chitty, 1997) โดยการทดสอบนี้เป็นเหล็กที่มีปริมาณคาร์บอนต่ำกว่าร้อยละ 0.2 ผลการทดสอบที่สำคัญคือชิ้นงานที่ชุบและไม่ได้ชุบนิกเกิลเมื่อนำไปควบคุมในห้องทดสอบที่มีหมอกเกลือความเข้มข้นร้อยละ 3 โดยน้ำหนัก ทั้งไว้หนึ่งเดือนพบว่าชิ้นงานที่ไม่ชุบนิกเกิลมีความสามารถในการต้านความล้าน้อยกว่าชิ้นงานที่ชุบนิกเกิลหนา 6 μm . จากงานวิจัยในสองชิ้นหลังนี้พบว่าการชุบนิกเกิลทำให้ความสามารถในการต้านความล้ามากกว่าชิ้นงานปกติ

จากผลการศึกษาที่ผ่านมาไปสู่การหาวัสดุทดแทนวัสดุเดิมที่ต้องนำเข้าจากต่างประเทศโดยมุ่งเน้นไปที่วัสดุที่สามารถจัดหาได้ในประเทศรวมทั้งกระบวนการผลิตนั้นยังต้องสามารถผลิตได้ในประเทศไทยด้วย โดยชิ้นงานที่นำมาทดสอบเป็นเหล็กเกรด SS400 มีค่าความเค้นจุดครากในช่วง 250-280 MPa ความเค้นประลัยที่ 400 MPa เพื่อเพิ่มความสามารถในการต้านความล้า

ตามแนวทางของ (Puchi, 1996)

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อศึกษาอิทธิพลของการชุบนิกเกิลแบบไม่ใช้ไฟฟ้าของเหล็กเกรด SS400 ที่มีผลต่อความล้าและความเสียหาย

แนวคิดทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

อิทธิพลของการชุบนิกเกิลที่มีต่อความล้า จากผลการวิจัยที่ผ่านมาพบว่าการชุบนิกเกิลมีอิทธิพลต่อความล้าในสามรูปแบบคือ รูปแบบแรกไม่มีผลต่อความล้า รูปแบบที่สองทำให้ความสามารถในการต้านความล้าลดลง ส่วนรูปแบบที่สามความสามารถในการต้านความล้าเพิ่มขึ้น แนวความคิดแบบแรกถูกนำเสนอโดย (Safraneck, 1959) ได้แนะนำว่าชิ้นงานที่มีค่าการต้านแรงดึงมากกว่า 1,400 MPa สามารถที่จะชุบนิกเกิลได้โดยไม่มีผลต่อความล้า แนวคิดนี้ถูกสนับสนุนโดยงานวิจัยของ (Izumi, 1975) และ (Reinhardt, 1979) จากผลการทดสอบที่ได้พบว่า การชุบนิกเกิลไม่มีผลต่อความล้าที่ชัดเจน

ในรูปแบบที่สอง (Spahn, 1964) และ (Narcus, 1967) พยายามหาปัจจัยต่างๆ จากการชุบนิกเกิลที่มีผลต่อความล้า เช่น ปริมาณฟอสฟอรัสและค่าความเป็นกรดและด่างของบ่อชุบ และทำการทดสอบปัจจัยตามที่ตั้งสมมติฐานพบว่าปัจจัยต่างๆ เหล่านี้มีผลทำให้ชิ้นงานมีความสามารถในการต้านทานความล้าลดลงร้อยละ 10-46 แนวคิดนี้ถูกสนับสนุนโดยงานของ (Wu, 1999) ทำการทดสอบโลหะอัลลอยด์ที่มีคาร์บอนประมาณ ร้อยละ 0.3 พบว่าความสามารถในการต้านทานความล้าลดลง

รูปแบบที่สามเป็นผลการทดสอบที่ให้ผลตรงกันข้ามกับแบบที่สองคืองานวิจัยของ (Kehrer, 1982) และงานวิจัยของ (Puchi, 1996) ที่ให้แนวความคิดว่าการชุบนิกเกิลทำให้ชิ้นงานมีความสามารถในการต้านความล้าเพิ่มขึ้นจากผลการวิจัยที่ออกมาหลายรูปแบบ (Tahera, 2003) ทำการศึกษาและหาปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลกระทบต่อความล้าเมื่อชิ้นงานผ่านการชุบนิกเกิล โดยปัจจัยต่าง ๆ เหล่านี้ประกอบด้วย ปริมาณฟอสฟอรัสที่ผิวความหนาในการชุบ กระบวนการทางความร้อน

หลังการชุบ และความสามารถในการเกาะติดชิ้นงาน มาจากความเหนียวของชิ้นงานปัจจัยเหล่านี้สืบเนื่อง มาจากพฤติกรรมจากการชุบเป็นหลัก พฤติกรรมแรก การชุบนิกเกิลจะส่งผลโดยตรงต่อคุณสมบัติของผิว ของชิ้นงาน พฤติกรรมที่สองการชุบนิกเกิลที่มีปริมาณ ฟอส-ฟอรัสไม่เท่ากันและมีการอบอ่อนจะทำให้ชิ้นงาน มีความแข็งแรงและเปราะมากขึ้น โดยธรรมชาติของผิว นิกเกิล จะมีความเปราะ สามารถเกิดการร้าวที่ผิวได้ง่าย ในการชุบ นิกเกิลสิ่งหนึ่งที่เกิดขึ้นเสมอคือการเกิดความเค้นภายใน ของชิ้นงานเป็นได้ทั้งความเค้นกดและความเค้นดึง (Gawn & Ma, 1987) พบว่าการชุบนิกเกิลที่มีปริมาณฟอสฟอรัส มากกว่าร้อยละ 8 โดยน้ำหนักทำให้เกิดความเค้นภายใน แบบกด 2-50 MPa ต่อมา (Weil, 1990) ให้ข้อสังเกตว่า ความเค้นภายในที่เกิดจากการชุบนิกเกิลแบบไม่ใช้ไฟฟ้า สามารถเปลี่ยนจากความเค้นดึงไปเป็นความเค้นกดได้ เมื่อมีปริมาณฟอสฟอรัสร้อยละ 10 โดยน้ำหนัก

โดยทั่วไปแล้วการชุบนิกเกิลที่ทำให้เกิดความเค้น ภายในเป็นความเค้นดึงจะทำให้เกิดการร้าวที่ผิวได้ง่ายกว่า การเกิดความเค้นกดดังนั้นจึงมีการปรับปรุงคุณภาพผิว ก่อนการชุบโดยการยิงเม็ดโลหะก่อนชุบ (shot peening) (Marcelino, 2002)

สัมประสิทธิ์ความเสียหายของชิ้นงานที่ผ่าน การชุบนิกเกิลแบบไม่ใช้ไฟฟ้าศึกษาโดย (Tahera, 2002) โดยชิ้นงานที่นำมาทดสอบคือเหล็กเกรด AISI 1010 เป็นชิ้นงานที่ผ่านการชุบนิกเกิลในปริมาณสูง ปานกลาง และต่ำเพื่อเปรียบเทียบกับชิ้นงานพื้นฐานโดยผลลัพธ์ที่ได้ พบว่าความเสียหายแห่งของชิ้นงานที่ผ่านการชุบนิกเกิล ทุกชิ้นงานมีค่าแตกต่างกันเล็กน้อยและมีค่าต่ำกว่าชิ้นงาน ที่ไม่ได้ชุบประมาณร้อยละ 10 และน้อยกว่าชิ้นงานปกติ ที่ไม่ได้ชุบและหล่อลื่นด้วยน้ำมันประมาณร้อยละ 5

สมมติฐานของการวิจัย

จากผลงานวิจัยของ (Kehrer, 1982; Puchi, 1996) พบว่าชิ้นงานที่ผ่านการชุบนิกเกิลแบบไม่ใช้ไฟฟ้ามีความ สามารถในการต้านความล้าเพิ่มขึ้น โดยเฉพาะงานวิจัย ของ (Puchi, 1996) ทดสอบกับเหล็กเกรด AISI 1010 และ AISI 1045.ผลลัพธ์ที่ได้พบว่าเหล็กเกรดทั้งสองชนิด

มีความสามารถในการต้านความล้ามากกว่าเหล็กที่ไม่ได้ ชุบประมาณร้อยละสิบ

ผลงานวิจัยของ (Puchi, 1996) นำมาสู่การหาวัสดุ และกระบวนการในการทดแทนชิ้นงานเครื่องจักรที่เป็น ตัวแปลงแม่พิมพ์ที่ใช้งานในโรงงานฉีดโฟม ตัวแปลง แม่พิมพ์นี้ทำจากเหล็กที่มีต้นกำเนิดจากต่างประเทศ ในการเปลี่ยนอะไหล่ชิ้นนี้ต้องการสร้างขึ้นเพื่อใช้งานเอง แทนวัสดุเดิม แต่ยังขาดองค์ความรู้ในเรื่องของ ความสามารถในการต้านความล้า การต้านการสึกกร่อน การทนการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ

ดังนั้นชิ้นงานที่ผ่านกระบวนการชุบนิกเกิล แบบไม่ใช้ไฟฟ้ามีอิทธิพลต่อความสามารถความสามารถ ในการต้านทานต่อความล้าของเหล็กเกรด SS400

วิธีดำเนินการวิจัย

การดำเนินการวิจัยแบ่งออกเป็นสองขั้นตอน โดยในขั้นตอนแรกเป็นการออกแบบการทดสอบและ ในขั้นตอนสุดท้ายเป็นการทดสอบเพื่อหาผลว่าชิ้นงาน ที่ผ่านการชุบนิกเกิลมีอิทธิพลต่อการต้านความล้าหรือไม่

ในการทดสอบวัสดุที่จะนำมาใช้ทำตัวแปลง แม่พิมพ์ จำเป็นต้องทราบค่าความเค้นสูงสุดของวัสดุ และ ค่าภาระที่จะนำมาแขวนทดสอบซึ่งมีวิธีการคำนวณดังนี้

การหาขีดจำกัดความทนทานหรือขีดจำกัดความล้า (fatigue limit)

ใช้วิธีการประมาณค่าขีดจำกัดความทนทาน (สำหรับการคงอยู่ 50% ที่หนึ่งล้านรอบ) ในกรณีของ การตัด (วิธีธี อิงภากรณ์ และชาญ ถนัดงาน, 2543)

$$S'n = 0.5 Su \quad (1)$$

โดย Su คือ ค่า ความเค้นสูงสุดสำหรับชิ้นทดสอบวัสดุ ทำจากเหล็กเกรด SS400 จากตาราง 1 มีค่าความเค้นสูงสุด เท่ากับ 400 MPa.

$$Su = 400 \text{ MPa.}$$

แทนค่า Su ในสมการ(1)

$$S'n = 0.5 (400) \text{ MPa.}$$

$$S'n = 200 \text{ MPa.}$$

ตาราง 1

คุณสมบัติทางกลเมื่อทดสอบด้วยเครื่อง Tensile Test และ Hardness (ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางน้อยกว่า 16 มม.)

Grade	Y.S.(MPa)	T.S.(MPa)	%EL(min)	Hardness
SS400	245	400	21	130HB

ตาราง 2

ส่วนประกอบทางเคมีโดยน้ำหนัก (% composition by weight)

C	Si	P/S	Cr	Mo	V
0.13-0.18	0.15-0.35	0.050(max)	-	-	-

เนื่องจากการทดสอบมีปัจจัยหรือตัวประกอบต่าง ๆ ที่ทำให้ความเค้นสูงสุดของวัสดุลดลงซึ่งจำเป็นต้องนำมาพิจารณาด้วย เพื่อให้การหาค่าขีดจำกัดความทนทานมีค่าแม่นยำมากขึ้นโดยตัวประกอบต่างๆ มีดังนี้ ตัวประกอบของผิว (surface factor: Cs)

ผิวของชิ้นทดสอบความล้าที่ใช้ในห้องปฏิบัติการจะผ่านกระบวนการขึ้นรูปแบบกลึงและสม่ำเสมอตามแนวแกนแต่ในการใช้งานจริงชิ้นส่วนของเครื่องจักรถูกขึ้นรูปด้วยกระบวนการที่แตกต่างกันออกไป ซึ่งส่งผลต่อคุณภาพผิวของชิ้นงานด้วย โดยคุณภาพผิวของชิ้นงานส่งผลโดยตรงต่อความเค้นสูงสุดของวัสดุ ดังนั้นจึงต้องมีการกำหนดค่าตัวประกอบผิวสำเร็จขึ้นมาโดยชิ้นงานเหล็กที่นำมาทดสอบ ผ่านกระบวนการขึ้นรูปด้วยวิธีการกลึงผิว มีความต้านทานแรงดึงเท่ากับ 400 MPa มีค่าตัวประกอบผิว Cs = 0.8 (Juvinal, 2006)

ขนาดของชิ้นงานมีผลต่อขีดจำกัดความล้า โดยเมื่อขนาดเพิ่มขึ้นความเค้นสูงสุดจะลดลง สำหรับชิ้นงานทดสอบมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 8 mm. มีค่า Cs = 0.90 (Juvinal, 2006)

ตัวประกอบของแรง (load factor: Cl)

เนื่องจากวัสดุโดยทั่วไปมีคุณสมบัติในการรับความเค้นได้น้อยกว่าความเค้นดึงหรือกด ในกรณี

ของความเค้นสูงสุดก็เช่นเดียวกัน จากการทดสอบพบว่าขีดจำกัดความทนทาน สำหรับการเค้นมีค่าน้อยกว่าการดัด ตัวประกอบที่ใช้ลดค่าขีดจำกัดความทนทานจากการดัดนี้เรียกว่าตัวประกอบของแรง ซึ่งมีค่าแตกต่างกัน (Juvinal, 2006)

$$S_n = S'_n C_l C_s C_g \quad (2)$$

$$S_n = (0.5)(400)(1)(0.8)(0.9)$$

$$S_n = 144 \text{ MPa}$$

จาก ค่าขีดจำกัดความทนทานที่คำนวณได้ผลการคำนวณได้อ่านนำชิ้นงานไปใช้งานที่มีค่าความเค้นไม่เกินกว่า 144 MPa (Juvinal, 2006) ชิ้นงานสามารถใช้งานหรือรับภาระงานได้โดยไม่เกิดการล้าหรือการแตกหักเสียหายที่เกินหนึ่งล้านรอบสำหรับค่าขีดจำกัดความทนทาน ในรอบหรือวัฏจักรการใช้งานต่ำกว่า 10^6 ครั้ง เราสามารถหาค่าขีดจำกัดความทนทาน (S_n) โดยประมาณจากสมการของเส้นระหว่าง $S'_n = 0.9 S_u$ และที่ $n = 10^6$ ครั้ง ซึ่ง $S'_n = 0.5 S_u$ โดยใช้สมการดังนี้ (วิธีที่ อิงการณ์ และชาญ ถนัดงาน, 2543)

$$S_n = S'_n \left[\frac{10^6}{n} \right]^{0.09} \quad (3)$$

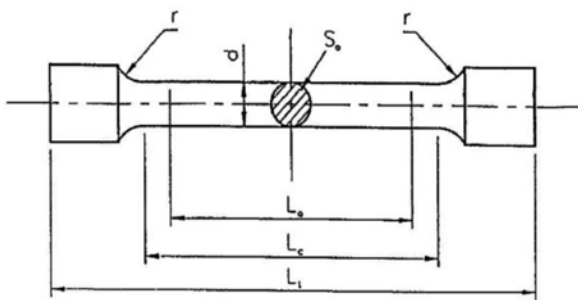
จากสมการที่ (3) คำนวณอายุการใช้งานในช่วงรอบหรือวัฏจักรการใช้งานที่ $n = 10^3, 10^4, 10^5$ ได้ผลดังตาราง

ตาราง 3

ค่าที่ได้จากการคำนวณ ระหว่างรอบหรือวัฏจักร (n) ขีดจำกัดความทนทาน (S_n) และน้ำหนักที่ใช้แขวนทดสอบ (w)

วัฏจักร (cycle)	ขีดจำกัดความทนทาน S_n (MPa.)	มวลทดสอบ (kg.)
10^3	372.41	31.8
10^4	302.71	25.85
10^5	246.05	21.01
10^6	144	12.29
$>10^6$	75	6

การออกแบบชิ้นงานทดสอบ (JIS Z2274)



ภาพ 1 มิติของชิ้นทดสอบตามมาตรฐาน JIS Z2274

ชิ้นงานที่ใช้ทดสอบมีมิติคือ $S_o = 50 \text{ mm}^2$, $d = 7.98 \text{ mm}$, $L_o = 40$, $r = 8 \text{ mm}$ ชิ้นงานทั้งหมดผลิตสำเร็จมาจากกระบวนการตัดกลึง แบ่งชิ้นงานออกเป็นสองกลุ่มคือกลุ่มที่ไม่มีการชุบนิเกิล ส่วนอีกกลุ่มหนึ่งคือกลุ่มที่มีการชุบนิเกิล ในกลุ่มที่มีการชุบนิเกิลจะชุบที่ความหนาตั้งแต่ 10, 20, 30, 40 และ 50 μm . ในหนึ่งความหนามีชิ้นทดสอบ 15 ชิ้น แบ่งเป็นที่ใช้วัดจำกัดความทนทาน (Fatigue Strength) 372.41, 302.71, 246.35, 144 และ 75 MPa อย่างละ 3 ชิ้นทดสอบ การทดสอบเป็นการทดสอบแบบการดัด



ภาพ 2 แสดงลักษณะเครื่องทดสอบความล้า (รอบการหมุนคงที่ 1,430 รอบต่อนาที)

กลีบแบบครบรอบ (fully rotating bending machine) มีอัตราส่วนความเค้น $R = -1$ (Juvinal, 2006) การทดสอบความล้ากระทำโดยการนำชิ้นงานเข้าไปติดตั้งบริเวณหัวจับทั้งสองด้านและแขวนภาระลงไปเพื่อให้ได้ความเค้นตามที่ออกแบบไว้



ภาพ 3 แสดงการติดตั้งชิ้นงาน



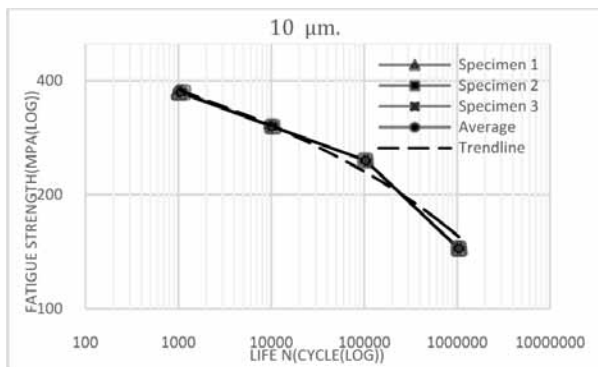
ภาพ 4 แสดงชิ้นงานเรียงจากซ้ายไปขวาเริ่มจากชิ้นงานที่ไม่ชุบนิเกิลตามด้วยชิ้นงานที่ชุบนิเกิล ที่ความหนา 10, 20, 30 และ 50 μm .

ผลการวิจัย

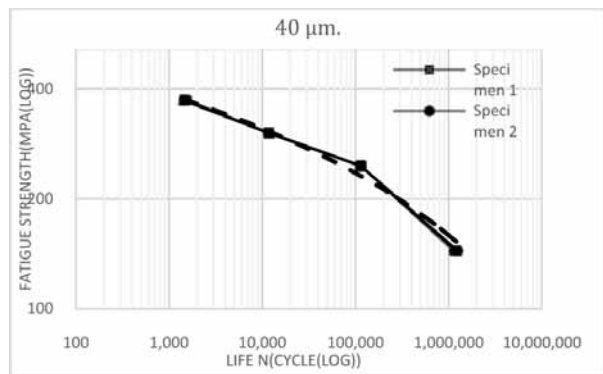
ตาราง 3

แสดงผลการทดสอบความล้าของชิ้นงานทดสอบที่ชุบนิกเกิลและไม่ชุบนิกเกิล

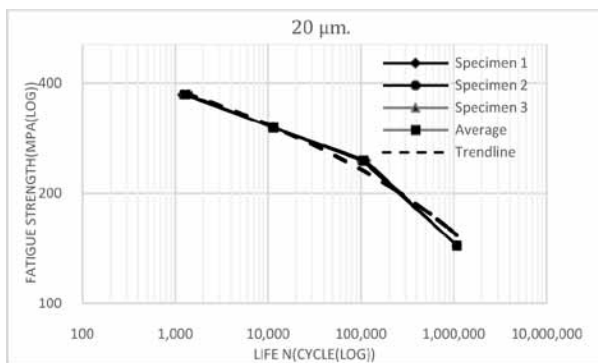
ความหนาที่ชุบ ($\mu\text{m.}$)	มวลแขนทดสอบ (kg.)	จำนวนรอบ เป้าหมาย (cycle)	ขีดจำกัด ความทนทาน (Fatigue Strength(MPa))	จำนวนรอบที่ทดสอบได้ (cycle)			ค่าเฉลี่ย
				การทดสอบ ครั้งที่ 1	การทดสอบ ครั้งที่ 2	การทดสอบ ครั้งที่ 3	
10	31.2	1000	372.41	1014	1,123	1,021	1,053
	25.3	10000	302.71	10,472	10,211	9,786	10,156
	20.6	100000	246.05	104,335	102,156	104,563	103,685
	12	1000000	144	1,053,457	1,034,569	1,045,908	1,044,645
	6	>1000000	75	ไม่ขาด	ไม่ขาด	ไม่ขาด	ไม่ขาด
20	31.2	1000	372.41	1,205	1,379	1,239	1,274
	25.3	10000	302.71	11,453	11,267	11,445	11,388
	20.6	100000	246.05	113,425	102,389	103,409	106,408
	12	1000000	144	1,069,678	1,082,356	1,085,673	1,079,236
	6	>1000000	75	ไม่ขาด	ไม่ขาด	ไม่ขาด	ไม่ขาด
30	31.2	1000	372.41	1302	1,577	1,147	1,342
	25.3	10000	302.71	11,621	11,652	11,702	11,658
	20.6	100000	246.05	114,755	114,534	114,010	114,433
	12	1000000	144	1,197,865	1,132,358	1,135,498	1,155,240
	6	>1000000	75	ไม่ขาด	ไม่ขาด	ไม่ขาด	ไม่ขาด
40	31.2	1000	372.41	1,578	1,456	1,398	1,477
	25.3	10000	302.71	11,702	11,678	12,009	11,796
	20.6	100000	246.05	114,892	114,225	114,341	114,486
	12	1000000	144	1,124,908	1,249,087	1,243,500	1,205,832
	6	>1000000	75	ไม่ขาด	ไม่ขาด	ไม่ขาด	ไม่ขาด
50	31.2	1000	372.41	1578	1712	1620	1,637
	25.3	10000	302.71	11,600	11,799	11,900	11,766
	20.6	100000	246.05	114,500	115,090	115,190	114,927
	12	1000000	144	1,267,509	1,278,056	1,200,760	1,248,775
	6	>1000000	75	ไม่ขาด	ไม่ขาด	ไม่ขาด	ไม่ขาด
ชิ้นงานที่ไม่ชุบนิกเกิล	31.2	1000	372.41	526	445	577	516
	25.3	10000	302.71	8653	8711	8669	8,678
	20.6	100000	246.05	82,735	82,561	82,135	82,477
	12	1000000	144	932,883	912,766	924,307	923,319
	6	>1000000	75	1,104,567	1,178,654	1,129,087	1,137,436



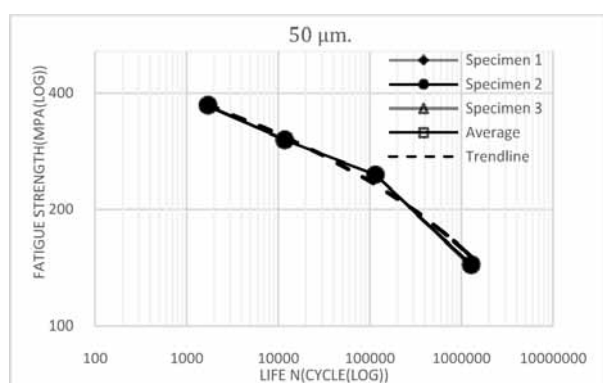
ภาพ 5 แสดงแผนภาพความเค้นสูงสุดที่กระทำกับรอบการทำงานที่การชุบนิกลึกหนา 10 µm.



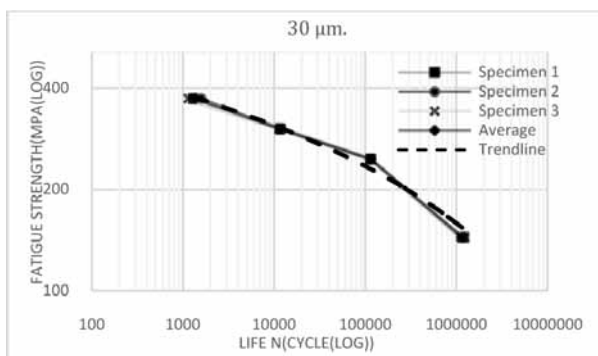
ภาพ 8 แสดงแผนภาพความเค้นสูงสุดที่กระทำกับรอบการทำงานที่การชุบนิกลึกหนา 40 µm.



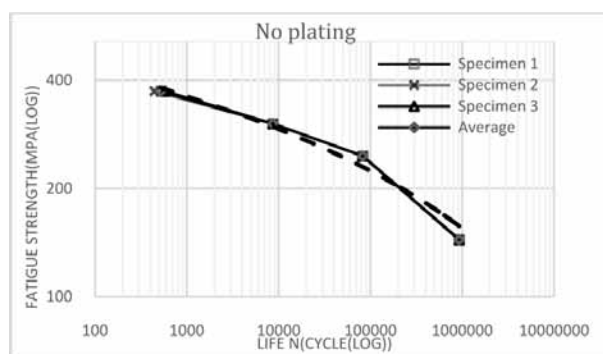
ภาพ 6 แสดงแผนภาพความเค้นสูงสุดที่กระทำกับรอบการทำงานที่การชุบนิกลึกหนา 20 µm.



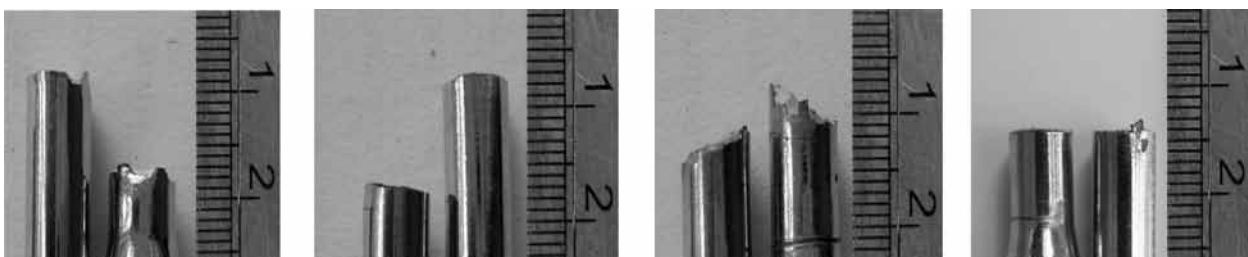
ภาพ 9 แสดงแผนภาพความเค้นสูงสุดที่กระทำกับรอบการทำงานที่การชุบนิกลึกหนา 50 µm.



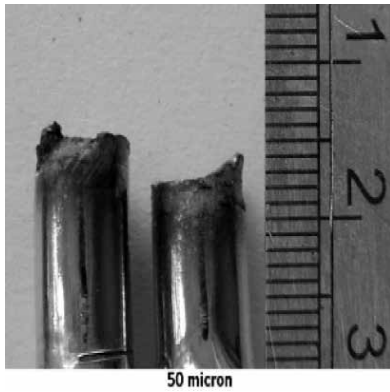
ภาพ 7 แสดงแผนภาพความเค้นสูงสุดที่กระทำกับรอบการทำงานที่การชุบนิกลึกหนา 30 µm.



ภาพ 10 แสดงแผนภาพความเค้นสูงสุดที่กระทำกับรอบการทำงานที่ไม่มีการชุบนิกลึก



ภาพ 11 ตัวอย่างชิ้นงานที่ชุบนิกลึกความหนา 10-40 µm. หลังทดสอบความล้า

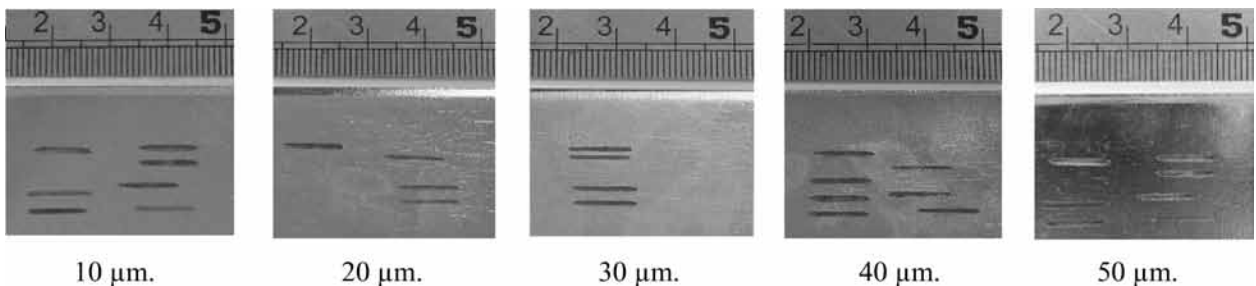


ภาพ 12 ตัวอย่างชิ้นงานที่ชุบนิเกิลความหนา 50µm.หลังทดสอบความล้า

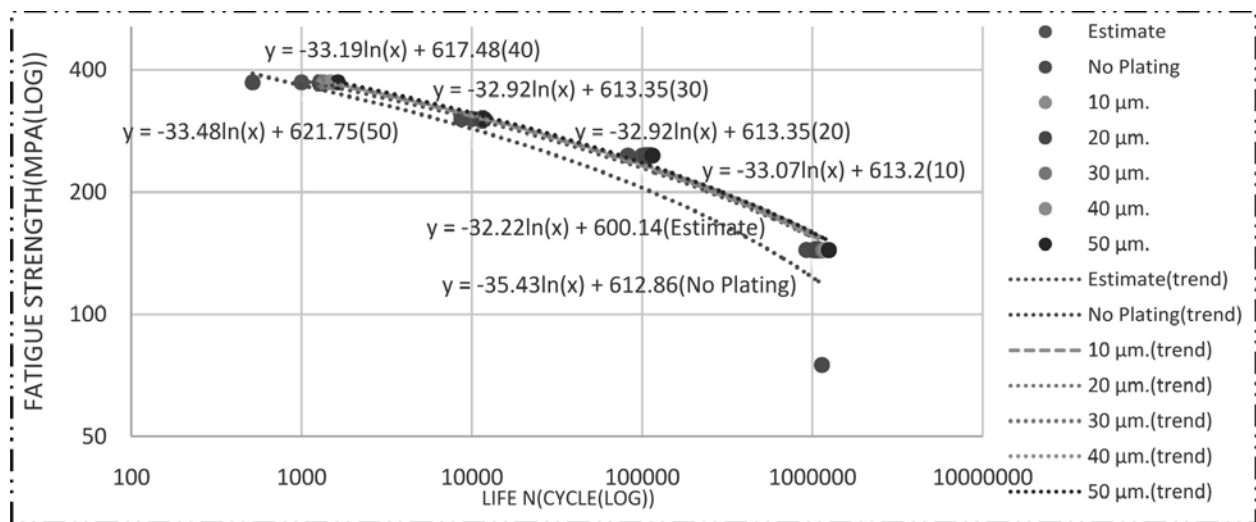
ตาราง 4

ผลการทดสอบการเสียดทานด้วยเครื่อง Micro-Tribometer (ตามมาตรฐาน ASTM G133 จากห้องปฏิบัติการพลังงานชีวภาพ ศูนย์เทคโนโลยีและวัสดุแห่งชาติ)

Coating thickness	Coefficient of friction (COF)			
	1	2	3	Average
10 µm.	0.54	0.52	0.51	0.52
20 µm.	0.55	0.54	0.53	0.54
30 µm.	0.56	0.58	0.56	0.57
40 µm.	0.56	0.56	0.58	0.57
50 µm.	0.54	0.56	0.54	0.55



ภาพ 13 ตัวอย่างผิวชิ้นงานที่ชุบนิเกิลความหนา 10-50 µm.หลังทดสอบความเสียดทาน



ภาพ 14 แสดงแผนภาพการประมาณค่า (trend line) ความเค้นสูงสุดที่กระทำ กับรอบการทำงานที่การชุบความหนาต่างๆ เปรียบเทียบกับไม่ชุบและการประมาณค่า

จากภาพ 14 สมการ trendline ของแต่ละความหนาที่ชุบและไม่ชุบนิกเกิลสามารถที่จะหาอายุการทำงานที่หนึ่งล้านรอบได้เป็น

ชิ้นงานที่ไม่ชุบมี Fatigue strength เท่ากับ 123.79 MPa

ชิ้นงานชุบหนา 10 μm . มี Fatigue strength เท่ากับ 156 MPa

ชิ้นงานชุบหนา 20 μm . มี Fatigue strength เท่ากับ 156 MPa

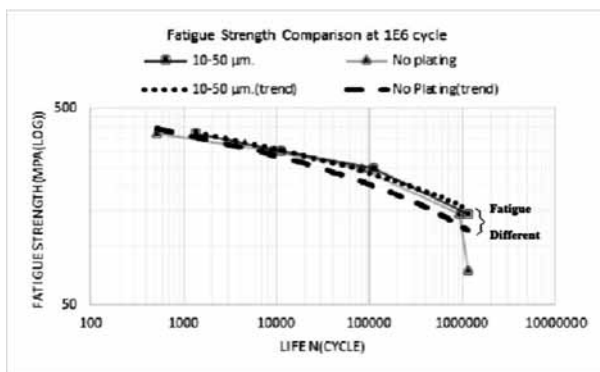
ชิ้นงานชุบหนา 30 μm . มี Fatigue strength เท่ากับ 158 MPa

ชิ้นงานชุบหนา 40 μm . มี Fatigue strength เท่ากับ 159 MPa

ชิ้นงานชุบหนา 50 μm . มี Fatigue strength เท่ากับ 159 MPa

มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 157.86 MPa

การสังเคราะห์หาความแตกต่างความเค้นที่เกินหนึ่งล้านรอบ (Juvinal, 2006)



ภาพ 15 แสดงแผนภาพความแตกต่างความเค้นที่การทดสอบหนึ่งล้านรอบของชิ้นงานที่ชุบและไม่ชุบนิกเกิล

อภิปรายผลการทดสอบ

จากผลการทดสอบความสามารถในการทนต่อความล้า พบว่าชิ้นทดสอบที่ชุบด้วยนิกเกิลมีแนวโน้มในการต้านทานต่อความล้าเพิ่มขึ้น ตามผลการทดสอบของ (Puchi, 1996) เมื่อความหนาที่ชุบเพิ่มขึ้น โดยจะให้การต้านความล้าสูงสุดที่ขนาดความหนาในการชุบ 50 μm . ซึ่งเป็นผล

โดยตรงมาจากที่ชิ้นงานมีความเรียบสม่ำเสมอทำให้ตัวประกอบของผิวดีขึ้น แต่เนื่องจากข้อจำกัดในด้านการเคลือบผิว ซึ่งไม่สามารถทำการเคลือบผิวได้หนาเกินกว่า 50 μm . เพราะความหนาของชิ้นงานเริ่มไม่สม่ำเสมอตลอดทั้งชิ้นและอีกประการหนึ่งก็คือจะทำให้การยึดเกาะของนิกเกิลลดลงทำให้เกิดการหลุดร่อนได้ง่าย เมื่อลองทำการชุบเกิน 70-80 μm . และ 90-100 μm . ผิวเริ่มแตกเมื่อนำมาทำการบิดเพียงเล็กน้อยหากต้องการนำไปใช้งานจริงในการผลิตตัวแปลงแม่พิมพ์ค่าความหนาที่เหมาะสมที่สุดคือไม่ควรเกิน 50 μm . ไปมากนักเพราะที่ค่านี้ผิวยังคงมีสภาพที่ดี ส่วนสัมประสิทธิ์ความเสียหายพบว่า มีผลไปในแนวทางเดียวกันกับ (Tabera, 2002) ชิ้นทดสอบที่ชุบผิวด้วยนิกเกิลความหนาต่างกัน ค่าสัมประสิทธิ์การเสียหาย (COF) มีค่าใกล้เคียงกันหรือไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ สาเหตุเนื่องมาจากผิวเคลือบของนิกเกิลเกาะติดแน่นอยู่กับชิ้นทดสอบ โดยไม่มีการหลุดร่อนของผิวออกมา ถึงแม้ความหนาในการชุบจะต่างกันก็ตาม ทำให้ผลการทดสอบค่า COF มีค่าใกล้เคียงกัน ส่วนความแตกต่างที่เกิดขึ้นเล็กน้อยนั้น เนื่องมาจากความเรียบของผิวโลหะที่อาจแตกต่างกัน ในการนำไปใช้งานจริงผิวเคลือบนิกเกิลซึ่งมีความลื่นจะช่วยลดแรงเสียหาย

สรุปผล

จากการทดสอบความสามารถในการทนต่อความล้าและการเสียดสีของวัสดุเหล็กประเภท SS400 โดยนำไปชุบด้วยนิกเกิลแบบไม่ใช้ไฟฟ้าที่ความหนาต่างกัน 5 ขนาด คือ 10 μm ., 20 μm ., 30 μm ., 40 μm ., และ 50 μm ., พบว่าความหนาในการชุบที่แตกต่างกันมีผลต่อความสามารถในการทนต่อความล้าของวัสดุ

เมื่อพิจารณาจากรูปที่ 15 ซึ่งเป็นการนำผลทดสอบความสามารถในการทนต่อความล้าของวัสดุที่ไม่ได้ชุบด้วยนิกเกิลและชุบด้วยนิกเกิลความหนา 10 μm . ถึง 50 μm . มาทำการเปรียบเทียบกันพบว่า ชิ้นงานที่ไม่ได้ผ่านกระบวนการชุบจะมีความสามารถในการทนต่อความล้าหรือวัฏจักรในการใช้งานต่ำที่สุด คือ 516 รอบ ที่ความเค้น 372.41 MPa และ ความสามารถในการทนต่อความล้าจะเพิ่มขึ้นตามความหนาที่ชุบ โดยที่ความหนา 50 μm . มีความสามารถในการทนต่อความล้าสูงสุดที่ภาระเดียวกัน

ที่ 1,637 รอบ มีอายุการทำงานเพิ่มขึ้นร้อยละ 217 และที่หนึ่งล้านรอบชิ้นงานที่ชุบหนา 10-50 μm . มีขีดจำกัดความทนทานมากกว่าชิ้นงานไม่ชุบร้อยละ 27 เมื่อพิจารณาจากสภาพผิวเคลือบนิเกิล หลังทำการทดสอบพบว่าผิวเคลือบยังคงติดแน่นอยู่กับชิ้นงานไม่มีการหลุดร่อนออกจากชิ้นงาน โดยมีลักษณะเดียวกันในทุกความหนาที่ชุบ

เมื่อพิจารณาจากตารางที่ 4 ผลการทดสอบการทนต่อการเสียดสีหรือสัมประสิทธิ์การเสียดทาน (COF) พบว่าที่ความหนา 10 μm . มีค่า COF เฉลี่ยเท่ากับ 0.52, ที่ 20 μm . มีค่า COF เฉลี่ยเท่ากับ 0.54, ที่ 30 μm . มีค่า COF เฉลี่ยเท่ากับ 0.57, ที่ 40 μm . มีค่า COF เฉลี่ยเท่ากับ 0.57, ที่ 50 μm . มีค่า COF เฉลี่ยเท่ากับ 0.55 ซึ่งเมื่อพิจารณาค่า COF ตามขนาดความหนาในการชุบทั้ง 5 ขนาดแล้ว พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ

ข้อเสนอแนะ

ค่าความหนาในการชุบที่เหมาะสมในการทดสอบครั้งนี้คือ 50 μm . แต่การชุบนิกเกิลแบบไม่ใช้ไฟฟ้านั้นสามารถทำได้หนาที่สุดถึง 200 μm แต่อาจเกิดปัญหาในการยึดเกาะดังนั้นในการนำไปใช้งานหากการชุบมีประสิทธิภาพผู้ใช้งานอาจปรับเปลี่ยนความหนาในการชุบให้เหมาะสมกับการใช้งานได้ในส่วนของการวิเคราะห์สภาพผิวหลังแตกหักในการวิจัยครั้งต่อไปควรใช้การถ่ายภาพด้วยอัตราส่วนขยายให้มากกว่านี้เพื่อวิเคราะห์สภาพผิวในระดับจุลภาค

ในการทดสอบนี้เป็นการทดสอบซ้ำจากการวิจัยและทดสอบในครั้งก่อนหน้าอันเนื่องมาจากเครื่องทดสอบที่ทดสอบมีการสั่นที่ค่อนข้างรุนแรงในการทดสอบความล้าด้วยการดัดกลับนี้ เครื่องทดสอบควรมีการปรับตั้งให้เครื่องอยู่ในสภาพที่สมบูรณ์และควรมีการติดตั้งตัวจับการสั่นสะเทือนแบบไฮดรอลิกส์ที่สามารถปรับตั้งความถี่ได้ตามความเร็วรอบเครื่องยนต์ เพราะการจับแรงสั่นสะเทือนด้วยยาง ทำได้เพียงเล็กน้อย เมื่อมีการสั่นอย่างรุนแรง จะทำให้แรงสะเทือนกลับไปที่ชิ้นงานได้

ผลการทดสอบนี้มีเฉพาะข้อมูลความสามารถในการต้านการล้าของวัสดุหลังจากชุบนิกเกิลเท่านั้น การจะออกแบบตัวแปลงแม่พิมพ์ที่ต้องรับภาระทั้งแรงความร้อน การกัดกร่อน ควรมีการศึกษาเพิ่มเติมในเรื่องของการกัดกร่อนจากความล้า (corrosion fatigue) และการคืบ (creep) ซึ่งเป็นส่วนสำคัญในการทำนายอายุการใช้งานของชิ้นงาน

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒที่สนับสนุนงบประมาณในการวิจัย ขอขอบคุณภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ที่เอื้อเฟื้อสถานที่ในการทำวิจัยรวมทั้งนิสิตช่วยงานวิจัยทุกท่าน



เอกสารอ้างอิง

- วิธีตี อิงภากรณ์ และชาญ ถนัดงาน. (2543). *การออกแบบเครื่องจักรกล เล่ม 1* (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดดูเคชั่น.
- Berrios, J. A., Staia, M. H., Hernandez, E. C., Hintermann, H. & Puchi, E. S. (1998). Effect of the thickness of an electroless Ni-P deposit on the mechanical properties of an AISI 1045 plain carbon steel. *Surface & Coating Technology*, 1998(108-109), 466-472.
- Chitty, J., Pertuz, A., Hintermann, H., Staia, M. H. & Puchi, E. S. (1997). Influent of electroless Ni-P deposit on the corrosion-fatigue properties of an AISI 1045 steel. *Thin Solid Film*, 1997(308-309), 430-435.
- Contreras, G., Fajardo, C., Berrios, J. A., Pertuz, A., Chitty, J., Hintermann, H. & Puchi, E. S. (1999). Fatigue properties of an AISI 1045 steel coated with an electroless Ni-P deposit. *Thin Solid Film*, 1999(355-356), 480-486.

- Garces, Y., Sanchez, H., Berrios, J., Pertuz, A., Chitty, J., Hintermann, H. & Puchi, E. S. (1999). Fatigue behavior of a quenched and tempered AISI 4340 steel coated with an electroless Ni-P deposit. *Thin Solid Film*, 1999(355-356), 487-493.
- Gawn, D. T. & Ma, U. (1987). Structure and wear of electroless nickel coatings. *Material Science and Technology*, 1987(3), 228-238.
- Juvinal, R. C. & Marshek, K. M. (2006). *Fundamentals of Machine Component Design* (4th ed.). Singapore: John Wiley & Sons.
- Kehrer, H. P., Ziese, J. & Hoffman, F. (1997). Physical and electromechanical characteristic of electroless nickel on carbon steel. *Proceeding of the International Conference on Computer Methods and Experimental Measurements for Surface Treatment Effects*, 1997(1), 47-59
- Marcelino, P., Nascimento, P. M., Torres, A. S., Souza, R. C. & Voorwald, J. C. (2002). Effect of shot peening pre treatment on the fatigue behavior of hard chromium on electroless nickel interlayer coated AISI 4340 aeronautical steel. *Material research*, 2002(5), 95-100.
- Narcus, H. (1967). Plating. *Plating Technology*, 1967(4), 381.
- Pertuz, A., Berrios, J. A. & Puchi Cabrera, E. S. (2000). Influence of commercial electroless Ni-P deposit on the fatigue properties of a notched and unnotched SAE 4140 steel, *Surface & Coating Technology*, 2000 (133-134), 572-582.
- Puchi, E. S., Staia, M. H., Hintermann, H., Pertuz, A. & Chitty, J. (1996). Influence of Ni-P electroless coating on the fatigue behavior of plain carbon steels. *Thin Solid Film*, 1996(290-291), 370-375.
- Salih, S. A., Mehdi, A. S. & Alsaegh, A. S. (2013). Study the effect of nickel coating on fatigue life of low carbon steel exposed to corrosive environments, *Journal of Environment and Earth Science*, 2013(3), 121-128.
- Spahn, H. (1964). Transaction institute. *Metal Finishing*, 1964(42), 365-379.
- Weil, R., Parker, K., Mallory, G. O. & Hajdu, J. B. (1990). Electroless plating fundamentals and application, *American Electroplating and Surface Finishers Society*, 1990(1), 62-66
- Wu, Y., Zang, Y. & Yao, M. (1995). Effect of electroless nickel plating on fatigue strength of 30CrMoA, *Plating and Surface finishing*, 1995(1), 83-85.

Translated Thai References

- Aungpakorn, W. & Thanatngan, C. (2000). Machine Design Book I (3rd ed.). Bangkok: SE-ED. (in Thai)



การออกแบบและพัฒนาเครื่องมือวัดละเอียดแบบตรวจวัดและ
ปรับค่าชดเชยอัตโนมัติ ในกระบวนการผลิตชิ้นงานดิสก์เบรกหน้า
กรณีศึกษาบริษัทผลิตชิ้นส่วนรถยนต์

Design and Development of Automatic Fine Measurement and
Adjustment in Automotive Front Disc Brake Production:
A Case Study of Automotive Part Manufacturing

นพดล ช้างงาม, ทิฆัมพร ทวีเดช และสมบัติ ทิฆมทรัพย์

บทคัดย่อ

ในกระบวนการควบคุมการผลิตชิ้นงานดิสก์เบรกหน้าของรถยนต์ที่เป็นอยู่ จะใช้คนตรวจและปรับค่าชดเชย ซึ่งพบว่ามีประสิทธิภาพต่ำ ส่งผลให้อัตราผลผลิตต่ำ จึงมีแนวคิดในการปรับเปลี่ยนไปเป็นการทำงานในระบบอัตโนมัติ งานวิจัยนี้จึงทำการออกแบบและพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ให้ทำงานร่วมกับอุปกรณ์ที่เหมาะสมแล้วนำไปใช้กับระบบ ที่มีอยู่ ผลการดำเนินการพบว่า (1) เครื่องมือวัดละเอียดแบบตรวจวัดและปรับค่าชดเชยอัตโนมัติ มีดัชนีความสามารถ ด้านสมรรถนะของกระบวนการแบบระยะสั้น: $Cpk\ 3.12 > 1.33$ และ ดัชนีความสามารถด้านสมรรถนะของกระบวนการ แบบระยะยาว: $Ppk\ 3.11 > 1.67$ ซึ่งมากกว่าค่ามาตรฐานยอมรับของลูกค้า (2) สามารถลดเวลาการผลิตต่อรอบลงจาก 52.94 วินาทีลดลงเหลือ 47.68 วินาที คิดเป็นร้อยละ 9.94 (3) อัตราความต้องการชิ้นงานต่อเวลาเท่ากับ 47.68 วินาที น้อยกว่า ความต้องการของลูกค้าที่ 66 วินาที (4) กำไรการผลิตสามารถผลิตได้ 36,807 ชิ้นต่อเดือน ซึ่งมากกว่าความต้องการของ ลูกค้าที่ 26,588 ชิ้นต่อเดือน (5) อัตราผลผลิตสามารถปรับปรุงให้เพิ่มขึ้นได้เท่ากับร้อยละ 1.5 เมื่อพิจารณาของเสีย ทุกปัจจัยปัญหา และ (6) จำนวนของเสียที่เกิดขึ้นจากการวัดค่า อ่านและปรับค่าชดเชยในเครื่องจักรการผลิตผิดพลาด ลดลงได้ร้อยละ 100 หรือไม่เกิดของเสียขึ้นอีกเลย

คำสำคัญ: การผลิตชิ้นส่วนรถยนต์, การพัฒนาโปรแกรม CNC, การตรวจวัดและปรับค่าชดเชยอัตโนมัติ

Abstract

In the existing production of automotive front disc brake, the production control has been done through measuring and compensation adjustment by operators which were found to be in-efficient and lead to low productivity. Therefore, new idea for solving the problem is to change into automatics system by design and develop new software and hardware and apply to the existing system. It was found that the new system can perform as follows: (1) The automatics Measurement Tools for inspection and automatics compensation adjustment had Process capability index (Cpk) at 3.12 which was more than that of standard specification of 1.33 and Process performance index (Ppk) was

3.11 which was more than that of customer standard specification requirement of 1.67. (2) Cycle time was reduced from 52.94 to 47.68 second per piece or reduced by 9.94 percent. (3) Takt time was 47.68 second which less than that of customer at 66.0 second. (4) Production capacity was 36,807 pieces per month which was more than the customer requirement at 26,588 pieces per month. (5) Productivity was improved by 1.5 percent (considering of all factors). And finally (6) No reject parts occurred, or the new system had zero defect.

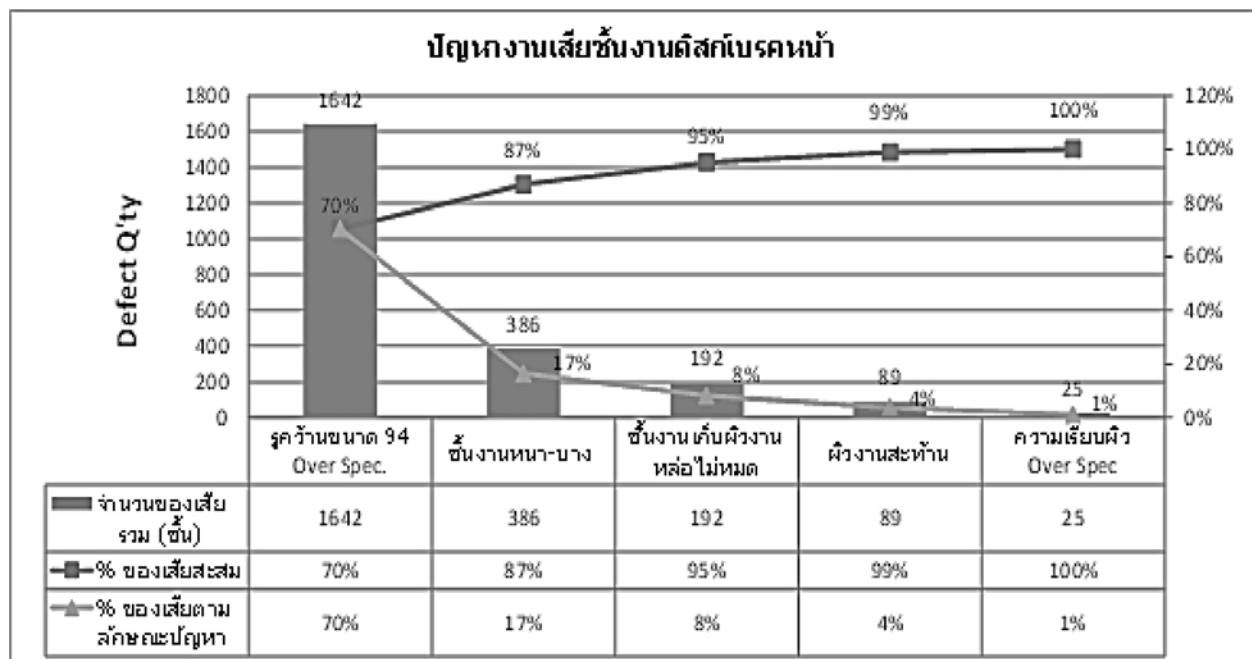
Keywords: automotive part manufacturing, CNC program development, automatic measuring and compensation adjustment



ความนำ

การตรวจวัดขนาดของชิ้นงานและการอ่านค่า ในกระบวนการผลิตชิ้นงานดิสก์เบรกหน้าเป็นจุดที่สำคัญที่สุดในกระบวนการผลิตเพราะค่าที่อ่านได้จะถูกนำไปปรับ ชดเชยในโปรแกรมของเครื่องจักร ตามมาตรฐานการผลิต

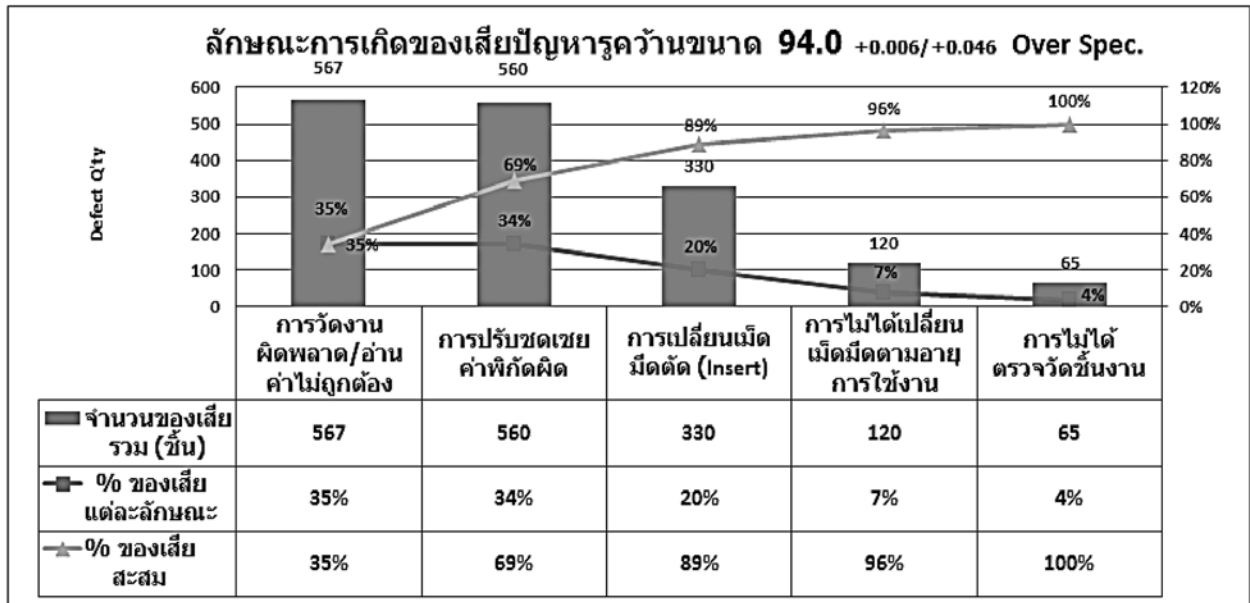
กำหนดให้ทำการวัดและอ่านค่า 1 ชิ้นงานต่อการผลิต 10 ชิ้นงาน ณ ปัจจุบันพบว่า จำนวนของเสียที่เกิดขึ้นจากการ ปรับค่าชดเชยเฉลี่ย 3,300 PPM (piece per million) ต่อเดือน ซึ่งเกินกว่าค่าเป้าหมายที่ 1084 PPM ต่อเดือน ดังแสดง ในภาพ 1



ภาพ 1 จำนวนของเสียและร้อยละของของเสียสะสมระหว่างกระบวนการผลิตการตั้งแต่เดือน มกราคม-มิถุนายน 2558

ลักษณะของเสียที่พบคือ ขนาดรูคว้านไม่ได้ตาม มาตรฐานร้อยละ 70 ชิ้นงานหนาบางไม่เสมอกันร้อยละ 17 เก็บผิวงานหล่อไม่หมดร้อยละ 8 ผิวงานสะท้อนร้อยละ 4 และผิวหยาบเกินมาตรฐานร้อยละ 1 หรือสาเหตุที่ทำให้เกิดของเสียในกระบวนการผลิตจะเกิดจากการวัดงาน

ผิดพลาดหรืออ่านค่าไม่ถูกต้องถึงร้อยละ 35 ดังแสดง ในภาพที่ 2 ของเสียทั้งหมดเกิดจากการทำงานของพนักงาน ในการวางชิ้นงานและวางตำแหน่งในการวัดไม่ถูกต้อง ทำให้อ่านค่าผิดพลาด ส่งผลให้การปรับค่าชดเชยผิดพลาด และนำมาซึ่งของเสียจำนวนมาก



ภาพ 2 ของเสียและร้อยละของเสียสะสมตามลักษณะการเกิดจากข้อมูลเดือน มกราคม-มิถุนายน 2558

ดังนั้นการวิจัยในครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบและพัฒนาเครื่องมือวัดละเอียดแบบตรวจวัดและปรับค่าขนาดเชิงอัตโนมัติ โดยการพัฒนาโปรแกรมในส่วนการทำงานหลักของอุปกรณ์ด้วยระบบ G-Code ซึ่งคาดว่าประโยชน์ที่จะได้รับคือ ลดจำนวนของเสียลง และสามารถเพิ่มอัตราการผลิตได้

แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

การเขียน CNC Programming (ชาติ ตรีการกุล, 2554)

1. การสร้างโปรแกรมสำหรับควบคุมการทำงานของเครื่องจักร CNC มี 3 วิธี คือ

1.1 การป้อนโปรแกรมโดยตรงที่เครื่องจักรในกรณีที่ชิ้นงานมีรูปร่างไม่ซับซ้อนเป็นเส้นตรง ไม่ต้องคำนวณมาก มีที่แก้ไขโปรแกรมเล็กน้อย.วิธีนี้คือ รวดเร็วไม่ต้องใช้ Software ที่มีราคาสูง ข้อเสียคือเสี่ยงต่อการป้อนข้อมูลผิด

1.2 การเขียนโปรแกรมที่คอมพิวเตอร์โดยใช้โปรแกรมประเภท Text Editor แล้วนำไปโหลดเข้าเครื่อง CNC วิธีนี้คล้ายวิธีแรกแต่เปลี่ยนจากป้อนหน้าเครื่องมาเป็นการสร้างในคอมพิวเตอร์ก่อน แล้วนำไปโหลดเข้าเครื่อง ข้อดี เหมือนกับการป้อนหน้าเครื่องแต่ต้องเพิ่มขั้นตอนการโหลดโปรแกรมเข้าเครื่อง การป้อนที่หน้าคอมพิวเตอร์

ความผิดพลาดอาจจะน้อยกว่า ใช้ในกรณีที่ไม่มี Software ประเภท CAM (Computer Aided Manufacturing) ข้อเสีย เหมือนกับการป้อนหน้าเครื่อง

1.3 การใช้ CAD/CAM Software เข้าช่วย วิธีนี้ใช้หลักการของการสร้างไฟล์ CAD data ก่อน จากนั้นจะใช้ Software ประเภท CAM แปลงข้อมูลจาก CAD data เป็นของโปรแกรม CNC หลังจากนั้นก็โหลดโปรแกรมเข้าเครื่องจักร ข้อดีของวิธีนี้คือ สามารถผลิตชิ้นงานที่มีรูปร่างซับซ้อนได้รวดเร็วกว่าวิธีที่ 1 และ 2 มาก ความผิดพลาดจะน้อย สามารถจำลองการทำงานจริงของโปรแกรมในโหมด Simulation เพื่อตรวจสอบความผิดพลาดและแก้ไขได้ก่อนการผลิตจริง ข้อเสีย คือ Software ประเภท CAD และ CAM มีราคาค่อนข้างสูง, ผู้เขียนโปรแกรมควรต้องมีพื้นฐานของ G-Code, M-Code

2. ระบบแกนของเครื่อง CNC (Axis System) โดยทั่วไปประกอบด้วยระบบ 2 และ 3 แกน

ระบบ 2 แกน จะพบในเครื่องกลึง CNC ทั่วไป แกน X จะอยู่ในแนวนอน ถ้าบริเวณจุดตัดของแกน X-Y คือ พิกัด X0,Y0 การเคลื่อนที่ในแนวแกน X ไปทางซ้าย X จะมีค่าเป็นลบ ในทางกลับกันถ้า X เคลื่อนที่ไปทางขวา X จะมีค่าเป็นบวก แกน Y จะอยู่ในแนวตั้ง ถ้า Y เคลื่อนที่ไปด้านบน Y จะมีค่าเป็นบวก และ Y เคลื่อนที่ลงด้านล่าง Y จะมีค่าเป็นลบ

ระบบ 3 แกนจะพบในเครื่องกัด (CNC Milling) และเครื่อง Machining Center จะมีแกนที่เพิ่มเข้ามาอีกหนึ่งแกน คือ แกน Z เป็นแกนที่มีการเคลื่อนที่ในแนวตั้งหรือแนวลึก ถ้าเคลื่อนที่ขึ้นด้านบน Z จะมีค่าเป็นบวก และถ้าเคลื่อนที่ลงด้านล่าง Z จะมีค่าเป็นลบ

Code ของโปรแกรม CNC สำหรับในเครื่องจักร CNC จะแบ่ง code โปรแกรมออกเป็น 2 ชุด คือ G-code เป็นรหัสในการควบคุมการเคลื่อนที่ในการตัดเฉือนชิ้นงานของโปรแกรมซีเอ็นซี และ M-code เป็นรหัสในการควบคุมฟังก์ชันการทำงานส่วนต่าง ๆ ของเครื่องจักร เช่น การหยุดหมุนของเพลาขับ การจับ - ปล่อยชิ้นงาน เป็นต้น

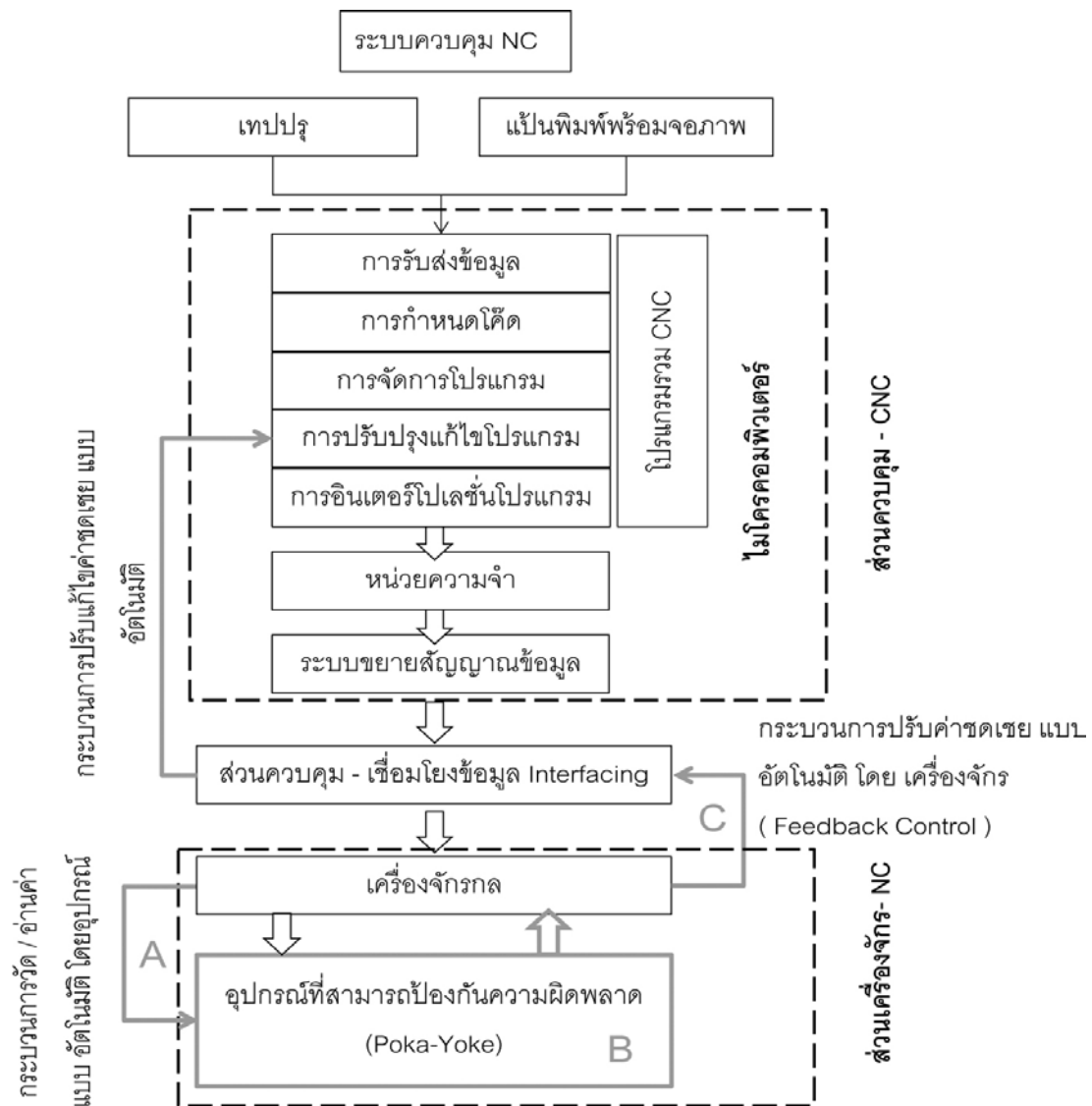
Six Sigma (โกศล ดีศีลธรรม, 2554) หลักการเพิ่มประสิทธิภาพในกระบวนการผลิตโดยทั่วไปมี 2 วิธีคือ Lean Manufacturing และ วิธี Six Sigma ซึ่งเน้นที่จำนวนชิ้นงานให้ลดความผันแปรของกระบวนการผลิต ผลคือ ลดอัตราการสูญเสียและลดค่าใช้จ่าย โดยการนำกระบวนการทางสถิติมาช่วยแก้ปัญหาอย่างมีประสิทธิภาพ

การวิเคราะห์ขีดความสามารถของกระบวนการ (กิตติศักดิ์ พลอยพานิชเจริญ, 2550) เป็นการวิเคราะห์ระดับคุณภาพของกระบวนการ ดัชนีที่ใช้วัดหรือสะท้อนขีดความสามารถของกระบวนการว่าเป็นอย่างไรเมื่อเทียบกับข้อกำหนดของลูกค้า คือ ค่า Cp, Cpk (Process capability) และ Pp, Ppk (Process performance) ทั้งสองแบบเป็นการนำค่าเฉลี่ยของกระบวนการ ค่าความผันแปรของกระบวนการ และข้อกำหนดของลูกค้ามาคำนวณร่วมกัน

อัตราผลผลิต (productivity) (มาลินี ลีลัคณาวิระ, 2549) เป็นการวัดประสิทธิภาพการผลิตด้วยการเปรียบเทียบระหว่างจำนวนของผลผลิตสินค้าหรือบริการต่อปีกับการผลิตที่ใช้ในการผลิตของหน่วยการผลิตชั้นนี้วัดย่อยประกอบด้วยอัตราความต้องการของลูกค้า (tack time) กำลังการผลิต (capacity) หรือขีดความสามารถของเครื่องจักรต่อหน่วยเวลาที่กำหนดไว้และเวลาที่ใช้ในการผลิตหรือประกอบงานหนึ่งรอบกระบวนการ (cycle time)

วิธีดำเนินงานวิจัย

ทำการออกแบบพัฒนาโปรแกรมให้เครื่องจักรทำงานอัตโนมัติ โดยใช้หลักการนำเข้าข้อมูล (input) เชิงตัวเลข (numerical) ของระบบ G-Code จากเครื่องจักรควบคุมด้วยระบบคอมพิวเตอร์ (CNC) (A) จากนั้น ชุดข้อมูลเชิงตัวเลขจะถูกส่งเข้าหน่วยประมวลผลกลางของส่วนควบคุมและเชื่อมโยงข้อมูล (processing) และถูกเปลี่ยนเป็นคำสั่งในรูปแบบของระบบ G-Code เพื่อให้อุปกรณ์เครื่องมือวัดแบบอัตโนมัติเคลื่อนที่ไปสัมผัสจุดที่ต้องการตรวจวัดค่า ซึ่งคือตำแหน่งรูคว้านความโตเส้นผ่านศูนย์กลาง 94.0 +0.006/ +0.046 มม. (B) และ ขั้นตอนการส่งออกข้อมูลนำออก (output) คือค่าการตรวจวัดที่อุปกรณ์เครื่องมือวัดแบบอัตโนมัติตรวจวัดและอ่านค่าได้ ส่งป้อนกลับไปยังกระบวนการนำเข้าข้อมูล เชิงตัวเลขอีกครั้งเพื่อปรับขนาดเขยค่าพิถีพิถันความเพื่อที่เบี่ยงเบนออกไปจากค่าควบคุม (C) ซึ่งกระบวนการข้างต้นแสดงในภาพ 3 และ 4



ภาพ 3 แสดงโครงสร้างของระบบควบคุม CNC ด้วยเครื่องอุปกรณ์ (equipment)



ภาพ 4 กระบวนการทำงานและตัวแปรควบคุมของอุปกรณ์เครื่องมือวัดแบบอัตโนมัติ

การออกแบบโปรแกรมในการทำงานหลักของอุปกรณ์ทำโดย

1. กำหนดฟังก์ชันวัดขนาดในระนาบแกน X, Y และ Z สามารถหมุนหัวเข็มได้โดยอัตโนมัติผู้วิจัยได้ใช้หลักการเขียนโปรแกรมคำสั่งเพื่อกำหนดการเคลื่อนที่ของเครื่องมือวัดแบบอัตโนมัติด้วยการกำหนดเป็นพารามิเตอร์ดังนี้

1.1 พารามิเตอร์กำหนดทิศทางการเคลื่อนที่ของเครื่องมือวัดแบบอัตโนมัติในแนวแกน X (แนวรัศมีของการวัดขนาดความโตชิ้นงานขนาด 94.0 มิลลิเมตร)

1.2 พารามิเตอร์กำหนดทิศทางการเคลื่อนที่ของเครื่องมือวัดแบบอัตโนมัติในแนวแกน Y (แนวรัศมีของการวัดขนาดความโตชิ้นงานขนาด 94.0 มิลลิเมตร)

1.3 พารามิเตอร์กำหนดทิศทางการเคลื่อนที่ของเครื่องมือวัดแบบอัตโนมัติในแนวแกน Z (ระยะความสูงของตำแหน่งการการวัดขนาด)

1.4 พารามิเตอร์กำหนดลำดับหรือรอบ (Sequence) การตรวจสอบของเครื่องมือวัดแบบอัตโนมัติ

1.5 พารามิเตอร์กำหนดค่าพิสัยเพื่อการปรับชุดเซตอัตโนมัติของเครื่องมือวัดแบบอัตโนมัติ

2. วัดขนาดโดยการเชื่อมต่อกับตัวประมวลผลในการวัดของเครื่องจักรและแสดงผลออกมาทางหน้าจอได้ (B)

3. แสดงค่าความแม่นยำและค่าความละเอียดได้ถึงจุดทศนิยม 5 ตำแหน่ง (0.00001 mm.)(C)

4. การทดลองผลิตและตรวจวัดชิ้นงานด้วยเครื่องมือวัดแบบอัตโนมัติจะใช้ปริมาณการทดลองกับชิ้นงานดิสก์เบรกหน้า จำนวน 34,000 ชิ้น (อ้างอิงแผนการผลิตของบริษัทใน 1 เดือน) และใช้เครื่องจักรที่ทำการผลิตชิ้นงานดิสก์เบรกหน้าจำนวน 1 เครื่องของบริษัท

ดัชนีวัดค่าที่ใช้ประกอบด้วย

1. ดัชนีการวิเคราะห์ขีดความสามารถของกระบวนการ (process capability analysis) ประกอบด้วย

1.1 ดัชนีความสามารถด้านสมรรถนะของกระบวนการแบบระยะสั้น: Cpk ซึ่งทำการเก็บข้อมูลในช่วงของการทดลองผลิตชิ้นงานตัวอย่างจำนวน 30 ชิ้น (N=30 Trial Sample) เป็นค่าที่บอกถึงขีดความสามารถของกระบวนการในระยะสั้น ค่านี้จะแสดงนัยความผันแปรที่เกิดขึ้นจากความจำกัดและพื้นฐานของเทคโนโลยีที่ใช้ในกระบวนการซึ่งจะมีค่ามาตรฐานยอมรับที่ระดับ $Cpk \geq 1.33$

$$C_{pk} = \min[C_{pu}, C_{pl}] \text{ โดยที่ } C_{pu} = \frac{USL - \bar{x}}{3\sigma} \text{ และ } C_{pl} = \frac{\bar{x} - LSL}{3\sigma}$$
$$\text{Min.} \left\{ \frac{\bar{x} - LSL}{3 \cdot \hat{\sigma}_{\text{WITHIN}}}, \frac{USL - \bar{x}}{3 \cdot \hat{\sigma}_{\text{WITHIN}}} \right\}$$

โดยที่ USL = Upper specification limit

LSL = Lower specification limit

σ_{within} = Within-subgroup standard deviation

1.2 ดัชนีความสามารถด้านสมรรถนะของกระบวนการแบบระยะยาว: Ppk ทำการเก็บข้อมูลช่วงของการทำการผลิตปริมาณมาก ด้วยจำนวนชิ้นงานตัวอย่างมากกว่า 30 ชิ้น (N>30 Initial Sample) เป็นค่าที่แสดงขีดความสามารถของกระบวนการในระยะยาว ซึ่งจะรวมเอาความผันแปรที่เกิดจากความไม่มีเสถียรภาพของกระบวนการเข้ามาด้วย กล่าวคือ มีความผันแปรระยะสั้นรวมกับความผันแปรอื่นที่เข้ามากระทบกระบวนการซึ่งจะมีค่ามาตรฐานยอมรับที่ระดับ $Ppk \geq 1.67$

$$P_p = \frac{USL - LSL}{6\sigma} \text{ และ } P_{pk} = \min[P_{pu}, P_{pl}]$$
$$\text{โดยที่ } P_{pu} = \frac{USL - \bar{x}}{3\sigma} \text{ และ } P_{pl} = \frac{\bar{x} - LSL}{3\sigma}$$
$$\text{Min.} \left\{ \frac{\bar{x} - LSL}{3 \cdot \hat{\sigma}_{\text{OVERALL}}}, \frac{USL - \bar{x}}{3 \cdot \hat{\sigma}_{\text{OVERALL}}} \right\}$$

โดยที่ USL = Upper specification limit

LSL = Lower specification limit

σ_{overall} = Overall standard deviation

หากค่า Cpk และ Ppk มีค่าใกล้เคียงกัน แสดงว่ากระบวนการไม่สูญเสียเสถียรภาพเนื่องจากการขยับตัว

ของค่าเฉลี่ย นั่นคือกระบวนการควบคุมมีเสถียรภาพในระยะยาวในการวิเคราะห์จะนำข้อมูลที่ได้รับมาบันทึกและเก็บข้อมูลค่าการวัดจากการทดลอง ไปวิเคราะห์บนโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป Minitab เพื่อแปลผลของค่า Cpk และ Ppk

2. การวัดผลผลิต ประกอบไปด้วย

2.1 การวัดอัตราผลผลิต คือ ดัชนีแสดงความสัมพันธ์ระหว่างผลผลิตต่อทรัพยากรที่ใช้ในการก่อเกิดผลผลิตนั้น $Productivity = Output / Input$

2.2 อัตราความต้องการต่อเวลา (Track Time) ของลูกค้า จะมีค่าคงที่เสมอ เว้นแต่ความต้องการของลูกค้า/แผนผลิต เพิ่มขึ้นหรือลดลง $Track\ time = \text{เวลาที่ใช้ในการผลิตทั้งวัน (นาทิต)/ความต้องการสินค้าในแต่ละวัน (หน่วยสินค้า)}$

2.3 กำลังการผลิต คือ ชัดความสามารถของเครื่องจักรต่อหน่วยเวลาที่กำหนดไว้ $Capacity = Production\ Time / Maximum\ Cycle\ Time$

2.4 Cycle Time = เวลาที่ใช้ในการผลิตหรือประกอบงานหนึ่งรอบกระบวนการ

ผลการวิจัย

1. การออกแบบโปรแกรมคำสั่งควบคุมการทำงานของเครื่องมือวัดแบบอัตโนมัติ ใช้รูปแบบคำสั่งในลักษณะของพารามิเตอร์ควบคุมการแปลงข้อมูล และพารามิเตอร์ควบคุมการเคลื่อนที่ของอุปกรณ์เพื่อการวัดขนาดด้วยคำสั่ง G-Code ดังแสดงรายละเอียดด้านล่างและตามภาพที่ 5

1.1 พารามิเตอร์กำหนดทิศทางการเคลื่อนที่ของเครื่องมือวัดแบบอัตโนมัติในแนวแกน X (แนวรัศมีของการวัดขนาดความโตขึ้นงานขนาด 94.0 มิลลิเมตร) กำหนดให้ตำแหน่งสัมผัสชิ้นงานแนวแกน X เท่ากับ 94.026 และ - 94.026 มิลลิเมตร

(#102= 94.026 NOMINAL SIZE ACC. TO DRAWING)

(#107= X 94.026 MEAS. POSITION X)

(#109= X-94.026 MEAS. POSITION X)

1.2 พารามิเตอร์กำหนดทิศทางการเคลื่อนที่ของเครื่องมือวัดแบบอัตโนมัติในแนวแกน Y (แนวรัศมีของการวัดขนาดความโตขึ้นงานขนาด 94.0 มิลลิเมตร) กำหนดให้ตำแหน่งสัมผัสชิ้นงานแนวแกน Y เท่ากับ 94.026 และ - 94.026 มิลลิเมตร

(#111= X 94.026 MEAS. POSITION Y)

(#112= X-94.026 MEAS. POSITION Y)

1.3 พารามิเตอร์กำหนดทิศทางการเคลื่อนที่ของเครื่องมือวัดแบบอัตโนมัติในแนวแกน Z (ระยะความสูงของตำแหน่งการวัดขนาด) กำหนดให้ตำแหน่งสัมผัสชิ้นงานเท่ากับ - 44.5 มิลลิเมตร

(#108= Z-44.5 MEAS. POSITION Z)

(#110= Z-44.5 MEAS. POSITION Z)

1.4 พารามิเตอร์กำหนดลำดับหรือรอบ (Sequence) การตรวจสอบของเครื่องมือวัดแบบอัตโนมัติ กำหนดให้ทำการตรวจสอบทุก ๆ 10 ชิ้น ตรวจสอบ 1 ชิ้น

(#870=10 SPOT CHECK FREQUENCY)

1.5 พารามิเตอร์กำหนดค่าพิสัยเพื่อการปรับขีดเขตอัตโนมัติของเครื่องมือวัดแบบอัตโนมัติกำหนดให้กำหนดค่าพิสัยเพื่อการปรับขีดเขต อยู่ระหว่าง 0.015 และ - 0.015 มิลลิเมตร

(#103= 0.015 UPPER TOLERANCE VALUE)

(#104= - 0.015 LOWER TOLERANCE VALUE)

ตัวอย่าง โปรแกรมดังแสดงในภาพที่ 5

```
O1001(MITSU.A002 OP30)
{
  - EMAG -
  WORKPIECE PARAMETERS
}
-----
(VERSION) (06.03.02)
(CREATED ON) (2015-12-15)
(UPDATED ON) (2015-12-15)
(AUTHOR) (NS)
(MACHINE TYPE) (VLC/VSC/VL)
}
-----
( PROGRAM PRESELECTION)
#801=2001( PROCESSING)
#802=3001(FINISHED PART MEASUREMENT)
#803=0000(PROCESSING CONTROL CUT)
#804=0000(CONTROL CUT MEASURING OPERATION)
#805=6003(TOOL DATA)
#806=0000(RINSE CLAMPING DEVICE)
#807=0000(CALIBRATION)
#862=4001(OFFSET SCREEN)
#863=0000(RETRACTION TRAVEL)
#813=0000(WARM-UP)
```

```

O3001(MEAS PROG MITSU)
(      - EMAG -      )
(      MEAS. PROGRAM      )
(-----)
(VERSION)(06.03.00)
(CREATED ON)(2015-12-15)
(UPDATED ON)(2015-12-15)
(AUTHOR)(NS)
(MACHINE TYPE)(VLC/VSC/VL)
(-----)
(#101= FUNCTION)
( 1 = INNER DIAMETER)
( 2 = EXTERNAL DIAMETER)
( 3 = STEP Z MINUS DIRECTION)
( 4 = STEP Z PLUS DIRECTION)
(13 = HEIGHT Z MINUS DIRECTION)
(14 = HEIGHT Z PLUS DIRECTION)
( )

(#102= NOMINAL SIZE ACC. TO DRAWING)
(#103= UPPER TOLERANCE VALUE)
(#104= LOWER TOLERANCE VALUE)
(#105= EMPIRICAL VALUE)
(#107= 1. MEAS. POSITION X)
(#108= 1. MEAS. POSITION Z)
(#109= 2. MEAS. POSITION X)
(#110= 2. MEAS. POSITION Z)
(#111= 3. MEAS. POSITION Y)
(#112= 3. MEAS. POSITION Y)
(#101= SPINDLE POSITION, LHS)
(#125= SPINDLE POSITIONS FOR MEAS. POINT 2)
(#113= NUMBER OF MEASUREMENTS)
(#114= SPINDLE INDEXING ANGLE FOR #113 > 1)
(#115= SPINDLE OFFSET AFTER FAULTY MEASUREMENT)
(#116= MEAS. PROBE NUMBER, MEASURING POINT 1)
(#117= MEAS. PROBE NUMBER, MEASURING POINT 2)
(#119= CLEARANCE DIMENSION Z)

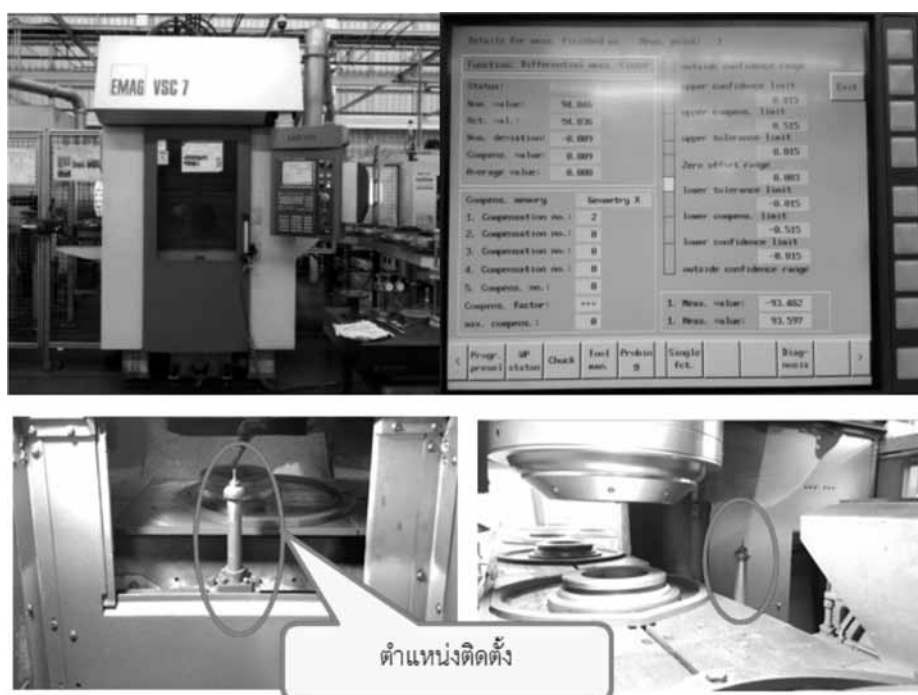
(#120= PROTECTION DIMENSION X)
(#121= PROTECTION DIMENSION Z)
(#130= NOMINAL COMPENSATION DIMENSION)
(#131= COMPENSATION FACTOR)
(#132= COMPENSATION MEMORY)
( 1 = GEOMETRY LENGTH X)
( 2 = GEOMETRY LENGTH Z)
( 3 = GEOMETRY RADIUS)
( 4 = WEAR LENGTH X)
( 5 = WEAR LENGTH Z)
( 6 = WEAR RADIUS)
( )
(#133= 1. COMPENSATION NUMBER)
(#134= 2. COMPENSATION NUMBER)
(#135= 3. COMPENSATION NUMBER)
(#136= 4. COMPENSATION NUMBER)
(#137= 5. COMPENSATION NUMBER)
(#870=SPOT CHECK FREQUENCY)
( )
(INTERNAL DIAMETER)
#101=1
#102=94.03
#103=0.015
#104=-0.015
#105=.525
#107=94.0
#108=-44.5(-44.5)
#109=-94.0
#110=-44.5(-44.5)
#111=94.0
#112=-94.0
#113=2
#114=90
#116=1
#119=10.0
#121=10.0
#132=1
#133=02
#131=-1
#870=10
G610( TRANSFER/MEASURE )
( )
M99

```

ภาพ 5 โปรแกรมคำสั่งสำหรับควบคุมการทำงานของเครื่องมือวัดแบบอัตโนมัติ

2. ผลการทดลองระหว่างวันที่ 15 ถึง 25 ธันวาคม พ.ศ.2558 เครื่องมือวัดละเอียดแบบตรวจวัดและปรับ

ค่าชดเชยอัตโนมัติและโปรแกรมที่เขียนถูกนำไปติดตั้ง เข้าระบบคำสั่งของเครื่องจักร ดังภาพ 6

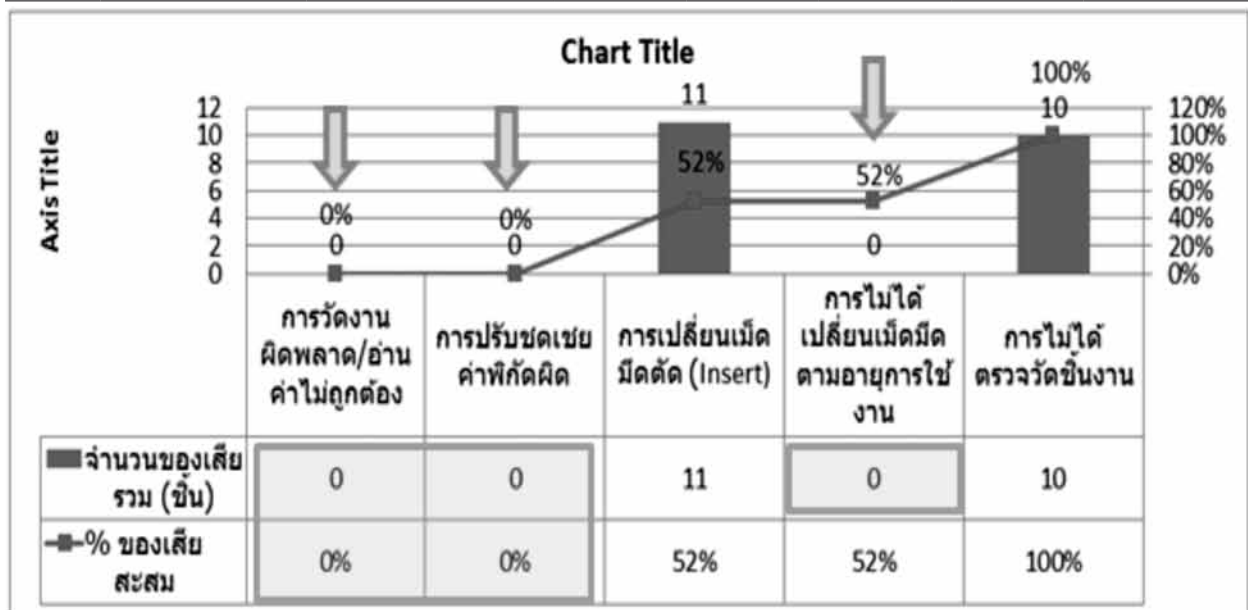


ภาพ 6 เครื่องจักรและการติดตั้งโปรแกรม - อุปกรณ์เครื่องมือวัดละเอียดแบบตรวจวัดและปรับค่าชดเชยอัตโนมัติ

หลังการทดลองพบว่าจากการทดลองผลิตจำนวน 26,588 ชิ้น ของการผลิตในเดือน ธันวาคม พ.ศ. 2558 วันที่ 15 - 25 ธันวาคม พ.ศ.2558 หลังการปรับปรุง (สัปดาห์ที่ 3-4) ไม่เกิดของเสียด้านรูคว้านโตเกินข้อกำหนด ทั้งในช่วง

การผลิตกะกลางวัน และกะกลางคืน โดยของเสียลดลง จาก 65 ชิ้นในสัปดาห์ที่ 1 และ 72 ชิ้นในสัปดาห์ที่ 2 หรือ ลดลงร้อยละ 100 ดังแสดงในตาราง 7

ลำดับที่	ลักษณะปัญหา	เดือน	จำนวนของเสียต่อสัปดาห์ (ชิ้น)				จำนวนของเสียรวม (ชิ้น)
			ธันวาคม 2558				
		ปริมาณการผลิตต่อเดือนตามแผนผลิต (ชิ้น)	สัปดาห์ที่ 1 วันที่ 1-7	สัปดาห์ที่ 2 วันที่ 8-14	สัปดาห์ที่ 3 วันที่ 15-21	สัปดาห์ที่ 4 วันที่ 22-25	
1	รูคว้านขนาด 94 Over Spec.	26,588	65	72	0	0	137
2	ชิ้นงานหนา-บาง	26,588	18	12	8	6	44
3	ชิ้นงานเก็บผิวงานหล่อไม่หมด	26,588	2	5	8	2	17
4	ผิวงานสะท้อน	26,588	2	4	3	3	12
5	ความเรียบผิว Over Spec	26,588	0	0	2	0	2
จำนวนของเสียรวม (ชิ้น)/ สัปดาห์			87	93	21	11	212



ภาพ 7 ร้อยละของของเสียระหว่างกระบวนการผลิตสัปดาห์ที่ 3 และ 4 ของเดือน ธันวาคม พ.ศ. 2558

ผลการวิเคราะห์ดัชนีความสามารถด้านสมรรถนะของกระบวนการแบบระยะสั้น: Cpk และดัชนีความสามารถด้านสมรรถนะของกระบวนการแบบระยะยาว: Ppk พบว่า ค่า Cpk (Continue Process Capability) คือดัชนีความสามารถด้านสมรรถนะของกระบวนการในระยะสั้น มีค่าเท่ากับ 3.12 ซึ่งมากกว่ามาตรฐานข้อกำหนดของลูกค้า

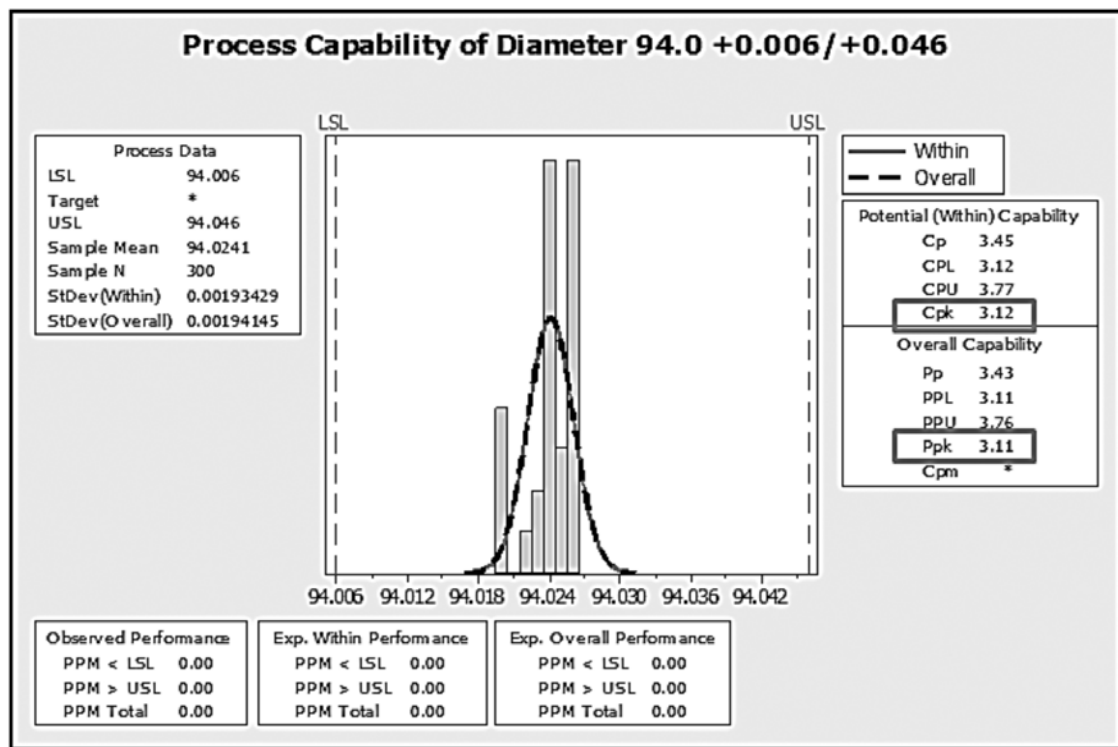
ที่ยอมรับได้ไม่ต่ำกว่า 1.33 และมีค่า Ppk (Preliminary Process Capability) ดัชนีความสามารถด้านสมรรถนะของกระบวนการในระยะยาวมีค่าเท่ากับ 3.11 ซึ่งมากกว่ามาตรฐานข้อกำหนดของลูกค้าที่ยอมรับได้ไม่ต่ำกว่า 1.67 ดังแสดงตารางที่ 1 และภาพที่ 8

ตารางที่ 1

แสดงการบันทึกค่าการวัดขนาดชิ้นงานขนาดความโต 94.0 +0.006/+0.046 จำนวน 300 ตัวอย่าง และภาพ 8

ชั้น	ค่าวัดได้	ชั้น	ค่าวัดได้	ชั้น	ค่าวัดได้	ชั้น	ค่าวัดได้	ชั้น	ค่าวัดได้
1	94.026	31	94.026	61	94.026	91	94.026	121	94.026
2	94.026	32	94.026	62	94.026	92	94.026	122	94.026
3	94.026	33	94.026	63	94.026	93	94.026	123	94.026
4	94.026	34	94.026	64	94.026	94	94.026	124	94.026
5	94.026	35	94.026	65	94.026	95	94.026	125	94.026
6	94.026	36	94.026	66	94.026	96	94.026	126	94.026
7	94.026	37	94.026	67	94.026	97	94.026	127	94.026
8	94.026	38	94.026	68	94.026	98	94.026	128	94.026
9	94.026	39	94.026	69	94.026	99	94.026	129	94.026
10	94.026	40	94.026	70	94.026	100	94.026	130	94.026
11	94.024	41	94.024	71	94.024	101	94.024	131	94.024
12	94.024	42	94.024	72	94.024	102	94.024	132	94.024
13	94.024	43	94.024	73	94.024	103	94.024	133	94.024
14	94.024	44	94.024	74	94.024	104	94.024	134	94.024
15	94.024	45	94.024	75	94.024	105	94.024	135	94.024
16	94.024	46	94.024	76	94.024	106	94.024	136	94.024
17	94.024	47	94.024	77	94.024	107	94.024	137	94.024
18	94.024	48	94.024	78	94.024	108	94.024	138	94.024
19	94.025	49	94.025	79	94.025	109	94.025	139	94.025
20	94.024	50	94.024	80	94.024	110	94.024	140	94.024
21	94.025	51	94.025	81	94.025	111	94.025	141	94.025
22	94.023	52	94.023	82	94.023	112	94.023	142	94.023
23	94.025	53	94.025	83	94.025	113	94.025	143	94.025
24	94.023	54	94.023	84	94.023	114	94.023	144	94.023
25	94.022	55	94.022	85	94.022	115	94.022	145	94.022
26	94.024	56	94.024	86	94.024	116	94.024	146	94.024
27	94.020	57	94.020	87	94.020	117	94.020	147	94.020
28	94.020	58	94.020	88	94.020	118	94.020	148	94.020
29	94.020	59	94.020	89	94.020	119	94.020	149	94.020
30	94.020	60	94.020	90	94.020	120	94.020	150	94.020

ชั้น	ค่าวัดได้	ชั้น	ค่าวัดได้	ชั้น	ค่าวัดได้	ชั้น	ค่าวัดได้	ชั้น	ค่าวัดได้
151	94.026	181	94.026	211	94.026	241	94.026	271	94.026
152	94.026	182	94.026	212	94.026	242	94.026	272	94.026
153	94.026	183	94.026	213	94.026	243	94.026	273	94.026
154	94.026	184	94.026	214	94.026	244	94.026	274	94.026
155	94.026	185	94.026	215	94.026	245	94.026	275	94.026
156	94.026	186	94.026	216	94.026	246	94.026	276	94.026
157	94.026	187	94.026	217	94.026	247	94.026	277	94.026
158	94.026	188	94.026	218	94.026	248	94.026	278	94.026
159	94.026	189	94.026	219	94.026	249	94.026	279	94.026
160	94.026	190	94.026	220	94.026	250	94.026	280	94.026
161	94.024	191	94.024	221	94.024	251	94.024	281	94.024
162	94.024	192	94.024	222	94.024	252	94.024	282	94.024
163	94.024	193	94.024	223	94.024	253	94.024	283	94.024
164	94.024	194	94.024	224	94.024	254	94.024	284	94.024
165	94.024	195	94.024	225	94.024	255	94.024	285	94.024
166	94.024	196	94.024	226	94.024	256	94.024	286	94.024
167	94.024	197	94.024	227	94.024	257	94.024	287	94.024
168	94.024	198	94.024	228	94.024	258	94.024	288	94.024
169	94.025	199	94.025	229	94.025	259	94.025	289	94.025
170	94.024	200	94.024	230	94.024	260	94.024	290	94.024
171	94.025	201	94.025	231	94.025	261	94.025	291	94.025
172	94.023	202	94.023	232	94.023	262	94.023	292	94.023
173	94.025	203	94.025	233	94.025	263	94.025	293	94.025
174	94.023	204	94.023	234	94.023	264	94.023	294	94.023
175	94.022	205	94.022	235	94.022	265	94.022	295	94.022
176	94.024	206	94.024	236	94.024	266	94.024	296	94.024
177	94.020	207	94.020	237	94.020	267	94.020	297	94.020
178	94.020	208	94.020	238	94.020	268	94.020	298	94.020
179	94.020	209	94.020	239	94.020	269	94.020	299	94.020
180	94.020	210	94.020	240	94.020	270	94.020	300	94.020



ภาพ 8 ภาพแสดงผลการวิเคราะห์ค่าขีดความสามารถของกระบวนการ Cpk และ Ppk

อัตราผลผลิตเมื่อเปรียบเทียบจากข้อมูลการวางแผนผลิตตามความต้องการชิ้นงานในเดือนธันวาคม จำนวนตามคำสั่งซื้อเท่ากับ 26,588 ชิ้น และจำนวนชิ้นงานที่ได้ พบว่าอัตราผลผลิตเพิ่มขึ้น จากร้อยละ 97.93 เป็น 99.2 หรือเพิ่มขึ้นร้อยละ 1.5 (รวมของเสียจากการผลิตทุกปีจชัย) (ก่อนปรับปรุง: พฤศจิกายน) = $26,038 \div 26,588 = 97.93\%$ (หลังปรับปรุง: ธันวาคม) = $26,376 \div 26,588 = 99.2\%$

เวลาที่ใช้ในการผลิตงานหนึ่งรอบกระบวนการจากการวัดขนาดชิ้นงานโดยพนักงานด้วยไมโครมิเตอร์ เท่ากับ 52.94 วินาทีต่อชิ้น เวลาที่ใช้ในการผลิตงานหนึ่งรอบกระบวนการ จากการวัดขนาดชิ้นงานโดยเครื่องมือวัดละเอียดแบบตรวจวัดและปรับค่าชดเชยอัตโนมัติ เท่ากับ 47.68 วินาทีต่อชิ้น เวลาที่ลดลงคิดเป็นร้อยละ 9.94

ตาราง 2

แสดงการเปรียบเทียบเวลาการผลิตต่อรอบก่อน - หลังการปรับปรุงใช้เครื่องมือวัดละเอียดแบบตรวจวัดและปรับค่าชดเชยอัตโนมัติ

เวลาการผลิตต่อรอบ (Cycle Time)	45	วินาที
กำลังผลิต ต่อ ชั่วโมง	= 3600 / 45	
	= 80	ชิ้น / ชั่วโมง
จำนวนรอบการตรวจวัดชิ้นงาน		
ทุกๆ 10 ชิ้น สุ่มตรวจ 1 ชิ้น	= 8.0 ครั้ง	ต่อชั่วโมง
เวลาในการตรวจวัดชิ้นงานโดยพนักงาน	= 65	วินาที / ครั้ง
	= 520	วินาที / ชั่วโมง
กำลังผลิต ต่อ ชั่วโมงที่ใช้ผลจริง	= (3600-520) / 45	
ที่สามารถทำการผลิตได้จริง	= 68	ชิ้น / ชั่วโมง
เวลาการผลิตต่อรอบ (Cycle Time)	= 3600 / 68	วินาที ต่อ ชิ้น
ที่สามารถทำการผลิตได้จริง	= 52.94	วินาที ต่อ ชิ้น

เวลาการผลิตต่อรอบ (Cycle Time)	45	วินาที
กำลังผลิต ต่อ ชั่วโมง	= 3600 / 45	
	= 80	ชิ้น / ชั่วโมง
จำนวนรอบการตรวจวัดชิ้นงาน		
ทุกๆ 10 ชิ้น สุ่มตรวจ 1 ชิ้น	= 8.0 ครั้ง	ต่อชั่วโมง
เวลาในการตรวจวัดชิ้นงานโดยพนักงาน	= 25	วินาที / ครั้ง
	= 200	วินาที / ชั่วโมง
กำลังผลิต ต่อ ชั่วโมงที่ใช้ผลจริง	= (3600-200) / 45	
ที่สามารถทำการผลิตได้จริง	= 75.5	ชิ้น / ชั่วโมง
เวลาการผลิตต่อรอบ (Cycle Time)	= 3600 / 75.5	วินาที ต่อ ชิ้น
ที่สามารถทำการผลิตได้จริง	= 47.68	วินาที ต่อ ชิ้น

อัตราความต้องการต่อเวลาของลูกค้า จากความต้องการชิ้นงานในเดือนธันวาคมจำนวนตามคำสั่งซื้อเท่ากับ 26,588 ชิ้น ต่อจำนวนชั่วโมงการผลิตที่ 487.5 ชั่วโมง (คิดเป็น 29,250 นาที) จึงคิดเป็น Takt Time เท่ากับ 1.1 นาที หรือ 66 วินาที ต่อการผลิตชิ้นงาน 1 ชิ้นที่ลูกค้าต้องการซึ่งจากผลการปรับปรุงสามารถลดเวลาการผลิตลงได้เท่ากับ 47.68 วินาที ต่อการผลิตชิ้นงาน 1 ชิ้นจึงน้อยกว่าที่ลูกค้าต้องการ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าสามารถผลิตชิ้นงานได้เร็วกว่าเวลาที่ลูกค้าต้องการ

ในด้านกำลังการผลิตเมื่อคำนวณจากเวลาการผลิตทั้งหมดของเดือน ต่อเวลาการผลิตต่อรอบเท่ากับ 487.5 ชั่วโมงต่อเดือน ÷ 47.68 วินาทีต่อชิ้น จะได้กำลังการผลิตเท่ากับ 36,807 ชิ้นต่อเดือน ซึ่งมากกว่าความต้องการของลูกค้าที่เท่ากับ 26,588 ชิ้นต่อเดือน

สรุปผลการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบและพัฒนาโปรแกรมการทำงานของเครื่องมือวัดละเอียดแบบตรวจวัดและปรับค่าชดเชยอัตโนมัติ ด้วยระบบ G-code เพื่อช่วยลดจำนวนของเสียที่เกิดขึ้นจากการวัดค่าอ่านและปรับค่าชดเชยในเครื่องจักรการผลิตจากการทำงานด้วยมนุษย์การวิจัยเป็นแบบทดลอง ผลการวิจัยพบว่าได้ว่าปัญหาของเสียการวัดค่า อ่านและปรับค่าชดเชยในเครื่องจักรการผลิตลดลงได้ร้อยละ 100 ซึ่งลดลงได้มากกว่าร้อยละ 80 ที่เป็นเป้าหมาย และลดลงเป็นไม่เกิดของเสียขึ้นเลยคือ 0 ชิ้นซึ่งน้อยกว่า 77.80 ชิ้นต่อเดือน และเครื่องมือวัดละเอียดแบบตรวจวัดและปรับค่าชดเชยอัตโนมัติยังมีดัชนีความสามารถด้านสมรรถนะของกระบวนการแบบระยะสั้น: $Cpk_{3.12} > 1.33$ และ ดัชนีความสามารถด้านสมรรถนะของกระบวนการแบบระยะยาว: $Ppk_{3.11} > 1.67$ ซึ่งมากกว่าค่ามาตรฐานยอมรับของลูกค้าจึงสามารถยอมรับความสำเร็จเมื่อเครื่องมือช่วยให้ของเสียลดลงได้ร้อยละ

100 สามารถลดเวลาการผลิตต่อรอบลงจาก 52.94 วินาทีลดลงเหลือ 47.68 วินาที คิดเป็นร้อยละ 9.94 อัตราความต้องการชิ้นงานต่อเวลาเท่ากับ 47.68 วินาที น้อยกว่า Takt time ของลูกค้าที่ 66 วินาทีด้านกำลังการผลิต สามารถผลิตได้เท่ากับ 36,807 ชิ้นต่อเดือน ซึ่งมากกว่าความต้องการของลูกค้าเท่ากับ 26,588 ชิ้นต่อเดือน และภาพรวมของอัตราการผลิต สามารถปรับปรุงให้เพิ่มขึ้นได้ร้อยละ 1.5 (เมื่อพิจารณาของเสียทุกปัจจัยปัญหาเป็นภาพรวม)

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะสำหรับองค์กรธุรกิจ เนื่องจากผู้วิจัยได้ปฏิบัติงานในหน้าที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบกระบวนการและทดลองผลิตภัณฑ์ใหม่ จึงพบปัญหาความผิดพลาดจากกระบวนการที่ใช้พนักงานในการตรวจวัดขนาดความถูกต้องด้วยเครื่องมือที่ไม่เหมาะสมและ/หรือมีเงื่อนไขในการใช้งานที่ยากลำบาก ส่งผลให้เกิดของเสียโดยไม่จำเป็น ผลจากงานวิจัยชิ้นนี้จึงสนับสนุนข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการนำเทคโนโลยีที่ทันสมัยมาใช้ในกระบวนการตรวจสอบคุณภาพชิ้นงานที่มีความละเอียดสูงเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพและประสิทธิผลในการทำงานเพิ่มขึ้น อีกทั้งยังช่วยลดความเมื่อยล้าจากขั้นตอนการทำงานที่ยากลำบากของพนักงาน ซึ่งอาจเป็นปัจจัยหนึ่งที่ทำให้เกิดความผิดพลาดในการทำงานได้

หน่วยงานวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์ควรคิดวางระบบกระบวนการตรวจวัดชิ้นงานแบบอัตโนมัติตั้งแต่ขั้นตอนของการออกแบบกระบวนการและสายการผลิตเพื่อการลดของเสียเชิงป้องกัน

2. ข้อเสนอแนะสำหรับงานวิจัยครั้งต่อไป งานวิจัยครั้งนี้ยังไม่ได้จัดทำในส่วนของฟังก์ชันการสอบเทียบเครื่องมือวัดละเอียดแบบตรวจวัดและปรับค่าชดเชยอัตโนมัติ ดังนั้นผู้สนใจควรนำส่วนนี้ไปพัฒนาต่อไป



เอกสารอ้างอิง

- กิตติศักดิ์ พลอยพานิชเจริญ. (2550). *หลักการควบคุมคุณภาพ*. กรุงเทพฯ: สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย - ญี่ปุ่น).
- โกศล ดีศีลธรรม. (2544). *เพิ่มศักยภาพการแข่งขันด้วยแนวคิดลีน*. กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดยูเคชั่น.
- ชาติ ตระการกุล. (2554). *เทคโนโลยีซีเอ็นซี CNC Technology*. กรุงเทพฯ: สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น).
- มาลินี ลีลัคณาวิระ. (2549). *การปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิต โดยใช้เทคนิคการจัดสมดุลสายการผลิต และการวางแผนโรงงานในบริษัท สยามคอมเพรสเซอร์ จำกัด*. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ, คณะวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

Translated Thai References

- Deeseenthum, K. (2001). *Productivity improvement by LEAN*. Bangkok: Se-Ed. (in Thai)
- Leelakkanaveera, M. (2006). *Productivity improvement by line balancing and lay out technique in factory of Siam Compressor Co., Ltd*. Master of Engineering Thesis, Chiang Mai University. (in Thai)
- Ploypanitcharoen, K. (2007). *Quality control principle*. Bangkok: Technology Promotion Association (Thailand-Japan). (in Thai)
- Trakankul, C. (2011). *CNC technology*. Bangkok: Technology Promotion Association (Thailand-Japan). (in Thai)



แนะนำหนังสือ Book Review

สุกัญญา ขวัญชัย



ชื่อหนังสือ: บุคคลบันดาลใจ ยิ่งใหญ่ด้วยความดี

ผู้แต่ง: ก่อศักดิ์ ไชยรัศมีศักดิ์

รายการ: หนังสือสื่อความรู้ ช่วงหนังสือชวนคุย
ออกอากาศทางสถานีวิทยุ FM 97.75 Mhz. “คลื่นสีขาว
ของชาวพุทธ” ครั้งที่ 22

หนังสือเล่มนี้เป็นผลงานของคุณ ก่อศักดิ์ ไชยรัศมีศักดิ์ ซึ่งได้รวบรวมเรื่องราวของบุคคลต่าง ๆ ที่เป็นแรงบันดาลใจของตนเอง และเชื่อว่าจะสามารถจุดประกายความฝันหรือเป็นแรงบันดาลใจให้ท่านผู้อ่านได้ด้วย คุณก่อกศักดิ์ จึงได้คัดสรรมานำเสนอในผลงานหนังสือ ชื่อ บุคคลบันดาลใจ ยิ่งใหญ่ด้วยความดี

ในหนังสือเล่มนี้มีเรื่องราวบุคคลต้นแบบจากโลกตะวันออกในหลายยุค หลายบทบาท เช่น ดร.ป๋วย อึ๊งภากรณ์ ครูผู้ยิ่งใหญ่/นายกรัฐมนตรี จุฬารังจิ/มหาเศรษฐีลือลือกาซิง/กัซซังฮองเต้ CEO /เว่ยจิง ชุนนางใจเพชร/อันเหวินตี้ กษัตริย์ผู้ทรงคุณธรรมและท่านอื่น ๆ อีกหลายท่านด้วยกัน ทุกท่านล้วนมีความดีงามที่ยิ่งใหญ่ที่น่าศึกษา น่าเรียนรู้ เป็นหนังสือหรือตำราที่มีชีวิต

แต่จะขอนำมากล่าวเพียงสองท่าน โดยในช่วงแรกขอนำเสนอความสัตย์ซื่อมือสะอาด รักชาติบ้านเมืองของผู้บริหารประเทศมหาอำนาจของโลกตะวันออก คือ ท่านนายกรัฐมนตรี จุฬารังจิ ผู้ได้รับฉายาว่า นายกตงฉินแห่งแผ่นดินจีน

หลังจาก ท่านโจวเอินไหล แล้ว นายกรัฐมนตรีที่คนจีนและคนทั่วโลกยอมรับชื่นชมที่สุดก็คือ ท่าน จุฬารังจิ นายกรัฐมนตรีของสาธารณรัฐประชาชนจีนคนที่ 5 ซึ่งดำรงตำแหน่งระหว่าง พ.ศ. 2541 - พ.ศ. 2546 หนึ่งในผู้นำจีนรุ่นที่ 3 สมัยประธานาธิบดีเจียงเจ๋อหมินเป็นแกนนำและแม้ปัจจุบันทั้งคู่จะอำลาจากตำแหน่งอันทรงอำนาจไปแล้ว แต่คุณงามความดีที่สะสมมา ยังคง “ครองใจ” ผู้คนอยู่ตลอดไม่เสื่อมคลาย

บทบาทที่ดีเด่นของท่านอุหรังจีคือการปราบปราม
ทุจริตคอร์รัปชันอย่างมุ่งมั่นจริงจัง ถึงขนาดได้ลั่นวาจา
สะท้อนแผ่นดินออกมาว่า “ต้องมีคำอธิบายให้กับประชาชน
ก่อนอื่นต้องจัดการกับพวกตัวการระดับใหญ่ๆ จากนั้น
ค่อยจัดการกับระดับรอง ๆ ลงไป ต้องเตรียมโรงศพ
หนึ่งร้อยโลงไว้ให้พร้อม และในจำนวนนั้นก็ต้องมีส่วน
ของผมด้วยโลงหนึ่ง เพื่อผมจะได้สามารถถอดถอดตาย
ไปพร้อม ๆ กับพวกเขาได้ เพื่อแลกมาซึ่งความสงบสุข
อย่างยั่งยืนของประเทศชาติ

ในช่วงที่ท่านเป็นผู้ว่าราชการเมืองเชียงใหม่
ได้ทำการปราบปรามทุจริตอย่างจริงจัง พร้อมกับออกกฎ
ให้งานเลี้ยงรับรองของราชการ มีได้เพียงกับข้าว 4 อย่าง
และน้ำแกง 1 ถ้วย พฤติกรรมที่เด็ดขาดและเอาจริงเอียง
ในการปราบปรามทุจริตของอุหรังจี ทำให้ประชาชน
ส่วนใหญ่พากันแซ่ซ้องสรรเสริญ แต่มีข้าราชการส่วนหนึ่งที่
ไม่พอใจ วันหนึ่งก็มีผู้นำกระดาดแผ่นหนึ่งไปสอดไว้ใน
ห้องทำงานของท่าน และเขียนข้อความเสียดสีว่า
“เดิมก็ถูกทิ้ง ต่อมา还被หมางเมิน กินแต่กับ 4 อย่าง กับ
น้ำแกง 1 ถ้วยร่างกายคงขาดสารอาหาร” หลังจากเหตุการณ์นี้
เกิดขึ้นผู้คนรอบข้างท่านต่างก็เห็นว่า นี่เป็นการกระทำ
ที่เป็นปฏิปักษ์ต่อพรรคอย่างยิ่ง ควรให้หน่วยรักษาความ
ปลอดภัยค้นหาตัวผู้กระทำความผิดโทษ แต่เมื่อท่านอุหรังจี
อ่านข้อความจบ ท่านก็โบกไม้โบกมือแล้วบอกว่า อย่า
โหวกเหวกโวยวายเลยไม่ต้องหาหอรอก ท่านไม่ถือสา
ผู้เขียน แม้จะเป็นการแฉรอยแผลในจุดที่ละเอียดที่สุด
ของท่าน ก็คือ การเป็นลูกกำพร้า และเคยเป็นพวก
หัวเอนขวาที่ตาม แต่ท่านก็สามารถแสดงให้เห็นว่า
ท่านแยกเรื่องส่วนตัวและส่วนรวมออกจากกันได้อย่าง
ชัดเจน จนทำให้ผู้คนต่างยอมรับนับถือ

ในระหว่างที่เขาดำรงตำแหน่งอยู่นั้น การกระทำ
และคำพูดต่าง ๆ ของท่านอุหรังจีหลายครั้งเป็นตำนาน
เป็นปรัชญาในการบริหารงาน บริหารคนได้เป็นอย่างดี
และยังเป็นที่กล่าวขานกันมาจนทุกวันนี้ เช่น ประโยคที่ว่า
“หวังว่าทุกท่านจะลดไขมัน และเพิ่มกระดูกให้มากขึ้น”

ครั้งหนึ่ง ในงานประชุมนายธนาคารแห่งชาติ
ที่กรุงปักกิ่ง ท่านเน้นว่าระบบธนาคารของจีนนั้นมีหนี้เสีย
มากกว่าหนี้ดี ซึ่งเป็นปัญหาเศรษฐกิจสำคัญที่ชุกช่อนอยู่
ในระบบ ท่านจึงกล่าวในการประชุมนั้นว่า “นายธนาคาร

ซึ่งมาจากทั่วประเทศทุกท่าน กรุณาอย่ารับเลี้ยงจาก
คนอื่น ๆ ง่าย คนอื่นเลี้ยงคุณมีหรือจะไม่ใช่เพราะเรื่อง
การกู้ยืมเงิน การรับเลี้ยงมีแต่จะเพิ่มไขมัน หวังว่าทุกท่าน
จะลดไขมันและเพิ่มกระดูกให้มากขึ้น คำพูดนี้ได้เปิดโปง
ถึงเหตุและผลของคำเชื่อกันต่าง ๆ พร้อมทั้ง
บอกความปรารถนาที่ท่านมีต่อผู้ฟังออกมา ต่อจากนั้น
ก็เป็นหน้าที่ของผู้ฟังเองที่จะไปพิจารณาว่า ควรจะเพิ่ม
กระดูกอย่างไร คุณก็อดคิดได้ก็อธิบายว่า คำว่า กระดูก
ในความหมายของคนจีนหมายถึง หลักการที่แข็งแกร่ง
ในตัวคน มนุษย์เราจะสามารถยืนอย่างสง่าได้ ก็เพราะ
มีกระดูกที่แข็งแรง เช่นเดียวกับผู้ที่มีหลักการในตัวเอง
ไม่ไหวเอนไปตามสถานการณ์ ต่างกับพวกที่ยอมทำลาย
หลักการเพื่อผลประโยชน์ ก็เหมือนกับคนที่เป๋นโรค
กระดูกอ่อนจะยืนเดินอย่างไรก็ไม่มั่นคง

ในด้านชีวิตส่วนตัว ท่านอุหรังจีเป็นแบบอย่างที่ดี
ทั้งการเรียน การประพฤติกและได้ถือคติว่าทุกอย่างในชีวิตคือ
การไล่ตามสิ่งที่สมบูรณ์พร้อม และเขาปลุกฝังความยึดมั่น
ในความสุจริตต่อลูก ๆ อยู่เสมอ เขาเคยเล่าให้บรรดาอาจารย์
และนักศึกษาของมหาวิทยาลัยชิงหัวฟังว่า “ผมเป็นคนที่ไม่
เข้มงวดกับลูก ๆ มากตอนที่ลูกชายคนรองอายุได้สิบกว่าขวบ
เขาชอบขึ้นไปเล่นบนคานฟ้า วันหนึ่งเขานำผ้าขี้สาครต่าง
เก่า ๆ มาผืนหนึ่งมาปูบนคานฟ้า แล้วเอาดินมาปูทับไว้
เพื่อเตรียมจะปลูกผัก ผมถามเขาว่า เอาผ้าขี้สาครมาจากไหน
พร้อม ๆ กับตบหน้าเขาไปที่หนึ่ง จากนั้นจึงพูดว่า ถึงเรา
จะจนยังงี้ก็ไม่ควรเอาของของคนอื่น ลูกชายผมพูดกับผม
ด้วยความน้อยเนื้อต่ำใจว่า ผมไม่ได้เอามาจากใคร
แต่เก็บมาจากกองขยะหน้าที่ทำงานพ่อต่างหาก ตอนนั้น
ผมเสียใจมากที่สุดกับหน้าเขาแต่ด้วยความที่ต้องรักษาศักดิ์ศรี
ของความเป็นพ่อ ผมจึงยืงกรานที่จะให้เขานำผ้าขี้สาครผืนนั้น
กลับไปไว้ที่กองขยะตามเดิม ถึงจะเป็นของที่กองขยะ
ก็เก็บไม่ได้ พ่อผิดที่ตบลูก พ่อจะเป็นเพื่อนลูกเอาผ้าขี้สาคร
ผืนนี้กลับไปไว้ที่เดิมเอง จากนั้นเราสองคนก็เดินจากบ้านผม
ไปยังที่ทำงานเพื่อนำผ้าผืนนั้นไปไว้ที่เดิม.....นี่แหละ คือ
อุหรังจี ผู้กล้าทำกล้ารับผิดชอบในสิ่งพลาด สุขุม เฉลียวฉลาด
มีสะอาด ยุติธรรม.....เป็นผู้สร้างแรงบันดาลใจ ยิ่งใหญ่
ด้วยความดี

ท่านที่สองเป็นสุภาพสตรี สุภาพสตรีผู้นี้เป็น
ลูกหลานยิวโพ้นทะเลเพียงคนเดียวที่ยังอาศัยอยู่ในนคร

เซีย่งไฮ้อีกทั้งยังเป็นคุณแม่ชาวจีนที่อ่อนโยนและแข็งแกร่ง
เส้นทางชีวิตของเธอเปี่ยมไปด้วยสีสัน เปล่งประกายรัศมี
ด้วยสายใยผูกพันที่ตัดกันไม่ขาดระหว่างชนชาติจีนและ
ชนชาติอิสราเอล เธอผู้นั้นมีนามว่า ซาร่า อีมาร์ช

ก่อนหน้านิดาของเธอคือภัยพิบัติพวงนาซีมายัง
ประเทศจีน และต่อมาครอบครัวก็ให้กำเนิด ซาร่า ซาร่า
มีชีวิตวัยเด็กที่มีความสุข บิดาของเธอทำงานกับสมาพันธ์อิ
ต่อมาในปีที่เธอมีอายุ 12 ปี เธอได้สูญเสียบิดาและสภาพ
ครอบครัวที่อบอุ่นไป โดยเฉพาะหลังการกวาดล้างทาง
วัฒนธรรมเธอยังตกอยู่ในภาวะที่ลำบากอย่างแสนสาหัส
จนกระทั่งอายุได้ 21 ปี ได้เข้าทำงานเป็นผู้ใช้แรงงาน
ในโรงงานผลิตทองแดงเซีย่งไฮ้ ความจริงชีวิตก็ดูน่าเริ่ม
อยู่ตัว แต่ใครจะคาดคิดว่า ในช่วงปฏิวัติวัฒนธรรมนี้
เธอจะถูกรัฐบาลคาดโทษว่า เป็นสายลับต่างชาติและ
ถูกจำคุกถึง 3 ปี

ต่อมาเมื่อออกจากคุก เธอได้เห็นรูปจำลององค์
เจ้าแม่กวนอิมองค์หนึ่งที่ร้านแผงลอยข้างทาง และเหมือน
มีสิ่งคล้อยใจเธอจึงบุกรุกจำลองนั้นกลับมาบ้านด้วยราคาสูง
โดยไม่ได้หยุดคิดซ้ำสองเธอนำรูปนั้นไปตั้งไว้ที่โต๊ะหัวเตียง
และพูดกับท่านทุกคืน เสมือนเป็นเพื่อนที่แสนดีคนหนึ่ง
เธอเชื่อมั่นว่าเคราะห์ร้ายครั้งนี้จะผ่านไปเร็วที่สุด ความดี
ต้องชนะความชั่วได้สักวันหนึ่ง

เธอไม่เคยลืมบรรดาชาวจีนผู้ใจดีที่คอยแอบ
ช่วยเหลือเธออย่างเงียบๆ ในช่วงปฏิวัติวัฒนธรรม บางคน
แอบให้อาหารเธอแอบให้เงินเธอให้เธอได้อาศัยนอนในบ้าน
ความมีน้ำใจเหล่านี้ทำให้เขาารู้ซึ่งถึงน้ำใจของผู้อื่น น้ำใจ
เล็กๆ ที่แสนจะธรรมดาวันนี้เป็นเหตุผลให้เธอไม่อาจตัดขาด
สายสัมพันธ์กับจีนได้จนตลอดชีวิต

หลังจากเหตุการณ์ปฏิวัติวัฒนธรรม ซาร่าได้กลับ
ไปทำงานในโรงงานเช่นเดิม แต่งานกับชาวจีน และ
ให้กำเนิดลูก 3 คน เธอตั้งชื่อลูกคนโตว่า อี้หัว หมายถึง
อิสราเอล จีน

ต่อมาในปีที่เธออายุได้ 42 ปี เธอได้เริ่มเดินทางไปสู่
เส้นทางตามหารากเหง้า เธอเป็นลูกหลานยิวโพ้นทะเล
คนแรกและอาจจะเป็นคนสุดท้ายที่ได้เดินทางกลับ
อิสราเอลหลังจากประเทศจีนเปิดประเทศ เมื่อไปถึง
อิสราเอล เธอก็รู้ญาติขาดมิตรที่นั่น ทั้งยังไม่เข้าใจภาษา

ฮิบรูด้วย ต่อมาทางการก็มอบเงินทุนให้เธอเปิดร้านอาหาร

ความที่ซาร่ายังมีความผูกพันกับจีนซึ่งเป็น
บ้านเกิด เมื่อเธอพบเห็นแรงงานจีนไม่ได้รับความยุติธรรม
เธอจะเข้าไปช่วยเหลืออย่างเต็มที่โดยไม่เห็นแก่เหน็ดเหนื่อย
เธอจึงมักได้รับคำขอบคุณและโล่จากสถานทูตจีนใน
อิสราเอลเสมอ หลายปีที่เธอกลับมาอิสราเอล เธอก็ยังพก
บันทึกโอวาทของประธานเหมาติดตัวอยู่เสมอ และในวันที่
ท่านเติ้งเสี่ยวผิงถึงแก่อนิจกรรม เธอได้พาลูก ๆ ขับรถ
ทางไกลถึง 300 กิโลเมตร เพื่อไปวางดอกไม้เคารพ
ป้าวิญญูณของท่านเติ้งเสี่ยวผิง

ความสามารถและความเกี่ยวพันพิเศษเช่นนี้ ทำให้
ซาร่าได้รับความสนใจจากชาวอิสราเอลจำนวนมาก ต่อมา
ในปี 2002 บริษัทค้าเพชรโรดิกส์ บราเธอร์ ก็แต่งตั้งให้เธอ
เป็นตัวแทนประธานกรรมการบริหารประจำประเทศจีน
ไม่เพียงการประสบความสำเร็จในส่วนนี้ แต่ประสบการณ์
ของสุภาพสตรีผู้นี้ มีแง่มุมที่น่าคิดมากมาย โดยเฉพาะ
ในเรื่องของค่านิยม และการอบรมสั่งสอนเยาวชนคน
รุ่นใหม่ในสังคม โดยสอดแทรกคุณค่าของสิ่งต่าง ๆ
ตามวัฒนธรรมของชาวยิว ว่าทุกอย่างไม่มีอะไรได้มาฟรี
เด็กทุกคนต้องเรียนรู้ที่จะหาเงิน จึงจะได้ในสิ่งที่ต้องการ
ทุกคนต้องมีความรับผิดชอบ เข้มแข็งพึ่งพาตนเองให้ได้
และไม่ทำตัวเป็นภาระแก่ใครโดยไม่จำเป็น

ซึ่งด้วยความมุ่งมั่นนี้เอง ชาวอิสราเอลจึงสามารถ
พลิกพื้นทะเลทรายที่แห้งแล้งให้กลายเป็นผืนป่าที่อุดม
สมบูรณ์ และในประเทศแถบยุโรปและอเมริกานั้นบรรดา
เศรษฐีและมหาเศรษฐีส่วนใหญ่ล้วนมีเชื้อสายยิว

สำหรับ ครอบครัวของซาร่าเธอมีการตั้งกฎเรื่อง
ค่าใช้จ่ายต่าง ๆ ในบ้าน ว่าของทุกอย่างในบ้านตัวเอง
ก็ไม่มีอะไรฟรี รวมถึงอาหารและบริการจากเธอผู้เป็นแม่
ด้วย ลูก ๆ ของเธอต้องช่วยแม่ทำมาหากินและขยันในการ
ศึกษาเล่าเรียนเพราะการศึกษาเท่านั้นที่จะเป็นสมบัติติดตัว
ที่ไม่มีใครจะแย่งชิงไปได้ไม่ว่าวันข้างหน้าจะเกิดอะไรขึ้น
กับตนเอง ครอบครัว หรือแม้แต่ชาติบ้านเมือง ซาร่าบอกว่า
แก่นแท้ของวิถีชาวยิวคือ ชาวยิวทุกคนมีจุดที่เหมือนกันอยู่
จุดหนึ่งคือ ทำกิจการที่ไม่ต้องใช้เงินลงทุน ทำงานที่คนอื่น
ไม่ทำ ลูก ๆ ทุกคนของเธอจึงเรียนรู้วิธีนี้มาสร้างอนาคต
ได้อย่างดีทุกคน ลูกคนโตซื้อสินค้าประเภทเครื่องเขียน

ในจีนมาขายที่โรงเรียน คนรองใช้ความสามารถทาง
วรรณศิลป์เปิดคอลัมน์ของตนเองเขียนเรื่องราวของเซี่ยงไฮ้
ในหนังสือพิมพ์ ส่วนลูกคนเล็กเป็นคนที่เก็บตัว แต่ก็
เรียนรู้วิธีชงชาและการทำงานมาให้ทุกคนในบ้านรับประทาน
ตอนเย็น ๆ ซึ่งทุกคนจะต้องจ่ายค่าชาและขนมให้เธอด้วย

เมื่อเด็ก ๆ เหล่านี้โตขึ้น และเธอได้กลับไปรับ
ตำแหน่งประธานบริษัทเพชรระดับชาติของอิสราเอล
ในประเทศจีน ลูก ๆ ก็กลับไปอยู่เซี่ยงไฮ้กับเธอ คนโต
สอบเข้ามหาวิทยาลัยด้านการท่องเที่ยวได้ เขาตั้งใจจะ

เป็นผู้เชี่ยวชาญด้านการท่องเที่ยวแล้วกลับไปเปิดบริษัท
ท่องเที่ยวของตัวเองที่อิสราเอล ลูกคนรองสอบเข้าวิทยาลัย
ภาษาต่างประเทศเซี่ยงไฮ้ เพราะฝันจะเป็นนักเขียน
ส่วนลูกสาวคนเล็กเธอบอกว่าจะเรียนด้านอาหารจีน
และจะไปเปิดร้านอาหารที่ดีที่สุดในอิสราเอล

เรื่องราวของหญิงเหล็กผู้นี้เป็นที่กล่าวถึงกันมาก
ในประเทศจีน และถูกนำเสนอในเว็บไซต์ข่าวออนไลน์
เจ้อเจียงของจีนเป็นแรงบันดาลใจที่ยิ่งใหญ่และเป็นกำลังใจ
ของคุณแม่ทุกชาติทุกภาษาได้เป็นอย่างดี



ใบสมัครสมาชิก

วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย ฉบับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

1. ประเภทสมาชิก

☐ สมัครสมาชิกใหม่ ☐ ต่ออายุ

1.1 ☐ ประเภท บุคคล

ชื่อ _____ นามสกุล _____ เลขที่สมาชิก _____

1.1.1 บุคลากรภายใน: มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย

☐ นักศึกษา ☐ ปริญญาโท ☐ ปริญญาเอก

☐ อาจารย์ หรือ ☐ อื่นๆ โปรดระบุ _____

1.1.2 บุคลากรภายนอก: สถาบัน/หน่วยงาน _____

☐ นักศึกษา ☐ ปริญญาโท ☐ ปริญญาเอก

☐ อาจารย์ หรือ ☐ อื่นๆ โปรดระบุ _____

1.2 ☐ ประเภท หน่วยงาน

2. ที่อยู่ในการจัดส่งวารสาร

เลขที่ _____ หมู่ที่ _____ ตรอก/ซอย _____ ถนน _____

แขวง/ตำบล _____ เขต/อำเภอ _____ จังหวัด _____

รหัสไปรษณีย์ _____ โทรศัพท์ _____ อีเมล _____

3. อัตราค่าสมาชิกวารสารฉบับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

☐ 1 ปี 3 ฉบับ เป็นเงิน 800 บาท

☐ 2 ปี 6 ฉบับ เป็นเงิน 1,500 บาท

☐ 5 ปี 15 ฉบับ เป็นเงิน 3,500 บาท

หมายเหตุ ค่าสมาชิกรวมค่าจัดส่งแล้ว

ข้าพเจ้าได้ชำระค่าสมาชิก จำนวน _____ บาท (_____)

☐ เงินสด

☐ ธนาณัติ (ธนาณัติ ปณ.ธัญบุรี ในนาม มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย)

☐ โอนเงินเข้าบัญชี ☐ ธนาคารกรุงเทพ สาขาคลองหลวง บัญชีกระแสรายวัน เลขที่ 222-3-01198-8

☐ ธนาคารกรุงไทย สาขารังสิต-นครนายก คลอง 4 บัญชีกระแสรายวัน เลขที่ 148-6-00715-5

☐ ธนาคารกสิกรไทย สาขาคลอง 6 ธัญบุรี บัญชีออมทรัพย์ เลขที่ 416-2-222712-8

เมื่อโอนแล้ว กรุณาส่งหลักฐานการโอนเงินกลับทาง E-Mail: phimlada@eau.ac.th หรือ Fax 02-577-1053

การออกใบเสร็จ

☐ ไม่ต้องการ

☐ ต้องการ ออกใบเสร็จในนาม _____

ลงชื่อผู้สมัคร _____

(_____)

กองบรรณาธิการวารสารวิชาการ

ชั้น 4 อาคารชวน ชวนิชย์ (ห้อง C423) มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย
200 หมู่ 1 ถ.รังสิต-นครนายก ตำบลรังสิต อำเภอธัญบุรี จังหวัดปทุมธานี 12110
(วงเล็บมุมของด้านขวา “สมาชิกวารสาร EAU”)

สำหรับเจ้าหน้าที่

หมายเลขสมาชิก _____ หมายเลขใบเสร็จ _____

ตั้งแต่วันที่ _____ ลงชื่อผู้รับสมัคร _____

