



EAU Heritage Journal

วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย

วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ปีที่ 5 ฉบับที่ 1 ประจำเดือน มกราคม-มิถุนายน 2554 Vol. 5 No. 1 January-June 2011 ISSN 1905-159x

Contents

บทความพิเศษ

- ◆ Florence Nightingale สตรีนักปฏิรูปสังคม
ศ. ดร. สุทัศน์ ยกส้าน

บทความวิชาการ

- ◆ การจัดการความเสี่ยงในงานอุตสาหกรรม
Industrial Risk Management
จิตติลา ชิมเจริญ และนิศากร สมสุข
- ◆ ชั้นบรรยากาศไอโอโนสเฟียร์มีผลต่อความแม่นยำ
ในการระบุพิกัดของระบบ GPS
The Ionospheric Effect to Accuracy of GPS System
สราวุธ นนทะสุด

บทความวิจัย

- ◆ รูปแบบการเลี้ยงดูของมารดาเด็กคลอดก่อนกำหนด อายุ
0-1 ปี
Patterns of Mothers Raising Children Born Prematurely
Aged 0-1 year.
ชญาณิกา ศรีวิชัย
- ◆ ภาวะผู้นำการเปลี่ยนแปลงของหัวหน้าหอผู้ป่วย บรรรยากาศ
องค์การ และประสิทธิผลของหอผู้ป่วยตามการรับรู้ของพยาบาล
ในโรงพยาบาลอุทัยธานี
Nurses' Perception of their Head Nurse Transformational
Leadership, Organizational Climate and Ward Effectiveness
in Uthathane Hospital
น้อมจิตต์ จันทร์น้อย
- ◆ เจตคติและพฤติกรรมของนักศึกษาพยาบาลชั้นปีที่ 2
คณะพยาบาลศาสตร์ มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย
หลังการศึกษาวิชาภูมิปัญญาไทยและการดูแลสุขภาพ
Attitude and Health Behavior of Nursing Students in
the Second Year of School of Nursing, Eastern Asia
University after Studying in Subject of Thai Traditional
Wisdom and Health Care
อุทัยวรรณ พงษ์บริบูรณ์, กานต์สุดา ปลาทอง, เสียมฤทัย วิเศษหมื่น
- ◆ การทดสอบความเป็นพิษต่อเซลล์มะเร็งของผลิตภัณฑ์น้ำมัน
รำข้าว
Cytotoxicity Test on Cancer Cells of Rice Bran and Germ Oil
ปภาวดี คล่องพิทยาพงษ์, รุ่งตะวัน สุภาพผล, วรอนงค์ พงกษากิจ,
พรรณนารี ชัยวิจิตร

- ◆ฤทธิ์ต้านการเจริญเติบโตของน้ำมันรำข้าวต่อเซลล์มะเร็งระดับ
Antiproliferative Effect of Rice Bran Oil to Liver Cancer Cells
ปภาวดี คล่องพิทยาพงษ์, รุ่งตะวัน สุภาพผล, วรอนงค์ พงกษากิจ,
พรรณนารี ชัยวิจิตร
- ◆ การบริหารความเสี่ยงด้านความปลอดภัยในการทำงานของ
พนักงาน กรณีศึกษา : สายการผลิตรถเข็นสแตนเลส
Safety Risk Management for Production Operators
Case Study: Stainless Steel Cart Production Line
จิตติลา ชิมเจริญ
- ◆ การศึกษาผลของค่าความต้านทานดินต่อประสิทธิภาพตัวนำ
ล่อฟ้า
Study on Earth Resistance to Air-termination Efficiency
ธนากร น้ำหอมจันทร์, อติกร เสรีพัฒนานนท์ และพงษ์สวัสดิ์ คุชภูมิ
- ◆ การศึกษาการเพิ่มประสิทธิภาพของท่อความร้อนโดยการ
ปรับเปลี่ยนสารทำงาน
Thermal Efficiency Enhancement of Heat Pipe by
Change Working Fluids
ธีรพงศ์ บวรวิทย์* และ สมบัติ ทัพทรัพย์**
- ◆ การวิจัยสื่อการสอนเรื่องการประกอบคอมพิวเตอร์โดยใช้
รูปแบบของ IMMCAI
Researching of Teaching Media: Computer Integration
Using Interactive Multimedia Computer Assisted
Instruction
ประภาพร กุลลิมรัตน์ชัย, อัคร อ่อนบุญเอื้อ
- ◆ การสร้างระบบการตัดสินใจของปัญหาการจัดเส้นทางขนส่ง
สำหรับผลิตภัณฑ์หลายประเภทและกำหนดเวลาการขนส่ง
Developing Decision Support System of Multi-Product
Vehicle Routing Problem with Discrete Shipping Time
อัญชลี สุพิทักษ์, นริมา ชุกกลิน, ศาวิยา ชีระทาน
- ◆ การศึกษาการวัดโคโรนาดีสชาร์จจากการทดสอบฉนวนแข็ง
ตามมาตรฐาน IEC 60243-1
A Studying Corona Discharge Measurement for Solid
Insulator Test According to IEC 60243-1 Standard
อติกร เสรีพัฒนานนท์, พงษ์สวัสดิ์ คุชภูมิ และ ธนากร น้ำหอมจันทร์

แนะนำหนังสือ

- ◆ ดีไซน์ + คัลเจอร์ 3
*ศศ.บุษยมาส ลินสุประมา
- ◆ ชีวิตนี้สำคัญนัก
สุภกัญญา ขวณิชย์

เพียงความเคลื่อนไหว

ทั้งเขยี่ยกระดูกขี้ปีกกลางเปลวแดด
ร้อนที่แผดก็แผดจนเปลวระเหว
พอไปไม้ไหวพลิกกรอกริกมา
ก็รู้ว่าวันนี้มีลมวก

เพียงกระเพื่อมเลื้อมรับวัชวัชไหว
ก็รู้ว่าน้ำใส่ให้กระຈກ
เพียงแวงตาคุณั้นหวั่นสะทก
ก็รู้ว่าในหัวอกมีหัวใจ

โศกประตูดึงผูกผูกกระหาก
เสียงแห่งความทุกข์ยากก็ยิ่งใหญ่
สว่างแวบแปลบพร่ามาไรไร
ก็รู้ว่าทางยังพอมี

มือที่กำลังหัดหัดจนชุ่มเหงื่อ
ก็ร้อนเลือดเดือดเนื้อถนิตถนิต
กระหืดหอบชวบลิ้มแต่ละที
ก็ยังดีที่ได้รู้ได้รู้ส

นิ้วกระดูกกระเด๋ยได้พอให้เห็น
เรี่ยวแรงที่แผงเร้นก็ปรากฏ
ยอดหญ้าแยงนินแหยกนัยตระทด
เกียรตยศแห่งหญ้าก็ระยับ

สี่สิบปีเปล่าโล่งตลอดย่าน
สี่สิบล้านไม่เคยเขยื้อนขยับ
ดินเป็นทรายไม่เย็นหินจนหักพับ
ดပ်และหลับตลอดถั่วทั่วตาใจ

นกอยู่ฟ้านกหากไม่เห็นฟ้า
ปลาอยู่น้ำย่อมปลาเห็นน้ำไม่
ไล่ต้อนไม่เห็นดินว่าฉันใด
นอนย่อมไร้ดวงตาธำม

ฉันนั้นความเื่อยเอน่าเป็นของแน่
ย่อมเกิดแก่ความนิ่งทุกสิ่งสม
แต่ฉันหนึ่งความเอน่าเือนอกตม
ก็พูดพรายให้ลมทิ้งตอกบั่ว

และแล้วความเคลื่อนไหวก็ปรากฏ
เป็นความมอดความงามให้ความท้ว
มันอาจชุ่มอาจชื้นอาจหม่นมัว
แต่ก็เริ่มจะเป็นตัวจะเป็นตน

พอเสียงร่ำร้องกลองประกาศกล้า
ก็รู้ว่าวันพระมาอีกหน
พอปิ่นเปรี๊ยะแปลปไปในมณฑล
ก็รู้ว่าประเทศาจะหึงหัย

โดย เนาอริตน์ พงษ์ไพบูลย์

บทกวีรางวัล S.E.A. Write Award (วรรณกรรมสร้างสรรค์ยอดเยี่ยมแห่งอาเซียน ปี 2523)



EAU Heritage Journal

วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย

วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ปีที่ 5 ฉบับที่ 1 ประจำเดือน มกราคม-มิถุนายน 2554 Vol. 5 No. 1 January-June 2011 ISSN 1905-159x

- วัตถุประสงค์**
1. เพื่อส่งเสริมสนับสนุนการเผยแพร่ผลงานและทฤษฎะทางวิชาการ
 2. เพื่อเป็นแหล่งข้อมูลในการสืบค้นและอ้างอิงผลงานทางวิชาการ
 3. เพื่อเสริมสร้างความร่วมมือระหว่างสถาบันการศึกษา

เจ้าของ มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย

ที่ปรึกษา อธิการบดี ดร. โชติรส ชวนิชย์

รองอธิการบดีฝ่ายนโยบายและแผน อาจารย์สุภกัญญา ชวนิชย์

รองอธิการบดีฝ่ายวิจัย ผู้ช่วยศาสตราจารย์บุญยมาส สันธูประมา

คณะที่ปรึกษากองบรรณาธิการ (Editorial advisory board)

ศาสตราจารย์ ดร. อุดม วโรตม์ลิขิตต์ ราชบัณฑิต

ศาสตราจารย์ พิเศษ ประสิทธิ์ ไฉ่วิไลกุล

รองศาสตราจารย์ ดร. บุญมี เนรยอด

รองศาสตราจารย์ เพลินทิพย์ โกเมศโสภณ

บรรณาธิการ รองศาสตราจารย์ ดร. พิมลพรรณ เรพเพอร์

กองบรรณาธิการ รองศาสตราจารย์ ดร. พิมลพรรณ เรพเพอร์

รองศาสตราจารย์ ดร. ทวีวัฒน์ ปิตยานนท์

รองศาสตราจารย์ ดร. ทองหล่อ เดชไทย

รองศาสตราจารย์ ปภาวดี คล่องพิทยางษ์

ดร. กฤติมา เหมวิภาด

ศาสตราจารย์จงจิตร หิรัญลาภ

รองศาสตราจารย์ ดร.ครรชิต มาลัยวงศ์ ราชบัณฑิต

รองศาสตราจารย์ ดร.สมพร กันทรคุญี เตรียมชัยศรี

รองศาสตราจารย์ ดร. อัมพร ศรีเสริมโชค

รองศาสตราจารย์ ดร. สมบัติ ทิมทรัพย์

รองศาสตราจารย์ ดร. ประกอบ คุณารักษ์

รองศาสตราจารย์ ประณต นันทียะกุล

เลขานุการ

นางสาวอรพินท์ ลูกอินทร์

ออกแบบปก/ จัดรูปเล่ม

อาจารย์วิลาวรรณ สุขมาก

กรรมการกลั่นกรองประจำฉบับ

รองศาสตราจารย์ ดร. ธนาคม สุนทรชัยนาคแสง

รองศาสตราจารย์ ดร. วีระเชษฐ ชันเงิน

ดร. วรพรรณ กิจผาดิ

รองศาสตราจารย์ ดร. สุวรรณ วรรัตน์

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. พรฤดี เนติโสภาสกุล

ศาสตราจารย์ ดร. ณรงค์ โฉมเฉลา

พิสูจน์อักษรประจำฉบับ

รองศาสตราจารย์ ดร. อัมพร ศรีเสริมโชค

อาจารย์สุกษณาน ศรีเอี่ยม

Associate Professor Dr. Sushama Kasbekar

นางสาวอรพินท์ ลูกอินทร์

รองศาสตราจารย์ ดร. ปิติเขต สุรักษา

รองศาสตราจารย์ ดร. สมบัติ ทิมทรัพย์

รองศาสตราจารย์ ดร. สุจิตรา ทองประดิษฐ์โชติ

รองศาสตราจารย์ ดร. วิเชียร ชุตินาสกุล

รองศาสตราจารย์ ดร. บุญใจ ศรีสถิตยนาถ

อาจารย์ธนอร อัสวงค์

นางสาวทิพย์รัตน์ พานะจิตต์

บทบรรณาธิการ

ในช่วงครึ่งปีที่ผ่านมาเรามีเหตุการณ์ที่น่าสนใจและน่าดีใจเกิดขึ้นหลายประการทั้งที่เป็นภัยธรรมชาติ ภัยจากมนุษย์และจากเหตุการณ์สำคัญทางการเมืองและเศรษฐกิจทั้งในประเทศและต่างประเทศ สำหรับนักวิชาการในมหาวิทยาลัย ไม่ว่าอะไรจะเกิดขึ้น เราต่างมุ่งทำหน้าที่ที่มีต่อ สถาบันการศึกษาอย่างดีที่สุดตามความสามารถของแต่ละคน บรรณาธิการขอเรียนผู้อ่านว่าวารสารวิชาการ EAU Heritage ของมหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซียได้เติบโตอย่างก้าวเข้าสู่ ปีที่ 5 แล้ว ทางกองบรรณาธิการมีความตั้งใจที่จะทำให้กระบวนการผลิตวารสารมีความเป็นมาตรฐานมากขึ้น จึงได้แยกการจัดทำวารสารออกตามเนื้อหาเป็นสองฉบับคือ ฉบับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีและฉบับมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ ทางวารสารได้รับความกรุณาจากผู้ทรงคุณวุฒิหลายท่านร่วมเป็นคณะที่ปรึกษากองบรรณาธิการ และหลายท่านเป็นกรรมการผู้อ่านบทความ (peer readers) เพื่อช่วยตรวจแก้และแนะนำให้การเขียนมีคุณภาพยิ่งขึ้น

วารสารวิชาการ EAU Heritage ฉบับปีที่ 5 เล่มหนึ่งปี 2554 ที่ท่านอ่านอยู่นี้เป็นเล่มที่รวบรวมบทความทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ซึ่งมีบทความทางวิชาการหนักไปในทางวิทยาศาสตร์สุขภาพและวิศวกรรมศาสตร์ บทความในเล่มประกอบด้วยบทความทางวิชาการ 2 เรื่อง บทความวิจัย 11 เรื่อง นอกจากนั้นยังมีบทแนะนำหนังสือที่น่าสนใจสองเรื่องที่ทางกองบรรณาธิการเห็นว่าน่าจะช่วยให้ท่านได้ผ่อนคลายจากปัญหาต่าง ๆ ที่พบในชีวิตประจำวันได้บ้าง ขอขอบพระคุณท่านศาสตราจารย์ ดร. สุทัศน์ ยกส้านอย่างยิ่งที่ได้ให้ความกรุณาเขียนบทความเกี่ยวกับฟลอเรนซ์ ในดิงเกลให้วารสารของเราเป็นการเปิดตัวฉบับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างภาคภูมิใจ

ขอขอบคุณท่านผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่านที่ได้ช่วยวิจารณ์และแนะนำการแก้ไขบทความทุกเรื่องที่ตีพิมพ์ในฉบับนี้ ทำวันนี้ขอเชิญชวนนักวิชาการที่สนใจส่งบทความวิชาการและบทความวิจัยมาตีพิมพ์เผยแพร่ในวารสารวิชาการของมหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซียในฉบับต่อไป

บรรณาธิการ

แนะนำผู้เขียน

ศ. ดร. สุทัศน์ ยกส้าน

ศาสตราจารย์ 11 ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ (ประสานมิตร)
ผู้เชี่ยวชาญพิเศษ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) กระทรวงศึกษาธิการ
ภาคีสมาชิก สาขาฟิสิกส์ สำนักวิทยาศาสตร์ ราชบัณฑิตยสถาน

จิตลดา ชัมเจริญ

อาจารย์ประจำสาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย

นิศากร สมสุข

อาจารย์ประจำสาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย

สราวุธ นนทะสุด

อาจารย์ประจำคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย

ชญานิกา ศรีวิชัย

อาจารย์ประจำ คณะพยาบาลศาสตร์ มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย

น้อมจิตต์ จันทน์น้อย

นักศึกษาหลักสูตรพยาบาลศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย

อุทัยวรรณ พงษ์บริบูรณ์

อาจารย์ประจำคณะพยาบาลศาสตร์ มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย

กานต์สุดา ปลาทอง

อาจารย์ประจำคณะพยาบาลศาสตร์ มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย

เอี่ยมฤทัย วิเศษหมื่น

อาจารย์ประจำคณะพยาบาลศาสตร์ มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย

รศ. ปภาวดี คล่องพิทยาพงษ์

คณบดีคณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย

รุ่งตะวัน สุภาพผล

อาจารย์ประจำ คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

แนะนำผู้เขียน

วรรณงค์ พุกขากิจ

อาจารย์ประจำ คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย

พรรณนารี ชัยวิชิต

อาจารย์ประจำ คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย

ธนากร น้ำหอมจันทร์

อาจารย์ประจำสาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย

อดิกร เสรีพัฒนานนท์

อาจารย์ประจำสาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย

พงษ์สวัสดิ์ คชภูมิ

อาจารย์ประจำสาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย

ธีรพงศ์ บริรักษ์

อาจารย์ประจำ สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย

รศ.ดร.สมบัติ ทิฆัมภ์

รองอธิการบดีฝ่ายประกันคุณภาพการศึกษา และ คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย

ประภาพร กุลลิมรัตน์ชัย

อาจารย์ประจำ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย

รัชกร อ่อนบุญเอื้อ

อาจารย์ประจำ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย

อัญชลี สุพิทักษ์

อาจารย์ประจำ สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย

นัฐมา ชุกกลิ่น

นักศึกษา สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย

ศาริยา ชีระทาน

นักศึกษา สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย

แนะนำผู้เขียน

ผศ.บุญยมาศ สิ้นรูประมา

รองอธิการบดีฝ่ายวิจัย มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย

อาจารย์สุภกัญญา ขวณิชย์

รองอธิการบดีฝ่ายนโยบายและแผน และ รักษาการ ผู้อำนวยการสำนักการคลังและทรัพย์สิน มหาวิทยาลัย
อีสเทิร์นเอเซีย

สารบัญ

บทความพิเศษ

- ◆ Florence Nightingale สตรีนนักปฏิรูปสังคม 1
ศ. ดร. สุทัศน์ ยกส้าน

บทความวิชาการ

- ◆ การจัดการความเสี่ยงในงานอุตสาหกรรม 8
Industrial Risk Management
จิตลดา ชัมเจริญ และนิศากร สมสุข
- ◆ ชั้นบรรยากาศไอโอโนสเฟียร์มีผลต่อความแม่นยำในการระบุพิกัดของระบบ GPS 17
The Ionospheric Effect to Accuracy of GPS System
สราวุธ นนทะสุด

บทความวิจัย

- ◆ รูปแบบการเลี้ยงดูของมารดาเด็กคลอดก่อนกำหนด อายุ 0-1 ปี 26
Patterns of Mothers Raising Children Born Prematurely Aged 0-1 year.
ชญานิกา ศรีวิชัย
- ◆ ภาวะผู้นำการเปลี่ยนแปลงของหัวหน้าหอผู้ป่วย บรรยากาศองค์การ และประสิทธิผลของหอผู้ป่วย 32
ตามการรับรู้ของพยาบาลในโรงพยาบาลอุทัยธานี
Nurses' Perception of their Head Nurse Transformational Leadership, Organizational Climate and Ward Effectiveness in Uthaitanee Hospital
น้อมจิตต์ จันทร์น้อย
- ◆ เจตคติและพฤติกรรมของนักศึกษาพยาบาลชั้นปีที่ 2 คณะพยาบาลศาสตร์ มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย 41
หลังการศึกษาวิชาภูมิปัญญาไทยและการดูแลสุขภาพ
Attitude and Health Behavior of Nursing Students in the Second Year of School of Nursing, Eastern Asia University after Studying in Subject of Thai Traditional Wisdom and Health Care
อุทัยวรรณ พงษ์บริบูรณ์, กานต์สุดา ปลาทอง, เอี่ยมฤทัย วิเศษหมั่น

สารบัญ

◆ การทดสอบความเป็นพิษต่อเซลล์มะเร็งของผลิตภัณฑ์น้ำมันรำข้าว Cytotoxicity Test on Cancer Cells of Rice Bran and Germ Oil ปภาวดี คล่องพิทยาพงษ์, รุ่งตะวัน สุภาพผล, วรอนงค์ พฤษากิจ, พรรณนารี ชัยวิจิต	48
◆ฤทธิ์ต้านการเจริญเติบโตของน้ำมันรำข้าวต่อเซลล์มะเร็งตับ Antiproliferative Effect of Rice Bran Oil to Liver Cancer Cells ปภาวดี คล่องพิทยาพงษ์, รุ่งตะวัน สุภาพผล, วรอนงค์ พฤษากิจ, พรรณนารี ชัยวิจิต	56
◆ การบริหารความเสี่ยงด้านความปลอดภัยในการทำงานของพนักงาน กรณีศึกษา: สายการผลิตรถเจ็สแดนเลส Safety Risk Management for Production Operators Case Study: Stainless Steel Cart Production Line จิตตดา ชัมเจริญ	68
◆ การศึกษาผลของค่าความต้านทานดินต่อประสิทธิภาพตัวนำล่อฟ้า Study on Earth Resistance to Air-termination Efficiency ธนากร น้ำหอมจันทร์, อติกร เสรีพัฒนานนท์ และพงษ์สวัสดิ์ คชภูมิ	76
◆ การศึกษาการเพิ่มประสิทธิภาพของท่อความร้อนโดยการปรับเปลี่ยนสารทำงาน Thermal Efficiency Enhancement of Heat Pipe by Change Working Fluids ธีรพงศ์ บริรักษ์ และ สมบัติ ทิมทรัพย์	85
◆ การวิจัยสื่อการสอนเรื่องการประกอบคอมพิวเตอร์โดยใช้รูปแบบของ IMMCAI Researching of Teaching Media: Computer Integration Using Interactive Multimedia Computer Assisted Instruction ประภาพร กุลลิมรัตน์ชัย, ธัชกร อ่อนบุญเอื้อ	91
◆ การสร้างระบบการตัดสินใจของปัญหาการจัดเส้นทางรถขนส่งสำหรับผลิตภัณฑ์หลายประเภท และกำหนดเวลาการขนส่ง Developing Decision Support System of Multi-Product Vehicle Routing Problem with Discrete Shipping Time อัญชลี สุพิทักษ์, นัฐมา ชุกกลิน, ศาริยา จิระทาน	99

สารบัญ

♦ การศึกษาการวัดโคโรนาดีสชาร์จจากการทดสอบฉนวนแข็งตามมาตรฐาน IEC 60243-1 A Studying Corona Discharge Measurement for Solid Insulator Test According to IEC 60243-1 Standard อดิกร เสรีพัฒนานนท์, พงษ์สวัสดิ์ คชภูมิ และ ธนากร น้ำหอมจันทร์	105
แนะนำหนังสือ	
♦ ดีไซน์ + คัลเจอร์ 3 ผศ.บุษยมาส สิ้นธุประมา	113
♦ ชีวิตนี้สำคัญนัก สุภกัญญา ขวณิชย์	116

Florence Nightingale

สตรีนักปฏิรูปสังคม

*ศ.ดร. สุทัศน์ ยกส้าน



Florence Nightingale คือ ผู้บุกเบิกอาชีพพยาบาลด้วยการปฏิรูปทั้งวิชาพยาบาล และโรงพยาบาลด้วย แต่มีอีกบทบาทหนึ่งของเธอที่เราไม่รู้ นั่นคือ เธอเป็นบุคคลแรก ๆ ที่นำวิชาสถิติมาวิเคราะห์และแก้ปัญหาสังคม

Florence Nightingale เกิดที่เมือง Florence ในอิตาลี เมื่อวันที่ 12 พฤษภาคม ค.ศ.1820 (ตรงกับรัชสมัยพระจอมเกล้าเจ้าอยู่หัว) พ่อแม่จึงตั้งชื่อเธอตามชื่อ

เมืองที่คลอด เธอมีพี่สาวชื่อ Parthenope (ตั้งตามชื่อเมือง Parthe) ครอบครัวมีฐานะดี และเป็นคนได้รับการศึกษาสูง ในวัยเด็กเธอจึงได้รับการเลี้ยงดูในคลุหาสน์ และได้เรียนดนตรีกับภาษาต่างประเทศเช่น อิตาลี สเปน ละติน กรีก รวมถึงปรัชญาและคณิตศาสตร์ด้วย

ถึงจะได้ทุกสิ่งทุกอย่างที่ใจต้องการ แต่เธอก็รู้สึกว่เธอกำลังใช้ชีวิตอย่างไร้จุดหมาย จนกระทั่งอายุ 17 ปี เธอบอกว่า เธอได้ยินเสียงพระเจ้าทรงเรียกให้เธอทำสิ่งที่พระองค์ทรงต้องการ เมื่อได้เดินทางไปพักผ่อนในยุโรปกับครอบครัว ชีวิตเมืองนอกได้เปิดหู เปิดตาเธอมาก และขณะแวะพักที่โรม เธอได้เห็นชีวิตของคนไข้ที่นอนป่วย



* ศาสตราจารย์ 11 ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ (ประสานมิตร)

ผู้เชี่ยวชาญพิเศษ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) กระทรวงศึกษาธิการ

ภาคีสมาชิก สาขาฟิสิกส์ สำนักวิทยาศาสตร์ ราชบัณฑิตยสถาน

ในโรงพยาบาล และเมื่อได้เยี่ยมโรงพยาบาล Deaconess Institute แห่งเมือง Kaiserwerth ในเยอรมนี เธอได้เห็นสภาพแออัดของสถานพยาบาล ประสบการณ์นี้มีผลทำให้เธอตัดสินใจจะเป็นนางพยาบาล เพื่อจะทำให้คนป่วยได้รับการพยาบาลที่ดียิ่งขึ้น

การตัดสินใจของเธอวัย 27 ปี ได้ทำให้พ่อแม่รู้สึกช็อก เพราะในสมัยนั้นสตรีที่มีสองหน้าที่ คือ เป็นภรรยาและคลอดลูก ดังนั้นการมีอาชีพอื่นถือเป็นเรื่องผิดปกติ ยิ่งถ้าเป็นนางพยาบาลด้วยแล้ว พ่อกับแม่ต้องจับตามอง เพราะโรงพยาบาลในยุคนั้นสกปรก และมีแต่คนพิการกับคนป่วยเท่านั้น บรรดานางพยาบาลในสมัยนั้นยังเป็นคนที่ไม่ได้รับการศึกษา มีนิสัยชอบขโมย พุดจาหยวนคาย กินเหล้า และสาธอนทั้งกับคนไข้และคนไข้ ดังนั้นเมื่อมารดา Fanny ของ Nightingale รู้ว่าลูกสาวต้องการจะเป็นนางพยาบาล เธอจึงคิดว่าลูกของเธอคงเสียสติไปแล้ว และทำให้พร้อมกล่าวคำหยาบว่า Nightingale ได้ทำให้เธอผิดหวังมาตั้งแต่เกิด เพราะเป็นผู้หญิงจึงไม่มีสิทธิ์ในการสืบทอดวงศ์ตระกูล อย่างไรก็ตาม Fanny ก็ได้คาดหวังว่าถ้า Nightingale ได้พบชายหนุ่มรูปงาม เธอก็อาจเปลี่ยนใจ ด้าน William Edward Nightingale ผู้เป็นบิดานั้น เข้าใจลูกสาวของตนดีกว่าแม่ จึงนำความคิด “พิเรนทร์” ของ Nightingale ไปปรึกษากับแพทย์ประจำตระกูลเพื่อขอความเห็น ว่า อาชีพพยาบาลจะเหมาะกับลูกสาวสวยของมหาเศรษฐีที่ดินหรือไม่ว่า และแพทย์ให้ความเห็นว่า Nightingale เป็นคนที่มีใจเด็ดเดี่ยวและมุ่งมั่น ถ้าเธอไม่แต่งงานเธอคงใช้ชีวิตเป็นนางพยาบาลตามที่เธอตั้งใจแน่ๆ ดังนั้น เมื่อมีชายหนุ่มชื่อ Richard Monkton Milnes มาสนใจเธอ บิดามารดาของ Nightingale จึงรู้สึกดีใจและมีความคาดหวังว่า Milnes จะขอเธอแต่งงาน แต่หลังจากที่ได้ไปมาหาสู่กันเป็นเวลานาน Nightingale ได้บอกเลิก Milnes โดยอ้างว่า การแต่งงานคือการต้องทำงานรับใช้ครอบครัวตลอดเวลา ซึ่งในความเห็นของเธอคือการติดคุก ทั้งๆ ที่ไม่ได้ทำอะไรผิด และเมื่อพระเจ้าทรงปรารภให้นาให้เธอทำงานรับใช้สังคม เธอจึงคิดว่าหนทางเดียวที่จะทำให้เธอมีชีวิตอยู่เพื่อคนอื่นได้

คือ เธอต้องครองตัวโสด จากนั้น Nightingale ก็ได้พยายามหาทางออกให้กับความขัดแย้งระหว่างเธอกับแม่ โดยทำงานการกุศลมากขึ้น เช่น ช่วยเหลือเด็กยากจนในสลัม และไปเยี่ยมคนไข้อนาถาในโรงพยาบาล (ในสมัยนั้นคนไข้ที่ร่ำรวยจะมีญาติผู้หญิงดูแลที่บ้าน) แต่ก็ยังตั้งความหวังว่าวันหนึ่งเธอจะต้องเป็นนางพยาบาลให้จงได้ เธอจึงอ่านหนังสือแพทย์และสาธารณสุขในยามว่างเป็นการเตรียมตัว

ปี ค.ศ.1851 Nightingale วัย 31 ปี ได้เดินทางไปทัศนศึกษาในเยอรมนีเป็นเวลา 3 เดือน โดยได้เยี่ยมชมโรงพยาบาลกับสถานเลี้ยงเด็กกำพร้าแห่งเมือง Dusseldorf จากอังกฤษเธอเดินทางผ่านฝรั่งเศสและได้สมัครเป็นนางพยาบาลฝึกงานที่โรงพยาบาล Sister of Charity ในปารีส และนี่คือจุดเริ่มต้นของอาชีพในฝันของเธอ

ถึงปี ค.ศ.1853 Nightingale ได้งานเป็นเจ้าหน้าที่ดูแลนางพยาบาลที่ Institute for the care of sick Gentlewoman ซึ่งตั้งอยู่ที่ถนน Upper Harley ในลอนดอน โดยมีหน้าที่หลัก คือ ปรับปรุงระบบการทำงานในโรงพยาบาล ทั้งๆ ที่ไม่มีเงินเดือนให้ แต่เธอก็ยินดีทำงานในตำแหน่งนี้นาน 1 ปี

เมื่อเกิดสงคราม Crimea ระหว่างกองทัพสัมพันธมิตรซึ่งประกอบด้วย อังกฤษ ฝรั่งเศส และตุรกีกับกองทัพรัสเซีย การสู้รบในวันที่ 20 กันยายน ค.ศ.1854 ที่แม่น้ำ Alma ทำให้กองทัพสัมพันธมิตรสามารถยึดฐานทัพเรือของรัสเซียที่เมือง Sevastopol ได้ แต่ประชาชนอังกฤษกลับรู้สึกดีใจกับข่าวชัยชนะนี้ได้ไม่นาน เพราะ William Howard แห่งหนังสือพิมพ์ The Times ได้รายงานในวันที่ 12 ตุลาคม ค.ศ.1854 ว่า ทหารอังกฤษที่บาดเจ็บได้ถูกทอดทิ้งให้อยู่ตาย โดยไม่มีแพทย์สักคนเหลียวแล และไม่มีนางพยาบาลอาชีพที่เก่งในโรงพยาบาลทหารของอังกฤษที่เมือง Scutari เลย ในขณะที่กองทัพฝรั่งเศสมีแม่ชี 50 คน มาเฝ้าดูแลทหารฝรั่งเศสที่บาดเจ็บและข่าวที่นับว่าร้ายที่สุดคือ Howard หาคคนที่รับผิดชอบเรื่องนี้ไม่ได้เลยด้วย

ทันทีที่ทราบข่าวนี้ Nightingale รู้ว่าโอกาสทองของเธอที่จะได้ทำงานรับใช้พระเจ้าและสังคมได้มาถึงแล้ว



เธอจึงเขียนจดหมายถึงเพื่อนชื่อ Sidney Herbert ซึ่งขณะนั้นเป็นรัฐมนตรีกระทรวงกลาโหมของอังกฤษว่า เธอขออาสาเดินทางไปรักษาพยาบาลทหารอังกฤษที่เมือง Scutari เมื่อ Herbert อนุญาต เขาได้ขอให้เธอช่วยฝึกนางพยาบาลเพิ่มอีกหลายคน เพื่อจะได้ตามไปช่วยเธอดูแลทหารบาดเจ็บที่นั่น

Nightingale เดินทางไปตุรกีในวันที่ 31 ตุลาคม ค.ศ.1853 โดยมี “กองทัพนางพยาบาล” ร่วมขบวนด้วย 38 คน การเดินทางครั้งนั้นได้รับทุนสนับสนุนจากรัฐบาลอังกฤษและจากหนังสือพิมพ์ The Times ส่วนเธอไม่ได้รับทุนสนับสนุนใดๆ จากกองทัพเลย และเธอได้ตั้งความหวังว่า การทำงานชิ้นนี้จะทำให้ความฝันของเธอที่จะรับใช้สังคมเป็นจริง

เมื่อ Nightingale กับบรรดานางพยาบาลเดินทางถึง Scutari ในตุรกี เมื่อวันที่ 5 พฤศจิกายน ค.ศ.1853 ในวันนั้นกองทัพสัมพันธมิตรได้สู้รบกับกองทัพรัสเซียที่ Inkersmam อย่างดุเดือด ทำให้ทหารจำนวนมากบาดเจ็บ ครั้นเมื่อ Nightingale ได้เห็นโรงพยาบาลทหารที่ Scutari ตกอยู่ในสภาพที่สกปรกสุดๆ เช่น ใต้อาคารมีน้ำคร่ำที่ส่งกลิ่นเหม็นหึ่งเวลาลมพัด ในอาคารมีหนูวิ่งเพ่นพ่าน และในขณะเดียวกัน ทหารที่ป่วยและบาดเจ็บต้องนอนปะปนกันอย่างระระระนาดบนเสื่อฟาง ผ้าปูที่นอนก็หยาบและสกปรก การซักผ้าก็ใช้น้ำเย็น และอุปกรณ์ผ่าตัดต่างๆ ไม่เพียงพอ การแจกจ่ายยาให้ผู้ป่วยก็ช้า เพราะต้องผ่านกระบวนการหลายขั้นตอนจนทหารที่ทนพิษบาดแผลไม่ได้ต้องเสียชีวิตไปก่อน นี่คือสภาพของโรงพยาบาลที่ทหารอังกฤษผู้บาดเจ็บทุกคน

ต้องเข้ารับ “การรักษา” หลังจากที่ได้พยุขางเดินทางข้าม Black Sea ผ่านช่องแคบ Bosphorus อย่างอ่อนแรง เพราะพิษบาดแผล และถูกความหนาวคุกคาม เหตุการณ์และสภาพแวดล้อมเหล่านี้ทำให้ทหารอังกฤษล้มตายกันระนาว สถิติการรอดชีวิตของทหารประจำเดือนกุมภาพันธ์ ค.ศ.1854 แสดงให้เห็นว่า จากทหาร 1,000 คน ที่เดินทางถึง Scutari มีทหารตาย 427 คน

ในความพยายามที่จะทำให้โรงพยาบาลที่ Scutari มีคุณภาพ Nightingale จะต้องแสดงความสามารถในการเป็นผู้บริหาร แต่ได้รับการต่อต้านขัดขวางจากฝ่ายทหาร ซึ่งยึดหลักการว่า เมื่อใดที่มีการเปลี่ยนแปลงปฏิบัติการ นั่นคือการยอมรับว่า ประเพณีและวิธีปฏิบัติที่ผ่านมามีผลผิดพลาด นอกเหนือจากเหตุผลนี้แล้ว นายพลในกองทัพก็รู้สึกไม่ยินดีที่ Nightingale เป็นพลเรือน เพราะการไม่เป็นทหารทำให้เธอไม่อยู่ในความควบคุมของกองทัพ แต่เหตุผลที่สำคัญยิ่งกว่านั้น คือการที่เธอเป็นผู้หญิง ด้วยเหตุนี้เวลา Nightingale ทำงานที่ Scutari เธอจึงรู้สึกมีศัตรูมากมาย และถูกกลั่นแกล้ง เช่น กองทัพกำหนดให้น้ำเสียทหาร 27,000 ตัวไปให้กองทัพตรวจดูอย่างละเอียดก่อนนำแจกให้ทหารที่บาดเจ็บไข้ และเธอถูกห้ามเยี่ยมทหารบาดเจ็บในเวลากลางคืน แต่เธอได้ทุนสนับสนุนจากองค์การอิสระ ทำให้ไม่ต้องขออนุญาตทำงานจากทหาร เธอจึงสามารถทำงานที่เธอรักต่อไปได้ และได้จัดตั้งโรงซักผ้า โดยหาหม้อต้มน้ำ สร้างโรงครัวใหม่ จัดซื้อถุงเท้า เสื้อ มิด ช้อนไม้ อ่างอาบน้ำ โต๊ะ ชุณออน โต๊ะผ่าตัด ผ้าเช็ดตัว หวี กรรไกร ภาชนะรองปัสสาวะ รวมถึงการนำดอกไม้ที่สะอาดมาใช้ในโรงพยาบาล ในเวลาใดก็ตาม เธอจะเดินถือตะเกียง ออกเยี่ยมไข้คนละหลายครั้ง จนทำให้คนไข้ที่เคยมีแต่ความทุกข์ได้เห็นแสงสว่างแห่งความสุข เวลาที่มีสภาพสตรีท่านหนึ่งเดินถือตะเกียงมาเยี่ยม และนี่คือ เหตุการณ์ที่เหล่าทหารที่บาดเจ็บรู้สึกประทับใจ และซาบซึ้งใจมาก จนใน ค.ศ.1857 กวี William W. Longfellow ได้แต่งบทกวีที่ทำให้ชื่อของ Nightingale เป็นอมตะนิรันดร์กาลว่า Lo! In that house of misery / a lady with a lamp I see.

ในฤดูใบไม้ผลิของปี ค.ศ.1855 ซึ่งเป็นเวลา 6 เดือน หลังจากที่ Nightingale เริ่มทำงานที่ Scutari สถิติการตายของทหารที่บาดเจ็บในสงครามได้ลดลงจาก 42.7% เป็น 2.2%

หลังจากที่สงคราม Crimea สงบได้ 4 เดือน Nightingale ได้เดินทางกลับอังกฤษในเดือนกรกฎาคม ค.ศ.1856 ขณะนั้นเธอมีอายุ 36 ปี และมีชื่อเสียงโด่งดังไปทั่วโลก แต่เธอก็ปฏิเสธไม่ยอมรับเกียรติยศใดๆ เคยบอกว่า ถ้าอังกฤษจะให้เกียรติเธอจริง รัฐบาลอังกฤษจะต้องปฏิรูประบบการสาธารณสุข โดยเฉพาะในโรงพยาบาลให้ดีขึ้น เพราะจะช่วยชีวิตคนไข้ได้มาก และในการทำให้คนอังกฤษเชื่อว่าโรงพยาบาลต้องได้รับการปฏิรูปนั้น Nightingale ได้นำวิชาสถิติมาใช้

ทั้งๆ ที่นักคณิตศาสตร์รู้จักใช้สถิติมาตั้งแต่สมัยโบราณแต่ยังไม่มีใครนำสถิติมาใช้แก้ปัญหาสังคม ทั้งนี้ อาจเป็นเพราะข้อมูลที่มีไม่มากพอ และเทคนิคการวิเคราะห์ที่ดีก็ไม่มี แต่เมื่อ Nightingale นำสถิติมาวิเคราะห์ปัญหาสังคม เทคนิคนี้ได้กลายเป็นวิธีที่สังคมยอมรับ

ย้อนอดีตไปถึง ปี 1841 Lambert Adolph Jacques Quetelet ได้จัดตั้งสำนักงานสถิติแห่งเบลเยียมขึ้นเป็นครั้งแรกเพื่อหาสาเหตุที่ทำให้คนในสังคมมีพฤติกรรมต่างๆ ความสำเร็จของผลงานนี้ทำให้ Quetelet ได้รับการยกย่องเป็นบิดาของวิชาสถิติสังคม จากนั้นอีกหลายประเทศทั่วโลกก็ได้เจริญรอยตาม โดยได้จัดตั้งองค์การที่เก็บข้อมูลสถิติของประชากร และนำทฤษฎีความน่าจะเป็นมาวิเคราะห์พฤติกรรมต่างๆ ของสังคมนั้น โดยใช้หลักของ Quetelet ที่ว่า แม้นักวิทยาศาสตร์จะไม่มีกฎที่สามารถทำนายพฤติกรรมของใครคนหนึ่งคนใดได้ แต่ถ้าจะให้บอกพฤติกรรมของกลุ่ม เราสามารถใช้สถิติบอกความนึกคิด และความเห็นต่างๆ ได้ โดยอาศัยข้อมูล เช่น เพศ อายุและการศึกษา เพื่อพยากรณ์ความเป็นไปได้ของเหตุการณ์ต่างๆ เช่น จำนวนฆาตกรรมในฝรั่งเศสโดยประมาณในปี 1791 แม้สถิติจะระบุข้อจำกัดไม่ได้

แต่ก็สามารถบอกได้ว่าจะมีฆาตกรรมเกิดขึ้นประมาณกี่ครั้งในปีนั้น เป็นต้น

แม้ผลงานของ Quetelet จะเป็นที่ยอมรับโดยทั่วไป แต่ก็มีปราชญ์หลายคนที่ไม่เห็นด้วย เช่น John Stewart Mill และนักประพันธ์ชื่อ Charles Dickens เพราะคนเหล่านี้คิดว่า จิตใจของมนุษย์มีเสรีภาพมากจนไม่น่าจะมีใครทำนายอะไรได้ ดังนั้น ถ้าสถิติของ Quetelet ใช้ได้จริง วิทยาการนี้ก็จะทำให้มนุษย์มีสภาพไม่แตกต่างจากสัตว์

แต่ Nightingale ไม่เห็นเช่นนั้น เธอรู้สึกศรัทธาในผลงานของ Quetelet มาก จึงเก็บข้อมูลต่างๆ ที่โรงพยาบาล Scutari มาวิเคราะห์ เช่น ได้รวบรวมจำนวนผู้เสียชีวิตทุกวัน เพราะก่อนหน้านี้ แม้แต่จำนวนคนตายในแต่ละวัน ก็ไม่มีใครรู้และสนใจ ดังนั้น เมื่อ Nightingale เดินทางกลับถึงอังกฤษใน ค.ศ.1856 และได้พบกับ William Farr ผู้เป็นแพทย์และนักสถิติ การได้เรียนวิชาสถิติกับ Farr ทำให้ Nightingale ตระหนักในสำคัญของวิชานี้ว่า สามารถนำมาใช้ปรับเปลี่ยนระบบการพยาบาลและการสาธารณสุขในโรงพยาบาลของกองทัพและโรงพยาบาลทั่วไปได้ ทั้งนี้ เพราะบันทึกสาเหตุการตายของทหารในโรงพยาบาลระบุว่า เกิดจากความสกปรกในโรงพยาบาลมากกว่าเกิดจากบาดแผล ที่ได้รับในสงคราม Crimea สถิติได้ระบุอย่างชัดเจนว่า เมื่อสงครามเกิดใหม่ๆ ทหาร 607 คน ได้ล้มตาย แต่เมื่อ Nightingale จัดระบบการรักษา และการสาธารณสุขให้ดีขึ้น จำนวนการตายของทหารเมื่อสงครามสงบได้ลดลงอย่างฮวบฮาบ ข้อมูลยังแสดงให้เห็นชัดว่า ในการเปรียบเทียบจำนวนการตายของประชาชนกับทหารอังกฤษในยามประเทศชาติสงบ ทหารที่มีอายุ 20-35 ปี จะเสียชีวิตมากกว่าคนทั่วไปประมาณ 2 เท่า ทั้งนี้ เพราะทหารใช้ชีวิตอยู่ในสิ่งแวดล้อมที่ไม่ถูกสุขลักษณะนั่นเอง

เมื่อสมเด็จพระราชินี Victoria แห่งอังกฤษ และพระสวามีทรงทราบเรื่องของ Nightingale พระองค์ทรงเห็นด้วยกับ Nightingale มากกว่าสุขภาพของทหาร

ในกองทัพอังกฤษเป็นเรื่องสำคัญ ดังนั้นแม้บรรดาแม่ทัพนายพลต่างๆ จะต่อต้าน Nightingale แต่ Lord Palmerston ผู้ดำรงตำแหน่งเป็นนายกรัฐมนตรีในขณะนั้นก็ได้บัญชาให้จัดตั้ง สำนักงานสุขภาพของกองทัพในพระบรมราชินูปถัมภ์ ถึง Nightingale จะมีได้เป็นกรรมการบริหารของสำนักงานนี้ (เพราะเธอเป็นผู้หญิง) แต่แนวคิดของเธอก็มีอิทธิพลมากต่อการตัดสินใจของรัฐมนตรีกระทรวงกลาโหมที่อนุญาตให้เธอเดินทางไป Crimea ในเวลาต่อมาเธอได้เรียบเรียงตำราชื่อ Notes on Matters Affecting the Health Efficiency and Hospital Administration of the British Army ซึ่งได้กล่าวถึงเทคนิคสถิติ และมีแผนภาพ มากมาย ประกอบคำบรรยาย หนังสือเล่มนี้ ได้รับการยกย่องโดย Fan ว่า เป็นหนังสือสถิติที่ดีเด่นที่สุดที่เขาเคยเห็น และเคยอ่าน

ณ วันที่ Nightingale ได้รับการยอมรับว่าเป็นผู้บุกเบิกการใช้สถิติในรูปของแผนภาพ และแผนที่พื้นที่เชิงขั้ว (polar-area chart) ซึ่งแสดงให้เห็นพื้นที่ของลิ้นในแผนภาพวงกลมว่าขึ้นกับจำนวนคนอย่างไร และเมื่อผลงานของเธอได้รับการยกย่องและยอมรับ รัฐบาลอังกฤษจึงได้จัดตั้งหน่วยงานต่างๆ ตามที่เธอเสนอ สำหรับโรงพยาบาลทหารก็ได้รับการปรับปรุง เช่น มีการติดตั้งระบบถ่ายอากาศ ระบบทำความร้อน ระบบกำจัดสิ่งปฏิกูล ระบบประปา อีกทั้งได้ปฏิรูปโรงอาหารใหม่ ส่วนกองทัพก็มีการออกกฎหมายสุขภาพ มีการจัดตั้งโรงเรียนแพทย์ทหาร และหน่วยงานสถิติของกองทัพ เพื่อนำข้อมูลมาวิเคราะห์ เพราะ Nightingale เป็นคนสำคัญของชาติดังนั้นความเห็นของเธอทุกเรื่องสามารถทำให้คณะรัฐมนตรีคลอนแคลนได้ ถ้าเธอไม่เห็นด้วยและบรรดานักการเมืองต่างก็ต้องฟังความคิดเห็นของเธอ ถ้าเขาต้องการให้สังคมยอมรับ หลังสงคราม Crimea Nightingale ได้หันไปสนใจปัญหาสุขภาพของทหารในอินเดีย โดยได้ส่งแบบฟอร์มสำรวจไปให้ทหารที่นั่นเพื่อรวบรวมข้อมูลสาธารณสุข และเมื่อได้ข้อมูลมาพอสมควร เธอก็ได้เสนอให้จัดตั้งสำนักงานสถิติขึ้นใน



อินเดียในปี 1858 เพราะข้อมูลระบุว่า อัตราการตายของทหารอังกฤษในอินเดียในแต่ละปีสูงกว่าอัตราการตายของพลเมืองอังกฤษถึง 6 เท่า การที่เป็นเช่นนั้น เพราะกองทัพที่นั่นไม่มีระบบกำจัดน้ำเสียที่ดี การอยู่อย่างแออัด และทหารขาดการออกกำลังกายเหล่านี้ ล้วนเป็นสาเหตุสำคัญ ดังนั้นภายในเวลา 10 ปี หลังจากที่ Nightingale ได้เสนอวิธีปฏิรูปนี้ ทหารอังกฤษในอินเดียที่เสียชีวิตก็ได้ลดลงจาก 6.9% เป็น 1.8% ความสำเร็จนี้ทำให้ผู้สำเร็จราชการอังกฤษทุกคนที่จะถูกส่งไปประจำที่อินเดีย ต้องขอเข้าคารวะเธอก่อนไปประจำการ เพื่อน้อมรับความเห็นของเธอทั้งหลาย ที่เธอไม่เคยไปอินเดียเลย

Nightingale จึงได้รับการยอมรับว่า เป็นผู้รู้จักใช้สถิติสร้างองค์ความรู้ได้โดยอาศัยประสบการณ์ ทั้งนี้ เพราะเธอเชื่อว่าสถิติสามารถจำแนกได้ว่าวิธีการใดดีกว่ากัน แต่เมื่อโรงพยาบาลสมัยนั้นไม่เคยคิดจะเก็บข้อมูลต่างๆ ของคนไข้เลย เธอกับ Fan จึงออกแบบสำรวจให้โรงพยาบาลใช้ และ International Congress of Statistics ก็ได้นำแบบฟอร์มนั้นมาทดลองใช้ในปี 1860 เพื่อเก็บข้อมูลคนไข้ตลอดปี ทั้งที่หายไข้ และที่ตายไป สำหรับวิธีการใช้สถิติแก้ปัญหาดังกล่าวนั้น Nightingale เชื่อว่า เพราะพระเจ้าได้ทรงวางกฎเกณฑ์ต่างๆ สำหรับสังคมในรูปของสถิติ ดังนั้นคนที่เข้ามา

บริหารสังคมและการเมืองจึงต้องรู้สถิติบ้าง นอกจากจะใช้สถิติด้วยตนเองแล้ว เธอก็ต้องการให้สถาบันการศึกษาชั้นสูงทุกแห่งสอนสถิติด้วย

ในบั้นปลายชีวิต Nightingale ก็ยังเป็นนางพยาบาลต่อไป เพราะเธอคิดว่า พระเจ้าทรงต้องการให้เธอทำงานนี้ แต่สุขภาพเธอไม่ดี ทำให้ต้องนอนเตียงตลอดเวลา เหตุการณ์นี้ทำให้คนหลายคนคิดว่า เพราะเธอลังการจากสนามรบ แต่หลายคนคิดว่าอาการประสาทอ่อนๆ ทำให้เธอต้อนรับคนที่มาเยี่ยมเฉพาะในห้องนอน และใครจะมาเยี่ยมเธอต้องนัดเธอล่วงหน้านานๆ เป็นต้น

ในปี ค.ศ.1860 Nightingale ได้จัดตั้งโรงเรียนฝึกนางพยาบาลชื่อ Nightingale School of Nursing at St Thomas's ให้นางพยาบาลมีทั้งคุณธรรม และวิชาการ และเธอก็ทำได้สำเร็จ เพราะในปี 1861 การสำรวจประชากรในอังกฤษระบุว่ามีคนทำงานเป็นผู้ช่วยพยาบาลเพียง 27,618 คน แต่อีก 40 ปีต่อมา สถิติระบุว่าอังกฤษมีนางพยาบาล 64,214 คน

เมื่อ Nightingale อายุ 63 ปี เธอได้รับเหรียญสดุดี Royal Red Cross ของอังกฤษ และอีก 2 ปีต่อมา เธอเป็นสตรีคนแรกที่ได้รับเกียรติยศ Order of Merit (O.M) ซึ่งเป็นยศสูงสุดที่กษัตริย์อังกฤษทรงประทานให้สามัญชนชาวอังกฤษ Nightingale เสียชีวิตที่ London เมื่อวันที่ 13 สิงหาคม ค.ศ.1810

ในวารสาร History Today ฉบับเดือนเมษายน ค.ศ.2003 Liane Aukin นักจิตวิทยาได้วิเคราะห์สาเหตุที่ทำให้ Florence Nightingale ประสบความสำเร็จในการเป็นนักบริหาร และนักปฏิรูปที่สังคมยกย่องว่าความผิดหวังที่เธอได้รับจากแม่ ได้ผลักดันให้เธอทุ่มเทชีวิตในการทำงานจนเป็นสตรีที่มีชื่อเสียงที่สุดคนหนึ่งในโลก Aukin ได้วิเคราะห์ว่า เมื่อแม่ผิดหวังที่มีเธอเป็นผู้หญิง ซึ่งทำให้คุณหาสน์ของตระกูล Nightingale ไม่มีคนสืบทอด เธอได้ทำให้แม่ผิดหวังซ้ำอีก เมื่อต้องการเป็นนางพยาบาล เพราะการตัดสินใจเช่นนั้น แม่จึงคิดว่าเธอคงเป็นโรคจิตที่ชอบอยู่ใกล้คนเจ็บ และเมื่อบิดา William ได้จัดการให้ลูกสาวทั้งสองเรียนหนังสือที่บ้าน Parthe

ซึ่งเป็นพี่สาวของ Florence กลับไม่สนใจอ่านหนังสือเลย แต่ Florence มักใช้เวลาอยู่กับพ่อในห้องสมุด และเมื่อ Florence ก็รู้สึกแหม่โปรดปราน Parthe มากกว่าตน เธอจึงรู้สึกโหยหาความรักจากแม่มาก และเมื่อแม่มีความเห็นว่าสามีคือสิ่งที่จะทำให้ผู้หญิงทุกคนสมบูรณ์ เธอรู้สึกกับความคิดนี้ไม่ได้ เพราะเธอคิดว่าความสามารถในการทำงานเท่านั้นที่จะทำให้ทุกคนเป็นคนที่ดีสมบูรณ์

ดังนั้น เมื่อ Florence วัย 25 ปี บอกแม่ว่า จะไปทำงานที่โรงพยาบาลทหารแห่งเมือง Salisbury ในอังกฤษ แม่ Fanny ก็ตกใจมากเพราะคิดว่าลูกสาวของตนคงโดนหมอลามก หรือคนใจทำเสน่ห์ ดังนั้น แม่กับลูกสาวจึงทะเลาะกันเสียงลั่นบ้าน จนพ่อต้องหนีเข้าห้องสมุด ในที่สุด Florence ได้ตัดสินใจไม่ไป Salisbury ตามใจแม่ แต่เมื่อเธอตัดสินใจไม่แต่งงานกับ Milnes ผู้เป็นหนุ่มที่สาวอังกฤษในสมัยนั้นใฝ่ฝัน หลังจากที่ได้มาหาสู่กันถึง 9 ปี ครอบครัวก็ถูกเป็นไฟอีก เพราะ Fanny กล่าวหาว่า Florence เป็นเด็กอกตัญญูที่ไม่ยอมแต่งงาน

ในช่วงเวลาที่ Florence เดินทางไปเยือนโรงพยาบาล Deaconess ที่ Kaiserwerth ในเยอรมนี เธอได้เขียนจดหมายขอร้องให้ Fanny ยกโทษ และขออนุญาตให้เธอทำสิ่งที่เธอต้องการบ้าง แต่ Fanny ไม่ยินยอม เพราะเธอต้องการสร้าง Florence ในรูปแบบที่เธอต้องการ Florence จึงรู้สึกหดหู่มาก

เมื่อถึงปี ค.ศ.1851 Florence ได้ตัดสินใจอย่างเด็ดขาดว่าเธอไม่ต้องการความรักและความเห็นชอบในทุกเรื่องจากแม่อีกต่อไปแล้ว ขณะนั้นเธอมีอายุ 31 ปี เท่ากับอายุพระเยซูขณะออกเทศนา เธอได้ไปหาคนสำคัญที่สุดที่เธอรู้จัก คือ Sidney Herbert ผู้ดำรงตำแหน่งรัฐมนตรีกระทรวงกลาโหมในคณะรัฐมนตรีของนายกรัฐมนตรี Lord Aberdeen และ Herbert ได้บอกบิดามารดาของ Nightingale ให้อนุญาตให้เธอไปทำงานที่เธอรัก โลกก็มีวีรสตรีคนใหม่ทันที ตลอดเวลาประจำการที่ Scutari นางพยาบาล Nightingale มีความรู้สึกว่าการที่เธอทำงานหนักจนกรรยาและสมาชิกครอบครัวของทหารที่บาดเจ็บต่างก็เขียน

จดหมายมาขอบคุณเธอ และเรียกเธอว่า Darling Mother เธอได้เปรียบเทียบทหารว่าต้องการเธอเหมือนลูกต้องการแม่ และเธอบอกว่า เธอให้ความรักและความสนใจแก่ทหาร 18,000 คน ในเวลา 1 สัปดาห์ มากยิ่งกว่าความรักและความใส่ใจที่เธอได้รับจากแม่ตลอดอายุ 37 ปีของเธอ

เมื่อกลับจากสงคราม Crimea Nightingale ได้ย้ายออกจากคุกาศน์ของครอบครัวไปพักที่ โรงแรม Burlington ใกล้ Piccadilly ในลอนดอน และเริ่มปฏิรูปการพยาบาล โดยได้ทูลขอสมเด็จพระราชินี Victoria ให้ทรงออกกฎหมายสอบสวนพฤติกรรมของทหารในสงคราม

เมื่อมีชื่อเสียง แม่ Fanny กับพี่สาว Parthe ได้ขอเข้ามาใช้ชีวิตใกล้เธอ แต่ Florence ไม่ต้องการ เพราะเธอกลัวแม่กับพี่สาวจะเข้ามาควบคุมจิตใจเธออีก ความกลัวทำให้เธอเริ่มมีอาการหายใจไม่ออก เหงื่อตก และเป็นลมบ่อย ทุกครั้งที่แม่กับพี่สาวมาเยี่ยม จนในที่สุดเธอได้ออกคำสั่งห้ามคนทั้งสองมาเยี่ยมเธออย่างเด็ดขาด แต่เธอก็ยังเขียนจดหมายถึงแม่ ที่ไม่ได้ไปเยี่ยมเลยเป็นเวลานานถึง 20 ปี จนกระทั่ง Fanny อ่อนแอลงมาก ตาใกล้บอด และต้องการคนดูแลอย่างใกล้ชิด เธอจึงเดินทางไปดูใจเป็นครั้งสุดท้าย Fanny เสียชีวิตเมื่ออายุ 92 ปี ขณะนั้น Florence มีอายุ 60 ปี

ชีวิตของ Florence คือ ตั้งแต่กลับจากสงคราม Crimea จนกระทั่งตาย เป็นไปอย่างโดดเดี่ยวมาก เพราะเธอพบแขกครั้งละคน และให้คำแนะนำในการพยาบาลคน แต่ไม่พยาบาลใคร เวลาเสนอความเห็นเกี่ยวกับกฎหมายพยาบาล เธอไม่ไปฟังการอภิปรายใดๆ แต่เธอให้คนอ่านความเห็นของเธอในสภาผู้แทนราษฎรติดต่อกันนาน 6 ชั่วโมง เธอไม่ชอบปรากฏกายในที่สาธารณะ

แต่ประชาชนอังกฤษทุกคนก็รู้ว่าเธอยังมีชีวิตอยู่ หนังสือ Notes of Nursing ที่เธอเขียนขายดีถึงระดับเบสเซลเลอร์ โดยเธอได้เปรียบเทียบโรงพยาบาลเป็นบ้าน และนางพยาบาลเป็นแม่ การมีพ่อที่อ่อนแอ และแม่ที่เป็นคนเจ้ากี้เจ้าการไปทุกเรื่องทำให้ Florence ไม่ชื่นชมความคิดที่จะมีครอบครัว ดังนั้น เวลานางพยาบาลในความดูแลของเธอ ขอลาไปแต่งงาน เธอจะรู้สึกผิดหวัง

ถึงเธอจะเป็นอสุรกายในสายตาของแม่ แต่เธอก็เป็นเทพธิดาในสายตาของสังคม เพราะทุกวันนี้โลกรู้ว่าเธอประสบความสำเร็จในการทำอาชีพพยาบาลให้เป็นอาชีพที่มีเกียรติ และนี่ก็คือมรดกที่ Florence Nightingale ได้มอบให้แก่โลก จนทำให้วันที่ 12 พฤษภาคมของทุกปี ซึ่งเป็นวันเกิดของเธอ ได้รับการยอมรับเป็นวันพยาบาล



การจัดการความเสี่ยงในงานอุตสาหกรรม Industrial Risk Management

จิตตดา ชัมเจริญ¹ และนิสากร สมสุข¹

บทคัดย่อ

การทำงานของพนักงานในโรงงานอุตสาหกรรมทุกวันนี้ต้องเผชิญกับความเสี่ยงในการเกิดอุบัติเหตุและอันตรายจากการทำงานที่ส่งผลกระทบต่อพนักงานทั้งพิการ สูญเสียชีวิตและทรัพย์สิน และยังส่งผลร้ายแรงต่อความมั่นคงและความอยู่รอดขององค์กรที่ไม่ได้วางแผนป้องกันความเสี่ยงไว้ การจัดการความเสี่ยงอย่างมีประสิทธิภาพจึงเป็นเทคนิคสำคัญที่โรงงานอุตสาหกรรมควรนำไปใช้อย่างจริงจัง ซึ่งในบทความนี้ได้นำเสนอวิธีจัดการความเสี่ยงด้านความปลอดภัยในการทำงานภาคอุตสาหกรรม ซึ่งมีหัวใจสำคัญอยู่ที่การค้นหาและระบุความเสี่ยง การชี้บ่งอันตราย การประเมินความเสี่ยง และการจัดทำแผนงานบริหารจัดการความเสี่ยงที่โรงงานสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้อย่างง่าย ไม่ซับซ้อน และสามารถลด ป้องกัน และจัดการความเสี่ยงให้บรรลุเป้าหมายความเสี่ยงเป็นศูนย์ อุบัติเหตุเป็นศูนย์ได้อย่างเห็นผล

คำสำคัญ : การชี้บ่งอันตราย, การประเมินความเสี่ยง, แผนงานบริหารจัดการความเสี่ยง

Abstract

Nowadays, employees working in industries have to deal with the risk of accidents and emergencies arising from the hazard. These injuries are the leading cause of death, disability, and economic loss. They will also affect industry's stability and survive in the future if they do not have a risk management plan. The efficient risk management is an important technique by which industries should implement it seriously. This paper provides risk management in working environments. The main concepts of risk management is in searching for and identifying risk, identifying hazard, risk assessment, doing a risk management plan that can be applied easily, and being able to reduce, protect and manage risk in order to achieve the goal in zero accident and zero risk.

Keywords : Hazard identification, Risk assessment, Risk management plan

¹อาจารย์ประจำสาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย

ความนำ

บทความนี้เป็นการสรุปสาระสำคัญของการประยุกต์ใช้วิธีการจัดการความเสี่ยงเพื่อลดและป้องกันอุบัติเหตุอันเนื่องมาจากการทำงานในโรงงานอุตสาหกรรม เนื่องจากในปัจจุบันประเทศไทยมีจำนวนพนักงานที่ได้รับอุบัติเหตุและอันตรายหรือเจ็บป่วยจากการทำงานในอุตสาหกรรมเป็นจำนวนมาก โดยในปี พ.ศ.2553 มีผู้ประสบอันตรายหรือเจ็บป่วยจากการทำงานรวมจำนวนทั้งสิ้น 146,511 คน แบ่งเป็นจำนวนพนักงานที่ประสบอันตรายจนถึงแก่ชีวิต 619 คน ทูพพลภาพ จำนวน 11 คน สูญเสียอวัยวะบางส่วน 2,149 คน หยุดงานเกิน 3 วัน จำนวน 39,919 คน และหยุดงานไม่เกิน 3 วัน จำนวน 103,813 คน (สำนักงานกองทุนเงินทดแทน สำนักงานประกันสังคม กระทรวงแรงงาน, 2554) อย่างไรก็ตาม แม้จะมีผู้เสียชีวิตเพียง 1 คน ไม่ว่าจะเป็นโรงงานอุตสาหกรรมแห่งใด ก็ไม่ควรให้เกิดขึ้นเพราะทรัพยากรมนุษย์ เป็นสิ่งที่มีค่าและไม่สามารถชดเชยหรือทดแทนได้ สถานประกอบการทุกที่ต่างตระหนักและให้ความสำคัญกับการส่งเสริมความปลอดภัยในการดำเนินงานในอุตสาหกรรมอย่างมาก เนื่องจากความสูญเสียที่เกิดขึ้นไม่ใช่เพียงทรัพยากรมนุษย์ แต่ยังมีค่าสูญเสียด้านเวลาและมูลค่าของทรัพย์สิน ส่งผลให้ผลตอบแทนที่สถานประกอบการได้ลดลง แนวทางการแก้ไขปัญหาดังกล่าวควรวิเคราะห์หาสาเหตุที่ทำให้การเจาะลึกลงไปถึงความเสี่ยงที่จะทำให้เกิดอุบัติเหตุจากการทำงานของพนักงาน ซึ่งถ้ากำจัดความเสี่ยงหรือลดความเสี่ยงลงได้ จะช่วยลดจำนวนอุบัติเหตุและความรุนแรงของอุบัติเหตุลง การจัดการความเสี่ยงในงานอุตสาหกรรมจึงเป็นวิธีการที่เหมาะสมสำหรับการลดและสกัดกั้นอุบัติเหตุที่จะเกิดขึ้นจากการทำงานได้

ความสำคัญของการจัดการความเสี่ยง

การวิเคราะห์ความเสี่ยงด้านความปลอดภัยเป็นพื้นฐานที่จำเป็นต่อการจัดการความปลอดภัยในการสร้างแผนงานและประเมินความเสี่ยงให้เป็นส่วนสำคัญของ

ระบบการจัดการผลิต (Fung, Tam, Lo & Lu, 2010) ซึ่งสามารถลดความเสี่ยงจากการทำงานของพนักงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Pasman, Jung, Prem, Rogers & Yang, 2009) เนื่องจากการจัดการความเสี่ยงจะประกอบด้วยการชี้บ่งอันตรายและการประเมินความเสี่ยงที่ประกอบด้วยเทคนิคเชิงคุณภาพและเชิงปริมาณที่จะทำให้ทราบความเสี่ยงที่มีอยู่ และการกำหนดมาตรการป้องกันเพื่อความปลอดภัย (Lind, Nenonen, & Jouni, 2009 ; Marhavilas, Koulouriotis & Gemeni, 2011) การจัดการความเสี่ยงถูกนำไปใช้จริงในงานอุตสาหกรรมเพื่อลดความเสี่ยงต่อการเกิดอุบัติเหตุจากการทำงานอย่างแพร่หลาย เช่น อุตสาหกรรมประเภทการป้อนโลหะ (ศรัณย์ ปัญญธรรม, 2547) อุตสาหกรรมผลิตขวดแก้ว (สมชัย วิจิฐานนท์, 2551) อุตสาหกรรมผลิตก๊าซธรรมชาติ (ประพันธ์ ลิ่มเล็ก, 2547) และอุตสาหกรรมปิโตรเลียม (พันธวัชร บรรจงศิริเจริญ, 2547) เป็นต้น

ความหมายและประเภทของความเสี่ยง

มีนักวิชาการและหน่วยงานให้ความหมายของความเสี่ยงไว้หลายท่าน เช่น กรมโรงงานอุตสาหกรรม (กรมโรงงานอุตสาหกรรม, 2542) ให้ความหมายไว้ว่าเป็น “ผลลัพธ์ของความน่าจะเป็นที่จะเกิดอันตราย และผลจากอันตรายนั้น” ในขณะที่ เจริญ เจษฎาวัดย์ (2550) กล่าวว่าความเสี่ยงคือ “โอกาสที่องค์การจะเกิดการดำเนินงานที่ขาดทุน หรือไม่สามารถดำเนินการให้ประสบความสำเร็จตามแผนงานหรือเป้าหมายที่ตั้งไว้” เช่นเดียวกับ ชัยเสฏฐ์ พรหมศรี (2550) ให้ความหมายไว้ว่าเป็น “โอกาสที่บางสิ่งบางอย่างอาจเกิดขึ้น ซึ่งเป็นผลลัพธ์ของสิ่งที่เป็นอันตรายหรือคุกคามที่ส่งผลกระทบต่อกิจกรรมทางธุรกิจหรือแผนการต่าง ๆ ทั้งนี้ความเสี่ยงเกิดขึ้นเนื่องมาจากความไม่แน่นอนซึ่งสามารถวัดได้จากความน่าจะเป็นของสิ่งที่เกิดขึ้นหรือผลลัพธ์ของสิ่งที่เกิดขึ้น (ถ้าได้เกิดขึ้นจริง) นิรภัย จันทร์สวัสดิ์ (2551) ขยายความหมายของความเสี่ยงไว้ว่าเป็น “ความสูญเสียหรือความเสียหาย ที่มีผลกระทบต่อทั้งในรูปตัวเงิน หรือไม่ใช่ตัวเงินต่อธุรกิจหรือองค์กร เช่น

รายได้ รายจ่าย ทรัพย์สิน หนี้สิน เวลา ความแปรปรวน และกำไร ที่คาดว่าจะเกิดขึ้นแก่องค์กรในอนาคต โดยที่เราจะไม่กล่าวถึงสิ่งที่เกิดขึ้นมาแล้วในอดีต แต่เป็นการมองคาดการณ์ไปข้างหน้า หรือมองหาเหตุที่คาดว่าจะเกิดในอนาคต จากจุดที่เป็นอยู่ในปัจจุบัน”

โดยสรุปความหมายของความเสี่ยง คือ โอกาสที่อาจเกิดอันตรายหรือเหตุการณ์ที่ไม่พึงปรารถนาและหากเกิดขึ้นแล้วจะส่งผลกระทบหรือก่อให้เกิดความสูญเสียต่อชีวิตและ/หรือทรัพย์สิน โดยความเสี่ยงสามารถจำแนกออกได้เป็น 4 ประเภท (นิรภัย จันทรสวัสดิ์, 2551) ดังนี้

ประเภทที่ 1 ความเสี่ยงเชิงกลยุทธ์ (strategic risk) เป็นความเสี่ยงที่เกี่ยวข้องในระดับเหตุการณ์

ประเภทที่ 2 ความเสี่ยงเชิงปฏิบัติการ (operational risk) เป็นความเสี่ยงที่เกี่ยวข้องในระดับปฏิบัติการ

ประเภทที่ 3 ความเสี่ยงเชิงการเงิน (financial risk) เป็นความเสี่ยงที่เกี่ยวข้องด้านการเงิน

ประเภทที่ 4 ความเสี่ยงเชิงอันตรายทางกายภาพ (hazard risk) เป็นความเสี่ยงในด้านความปลอดภัยจากอันตรายต่อชีวิตและทรัพย์สิน

ความเสี่ยงในประเภทที่ 4 เป็นความเสี่ยงที่ส่งผลกระทบต่อมนุษย์และทรัพย์สิน และเป็นประเด็นสำคัญของบทความนี้ที่มุ่งนำเสนอวิธีการจัดการความเสี่ยงในภาพรวมในภาคอุตสาหกรรม เนื่องจากการทำงานในภาคอุตสาหกรรมได้ก่อให้เกิดอุบัติเหตุและอันตรายกับพนักงานตามข้อมูลทางสถิติที่ได้กล่าวไว้แล้วในข้างต้น

ประเภทอุตสาหกรรมที่ต้องจัดการความเสี่ยง

ความเสี่ยงจะมีในทุกประเภทของงานอุตสาหกรรม โดยเฉพาะประเภทของโรงงานอุตสาหกรรมที่กระทรวงอุตสาหกรรมประกาศให้ผู้ที่ประสงค์จะขอรับใบอนุญาตประกอบกิจการโรงงานหรือใบอนุญาตขยายโรงงาน จัดทำรายงานการวิเคราะห์ความเสี่ยงจากอันตรายที่เกิดจากการประกอบกิจการโรงงาน ประกอบด้วย โรงงานอุตสาหกรรม 12 ประเภท (กรมโรงงานอุตสาหกรรม, 2542) ดังต่อไปนี้

1. โรงงานสกัดน้ำมันจากพืช สัตว์ หรือไขมันสัตว์

เฉพาะที่ใช้สารตัวทำลายในการสกัด

2. โรงงานประกอบกิจการเกี่ยวกับ เคมีภัณฑ์ สารเคมีหรือวัตถุอันตราย

3. โรงงานประกอบกิจการเกี่ยวกับปุ๋ย หรือสารป้องกัน หรือกำจัดศัตรูพืชหรือสัตว์

4. โรงงานประกอบกิจการเกี่ยวกับการผลิตยาง เรซินสังเคราะห์ ยางอีลาสโตเมอร์ พลาสติก หรือเส้นใยสังเคราะห์ซึ่งมีไซยาไนด์

5. โรงงานประกอบกิจการเกี่ยวกับสี น้ำมันชักเงา เซลล์แล็ค แล็กเกอร์ หรือผลิตภัณฑ์สำหรับใช้ยาหรืออุตสาหกรรม

6. โรงงานประกอบกิจการเกี่ยวกับการทำไม้ขีดไฟ วัตถุระเบิด หรือดอกไม้ไฟ

7. โรงงานกลั่นน้ำมันปิโตรเลียม

8. โรงงานประกอบกิจการเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์จากปิโตรเลียม ถ่านหิน หรือลิกไนต์

9. โรงงานผลิตก๊าซ ซึ่งมีไซก้าธรรมชาติ ส่งหรือจำหน่ายก๊าซ

10. โรงงานบรรจุก๊าซ

11. โรงงานห้องเย็น

12. โรงงานผลิต ซ่อมแซม ดัดแปลง เครื่องกระสุนปืน วัตถุระเบิด หรือสิ่งอื่นใดที่มีอำนาจในการประหาร ทำลายหรือทำให้หมดสมรรถภาพ ในทำนองเดียวกับอาวุธปืน เครื่องกระสุนปืน หรือวัตถุระเบิด และรวมถึงสิ่งประกอบของสิ่งดังกล่าว

โรงงานเหล่านี้ มีแนวโน้มที่จะเกิดอุบัติเหตุและอันตรายต่อพนักงานและทรัพย์สิน เช่น อาจเกิดการระเบิด เกิดอัคคีภัย ซึ่งจะทำให้มีผู้บาดเจ็บหรืออาจเสียชีวิตได้ ทรัพย์สินเสียหาย พนักงานได้รับสารเคมีจนเกิดการสะสม และก่อให้เกิดการเจ็บป่วยได้ เป็นต้น ดังนั้น โรงงานเหล่านี้จะต้องจัดทำรายงานการวิเคราะห์ความเสี่ยงจากอันตรายที่อาจเกิดจากการประกอบกิจการโรงงาน ซึ่งได้สรุปประเด็นสำคัญที่ต้องรายงานตามประกาศของกระทรวงอุตสาหกรรมไว้ดังนี้

1. ข้อมูลรายละเอียดการประกอบกิจการ ประกอบด้วย ข้อมูลแผนที่/ตำแหน่งที่ตั้งของโรงงาน และ

สถานที่บริเวณโรงงาน เช่น แหล่งที่พักอาศัย โรงงาน โรงพยาบาล สถานือนามัย โรงเรียน สถานศึกษา วัด เส้นทางคมนาคม และชุมชนที่อยู่ใกล้เคียงในระยะ 500 เมตร โดยรอบ เป็นต้น แผนผังแสดงตำแหน่งที่ตั้งของโรงงานที่อาจก่อให้เกิดอุบัติเหตุร้ายแรง เช่น การระเบิด การเกิดอัคคีภัย การรั่วไหลของสารเคมีหรือวัตถุอันตราย และการรั่วไหลของน้ำมันในกรณีที่มีโรงงานหลายโรงตั้งอยู่ในบริเวณเดียวกัน แผนผังโรงงานแสดงรายละเอียดการติดตั้งเครื่องจักร อุปกรณ์ เครื่องมือเกี่ยวกับความปลอดภัย สถานที่จัดเก็บวัตถุดิบ เชื้อเพลิง สารเคมีและวัตถุอันตราย ผลิตภัณฑ์ จุดที่พักคนงาน โรงอาหารที่มีความสำคัญต่อการเกิดการป้องกันหรือการควบคุมเพลิงไหม้ การระเบิด การรั่วไหลของสารเคมีและวัตถุอันตราย (ขนาดมาตรฐาน 1 : 100) ข้อมูลแสดงขั้นตอน กระบวนการผลิต และแผนภูมิกระบวนการผลิต อุณหภูมิ ความดัน ชนิดและปริมาณของวัตถุดิบ เชื้อเพลิง สารเคมี วัตถุอันตราย ผลิตภัณฑ์และวัตถุพลอยได้เฉลี่ยต่อปี ข้อมูลเกี่ยวกับจำนวนพนักงานที่ปฏิบัติงานในโรงงาน พร้อมข้อมูลการจัดช่วงเวลาในการทำงาน ข้อมูลเพิ่มเติมอื่นๆ เช่น สถิติของการเกิดอุบัติเหตุ การบาดเจ็บ การเจ็บป่วย รายงานการสอบสวนอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นในโรงงาน หรือรายงานการตรวจประเมินด้านความปลอดภัย เป็นต้น

2. ข้อมูลแสดงรายละเอียดการชั่งอันตรายและการประเมินความเสี่ยง

3. ข้อมูลแสดงรายละเอียดของแผนงานบริหารจัดการความเสี่ยง โดยในลำดับที่ (2) และ (3) จะอธิบายรายละเอียดในหัวข้อต่อไป

ข้อมูลข้างต้นสะท้อนให้เห็นถึงความสำคัญด้านความปลอดภัยในการทำงานของทุกภาคส่วนที่เกี่ยวข้อง ไม่ว่าจะเป็นส่วนราชการดังประกาศตามที่กระทรวงอุตสาหกรรมได้ประกาศไว้อย่างชัดเจน ส่วนภาคอุตสาหกรรมเองที่ให้ความสำคัญ ตั้งใจและปฏิบัติตามประกาศอย่างเคร่งครัดและจริงจัง เพื่อช่วยกันลดจำนวนการเสียชีวิตและการบาดเจ็บของพนักงานในประเทศให้ต่ำมากที่สุดและยิ่งถ้าไม่มีผู้เสียชีวิตและบาดเจ็บเลยได้จะเป็นการดีต่อการพัฒนาทั้งทางด้าน

สังคมและเศรษฐกิจให้เติบโตควบคู่กันไป

อย่างไรก็ตามโรงงานประเภทอื่นที่ไม่ได้อยู่ในข่ายของ 12 โรงงานข้างต้น สามารถนำหลักการจัดการความเสี่ยงที่นำเสนอซึ่งประกอบด้วยหลักการซึ่งอันตราย การประเมินความเสี่ยง และการจัดทำแผนงานบริหารจัดการความเสี่ยงไปประยุกต์ใช้ให้เหมาะสมทั้งโรงงานที่เพิ่งเปิดกิจการหรือโรงงานที่ได้เปิดดำเนินการมานานแล้ว ดังรายละเอียดที่จะกล่าวในหัวข้อต่อไป

ขั้นตอนการจัดการความเสี่ยง

การจัดการความเสี่ยงที่นำเสนอในบทความนี้เป็นการจัดการความเสี่ยงด้านความปลอดภัยในการทำงาน โดยดำเนินการตามขั้นตอนการซึ่งอันตราย การประเมินความเสี่ยง และการจัดทำแผนงานบริหารจัดการความเสี่ยงตามประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม โดยสรุปดังนี้

การซึ่งอันตราย

การซึ่งอันตราย (hazard identification) ตามความหมายของกรมโรงงานอุตสาหกรรม หมายถึง การแจกแจงอันตรายต่างๆ ที่มีอยู่และที่แอบแฝงอยู่ ซึ่งอาจเกิดขึ้นจากการประกอบกิจการทุกขั้นตอน ตั้งแต่การรับจ่าย การเก็บ การขนส่งหรือขนถ่าย การเคลื่อนย้าย การใช้ การขนส่งวัตถุดิบ เชื้อเพลิง สารเคมี และวัตถุอันตราย ผลิตภัณฑ์และวัตถุพลอยได้ ขั้นตอนการผลิต กระบวนการผลิต วิธีการปฏิบัติงาน เครื่องจักรหรืออุปกรณ์ที่ใช้ในการผลิต รวมถึงกิจกรรมหรือลักษณะสภาพการณ์ต่างๆ ภายในโรงงาน เป็นต้น

วิธีการซึ่งอันตรายที่นิยมใช้ในปัจจุบันมีอยู่ด้วยกันหลายวิธี (กรมโรงงานอุตสาหกรรม, 2542) ได้แก่

1. การซึ่งอันตรายโดยใช้แบบตรวจ (checklist) สำหรับตรวจสอบการดำเนินงานเพื่อค้นหาอันตรายที่มีและที่แอบแฝงอยู่ในโรงงาน ซึ่งในแบบตรวจจะประกอบด้วยรายการคำถามที่ได้มาจากมาตรฐาน กฎหมาย หรือการปฏิบัติที่ดีเทียบกับสิ่งที่องค์กรหรือหน่วยงานที่มีอยู่ โดยมีผู้มีประสบการณ์ตรวจสอบความถูกต้องและความสมบูรณ์ของแบบตรวจก่อนที่จะนำแบบตรวจไปใช้ในโรงงาน

2. การชี้บ่งอันตรายโดยการวิเคราะห์คำถาม “จะเกิดอะไรขึ้น...ถ้า...” (what if analysis) และหาคำตอบของคำถามที่ถาม ซึ่งการตั้งคำถามจะพิจารณาประเด็นสำคัญ เช่น ความล้มเหลวของเครื่องจักร อุปกรณ์ เครื่องมือ เครื่องวัด ระบบสาธารณูปโภคที่เกี่ยวข้อง สภาพกระบวนการผลิตที่ผิดปกติ และอุบัติเหตุที่เกิดขึ้น เป็นต้น

3. การใช้วิเคราะห์หาอันตรายและประเมินปัญหาที่อาจเป็นความเสี่ยงให้กับบุคลากรหรืออุปกรณ์ หรือการทำงานที่ไม่มีประสิทธิภาพของระบบ (hazard and operability study) โดยใช้การตั้งคำถามเกี่ยวกับความบกพร่องหรือผิดปกติในการทำงาน เช่น คำว่า “ไม่” ไม่มีการไหล (no flow) ไม่เกิดปฏิกิริยา (no reaction) เป็นต้น

4. การวิเคราะห์แผนภูมิต้นไม้แสดงเหตุและผล (fault tree analysis) ซึ่งเป็นวิธีที่วิเคราะห์หาสาเหตุของการเกิดเหตุโดยใช้เทคนิคการคิดย้อนกลับที่ใช้หลักวิชาการทางตรรกวิทยาในการหาเหตุและผล ซึ่งแสดงวิธีการวิเคราะห์ในรูปแบบของแผนภูมิต้นไม้ที่แสดงความสัมพันธ์ของสาเหตุและผลกระทบระหว่างเหตุการณ์ที่ไม่พึงประสงค์ ความล้มเหลว และสาเหตุที่เอื้อให้เกิดขึ้น

5. การวิเคราะห์รูปแบบความล้มเหลวและผลกระทบที่เกิดขึ้น (failure modes and effects analysis) สำหรับการตรวจสอบชิ้นส่วนเครื่องจักร อุปกรณ์ในแต่ละส่วนของระบบ แล้วนำมาวิเคราะห์หาผลที่จะเกิดขึ้นเมื่อเกิดความล้มเหลวของเครื่องจักรอุปกรณ์นั้น โดยโหมดของความล้มเหลวและการวิเคราะห์ผลกระทบจะประยุกต์ใช้เทคนิคทางวิศวกรรมมาวิเคราะห์เพื่อกำหนด ระบุ และกำจัดปัญหาที่อาจเกิดความล้มเหลว และข้อผิดพลาดจากระบบ จากการออกแบบกระบวนการและ/หรือการบริการก่อนที่จะถึงกลุ่มลูกค้า

6. การวิเคราะห์แผนภูมิต้นไม้แสดงเหตุการณ์ (event tree analysis) เป็นวิธีการวิเคราะห์และประเมินหาผลกระทบที่จะเกิดขึ้นต่อเนื่องเมื่อเกิดเหตุการณ์แรกขึ้น และคาดการณ์ล่วงหน้าเพื่อวิเคราะห์หาผลสืบเนื่องที่จะเกิดขึ้นเมื่อเครื่องจักร อุปกรณ์เสียหาย หรือคนทำงาน

ผิดพลาด เพื่อให้ทราบสาเหตุการเกิดและโอกาสที่จะเกิด วิธีการนี้ยังใช้ตรวจสอบระบบความปลอดภัยที่มีอยู่ว่ามีปัญหาหรือไม่อย่างไรได้อีกด้วย

7. วิธีการอื่นๆ ที่ผ่านความเห็นชอบจากกรมโรงงานอุตสาหกรรม เช่น การชี้บ่งอันตรายโดยยึดแนวทางตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ระบบการจัดการอาชีวอนามัย และความปลอดภัย เป็นต้น ทั้งนี้ วิธีการที่นอกเหนือจากนี้ หากทางโรงงานจะนำไปใช้ในการชี้บ่งอันตราย ต้องเสนอวิธีการให้กรมโรงงานอุตสาหกรรมพิจารณาเห็นชอบก่อน ซึ่งวิธีการทั้ง 7 วิธีนั้น ทางโรงงานอาจเลือกใช้วิธีการใดวิธีการหนึ่งหรือหลายวิธีที่เหมาะสม โดยพิจารณาจากลักษณะประเภทของอุตสาหกรรม หรือพิจารณาจากลักษณะความเสี่ยงจากอันตรายที่อาจเกิดขึ้นจากการดำเนินการในโรงงาน

การประเมินความเสี่ยง

การประเมินความเสี่ยงตามความหมายของกรมโรงงานอุตสาหกรรม หมายถึง ขั้นตอนหรือกระบวนการวิเคราะห์ปัจจัยและ/หรือสภาพการณ์ต่างๆ ที่เป็นสาเหตุที่จะทำให้อันตรายที่มีและที่แฝงตัวอยู่ก่อให้เกิดอุบัติเหตุหรือเหตุการณ์ไม่พึงประสงค์ได้ เช่น การเกิดอัคคีภัย การระเบิด เป็นต้น โดยในการประเมินความเสี่ยงจะพิจารณาโอกาสและความรุนแรงของเหตุการณ์

หลักเกณฑ์สำหรับการประเมินความเสี่ยงในที่นี้ ขอยกตัวอย่างเกณฑ์การพิจารณาระดับโอกาสในการเกิดเหตุการณ์ ระดับความรุนแรงของเหตุการณ์และระดับความเสี่ยงจากกรมโรงงานอุตสาหกรรม ตามตัวอย่างในตาราง 1-6 (กรมโรงงานอุตสาหกรรม, 2542) เนื่องจากเป็นตัวอย่างที่เหมาะสมกับการนำไปใช้และเป็นไปได้จริงในโรงงานอุตสาหกรรม หากจะนำไปประยุกต์ใช้สามารถปรับเปลี่ยนให้เหมาะสมกับบริบทของโรงงานได้ ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1. ระดับโอกาสในการเกิดเหตุการณ์

การพิจารณาระดับโอกาสในการเกิดเหตุการณ์ต่างๆ โดยทั่วไปนิยมแบ่งเป็น 4 ระดับ และแต่ละระดับจะระบุรายละเอียดอย่างชัดเจนว่ามีลักษณะเป็นอย่างไร

ตาราง 1

การจัดระดับโอกาสในการเกิดเหตุการณ์ต่าง ๆ

ระดับ	รายละเอียด
1	มีโอกาสนในการเกิดยาก เช่น ไม่เคยเกิดเลย ในช่วงเวลาตั้งแต่ 10 ปีขึ้นไป
2	มีโอกาสนในการเกิดน้อย เช่น ความถี่ในการเกิด เกิดขึ้น 1 ครั้ง ในช่วง 5-10 ปี
3	มีโอกาสนในการเกิดปานกลาง เช่น ความถี่ในการเกิด เกิดขึ้น 1 ครั้ง ในช่วง 1-5 ปี
4	มีโอกาสนในการเกิดสูง เช่น ความถี่ในการเกิด เกิดมากกว่า 1 ครั้ง ใน 1 ปี

2. ระดับความรุนแรงของเหตุการณ์

เป็นการพิจารณาระดับความรุนแรงของเหตุการณ์
ที่เกิดว่าอาจส่งผลกระทบต่อบุคคล ต่อชุมชน ต่อทรัพย์สิน
และสิ่งแวดล้อมว่ามากน้อยเพียงใด

ตาราง 2

การจัดระดับความรุนแรงของเหตุการณ์ต่าง ๆ ที่ส่งผลกระทบต่อบุคคล

ระดับ	ความรุนแรง	รายละเอียด
1	เล็กน้อย	มีการบาดเจ็บเล็กน้อยในระดับ ปฐมพยาบาล
2	ปานกลาง	มีการบาดเจ็บที่ต้องได้รับการรักษา ทางการแพทย์
3	สูง	มีการบาดเจ็บหรือเจ็บป่วยที่รุนแรง
4	สูงมาก	ทุพพลภาพหรือเสียชีวิต

ตาราง 3

การจัดระดับความรุนแรงของเหตุการณ์ต่าง ๆ ที่ส่งผลกระทบต่อชุมชน

ระดับ	ความรุนแรง	รายละเอียด
1	เล็กน้อย	ไม่มีผลกระทบต่อชุมชนรอบโรงงาน หรือมีผลกระทบเล็กน้อย
2	ปานกลาง	มีผลกระทบต่อชุมชนรอบโรงงาน และแก้ไขได้ในระยะเวลาดำเนินการ
3	สูง	มีผลกระทบต่อชุมชนรอบโรงงาน และต้องใช้เวลาในการแก้ไข
4	สูงมาก	มีผลกระทบรุนแรงต่อชุมชนเป็นบริเวณ กว้าง หรือหน่วยงานของรัฐต้องเข้า ดำเนินการแก้ไข

หมายเหตุ ผลกระทบต่อชุมชน หมายถึง เหตุรำคาญ
ต่อชุมชน การบาดเจ็บ เจ็บป่วยของประชาชน ความเสียหาย
ต่อทรัพย์สินของชุมชนและประชาชน

ตาราง 4

การจัดระดับความรุนแรงของเหตุการณ์ต่าง ๆ ที่ส่งผลกระทบต่อทรัพย์สิน

ระดับ	ความรุนแรง	รายละเอียด
1	เล็กน้อย	ทรัพย์สินเสียหายน้อยมากหรือ ไม่เสียหายเลย
2	ปานกลาง	ทรัพย์สินเสียหายปานกลางและสามารถ ดำเนินการผลิตต่อไปได้
3	สูง	ทรัพย์สินเสียหายมากและต้องหยุด การผลิตในบางส่วน
4	สูงมาก	ทรัพย์สินเสียหายมากและต้องหยุด การผลิตทั้งหมด

หมายเหตุ ความเสียหายของทรัพย์สินในแต่ละระดับ
โรงงานสามารถกำหนดขึ้นเองตามความเหมาะสมโดย
พิจารณาถึงขีดความสามารถของโรงงาน

ตาราง 5

การจัดระดับความรุนแรงของเหตุการณ์ต่าง ๆ ที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

ระดับ	ความรุนแรง	รายละเอียด
1	เล็กน้อย	ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมเล็กน้อย สามารถควบคุมหรือแก้ไขได้
2	ปานกลาง	มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมปานกลาง สามารถแก้ไขได้ในระยะเวลาดำเนินการ
3	สูง	มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมรุนแรง ต้องใช้เวลาในการแก้ไข
4	สูงมาก	มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมรุนแรงมาก ต้องใช้ทรัพยากรและเวลานานในการแก้ไข

หมายเหตุ ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม หมายถึง การเสื่อมโทรม
และเสียหายของสิ่งแวดล้อม เช่น อากาศ ดิน แหล่งน้ำ
เป็นต้น

3. ระดับความเสี่ยง

หลังจากที่ประเมินระดับโอกาสและระดับความ
รุนแรงแล้ว ให้นำผลที่ได้มาคูณเพื่อให้ได้ผลลัพธ์ระดับ

ความเสี่ยง ทั้งนี้หากระดับความเสี่ยงที่มีผลกระทบต่อบุคคล ชุมชน ทรัพย์สิน และสิ่งแวดล้อม มีค่าแตกต่างกัน ให้เลือกระดับความเสี่ยงที่มีค่าสูงกว่าเป็นผลของการประเมินความเสี่ยงในเรื่องนั้นๆ ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้จะทำให้ทราบวาระดับความเสี่ยงอยู่ที่ระดับใด และต้องดำเนินการอย่างไร

ตาราง 6

การจัดระดับความเสี่ยงอันตราย

ระดับความเสี่ยง	ผลลัพธ์	ความหมาย
1	1-2	ความเสี่ยงเล็กน้อย
2	3-6	ความเสี่ยงที่ยอมรับได้
3	8-9	ความเสี่ยงสูง ต้องมีการดำเนินงานเพื่อลดความเสี่ยง
4	12-16	ความเสี่ยงที่ยอมรับไม่ได้ ต้องหยุดดำเนินการและปรับปรุงแก้ไขเพื่อลดความเสี่ยงลงทันที

ระดับความเสี่ยงที่ได้จากตาราง 6 เป็นปัจจัยสำคัญในการจัดทำแผนงานบริหารจัดการความเสี่ยงเพื่อกำหนดมาตรการความปลอดภัยที่เหมาะสมสามารถลดและควบคุมความเสี่ยงจากอันตรายที่เกิดขึ้นได้ ซึ่งการพิจารณาการจัดทำแผนงานดังกล่าวจะนำผลลัพธ์ที่ได้จากตาราง 6 มาพิจารณาดังนี้ กรณีที่ 1 ถ้าระดับความเสี่ยงอยู่ในระดับที่ยอมรับไม่ได้ ผู้ประกอบกิจการโรงงานต้องหยุดการดำเนินงานทันที และปรับปรุงแก้ไขเพื่อลดความเสี่ยงก่อนดำเนินงานต่อไป โดยการจัดทำแผนงานลดความเสี่ยงและแผนงานควบคุมความเสี่ยง กรณีที่ 2 ถ้าระดับความเสี่ยงสูง ผู้ประกอบกิจการโรงงานต้องจัดทำแผนงานลดความเสี่ยงและแผนงานควบคุมความเสี่ยง และกรณีที่ 3 ถ้าระดับความเสี่ยงอยู่ในระดับที่ยอมรับได้ ผู้ประกอบกิจการโรงงานต้องจัดทำแผนงานควบคุมความเสี่ยง โดยรายละเอียดเบื้องต้นเกี่ยวกับแผนงานบริหารจัดการความเสี่ยงจะกล่าวถึงในหัวข้อต่อไป

แผนงานบริหารจัดการความเสี่ยง

แผนงานบริหารจัดการความเสี่ยง (กรมโรงงานอุตสาหกรรม, 2543) ประกอบด้วยแผนงานลดความเสี่ยงและแผนงานควบคุมความเสี่ยง โดยแต่ละแผนงานมีรายละเอียดดังนี้

1. แผนงานลดความเสี่ยง

เป็นแผนงานที่จัดทำขึ้นโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อปรับปรุงแก้ไขเพื่อลดความเสี่ยงให้อยู่ในระดับความเสี่ยงที่ยอมรับได้ โดยจะต้องทำมาตรการเพื่อลดความเสี่ยงที่แสดงให้เห็นถึงกิจกรรมหรือการดำเนินการเพื่อลดความเสี่ยงที่มี มีขั้นตอนการปฏิบัติ มีการกำหนดผู้รับผิดชอบ ระยะเวลา และการตรวจติดตามเพื่อให้การดำเนินงานเป็นไปตามแผนที่วางไว้ ซึ่งมาตรการสำหรับการลดความเสี่ยงสามารถดำเนินการได้หลายแนวทาง ได้แก่

1.1 การกำหนดมาตรการป้องกันและควบคุมสาเหตุของการเกิดอุบัติเหตุและอันตรายที่เกิดขึ้น โดยอาจใช้วิธีการทางวิศวกรรมควบคู่กับการนำผลที่ได้จากการชี้บ่งอันตรายและการประเมินความเสี่ยงมาใช้ในการลดหรือกำจัดอันตรายในขั้นตอนของการออกแบบ การสร้าง การติดตั้งเครื่องจักร อุปกรณ์ การติดตั้งระบบความปลอดภัย เป็นต้น การกำหนดวิธีการทำงานเพื่อให้พนักงานสามารถปฏิบัติงานตามวิธีการที่ถูกต้อง การกำหนดแผนงานและวิธีการบำรุงรักษาเครื่องจักรและระบบความปลอดภัยเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานและยืดอายุการใช้งาน การฝึกอบรมพนักงานด้านความปลอดภัยในการทำงาน และการตรวจประเมินความปลอดภัยอย่างต่อเนื่องและสม่ำเสมอ เป็นต้น

1.2 การกำหนดมาตรการระงับและฟื้นฟูเหตุการณ์ สำหรับรองรับการเกิดเหตุฉุกเฉินประกอบกับการเฝ้าระวังและฝึกซ้อมตามแผนการที่วางไว้ การจัดให้มีการสอบสวนอุบัติเหตุ การบันทึกและการรายงานการเกิดอุบัติเหตุ การจัดทำแผนเพื่อฟื้นฟูสภาพโรงงานทั้งในส่วนสภาพแวดล้อมในโรงงาน ชุมชน และสิ่งแวดล้อมบริเวณใกล้เคียงโรงงาน เป็นต้น

2. แผนงานควบคุมความเสี่ยง เป็นแผนงานที่

จัดทำขึ้นเพื่อควบคุมและตรวจสอบมาตรการป้องกันและควบคุมสาเหตุของการเกิดอันตราย และมาตรการระงับและฟื้นฟูเหตุการณ์ตามที่ได้กล่าวไปข้างต้นเพื่อให้สามารถลดควบคุม และป้องกันความเสี่ยงให้อยู่ในระดับที่ยอมรับได้

แผนงานบริหารจัดการความเสี่ยงจะเกิดประสิทธิภาพและก่อให้เกิดประสิทธิผลดีเท่าที่ควร สิ่งสำคัญที่สุดคือ การตรวจสอบและการทบทวนความเสี่ยงอย่างสม่ำเสมอว่าเพียงพอหรือไม่ อย่างไร เพื่อที่จะปรับเปลี่ยนให้เหมาะสมกับสภาพการเปลี่ยนแปลงตามกาลเวลาที่ผ่านไปหรือการนำเทคโนโลยีหรือนวัตกรรมใหม่เข้ามาใช้ในการดำเนินการด้านความปลอดภัย

บทสรุป

โรงงานอุตสาหกรรมที่จะดำเนินการจัดการความเสี่ยงสามารถดำเนินการตามขั้นตอนที่ได้นำเสนอไว้ในส่วนของเนื้อหาข้างต้น อย่างรอบคอบใน 2 ส่วน คือ การชี้บ่งอันตรายเพื่อจะได้ทราบภัยเสี่ยงหรือสิ่งที่เป็นความเสี่ยงที่มีอยู่ให้เห็นและที่แฝงตัวอยู่ในจุดใดจุดหนึ่ง ของการทำงาน และการกำหนดเกณฑ์การประเมินความเสี่ยงให้เหมาะสมกับบริบทและสภาพความเป็นจริงของโรงงานมากที่สุด เพื่อให้ผลประโยชน์ที่ได้สะท้อนความเป็นจริงที่เกิดขึ้นของโรงงานเอง อันจะนำไปสู่การจัดการความเสี่ยงที่ตรงจุดและทันทั่วทั้งที่

นอกเหนือจากการดำเนินการตามขั้นตอนดังที่ได้กล่าวไปแล้ว ทางโรงงานควรดำเนินการต่อไปนี้ประกอบด้วย

1. ผู้บริหารทุกระดับให้ความสำคัญกับการจัดการความเสี่ยงในการทำงานและควรร่วมพิจารณาแผนบริหารจัดการความเสี่ยงรวมทั้งการจัดสรรงบประมาณและทรัพยากรที่จำเป็นเพื่อสนับสนุนการดำเนินงานให้เป็นไปตามแผนที่วางไว้

2. ผู้บริหารควรประกาศนโยบาย “อุบัติเหตุเป็นศูนย์” ให้พนักงานทุกคนในองค์กรทราบและเข้าใจโดยทั่วกันเพื่อให้บุคลากรทุกคนทำงานด้วยความระมัดระวังจะได้ไม่เกิดอุบัติเหตุ

3. ผู้บริหารและบุคลากรทุกคนในองค์กรต้องมุ่งมั่น ตั้งใจ และทุ่มเทให้กับการดำเนินงานตามแผนบริหารจัดการความเสี่ยงเพื่อลดความเสี่ยงให้น้อยลงจนกระทั่งปราศจากความเสี่ยง

4. ควรติดตามการดำเนินงานให้เป็นไปตามแผนที่กำหนด และประเมินผลการดำเนินงานเพื่อนำข้อเสนอแนะที่ได้จากการประเมินมาปรับปรุงและพัฒนาเพื่อให้ระดับความเสี่ยงอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้หรือไม่มีความเสี่ยงเกิดขึ้นเลย

อย่างไรก็ตาม สิ่งสำคัญอย่างยิ่งของการจัดการความเสี่ยงในงานอุตสาหกรรมให้ประสบผลสำเร็จ ไม่ได้อยู่ที่การได้ผลประโยชน์ว่าอยู่ในระดับความเสี่ยงน้อย หรือไม่มีความเสี่ยง แต่สิ่งสำคัญที่สุด คือ การไม่หยุดนิ่งที่จะค้นหาสิ่งที่เป็นความเสี่ยงจากการทำงาน ถึงแม้ว่าจะได้ผลการดำเนินการอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้หรือไม่มีความเสี่ยงเกิดขึ้นจากการประเมิน ณ เวลาปัจจุบันก็ตาม หากโรงงานอุตสาหกรรมจะดำเนินการชี้บ่งอันตรายและการประเมินความเสี่ยงทุกปีอย่างสม่ำเสมอ จะทำให้โรงงานนั้นไม่ตั้งอยู่ในความประมาทและมีความเตรียมพร้อมและการป้องกันการเกิดอุบัติเหตุตลอดเวลา พนักงานทุกคนมีขวัญและกำลังใจที่ดีในการทำงานเพราะรู้สึกมั่นใจในความปลอดภัย จะส่งผลให้คุณภาพของผลงานดีเป็นไปตามมาตรฐาน เพราะนอกเหนือจากผลกำไรที่จะได้รับแล้วผู้บริหารหรือเจ้าของโรงงานยังสามารถหลีกเลี่ยงการสูญเสียอย่างรุนแรงของธุรกิจหรือโรงงานของตนจากอุบัติเหตุที่เกิดขึ้น เช่น กรณีการเกิดเหตุเพลิงไหม้ในโรงงาน จะส่งผลให้เกิดความสูญเสียที่ไม่อาจประเมินค่าได้ทั้งชีวิตมนุษย์และทรัพย์สินที่มีค่ามหาศาล และอาจทำให้เจ้าของธุรกิจล้มละลายได้ ดังนั้น การวางแผนและการบริหารจัดการความเสี่ยงที่มีประสิทธิภาพจะช่วยส่งเสริมความปลอดภัย ทำให้อุบัติเหตุเป็นศูนย์และลดความเสี่ยงที่รุนแรงให้กับโรงงานอุตสาหกรรมได้อย่างเห็นผลที่สุด

เอกสารอ้างอิง

- กรมโรงงานอุตสาหกรรม. (2542). *ระเบียบกรมโรงงานอุตสาหกรรมว่าด้วยหลักเกณฑ์การชี้บ่งอันตราย การประเมินความเสี่ยงและการจัดทำแผนงานบริหารจัดการความเสี่ยง*. ค้นจาก <http://www.diw.go.th/Risk/index.htm>.
- เจริญ เจษฎาวัลย์. (2550). *การบริหารความเสี่ยง Introduction to RISK MANAGEMENT*. กรุงเทพฯ: พอดี.
- ชัยเสฏฐ์ พรหมศรี. (2550). *Risk Management การบริหารความเสี่ยง*. กรุงเทพฯ: เอ็กซ์เปอร์เน็ท.
- นิรภัย จันทร์สวัสดิ์. (2551). *การบริหารความเสี่ยง จากทฤษฎี สู่ ปฏิบัติ*. กรุงเทพฯ: สุตรไฟศาล.
- ประพันธ์ ถิ่นเล็ก. (2547). *การประยุกต์ใช้การประเมินความเสี่ยงเชิงปริมาณเพื่อชี้บ่งงานวิกฤติ และกำหนดมาตรการป้องกันอุบัติเหตุเชิงรุกในกระบวนการผลิตก๊าซธรรมชาติ*. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วิศวกรรมความปลอดภัย), มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- พันธวัชร บรรจงศิริเจริญ. (2547). *การประเมินความเสี่ยงด้านความปลอดภัย สุขภาพ และสิ่งแวดล้อมสำหรับอุตสาหกรรมปิโตรเลียม*. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมและการบริหารการก่อสร้าง, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.
- ศรัณย์ ปัญญาธรรม. (2547). *การประเมินความเสี่ยงของพนักงานที่ปฏิบัติงานกับเครื่องปั๊มโลหะแบบกลไก โดยใช้การวิเคราะห์ความผิดพลาดแบบแผนภูมิต้นไม้*. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วิศวกรรมความปลอดภัย), มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- สมชัย วิจิฐานนท์. (2551). *ปัจจัยเสี่ยงที่ก่อให้เกิดอุบัติเหตุจากการปฏิบัติงานในโรงงานอุตสาหกรรมผลิตแก้วกรณีศึกษา โรงงานผลิตขวดแก้ว*. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- สำนักงานกองทุนเงินทดแทน สำนักงานประกันสังคม กระทรวงแรงงาน. (2554). *ข้อมูลสถิติการประสบอันตรายหรือเจ็บป่วยจากการทำงานจำแนกตามความรุนแรงและผลกระทบของการประสบอันตรายปี2553*. ค้น จาก <http://www.sso.go.th>.
- Fung, I., Tam, V., Lo, T. & Lu, L. (2010). Developing a risk assessment model for construction safety. *International Journal of Project Management*, 28, 593-600.
- Marhavilas, P. K., Koulouriotis, D., & Gemeni, V. (2011). Risk analysis and assessment methodologies in the work sites: On a review, classification and comparative study of the scientific literature of the period 2000-2009. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, 24(5), 477-523.
- Pasman, H. J., Jung, S., Prem, K., Rogers, W. J., and Yang, X. (2009). Is risk analysis a useful tool for improving process safety. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries.*, 22, 769-777.
- Salla, L., Nenonen, S., & Kivisto-Rahnasto, J. (2009). Methodology and theory safety risk assessment in industrial maintenance. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, 14(2), 205-217.

ชั้นบรรยากาศไอโอโนสเฟียร์มีผลต่อความแม่นยำในการระบุพิกัด ของระบบ GPS

The Ionospheric Effect to Accuracy of GPS System

*สราวุธ นนทะสุด

บทคัดย่อ

GPS มีความสำคัญอย่างมากต่องานต่างๆที่ต้องอาศัยการระบุพิกัดบนพื้นโลก แต่การใช้งานในปัจจุบันยังมีความผิดพลาดในการระบุพิกัดอยู่บ้าง เพราะสาเหตุจากการเกิดปรากฏการณ์การเปลี่ยนแปลงในชั้นบรรยากาศไอโอโนสเฟียร์ มีผลการศึกษาพบว่าชั้นบรรยากาศไอโอโนสเฟียร์เป็นชั้นที่ประกอบไปด้วยอิเล็กตรอนอิสระจำนวนมาก และมีการแปรปรวนอยู่ตลอดเวลา ซึ่งการแปรปรวนนี้มีผลต่อสัญญาณดาวเทียม GPS ย่านความถี่ L-band เมื่อสัญญาณดาวเทียมเดินทางผ่านความถี่ความแปรปรวนของอิเล็กตรอนอิสระทำให้เกิดการแกว่งไปมาอย่างกะทันหัน จึงทำให้สัญญาณเกิดการหน่วงเวลา และใช้เวลาเดินทางมาถึงเครื่องรับช้ากว่าปกติ การเกิดฟาราเดย์โรเตชัน ทำให้มุมโพลาไรซ์ของสัญญาณเปลี่ยนไปจากเดิม ซึ่งปรากฏการณ์เหล่านี้เรียกว่า การเปลี่ยนแปลงสัญญาณอย่างกะทันหัน (scintillation) ซึ่งจะส่งผลกระทบต่อความแม่นยำในการระบุพิกัดของเครื่องรับสัญญาณดาวเทียม GPS บทความนี้นำเสนอสาเหตุสำคัญของปัญหาที่ทำให้การระบุพิกัดเกิดความผิดพลาดเพื่อนำไปสู่การวิจัยเพื่อแก้ปัญหาดังกล่าว

คำสำคัญ : ชั้นบรรยากาศไอโอโนสเฟียร์, ระบบ GPS, การเปลี่ยนแปลงสัญญาณอย่างกะทันหัน

Abstract

GPS plays an important role for specifying location on the earth. The use of GPS still faces some problems on the accuracy. Most of the problems have some link to occur changes ionospheric which results from variation of large number of free electrons. This variation effect to the GPS satellite signals fluctuation which causes signal delay from normal arrived time and late. The Faraday rotation have affection signal polarization angle changes, called scintillation, which result to specific position error.

This article aimed to present causes of problems which will lead to research activities for problem solving in the future.

Keywords : Ionospheric, GPS system, Scintillation

*อาจารย์ประจำคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย

ความนำ

ปัจจุบันการสื่อสารผ่านดาวเทียมเป็นช่องทางที่สำคัญประการหนึ่งและนิยมใช้ในการติดต่อสื่อสารระหว่างสถานที่ซึ่งอยู่ห่างไกลกันและยากต่อการเข้าถึงการสื่อสารด้วยวิธีอื่น การสื่อสารผ่านดาวเทียมนี้ช่วยให้โลกมีการติดต่อสื่อสารที่ไร้พรมแดน นอกจากนี้ยังมีการนำการสื่อสารดาวเทียมมาประยุกต์ใช้ในกิจการด้านต่าง ๆ มากมาย เช่น การระบุพิกัดบนพื้นโลก (Global Positioning System) เป็นต้น

เนื่องจากระบบ GPS นั้นเป็นย่าน L-band ซึ่งผลกระทบจากชั้นบรรยากาศไอโอโนสเฟียร์จะเป็นปัจจัยที่ทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนของการระบุพิกัดของระบบ GPS ซึ่งหากการระบุพิกัดเกิดความคลาดเคลื่อนจะเป็นปัญหาก่อให้เกิดความเสียหายต่องานด้านต่าง ๆ ที่ต้องอาศัยระบบการระบุพิกัดของระบบ GPS นี้ เช่น การรังวัดที่ดิน การนำร่องเครื่องบิน หรืออาวุธยุทธโธปกรณ์ต่าง ๆ ดังนั้นการศึกษาทำความเข้าใจในลักษณะของปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นจึงมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการนำผลที่ได้จากการวิเคราะห์ไปช่วยในการลดผลกระทบต่อสัญญาณดาวเทียมที่เดินทางผ่านชั้นบรรยากาศไอโอโนสเฟียร์และลดความคลาดเคลื่อนในการบอกพิกัดของระบบ GPS

การระบุพิกัดบนพื้นโลกโดยอาศัยเทคโนโลยีการสื่อสารดาวเทียม โดยใช้ดาวเทียมประกอบไปด้วย 3 ส่วน ได้แก่ ส่วนควบคุม ส่วนผู้ใช้ และส่วนอวกาศ ในการส่งและรับสัญญาณนั้นสัญญาณดาวเทียมจะถูกส่งจากดาวเทียมและเดินทางผ่านชั้นบรรยากาศของโลกไปยังเครื่องรับสัญญาณของผู้ใช้ ชั้นบรรยากาศของโลกที่สัญญาณดาวเทียมเดินทางผ่านได้แก่ชั้นบรรยากาศโทรโปสเฟียร์ (Troposphere) และไอโอโนสเฟียร์ (Ionosphere) ซึ่งมีลักษณะเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา โดยเฉพาะอย่างยิ่งชั้นบรรยากาศไอโอโนสเฟียร์เป็นชั้นที่ประกอบไปด้วยอิเล็กตรอนอิสระและไอออนบวกจำนวนมาก ซึ่งอิเล็กตรอนอิสระและไอออนบวกเหล่านี้เกิดจากกระบวนการไอออไนซ์ของโมเลกุลก๊าซในชั้นบรรยากาศเมื่อได้รับรังสีอัลตราไวโอเล็ตจากดวงอาทิตย์ และในช่วงที่ชั้นบรรยากาศนี้

ได้รับรังสีอัลตราไวโอเล็ตในปริมาณที่น้อยหรือเป็นช่วงที่ไม่มีแสงจากดวงอาทิตย์ อิเล็กตรอนอิสระเหล่านี้จะเกิดกระบวนการรวมตัวกันใหม่กับไอออนบวกของโมเลกุลก๊าซและมีอิเล็กตรอนอิสระจำนวนไม่น้อยที่ไม่สามารถรวมตัวได้ จึงทำให้อิเล็กตรอนอิสระเหล่านี้เกิดความแปรปรวนปรากฏการณ์นี้จะมีผลต่อสัญญาณดาวเทียม GPS ซึ่งอยู่ในย่านความถี่ L-band เมื่อสัญญาณดาวเทียมเดินทางผ่านความถี่ความแปรปรวนของอิเล็กตรอนอิสระทำให้เกิดการแกว่งไปมาอย่างกะทันหัน (rapid fluctuation) ทำให้อิเล็กตรอนเกิดการหน่วงเวลา (time delay) สัญญาณมาถึงเครื่องรับช้ากว่าปกติ การเกิดฟาราเดย์โรเตชัน (Faraday rotation) ทำให้มุมโพลาไรซ์ของสัญญาณเปลี่ยนไปจากเดิมปรากฏการณ์นี้คือ การเปลี่ยนแปลงสัญญาณอย่างกะทันหัน (scintillation) ซึ่งจะส่งผลกระทบต่อการทำงานของเครื่องรับสัญญาณดาวเทียม GPS ทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนไปจากพิกัดที่ถูกต้อง

ระบบการระบุพิกัดบนพื้นโลก

ระบบการระบุพิกัดบนพื้นโลก (Global Positioning System) เป็นระบบบอกพิกัดอ้างอิงกับพื้นโลก โดยการส่งคลื่นวิทยุจากดาวเทียมในอวกาศมายังภาคพื้นดินและใช้ความต่างของเวลาในการรับส่งสัญญาณระหว่างดาวเทียมกับตัวรับสัญญาณในการคำนวณหาพิกัด, ความเร็วและเวลาให้กับผู้ใช้งานทั้งทางบก ทางทะเล ทางอากาศ และทางอวกาศ ตามปกติระบบ GPS จะมีการใส่รหัสเพื่อให้เกิดความผิดพลาดได้เล็กน้อย เนื่องจากระบบ GPS ถูกพัฒนาขึ้นมาโดยกระทรวงกลาโหมของสหรัฐอเมริกา (Department of Defense) เพื่อประโยชน์ทางการทหารและหน่วยงานราชการบางหน่วยของสหรัฐอเมริกา ซึ่งต่อมาเปิดโอกาสให้ภาคเอกชนและหน่วยงานต่าง ๆ สามารถรับสัญญาณที่ส่งจากดาวเทียมและนำมาใช้ได้ โดยข้อมูลจะถูกส่งลงมาจกดาวเทียมตลอดเวลาสำหรับเครื่องรับทั่วไป ข้อมูลเหล่านี้ประกอบด้วย สัญญาณเวลาอ้างอิง, ข้อมูลเกี่ยวกับวงโคจรดาวเทียม, สัมประสิทธิ์สภาพชั้นบรรยากาศไอโอโนสเฟียร์, สภาพการใช้งานของ

ดาวเทียม, เวลาของระบบ, Clock Bias ของดาวเทียม, ตำแหน่งละติจูด, ลองจิจูด, ความสูงเหนือระดับน้ำทะเลของเครื่องรับและพิกัดของดาวเทียม ดังนั้นเพื่อป้องกันการใช้งานในทางที่ผิด จึงมีการใส่รหัสเพื่อให้ผู้ใช้ที่ได้รับอนุญาตเท่านั้นที่จะได้ข้อมูลที่ถูกต้อง

ระบบการระบุพิกัดบนพื้นโลก ประกอบด้วย 3 ส่วน (ยรรยง ทรัพย์สินสูญอำนาจ, 2546) คือ (1) ส่วนอวกาศ (space segment) (2) ส่วนสถานีควบคุม (control segment) และ (3) ส่วนของผู้ใช้งาน (user segment) ดังแสดงในภาพ 1



ภาพ 1 ส่วนประกอบของระบบ GPS

ส่วนอวกาศ

ประกอบด้วยดาวเทียมจำนวน 24 ดวง โคจรครอบคลุมพื้นที่ทั่วโลก ดาวเทียมถูกจัดใน 6 ระนาบวงโคจร ซึ่งมีดาวเทียม 4 ดวงในแต่ละระนาบวงโคจร แต่ละระนาบวงโคจรมีมุมเอียง 55 องศา สัมพันธ์กับระนาบเส้นศูนย์สูตรโลกและดาวเทียม โดยมีความสูงเฉลี่ยของการโคจรประมาณ 20,200 กิโลเมตรเหนือพื้นโลกด้วยวงโคจรแบบ Non-geostationary orbit ดังแสดงในภาพ 2



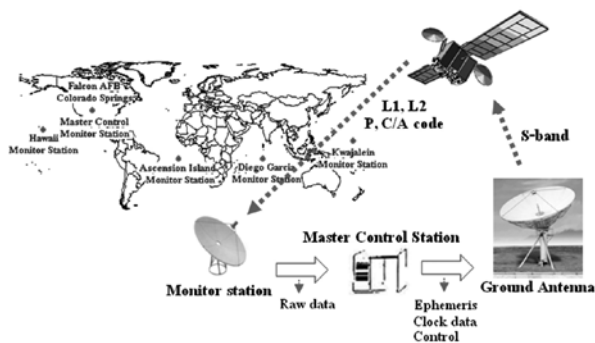
ภาพ 2 วงโคจรของดาวเทียม GPS

ดาวเทียมแต่ละดวงโคจรด้วยความเร็ว 3.9 กิโลเมตร/วินาที มีคาบเวลาโคจรเท่ากับ 43,080 วินาที หรือโคจร 1 รอบใช้เวลาประมาณ 11 ชั่วโมง 58 นาที โดยวนตามเส้นทางเหนือผิวโลกซ้ำกันทุกๆ 23 ชั่วโมง 56 นาที ผู้ใช้ที่อยู่ ณ ตำแหน่งที่คงที่บนพื้นดินสามารถเห็นดาวเทียมดวงเดิมในแต่ละวันผ่านเส้นทางเดิมบนท้องฟ้า แต่ดาวเทียมจะขึ้นและตกเร็วขึ้น 4 นาทีในแต่ละวัน เนื่องจากโลกหมุนรอบตัวเอง ดาวเทียมถูกวางตำแหน่งในระบบวงโคจรที่ทำให้ดาวเทียม 4 ดวงในระนาบนั้น สามารถบอกตำแหน่ง ณ จุดสังเกตได้ในทุกๆ ที่บนพื้นโลก

ส่วนสถานีควบคุม

สถานีควบคุม มีหน้าที่รับผิดชอบการทำงานของดาวเทียม GPS เช่นการรักษาตำแหน่งดาวเทียม (station keeping), ตรวจสอบสภาพและระบบต่างๆ บนดาวเทียม, ตรวจสอบแผงเซลล์แสงอาทิตย์ (solar cell), ระดับพลังงานของแบตเตอรี่, การเปิดดาวเทียมสำรอง, ปรับปรุงข้อมูลเวลา, ข้อมูลอีฟิเมอร์ซิส (Ephemeris), ข้อมูลอัลมานัค (Almanac) และตัวชี้ค่าอื่นๆ ในข่าวสารการนำร่องวันละครั้งหรือตามแต่ความจำเป็น ซึ่งส่วนของสถานีควบคุมจะประกอบด้วย 3 ส่วนหลัก คือ สถานีสังเกตการณ์ (Monitor Station), สถานี

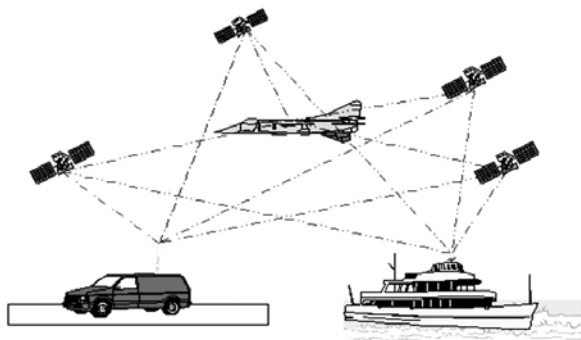
ควบคุมหลัก (Control Station) และจานสายอากาศภาคพื้นดิน (Ground Antenna) ดังแสดงในภาพ 3



ภาพ 3 การทำงานในส่วนควบคุม

ส่วนผู้ใช้

ส่วนผู้ใชมีส่วนประกอบที่สำคัญคือ เครื่องรับสัญญาณ GPS โดยจะรับสัญญาณในย่านความถี่ L ที่ถูกส่งจากดาวเทียมและนำมาคำนวณเพื่อหาพิกัด, ความเร็ว และเวลา ของเครื่องรับ จากนั้นจะนำค่าไปประยุกต์ใช้งานตามแต่ลักษณะการใช้งาน



ภาพ 4 การใช้งานดาวเทียม GPS

ความผิดพลาดในระบบ GPS

แม้ว่าระบบ GPS จะถูกพัฒนาให้มีความถูกต้องในระบบการนำร่องทั่วโลกก็ตาม แต่ระบบ GPS ยังคงมีความผิดพลาดมากพอสมควร (ภักธวิยา อธิพัฒน์ไพบุลย์, 2549) โดยความผิดพลาดนี้มีสาเหตุดังนี้

1. Ephemeris Data Error เป็นค่าความคลาดเคลื่อนเนื่องจากตำแหน่งของดาวเทียม GPS เกิดจาก

การเฉไ่ยของวงโคจรดาวเทียม เมื่อข้อมูล GPS ไม่ได้ส่งตำแหน่งที่ถูกต้องของดาวเทียม จะมีผลความผิดพลาดไปถึงการคำนวณพิกัดของเครื่องรับสัญญาณ ค่าความผิดพลาดนี้จะถูกแก้ไขโดยข้อมูลควบคุมจากสถานีควบคุมหลัก ดังนั้น ถ้าไม่มีการแก้ไขจากสถานีควบคุมข้อมูลจะมีการผิดพลาดเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ แต่จากรายงานใน ค.ศ. 1984 แสดงว่าสำหรับการทำงานไม่เกิน 24 ชั่วโมง ค่าความผิดพลาดอันเนื่องมาจากค่าอิมเพอร์สมิค่าความผิดพลาดไม่เกิน 2.1 เมตร

2. Satellite Clock Errors ที่เกิดขึ้นในเครื่องส่งสัญญาณ GPS ที่ดาวเทียมและเครื่องรับสัญญาณจำเป็นต้องมีนาฬิกาอะตอมมิก ซึ่งมีความแม่นยำสูงและจะต้องซิงโครไนส์กับนาฬิกาของระบบ แต่ในความเป็นจริงสัญญาณของดาวเทียมจะถูกแก้ไขโดยสถานีควบคุมหลักให้ซิงโครไนส์กับระบบโดยตลอด แต่นาฬิกาของเครื่องรับนั้นยากที่จะทำการแก้ไข จึงต้องมีการชดเชยการคำนวณโดยใช้สัญญาณจากดาวเทียมเพิ่มในการคำนวณด้านเวลา

3. Security Signal เป็นความผิดพลาดที่ทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนมากที่สุด สาเหตุเกิดจากการที่ทางสหรัฐอเมริกาได้ใส่รหัสข้อมูล SA ลงในสัญญาณดาวเทียมทุกดวง ค่าความคลาดเคลื่อนจาก SA นั้นจะมีค่าความคลาดเคลื่อนทางเวลาประมาณ 10 นาติ ทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนทางระยะทางเฉลี่ยประมาณ 20 เมตร ผู้ใช้ทั่วไปที่ใช้ระบบ SPS จะมีสัญญาณ SA รวมอยู่ด้วยทำให้เกิดความผิดพลาด แต่ผู้ใช้ที่ได้รับอนุญาตให้ใช้ระบบ PPS จะไม่มีความผิดพลาดจากรหัส SA

4. Ionosphere Errors เป็นค่าความคลาดเคลื่อนรองลงมาจากสาเหตุของ SA ทำให้เกิดความล่าช้าในการเดินทางของสัญญาณดาวเทียม เกิดเนื่องจากอิเล็กตรอนอิสระในชั้นบรรยากาศไอโอโนสเฟียร์ สัญญาณจากดาวเทียมเมื่อเดินทางผ่านชั้นบรรยากาศนี้จะไม่สามารถเดินทางได้เท่ากับความเร็วแสง การเปลี่ยนแปลงสัญญาณจะมีความล่าช้าเป็นสัดส่วนโดยตรงกับจำนวน อิเล็กตรอนอิสระที่อยู่ในชั้นนี้ และแปรผกผันตรงกับคาบเวลา ผู้ใช้ทั้งหมดจะได้รับค่าความคลาดเคลื่อนในความล่าช้า

ในชั้นไอโอโนสเฟียร์

5. Troposphere Errors เป็นสิ่งหนึ่งที่ทำให้ความเร็วแสงเฉไป โดยที่ความแปรปรวนของอุณหภูมิ ความดันและความชื้นทั้งหมดนี้ ทำให้ความเร็วสัญญาณแปรปรวนไปทั้งรหัส สำหรับผู้ใช้ทั่วไปค่าความผิดพลาดนี้จะอยู่ประมาณ 1 เมตร

6. Multipath Errors เป็นค่าความคลาดเคลื่อนที่มีสาเหตุมาจากการส่งสัญญาณของดาวเทียม GPS ไปกระทบผิวสะท้อนก่อนที่จะไปถึงผู้รับ เช่น สะท้อนผิวของตึกหรือผิวของน้ำ โดยผลกระทบนี้มีแนวโน้มที่มากขึ้นในที่ที่เครื่องรับอยู่ใกล้กับผิวสะท้อนที่ใหญ่ๆ ความผิดพลาดที่พบมากที่สุดประมาณ 15 เมตร

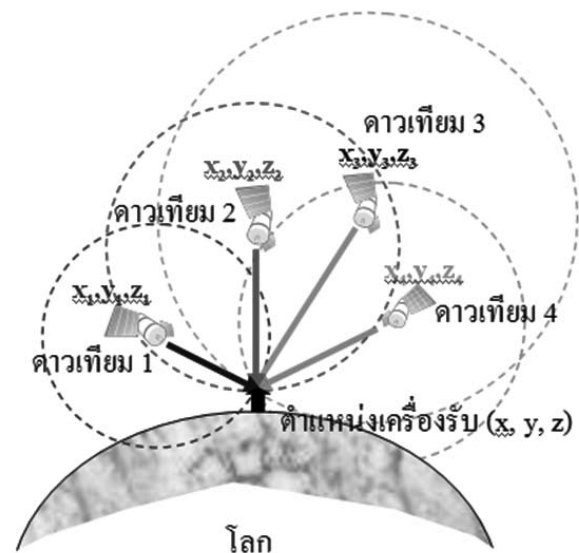
7. Receiver Errors เป็นค่าความคลาดเคลื่อนของการวัดระยะของเครื่องรับสัญญาณอันเนื่องมาจากความร้อนภายในเครื่องรับสัญญาณ, ประสิทธิภาพซอฟต์แวร์ของเครื่องรับ และจำนวนช่องรับสัญญาณ แต่ปัจจุบันเทคโนโลยีได้พัฒนาจนความผิดพลาดลักษณะนี้มีค่าน้อยมาก

ความผิดพลาดอันเนื่องจากการจับกลุ่มของดาวเทียมที่ใช้นำร่อง (geometric dilution of precision) ความผิดพลาดนี้เกิดจากการหาระยะทางซูโดเรนจ์ของเครื่องรับ การเลือกกลุ่มดาวเทียมจะเป็นองค์ประกอบหลักมีการใช้ค่าๆ หนึ่งเป็นตัวแสดงถึงคุณภาพของผลลัพธ์ที่คาดว่าจะได้รับจาก การกำหนดตำแหน่งของเครื่องรับจีพีเอส ค่านี้คือ DOP (dilution of precision) ค่าของ DOP มักถูกอธิบายในเทอมต่างๆ ที่สัมพันธ์กับสัญญาณที่ได้จากการจับกลุ่มดาวเทียมเพื่อกำหนดตำแหน่งของเครื่องรับ เทอมต่างๆ เหล่านี้ได้แก่ GDOP (geometrical dilution of precision), PDOP (position dilution of precision (3-D), HDOP (horizontal dilution of precision) (Latitude, Longitude), VDOP (vertical dilution of precision (height)), TDOP (Time Dilution of Precision (time)) ซึ่งที่นิยมนำมาพิจารณาได้แก่ ค่า GDOP แสดงถึงการจัดวางตัวของดาวเทียม 4 ดวง ที่ทำกับเครื่องรับสัญญาณ ถ้าค่า GDOP มีค่ามาก

พิกัดที่ได้จากเครื่องรับอาจผิดพลาดไปจากที่ควรจะเป็นมากเช่นเดียวกัน

การคำนวณหาพิกัดบนพื้นโลก

โดยทางทฤษฎีนั้นการคำนวณหาระยะทางจากดาวเทียมมายังเครื่องรับนั้นจะสมมุติว่าสัญญาณนาฬิกาของดาวเทียมและของเครื่องรับนั้น ตรงกับเวลาของระบบ การหาพิกัดดาวเทียมจะใช้ระบบ ECEF (Earth Centered-Earth-Fixed) ในการหาข้อมูล โดยเรียกข้อมูลพิกัดดาวเทียมนี้ว่า ข้อมูลอีพีเมอร์ริส โดยข้อมูลที่ได้จะเป็นข้อมูลเวกเตอร์ตำแหน่งดาวเทียม เพื่อหาจุดตัดอันเป็นพิกัดของเครื่องรับ ผู้ใช้ต้องการหาตำแหน่งใน 3 มิติ คือ ละติจูด, ลองจิจูด และความสูง จึงต้องรับสัญญาณดาวเทียม 3 ดวง เพื่อทราบตำแหน่งดาวเทียม (x_i, y_i, z_i) แต่เนื่องจากสัญญาณเวลาของเครื่องรับทั่วไปไม่ซิงโครนัสกับระบบ (Hofmann-Wellenhof, Lichtenegger H. & Collin J., 1994) ดังนั้นจึงทำให้ต้องทำการรับค่าสัญญาณเพิ่มจากดาวเทียมอีกดวงหนึ่งเพื่อสร้างสมการเพิ่มในการหาค่าพารามิเตอร์ที่เกิดจากการไม่ซิงโครนัส



ภาพ 5 การคำนวณหาพิกัดบนพื้นโลก

สมการพื้นฐานในการหาตำแหน่งของผู้ใช้ (x, y, z) แสดงได้ดังนี้ (Bancroft S., 1985)

$$(x_i - x)^2 + (y_i - y)^2 + (z_i - z)^2 + error = \rho^2_i$$

x_i, y_i, z_i คือ พิกัดของดาวเทียม

x, y, z คือ พิกัดของเครื่องรับ

$error$ คือ ค่าความผิดพลาดอื่นๆ

ρ คือ ระยะทางเทียม

i คือ จำนวนดาวเทียม

ชั้นบรรยากาศไอโอโนสเฟียร์

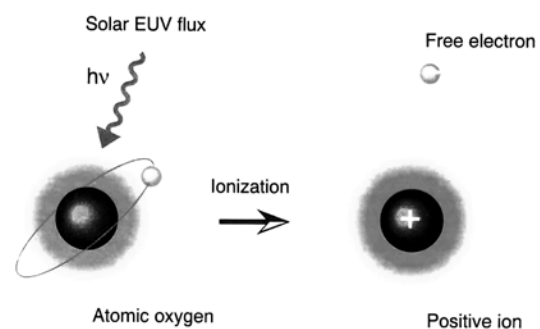
ชั้นบรรยากาศไอโอโนสเฟียร์ คือ บริเวณที่พลาสมา (plasma) เกิดการไอออไนซ์โดยมีขอบเขตประมาณ 50 กิโลเมตร ถึง 2,000 กิโลเมตรเหนือพื้นผิวโลก มีโมเลกุลเพียงส่วนหนึ่งเท่านั้นที่ถูกไอออไนซ์และพบว่ายังคงมีโมเลกุลที่เป็นกลางจำนวนมากเหลืออยู่ในชั้นที่อยู่สูงกว่าชั้นบรรยากาศไอโอโนสเฟียร์ คือ ชั้นพลาสมาสเฟียร์ (plasmasphere) หรือโปรโตโนสเฟียร์ (protonosphere) ซึ่งยังคงมีปริมาณอิเล็กตรอนอิสระอยู่อย่างชัดเจน อิเล็กตรอนเหล่านี้ คือ สุนัขแม่เหล็กของโลกที่ทำหน้าที่ต่อต้านลมสุริยะ (solar wind) ซึ่งเป็นอนุภาคที่พุ่งออกจากดวงอาทิตย์ โดยแรงกระทำของอนุภาคที่พุ่งออกจากดวงอาทิตย์เหล่านี้จะบีบสนามแม่เหล็กของโลกไปในบริเวณทิศทางที่หันหลังให้กับดวงอาทิตย์ (dark side) ดังแสดงในภาพ 6



ภาพ 6 ลมสุริยะจากดวงอาทิตย์ที่แพร่ไปกระทบกับชั้นบรรยากาศของโลก

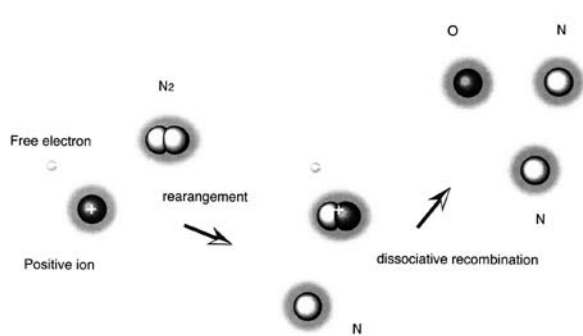
ตามปกติอนุภาคที่ถูกไอออไนซ์ในแต่ละช่วงเวลา และในแต่ละระดับความสูงนั้นจะเกิดไม่เท่ากัน ขึ้นอยู่กับ

สถานะที่เอื้ออำนวยต่อการเกิดขบวนการไอโอไนเซชัน กล่าวคือภายใต้สภาวะความกดดันต่ำ (ที่ระดับความสูงมาก) เป็นไปได้ที่ทำให้เกิดอิเล็กตรอนหนึ่งหรือสองตัวหลุดจากโมเลกุลก๊าซ นอกจากนี้ไม่เพียงแต่การเคลื่อนที่อย่างรวดเร็วของอิเล็กตรอนเท่านั้นที่ทำให้เกิดอิเล็กตรอนหลุดออกมา แต่ยังรวมถึงการแผ่รังสีบางชนิดเช่นรังสีอัลตราไวโอเล็ต และรังสีคอสมิก (cosmic) ด้วย โดยเมื่อรังสีแพร่เข้าถึงชั้นบรรยากาศจะทำให้จำนวนอนุภาคบางส่วนของอากาศนั้นกลายเป็นอนุภาคที่ถูกไอออไนซ์ ภาพที่ 7 แสดงขบวนการไอโอไนเซชันของโมเลกุลออกซิเจน (O) ที่เป็นส่วนประกอบหลักจะถูกไอออไนซ์โดยโฟตอน ($h\nu$) จากการแผ่รังสีดวงอาทิตย์



ภาพ 7 ขบวนการไอโอไนเซชัน

ผลผลิตที่ได้คืออิเล็กตรอนอิสระและโมเลกุลซึ่งสูญเสียอิเล็กตรอนหนึ่งตัวหลุดออกไปแล้วจะทำให้กลายเป็นไอออนประจุบวก (โมเลกุลที่ได้รับอิเล็กตรอนไปก็จะกลายเป็นไอออนประจุลบ) ไอออนเหล่านี้เปลี่ยนแปลงได้ง่ายภายใต้แรงทางไฟฟ้า เช่น แรงดูด หรือแรงผลัก โดยปกติแล้วไอออน อิเล็กตรอนและอะตอมต่างๆ ของก๊าซจะเคลื่อนที่ไปมาตลอดจึงมีการชนเกิดขึ้น ดังนั้นจึงมีขบวนการการรวมตัวกันใหม่ (process of recombination) เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องตลอดเวลา ขบวนการรวมตัวกันใหม่ของก๊าซออกซิเจนในชั้นบรรยากาศไอโอโนสเฟียร์แสดงดังภาพ 8



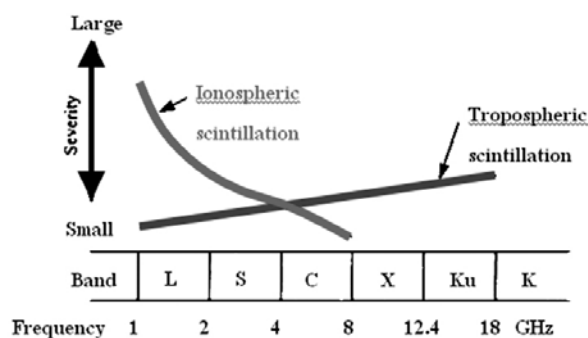
ภาพ 8 ขบวนการรวมตัวกันใหม่

ดังนั้นโมเลกุลหนึ่งโมเลกุลที่ถูกไอโอไนซ์จะไม่คงความเป็นอนุภาคที่ถูกไอโอไนซ์ตลอดไปโดยในส่วนของชั้นบรรยากาศโลกที่ต่ำ (ความกดดันสูง) จะมีการชนกันของอนุภาคถี่มากจึงมีโอกาสเกิดขบวนการรวมตัวกันใหม่มาก ดังนั้นโมเลกุลของอากาศจะคงความเป็นอนุภาคที่ถูกไอโอไนซ์ในระยะเวลาสั้นกว่าชั้นบรรยากาศส่วนบน นอกจากนี้แล้วรังสีอัลตราไวโอเลตจากดวงอาทิตย์ได้ถูกดูดซับไปเป็นจำนวนมากแล้วโดยชั้นบรรยากาศส่วนบน ดังนั้นในบริเวณที่ความสูงต่ำกว่า 50 กิโลเมตรจะมีการไอโอไนซ์เกิดขึ้นน้อยมาก ในทางกลับกันที่ความสูงมากกว่า 400 กิโลเมตร นั้นมีอนุภาคของอากาศที่เบาบางทำให้ความหนาแน่นของการไอโอไนซ์มีค่าต่ำมาก ถึงแม้ว่าจะได้รับรังสีจากดวงอาทิตย์มากก็ตาม ดังนั้นอาจกล่าวได้ว่าชั้นบรรยากาศในระดับความสูงในช่วง 50 ถึง 400 กิโลเมตรซึ่งก็คือระดับการวางตัวของชั้นบรรยากาศไอโอโนสเฟียร์ที่มีปริมาณอนุภาคของอากาศ สภาวะความกดอากาศและการแผ่รังสีอัลตราไวโอเลตของดวงอาทิตย์เป็นไปอย่างเหมาะสมเอื้ออำนวยให้เกิดการไอโอไนซ์ขึ้น ดังนั้นจึงอาจกล่าวได้ว่า ณ ความสูงในช่วงนี้มีความหนาแน่นของปริมาณอิเล็กตรอนสูงสุด

การเปลี่ยนแปลงสัญญาณอย่างกะทันหันอันเนื่องมาจากชั้นบรรยากาศไอโอโนสเฟียร์

ระบบสื่อสารดาวเทียมได้รับผลกระทบเมื่อสัญญาณแพร่กระจายผ่านชั้นบรรยากาศโลก โดยชั้นบรรยากาศโลกที่มีผลกระทบเป็นส่วนใหญ่ คือ ชั้น

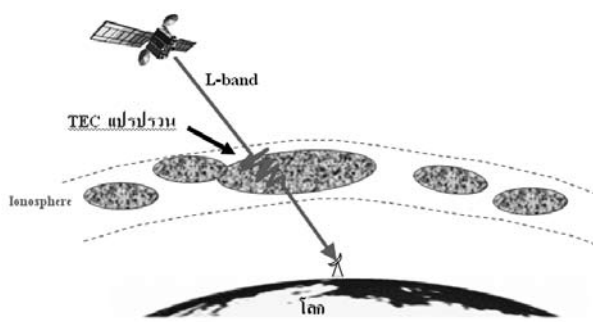
บรรยากาศโทรโพสเฟียร์และชั้นบรรยากาศไอโอโนสเฟียร์ ผลกระทบจากชั้นบรรยากาศโทรโพสเฟียร์นั้น เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงค่าดัชนีหักเห (refractive index), การดูดกลืน (absorption), การกระเจิง (scatter) ของคลื่นสัญญาณอันเนื่องจาก เมฆ, ฝน, หิมะ และอื่นๆ โดยผลกระทบจากชั้นบรรยากาศโทรโพสเฟียร์เริ่มมีผลต่อการแพร่กระจายคลื่นที่มีความถี่สูงกว่าแถบความถี่ C (4-6 กิกะเฮิรตซ์) ขึ้นไป ส่วนผลกระทบที่เกิดเนื่องจากชั้นบรรยากาศไอโอโนสเฟียร์นั้นจะมีผลต่อการแพร่กระจายคลื่นที่มีความถี่ต่ำกว่าแถบความถี่ C (30 เมกะเฮิรตซ์- 3 กิกะเฮิรตซ์) (อรอนงค์ เพชรนิม, 2542) ซึ่งจะทำให้สัญญาณเกิดการหน่วงเวลา ทำให้สัญญาณมาถึงจุดที่รับสัญญาณช้ากว่าการเดินทางของคลื่นในระยะตรง, การเกิดการหมุนแบบฟาราเดย์ซึ่งจะทำให้มุมโพลาไรซ์ของสัญญาณที่เครื่องรับสัญญาณรับได้นั้นเกิดการเปลี่ยนแปลงไปจากมุมเดิมที่ดาวเทียมส่งมา และนอกจากนี้ยังเกิดการเปลี่ยนแปลงแอมพลิจูดของสัญญาณอย่างกะทันหัน ซึ่งจะทำให้ระดับสัญญาณเกิดการแกว่งขึ้นลงอย่างรวดเร็วจากระดับปกติ ลักษณะการเปลี่ยนแปลงของสัญญาณจะขึ้นอยู่กับเวลาและลักษณะของชั้นบรรยากาศไอโอโนสเฟียร์ที่แต่ละระดับความสูง โดยระดับความรุนแรงของการแกว่งตามความถี่ที่ใช้งานต่างๆ สามารถแสดงได้ในภาพ 9



ภาพ 9 ระดับความรุนแรงของการเปลี่ยนแปลงแอมพลิจูดอย่างกะทันหันตามความถี่ใช้งาน

การเปลี่ยนแปลงแอมพลิจูดของสัญญาณอย่างกะทันหันอันเนื่องมาจากชั้นบรรยากาศไอโอโนสเฟียร์เกิดจาก

การที่สัญญาณเดินทางผ่านกลุ่มความไม่สม่ำเสมออันเนื่องมาจากความแปรปรวนของปริมาณอิเล็กตรอนในชั้นบรรยากาศไอโอโนสเฟียร์ (ionospheric irregularities) ทำให้สัญญาณที่ผ่านกลุ่มความไม่สม่ำเสมอของชั้นบรรยากาศนี้ถูกหักเห ทำให้สัญญาณที่รับได้ที่เครื่องรับเกิดการเสริมหรือหักล้างกันของคลื่นทางตรงและคลื่นที่ถูกหักเห ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงขึ้นลงของแอมพลิจูดอย่างรวดเร็ว ซึ่งนอกจากจะมีการเปลี่ยนแปลงทางแอมพลิจูดแล้วยังมีการเปลี่ยนแปลงทางเฟสด้วย (phase scintillation) ดังแสดงในภาพ 10



ภาพ 10 ผลกระทบของชั้นบรรยากาศไอโอโนสเฟียร์ทำให้สัญญาณเกิดการเปลี่ยนแปลงแอมพลิจูดของสัญญาณอย่างกะทันหัน

จากภาพ 10 แสดงกลุ่มความไม่สม่ำเสมออันเนื่องมาจากความแปรปรวนของปริมาณอิเล็กตรอนในชั้นบรรยากาศไอโอโนสเฟียร์ ซึ่งประกอบด้วยกลุ่มความไม่สม่ำเสมอขนาดเล็กหลายๆ กลุ่ม ที่ถูกบรรจุอยู่ในแผ่นม่านขนาดใหญ่ที่เคลื่อนที่ขวางเส้นทางการเดินทางของคลื่นในระยะเวลา 20 นาที ถึงหลายชั่วโมง มีขนาดจากทิศตะวันออกถึงตะวันตก หลายร้อยกิโลเมตร มีความสูงในแนวตั้ง 50 ถึง หลายร้อยกิโลเมตร และมีขนาดในทิศเหนือ-ใต้ ประมาณ 2000 กิโลเมตร (Aarons J., 1982) แต่ในความเป็นจริงกลุ่มความไม่สม่ำเสมอไม่ได้มีภาพทรงเดียวแต่จะมีภาพแบบที่ไม่แน่นอน กลุ่มความ

ไม่สม่ำเสมอที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงแอมพลิจูดอย่างกะทันหันจะเกิดขึ้นในช่วงเวลากลางคืนซึ่งสัมพันธ์กับการปรากฏตัวของชั้น F และปรากฏการณ์ Spread F ซึ่งเกิดในเวลากลางคืนด้วย ความไม่สม่ำเสมอของปริมาณอิเล็กตรอนในชั้นบรรยากาศไอโอโนสเฟียร์นั้นเกิดจากหลายสาเหตุ ซึ่งในตอนกลางวันจะเกิดที่ชั้น E ของชั้นบรรยากาศไอโอโนสเฟียร์ซึ่งเรียกว่า Sporadic-E ซึ่งทำให้เกิดปรากฏการณ์การเปลี่ยนแปลงแอมพลิจูดอย่างกะทันหันที่เรียกว่าการเปลี่ยนแปลงแอมพลิจูดอย่างกะทันหันแบบครึ่งคาบ (quasi-periodic scintillation) ส่วนในเวลากลางคืนความไม่สม่ำเสมอของปริมาณอิเล็กตรอนในชั้นบรรยากาศไอโอโนสเฟียร์นั้นจะเกิดขึ้นในชั้น F ของชั้นบรรยากาศไอโอโนสเฟียร์ ซึ่งจะอยู่ที่ระยะความสูงตั้งแต่ 200-600 กิโลเมตรเหนือพื้นดิน

สรุป

ชั้นบรรยากาศไอโอโนสเฟียร์เป็นชั้นบรรยากาศที่ประกอบไปด้วยโมเลกุลก๊าซต่างๆ เมื่อโมเลกุลก๊าซเหล่านี้ได้รับพลังงานจากดวงอาทิตย์ จะทำให้เกิดกระบวนการแตกตัวของโมเลกุลก๊าซ กลายเป็นไอออนบวกและอิเล็กตรอนอิสระจำนวนมาก จากการเกิดกลุ่มความแปรปรวนของอิเล็กตรอนอิสระในชั้นบรรยากาศไอโอโนสเฟียร์ดังกล่าว จะส่งผลกระทบต่อระบบการส่งสัญญาณดาวเทียม GPS ซึ่งใช้ย่านความถี่ L ซึ่งกลุ่มความแปรปรวนของอิเล็กตรอนอิสระ ทำให้สัญญาณเกิดการแกว่งไปมาอย่างกะทันหัน ทำให้แอมพลิจูดของสัญญาณเกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างกะทันหัน ซึ่งการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวจะทำให้สัญญาณดาวเทียมใช้เวลาเดินทางถึงเครื่องรับมากกว่าปกติ ส่งผลให้การคำนวณพิกัดของเครื่องรับสัญญาณดาวเทียม GPS เกิดความผิดพลาดหรือการระบุพิกัดเกิดความคลาดเคลื่อน

เอกสารอ้างอิง

- ยรรยง ทรัพย์สุขอำนวย. (2546). ระบบการหาตำแหน่งบนพื้นโลกด้วยดาวเทียม. กรุงเทพฯ: บี.ที.ซี เซอร์เวย์อิง กรุ๊ป.
- ภัทริยา อธิพัฒน์ไพบุณย์. (2549). การลดความคลาดเคลื่อนในการบอกพิกัดของระบบ GPS เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงของชั้นบรรยากาศ. วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมโทรคมนาคม, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- อรอนงค์ เพชรนิม. (2542). การศึกษาการเปลี่ยนแปลงปริมาณอิเล็กตรอนในชั้นบรรยากาศไอโอโนสเฟียร์ในบริเวณใกล้เส้นศูนย์สูตรที่มีผลกระทบต่อสัญญาณดาวเทียม. วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- Aarons, J. (1982). Global Morphology of Ionospheric Scintillations. *Proceedings of the IEEE*, 70(4), 360-378.
- Allnutt, J. E. (1989). Satellite to Ground Radio wave Propagation Theory, Practice and System Impact at Frequencies above 1 GHz. London: Peter Peregrinus.
- Bancroft, S. (1985). An algebraic solution of the GPS equation. *IEEE Transactions on Aerospace and Electronic Systems*, 21, 56-59.
- Hofmann—Wellenhopf, B., Lichtenegger, H. & Collin, J. (1994). *Global Positioning System Theory and Practice*. New York: Springer-Verlag Wien.

รูปแบบการเลี้ยงดูของมารดาเด็กคลอดก่อนกำหนด อายุ 0-1 ปี

Patterns of Mothers Raising Children Born Prematurely

Aged 0-1 Year.

*ชฎานิกา ศรีวิชัย

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษารูปแบบการเลี้ยงดูของมารดาเด็กคลอดก่อนกำหนด อายุ 0-1 ปี โดยหาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยพื้นฐานของมารดาและปัจจัยด้านตัวบุตรกับรูปแบบการเลี้ยงดูของมารดาที่คลอดบุตรก่อนกำหนด กลุ่มตัวอย่างเป็นมารดาที่คลอดบุตรก่อนกำหนด อายุ 0-1 ปี ที่โรงพยาบาลปทุมธานี จำนวน 164 คน ปีพ.ศ.2553 เครื่องมือในการวิจัยเป็นแบบสอบถามที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) เท่ากับ 0.85 ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของแบบสอบถามแอลฟาของครอนบาคเท่ากับ 0.89 ผลการวิจัยพบว่า มารดาส่วนมากมีอายุระหว่าง 20-35 ปี พบภาวะแทรกซ้อนหลังคลอดร้อยละ 50, มารดาที่มีอายุ ระดับการศึกษาและรายได้ของครอบครัวที่เพิ่มสูงขึ้นจะส่งผลต่อการเลี้ยงดูเด็กคลอดก่อนกำหนดดีขึ้น ส่วนบุตรที่มีภาวะแทรกซ้อนหลังคลอดและต้องรักษาตัวอยู่ในโรงพยาบาลนาน จะส่งผลให้การเลี้ยงดูบุตรทารกคลอดก่อนกำหนดไม่มีประสิทธิภาพ สำหรับรูปแบบการดูแลทารกคลอดก่อนกำหนด 0-1 ปีที่จำเป็นตามภาวะแทรกซ้อน และ ที่จำเป็นตามระยะพัฒนาการอยู่ในระดับดี ตัวแปรที่มีประสิทธิภาพในการทำนายรูปแบบการเลี้ยงดูทารกคลอดก่อนกำหนดตั้งแต่อายุ 0-1 ปี ได้แก่ อายุของมารดา อายุครรภ์ที่คลอด อาชีพของมารดา ระยะเวลาของการอยู่โรงพยาบาลและลำดับที่ของบุตรได้ร้อยละ 68, ร้อยละ 3.1 ร้อยละ 4.7 ร้อยละ 16.9 ร้อยละ 0.3 ตามลำดับ

คำสำคัญ : มารดา, เด็กคลอดก่อนกำหนด

Abstract

This research aims to study patterns of mothers rearing preterm children aged 0-1 year old ,to study the relationship between fundamental factors of the mother's rearing preterm style, to finding factors that predict preterm of the mother's rearing preterm style. Research tools were created by researcher, the consistency index was 0.85, alpha coefficient of reliability of the questionnaire was

*อาจารย์ประจำ คณะพยาบาลศาสตร์ มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย

0.89. The results that the mothers were 20-35 years old and 50 percent had complications after birth. The mothers with mature age, received better education and having regular income are able to provide better caring to newborn. However, the premature newborn with complications after birth and had to stay longer in the hospital, mothers would be less able caring the preterm newborn. The proposed models -- the child development model and the model for caring the premature newborn were found to be effective. The factors related to mothers' age, gestational age at birth and occupation were found to be significant at the 0.01 level. The powerful variables which better predict the pattern of feeding premature infants from the age of 0-1 years were age, gestational age at birth, occupation and length of stay in the hospital.

Keywords: Mothers, preterm children

ความนำ

ทารกคลอดก่อนกำหนด มักมีปัญหาด้านการทำงานของอวัยวะต่างๆ ของร่างกายที่ทำงานไม่สมบูรณ์ มีภาวะแทรกซ้อน ต้องการการดูแลอย่างใกล้ชิดจากแพทย์ และพยาบาลผู้เชี่ยวชาญ ส่วนมากทารกเหล่านี้ถูกแยกจากมารดาหลังคลอดทันที ส่งผลให้กระบวนการสร้างสัมพันธภาพของมารดาและทารกถูกขัดขวาง อาจทำให้บทบาทการเป็นมารดาที่มีประสิทธิภาพลดลงได้ (ศิริพร ชัมภลจิต, 2526, 263) นักวิจัยได้พบว่า มารดาเกิดความรู้สึกห่างเหินกับบุตร บทบาทการเป็นมารดาลดลง และมีผลกระทบต่อความมั่นใจในการทำหน้าที่บทบาทมารดา (Zabielski, 1984; Lancaster & Korones, 1976) หากมารดาได้มีปฏิสัมพันธ์กับบุตรบ่อยๆ จะทำให้มารดาสนองตอบความต้องการของบุตรได้เร็ว (Goodman & Sauve, 1985, 235-242; Seashore, et al., 1973, 369-378; Zahr, 1991, 279-286) ทั้งนี้เนื่องมาจากลักษณะของบุตรและภาวะแทรกซ้อนภายหลังคลอด มารดาเกิดความวิตกกังวลเกรงว่าบุตรจะเสียชีวิต บุตรต้องการการดูแลที่พิเศษและซับซ้อน มารดาจึงรู้สึกว่าตนมีความสามารถไม่เพียงพอในการดูแลบุตรและขาดความมั่นใจในการกระทำบทบาทการเป็นมารดา (Brooten, et al.

1989, 316; Sherven, et al. 1991, 757) และถึงแม้บุตรจะได้รับการรักษาภาวะแทรกซ้อนและมีสุขภาพแข็งแรงแล้วก็ตาม มารดาก็ยังมีความกลัวว่าบุตรของตนจะผิดปกติ มีความพิการทางสมอง ก่อปรกับบุตรของตนยังตัวเล็ก มารดาก็ยังคิดว่าตนเองต้องการข้อมูล คำแนะนำ และความช่วยเหลือจากผู้อื่นในการดูแลบุตรของตน โดยเฉพาะเมื่อกลับไปอยู่ที่บ้าน (Gennaro, et al. 1990, 98; Shosenberg, et al. 1980, 30) ซึ่งจะส่งผลกระทบต่อตัวบุตรเอง ได้แก่ บุตรมีภาวะไม่เจริญเติบโตสมวัย (Failure to thrive) การเลี้ยงดูที่ไม่ถูกต้อง ถูกทารุณกรรม ถูกทอดทิ้ง หรือบิดามารดาหย่าร้างกัน เกิดปัญหาในครอบครัว เป็นต้น (Trause and Kramer, 1986, 459) หน้าที่และบทบาทที่สำคัญที่สุดของบิดามารดา คือ อบรมเลี้ยงดูบุตรให้เจริญเติบโตเป็นผู้ใหญ่ในอนาคต การเลี้ยงดูที่ดีตั้งแต่เริ่มต้นมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อเด็ก ซึ่งจะมีความสัมพันธ์กับภาวะสุขภาพ ความเป็นอยู่ที่ดีของเด็ก ในอนาคต เด็กทุกคนจึงสมควรและจำเป็นต้องได้รับการเลี้ยงดูอย่างถูกต้องเหมาะสม (เพ็ญศรี พิชัยสนธิม 2526, 2) การตอบสนองปัจจัยพื้นฐาน ดูแลสุขภาพให้แข็งแรงสมบูรณ์ มีความปลอดภัย ให้โอกาสเด็กได้เล่น ได้สัมผัสสิ่งแวดล้อม และมารดาควรมีความมั่นคงของ

อารมณ์ด้วย (Herberger & Potts cited in Jacobson, 1986, 260; Mc Kim, 1993, 233) ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษารูปแบบการเลี้ยงดูบุตรที่คลอดก่อนกำหนดที่มีอายุระหว่าง 0-1 ปี เพื่อเสนอผลการวิจัยให้เป็นแนวทางในการส่งเสริมการเลี้ยงดูบุตรคลอดก่อนกำหนดต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษารูปแบบการเลี้ยงดูของมารดาเด็กคลอดก่อนกำหนด อายุ 0-1 ปี
2. เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยพื้นฐานของมารดา และปัจจัยด้านตัวบุตร กับรูปแบบการเลี้ยงดูของมารดาที่คลอดบุตรก่อนกำหนด
3. เพื่อทำนายรูปแบบการเลี้ยงดูของมารดาเด็กคลอดก่อนกำหนดอายุ 0-1 ปี

สมมติฐานในการวิจัย

1. ปัจจัยพื้นฐานของมารดา และปัจจัยด้านตัวบุตร มีความสัมพันธ์กับรูปแบบการเลี้ยงดูของมารดาที่คลอดบุตรก่อนกำหนด
2. ปัจจัยพื้นฐานของมารดา และปัจจัยด้านตัวบุตร สามารถทำนายการเลี้ยงดูของมารดาเด็กคลอดก่อนกำหนดอายุ 0-1 ปี ได้

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. ทารกคลอดก่อนกำหนด หมายถึงทารกที่คลอดมีชีวิตและมีอายุครรภ์น้อยกว่า 37 สัปดาห์ (น้อยกว่า 259 วัน) โดยไม่คำนึงถึงน้ำหนักแรกเกิด
2. รูปแบบการเลี้ยงดูบุตร หมายถึง พฤติกรรมของมารดาที่ปฏิบัติต่อบุตรทั้งกิจกรรมที่ส่งเสริมและกระตุ้นพัฒนาการของบุตร

ขอบเขตในการวิจัย

ขอบเขตของโครงการวิจัยในครั้งนี้ เป็นมารดาที่คลอดก่อนกำหนด อายุ 0-1 ปี และมีประวัติการคลอดที่

โรงพยาบาลปทุมธานี ทั้งในขณะอยู่หอผู้ป่วยกุมาร 1 และ/หรือ มาที่แผนกสุขภาพเด็กดี โรงพยาบาลปทุมธานี

วิธีดำเนินการวิจัย

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

มารดาที่คลอดก่อนกำหนด คือมีอายุครรภ์น้อยกว่า 37 สัปดาห์ คลอดที่โรงพยาบาลปทุมธานีตั้งแต่เดือน ตุลาคม 2552 ถึง กันยายน 2553 จำนวน 164 คน ที่มาตามนัดที่แผนกสุขภาพเด็กดี โรงพยาบาลปทุมธานี และที่บ้าน เนื่องจากประชากรมีขนาดเล็กผู้วิจัยจึงเก็บข้อมูลจากประชากรทั้งหมด 100 %

ตัวแปรที่ศึกษา

ตัวแปรอิสระ คือปัจจัยพื้นฐานของมารดา (อายุ การศึกษา อาชีพ ของมารดา รายได้ของครอบครัว จำนวนบุตรในครอบครัว เพศของบุตรที่มารดาต้องการ อายุครรภ์ที่คลอด) และปัจจัยด้านตัวบุตร (ลำดับที่ของการเกิด ภาวะแทรกซ้อนแรกเกิด น้ำหนักแรกคลอด ระยะเวลาของการอยู่โรงพยาบาล)

ตัวแปรตามคือ รูปแบบการเลี้ยงดูบุตรคลอดก่อนกำหนด

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการวิจัย เป็นแบบสอบถามรูปแบบการเลี้ยงดูทารกคลอดก่อนกำหนด 0-1 ปี

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการเก็บรวบรวมข้อมูลผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้

1. ติดต่อและประสานงานกับผู้อำนวยการโรงพยาบาลปทุมธานี เพื่อขออนุญาตดำเนินการเก็บข้อมูล (กรณีเก็บข้อมูลที่โรงพยาบาลปทุมธานี)
2. ก่อนเก็บข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่าง ผู้วิจัยชี้แจงวัตถุประสงค์ของการวิจัยพร้อมทั้งแจ้งว่า การวิจัยครั้งนี้จะไม่มีผลเสียใด ๆ ทั้งสิ้นต่อกลุ่มตัวอย่างที่ศึกษา ข้อมูล

ที่ได้จะเป็นความลับและไม่มีการเปิดเผยชื่อแต่อย่างใด และกลุ่มตัวอย่างมีสิทธิ์ที่จะไม่เข้าร่วมโครงการวิจัยนี้ได้ หากไม่สมัครใจ

3. ผู้ตอบแบบสอบถามอ่านและลงนามอนุญาต ในการเก็บข้อมูลตามแบบฟอร์มจริยธรรม

4. อธิบายเกี่ยวกับการทำแบบสอบถามงานวิจัย ให้กับกลุ่มตัวอย่างเข้าใจ

5. นำแบบสอบถามไปเก็บรวบรวมข้อมูลกับกลุ่ม ตัวอย่างด้วยตนเอง

6. นำแบบสอบถามที่ได้รับคืนมาตรวจสอบ ความสมบูรณ์ถูกต้องแล้วนำแบบสอบถามไปดำเนินการ วิเคราะห์ข้อมูลต่อไป

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. วิเคราะห์ปัจจัยพื้นฐานของมารดา และปัจจัย ด้านตัวบุตรโดยคำนวณค่าความถี่ (frequency) ค่าร้อยละ (Percentage) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ค่าเฉลี่ย (mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD)

2. ทดสอบสมมติฐาน

2.1 หาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยพื้นฐาน ของมารดา และปัจจัยด้านตัวบุตรกับรูปแบบการเลี้ยงดู ของมารดาที่คลอดบุตรก่อนกำหนด โดยใช้สัมประสิทธิ์ สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน (Pearson correlation)

2.2 ทำนายรูปแบบการเลี้ยงดูของมารดา เด็กคลอดก่อนกำหนดอายุ 0-1 ปี โดยใช้สัมประสิทธิ์ สหสัมพันธ์พหุคูณ และการถดถอยพหุคูณแบบเป็นขั้นตอน (stepwise multiple regression)

ผลการวิจัย

ผลการวิจัยพบว่า มารดาที่ตั้งครรภ์และคลอด ทารกก่อนกำหนดมีอายุระหว่าง 20-35 ปี ร้อยละ 87.5, ระดับการศึกษามัธยมศึกษาหรือเทียบเท่า ร้อยละ 62.5, ประกอบอาชีพแม่บ้าน ร้อยละ 62.5, รายได้เฉลี่ยของ ครอบครัว 10,001-15,000 บาท ร้อยละ 75, จำนวนบุตร 1-2 คน ร้อยละ 100, เพศของบุตรตรงตามความต้องการ

ร้อยละ 100, อายุครรภ์ที่คลอด 37 สัปดาห์ ร้อยละ 62.5, บุตรที่คลอดก่อนกำหนดส่วนใหญ่เป็นบุตรคนแรก ร้อยละ 87.5, ภาวะแทรกซ้อนที่พบหลังคลอด ร้อยละ 50, รูปแบบ การดูแลทารกคลอดก่อนกำหนด 0-1 ปีที่จำเป็นอยู่ใน ระดับดี และรูปแบบการดูแลทารกคลอดก่อนกำหนด 0-1 ปี ที่จำเป็นตามระยะพัฒนาการ อยู่ในระดับดี ปัจจัย ด้านอายุของมารดา การศึกษา รายได้ของครอบครัว มีความ สัมพันธ์ทางบวกกับรูปแบบการเลี้ยงดูทารกคลอดก่อน กำหนด 0-1 ปี ปัจจัยด้าน ภาวะแทรกซ้อนของบุตร และระยะเวลาของการอยู่โรงพยาบาลมีความสัมพันธ์ ทางลบกับรูปแบบการเลี้ยงดูบุตรคลอดก่อนกำหนด 0-1 ปี อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.01 ตัวแปรที่มีประสิทธิภาพ ในการทำนายรูปแบบการเลี้ยงดูทารกคลอดก่อนกำหนด ตั้งแต่อายุ 0-1 ปี ได้แก่ อายุของมารดา อายุครรภ์ที่คลอด อาชีพของมารดา ระยะเวลาของการอยู่โรงพยาบาลและ ลำดับที่ของบุตร ได้ร้อยละ 68. ร้อยละ 3.1 ร้อยละ 4.7 ร้อยละ 16.9 ร้อยละ 0.3 ตามลำดับ

การอภิปรายผล

จากผลการวิจัยพบว่ามารดาที่คลอดทารกก่อน กำหนดที่โรงพยาบาลทุมนานมีรูปแบบการเลี้ยงดูทารก คลอดก่อนกำหนดในระยะ 0-1 ปีอยู่ในระดับที่ดี เนื่องจาก มารดาส่วนใหญ่มีความรู้และความเข้าใจเพียงพอสำหรับการ เลี้ยงดูบุตรอย่างถูกต้องสอดคล้องกับความคิดเห็น ของ Gennaro, et al.(1990 p. 98); Shosenberg, et al. (1980 p. 30) ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากทางโรงพยาบาลได้มีการ เตรียมความพร้อมสำหรับการดูแลบุตรคลอดก่อนกำหนด โดยการอบรมให้ความรู้ ทำความเข้าใจ การฝึกปฏิบัติมารดา ในการดูแลบุตรก่อนทำการจำหน่ายมารดาและบุตรเพื่อ กลับไปดูแลที่บ้าน และจากการที่มารดามีความรู้ จึงได้ นำบุตรที่คลอดก่อนกำหนดมารับการตรวจและรับวัคซีน ตามนัดอย่างต่อเนื่อง ทำให้กุมารแพทย์และทีมส่งเสริม สุขภาพสามารถเข้ามาช่วยให้ความรู้ ประเมินภาวะสุขภาพ เด็ก และให้คำแนะนำเกี่ยวกับการดูแลทารกได้อย่างต่อเนื่อง ดังนั้นความรู้ ความเข้าใจในการดูแลบุตรคลอดก่อน

กำหนดมีความสำคัญมาก (Berger, & Schaefer, 1982) ตลอดจนการมีวุฒิภาวะทางอารมณ์ของมารดาก็มีความสำคัญไม่ยิ่งหย่อนไปกว่ากัน (Gnnaro, York, & Brooten, 1990) มารดาที่มีบุตรคลอดก่อนกำหนดจึงควรเข้ารับฟังการสอนสุขศึกษาที่เพิ่มการแพทย์ได้จัดขึ้นอย่างสม่ำเสมอ

การศึกษาค้นคว้าจากแหล่งความรู้อื่น ๆ ก็ควรต้องทำควบคู่ไปด้วยกัน จึงจะทำให้ประสิทธิผลและประสิทธิภาพในการดูแลบุตรที่คลอดก่อนกำหนดให้เติบโตเป็นทรัพยากรบุคคลที่มีค่าของสังคมต่อไป

เอกสารอ้างอิง

- ประพุทธ ศิริปัญญา. (2539). *ทารกคลอดก่อนกำหนด.ในทารกแรกเกิด*. ประพุทธ ศิริปัญญา,บรรณาธิการ กรุงเทพมหานคร เจริญวิทย์การพิมพ์.
- จุฬารัตน์ มีสุขใจ. (2540). *ความต้องการข้อมูลและการช่วยเหลือสนับสนุนของมารดาทารกคลอดก่อนกำหนด*. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ สาขาการพยาบาลแม่และเด็กบัณฑิตวิทยาลัย บัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัย เชียงใหม่.
- รุ่งทิพา หวังเรืองสถิตย์. (2542). *ผลการเตรียมความพร้อมของมารดาต่อความรู้และพฤติกรรมของมารดาในการดูแลทารกคลอดก่อนกำหนดภายหลังจำหน่ายออกจากโรงพยาบาล*. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ สาขาวิชาการพยาบาลแม่และเด็ก บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล.
- สมสิริ อัครเสรี. (2540). *คุณภาพชีวิตของทารกคลอดก่อนกำหนด*. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ สาขาวิชาการพยาบาลแม่และเด็ก บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล.
- พองคำ ดิลกกุลชัย. (2540). *มโนทัศน์ใหม่ในการดูแลทารกเกิดก่อนกำหนด: แคนการูแคร์*.วารสารการพยาบาล , 15(1),25-31.
- วรภรณ์ แสงทวีสิน. (2540). *LOW BIRTH WEIGHT INFANTS ในวัยใด รাত্রีสวัสดิ์ และสุนทร อื้อเฟื้อพันธุ์ (บรรณาธิการ). ปัญหาทารกแรกเกิด*.พิมพ์ครั้งที่ 5 .กรุงเทพมหานคร:ดีไซท์ จำกัด.
- สมทรง เค้าฝ่าย. (2541). *ผลการเตรียมมารดาต่อการรับรู้ความสามารถของตนเองในการดูแลทารกคลอดก่อนกำหนด และพฤติกรรมการดูแลทารก*. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ สาขาวิชาการพยาบาลแม่และเด็ก บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- นฤมล ชีระรังสิกุล. (2542). *การพยาบาลทารกคลอดก่อนกำหนด*.ชลบุรี: ศรีศิลป์การพิมพ์.
- อุไรรัตน์ คำภิกานนท์. (2543). *ผลของการกระตุ้นประสาทสัมผัสหลายวิธีต่อการปรับตัวทางด้านสรีรวิทยาของทารกคลอดก่อนกำหนด*. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ สาขาการพยาบาลเด็ก บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- เบญจวรรณ เครือเนตร. (2545). *ผลของการดูแลทารกแบบแคงการูต่อสัมพันธ์ภาพระหว่างมารดากับทารกความพึงพอใจในบทบาทการเป็นมารดาและน้ำหนักทารกคลอดก่อนกำหนด*.วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ สาขาการพยาบาลเด็ก บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

- สินีนานู ถิ่นนิยมธรรม. (2546). *ผลของการพยาบาลที่เน้นการเตรียมจำหน่ายทารกคลอดก่อนกำหนดโดยใช้ทฤษฎีความสำเร็จตามเป้าหมาย ต่อความวิตกกังวลและพฤติกรรมการดูแลทารกของมารดา*. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท สาขาพยาบาลศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- กิจกรณ คำชู. (2546). *ผลของการจำหน่ายอย่างมีแบบแผนต่อความรู้ ความสามารถในการปฏิบัติการดูแลทารกคลอดก่อนกำหนดของมารดาและภาวะสุขภาพของทารก*. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท สาขาพยาบาลศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- Ardura, J., Andres, J., Aldana, J., and Revilla, M. A. (1995). Development of sleep-wakefulness Rhythm in premature babies. *Acta Paediatrica*, (84): 484-489.
- Berger, L. R. and Schaefer, Ar. (1982). The premature infant goes home: Guidelines for primary care. *American Journal of Development Child*, 139: 200-203.
- Davies, D. (1984). *Management of the Preterm Dysmature Infant During the First Week of Midwives Chronic and Nursing Note*. 97 (September 1984): 285-286.
- Gnnaro. S., York, R., and Brooten, D. (1990). Anxiety and depression in mothers of low birth weight and very low birth weight infants. *Birth* (13): 97-109.
- Gorski, P. A. (1988) . Fostering family development after preterm hospitalization. *R.A.Ballard* (Ed.), *Pediatric care of the ICN graduate* (pp.27-32). Philadelphia: W. B.Suanders
- Harison, H. (1983). *The premature baby book*. New York : St. Martin's Press.
- Ladden, M.(1990). The impact of preform birth on family and Society Part II: Transition of home. *Pediatric Nursing* 16 (6): 620-622.

**ภาวะผู้นำการเปลี่ยนแปลงของหัวหน้าหอผู้ป่วย บรรยากาศองค์การ
และประสิทธิผลของหอผู้ป่วยตามการรับรู้ของพยาบาลในโรงพยาบาลอุทัยธานี**
**Nurses' Perception of their Head Nurse Transformational
Leadership, Organizational Climate and Ward Effectiveness
in Uthaitanee Hospital**

*น้อมจิตต์ จันทน์น้อย

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาระดับภาวะผู้นำการเปลี่ยนแปลงของหัวหน้าหอผู้ป่วย บรรยากาศองค์การ ประสิทธิภาพของหอผู้ป่วย และศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างภาวะผู้นำการเปลี่ยนแปลงของหัวหน้าหอผู้ป่วย บรรยากาศองค์การกับประสิทธิผลของหอผู้ป่วยตามการรับรู้ของพยาบาลในโรงพยาบาลอุทัยธานี กลุ่มตัวอย่าง คือ พยาบาลที่ปฏิบัติงานในหอผู้ป่วยในโรงพยาบาลอุทัยธานี ที่มีประสบการณ์การทำงาน 1 ปีขึ้นไป จำนวน 120 คน ได้จากการสุ่มตัวอย่างอย่างแบบแบ่งชั้น เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเป็นแบบสอบถามข้อมูลส่วนบุคคล สอบถามภาวะผู้นำการเปลี่ยนแปลงของหัวหน้าหอผู้ป่วย สอบถามบรรยากาศองค์การ และสอบถามประสิทธิผลของหอผู้ป่วย ทดสอบความเที่ยงของแบบสอบถาม โดยสูตรสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาคได้ .94, .78 และ .84 ตามลำดับ วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติแจกแจงความถี่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน ผลการวิจัย พบว่า (1) ภาวะผู้นำการเปลี่ยนแปลงของหัวหน้าหอผู้ป่วยอยู่ในระดับสูง บรรยากาศองค์การอยู่ในระดับปานกลาง และประสิทธิผลของหอผู้ป่วยอยู่ในระดับสูง (2) ภาวะผู้นำการเปลี่ยนแปลงของหัวหน้าหอผู้ป่วย บรรยากาศองค์การ มีความสัมพันธ์ทางบวกกับประสิทธิผลของหอผู้ป่วย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 ($r = .514$ และ $.557$ ตามลำดับ)

คำสำคัญ : ภาวะผู้นำการเปลี่ยนแปลงของหัวหน้าหอผู้ป่วย บรรยากาศองค์การ ประสิทธิภาพของหอผู้ป่วย

Abstract

The purposes of this study were to examine level of transformational leadership of head nurses, organizational climate, effectiveness of patient units and to examine the relationship between transformational leadership of head nurse , organizational climate and effectiveness of patient unit as perceived by nurse in Uthaitanee hospital. Subject were 120 nurses who worked at least 1 year in patient

*นักศึกษาสถิติศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย

ส่วนหนึ่งของวิทยานิพนธ์ระดับมหาบัณฑิต หลักสูตรพยาบาลศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย

อาจารย์ที่ปรึกษา: ผศ. ดร. กรรณิการ์ สุวรรณโคตร

units of Uthaitanee hospital Sampling. Data were collected by using questionnaires, which were tested for content validity and reliability. Cronbach's alpha coefficient at .94 , .78 and .84 respectively. Data were analyzed by using percentage , frequency , mean , standard deviation and Pearson's product moment correlation coefficient. The major findings were as follows: (1) Transformation leadership of head nurses was at the high level. Organizational climate was at the middle level. Effectiveness of patient units was at the high level. (2) Transformation leadership of head nurse and organizational climate were significantly related to effectiveness of patient units , at the .001 ($r = .514$ and $.557$, respectively).

Keywords : Transformational leadership of head nurses, organization climate, effectiveness

ความนำ

โรงพยาบาลอุทัยธานี เป็นโรงพยาบาลทั่วไปขนาด 350 เตียง อยู่ในเขต 18 สังกัดกระทรวงสาธารณสุข ซึ่งมีขอบข่ายการให้บริการทางสุขภาพทั้ง 4 มิติ ในด้านการป้องกันโรค การส่งเสริมสุขภาพ รักษาพยาบาล และฟื้นฟูสภาพ ในด้านการรักษาพยาบาลนั้นมีบริการครบทุกสาขา ยกเว้นสาขาระบบทางเดินปัสสาวะ เป็นโรงพยาบาลระดับตติยภูมิ ให้บริการประชากรในระดับจังหวัด และระดับอำเภอในเขตจังหวัดอุทัยธานี จึงมีความสำคัญอย่างยิ่งที่จะต้องให้บริการอย่างมีประสิทธิภาพ และประสิทธิผล เพื่อให้ประชาชนได้รับบริการที่มีคุณภาพ สอดคล้องกับการปฏิรูประบบบริการสาธารณสุข ซึ่งโรงพยาบาลอุทัยธานีได้รับการรับรองคุณภาพ ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2546 จนถึงปัจจุบัน

ปัญหาสำคัญของโรงพยาบาลคือ การพัฒนาระบบเครือข่ายสุขภาพ ระบบการรับและส่งต่อเนื่องจากมีจำนวนอัตราคั่งน้อยกว่า โครงสร้างโรงพยาบาลอยู่เชิงเขา ยากต่อการเคลื่อนย้ายผู้ป่วยและอุปกรณ์ ในปีพ.ศ. 2551 พบว่าการดำเนินงานในหอผู้ป่วยมีผลลัพธ์ไม่เป็นไปตามเป้าหมาย เช่น มีการร้องเรียนเรื่องการให้บริการ อัตราการกลับมารักษาซ้ำ มีมากถึง 0.85 % อัตราการติดเชื้อ 2.89 : 1000 วันนอน (ผลการดำเนินงานกลุ่มการพยาบาล, 2551) รวมทั้งผลการประเมินบรรยากาศองค์กรกลุ่มการพยาบาลมีผลคะแนนต่ำกว่าเกณฑ์ (64.26 %) (รายงานการประเมิน

บรรยากาศองค์กรพยาบาลในโรงพยาบาลอุทัยธานี ปี พ.ศ. 2551)

หอผู้ป่วยเป็นหน่วยงานย่อยของโรงพยาบาล เป็นที่พักของผู้ป่วยที่จำเป็นต้องรับการรักษาในโรงพยาบาล และเป็นศูนย์กลางของหน่วยบริการสุขภาพทุกประเภท โดยมีหัวหน้าหอผู้ป่วยเป็นผู้บริหารสูงสุดของหอผู้ป่วยภารกิจสำคัญ คือ การบริหารจัดการ และเป็นผู้ถ่ายทอดนโยบายจากผู้บริหารกลุ่มการพยาบาลไปยังพยาบาลประจำการ

หัวหน้าหอผู้ป่วยเป็นผู้บริหารระดับต้นที่เป็นกุญแจสำคัญในลำดับขั้นของการบังคับบัญชา เนื่องจากต้องทำหน้าที่เชื่อมโยงระหว่างฝ่ายบริหารกับผู้ปฏิบัติงาน และมีบทบาทสำคัญที่จะเสริมสร้างกำลังใจให้ผู้บังคับบัญชา มีค่านิยมและทัศนคติที่ดีต่อวิชาชีพพยาบาลและต่อองค์กร หัวหน้าหอผู้ป่วยที่จะทำให้องค์กรประสบความสำเร็จต้องมีภาวะผู้นำที่มีความมุ่งมั่นจริงจังและทุ่มเทสรรพกำลังอย่างเต็มที่ ในการ สนับสนุนและการพัฒนาการสร้างความเข้าใจที่ถูกต้องระหว่างบุคลากรทางการพยาบาลทุกระดับ (สำนักการพยาบาล กรมการแพทย์, 2550, อ้างถึงใน จารุณี อิฐฐารมย์, 2550, หน้า 3) ซึ่งภาวะผู้นำการเปลี่ยนแปลงเป็นบุคลิกลักษณะ และความสามารถของผู้นำ ที่สามารถเข้าใจผู้ใต้บังคับบัญชาให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในตัวเองทั้งความคิด ความเชื่อ

ค่านิยม และนำไปสู่การปฏิบัติที่ให้องค์การมีการพัฒนา (Robbins and Judge, 2007 อ้างถึงใน จารุณี อิฐฐารมณ, 2550, หน้า 3) และจากการศึกษาเกี่ยวกับภาวะผู้นำของ Bass (1985) พบว่าภาวะผู้นำการเปลี่ยนแปลงมีผลทำให้ประสิทธิผลขององค์กรสูงขึ้น

ประสิทธิผลของหอผู้ป่วยเป็นส่วนสำคัญที่จะตัดสินผลการดำเนินงานขององค์กรพยาบาลและโรงพยาบาลว่าการให้บริการมีคุณภาพหรือไม่ ดังที่ Cameron & Whetten (1983, อ้างถึงใน จิตติมา จานงค์เลิศ, 2550, หน้า 2) กล่าวว่า การประเมินประสิทธิผลของหอผู้ป่วยเป็นพื้นฐานสำคัญประการหนึ่งในการพัฒนาคุณภาพการบริการ และทำให้ทราบถึงศักยภาพหอผู้ป่วยว่าอยู่ในระดับใด โดยประสิทธิผลของหอผู้ป่วยสามารถพิจารณาได้จาก ผลผลิต ประสิทธิภาพ และความพึงพอใจในงานของบุคลากร (Gibson, Ivancevich & Donnelly, 1991, p. 37)

นอกจากการปฏิบัติบทบาทของหัวหน้าหอผู้ป่วยแล้ว การปฏิบัติงานของพยาบาลและบุคลากรที่เกี่ยวข้อง

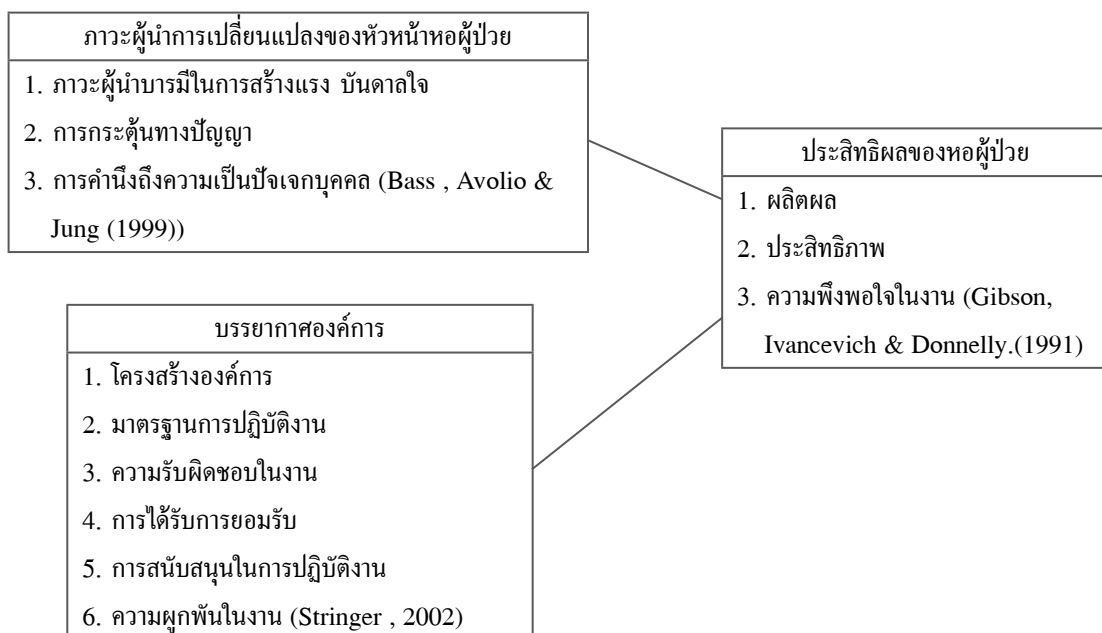
รวมทั้งสภาพแวดล้อมขององค์กร (Steer, 1997, p. 104) ก็ย่อมส่งผลต่อการปฏิบัติงานเช่นกัน จากการศึกษาของ ดวงเนตร์ ภูวัฒนวิชัย (2549) พบว่าบรรยากาศองค์กรมีความสัมพันธ์ทางบวกกับประสิทธิผลขององค์กรพยาบาล และ จิตติมา จานงค์เลิศ (2550) พบว่าบรรยากาศองค์กรมีความสัมพันธ์ในระดับสูงกับประสิทธิผลหอผู้ป่วย

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อศึกษาระดับภาวะผู้นำการเปลี่ยนแปลงของหัวหน้าหอผู้ป่วย บรรยากาศองค์กรและประสิทธิผลของหอผู้ป่วยตามการรับรู้ของพยาบาลในโรงพยาบาลอุทัยธานี

2. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างภาวะผู้นำการเปลี่ยนแปลงของหัวหน้าหอผู้ป่วยบรรยากาศองค์กรกับประสิทธิผลของหอผู้ป่วยตามการรับรู้ของพยาบาลในโรงพยาบาลอุทัยธานี

กรอบแนวคิดการวิจัย



กรอบแนวคิดการวิจัย เรื่องภาวะผู้นำการเปลี่ยนแปลงของหัวหน้าหอผู้ป่วย บรรยากาศองค์กรและประสิทธิผลหอผู้ป่วยตามการรับรู้ของพยาบาลในโรงพยาบาลอุทัยธานี

วิธีการดำเนินการวิจัย

ประชากรคือพยาบาลที่ปฏิบัติงานในหอผู้ป่วยจำนวน 15 หอผู้ป่วยในโรงพยาบาลอุทัยธานี ที่มีประสบการณ์การทำงาน 1 ปี ขึ้นไป และปฏิบัติงานร่วมกับหัวหน้าหอผู้ป่วยอย่างน้อย 6 เดือน

กลุ่มตัวอย่างจำนวน 120 คน เลือกจากประชากรโดยวิธีการสุ่มแบบแบ่งชั้นตามสัดส่วนของพยาบาลในแต่ละงานการพยาบาล และหอผู้ป่วย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเป็นแบบสอบถามจำนวน 4 ชุด ได้แก่ แบบสอบถามข้อมูลส่วนบุคคล, แบบสอบถามภาวะผู้นำการเปลี่ยนแปลงของหัวหน้าหอผู้ป่วย, แบบสอบถามบรรยากาศองค์การ และแบบสอบถามประสิทธิผลของหอผู้ป่วย

ชุดที่ 1 แบบสอบถามข้อมูลส่วนบุคคลมีจำนวน 4 ข้อ ได้แก่ อายุ ระดับ การศึกษา ระยะเวลาที่ปฏิบัติงานในโรงพยาบาลและหอผู้ป่วยที่ปฏิบัติงาน โดยมีลักษณะข้อคำถามให้เลือกตอบ และเติมค่าลงในช่องว่าง

ชุดที่ 2 แบบสอบถามภาวะผู้นำการเปลี่ยนแปลงของหัวหน้าหอผู้ป่วย ผู้วิจัยใช้แบบสอบถามของ จารุณี อธิฐารมณ (2550) ซึ่งสร้างตามแนวคิดของ Avolio, Bass and Jung (1999) ประกอบด้วย 3 ด้าน ภาวะผู้นำบารมีในการสร้างแรงบันดาลใจ การกระตุ้นทางปัญญา และการคำนึงถึงความเป็นปัจเจกบุคคล โดยมีการแปลผล 5 ระดับ

ชุดที่ 3 แบบสอบถามบรรยากาศองค์การ องค์การที่สร้างขึ้นตามแนวคิดของ String (2002) ประกอบด้วยบรรยากาศองค์การ 6 ด้าน ได้แก่ โครงสร้างองค์การ มาตรฐานการปฏิบัติงาน ความรับผิดชอบ การได้รับการยอมรับ การสนับสนุนในการปฏิบัติงาน และความผูกพันในงาน โดยมีการแปลผล 4 ระดับ

ชุดที่ 4 แบบสอบถามประสิทธิผลของหอผู้ป่วย ประกอบด้วยข้อความจำนวน 17 ข้อ ประกอบด้วย 3 ด้าน คือ ผลผลิต ประสิทธิภาพ และความพึงพอใจในงาน

ของผู้ปฏิบัติงาน ซึ่งสร้างตามแนวคิดของ Gibson , Invancevich & Donnelly (1991) ผู้วิจัยใช้แบบสอบถามประสิทธิผลของหอผู้ป่วยของ ฉญาธร ปราณมนตรี (2547) โดยมีการแปลผล 5 ระดับ

การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้

1. วิเคราะห์ข้อมูลส่วนบุคคลของกลุ่มตัวอย่าง คือ อายุ ระดับการศึกษา ประสบการณ์การทำงาน แผนกที่ปฏิบัติงาน โดยใช้สถิติบรรยาย หาค่าความถี่และร้อยละ

2. ศึกษาระดับประสิทธิผลของหอผู้ป่วยภาวะผู้นำการเปลี่ยนแปลงของหัวหน้าหอผู้ป่วยและบรรยากาศองค์การ โรงพยาบาลอุทัยธานี โดยใช้สถิติค่าเฉลี่ย (Mean) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation) ค่าต่ำสุดและสูงสุด

3. วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างภาวะผู้นำการเปลี่ยนแปลงหัวหน้าหอผู้ป่วย บรรยากาศองค์การ กับประสิทธิผลของหอผู้ป่วย โรงพยาบาลอุทัยธานี โดยคำนวณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน และกำหนดนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001

ผลการวิจัย

1. ผลการศึกษาระดับภาวะผู้นำการเปลี่ยนแปลงของหัวหน้าหอผู้ป่วย บรรยากาศองค์การ และประสิทธิผลของหอผู้ป่วยตามการรับรู้ของพยาบาลในโรงพยาบาลอุทัยธานี

1.1 ภาวะผู้นำการเปลี่ยนแปลงของหัวหน้าหอผู้ป่วยโดยรวมอยู่ในระดับสูง ($\bar{X} = 3.54$, $SD = .52$) ส่วนในรายด้านพบว่าอยู่ในระดับสูงทุกด้าน โดยเรียงจากคะแนนสูงสุดคือ ด้านภาวะผู้นำบารมีในการสร้างแรงบันดาลใจ ด้านการกระตุ้นทางปัญญา และด้านที่มีคะแนนต่ำสุดคือ ด้านการคำนึงถึงความเป็นปัจเจกบุคคล

1.2 บรรยากาศองค์การ โดยรวมอยู่ในระดับปานกลาง ($\bar{X} = 2.66$, $SD = .18$) ส่วนในรายด้านพบว่าอยู่ในระดับปานกลางทุกด้าน โดยเรียงจาก

คะแนนสูงสุดคือ ด้านความผูกพันในงาน ด้านโครงสร้างองค์กร ด้านการสนับสนุนในการปฏิบัติงาน ด้านมาตรฐานของการปฏิบัติการ ด้านความรับผิดชอบในงาน และด้านที่ได้รับคะแนนต่ำสุดคือ ด้านการได้รับการยอมรับ

1.3 ประสิทธิภาพของหอผู้ป่วย โดยรวมอยู่ในระดับสูง ($\bar{X} = 3.87$, $SD = .58$) ในรายด้าน พบว่าอยู่ในระดับสูงทุกด้าน โดยเรียงจากคะแนนสูงสุด ด้านผลิตผล ด้านประสิทธิภาพ และด้านที่ได้รับคะแนนต่ำสุดคือด้านความพึงพอใจในงาน

2. ผลการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างภาวะผู้นำการเปลี่ยนแปลงของหัวหน้าหอผู้ป่วยบรรยากาองค์กรกับประสิทธิภาพของหอผู้ป่วยในโรงพยาบาลอุทัยธานี พบว่า

2.1 ภาวะผู้นำการเปลี่ยนแปลงของหัวหน้าหอผู้ป่วยมีความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงในทิศทางบวกระดับปานกลาง ($r = .514$) กับประสิทธิภาพของหอผู้ป่วยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001

2.2 บรรยากาองค์กร มีความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงในทิศทางบวกระดับปานกลาง ($r = .557$) กับประสิทธิภาพของหอผู้ป่วยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001

การอภิปรายผล

1. ระดับภาวะผู้นำการเปลี่ยนแปลงของหัวหน้าหอผู้ป่วย บรรยากาองค์กร และประสิทธิภาพของหอผู้ป่วยตามการรับรู้ของพยาบาลในโรงพยาบาลอุทัยธานี

1.1 ระดับภาวะผู้นำการเปลี่ยนแปลงของหัวหน้าหอผู้ป่วย

การศึกษาภาวะผู้นำการเปลี่ยนแปลงของหัวหน้าหอผู้ป่วย ผลการวิจัยพบว่าค่าเฉลี่ยโดยรวมอยู่ในระดับสูง แต่ไม่ถึงระดับสูงมากเนื่องจากภาวะผู้นำมีความสำคัญยิ่งในการบริหารงานเป็นจุดรวมของสมาชิกในองค์กรเพราะผู้นำมีบทบาทที่สำคัญที่จะเสริมสร้างกำลังใจให้ผู้ใต้บังคับบัญชา กระตุ้นให้ผู้ใต้บังคับบัญชาเกิดค่านิยม และมีทัศนคติที่ดีต่อการปฏิบัติงาน ส่งผลให้การปฏิบัติงานมีคุณภาพมากขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับ Bass

(1985) ที่กล่าวว่า ภาวะผู้นำการเปลี่ยนแปลงเป็นปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้นำกับผู้ตามซึ่งทำให้ผู้ตามเกิดความเลื่อมใสศรัทธาและจงรักภักดี เกิดความกระตือรือร้นในการปฏิบัติงาน ยินดีทุ่มเทปฏิบัติงานเพื่อให้บรรลุเป้าหมาย และหัวหน้าหอผู้ป่วยซึ่งเป็นผู้เชื่อมโยงระหว่างผู้บริหารระดับสูงกับบุคลากรระดับปฏิบัติการในการนำนโยบายสู่การปฏิบัติ เพื่อนำไปสู่คุณภาพการพยาบาล เมื่อพิจารณารายด้านพบว่า ด้านภาวะผู้นำการมีในการสร้างแรงบันดาลใจอยู่ในระดับสูง อภิปรายได้ว่า การมีความมุ่งมั่นทุ่มเท เพื่อให้งานสำเร็จตามกำหนดและสำเร็จตามกำหนด และสำเร็จตามเป้าหมายของหัวหน้าหอผู้ป่วย ทำให้ผู้ตามเกิดแรงบันดาลใจที่จะปฏิบัติงานเกิดความมุ่งมั่นที่จะปฏิบัติงานได้สำเร็จตามเป้าหมายร่วมกัน ส่วนด้านที่มีค่าเฉลี่ยต่ำสุดคือ ด้านการคำนึงถึงความ เป็นปัจเจกบุคคล หัวหน้าหอผู้ป่วยจึงควรให้ความสำคัญกับการมอบหมายงานได้เหมาะสมกับความรู้ความสามารถของผู้ใต้บังคับบัญชาแต่ละคน ยกย่องให้เกียรติผู้ใต้บังคับบัญชา และปฏิบัติต่อผู้ใต้บังคับบัญชาโดยตอบสนองตามต้องการจำเป็นของแต่ละคน

1.2 ระดับบรรยากาองค์กร

ผลการวิจัยพบว่าบรรยากาองค์กรอยู่ในระดับปานกลาง ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของดวงเนตร์ ภูวัฒนวิชัย (2549) ที่พบว่า บรรยากาองค์กรตามการรับรู้ของพยาบาลประจำการ โรงพยาบาลสังกัดสำนักงานแพทย์ กรุงเทพมหานคร อยู่ในระดับปานกลาง อธิบายได้ว่าในปัจจุบันนโยบายโรงพยาบาลของรัฐ มุ่งเน้นการพัฒนาและปรับปรุงคุณภาพอย่างต่อเนื่อง เพื่อผ่านการรับรองคุณภาพโรงพยาบาลจึงจำเป็นต้องมีการกำหนดมาตรฐานแนวทางปฏิบัติงานได้แก่ คู่มือการปฏิบัติงาน (Work instruction) การปฏิบัติงานโดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์ (Evidence - based Practice) เพื่อให้ผู้ปฏิบัติงานได้ปฏิบัติเป็นแนวทางเดียวกัน และผู้รับบริการได้รับบริการที่ถูกต้องตามมาตรฐานวิชาชีพ เมื่อพิจารณารายด้านพบว่า ด้านความผูกพันในงาน มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุด อธิบายได้ว่าพยาบาลมีความรู้สึกภาคภูมิใจในการเป็นส่วนหนึ่งใน

องค์การ และมีความผูกพันต่อเป้าหมายขององค์การร่วมกัน ส่วนด้านที่มีคะแนนต่ำสุด คือ ด้านการได้รับการยอมรับในเรื่องการส่งเสริมความก้าวหน้าของบุคลากร การให้รางวัล ให้การยกย่อง นับถือ

1.3 ประสิทธิภาพของหอผู้ป่วยตามการรับรู้ของพยาบาลของพยาบาลโรงพยาบาลอุทัยธานี

ผลการวิจัยพบว่าประสิทธิภาพของหอผู้ป่วยโดยรวมอยู่ในระดับสูง อธิบายได้ว่าการเปลี่ยนแปลงทางสภาพสังคม เศรษฐกิจ การแข่งขันขององค์การทางด้านสุขภาพในยุคปัจจุบันและการปฏิรูประบบบริการสาธารณสุขให้มีการรับรองและพัฒนาคุณภาพของโรงพยาบาล เป็นกลไกกระตุ้นให้โรงพยาบาลเกิดการเรียนรู้และพัฒนา ซึ่งผลจากการพัฒนาจะทำให้ผู้ป่วยได้รับการดูแลอย่างเหมาะสม ความเสี่ยงลดลง ความต้องการของผู้ป่วยได้รับการใส่ใจมากขึ้น คุณภาพบริการดีขึ้น (อนวัณน์ สุขขติกุล, 2544 อ้างถึงใน จิตติมา จานงค์เลิศ, 2550 หน้า 94) ซึ่งประสิทธิภาพของหอผู้ป่วยหรือคุณภาพของบริการในโรงพยาบาล ส่วนใหญ่เกิดจากผลการปฏิบัติงานของบุคลากรในกลุ่มงานพยาบาลในระดับหอผู้ป่วย ซึ่งการประเมินประสิทธิภาพตามแนวคิดของ Gibson, Ivancevich & Donelly (1991) เป็นการประเมินตามแนวทางบูรณาการ ซึ่งเป็นแนวทางผสมผสานกันระหว่างเป้าหมายขององค์การและเป้าหมายของบุคคลในองค์การ มีความสอดคล้องกับการประเมินคุณภาพโรงพยาบาลสถาบันพัฒนา และรับรองคุณภาพในด้านเป้าหมายขององค์การ ได้แก่ ผลผลิต และประสิทธิภาพ ส่วนในด้านเป้าหมายของบุคคล ได้คำนึงถึงโดยการประเมินความพึงพอใจของบุคลากรประสิทธิภาพของหอผู้ป่วย จึงเป็นส่วนสำคัญในการวัดผลการดำเนินงานของโรงพยาบาล จะเห็นได้ว่าการประเมินประสิทธิภาพของหอผู้ป่วยตามแนวคิด Gibson, Ivancevich & Donelly (1991) มีความสอดคล้องเป็นแนวทางเดียวกับการประเมินคุณภาพโรงพยาบาลในภาวะปัจจุบันด้วยเหตุผลดังกล่าว จึงทำให้ประสิทธิภาพของหอผู้ป่วยที่ศึกษาอยู่ในระดับสูง ซึ่งผลการวิจัยครั้งนี้สอดคล้องกับงานวิจัยของ ประภารัตน์ แบนขุนทด (2544)

ฉฐาธร ปรานมนตรี (2547) และกุลญนาท ผ่องแผ้ว (2549) ผลการวิจัยด้านที่มีค่าเฉลี่ยต่ำสุดคือ ด้านความพึงพอใจในงาน ในเรื่องความพึงพอใจในงานที่ได้รับมอบหมาย ผลการปฏิบัติงานได้รับการยอมรับจากผู้ร่วมงาน งานในความรับผิดชอบมีความท้าทายชวนให้อายุปฏิบัติ ความคับข้องใจในงานและความคิดในการเปลี่ยนงาน

2. ความสัมพันธ์ระหว่างภาวะผู้นำการเปลี่ยนแปลงของหัวหน้าหอผู้ป่วย บรรยากาศองค์การ และประสิทธิภาพของหอผู้ป่วย ตามการรับรู้ของพยาบาลในโรงพยาบาลอุทัยธานี

2.1 ความสัมพันธ์ระหว่างภาวะผู้นำการเปลี่ยนแปลงของหัวหน้าหอผู้ป่วยกับประสิทธิภาพของหอผู้ป่วย ตามการรับรู้ของพยาบาลในโรงพยาบาลอุทัยธานี

ผลการวิจัยพบว่า ภาวะผู้นำการเปลี่ยนแปลงของหัวหน้าหอผู้ป่วย มีความสัมพันธ์ทางบวกในระดับปานกลาง ($r = .514$) กับประสิทธิภาพของหอผู้ป่วยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 ซึ่งสนับสนุนสมมติฐานที่ตั้งไว้ ซึ่งเป็นไปตามผลการศึกษาของ Bass (1985 , pp. 207-213) , Avolio&Bass (1994, pp. 2-7) และ Yukl(1994, p11) ที่พบว่าภาวะผู้นำการเปลี่ยนแปลงมีผลทำให้ประสิทธิภาพขององค์การสูงขึ้น และสอดคล้องกับผลการศึกษาของ ปรานี มีหาญพงษ์ (2547) พรจันทร์ เทพพิทักษ์ (2548) และ จารุณี อิฐฐารมณ (2550) ที่พบว่าภาวะผู้นำการเปลี่ยนแปลงของหัวหน้าหอผู้ป่วย มีความสัมพันธ์ทางบวกกับประสิทธิภาพของหอผู้ป่วย

2.2 ความสัมพันธ์ระหว่างบรรยากาศองค์การกับประสิทธิภาพของหอผู้ป่วยตามการรับรู้ของพยาบาลในโรงพยาบาลอุทัยธานี

ผลการศึกษาพบว่า บรรยากาศองค์การมีความสัมพันธ์ทางบวกในระดับปานกลาง ($r = .557$) กับประสิทธิภาพของหอผู้ป่วย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 ซึ่งสนับสนุนสมมติฐานที่ตั้งไว้สอดคล้องกับ Stringer (2002, p. 11) ที่ให้ความสำคัญกับความรู้สึกยึดมั่นผูกพันกับองค์การของบุคลากรว่า หากบุคลากร

มีความผูกพันต่อองค์กรแล้วจะมีความตั้งใจทำงาน ให้บรรลุวัตถุประสงค์ขององค์กร และพบว่าถึงความยึดมั่นผูกพันอยู่ในระดับสูง ความจงรักภักดีต่อองค์กรก็จะอยู่ในระดับสูงเช่นกัน การเพิ่มความสำคัญในการสร้างความจงรักภักดีต่อกลุ่ม จะนำมาซึ่งการสร้างบรรยากาศองค์กรที่ดี และจะช่วยเพิ่มผลผลิตขององค์กรได้ บรรยากาศองค์กรจึงมีความสำคัญต่อผู้ปฏิบัติงานซึ่งปฏิบัติถือเป็ทรัพยากรที่มีค่ามากที่สุดในการองค์กร ที่มีผลต่อประสิทธิภาพและประสิทธิผลขององค์กร (จิตติมา จานงค์เลิศ, 2550 หน้า 103) สอดคล้องกับการศึกษาของ จิตติมา จานงค์เลิศ (2550) พบว่าบรรยากาศองค์กรมีความสัมพันธ์ทางบวกในระดับสูงกับประสิทธิผลของหอผู้ป่วยตามการรับรู้ของพยาบาลวิชาชีพโรงพยาบาลมหาวิทยาลัยของรัฐ ($r = .779$) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งนี้

1. จากผลการวิจัยพบว่า ภาวะผู้นำการเปลี่ยนแปลงของหัวหน้าหอผู้ป่วย มีความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงในทิศทางบวกระดับปานกลางกับประสิทธิผลของหอผู้ป่วย และบรรยากาศองค์กรมีความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงในทิศทางบวกระดับปานกลางกับประสิทธิผลของหอผู้ป่วย ผู้บริหารจึงควรให้ความสำคัญในการพัฒนาภาวะผู้นำและบรรยากาศองค์กรให้มากขึ้น จะเพิ่มประสิทธิผลของหอผู้ป่วยได้มากขึ้น

2. ผลการวิจัยพบว่า ภาวะผู้นำการเปลี่ยนแปลงของหัวหน้าหอผู้ป่วยอยู่ในระดับสูง แต่ยังไม่ถึงระดับสูงมาก ผู้บริหารทางการพยาบาลจึงควรวางแผนในการพัฒนาศักยภาพพยาบาลที่จะก้าวขึ้นตำแหน่งผู้บริหารให้มีภาวะผู้นำการเปลี่ยนแปลงที่ดีในด้านคุณภาพและจริยธรรม โดยเฉพาะการมอบหมายงานให้เหมาะสมตามความรู้ความสามารถ การสนับสนุนในการพัฒนาศักยภาพ

และความสำเร็จในงาน การสร้างแรงจูงใจให้ผู้ใต้บังคับบัญชาปฏิบัติงานให้บรรลุตามเป้าหมาย กลวิธีที่ทำให้ผู้ใต้บังคับบัญชาเกิดความรู้สึกผูกพันต่อหน่วยงาน การยกย่องให้เกียรติผู้ใต้บังคับบัญชาทุกคน และการปฏิบัติต่อผู้ใต้บังคับบัญชาโดยตอบสนองความต้องการจำเป็นของแต่ละคน

3. ผลการวิจัยพบว่า บรรยากาศองค์กรอยู่ในระดับปานกลาง ผู้บริหารจึงควรให้ความสำคัญในการหาโอกาสพัฒนาในรายชื่อที่ผลการศึกษาอยู่ในระดับต่ำ ได้แก่ การวางแผนงานในองค์กร การให้ความเห็นอกเห็นใจและความไว้วางใจต่อกันในองค์กรมีการให้รางวัลเมื่อปฏิบัติงานได้ดี และการพัฒนาบุคลากรรายบุคคลอย่างต่อเนื่อง

4. ผลการวิจัยพบว่า ประสิทธิผลของหอผู้ป่วยอยู่ในระดับสูง แต่ยังไม่ถึงระดับสูงมาก ผู้บริหารจึงควรวางแผนในการพัฒนาในรายชื่อที่อยู่ในระดับปานกลาง ได้แก่ การบริหารความเสี่ยงในงานบริการ การป้องกันการเกิดข้อร้องเรียน รวมทั้งให้ความสำคัญในด้านความพึงพอใจในงาน เพื่อไม่ให้เกิดความคับข้องใจในการทำงาน และมีการเปลี่ยนแปลงโยกย้ายงานของพยาบาล

ข้อเสนอแนะในการทำการวิจัยครั้งต่อไป

ควรมีการศึกษาตัวแปรอื่นที่มีความสัมพันธ์กับประสิทธิผลของหอผู้ป่วย ซึ่งการศึกษาวีจยพบว่า ภาวะผู้นำการเปลี่ยนแปลงของหัวหน้าหอผู้ป่วย ด้านการคำนึงถึงความเป็นปัจเจกบุคคล มีคะแนนเฉลี่ยต่ำสุด และบรรยากาศองค์กร ด้านการได้รับการยอมรับมีคะแนนเฉลี่ยต่ำสุด ซึ่งทั้งภาวะผู้นำการเปลี่ยนแปลงของหัวหน้าหอผู้ป่วย และบรรยากาศองค์กร มีความสัมพันธ์ทางบวกกับประสิทธิผลของหอผู้ป่วย ดังนั้นจึงควรมีการศึกษาเพิ่มเติมเพื่อประสิทธิผลของหอผู้ป่วยต่อไป

เอกสารอ้างอิง

- กฤตยนาท ผ่องแผ้ว. (2549). ความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการบริหารคุณภาพทั้งองค์การของหัวหน้าหอผู้ป่วย วัฒนธรรมองค์การแบบสร้างสรรค์กับประสิทธิผลของหอผู้ป่วยตามการรับรู้ของพยาบาลประจำการโรงพยาบาล ศูนย์ที่ได้รับรองคุณภาพ. วิทยานิพนธ์พยาบาลศาสตรมหาบัณฑิต, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- จารุณี อิฐฐารมณ. (2550). ความสัมพันธ์ระหว่างภาวะผู้นำการเปลี่ยนแปลงของหัวหน้าหอผู้ป่วย การมีส่วนร่วมในงานกับประสิทธิผลของหน่วยงาน อุบัติเหตุและฉุกเฉิน โรงพยาบาลของรัฐ เขตกรุงเทพมหานคร. วิทยานิพนธ์พยาบาลศาสตรมหาบัณฑิต, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ฉัตรพร ปรานมณตรี. (2547). ความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการบริหารคุณภาพทั้งองค์การของหัวหน้าหอผู้ป่วย ความสามารถในการทำงานของพยาบาลประจำการกับประสิทธิผลของหอผู้ป่วยตามการรับรู้ของพยาบาลประจำการ โรงพยาบาลศูนย์. วิทยานิพนธ์พยาบาลศาสตรมหาบัณฑิต, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- จิตติมา จำนงค์เลิศ. (2550) ความสัมพันธ์ระหว่างภาวะผู้นำเชิงกลยุทธ์ของหัวหน้าหอผู้ป่วย บรรยากาศองค์การกับประสิทธิผลของหอผู้ป่วยตามการรับรู้ของพยาบาลวิชาชีพโรงพยาบาลมหาวิทยาลัยของรัฐ. วิทยานิพนธ์พยาบาลศาสตรมหาบัณฑิต, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ดวงเนตร ภู่วัฒนนวนิชย์. (2549) ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยส่วนบุคคล ภาวะผู้นำของผู้บริหารการพยาบาล บรรยากาศองค์การกับประสิทธิผลขององค์การพยาบาลตามการรับรู้ของพยาบาลประจำการ โรงพยาบาล สังกัดสำนักกรรมการแพทย์ กรุงเทพมหานคร. วิทยานิพนธ์พยาบาลศาสตรมหาบัณฑิต, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ปราณี มีหาญพงษ์. (2547). ความสัมพันธ์ระหว่างภาวะผู้นำการเปลี่ยนแปลงของหัวหน้าหอผู้ป่วยพฤติกรรมเป็นสมาชิกขององค์การ กับประสิทธิผลของหอผู้ป่วย ตามการรับรู้ของพยาบาลประจำการโรงพยาบาลทั่วไป. วิทยานิพนธ์พยาบาลศาสตรมหาบัณฑิต, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ประภารัตน์ แขนท. (2544). ความสัมพันธ์ระหว่างการปฏิบัติบทบาทด้านการบริหารของหัวหน้าหอผู้ป่วย บรรยากาศองค์การกับประสิทธิผลของหอผู้ป่วย ควบการรับรู้ของพยาบาลประจำการ โรงพยาบาลชุมชน. วิทยานิพนธ์พยาบาลศาสตรมหาบัณฑิต, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- พรจันทร์ เทพพิทักษ์. (2548) ความสัมพันธ์ระหว่างภาวะผู้นำการเปลี่ยนแปลงของหัวหน้าหอผู้ป่วย ภาวะผู้ตามที่มีประสิทธิผลของพยาบาลประจำการ กับประสิทธิผลของหอผู้ป่วย ตามการรับรู้ของพยาบาลประจำการโรงพยาบาลรัฐ กรุงเทพมหานคร. วิทยานิพนธ์พยาบาลศาสตรมหาบัณฑิต, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- โรงพยาบาลอุทัยธานี. (2551). ผลการดำเนินงานกลุ่มการพยาบาล. อุทัยธานี: ผู้แต่ง.
- โรงพยาบาลอุทัยธานี. (2551). รายงานการประเมินบรรยากาศองค์การพยาบาล. อุทัยธานี: ผู้แต่ง.
- Bass, B. M. (1985). *Leadership and performance beyond expectation*. New York: The Free Press.
- Bass, B. M., Avolio, B. J., & Jung, D. I. (1999). Re-examining the components of transformational and transactional leadership using the multifactor leadership questionnaire. *Journal of Occupational and Organizational Psychology*. 72 (4), 441-462
- Gibson, J. L., Ivancevich, J. M., & Donnelly, J. H. (1991). *Organization: Behavior, structure, process* (7 th. ed). Boston: Irwin.

- Steer, R. M. (1997). *Organization effectiveness: A behavioral View*. Santa Monica, California: Good year.
- Stringer, R. (2002). *Leadership and organization climate*. New Jersey: McGraw - Hill.
- Yukl, G. A. (1994). *Leadership in organization* (3 rd. ed.). New York: Prentice-Hall.

**เจตคติและพฤติกรรมของนักศึกษาพยาบาลชั้นปีที่ 2 คณะพยาบาลศาสตร์
มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย หลังการศึกษาวิชาภูมิปัญญาไทยและการดูแลสุขภาพ
Attitude and Health Behavior of Nursing Students in the Second
Year of School of Nursing, Eastern Asia University after Studying
in Subject of Thai Traditional Wisdom and Health Care**

อุทัยวรรณ พงษ์บริบูรณ์¹ กานต์สุดา ปลาทอง¹ เอี่ยมฤทัย วิเศษหมื่น¹

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาเจตคติและพฤติกรรมในการดูแลสุขภาพโดยใช้ภูมิปัญญาไทย ของนักศึกษาพยาบาลชั้นปีที่ 2 ก่อนและหลังการศึกษารายวิชาภูมิปัญญาไทยและการดูแลสุขภาพ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาที่ลงทะเบียนเรียนวิชาภูมิปัญญาไทยและการดูแลสุขภาพ จำนวน 37 คน เครื่องมือที่ใช้ประกอบด้วย เครื่องมือในการทดลอง ซึ่งได้แก่ แผนการสอน จำนวน 15 ครั้ง และเครื่องมือในการรวบรวมข้อมูล แบ่งเป็น 2 ส่วน (1) แบบสอบถามเจตคติต่อภูมิปัญญาไทย (2) แบบวัดพฤติกรรมในการดูแลสุขภาพโดยใช้ภูมิปัญญาไทย ประมวลผลข้อมูลด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ สถิติที่ใช้คือความถี่ ค่าเฉลี่ย ร้อยละ และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบค่าที

ผลการวิจัยพบว่า หลังการศึกษาเจตคติต่อภูมิปัญญาไทยสูงขึ้นมากกว่าก่อนการศึกษารายวิชาภูมิปัญญาไทย แต่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ และการศึกษาพฤติกรรมในการดูแลสุขภาพโดยใช้ภูมิปัญญาไทยของนักศึกษาพยาบาลชั้นปีที่ 2 หลังการศึกษพบว่าพฤติกรรมในการดูแลสุขภาพสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .05

คำสำคัญ : ภูมิปัญญาไทย การดูแลสุขภาพ, เจตคติต่อภูมิปัญญาไทย, พฤติกรรมในการดูแลสุขภาพ

Abstract

The purpose of this research was to study the attitude and health behavior of nursing students on health care before and after studying in the subject of Thai traditional wisdom and health care by Thai traditional wisdom. The sample were the 37 nursing students in 2nd year in the school of nursing, Eastern Asia University, which registered in Thai traditional wisdom and health care. The research instruments comprised of experimental and collecting data instruments. The experimental instrument is the 15 lesson plans in the subject of Thai traditional wisdom. The data collection instrument is the 2-parts questionnaire; (1) the student's attitude on Thai traditional wisdom and (2) the behaviors of using Thai

¹อาจารย์ประจำคณะพยาบาลศาสตร์ มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย

traditional wisdom for health care. The reliability of the questionnaire is 0.85 The gathering data is analyzed by computer programming in order to determine frequency, arithmetic mean, and standard deviation.

The findings of this research showed that The student's attitude on health care by Thai traditional wisdom was slightly increased after studying in the subject of Thai traditional wisdom and health care. The health care's behavior by using Thai traditional wisdom was significantly increased after studying in the subject of Thai traditional wisdom and health care ($P < 0.05$).

Keywords : Thai Traditional Wisdom and Health care, Attitude of Thai Traditional Wisdom, Health Behavior

ความนำ

สังคมไทยในปัจจุบันก้าวเข้าสู่ยุคแห่งสังคมวิทยาศาสตร์ ซึ่งเชื่อมั่นในความเป็นเหตุเป็นผล ความเป็นจริงท่ามกลาง สถานการณ์ดังกล่าวบุคคลหลายกลุ่ม เช่น นักวิชาการ นักวิชาชีพในหลายๆ สาขาอาชีพ ประชาชนทั่วไป ได้ เริ่มหันกลับไปสู่ธรรมชาติ สู่ความเป็นวัฒนธรรมดั้งเดิมของภูมิปัญญาไทย ภูมิปัญญาไทยอันมีคุณค่าและสำคัญต่อคนไทยและชาติไทยเป็นที่ยอมรับของนานาชาติอารยประเทศ โดยเฉพาะการแพทย์แผนไทย ซึ่งเป็นองค์ความรู้ในการดูแลสุขภาพแบบองค์รวม ที่เน้นการมีสุขภาพดีทั้งทางด้านร่างกาย จิตใจ จิตวิญญาณ หรือการมีสุขภาพทางปัญญาและสังคมที่รวมถึงสิ่งแวดล้อม เน้นการออกกำลังกายอย่างเหมาะสม การรับประทานอาหารให้ถูกต้องตามธาตุเจ้าเรือน การกินแต่พอเหมาะ การกินการนอนอย่างมีสติ ความสงบ เน้นการมีจิตใจที่เข้มแข็ง ซึ่งจะนำไปสู่ปัญญา ปัญญาในการเลือกพฤติกรรมที่ส่งเสริมสุขภาพสร้างความต้านทานต่อจิตใจและร่างกาย จนเป็นที่ประจักษ์บ้างแล้วในการรักษาผู้ป่วยที่มีโรคหรือความผิดปกติเรื้อรัง ร่วมกับแพทย์แผนปัจจุบันควบคู่กัน เพราะแพทย์แผนไทย ให้ผลในด้านจิตใจ ความเชื่อ และความศรัทธาด้วย จึงทำให้ผู้ป่วยมีการฟื้นฟูสุขภาพอย่างองค์รวม (ประคอง นิมนานเหมินทร์, 2538 ; สุภาภรณ์ ปิติพร, 2544 ;

มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช. แนวคิดและทฤษฎีการแพทย์แผนไทย, 2550 ปัจจุบันเริ่มมีการบรรจุวิชาว่าด้วยภูมิปัญญาไทยเข้าไปในหลักสูตรการเรียนการสอนในโรงเรียน มหาวิทยาลัย แหล่งการศึกษาต่างๆ คณะพยาบาลศาสตร์ มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซียได้เล็งเห็นถึงประโยชน์ คุณค่าและความสำคัญของภูมิปัญญาไทย จึงได้บรรจุวิชาภูมิปัญญาไทยและการดูแลสุขภาพไว้ในหลักสูตร สำหรับนักศึกษาพยาบาลชั้นปีที่ 2 เพื่อให้ นักศึกษามีความรู้ความเข้าใจที่ถูกต้องและเหมาะสมเกี่ยวกับ ภูมิปัญญาไทย เพราะวิชาชีพการพยาบาลถือเป็นวิชาชีพที่เกี่ยวข้องกับสุขภาพโดยตรง ต้องรับผิดชอบในการดูแลสุขภาพของบุคคลทุกช่วงวัยในสังคม พยาบาลจึงจำเป็นต้องมีความรู้ที่กว้างขวางทั้งด้านการแพทย์และด้านพยาบาลเพื่อให้สามารถนำความรู้เหล่านี้ไปประยุกต์ใช้สำหรับตนเองและบุคคลอื่นได้อย่างมีประสิทธิภาพ อันนำมาซึ่งการพัฒนาความรู้ในการดูแลสุขภาพของคนไทย นอกจากนี้ยังเป็นการปลูกจิตสำนึกให้นักศึกษาเห็นคุณค่าของภูมิปัญญาไทย และการมีส่วนร่วมในการอนุรักษ์ไว้เป็นมรดกสืบต่อไป ดังนั้นเพื่อให้การเรียนการสอนในวิชาภูมิปัญญาไทยและการดูแลสุขภาพก่อเกิดประสิทธิภาพ มีการพัฒนาระบบการเรียนการสอนให้นักศึกษาได้รับประโยชน์สูงสุด จึงเป็นที่มาของการศึกษาวิจัยในครั้งนี้

ผลของการศึกษาจะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนารูปแบบ การเรียนการสอน เนื้อหาสาระ ตลอดจนการประยุกต์ใช้ ในการเผยแพร่ความรู้แก่สาธารณชนในโอกาสต่อไป

วัตถุประสงค์การวิจัย

เพื่อเปรียบเทียบเจตคติและพฤติกรรมการดูแลสุขภาพโดยใช้ภูมิปัญญาไทย ของนักศึกษาพยาบาล ชั้นปีที่ 2 คณะพยาบาลศาสตร์ มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย ก่อนและหลังการศึกษารายวิชาภูมิปัญญาไทยและการดูแลสุขภาพ

สมมติฐานการวิจัย

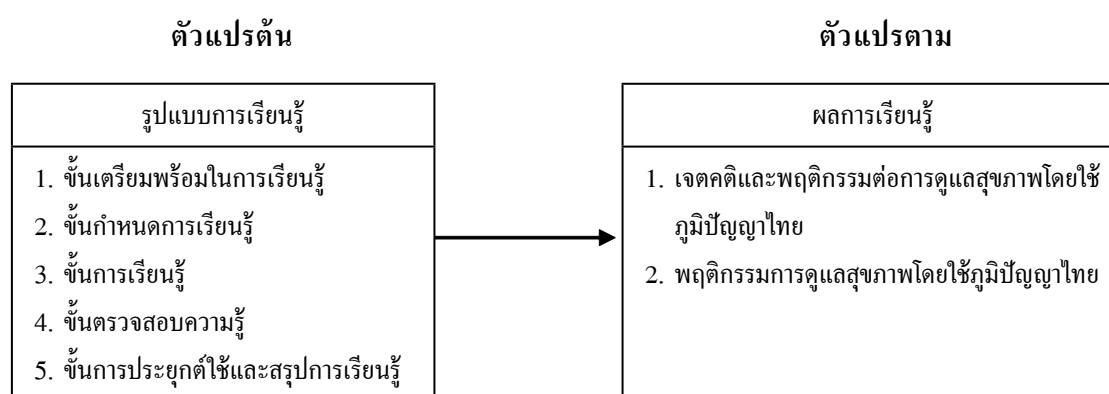
เจตคติและพฤติกรรมต่อการดูแลสุขภาพโดยใช้ภูมิปัญญาไทย ของนักศึกษาพยาบาล ชั้นปีที่ 2 คณะพยาบาลศาสตร์ มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย หลังการเรียนสูงกว่าก่อนเรียนวิชาภูมิปัญญาไทยและการดูแลสุขภาพ

ขอบเขตการวิจัย

ประชากรในการศึกษาคือ นักศึกษาพยาบาล ชั้นปีที่ 2 คณะพยาบาลศาสตร์ มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย ที่ลงทะเบียนเรียนวิชาภูมิปัญญาไทยและการดูแลสุขภาพ ในภาคการศึกษาที่ 1 ปีการศึกษา 2553

กรอบแนวคิดการวิจัย

การทบทวนวรรณกรรมและผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ชี้ให้เห็นปัจจัยต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนการสอน วิชาภูมิปัญญาไทยและการดูแลสุขภาพ จึงสรุปเป็นกรอบแนวคิดการวิจัย ดังแผนภูมิที่ 1



ภาพ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยกึ่งทดลองแบบกลุ่มเดียว วัดก่อนและหลัง (one group pretest-post test design) กลุ่มตัวอย่างเลือกอย่างเจาะจงจากนักศึกษาพยาบาล ชั้นปีที่ 2 หลักสูตรพยาบาลศาสตรบัณฑิต มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย ที่ลงทะเบียนเรียนวิชาภูมิปัญญาไทยและการดูแลสุขภาพ ซึ่งจัดการเรียนการสอนในภาคการศึกษา

ที่ 1 ปีการศึกษา 2553 จำนวน 37 คน เป็นนักศึกษาที่ยินดี เข้าร่วมในการวิจัยโดยสมัครใจเข้าร่วมโครงการด้วยการ ลงนามในเอกสารยินยอมตน หลังจากได้รับข้อมูลเกี่ยวกับ วิธีดำเนินการวิจัยอย่างละเอียด (informed consent form) นักศึกษาสามารถถอนตัวจากการวิจัยได้ โดยไม่ จำเป็นต้องบอกกล่าวหรือชี้แจงเหตุผลแต่อย่างใด และจะ ไม่มีผลต่อการศึกษาในหลักสูตร

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วยแบบสอบถามที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ซึ่งเป็นแบบสอบถามชนิดประมาณค่า 5 ระดับ ครอบคลุมเนื้อหาและสอดคล้องตามวัตถุประสงค์ โดยแบ่งเป็น 3 ส่วน คือ (1) ลักษณะส่วนบุคคล ได้แก่ เพศ อายุ ภูมิฐานะ เขตพื้นที่ที่ตั้งบ้านเรือนประเภทของครอบครัว (2) ด้านเจตคติที่มีต่อการศึกษาวิชาภูมิปัญญาไทยและการดูแลสุขภาพ จำนวน 28 ข้อ (3) ด้านพฤติกรรมในการดูแลสุขภาพด้วยภูมิปัญญาไทย จำนวน 12 ข้อ

เครื่องมือนี้ได้ตรวจสอบความตรงตามเนื้อหาโดยผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 3 คน และ นำไปทดลองใช้กับนักศึกษาพยาบาล ชั้นปีที่ 2 ที่ลงทะเบียนเรียนวิชาภูมิปัญญาไทยและการดูแลสุขภาพ ภาคการศึกษาฤดูร้อนปีการศึกษา 2552 วิเคราะห์ความเที่ยงเท่ากับ 0.85

การดำเนินการวิจัย แบ่งเป็น 3 ระยะ คือ

ระยะที่ 1 ขั้นเตรียมการจัดทำโครงร่างการวิจัยเพื่อเสนอขอรับทุนอุดหนุนการวิจัย วางแผนดำเนินการวิจัยศึกษาขอบเขตเนื้อหาสาระการสอนในวิชาชีพแจ้งวัตถุประสงค์การทำวิจัยแก่นักศึกษา ขออนุญาตดำเนินการวิจัยพัฒนารูปแบบการเรียนการสอน เครื่องมือที่ใช้ในการประเมิน ประเมิน ตรวจสอบความตรงตามเนื้อหาโดยผู้ทรงคุณวุฒิและความเชื่อมั่นของเครื่องมือเพื่อนำไปใช้ได้จริง

ระยะที่ 2 ขั้นดำเนินการให้นักศึกษาทำแบบสอบถามก่อนเรียน การสอนดำเนินการจัดการเรียนการสอนตามตารางกำหนดการสอนจำนวน 15 ครั้ง หลังจบ

การเรียนการสอนนักศึกษาทำแบบสอบถามหลังเรียนรวบรวมข้อมูลเป็นระยะๆ และเมื่อสิ้นสุดการเรียนการสอนให้นักศึกษาตอบแบบสอบถามอีกครั้ง

ระยะที่ 3 ขั้นสรุป รวบรวมผลการดำเนินการวิจัย ตรวจสอบความถูกต้อง จัดทำรูปเล่ม

ผลการวิจัย

ผลการวิจัยพบว่ากลุ่มตัวอย่างที่เข้าร่วมโครงการวิจัยเป็นนักศึกษาพยาบาล ชั้นปีที่ 2 คณะพยาบาลศาสตร์มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย จำนวน 37 คน เป็นเพศหญิงทั้งหมด อายุ 21 ปี (ร้อยละ 70.3) รองลงมาอายุ 22 ปี คิดเป็น (ร้อยละ 29.7) ประมาณครึ่งหนึ่ง (ร้อยละ 51.4) ของกลุ่มตัวอย่างมีภูมิลำเนาอยู่ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ รองลงมาเป็นภาคเหนือ ภาคใต้ ภาคตะวันออกและภาคกลาง (ร้อยละ 16.2, 13.5, และ 2.7 ตามลำดับ) ตั้งบ้านเรือนอยู่นอกเขตเทศบาล (ร้อยละ 51.4 ประมาณสองในสามมาจากครอบครัวขยาย

ด้านเจตคติที่มีต่อการศึกษาวิชาภูมิปัญญาไทยและการดูแลสุขภาพ พบว่าส่วนใหญ่การศึกษามีค่าเฉลี่ยเพิ่มขึ้นจากก่อนการศึกษาเล็กน้อย แต่เมื่อทดสอบความแตกต่างโดยทดสอบค่าที (t-test) พบว่าไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตาราง 1)

ด้านพฤติกรรมการดูแลสุขภาพโดยใช้ภูมิปัญญาไทยก่อนและหลังการศึกษาวิชาภูมิปัญญาไทยและการดูแลสุขภาพ พบว่าค่าเฉลี่ยหลังการศึกษาเพิ่มมากขึ้นกว่าก่อนการศึกษอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 อยู่เท่ากับ 0.29 ± 0.19

ตาราง 1

ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ความคิดเห็นด้านเจตคติที่มีต่อการศึกษาวิชาภูมิปัญญาไทยและการดูแลสุขภาพ (n=37)

ข้อคำถาม		ระดับความคิดเห็น						
		$\bar{X}$	SD	5 (%)	4 (%)	3 (%)	2 (%)	1 (%)
1. ความสำคัญของภูมิปัญญาไทย	Pre	4.36	0.41	41.60	50.93	7.78	0	0
	Post	4.38	0.47	43.68	50.90	9.90	0	2.7
2. นโยบายการจัดบริการการแพทย์แผนไทยในระบบบริการสาธารณสุข	Pre	4.34	0.41	40.0	53.9	6.12	0	0
	Post	4.33	0.39	36.18	60.58	4.05	0	0
3. การใช้ภูมิปัญญาไทยในการดูแลสุขภาพ	Pre	4.28	0.37	43.20	42.89	17.09	2.8	2.8
	Post	4.33	0.32	42.63	47.44	12.34	2.7	0
4. บทบาทของพยาบาลในการส่งเสริมการใช้ภูมิปัญญาไทยในการดูแลสุขภาพ	Pre	4.42	0.47	47.76	46.66	6.28	2.8	0
	Post	4.46	0.37	48.64	47.98	3.38	0	0

หมายเหตุ 5 ($\bar{X} = 4.50 - 5.00$) หมายถึง เห็นด้วยมากที่สุด หรือ เหมาะสมมากที่สุด
 4 ($\bar{X} = 3.50 - 4.49$) หมายถึง เห็นด้วยมาก หรือ เหมาะสมมาก
 3 ($\bar{X} = 2.50 - 3.49$) หมายถึง เห็นด้วยปานกลาง หรือเหมาะสมปานกลาง
 2 ($\bar{X} = 1.50 - 2.49$) หมายถึง เห็นด้วยน้อย หรือ เหมาะสมน้อย
 1 ($\bar{X} = 1.00 - 1.49$) หมายถึง เห็นด้วยน้อยที่สุด หรือ เหมาะสมน้อยที่สุด

ตาราง 2

ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ความคิดเห็นต่อพฤติกรรมดูแลสุขภาพโดยใช้ภูมิปัญญาไทยก่อนและหลังการศึกษาวิชาภูมิปัญญาไทยและการดูแลสุขภาพ

ข้อคำถาม	พฤติกรรมดูแลสุขภาพโดยใช้ภูมิปัญญาไทย			
	ก่อนการศึกษา		หลังการศึกษา	
	$\bar{X}$	SD	$\bar{X}$	SD
1. ท่านแนะนำผู้อื่นให้เห็นความสำคัญของการดูแลสุขภาพด้วยภูมิปัญญาไทย	2.42	0.84	2.65	0.54
2. ท่านค้นคว้าหาความรู้ที่เกี่ยวข้องกับการดูแลสุขภาพด้วยภูมิปัญญาไทย	2.42	0.65	2.54	0.65
3. ท่านแนะนำผู้อื่นถึงวิธีการดูแลสุขภาพเบื้องต้นโดยการใชภูมิปัญญาไทย	2.33	0.76	2.78	0.58
4. ท่านรับประทานผักพื้นบ้าน เช่น ใบมะกรูด โหระพา จิง ข่า ตะไคร้ ฯลฯ	3.47	0.81	3.57	0.65
5. ท่านใช้หรือแนะนำให้ผู้อื่นใช้ยาสมุนไพรหรือน้ำมันหอมระเหย	2.94	0.95	3.35	0.79
6. ท่านใช้ยาสมุนไพรไทยเมื่อมีอาการเจ็บป่วย เช่น มะแว้ง ขมิ้นชัน ฯลฯ ร่วมกับการรักษาอื่น	2.19	1.04	2.68	0.97
7. ท่านเลือกใช้ผลิตภัณฑ์ที่มีส่วนผสมของสมุนไพรไทย เช่น แชมพูผสมดอกอัญชัญ สบู่ขมิ้น ฯลฯ	2.72	0.85	2.76	0.76
8. ท่านทำการนวดคลายกล้ามเนื้อให้แก่ตนเองหรือบุคคลอื่น	2.61	0.90	2.84	0.83
9. ท่านทำการประคบความร้อนให้แก่ตนเองหรือบุคคลอื่น	1.94	0.89	2.05	0.62
10. ท่านเลือกใช้การบำบัดรักษาด้วยวิธีการแบบภูมิปัญญาไทยได้ตามความเหมาะสม	2.33	0.83	2.73	0.61

ข้อคำถาม		พฤติกรรมและการดูแลสุขภาพโดยใช้ภูมิปัญญาไทย			
		ก่อนการศึกษา		หลังการศึกษา	
		$\bar{X}$	SD	$\bar{X}$	SD
11. ท่านใช้หลักการของภูมิปัญญาไทยในการส่งเสริมสุขภาพจิตของตนเองและบุคคลรอบข้าง		2.28	0.97	2.78	0.53
12. ท่านจัดสิ่งแวดล้อมให้ตนเองหรือบุคคลรอบข้างโดยใช้หลักการของภูมิปัญญาไทย		2.36	0.80	2.76	0.55
ค่าเฉลี่ย (X)		2.50		2.79	
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD)		0.55		0.36	
หมายเหตุ	3.50 - 4.00 หมายถึง ปฏิบัติเป็นประจำ	2.50 - 1.49	หมายถึง ปฏิบัติบ่อยครั้ง		
	1.50 - 2.49 หมายถึง ปฏิบัตินาน ๆ ครั้ง	1.00 - 1.49	หมายถึง ไม่เคยปฏิบัติเลย		

การอภิปรายผลการวิจัย

ผลการศึกษครั้งนี้แม้จะพบว่าเจตคติโดยรวมของนักศึกษาต่อการศึกษาวิชาภูมิปัญญาไทยและการดูแลสุขภาพ หลังการศึกษาพบว่าค่าเฉลี่ยมีค่าเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อยจาก ก่อนการศึกษา (4.36 ± 0.41) เป็น 4.38 ± 0.47 และไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จึงไม่จำเป็นต้องไปตามสมมติฐานที่กำหนดไว้ “หลังการศึกษาวิชาภูมิปัญญาไทยและการดูแลสุขภาพ นักศึกษามีเจตคติต่อการศึกษาวิชาภูมิปัญญาไทย และการดูแลสุขภาพ สูงขึ้นมากกว่าก่อนการศึกษา

อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณารายละเอียดในแต่ละด้าน พบว่านักศึกษามีคะแนนเฉลี่ยในระดับดีทุกด้าน ค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 3.51-4.50 แม้ว่าจะเปลี่ยนแปลงไปบ้างก็เพียงเล็กน้อย ซึ่งไม่มีผลให้เกิดความแตกต่างมากนัก สิ่งที่ต้องพิจารณาคือ ยังมีนักศึกษาจำนวนหนึ่งที่มีเจตคติต่อวิชานี้ในระดับปานกลาง ซึ่งหมายถึง ไม่แน่ใจหรือค่อนข้างไม่เห็นด้วยกับการศึกษาวิชานี้ ประมาณหนึ่งในสิบของแต่ละด้าน แม้ว่าสัดส่วนจะลดลงเล็กน้อยภายหลังการศึกษาวิชานี้ ซึ่งเป็นสิ่งที่คณาจารย์ผู้สอนจะต้องพิจารณาในการปรับเปลี่ยนวิธีการสอนเพื่อพัฒนาเจตคติของผู้เรียน ทั้งนี้เพราะการมีเจตคติที่ดีต่อสิ่งหนึ่งสิ่งใด ย่อมจะทำให้บุคคลมีแนวทางที่จะปรับเปลี่ยนพฤติกรรมไปตามเจตคติได้ (รวีวรรณ อังคนุรักษ์พันธ์, 2533, หน้า 12) ดังนั้นหากนักศึกษามีเจตคติที่ไม่ดีหรือ

ไม่แน่ใจต่อการดูแลสุขภาพโดยใช้ภูมิปัญญาไทย โอกาสที่นักศึกษาจะแนะนำให้ผู้ใช้บริการเลือกใช้การแพทย์แผนไทยและการแพทย์ทางเลือกซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของภูมิปัญญาไทยย่อมเป็นไปได้ยาก ซึ่งแสดงให้เห็นว่า ปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงเจตคติของบุคคลเกิดจากปัจจัยต่างๆ เช่น จากประสบการณ์ตรง จากการติดต่อสื่อสาร จากการเลียนแบบ จากสถาบัน เป็นต้น จึงสรุปได้ว่า การเปลี่ยนแปลงเจตคติจะเกิดขึ้นกับบุคคล คือ การเปลี่ยนแปลงความเชื่อ ค่านิยม การสร้างองค์ความรู้ใหม่ การใช้อิทธิพลกลุ่ม (ทองกุล ชันขาว อ้างถึงใน ธีรวุฒิ เอกะกุล, 2542, หน้า 11)

การศึกษานี้พบว่าหลังการศึกษาเฉลี่ยพฤติกรรมการใช้ภูมิปัญญาไทยในการดูแลสุขภาพเพิ่มขึ้นเป็น 2.79 ± 0.36 ซึ่งสูงกว่าก่อนการศึกษามากมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงให้เห็นว่านักศึกษามีการดูแลสุขภาพของตนเองโดยนำภูมิปัญญาไทยมาใช้ในการดูแลสุขภาพ ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่กำหนดไว้ “เจตคติและพฤติกรรมต่อการดูแลสุขภาพโดยใช้ภูมิปัญญาไทย ของนักศึกษาพยาบาลชั้นปีที่ 2 คณะพยาบาลศาสตร์ มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย หลังการศึกษาสูงกว่าก่อนการศึกษาวิชาภูมิปัญญาไทยและการดูแลสุขภาพ” ทั้งนี้อธิบายได้ว่า การศึกษา ประสบการณ์การเรียนรู้ที่จัดให้ในกระบวนการเรียนการสอนวิชา ภูมิปัญญาไทยและการดูแลสุขภาพ มีทั้งการบรรยาย การฝึกปฏิบัติโดยมี

วิทยาการที่เชี่ยวชาญมาร่วมสอน และการใช้วิธีการสอนแบบโครงการ ซึ่งนักศึกษาต้องดำเนินกิจกรรมต่างๆ ด้วยตนเอง กิจกรรมเหล่านี้ทำให้นักศึกษาได้รับประสบการณ์ตรง ได้ทดลองจัดบริการเกี่ยวกับภูมิปัญญาไทย ในการจัดนิทรรศการเผยแพร่ความรู้สู่สาธารณชน จึงเป็นส่วนหนึ่งที่จะช่วยให้นักศึกษาได้เห็นผลลัพธ์ที่เกิดจากการใช้ภูมิปัญญาไทย อาทิ เช่น การนวด การใช้สมุนไพร การเลือกอาหารให้เหมาะกับธาตุของตนเอง ทำให้นักศึกษามีโอกาสใช้ภูมิปัญญาไทยในการดูแลสุขภาพตนเอง และบุคคลอื่นๆ การตอบแบบสอบถามในส่วนพฤติกรรมจึงมีค่าเฉลี่ยเพิ่มขึ้นทุกรายการ ผลการศึกษานี้สอดคล้องกับการศึกษาของ ศรีธธา แฉดวง (2548) พบว่า กลุ่มสนับสนุนมีพฤติกรรมดูแลสุขภาพสูงขึ้น เมื่อเทียบกับก่อนการทดลองนั้นแสดงว่ากลุ่มสามารถปฏิบัติการพยาบาลผู้ป่วยหลังผ่าตัดคลื่นหัวใจได้ และสอดคล้องกับผลการศึกษาของ ศรีวัชร เต็มวงษ์ (2551) จากการศึกษาสถานปัจจุบัน ปัญหาและความต้องการพัฒนาพฤติกรรมสุขภาพของบุคลากรที่เป็นโรคอ้วน ผลการพัฒนายพบ ว่า หลังพัฒนาดีกว่าก่อนการพัฒนาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05

ข้อเสนอแนะ

1. ควรปรับปรุงแบบการสอนเพื่อให้นักศึกษามีความรู้ความเข้าใจและเห็นความสำคัญของภูมิปัญญาไทย และมีเจตคติที่ดีต่อการใช้ภูมิปัญญาไทยในการดูแลสุขภาพ
2. จัดให้มีการรณรงค์ให้นักศึกษาและบุคลากรเห็นความสำคัญของการดูแลสุขภาพด้วยพืชผักสมุนไพรไทย และภูมิปัญญาไทย ตลอดจนส่งเสริมให้มีการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมมารับประทานอาหาร ตามธาตุเจ้าเรือนเพื่อรักษาสมดุลของสุขภาพ และส่งเสริมการออกกำลังกายด้วยการยืดเหยียดกล้ามเนื้อ เพื่อเป็นการผ่อนคลายจากการนั่งเรียนนั่งทำงานเป็นเวลานานด้วยท่าพื้นฐานของท่าฤๅษีดัดตน
3. ควรเปิดการสอนวิชานี้เป็นวิชาเลือกให้นักศึกษาคณะอื่นๆ สามารถลงทะเบียนเข้าเรียนได้ ซึ่งจะทำให้กลุ่มผู้เรียนมีความหลากหลาย ซึ่งจะทำให้ความรู้ความเข้าใจในการดูแลสุขภาพโดยใช้ภูมิปัญญาไทยสามารถแพร่ขยายไปสู่เยาวชนกลุ่มอื่นๆ ที่อยู่นอกเหนือสาขาวิชาการพยาบาลเพิ่มขึ้น

เอกสารอ้างอิง

- กิตติยา คำพึงพร และ สุภาพร แชนัว. (2550). *พฤติกรรมดูแลสุขภาพของนักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม*. โปรแกรมวิชาสาธารณสุขชุมชน คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม.
- ประคอง นิมนานเหมินทร์. (2538). *ภูมิปัญญาไทยในวิถีชีวิตไทย*. กรุงเทพฯ: สำนักงานเสริมสร้างเอกลักษณ์ของชาติ และมหาวิทยาลัยสยาม.
- มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาราช, สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สุขภาพ. (2550). *เอกสารการสอนชุดวิชาวิทยาศาสตร์ในการแพทย์แผนไทย หน่วยที่ 1-7*. (พิมพ์ครั้งที่ 3). นนทบุรี: โรงพิมพ์แห่งมหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาราช.
- สุภาภรณ์ ปิติพร. (2544). *สมุนไพรอภัยภูเบศร สืบสานภูมิปัญญาไทย*. ปราจีนบุรี: โรงพยาบาลเจ้าพระยาอภัยภูเบศร.
- ธีรวุฒิ เอกะกุล. (2542). *การวัดเจตคติ*. อุบลราชธานี: สถาบันราชภัฏอุบลราชธานี.

การทดสอบความเป็นพิษต่อเซลล์มะเร็งของผลิตภัณฑ์น้ำมันรำข้าว Cytotoxicity Test on Cancer Cells of Rice Bran and Germ Oil

ปภาวดี คล่องพิทยาพงษ์,¹ รุ่งตะวัน สุภาพพล,² วรอนงค์ พฤกษากิจ,¹ พรรณนารี ชัยวิชิต¹

บทคัดย่อ

โครงการวิจัยนี้เป็นการศึกษาผลของผลิตภัณฑ์น้ำมันรำข้าวว่ามีผลด้านการเจริญเติบโตของเซลล์มะเร็งระดับใดจริงหรือไม่ด้วยวิธี MTT จากการศึกษาผลของผลิตภัณฑ์น้ำมันรำข้าวต่อการเจริญเติบโตของเซลล์มะเร็งระดับเป็นเวลา 1, 4 และ 7 วัน พบว่าผลิตภัณฑ์น้ำมันรำข้าวจาก 2 แหล่ง ที่ความเข้มข้นระหว่าง 0 - 0.6 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร สามารถลดการเจริญเติบโตของเซลล์มะเร็งได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในลักษณะที่แปรตามขนาดและเวลาที่เพิ่มขึ้นด้วยค่าความเข้มข้น IC_{50} 0.274 + 0.004 และ 0.127 + 0.006 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ที่เวลา 7 วัน โดยไม่สามารถกำหนดค่า IC_{50} ที่เวลา 1 และ 4 วัน ได้เนื่องจากผลิตภัณฑ์น้ำมันรำข้าวจาก 2 แหล่ง ที่ช่วงความเข้มข้นดังกล่าวไม่สามารถลดการเจริญเติบโตของเซลล์ได้มากกว่า 50 % สันนิษฐานว่าน้ำมันรำข้าวอาจไม่เฉพาะเจาะจงต่อมะเร็งระดับ หรืออาจจะไม่ออกฤทธิ์ต่อเซลล์มะเร็งในทางตรง แต่อาจออกฤทธิ์ทางอ้อมผ่านทางการยับยั้งการแพร่กระจายของเซลล์มะเร็ง

คำสำคัญ : Anticancer, proliferation assay, inhibition concentration, MTT, rice bran oil

Abstract

The antiproliferative effect of rice bran oil to human liver cancer cells was studied via MTT assay. Two commercial rice bran oil at the concentration range of 0 - 0.6 mg/ml can significantly inhibit growth rate of liver cancer cells with dose- and time-dependent manner. IC_{50} of 1 and 4 day exposure were not assessed due to the lower growth rate than 50 % while IC_{50} of 7 days were 0.274 + 0.004 and 0.127 + 0.006 mg/ml. It might be possible that rice bran oil contains indirect effect antimetastasis or non-specificity to liver cancer.

Keywords : Anticancer, proliferation assay, inhibition concentration, MTT, rice bran oil

¹ อาจารย์ประจำ, คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย เบอร์โทรศัพท์ 02-577-1028-31 ต่อ 373

² อาจารย์ประจำ, คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ โทรศัพท์ 02-260-2112 ต่อ 4702, 4703

ความนำ

ความสำคัญและที่มาของปัญหา

ปัจจุบันมีการนำผลิตภัณฑ์จากน้ำมันรำข้าวมาใช้เป็นอาหารเสริมกันอย่างแพร่หลาย โดยที่ยังไม่มีหลักฐานการวิจัยทางการแพทย์อย่างแน่ชัด โดยเฉพาะความสามารถในการต้านมะเร็งซึ่งมีหลักฐานน้อยมากจนไม่สามารถยืนยันได้แน่นอนว่ามีฤทธิ์ต้านหรือใช้รักษามะเร็งได้จริง ๆ หรือไม่ ในขณะที่อุบัติการณ์เกิดโรคมะเร็งเพิ่มสูงขึ้นทั่วโลก รวมทั้งประเทศไทย การกล่าวอ้างว่าผลิตภัณฑ์จากน้ำมันรำข้าวสามารถต้านมะเร็งได้ทำให้มีผู้บริโภคจำนวนมากเชื่อถือและซื้อหามารับบริโภคโดยอาศัยความเชื่อส่วนบุคคล

การค้นคว้าวิจัยทางการแพทย์ปัจจุบันเพื่อยืนยันประสิทธิภาพในการต้านมะเร็งของผลิตภัณฑ์จากน้ำมันรำข้าวจะช่วยตอบคำถามดังกล่าวข้างต้นได้เป็นอย่างดี กล่าวคือหากผลิตภัณฑ์จากน้ำมันรำข้าวมีความสามารถต้านมะเร็งได้จริง จะจำเพาะต่อมะเร็งชนิดใดหรือไม่ มีผลต่อเซลล์ปกติหรือไม่ มีกลไกการออกฤทธิ์เป็นอย่างไร แต่หากผลิตภัณฑ์จากน้ำมันรำข้าวไม่สามารถต้านมะเร็งได้จริงก็จะยังคงเป็นประโยชน์ต่อผู้บริโภคคือไม่ต้องเสียทรัพย์โดยไม่จำเป็น และมุ่งรักษาทางการแพทย์สมัยใหม่เสียตั้งแต่แรก ๆ ก่อนที่จะสูญเสียโอกาสทองไป เพราะมะเร็งในระยะเริ่มแรกหลายชนิดสามารถรักษาให้หายขาดได้หากรีบไปพบแพทย์

วัตถุประสงค์อีกประการหนึ่งของโครงการวิจัยนี้คือการทดสอบความปลอดภัยเบื้องต้นของการนำผลิตภัณฑ์จากน้ำมันรำข้าวมาใช้ เนื่องจากปัจจุบันมีผู้นิยมนำผลิตภัณฑ์จากน้ำมันรำข้าวมาบริโภคเป็นอาหารบำรุงสุขภาพหรืออาหารเสริม (health food) กันมาก การทดลองว่าผลิตภัณฑ์จากน้ำมันรำข้าวปลอดภัยต่อเซลล์ปกติจะทำให้การบริโภคเป็นไปด้วยความมั่นใจมากยิ่งขึ้น

ดังนั้น โครงการวิจัยนี้จึงน่าจะเป็นประโยชน์ต่อผู้นิยมบริโภคผลิตภัณฑ์จากน้ำมันรำข้าวไม่ว่าผลการวิจัยจะเป็นไปในทางบวกหรือลบก็ตาม แต่คณะผู้วิจัยก็มั่นใจในระดับหนึ่งว่าผลิตภัณฑ์จากน้ำมันรำข้าวน่าจะมีฤทธิ์ต้านมะเร็งได้ ซึ่งอาจเป็นกลไกโดยตรงที่สามารถพิสูจน์ได้ใน

โครงการวิจัยนี้ หรืออาจเป็นกลไกโดยอ้อมที่ต้องมีการพิสูจน์ในระดับสูงต่อไป

ผลิตภัณฑ์จากน้ำมันรำข้าว น้ำมันรำข้าว

ประกอบด้วยสารสำคัญหลายชนิด เช่น โทโคฟีรอล โทโคไตรอีนอล แกมมา-โอไรซานอล แกมมา-อะมิโน-บิวไทริกแอซิด (GABA) สารต้านอนุมูลอิสระที่สำคัญคือ โทโคฟีรอล โทโคไตรอีนอล และแกมมา-โอไรซานอล (Juliano et al 2005) ในส่วนของแกมมา-โอไรซานอล ได้มีผู้ศึกษาวิจัยพบว่าเป็นสารสำคัญที่มีฤทธิ์ลดระดับคลอเลสเตอรอลในเลือด (Miura et al 2006) และสารที่มีคุณสมบัติเป็น anti-anxiety คือ แกมมา-อะมิโน-บิวไทริกแอซิด (GABA) (Kamatsuzaki et al 2005) เป็นต้น

ประเด็นวิจัย

รายงานหลายฉบับกล่าวถึงฤทธิ์ของน้ำมันรำข้าวเกี่ยวข้องกับ lipid profile และยังรวมไปถึงฤทธิ์ด้านปฏิกิริยาออกซิเดชันที่อาจเกี่ยวข้องกับมะเร็งได้อีกด้วย โครงการวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์ระยะเริ่มต้นที่เน้นการศึกษาเกี่ยวกับความสามารถในการต้านมะเร็ง โดยเริ่มจากการศึกษาการยับยั้งการเจริญเติบโตของเซลล์มะเร็ง และเลือกใช้เซลล์มะเร็งตับซึ่งเป็นมะเร็งลำดับต้น ๆ ที่พบมากในประเทศไทย และวัตถุประสงค์ระยะยาวในการศึกษาผลในการต้านมะเร็งผ่านกลไกอื่น เช่น ด้านการแพร่กระจายของเซลล์มะเร็ง เป็นต้น ที่อาจนำไปสู่การประยุกต์ใช้ร่วมกับการรักษามะเร็ง

วัตถุประสงค์การวิจัย

เพื่อให้ทราบหาผลิตภัณฑ์น้ำมันรำข้าวที่จำหน่ายในปัจจุบันมีฤทธิ์ต้านการเจริญเติบโตของเซลล์มะเร็งตับจริงตามที่กล่าวอ้างหรือไม่

วิธีการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องปั่นเหวี่ยงควบคุมอุณหภูมิ (refrigerated centrifuge)

เครื่องปั่นผสม (vortex)
 เครื่องวัดการดูดกลืนแสง (spectrophotometer)
 เครื่องนึ่งปราศจากเชื้อ (autoclave)
 เครื่องประมวลผล (microcomputer)
 เครื่องระเหยแห้งด้วยความเย็น (freeze-drier)
 อ่างน้ำชนิดควบคุมอุณหภูมิ (water bath)
 ตู้ปราศจากเชื้อ (laminar airflow hood)
 ตู้บเพาะเลี้ยงเซลล์ (CO₂ incubator)
 กล้องจุลทรรศน์ชนิดหัวกลับ (inverted

microscope)

วัสดุและอุปกรณ์วิทยาศาสตร์

autopipette ขนาดต่าง ๆ

pipette tip ขนาดต่าง ๆ

pipette tip rack

eppendorf tube

eppendorf tube rack

test tube rack

ขวดแก้ว (Duran) ขนาดต่าง ๆ

สารเคมี

น้ำกลั่น (double - distilled water)

dimethyl Sulphoxide (DMSO)

Dulbecco's Modified Eagle Medium (DMEM)

fetal bovine serum (FBS)

ผลิตภัณฑ์น้ำมันรำข้าวจากบริษัทต่าง ๆ

ก๊าซไนโตรเจน

methanol (HPLC grade) (Merck)

ethanol (Merck)

วิธีดำเนินการวิจัย

1. การเตรียมอาหารเลี้ยงเซลล์ ในโครงการวิจัยนี้ ใช้อาหารเลี้ยงเซลล์ Dulbecco's Modified Eagle Medium (DMEM) ที่มี 10 % fetal bovine serum (FBS) ร่วมกับ penicillin 100 หน่วยต่อมิลลิลิตร และ streptomycin 100 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร โดยกรองให้ปราศจากเชื้อใน laminar airflow hood ผ่าน membrane

ขนาด 0.22 ไมครอน และเก็บในตู้เย็น เมื่อต้องการใช้ก็นำมาอุ่นใน water bath ที่ 37°ซ. ก่อนเป็นเวลาประมาณ 20-30 นาที

2. การเพาะเลี้ยงเซลล์มะเร็งตับ เซลล์มะเร็งตับมีลักษณะบอบบางและต้องการอาหารเลี้ยงเซลล์ที่เหมาะสมเพื่อให้เซลล์เติบโตได้เต็มที่และมีสุขภาพดี โดยเลี้ยงเซลล์ในตู้บเพาะเซลล์ (CO₂ incubator) ที่ 37°ซ. และมีบรรยากาศ 5 % CO₂ จนได้เซลล์มะเร็งตับที่เจริญเต็มที่และมีสุขภาพดี ทำการ subculture สัปดาห์ละ 2-3 ครั้งตลอดโครงการวิจัย

3. การทดสอบการต้านการเจริญเติบโตของเซลล์มะเร็งตับ เลี้ยงเซลล์มะเร็งตับในอาหารเลี้ยงเซลล์ปกติ และอาหารเลี้ยงเซลล์ที่มีผลิตภัณฑ์น้ำมันรำข้าว ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ กัน เป็นเวลา 1, 4 และ 7 วัน แล้วใช้สีชนิดพิเศษคือ 3-(4,5-dimethylthiazol-2-yl)-2,5-diphenyltetrazolium bromide (MTT) ความเข้มข้น 1 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ย้อมสีเซลล์มะเร็งตับ ซึ่งจะให้ผลิตภัณฑ์น้ำเงินเข้มภายในเซลล์เฉพาะเซลล์ที่ยังมีชีวิตอยู่ ต่อจากนั้นละลายผลิตภัณฑ์น้ำเงินเข้มออกจากเซลล์ นำน้ำสีที่ได้ไปวัดความเข้มข้นของสีที่จะแปรตามจำนวนเซลล์ที่ยังมีชีวิตอยู่ด้วยเครื่อง Elisa plate reader นำไปคำนวณเป็น % การยับยั้งการเจริญเติบโต (inhibition percentage) โดยเปรียบเทียบให้หลุมควบคุม (control well) คือหลุมที่มีได้มีสารสกัดจากน้ำมันรำข้าวจะมีค่าการอยู่รอดของเซลล์เป็น 100 % และ % inhibition มีค่าเป็นศูนย์

4. การย้อมสีเซลล์มะเร็งตับด้วยสี crystal violet เลี้ยงเซลล์มะเร็งตับในอาหารเลี้ยงเซลล์ปกติ และอาหารเลี้ยงเซลล์ที่มีผลิตภัณฑ์น้ำมันรำข้าวที่ความเข้มข้นต่าง ๆ กัน เป็นเวลา 1, 4 และ 7 วัน เช่นเดียวกับในข้อ 3 หลังจากนั้นย้อมสีเซลล์ด้วย crystal violet ซึ่งจะติดสีออกม่วง ทั้งค้างคินให้แห้งสนิท แล้วนำไปส่องกล้องจุลทรรศน์ ถ่ายรูป นับจำนวนเซลล์อย่างน้อย 5 field ต่อ 1 ตัวอย่าง แล้วอาจทดสอบเชิงปริมาณเช่นเดียวกับ MTT ด้วยการละลาย crystal violet ไปอ่านค่าการดูดกลืนแสง หักค่าการดูดกลืนแสงของ blank ออก

นำไปคำนวณเป็น % การมีชีวิตอยู่รอดของเซลล์ (survival percentage) โดยเปรียบเทียบให้หลุมควบคุมคือหลุมที่มีได้มีสารสกัดจากน้ำมันรำข้าวจะมีค่าการอยู่รอดของเซลล์เป็น 100 %

5. คำนวณค่าเปอร์เซ็นต์การยับยั้ง (% inhibition)

$$\%inhibition = \frac{A_{control} - A_{sample}}{A_{control}} \times 100$$

เมื่อ $A_{control}$ คือ ค่าการดูดกลืนแสงของหลุมควบคุมคือหลุมที่มีได้มีสารสกัดจากน้ำมันรำข้าว และ

A_{sample} คือ ค่าการดูดกลืนแสงของสารละลายของหลุมที่มีสารสกัดจากน้ำมันรำข้าว

6. การวิเคราะห์ข้อมูล ข้อมูลทุกส่วนจะต้องผ่านกระบวนการตรวจสอบทางสถิติ โดยวิธี analysis of variances, correlation และ regression analysis ด้วยโปรแกรม SPSS

ผลการวิจัย

Proliferation assay ในโครงการวิจัยนี้จะเลี้ยงเซลล์มะเร็งตับในอาหารเลี้ยงเซลล์ปกติและอาหารเลี้ยงเซลล์ที่มีผลิตภัณฑ์น้ำมันรำข้าว ความเข้มข้นต่าง ๆ กัน แล้วแต่ชนิดของสาร เป็นเวลา 1, 4 และ 7 วัน แล้วใช้ cell proliferation assay ชนิดที่เรียกว่า MTT assay คือ นำสี 3-(4,5-dimethylthiazol-2-yl)-2,5-diphenyltetrazolium bromide (MTT) ซึ่งจะย้อมเฉพาะเซลล์ที่มีชีวิตอยู่ เนื่องจากเซลล์มีชีวิตเท่านั้นที่สามารถจะทำการ uptake สารสีนี้เข้าสู่ภายในเซลล์ได้ เอนไซม์ mitochondrial dehydrogenase จะทำการ reduce สีเหลืองของ MTT ให้กลายเป็นสีม่วงของ formazan และมีคุณสมบัติดูดกลืนแสงได้ที่ความยาวคลื่น 570 นาโนเมตร นั่นคือ MTT จะย้อมเฉพาะเซลล์ที่ยังมีชีวิตอยู่ให้เกิดเป็นผลึกสีม่วงเข้มที่มองเห็นได้อย่างชัดเจนภายใต้กล้องจุลทรรศน์ชนิดหัวกลับ หลังจากนั้นก็จะนำ acidified isopropanol หรือ di-methylsulfoxide (DMSO) มาละลายผลึกสีน้ำเงินเข้มออกจากเซลล์ แล้วจึงนำสารละลายน้ำสีม่วงที่ได้ไปวัดความเข้มข้นของสีด้วยเครื่อง Elisa

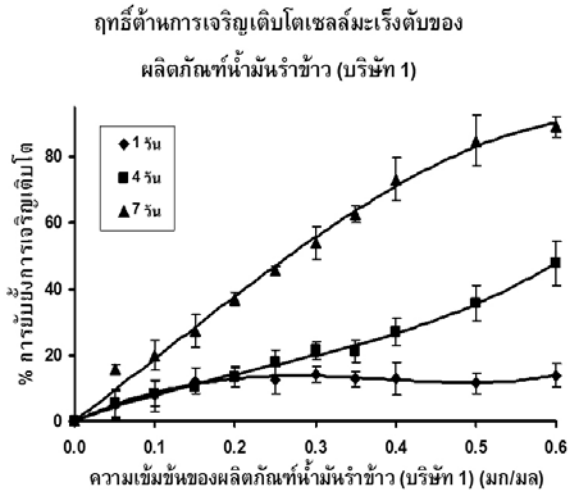
plate reader ที่ความยาวคลื่นดังกล่าวมาแล้ว ความเข้มข้นของสีจะแปรตามจำนวนเซลล์ที่ยังมีชีวิตอยู่ การประเมินประสิทธิภาพต่อการเจริญเติบโตของเซลล์จะใช้เวลาความเข้มข้นที่สามารถยับยั้งการเจริญของเซลล์ได้ 50 % หรือ inhibition concentration ที่ 50 % (IC_{50})

ผลการวิจัยในภาพรวม ผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่าการเจริญเติบโตของเซลล์มะเร็งตับลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในลักษณะที่แปรตามขนาดของผลิตภัณฑ์น้ำมันรำข้าว ที่เพิ่มขึ้นหรือที่เรียกว่า dose-dependent manner คือแปรตามความเข้มข้น และ time-dependent manner คือแปรตามระยะเวลาที่เซลล์ได้สัมผัสกับสารนานขึ้น

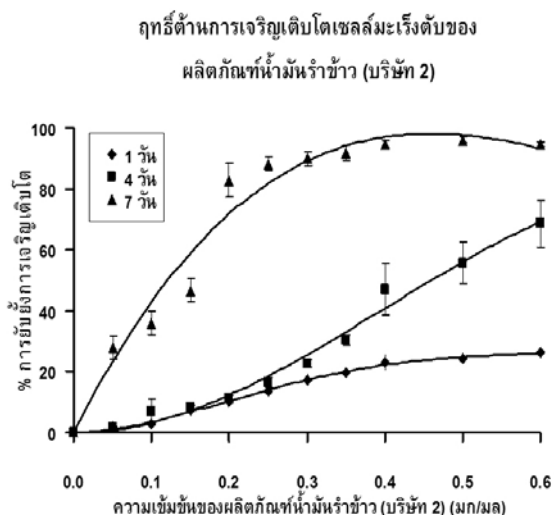
Dose-response curve โดยปกติแล้ว dose-response curve ทั่ว ๆ ไปจะใช้ความเข้มข้นช่วงกว้างเป็น 10 เท่า จึงใช้ log concentration เพื่อให้สะดวกต่อการพิจารณาภาพรวมที่จะมีลักษณะเป็น sigmoid curve ที่มองเห็นช่วง steep portion ได้อย่างชัดเจนและหาค่า effective concentration ที่ 50 % ได้ง่าย แต่สำหรับโครงการวิจัยนี้ ค่าความเข้มข้นต่าง ๆ ของผลิตภัณฑ์น้ำมันรำข้าว ในแกน X ของกราฟภาพ 6, 8, 10 และ 12 ใช้มาตราส่วนธรรมดา เนื่องจากช่วงความเข้มข้นที่ใช้แคบมาก สาเหตุที่การวิจัยนี้ใช้ช่วงความเข้มข้นแคบก็เพราะถูกกำหนด (limit) ด้วยความสามารถในการต้านการเจริญเติบโตของเซลล์มะเร็งและความจำกัดของค่าการละลาย (solubility) โดยทุกความเข้มข้นของสารจะมีการละลายดี ไม่มากหรือน้อยจนเกินไป รวมทั้งมีค่าความเป็นกรดต่าง (pH) ที่เหมาะสมด้วย

ผลิตภัณฑ์น้ำมันรำข้าว โครงการวิจัยนี้ใช้ผลิตภัณฑ์น้ำมันรำข้าวจาก 2 บริษัท ที่มีค่าการละลายไม่แตกต่างกันเท่าใดนัก ผลการศึกษาแสดงไว้ในภาพ 1 - 2 คือความเข้มข้นในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเซลล์มะเร็งตับมีค่าใกล้เคียงกันคือหลังจากให้ทดลองให้เซลล์มะเร็งตับสัมผัสกับผลิตภัณฑ์น้ำมันรำข้าวเป็นเวลา 7 วัน ในช่วงความเข้มข้น 0 - 0.6 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร จะพบค่าความเข้มข้น IC_{50} ที่ $0.274 + 0.004$ และ $0.127 + 0.006$ มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร หรือ $274 + 4$ และ $127 + 6$

ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ซึ่งอยู่ในช่วงที่พอจะยอมรับได้ หากทดลองให้เซลล์มะเร็งระดับสัมผัสกับผลิตภัณฑ์น้ำมันรำข้าวเป็นเวลา 1 หรือ 4 วัน จะยับยั้งการเจริญเติบโตได้ไม่ถึง 50 % หรือเกิน 50 % ไปเพียงเล็กน้อย จึงไม่ควรนำข้อมูลไปใช้หาค่า IC_{50} เพราะมีแนวโน้มที่จะได้ค่า IC_{50} ที่มี accuracy และ precision ต่ำ



ภาพ 1 กราฟเปรียบเทียบความสามารถในการต้านการเจริญเติบโตของผลิตภัณฑ์น้ำมันรำข้าว (บริษัท 1) ความเข้มข้น 0 - 600 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ต่อเซลล์มะเร็งระดับ (n = 3) ที่เวลา 1, 4 และ 7 วัน โดยมีค่าความเข้มข้น IC_{50} 274 + 4 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ที่เวลา 7 วัน



ภาพ 2 กราฟเปรียบเทียบความสามารถในการต้านการเจริญเติบโตของผลิตภัณฑ์น้ำมันรำข้าว (บริษัท 2) ความเข้มข้น 0 - 600 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ต่อเซลล์

มะเร็งระดับ (n = 3) ที่เวลา 1, 4 และ 7 วัน โดยมีค่าความเข้มข้น IC_{50} 127 + 6 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ที่เวลา 7 วัน

วิจารณ์และสรุปผล

เมื่อพิจารณาความสามารถในการต้านการเจริญเติบโตของเซลล์มะเร็งระดับจะเห็นได้ว่า ผลิตภัณฑ์น้ำมันรำข้าว มีประเด็นสำคัญที่ควรพิจารณาสำคัญ 3 ประการ คือ

1. ผลิตภัณฑ์น้ำมันรำข้าว อาจไม่มีฤทธิ์โดยตรง (direct effect) ในการเป็นพิษ (cytotoxic effect) ต่อเซลล์มะเร็งระดับ โดยเฉพาะสาร gamma-oryzanol ที่ไม่สามารถหาค่า IC_{50} ได้แม้ว่าจะให้เซลล์มะเร็งระดับสัมผัสกับสาร gamma-oryzanol เป็นเวลานานถึง 7 วัน ก็ตาม ผลิตภัณฑ์น้ำมันรำข้าวที่ให้เซลล์มะเร็งระดับสัมผัสกับสารเป็นเวลา 1 และ 4 วัน สันนิษฐานว่าอาจเนื่องมาจากสาเหตุบางประการ เช่น

- สารบางชนิดมีกลไกหรือรูปแบบการทำงานที่แตกต่างกันออกไป เช่น สารบางชนิดต้องถูก enzyme ในตับเปลี่ยนไปเป็นสาร active metabolite เสียก่อนจึงจะทำงานได้ สารบางชนิดต้องทำงานร่วมกับระบบภูมิคุ้มกันหรือต้องถูกเร่งด้วยระบบภูมิคุ้มกันก่อนจึงจะออกฤทธิ์ได้

- สารบางชนิดมีกลไกการต้านมะเร็งที่แตกต่างกันออกไป เช่น สารบางชนิดไม่สามารถทำลายเซลล์มะเร็งได้โดยตรงหรืออาจต้องใช้ขนาด (dose) สูง แต่มีฤทธิ์ด้านการแพร่กระจายของเซลล์มะเร็ง หรืออีกตัวอย่างที่นับเป็นข่าวดีสำหรับผู้ป่วยมะเร็งก็คือ วงการแพทย์อาจสามารถรักษามะเร็งได้ในระยะ 10 ปี หรือไม่เกิน 15 ปี ข้างหน้านี้ด้วยยาที่มีฤทธิ์ด้านการสร้างหลอดเลือดใหม่ (antiangiogenic agent) ที่จะไม่ผลทำลายเซลล์มะเร็ง จึงไม่มีฤทธิ์ข้างเคียงต่อระบบภูมิคุ้มกัน ไชกระดุก ผมรวง ดังที่พบในการทำเคมีบำบัด (chemotherapy) ทั่ว ๆ ไป แต่จะมีกลไกยับยั้งมิให้หลอดเลือดใหม่งอกไปยังก้อนเนื้อมะเร็ง กลุ่มเซลล์มะเร็งจึงไม่สามารถขยายขนาดให้ใหญ่ขึ้นได้ เพราะขาดสารอาหารและมีการสะสมของเสียไว้ในเซลล์เป็นจำนวนมาก ปัจจุบันยากกลุ่มนี้ได้ผ่านเข้าสู่การวิจัย

ระดับคลินิก (clinical trial) ระยะ (phase) 2-3 แล้ว
2. ผลิตภัณฑ์น้ำมันรำข้าวมีความสามารถในการ
ทำลายหรือยับยั้งการเจริญเติบโตของเซลล์มะเร็งระดับ
อย่างไรก็ตาม ก็พอจะกล่าวในเบื้องต้นได้ว่า
ผลิตภัณฑ์น้ำมันรำข้าวน่าจะมีกลไกอะไรบางอย่างในการ

ต้านมะเร็งได้บ้าง โดยอาจต้องทดสอบกับเซลล์มะเร็ง
ชนิดอื่น หรือทดสอบการต้านมะเร็งกลไกอื่น เช่น การต้าน
ปฏิกิริยาออกซิเดชันในเซลล์มะเร็งบางชนิด การต้าน
การสร้างหลอดเลือดใหม่ เป็นต้น

เอกสารอ้างอิง

- Ames, B. N., Shigenaga, M. K. & Hagen, T. M. (1993). Oxidants, antioxidant and degenerative diseases of aging. *Proceeding of Natural Academy of Sciences*. 90, 7915-7922.
- Benedetto, A. V. (1998). The Environment and skin Aging. *Clinics in permatology*. 16, 129-139.
- Bidlack, W. (1999). *Phytochemicals as bioactive agents*. Lancaster, Basel, Switzerland: Technomic Publishing.
- Bokov, A., Chaudhuri, A. & Richardson, A. (2004). *The role of oxidative damage and stress in aging. mechanisms of aging development*. 125, 811-826.
- Farr, D. R. (1997). Functional foods. *Cancer Letters*, 114, 59-63.
- Greatvita chemicals. (2008). *Gamma oryzanol*. Retrieved from http://www.greatvistachemicals.com/pharmaceutical_intermediates/gamma-oryzanol.html.
- Ha, T. Y., Han, S., Kim, S. R., Kim, I. H., Lee, H. Y. & Kim, H. K. (2005). Bioactive components in rice bran oil improve lipid profiles in rats fed a high-cholesterol diet. *Nutrition Research*. 25, 597-606.
- Ito, N., Hirose, M., Fukushima, S., Tsuda, R., Shirai, T. & Tatematsu, M. (1986). Studies on antioxidants: their carcinogenic and modifying effects on chemical carcinogenesis. *Food and chemical Toxicology*. 24, 1071-1082.
- Jenkins, G. (2002). Molecular mechanisms of skin ageing. *Mechanisms of aging and Development*, 123, 801-810.
- Juliano, C., Cossu, M. I., Alamanni, M. C. & Piu, L. (2005). Antioxidant activity of gamma0oryzanol: Mechanism of action and its effect on oxidation stability of pharmaceutical oils. *International Journal of Pharmaceutics*, 299, 146-154.
- Lakkakula, N. R., Lima, M. & Walker, T. (2004). Rice bran stabilization an rice bran oil extraction using ohmic heating. *Bioresource Technology*, 92, 157-161.
- Kanungo, M. S. (1994). *Genes and aging*. New York: Cambridge University Press.

- Miura, D., Ito, Y., Aya, M., Kise, M., Ato, H. & Yagaski, K. (2006). Hypcholesterolemic action of pregerminated brown rice in hepatoma-bearing rats. *Life Science*, 79, 259-264.
- Moldenhauer, K. A., Champagne, E. T., McCaskill, D. R. & Guraya, H. (2003). *Functional products from rice*. In G. Mazza (ed.), *Functional foods*. Lancaster, Basel, Switzerland: Technomic Publishing.
- Mosca, L., Marcellini, S., Perluigi, M., Mastroiacovo, P., Moretti, S., Famularo, G., et al. (2002). Modulation of apoptosis and improved redox metabolism with the use of a new antioxidant formula. *Biochem Pharmacol*, 63, 1305-14.
- Pugliese, P. T. (1996). *Free radicals and the skin*. In: Pugliese PT, editors. *Physiology of the skin*. Illinois: Allured Publishing Corporation.
- Ricciarelli, R., Maroni, P., Ozer, N., Zingg, J. M., Azzi, A. (1999). Age-dependent increase of collagenase expression can be reduced by alpha-tocopherol via protein kinase c inhibition. *Free Radic Biol Med*, 27, 29-37.
- Roberfroid, M., & Calderon, P. B. (1995). *Free radicals and oxidation phenomena in biological systems*. New York: Marcel Dekker.
- Rogers, E. J., Rice, S. M., Nicolosi, R. J., Carpenter, D. R., McClelland, C. A., & Romanczyk, L. J. (1993). Identification gamma-oryzanol and quantitation of components and simultaneous assessment of tocopherols in rice bran oil. *Journal of American Oil Chemists Society*, 70(3), 301-307.
- Sanchez-Moreno, C., Larrauri, J. A. & Saura-Calixto, E. (1999). Free radical scavenging capacity and inhibition of lipid oxidation of wines, grape juices and related polyphenolic constituents. *Food Research International*, 32(2), 407-412.
- Servinova, E., Kagan, V., Han, D. & Packer, L. (1991). Free radical recycling and intramembrane mobility in the antioxidant properties of alpha-tocopherol and alpha-tocotrienol. *Free Radical Biology and Medicine*, 10, 263-275.
- Shahids, F. & Wanasundara, P. K. J. (1992). Phenolic antioxidants. *Critical Reviews in Food Science*, 32, 67-103.
- Shin, T., Godber, J. S., Martin, D. E. & Wells, J. H. (1997). Hydrolytic stability and changes in E vitamers and gamma-oryzanol of extruded rice bran during storage. *Journal of Food Science*, 62, 704-708.
- Son, Y. O., Kim, J., Lim, L. C., Chung, G. H. & Lee, J. C. (2003). Ripe fruits of *Solanum nigrum* L. inhibits cell growth and induces apoptosis in MCF-7 cells. *Food and Chemical Toxicology*, 41, 1421-1428.
- Stoyanovsky, D. A., Melnikov Z, Cederbaum AI. (1999). ESR and HPLC-EC analysis of the interaction of hydroxyl radical with DMSO: rapid reduction and quantification of POBN and PBN nitroxides. *Anal Chem*, 71, 715-721.

- Ueda, J. I., Saito N, Shimazu Y, & Ozawa T. (1996). A comparison of scavenging abilities of antioxidants against hydroxyl radicals. *Arch Biochem Biophys*, 253(2), 377-384.
- Vajragupta, O., Boonchoong, P., & Wongkrajang, Y. (2000). Comparative quantitative structure-activity study of radical scavengers. *Biorg Med Chem*, 8, 2617-2628.
- Vertuani, S., Bosco, E., Testoni, M., Ascanelli, S., Azzena, G. & Manfredini, S. (2004). Antioxidant herbal supplements for hemorrhoids developing a new formula. *NUTRA foods*, 3, 19-26.
- Wang, H., Cao, G. & Prior, R. L. (1997). Oxygen radical absorbing capacity of anthocyanins. *Journal of Agricultural and food Chemistry*, 45, 307-309.
- Wickens, P. A. (2001). Ageing and the free radical theory. *Respiration Physiology*, 128, 379-391.
- Williams, G. M., Iatropoulos, M. J. & Whysner, J. (1999). Safety assessment of butylated hydroxyanisole and butylated hydroxytoluene as antioxidant food additives. *Food and Chemical Toxicology*, 37, 1027-1038.
- Whysner, L., Wang, C. X., Zang, E., Iatropoulos, M. J. & Williams, G. M. (1994). Dose response of promotion by butylated hydroxyanisole in chemically initiated tumours of the rat forestmoach. *Food and Chemical Toxicology*, 32, 215-222.
- Xu, Z., & Godber, J. S. (1999). Purification and identification of components of gamma-oryzanol in rice brand oil. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 47, 2724-2728.

ฤทธิ์ต้านการเจริญเติบโตของน้ำมันรำข้าวต่อเซลล์มะเร็งตับ Antiproliferative Effect of Rice Bran Oil to Liver Cancer Cells

ปภาวดี คล่องพิทยาพงษ์,¹ รุ่งตะวัน สุภาพพล,² วรอนงค์ พฤกษากิจ,¹ พรรณนารี ชัยวิชิต¹

บทคัดย่อ

ศึกษาผลของผลิตภัณฑ์น้ำมันรำข้าวและสาร gamma-oryzanol ต่อการเจริญเติบโตของเซลล์มะเร็งตับเป็นเวลา 1, 4 และ 7 วัน พบว่าผลิตภัณฑ์น้ำมันรำข้าวจาก 2 แหล่ง ที่ความเข้มข้นระหว่าง 0 - 0.6 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร สามารถลดการเจริญเติบโตของเซลล์มะเร็งตับได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในลักษณะที่แปรตามขนาดและเวลาที่เพิ่มขึ้นด้วยค่าความเข้มข้น IC_{50} 0.274 ± 0.004 และ 0.127 ± 0.006 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ที่เวลา 7 วัน โดยไม่สามารถกำหนดค่า IC_{50} ที่เวลา 1 และ 4 วัน ได้เนื่องจากผลิตภัณฑ์น้ำมันรำข้าวจาก 2 แหล่ง ที่ช่วงความเข้มข้นดังกล่าวไม่สามารถลดการเจริญเติบโตของเซลล์ได้มากกว่า 50 % สันนิษฐานว่าน้ำมันรำข้าวอาจไม่เฉพาะเจาะจงต่อมะเร็งตับ หรือไม่ออกฤทธิ์ทำลายเซลล์มะเร็งในทางตรง อาจออกฤทธิ์ทางอ้อมผ่านทางการยับยั้งการแพร่กระจายของเซลล์มะเร็ง ขณะที่ gamma-oryzanol ไม่สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเซลล์มะเร็งตับได้แม้ว่าจะใช้ขนาดความเข้มข้นสูงกว่าผลิตภัณฑ์น้ำมันรำข้าวถึง 10 เท่า และให้เวลาเซลล์มะเร็งตับสัมผัสกับสาร gamma-oryzanol นานถึง 7 วัน ก็ยังไม่สามารถระบุค่า IC_{50} ได้ อาจเนื่องมาจากการที่ผลิตภัณฑ์น้ำมันรำข้าวเป็นสารสกัดหยาบจึงมีสารช่วยการออกฤทธิ์ของ gamma-oryzanol ร่วมอยู่ด้วย หรือสารออกฤทธิ์ในผลิตภัณฑ์น้ำมันรำข้าวไม่ใช่ gamma-oryzanol

คำสำคัญ : น้ำมันรำข้าว

Abstract

Two commercial rice bran oil at the concentration range of 0 - 0.6 mg/ml were studied for 1, 4 and 7 days. It was found that rice bran oil from 2 sources can significantly inhibit growth rate of liver cancer cells with dose - and time-dependent manner. IC_{50} of 1 and 4 day exposure were not assessed due to the lower growth rate than 50 % while IC_{50} of 7 days were 0.274 ± 0.004 and 0.127 ± 0.006 mg/ml. It might be possible that rice bran oil contains indirect effect, antimetastasis, or non-specificity

¹ อาจารย์ประจำ, คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย เบอร์โทรศัพท์ 02-577-1028-31 ต่อ 373

² อาจารย์ประจำ, คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ โทรศัพท์ 02-260-2112 ต่อ 4702, 4703

to liver cancer. The growth inhibition of ten times higher concentration of gamma-oryzanol compared to rice bran oil for 7 day exposure was lower than 50 %, IC_{50} was unable to be determined. Gamma-oryzanol may not be the active content in rice bran oil or some ingredients in rice bran oil might function as a co-factor or catalytic agent for gamma-oryzanol.

Keywords : Rice bran oil, anticancer, proliferation assay, inhibition concentration

ความนำ

น้ำมันรำข้าวเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้มาจากจมูกข้าว ประกอบด้วยสารสำคัญหลายกลุ่ม น้ำมันรำข้าวมีลักษณะเป็น phytonutrient ประกอบไปด้วย gamma oryzanol, tocopherol, กรดไขมันจำเป็นคือ omega-3 และ omega-6, phytosterol, ceramide, melatonin, beta-carotene, วิตามินเอ บีรวม วิตามินอี และแร่ธาตุต่าง ๆ เช่น แคลเซียม แมงกานีส เหล็ก เซเลเนียม สังกะสี และโปรตีนอีกหลายชนิด (Jariwalla, R.J., 2001; Rogers, E.J., 1993)

ประโยชน์หรือคุณค่าที่น้ำมันรำข้าวถูกกล่าวถึงมาก ก็คือการรักษาเบาหวาน ไต มะเร็ง และฟื้นฟูสมรรถภาพของร่างกาย โดยเฉพาะการลดไขมันในหลอดเลือด (Sugano M, Koba K, Tsuji E., 1999; Sen CK, Khanna S, Roy S., 2007; Sugano M, 1996; Raghuram TC, Rukmini C., 1995; Prakash J., 1996; Rukmini C, Raghuram TC., 1991) ระยะหลังมีรายงานทางวิทยาศาสตร์กล่าวถึงความสามารถในการต้านสารอนุมูลอิสระและปฏิกิริยาออกซิเดชันที่คาดว่าเนื่องมาจากสารในกลุ่ม phenolic, flavonoid, gamma-oryzanol, tocopherol, tocotrienol เป็นต้น (Juliano C, Cossu MI, Alamanni MC, Piu, L., 2005; Chatchawan Chotimarkorn, Soottawat Benjakul, Nattiga Silalai, 2008; Chitropas P, Priprem A, Siri B, Khamlert C, Sripanidkulchai B., 2004; Minhajuddin M, Beg ZH, Iqbal J., 2005) รวมทั้งสามารถลดไขมันหรือคอเลสเตอรอลในหลอดเลือดตั้งแต่ระดับสัตว์ทดลองขนาดเล็ก

หนู กระต่าย และแฮมสเตอร์ ไปจนถึงมนุษย์ สันนิษฐานว่าฤทธิ์ของน้ำมันรำข้าวน่าจะมาจากสารสำคัญ gamma-oryzanol และ tocotrienols (Cicero AFG and Gaddi A., 2001; Sugano M and Tsuji E., 1997; Berger, A., Rein, D., Schäfer A, Monnard, I., Gremaud, G., Lambelet, P. and Bertoli, C., 2005; Most MM, Tulley R, Morales S, and Lefevre M., 2005; Ha TY, Han S, Kim SR, Kim IH, Lee HY, Kim HK., 2005; Miura D, Ito, Y., Aya, M, Kise, M., Ato, H, Yagaski, K., 2006; Ausman, L. M, Rong N, Nicolosi, R. J., 2005) การผสมน้ำมันรำข้าวกับน้ำมันดอกคำฝอยจะยิ่งช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการลดไขมันในหลอดเลือด (Malve H, Kerkar P, Mishra N, Loke S, Rege NN, Marwaha-Jaspal A, Jainani KJ., 2010) การผสมกับน้ำมันปาล์มก็ให้ผลลดไขมันได้ดีเช่นกัน (Utarwuthipong T, Komindr S, Pakpeankitvatana V, Songchitsomboon S, Thongmuang N., 2009) Cheng และคณะได้รายงานผลของน้ำมันรำข้าวที่ช่วยลดไขมันในหลอดเลือดของหนูทดลองพร้อมกับเพิ่มความไวต่ออินซูลินได้อีกด้วย (Cheng HH, Ma CY, Chou TW, Chen YY, Lai MH., 2010) นับเป็นข้อดีอีกประการหนึ่งที่มีแนวโน้มจะนำมาประยุกต์ใช้ร่วมกับการรักษาโรคเบาหวานได้ แต่ที่น่าสนใจยิ่งกว่านั้นก็คือ Iqbal และคณะ รายงานไว้ว่าน้ำมัน รำข้าวมีฤทธิ์ลดไขมันไปพร้อมกับสามารถต้านมะเร็งได้ด้วยการยับยั้งกระบวนการ carcinogenesis ที่เกิดจากการกระตุ้นด้วยสารก่อมะเร็ง

(carcinogen) ชนิดต่าง ๆ (Iqbal J, Minhajuddin M, Beg ZH., 2003; Iqbal J, Minhajuddin M, Beg ZH., 2003; Xu Z., Godber J.S., 1999)

ปัจจุบันมีการนำผลิตภัณฑ์จากน้ำมันรำข้าวมาใช้เป็นอาหารเสริมกันอย่างแพร่หลายทั้งที่ยังไม่มีหลักฐานการวิจัยทางการแพทย์อย่างแน่ชัด โดยเฉพาะความสามารถในการต้านมะเร็งซึ่งมีหลักฐานน้อยมากจนไม่สามารถยืนยันได้แน่นอนว่ามีฤทธิ์ต้านหรือใช้รักษามะเร็งได้จริง ในขณะที่อุบัติการณ์เกิดโรคมะเร็งเพิ่มสูงขึ้นทั่วโลกรวมทั้งประเทศไทย งานวิจัยนี้จึงเป็นการศึกษาฤทธิ์ทางชีวภาพของผลิตภัณฑ์น้ำมันรำข้าวในการต้านมะเร็งโดยผ่านทาง การต้านการเจริญเติบโตของเซลล์มะเร็งตับซึ่งเป็นมะเร็ง ลำดับต้น ๆ ที่พบมากในประเทศไทย พร้อมกันนี้ได้นำสาร gamma-oryzanol เปรียบเทียบผลกับผลิตภัณฑ์จาก น้ำมันรำข้าวอีกด้วย หากพิสูจน์ในเบื้องต้นได้ว่าผลิตภัณฑ์ จากน้ำมันรำข้าวสามารถต้านมะเร็งได้ก็จะเป็นประโยชน์ ในการใช้ร่วมกับยาแผนปัจจุบัน รวมทั้งช่วยในเรื่องจาก อุตสาหกรรมการส่งออกของประเทศ

สารเคมีและเครื่องมือ

สารเคมี ผลิตภัณฑ์จากน้ำมันรำข้าวและ gamma-oryzanol ซื้อจากบริษัทที่เชื่อถือได้ในประเทศไทย มีการวิเคราะห์สารสำคัญและสามารถซื้อเพิ่มได้ในกรณีที่ ต้องทำโครงการวิจัยระยะยาว สารเคมีทั่วไปได้แก่ crystal violet, phosphate buffer saline, 3-(4,5-dimethylthiazol-2-yl)-2,5-diphenyl tetrazolium bromide (MTT), ethylene diamine tetraacetic acid (EDTA) และ dimethyl sulfoxide (DMSO) ซื้อจากบริษัท Sigma สำหรับสารเคมีที่ใช้ในการเลี้ยงเซลล์คือ trypsin, Dulbecco's modified Eagle's medium (DMEM), fetal bovine serum (FBS), penicillin และ streptomycin ซื้อจาก บริษัท Gibco

เครื่องมือ เครื่องมือที่เกี่ยวข้องกับการเพาะ เลี้ยงเซลล์ เช่น ตู้ปราศจากเชื้อ (laminar airflow hood) และตู้อบเพาะเลี้ยงเซลล์ (CO₂ incubator)

มาจากบริษัท NuAire กล้องจุลทรรศน์ชนิดหัวกลับ (inverted microscope) จากบริษัท Hollywood เครื่องปั่น เหยือกควบคุมอุณหภูมิ (refrigerated centrifuge) จาก บริษัท Juan และเครื่อง Elisa plate reader จากบริษัท Bio-Rad

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการศึกษาในห้องปฏิบัติการโดย เพาะเลี้ยงเซลล์มะเร็งตับชื่อ HT 1080 ให้มีสุขภาพ สมบูรณ์แข็งแรง พร้อมทั้งจะใช้ทดสอบสารต่าง ๆ ได้ หลังจากนั้นเลี้ยงเซลล์มะเร็งตับในอาหารเลี้ยงเซลล์ที่มี ผลิตภัณฑ์น้ำมันรำข้าวความเข้มข้นต่าง ๆ เมื่อครบเวลา ตามต้องการก็ศึกษาเซลล์ที่ยังมีชีวิตอยู่และเซลล์ที่ตายแล้ว ด้วยการนำมาย้อมสี MTT และ crystal violet ดังขั้นตอน ต่อไปนี้

1. การเตรียมอาหารเลี้ยงเซลล์ ในโครงการวิจัยนี้ ใช้อาหารเลี้ยงเซลล์ Dulbecco's Modified Eagle Medium (DMEM) ที่มี 10 % fetal bovine serum (FBS) ร่วมกับ penicillin 100 หน่วยต่อมิลลิลิตร และ streptomycin 100 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร โดยกรองให้ ปราศจากเชื้อในตู้ปราศจากเชื้อ ผ่าน membrane ขนาด 0.22 ไมครอน และเก็บที่อุณหภูมิ 4° ซ. เมื่อต้องการใช้ ก็นำมาอุ่นที่อุณหภูมิ 37° ซ. ก่อนเป็นเวลาประมาณ 10-15 นาที

2. การเพาะเลี้ยงเซลล์มะเร็งตับ เซลล์มะเร็งตับ มีลักษณะบอบบางและต้องการอาหารเลี้ยงเซลล์ที่เหมาะสม เพื่อให้เซลล์เติบโตได้เต็มที่ โดยเลี้ยงเซลล์ในตู้บ่มเพาะ เซลล์ที่ 37° ซ. และมีบรรยากาศ 5 % CO₂ จนได้เซลล์ มะเร็งตับที่เจริญเต็มที่ และนำมา subculture สัปดาห์ละ 2-3 ครั้ง ตลอดการวิจัย

3. การทดสอบการต้านการเจริญเติบโตของเซลล์ มะเร็งตับ เลี้ยงเซลล์มะเร็งตับในอาหารเลี้ยงเซลล์ปกติ และอาหารเลี้ยงเซลล์ที่มีสาร gamma-oryzanol หรือ ผลิตภัณฑ์น้ำมันรำข้าวที่ความเข้มข้นต่าง ๆ กัน คือ 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5, 0.6 มก./มล. เป็นเวลา 1, 4 และ

7 วัน แล้วใช้วิธีหาค่าพิเศษคือ 3-(4,5-dimethylthiazol-2-yl)-2,5-diphenyltetrazolium bromide (MTT) ความเข้มข้น 1 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ย้อมสีเซลล์มะเร็งดับ ซึ่งจะให้ผลสีน้ำเงินเข้มภายในเซลล์เฉพาะเซลล์ที่ยังมีชีวิตอยู่ ต่อจากนั้นละลายผลสีน้ำเงินเข้มออกจากเซลล์ ด้วย DMSO นำน้ำสีน้ำเงินเข้มที่ได้ไปวัดความเข้มข้นของสีที่จะแปรตามจำนวนเซลล์ที่ยังมีชีวิตอยู่ด้วยเครื่อง Elisa plate reader นำไปคำนวณเป็น % การยับยั้งการเจริญเติบโต (inhibition percentage) โดยเปรียบเทียบให้หลุมควบคุม (control well) คือหลุมที่ได้มีผลสีน้ำเงินเข้มจากน้ำมันรำข้าวผสมอยู่ ซึ่งจะมีค่าการอยู่รอดของเซลล์เป็น 100 % และ % inhibition มีค่าเป็นศูนย์ ทั้งนี้เซลล์การศึกษาผลของผลสีน้ำเงินเข้มจากน้ำมันรำข้าวทุกครั้งจะใช้ยาต้านมะเร็งคือ doxorubicin เป็น positive control ต่อเซลล์มะเร็งดับ

4. การย้อมสีเซลล์มะเร็งดับด้วยสี crystal violet เลี้ยงเซลล์มะเร็งดับในอาหารเลี้ยงเซลล์ปกติและอาหารเลี้ยงเซลล์ที่มีสาร gamma-oryzanol หรือผลิตภัณฑ์น้ำมันรำข้าวที่ความเข้มข้นต่าง ๆ กัน เป็นเวลา 1, 4 และ 7 วัน เช่นเดียวกับในข้อ 3 หลังจากนั้นย้อมสีเซลล์ด้วย crystal violet ซึ่งจะติดสีออกม่วง ทั้งข้างขึ้นให้แห้งสนิท แล้วนำไปส่องกล้องจุลทรรศน์ ถ่ายรูปนับจำนวนเซลล์อย่างน้อย 5 field ต่อ 1 ตัวอย่าง แล้วนำมาทดสอบเชิงปริมาณเช่นเดียวกับ MTT ด้วยการละลาย crystal violet ไปอ่านค่าการดูดกลืนแสง หักค่าการดูดกลืนแสงของ blank ออก นำไปคำนวณเป็น % การมีชีวิตอยู่รอดของเซลล์ (survival percentage) โดยเปรียบเทียบให้หลุมควบคุมคือหลุมที่ได้มีผลสีน้ำเงินเข้มจากน้ำมันรำข้าวจะมีค่าการอยู่รอดของเซลล์เป็น 100 %

5. คำนวณหาเปอร์เซ็นต์การยับยั้ง (% inhibition)

$$\% \text{ inhibition} = (A_{\text{control}} - A_{\text{sample}}) \times 100 / A_{\text{sample}}$$

เมื่อ A_{control} คือ ค่าการดูดกลืนแสงของหลุมควบคุม คือหลุมที่ได้มีผลสีน้ำเงินเข้มจากน้ำมันรำข้าว และ

A_{sample} คือ ค่าการดูดกลืนแสงของสารละลายของหลุมที่ได้มีผลสีน้ำเงินเข้มจากน้ำมันรำข้าว

6. การวิเคราะห์ข้อมูล ข้อมูลทุกส่วนจะต้องผ่านกระบวนการตรวจสอบทางสถิติ โดยวิธี analysis of variances, correlation และ regression analysis ด้วยโปรแกรม SPSS

ผลการวิจัย

Proliferation assay เมื่อเลี้ยงเซลล์มะเร็งดับในอาหารเลี้ยงเซลล์ปกติและอาหารเลี้ยงเซลล์ที่มีผลิตภัณฑ์น้ำมันรำข้าวหรือสาร gamma-oryzanol ความเข้มข้นต่าง ๆ กัน เป็นเวลา 1, 4 และ 7 วัน แล้วใช้ cell proliferation assay ชนิดที่เรียกว่า MTT assay คือ นำสี 3-(4,5-dimethylthiazol-2-yl)-2,5-diphenyltetrazolium bromide (MTT) ซึ่งจะย้อมเฉพาะเซลล์ที่มีชีวิตอยู่ เนื่องจากเซลล์มีชีวิตเท่านั้นที่สามารถจะทำการ uptake สารสีนี้เข้าสู่ภายในเซลล์ได้ เอนไซม์ mitochondrial dehydrogenase จะทำการ reduce สีเหลืองของ MTT ให้กลายเป็นสีม่วงของ formazan และมีคุณสมบัติดูดกลืนแสงได้ที่ความยาวคลื่น 570 นาโนเมตร นั่นคือ MTT จะย้อมเฉพาะเซลล์ที่ยังมีชีวิตอยู่ให้เกิดเป็นผลสีม่วงเข้มที่มองเห็นได้อย่างชัดเจนภายใต้กล้องจุลทรรศน์ชนิดหัวกลับ หลังจากนั้นก็จะนำ acidified isopropanol หรือ dimethylsulfoxide (DMSO) มาละลายผลสีน้ำเงินเข้มออกจากเซลล์ แล้วจึงนำสารละลายน้ำสีม่วงที่ได้ไปวัดความเข้มข้นของสีด้วยเครื่อง Elisa plate reader ที่ความยาวคลื่นดังกล่าวมาแล้ว ความเข้มข้นของสีจะแปรตามจำนวนเซลล์ที่ยังมีชีวิตอยู่ การประเมินประสิทธิภาพต่อการเจริญเติบโตของเซลล์จะใช้ความเข้มข้นที่สามารถยับยั้งการเจริญของเซลล์ได้ 50 % หรือ inhibition concentration ที่ 50 % (IC_{50})

ผลการวิจัยในภาพรวม แสดงให้เห็นว่าการเจริญเติบโตของเซลล์มะเร็งดับลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในลักษณะที่แปรตามขนาดของผลิตภัณฑ์น้ำมันรำข้าวหรือสาร gamma-oryzanol ที่เพิ่มขึ้นหรือที่เรียกว่า dose-dependent manner คือแปรตามความเข้มข้นและ time-dependent manner คือแปรตามระยะเวลาที่

เซลล์ได้สัมผัสกับสารนานขึ้น ดังแสดงในภาพ 1 และ 3 จะต่างกันที่ความแรงของผลิตภัณฑ์น้ำมันรำข้าวและสาร gamma-oryzanol ไม่เท่ากัน

Dose-response curve โดยปกติแล้ว dose-response curve ทั่ว ๆ ไปจะใช้ความเข้มข้นช่วงกว้างเป็น 10 เท่า จึงใช้ log concentration เพื่อให้สะดวกต่อการพิจารณาภาพรวมที่จะมีลักษณะเป็น sigmoid curve ที่มองเห็นช่วง steep portion ได้อย่างชัดเจน และหาค่า effective concentration ที่ 50 % ได้ง่าย แต่สำหรับโครงการวิจัยนี้ ค่าความเข้มข้นต่าง ๆ ของผลิตภัณฑ์น้ำมันรำข้าวหรือสาร gamma-oryzanol ในแกน X ของกราฟภาพ 2 และ 4 ใช้มาตรฐานธรรมดาเนื่องจากช่วงความเข้มข้นที่ใช้แคบมาก สาเหตุที่การวิจัยนี้ใช้ช่วงความเข้มข้นแคบก็เพราะถูกกำหนด (limit) ด้วยความสามารถในการต้านการเจริญเติบโตของเซลล์มะเร็งและความจำกัดของค่าการละลาย (solubility) โดยทุกความเข้มข้นของสารจะมีการละลายดี ไม่มากหรือน้อยจนเกินไป รวมทั้งมีค่าความเป็นกรดต่าง (pH) ที่เหมาะสมด้วย

ผลิตภัณฑ์น้ำมันรำข้าว ผลิตภัณฑ์น้ำมันรำข้าวจาก 2 บริษัท ที่มีค่าการละลายไม่แตกต่างกันเท่าใดนัก ผลการศึกษาแสดงไว้ในภาพ 1 และ 2 คือความเข้มข้นในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเซลล์มะเร็งระดับมีค่าใกล้เคียงกันคือหลังจากให้ทดลองให้เซลล์

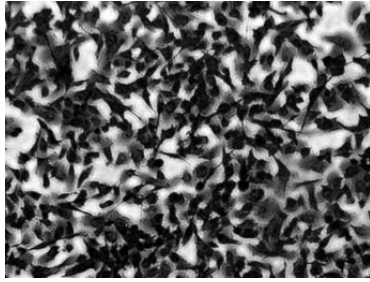
มะเร็งระดับสัมผัสกับผลิตภัณฑ์น้ำมันรำข้าวเป็นเวลา 7 วัน ในช่วงความเข้มข้น 0 - 0.6 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร จะพบค่าความเข้มข้น IC_{50} ที่ 0.274 ± 0.004 และ 0.127 ± 0.006 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร หรือ 274 ± 4 และ 127 ± 6 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ซึ่งอยู่ในช่วงที่พอจะยอมรับได้ หากทดลองให้เซลล์มะเร็งระดับสัมผัสกับผลิตภัณฑ์น้ำมันรำข้าวเป็นเวลา 1 หรือ 4 วัน จะยับยั้งการเจริญเติบโตได้ไม่ถึง 50 % หรือเกิน 50 % ไปเพียงเล็กน้อย จึงไม่ควรนำข้อมูลไปใช้หาค่า IC_{50} เพราะมีแนวโน้มที่จะได้ค่า IC_{50} ที่มี accuracy และ precision ต่ำ

สาร gamma-oryzanol การวิจัยในส่วนที่ต้องใช้สาร gamma-oryzanol มีประเด็นที่น่าสนใจและข้อสังเกตที่ควรนำมาพิจารณา 2 ประการ คือ

1. งานวิจัยนี้ใช้สาร gamma-oryzanol จาก 2 บริษัท ที่มีคุณสมบัติทางกายภาพและค่าการละลายแตกต่างกันคือ 0-2 และ 0-5 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร

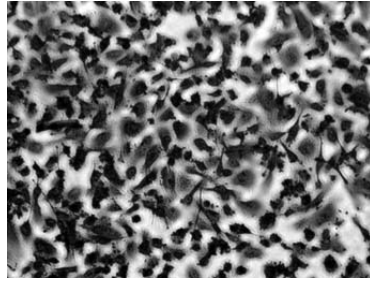
2. ความสามารถของสาร gamma-oryzanol ในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเซลล์มะเร็งระดับแม้ว่าจะใช้ขนาดความเข้มข้นสูงกว่าผลิตภัณฑ์น้ำมันรำข้าวถึง 10 เท่า (คือ ผลิตภัณฑ์น้ำมันรำข้าวใช้ความเข้มข้นสูงสุด 0.6 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร และสาร gamma-oryzanol ใช้ความเข้มข้นสูงสุด 2 หรือ 5 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร) และให้เวลาเซลล์มะเร็งระดับสัมผัสกับสาร gamma-oryzanol นานถึง 7 วัน ก็ยังไม่สามารถระบุค่า IC_{50} ได้

1 วัน



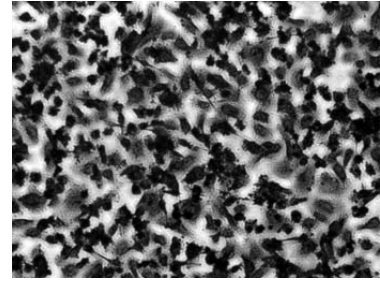
ภาพ 1.01

4 วัน



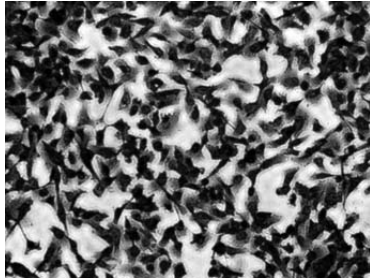
ภาพ 1.08

7 วัน

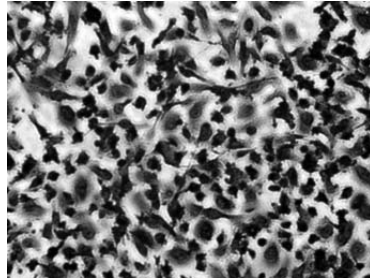


ภาพ 1.15

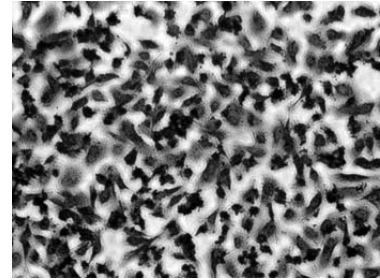
(กลุ่มควบคุม ; ผลิตภัณฑ์น้ำมันรำข้าว (บริษัท 1) 0 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร)



ภาพ 1.02

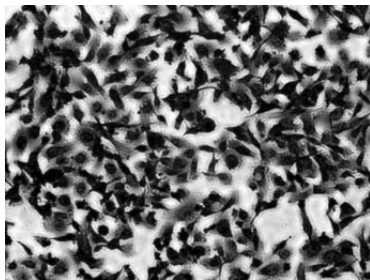


ภาพ 1.09

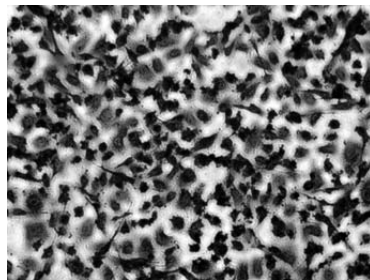


ภาพ 1.16

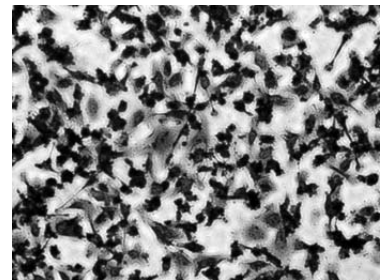
(ผลิตภัณฑ์น้ำมันรำข้าว (บริษัท 1) 0.1 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร)



ภาพ 1.03

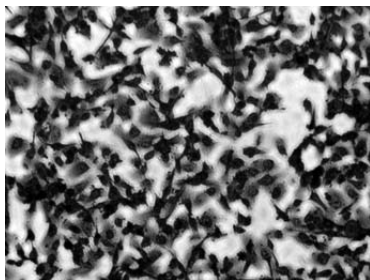


ภาพ 1.10

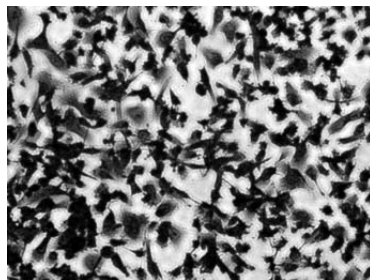


ภาพ 1.17

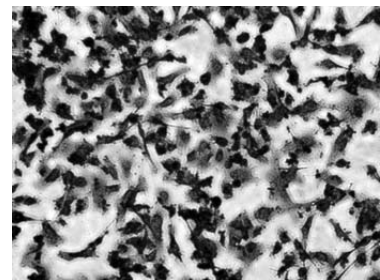
(ผลิตภัณฑ์น้ำมันรำข้าว (บริษัท 1) 0.2 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร)



ภาพ 1.04

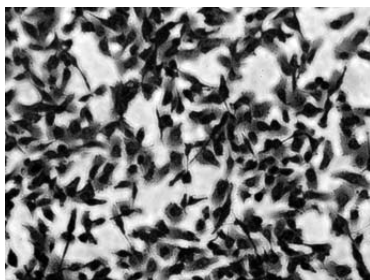


ภาพ 1.11

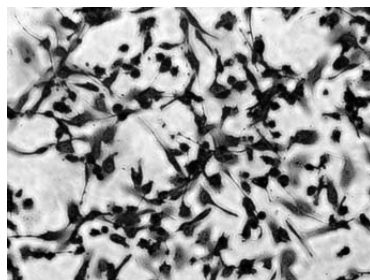


ภาพ 1.18

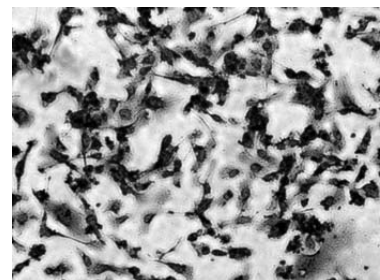
(ผลิตภัณฑ์น้ำมันรำข้าว (บริษัท 1) 0.3 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร)



ภาพ 1.05



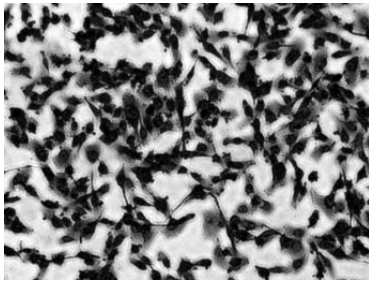
ภาพ 1.12



ภาพ 1.19

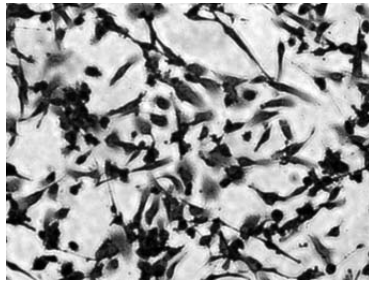
(ผลิตภัณฑ์น้ำมันรำข้าว (บริษัท 1) 0.4 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร)

1 วัน



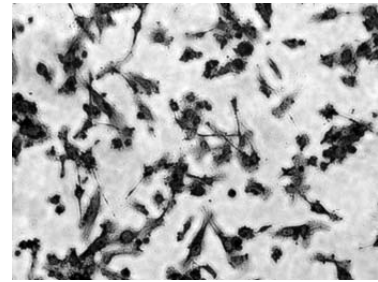
ภาพ 1.06

4 วัน



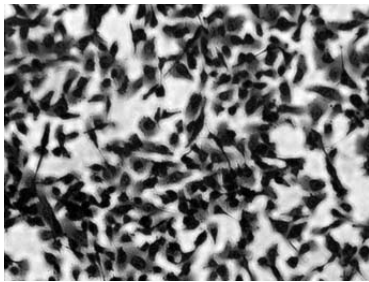
ภาพ 1.13

7 วัน

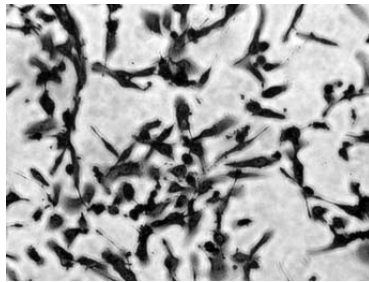


ภาพ 1.20

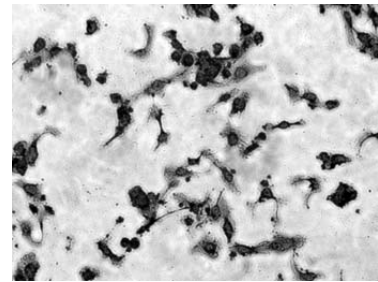
(ผลิตภัณฑ์น้ำมันรำข้าว (บริษัท 1) 0.5 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร)



ภาพ 1.07



ภาพ 1.14

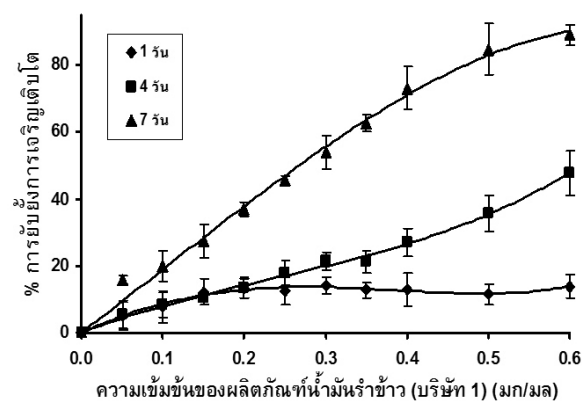


ภาพ 1.21

(ผลิตภัณฑ์น้ำมันรำข้าว (บริษัท 1) 0.6 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร)

ฤทธิ์ด้านการเจริญเติบโตเซลล์มะเร็งตับของ

ผลิตภัณฑ์น้ำมันรำข้าว (บริษัท 1)



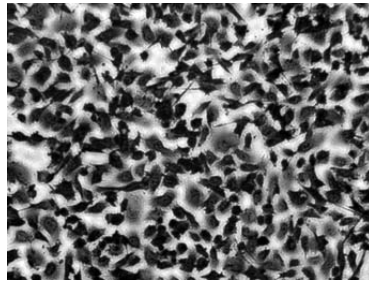
ภาพ 2 กราฟเปรียบเทียบความสามารถในการต้านการเจริญเติบโตของผลิตภัณฑ์น้ำมันรำข้าว (บริษัท 1) ความเข้มข้น 0 - 600 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ต่อเซลล์มะเร็งตับ (n = 3) ที่เวลา 1, 4 และ 7 วัน โดยมีค่าความเข้มข้น IC_{50} 274 $\pm$ 4 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ที่เวลา 7 วัน

1 วัน



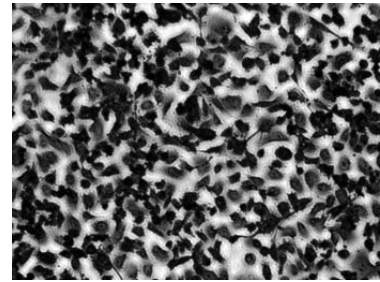
ภาพ 3.01

4 วัน



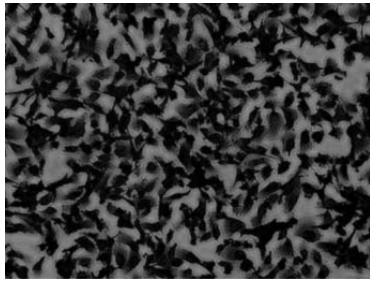
ภาพ 3.07

7 วัน

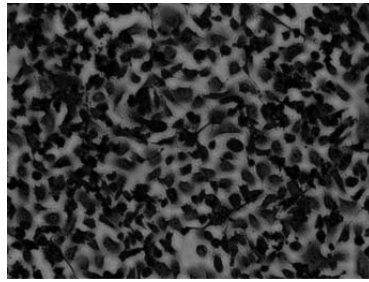


ภาพ 3.13

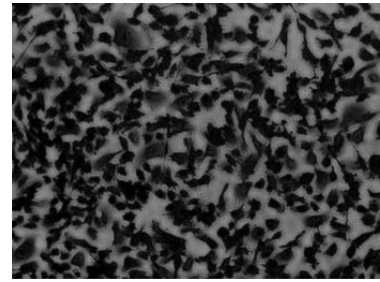
(กลุ่มควบคุม ; gamma-oryzanol (บริษั 1) 0 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร)



ภาพ 3.02

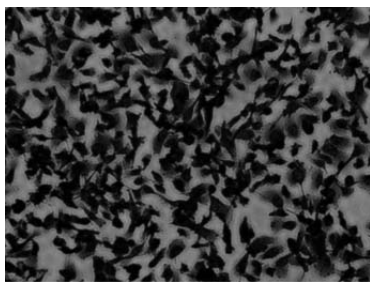


ภาพ 3.08

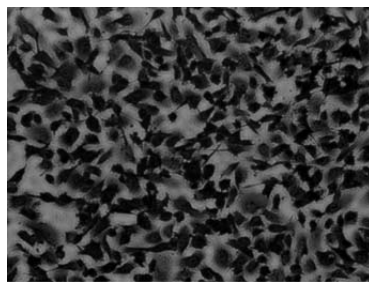


ภาพ 3.14

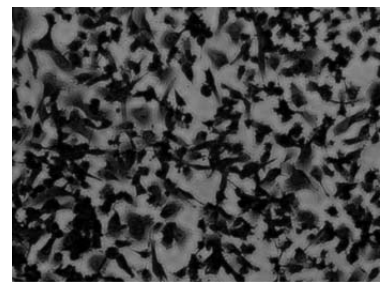
(gamma-oryzanol (บริษั 1) 1.0 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร)



ภาพ 3.03

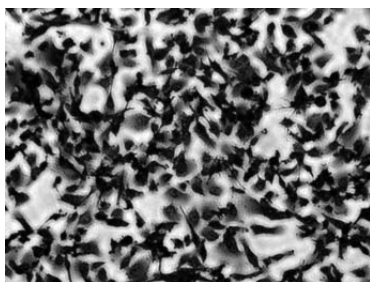


ภาพ 3.09

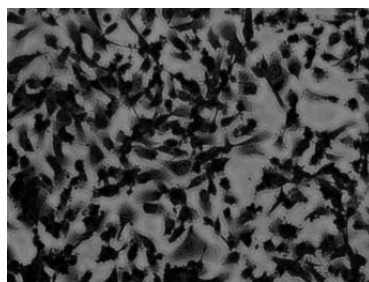


ภาพ 3.15

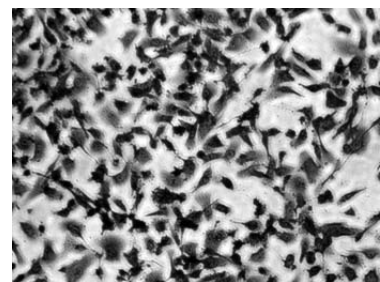
(gamma-oryzanol (บริษั 1) 2.0 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร)



ภาพ 3.04



ภาพ 3.10



ภาพ 3.16

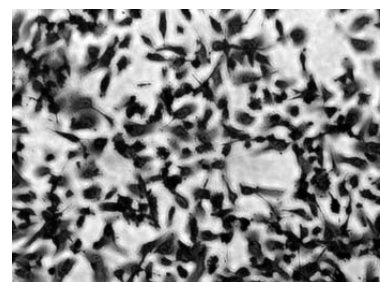
(gamma-oryzanol (บริษั 1) 3.0 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร)



ภาพ 3.05

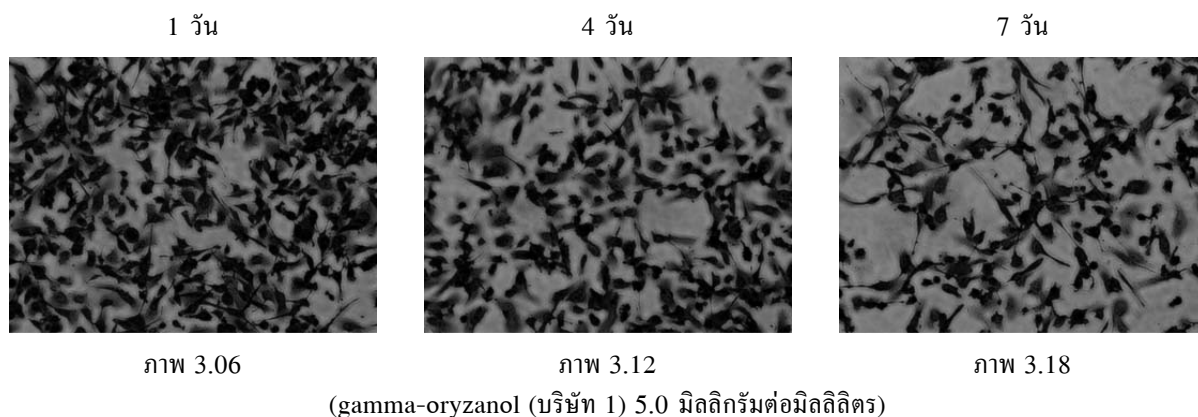


ภาพ 3.11



ภาพ 3.17

(gamma-oryzanol (บริษั 1) 4.0 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร)



ภาพ 3 แสดงลักษณะของเซลล์มะเร็งบึงคนในภาวะต่าง ๆ ที่ได้รับ gamma-oryzanol (บริษัท 1)
ณ เวลาที่เซลล์ถูกเลี้ยงในอาหารเลี้ยงเซลล์ภาวะต่าง ๆ เป็นเวลา 1 วัน

ภาพ 3.01 เซลล์มะเร็งบึงคนภาวะควบคุม ไม่ได้ได้รับ gamma-oryzanol เลย

ภาพ 3.02 เซลล์มะเร็งบึงคนที่ได้รับ gamma-oryzanol (บริษัท 1) 1.0 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร

ภาพ 3.03 เซลล์มะเร็งบึงคนที่ได้รับ gamma-oryzanol (บริษัท 1) 2.0 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร

ภาพ 3.04 เซลล์มะเร็งบึงคนที่ได้รับ gamma-oryzanol (บริษัท 1) 3.0 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร

ภาพ 3.05 เซลล์มะเร็งบึงคนที่ได้รับ gamma-oryzanol (บริษัท 1) 4.0 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร

ภาพ 3.06 เซลล์มะเร็งบึงคนที่ได้รับ gamma-oryzanol (บริษัท 1) 5.0 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร

ณ เวลาที่เซลล์ถูกเลี้ยงในอาหารเลี้ยงเซลล์ภาวะต่าง ๆ เป็นเวลา 4 วัน

ภาพ 3.07 เซลล์มะเร็งบึงคนภาวะควบคุม ไม่ได้ได้รับ gamma-oryzanol เลย

ภาพ 3.08 เซลล์มะเร็งบึงคนที่ได้รับ gamma-oryzanol (บริษัท 1) 1.0 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร

ภาพ 3.09 เซลล์มะเร็งบึงคนที่ได้รับ gamma-oryzanol (บริษัท 1) 2.0 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร

ภาพ 3.10 เซลล์มะเร็งบึงคนที่ได้รับ gamma-oryzanol (บริษัท 1) 3.0 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร

ภาพ 3.11 เซลล์มะเร็งบึงคนที่ได้รับ gamma-oryzanol (บริษัท 1) 4.0 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร

ภาพ 3.12 เซลล์มะเร็งบึงคนที่ได้รับ gamma-oryzanol (บริษัท 1) 5.0 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร

ณ เวลาที่เซลล์ถูกเลี้ยงในอาหารเลี้ยงเซลล์ภาวะต่าง ๆ เป็นเวลา 7 วัน

ภาพ 3.13 เซลล์มะเร็งบึงคนภาวะควบคุม ไม่ได้ได้รับ gamma-oryzanol เลย

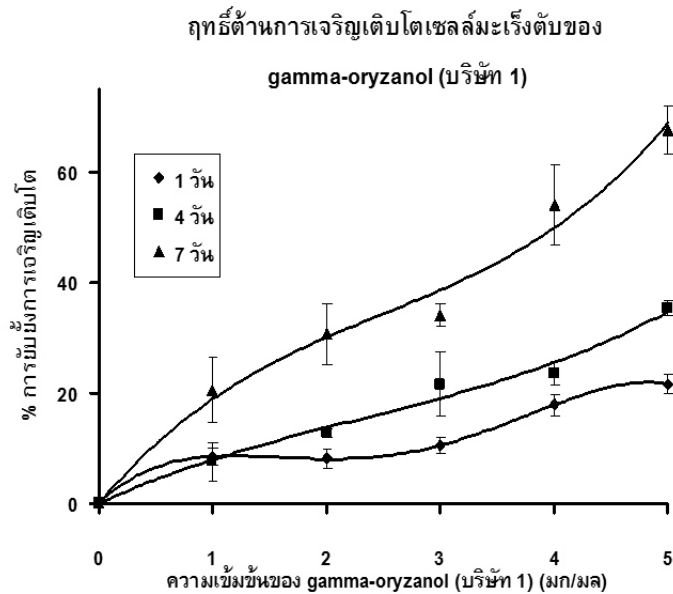
ภาพ 3.14 เซลล์มะเร็งบึงคนที่ได้รับ gamma-oryzanol (บริษัท 1) 1.0 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร

ภาพ 3.15 เซลล์มะเร็งบึงคนที่ได้รับ gamma-oryzanol (บริษัท 1) 2.0 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร

ภาพ 3.16 เซลล์มะเร็งบึงคนที่ได้รับ gamma-oryzanol (บริษัท 1) 3.0 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร

ภาพ 3.17 เซลล์มะเร็งบึงคนที่ได้รับ gamma-oryzanol (บริษัท 1) 4.0 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร

ภาพ 3.18 เซลล์มะเร็งบึงคนที่ได้รับ gamma-oryzanol (บริษัท 1) 5.0 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร



ภาพ 4 กราฟเปรียบเทียบความสามารถในการด้านการเจริญเติบโตของสาร gamma-oryzanol (บริษัท 1) ความเข้มข้น 0 - 5 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ต่อเซลล์มะเร็งตับ (n = 3) ที่เวลา 1, 4 และ 7 วัน

การอภิปรายผลและสรุปผล

เมื่อพิจารณาความสามารถในการด้านการเจริญเติบโตของเซลล์มะเร็งตับจะเห็นได้ว่า ผลกระทบที่น้ำมันรำข้าวและ gamma-oryzanol มีประเด็นสำคัญที่ควรพิจารณาสำคัญ 3 ประการ คือ

1. ผลกระทบที่น้ำมันรำข้าวและ gamma-oryzanol อาจไม่มีฤทธิ์โดยตรง (direct effect) ในการเป็นพิษ (cytotoxic effect) ต่อเซลล์มะเร็งตับ โดยเฉพาะสาร gamma-oryzanol ที่ไม่สามารถหาค่า IC_{50} ได้แม้ว่าจะให้เซลล์มะเร็งตับสัมผัสกับสาร gamma-oryzanol เป็นเวลานานถึง 7 วัน ก็ตาม สันนิษฐานว่าอาจเนื่องมาจากสาเหตุบางประการ เช่น

- สารบางชนิดมีกลไกหรือรูปแบบการทำงานที่แตกต่างกันออกไป เช่น สารบางชนิดต้องถูก enzyme ในตับเปลี่ยนไปเป็นสาร active metabolite เสียก่อนจึงจะทำงานได้ สารบางชนิดต้องทำงานร่วมกับระบบภูมิคุ้มกันหรือต้องถูกเร้าด้วยระบบภูมิคุ้มกันก่อนจึงจะออกฤทธิ์ได้

- สารบางชนิดมีกลไกการต้านมะเร็งที่แตกต่างกันออกไป เช่น สารบางชนิดไม่สามารถทำลายเซลล์มะเร็งได้โดยตรงหรืออาจต้องใช้ขนาด (dose) สูง แต่มีฤทธิ์ด้านการแพร่กระจายของเซลล์มะเร็ง หรืออีกตัวอย่างที่นับเป็นข่าวดีสำหรับผู้ป่วยมะเร็งก็คือ วงการแพทย์อาจสามารถรักษามะเร็งได้ในระยะ 10 ปี หรือไม่เกิน 15 ปี ข้างหน้านี้ด้วยยาที่มีฤทธิ์ด้านการสร้างหลอดเลือดใหม่ (angiogenic agent) ที่จะไม่ผลทำลายเซลล์มะเร็ง จึงไม่มีฤทธิ์ข้างเคียงต่อระบบภูมิคุ้มกัน ไช้กระดูก ผอมร่วง ดังที่พบในการบำบัดด้วย chemotherapy ทั่ว ๆ ไป แต่จะมีกลไกที่ยังมีให้หลอดเลือดใหม่ออกไปหาก่อนเนื้อมะเร็ง กลุ่มเซลล์มะเร็งจึงไม่สามารถขยายขนาดให้ใหญ่ขึ้นได้เพราะขาดสารอาหารและมีการสะสมของเสียไว้ในเซลล์เป็นจำนวนมาก ปัจจุบันยากกลุ่มนี้ได้ผ่านเข้าสู่การวิจัยระดับคลินิก (clinical trial) ระยะ (phase) 2-3 แล้ว

2. ผลกระทบที่น้ำมันรำข้าวและ gamma-oryzanol อาจไม่มีฤทธิ์เฉพาะเจาะจงต่อเซลล์มะเร็งตับเท่าใดนัก

ตัวอย่างเช่นนี้สามารถพบได้ในยาปฏิชีวนะที่แต่ละชนิดจะมีความเฉพาะเจาะจงต่อเชื้อแบคทีเรียต่างชนิดกัน นอกจากนี้ยาด้านมะเร็งในปัจจุบันบางตัวก็มีความเฉพาะเจาะจงต่อมะเร็งบางชนิดเท่านั้น

3. ผลิตภัณฑ์น้ำมันรำข้าวมีความแรงในการทำลายหรือยับยั้งการเจริญเติบโตของเซลล์มะเร็งที่สูงกว่า gamma-oryzanol ก็อาจเนื่องมาจากการที่ผลิตภัณฑ์น้ำมันรำข้าวมีลักษณะและคุณสมบัติเป็นสารสกัดหยาบ (crude extract) จึงมีสารต่าง ๆ หลายชนิดที่สามารถ

ทำหน้าที่เป็น co-factor ช่วยการทำงานของ gamma-oryzanol ได้ ขณะที่สาร gamma-oryzanol บริสุทธิ์ไม่มีสารช่วยอื่นใดมาเร่งการทำงานได้

อย่างไรก็ตาม ก็พอจะกล่าวในเบื้องต้นได้ว่าผลิตภัณฑ์น้ำมันรำข้าวน่าจะมีกลไกบางอย่างในการต้านเซลล์มะเร็งได้บ้าง โดยอาจต้องทดสอบกับเซลล์มะเร็งชนิดอื่น หรือทดสอบการต้านมะเร็งกลไกอื่น เช่น การต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันในเซลล์มะเร็งบางชนิด การต้านการสร้างหลอดเลือดใหม่ เป็นต้น

เอกสารอ้างอิง

- Ausman, L. M, Rong, N., & Nicolosi, R. J. (2005). Hypocholesterolemic effect of physically refined rice bran oil: studies of cholesterol metabolism and early atherosclerosis in hypercholesterolemic hamsters. *J Nutr Biochem*, 16(9): 521-9.
- Berger, A., Rein, D., Schäfer, A., Monnard, I., Gremaud, G., Lambelet, P., & Bertoli, C. (2005). Similar cholesterol-lowering properties of rice bran oil, with varied gamma-oryzanol, in mildly hypercholesterolemic men. *Eur J Nutr*, 44(3), 163-73.
- Chatchawan Chotimarkorn, Soottawat Benjakul, & Nattiga Silalai. (2008). Antioxidant components and properties of five long-grained rice bran extracts from commercial available cultivars in Thailand. *Food Chem*, 111, 636-41.
- Cheng, H. H., Ma, C. Y., Chou, T. W., Chen, Y. Y., & Lai, M. H. (2010). Gamma-oryzanol ameliorates insulin resistance and hyperlipidemia in rats with streptozotocin/nicotinamide-induced type 2 diabetes. *Int J Vitam Nutr Res*, 80(1), 45-53.
- Chitropas, P., Priprem, A., Siri, B., Khamlert, C., & Sripanidkulchai, B. (2004). Factor affecting antioxidation and gamma-oryzanol in developed Hom Dok Mali 105 rice bran tablets. *KKU Res J*, 9(2), 59-67.
- Cicero, A. F. G., & Gaddi, A. (2001). Rice bran oil and gamma-oryzanol in the treatment of hyperlipoproteinaemias and other conditions. *Phytother Res*, 15, 277-89.
- Ha, T. Y., Han, S., Kim, S. R., Kim, I. H., Lee, H. Y., & Kim, H. K. (2005). Bioactive components in rice bran oil improve lipid profiles in rats fed a high-cholesterol diet. *Nutr Res*, 25, 597-606.
- Iqbal, J., Minhajuddin, M., & Beg, Z. H. (2003). Suppression of 7,12-dimethylbenz[alpha]anthracene-induced carcinogenesis and hypercholesterolaemia in rats by tocotrienol-rich fraction isolated from rice bran oil. *Eur J Cancer Prev*, 12(6), 447-53.

- Jariwalla, R. J. (2001). Rice-bran products: phytonutrients with potential applications in preventive and clinical medicine. *Drugs Exp Clin Res*, 27(1), 17-26.
- Juliano, C., Cossu, M. I., Alamanni, M. C., & Piu, L. (2005). Antioxidant activity of gamma-oryzanol: Mechanism of action and its effect on oxidation stability of pharmaceutical oils. *Int J Pharm*, 299, 146-154.
- Malve, H., Kerkar, P., Mishra, N., Loke, S., Rege, N. N., Marwaha-Jaspal, A., & Jainani, K. J. (2010). LDL-cholesterol lowering activity of a blend of rice bran oil and safflower oil (8:2) in patients with hyperlipidaemia: a proof of concept, double blind, controlled, randomised parallel group study. *J Indian Med Assoc*, 108(11), 785-8.
- Minhajuddin, M., Beg, Z. H., Iqbal, J. (2005). Hypolipidemic and antioxidant properties of tocotrienol rich fraction isolated from rice bran oil in experimentally induced hyperlipidemic rats. *Food Chem Toxicol*, 43(5), 747-53.
- Miura, D., Ito, Y., Aya, M., Kise, M., Ato, H., & Yagaski, K. (2006). Hypocholesterolemic action of pregerminated brown rice in hepatoma-bearing rats. *Life Sci*, 79, 259-64.
- Most, M. M., Tulley, R., Morales, S., & Lefevre, M. (2005). Rice bran oil, not fiber, lowers cholesterol in humans. *Am J Clin Nutr*, 81(1), 64-8.
- Prakash, J. (1996). Rice bran proteins: properties and food uses. *Crit Rev Food Sci Nutr*, 36(6), 537-52.
- Raghuram, T. C., & Rukmini, C. (1995). Nutritional significance of rice bran oil. *Indian J Med Res*, 102, 241-4.
- Rogers, E. J., Rice, S. M., Nicolosi, R. J., Carpenter, D. R., McClelland, C. A., & Romanczyk, L. J. (1993). Identification gamma-oryzanol and quantitation of components and simultaneous assessment of tocopherols in rice bran oil. *J Am Oil Chem Soc*, 70(3), 301-7.
- Rukmini, C., & Raghuram, T. C. (1991). Nutritional and biochemical aspects of the hypolipidemic action of rice bran oil: a review. *J Am Coll Nutr*, 10(6), 593-601.
- Sen, C. K., Khanna, S., & Roy, S. (2007). Tocotrienols in health and disease: The other half of the natural vitamin E family. *Mol Asp Med*, 28, 692-728.
- Sugano, M., & Tsuji, E. (1996). Rice bran oil and human health. *Biomed Environ Sci*, 9(2-3), 242-6.
- Sugano, M., & Tsuji, E. (1997). Rice bran oil and cholesterol metabolism. *J Nutr*, 127(3), 521S-524S.
- Sugano, M., Koba, K., & Tsuji, E. (1999). Health benefits of rice bran oil. *Anticancer Res*, 19(5A), 3651-7.
- Utarwuthipong, T., Komindr, S., Pakpeankitvatana, V., Songchitsomboon, S., Thongmuang, N. (2009). Small dense low-density lipoprotein concentration and oxidative susceptibility changes after consumption of soybean oil, rice bran oil, palm oil and mixed rice bran/palm oil in hypercholesterolaemic women. *J Int Med Res*, 37(1), 96-104.
- Xu, Z., & Godber, J. S. (1999). Purification and identification of components of gamma-oryzanol in rice bran oil. *J Agri Food Chem*. 47, 2724-8.

การบริหารความเสี่ยงด้านความปลอดภัยในการทำงานของพนักงาน

กรณีศึกษา : สายการผลิตรถเข็นสแตนเลส

Safety Risk Management for Production Operators

Case Study: Stainless Steel Cart Production Line

จิตตดา ชัมเจริญ*

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างแผนงานบริหารจัดการความเสี่ยง และประเมินผลความเสี่ยงหลังจากการดำเนินการตามแผนด้านความปลอดภัยในการทำงานของพนักงานสายการผลิตรถเข็นสแตนเลส ผลจากการวิจัย พบว่า ความเสี่ยงจากการทำงานของพนักงานมี 5 ด้าน ได้แก่ ความเสี่ยงด้านผู้ปฏิบัติงาน ด้านอุปกรณ์ เครื่องมือ เครื่องจักร ด้านผังโรงงาน ด้านระบบและด้านกิจกรรมงาน โดยมีความเสี่ยงย่อยรวม 18 รายการ และมีปัจจัยเสี่ยงรวม 38 ปัจจัย จากความเสี่ยงทั้งหมด 5 ด้าน จากการประเมินความเสี่ยงด้วยเกณฑ์ 4 ระดับ พบว่า มีปัจจัยความเสี่ยงที่อยู่ในระดับความเสี่ยงสูง (ระดับ 3) 30 ปัจจัย และอยู่ในระดับความเสี่ยงที่ยอมรับได้ (ระดับ 2) 8 ปัจจัย ผู้วิจัยได้สร้างแผนงานบริหารจัดการความเสี่ยงซึ่งประกอบด้วยแผนงานลดและแผนงานควบคุมความเสี่ยงรวมทั้งสิ้น 36 แผน และได้ดำเนินการตามแผน 27 แผน คิดเป็นร้อยละ 75.00 ผลจากการประเมินความเสี่ยงครั้งที่ 2 ให้ผลสรุปว่า มีปัจจัยเสี่ยงที่ได้รับการจัดการความเสี่ยงทั้งหมด 15 ปัจจัย สามารถลดระดับความเสี่ยงจากความเสี่ยงสูงมาอยู่ในระดับที่ยอมรับได้ 13 ปัจจัย คิดเป็นร้อยละ 86.67 และมีความเสี่ยงที่ไม่ลดลง 2 ปัจจัย ทั้งนี้ จากการประเมินผลสำเร็จที่ได้จากงานวิจัย โดยเจ้าของโรงงาน หัวหน้างาน และพนักงานทุกคนในสายการผลิตรถเข็นสแตนเลส พบว่า ตัวชี้วัดแผนบริหารจัดการความเสี่ยงด้านประสิทธิภาพ ด้านงบประมาณได้ผลประเมินระดับดี ส่วนตัวชี้วัดด้านผลกระทบและเวลาได้ผลประเมินระดับพอใช้ ตัวชี้วัดด้านประโยชน์ที่ได้จากงานวิจัยได้ผลประเมินในระดับดี

คำสำคัญ : การประเมินความเสี่ยง แผนบริหารจัดการความเสี่ยง รถเข็นสแตนเลส

Abstract

This research aimed to propose a hazard risk management plan and to evaluate it's implementation of stainless steel cart production process. The results showed that, there were five types of risk on working operations, risk from operators, risk from equipments and tools, risk from

*อาจารย์ประจำสาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย

plant layout, risk from system, and risk from working activities. There are 18 risk elements and 38 risk factors for all 5 types of risk. According to 4 levels of risk assessing. It was that there are 30 factors in high risk level (3rd level) and 8 factors in acceptable risk level (2nd level). 36 risks management plan to decrease and control risks has been proposed. After applying 27 plans from 36 plan (about 75%), the results from re-assessing showed that of 15 factors which are manageable, 13 factors with high risk level are decreased to acceptable risk level (about 86.67%). However, there are two factors in which risk cannot decrease. According to assessment of managers and operators, there are high levels of satisfaction in effectiveness of risk management plan in effectiveness and budgets, fair levels of satisfaction in effects and assessing time, and good level of satisfaction in benefits of this research.

Keywords : Risk assessment, risk management plan, stainless steel cart

ความนำ

งานวิจัยนี้เป็นกรณีศึกษาของโรงงานผลิตรถเข็นสแตนเลสแห่งหนึ่งที่ตั้งอยู่ที่จังหวัดปทุมธานี โรงงานนี้ประสบกับปัญหาการเกิดอุบัติเหตุจากการทำงานของพนักงานในสายการผลิตสูง จากการศึกษาค้นคว้าข้อมูลสถิติการเกิดอุบัติเหตุของโรงงาน ปี พ.ศ. 2552 พบว่ามีการเกิดอุบัติเหตุโดยเฉลี่ย 12 ครั้งต่อเดือน ตัวอย่างเช่น เครื่องมือ อุปกรณ์ตกใส่เท้าพนักงานที่ไม่ได้ใส่เครื่องป้องกันเท้า (รองเท้าหัวเหล็ก) ทำให้นิ้วเท้าได้รับบาดเจ็บต้องหยุดพักทำงาน 3 วัน การระคายเคืองที่ดวงตาและผิวหนังจากการลบรอยเชื่อมด้วยน้ำยาโดยไม่ใส่แว่นตาและถุงมือ เป็นต้น ผลกระทบจากอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นทำให้เกิดการบาดเจ็บทั้งทางด้านร่างกายและสภาพจิตใจ ตลอดจนความสูญเสียทรัพย์สินและเวลาในการผลิตสินค้าที่สูญเสียไปจึงทำให้ส่งมอบสินค้าไม่ทันตามกำหนด ดังนั้นเพื่อแก้ปัญหาดังกล่าว ผู้วิจัยจึงประยุกต์ใช้เทคนิคการบริหารความเสี่ยงด้านความปลอดภัยเพื่อลดและป้องกันการเกิดอุบัติเหตุจากการทำงานของพนักงาน จากการศึกษาค้นคว้างานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เช่น อุตสาหกรรมประเภทการปั๊มโลหะ (ศรัณย์ ปัญญารธรรม, 2547) ประเภทผลิต

ขวดแก้ว (สมชัย วิดิฐานนท์, 2551) ประเภทผลิตก๊าซธรรมชาติ (ประพันธ์ ถิมเล็ก, 2547) อุตสาหกรรมปิโตรเลียม (พันธวัชร บรรจงศิริเจริญ, 2547) สรุปได้ว่าสามารถนำเทคนิคนี้ไปใช้ในงานอุตสาหกรรมได้จริง การวิเคราะห์ความเสี่ยงด้านความปลอดภัยเป็นพื้นฐานที่จำเป็นต่อการจัดการความปลอดภัยในการสร้างแผนงานและประเมินความเสี่ยงให้เป็นส่วนสำคัญของระบบการจัดการผลิต (Fung, Tam, Lo & Lu, 2010) ซึ่งสามารถลดความเสี่ยงจากการทำงานของพนักงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Pasman, Jung, Prem, Rogers & Yang, 2009) เพราะขั้นตอนการชี้บ่งอันตรายและการประเมินความเสี่ยงด้วยเทคนิคเชิงคุณภาพและเชิงปริมาณจะทำให้ทราบความเสี่ยงที่มีอยู่ และการกำหนดมาตรการป้องกันเพื่อความปลอดภัย (Lind, Nenonen, & Jouni, 2009 ; Marhavilas, Koulouriotis & Gemeni, 2011)

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างแผนงานบริหารจัดการความเสี่ยงสำหรับสายการผลิตรถเข็นสแตนเลสและเพื่อประเมินผลความเสี่ยงหลังจากการดำเนินการตามแผนบริหารจัดการความเสี่ยง

วิธีดำเนินการวิจัย

งานวิจัยนี้มีขั้นตอนการวิจัย 6 ขั้นตอน คือ

1. การระบุความเสี่ยงและปัจจัยเสี่ยง โดยเริ่มจากการศึกษาข้อมูลของโรงงาน ข้อมูลทั่วไป ข้อมูลเกี่ยวกับพนักงาน ข้อมูลสถิติการเกิดอุบัติเหตุ และการศึกษาขั้นตอนการผลิตรถเข็นสแตนเลส

2. การจัดทำบัญชีรายการสิ่งที่เป็นความเสี่ยงและอันตรายและผลกระทบที่อาจเกิดขึ้น โดยวิเคราะห์จากกระบวนการผลิต วัสดุที่ใช้ เครื่องจักรอุปกรณ์ การปฏิบัติงาน ระบบสาธารณูปโภค และพื้นที่การปฏิบัติงาน

3. การชี้บ่งอันตรายด้วยเทคนิคเชิงคุณภาพ ได้แก่ การใช้แบบตรวจสอบ (checklist) เป็นเครื่องมือประกอบการชี้บ่งและการประเมินความเสี่ยง

4. การประเมินความเสี่ยงด้วยการพิจารณาระดับโอกาสในการเกิดเหตุการณ์และความรุนแรงที่ส่งผลกระทบต่อบุคคล ชุมชน ทรัพย์สิน สิ่งแวดล้อม เพื่อหาระดับความเสี่ยงอันตราย โดยพิจารณาจากเกณฑ์ที่อ้างอิงจากกรมโรงงานอุตสาหกรรมและปรับให้เหมาะสมกับบริบทของโรงงาน

5. การจัดลำดับความเสี่ยงเพื่อให้ทางโรงงานทราบสถานะความเสี่ยงที่มีอยู่

6. การจัดทำแผนงานบริหารจัดการความเสี่ยงเพื่อลดและควบคุมความเสี่ยงสูงให้อยู่ในระดับที่ยอมรับได้

ผลการวิจัย

1. ผลการวิเคราะห์ความเสี่ยง ปัจจัยเสี่ยงและระดับความเสี่ยงในการทำงานของพนักงานสายการผลิตรถเข็นสแตนเลส แสดงดังรูป 1

2. ผลของแผนงานบริหารจัดการความเสี่ยงของสายการผลิตรถเข็นสแตนเลสแสดงตัวอย่างบางส่วนดังตารางที่ 1 และตาราง 2

3. ผลของการดำเนินการตามแผนแสดงตัวอย่างบางส่วนดังตาราง 3

4. ผลของการประเมินความเสี่ยงเฉพาะที่ได้ทำตามแผนแสดงตัวอย่างบางส่วนดังตารางที่ 4

สรุปผลการวิจัย

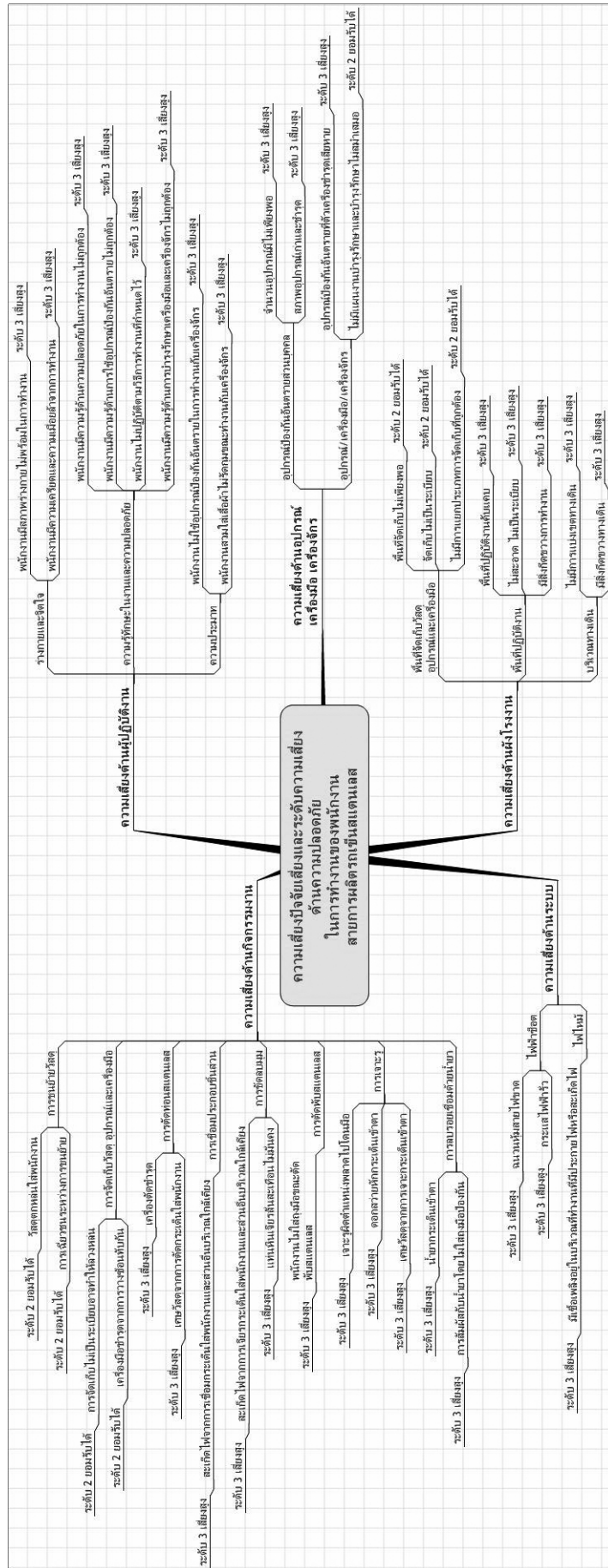
ความเสี่ยงที่มีอยู่ในสายการผลิตรถเข็นสแตนเลสสรุปได้ 5 ด้าน ประกอบด้วยความเสี่ยงย่อยรวมทั้งหมด 18 ข้อ และปัจจัยเสี่ยงรวมทั้งหมด 38 ปัจจัย จากการประเมินความเสี่ยงด้วยเกณฑ์ 4 ระดับ พบว่า มีปัจจัยความเสี่ยงที่อยู่ในระดับความเสี่ยงสูง (ระดับ 3) 30 ปัจจัย และอยู่ในระดับความเสี่ยงที่ยอมรับได้ (ระดับ 2) 8 ปัจจัย ซึ่งวิธีการจัดการความเสี่ยงคือการลดและการควบคุมความเสี่ยงที่เกิดขึ้นหรือมีอยู่ โดยผู้วิจัยได้สร้างแผนลดและแผนควบคุมความเสี่ยง และติดตามการดำเนินงานตามแผน ซึ่งผลสรุปของการบริหารจัดการความเสี่ยงเฉพาะที่ได้ดำเนินการตามแผน พบว่า จากปัจจัยเสี่ยง 15 ปัจจัย ที่ได้ดำเนินการตามแผนแล้ว สามารถลดโอกาสการเกิดอุบัติเหตุหรืออันตรายได้ 13 ปัจจัย (คิดเป็นร้อยละ 86.67) ลดความรุนแรงได้ 10 ปัจจัย (คิดเป็นร้อยละ 66.67) ระดับความเสี่ยงลดลง 13 ปัจจัย และมีความเสี่ยงที่ไม่ลดลง 2 ปัจจัย (คิดเป็นร้อยละ 13.33)

ข้อเสนอแนะ

1. การชี้บ่งอันตรายด้วยวิธีการ Checklist ควรใช้เทคนิคการวิเคราะห์ why-why analysis ร่วมด้วย และควรวิเคราะห์ย้อนกลับแบบไขว้ (cross check) เพื่อช่วยวิเคราะห์หาปัจจัยหรือสาเหตุที่แท้จริง

2. ควรปรับปรุงผังโรงงาน ทำกิจกรรม 5 ส การบำรุงรักษาเครื่องจักรที่เหมาะสม เพื่อลดความเสี่ยงที่ยังเหลืออยู่

3. ติดตาม และประเมินผลความเสี่ยงอย่างต่อเนื่อง เพื่อลดความเสี่ยงและป้องกันการเกิดอุบัติเหตุอย่างมีประสิทธิภาพและยั่งยืน



ภาพ 1 ความเสี่ยง ปัจจัยเสี่ยง และระดับความเสี่ยงในการทำงานของพนักงานสายการผลิตเงินสแตนเลส

ตัวอย่างบางส่วนของแผนงานลดความเสี่ยงด้านผู้ปฏิบัติงาน (ระดับความเสี่ยงสูง)

แผนงานลดความเสี่ยงด้านผู้ปฏิบัติงาน		หน่วยงาน : ฝ่ายผลิต (สายการผลิตเงินแสนเอส)	
วัตถุประสงค์ : ลดความรุนแรงและโอกาสการเกิดอุบัติเหตุและอันตรายจากการทำงานของพนักงาน		เป้าหมาย : ไม่มีอุบัติเหตุจากการทำงานของพนักงาน	
ปัจจัยเสี่ยง	มาตรการ/กิจกรรม/การดำเนินงานลดความเสี่ยง	ผู้รับผิดชอบ	ระยะเวลาดำเนินการ ผู้ตรวจติดตาม งบประมาณและทรัพยากรที่ใช้
พนักงานมีสภาพร่างกายไม่พร้อมในการทำงาน เช่น มีอาการป่วย อ่อนเพลีย มีน เมา	กำหนดบทลงโทษสำหรับพนักงานที่ดื่มสุราพร้อมทั้งประกาศบทลงโทษให้พนักงานทราบอย่างทั่วถึง	หัวหน้างาน	14 มี.ค. 54 ผู้จัดการโรงงาน -
	ตรวจสอบพนักงานทุกคนก่อนทำงานทั้งรอบเช้าและรอบบ่าย กรณีพบว่าพนักงานมีอาการป่วย หรืออ่อนเพลียให้พนักงานหยุดพักงานได้	หัวหน้างาน	ตรวจสอบทุกวัน ผู้จัดการโรงงาน -
	ดักเตือนและคาดโทษพนักงานที่ดื่มสุรา	หัวหน้างาน	ทุกครั้งที่เกิดเหตุ ผู้จัดการโรงงาน -
	การออกกกำลังกายเป็นประจำทุกวันในตอนเช้าก่อนเริ่มทำงาน เพื่อให้พนักงานรู้สึกกระฉับกระเฉงและตื่นตัวกับการทำงาน	หัวหน้างาน	ทุกวันทำงาน ผู้จัดการโรงงาน -
พนักงานมีความเครียดและความเป็นอยู่ไม่สบายจากการทำงาน	การจัดสถานที่พักผ่อนและการปรับปรุงทัศนียภาพ	หัวหน้างาน	14-24 มี.ค. 54 ผู้จัดการโรงงาน ค่าโต๊ะเก้าอี้ และค่าต้นไม้ รวมประมาณ 6,000 บาท
	การวางแผนสลับหน้าที่การทำงาน	หัวหน้างาน	14-20 มี.ค. 54 ผู้จัดการโรงงาน -
	การตรวจสอบสุขภาพประจำปีให้กับพนักงาน	หัวหน้างาน	8 เม.ย. 54 ผู้จัดการโรงงาน ค่าตรวจสุขภาพบุคลากร 11 คน ประมาณ 3,000 บาท
พนักงานมีความรู้ด้านความปลอดภัยไม่เพียงพอ	จัดประชุมเพื่อชี้แจงให้พนักงานตระหนักถึงความสำคัญของ	หัวหน้างาน	12 มี.ค. 54 ผู้จัดการโรงงาน
	การปฏิบัติงานด้วยความปลอดภัยรวมถึงผลกระทบทั้งเชิงบวกและเชิงลบที่เกิดขึ้น	09.00 – 12.00 น.	อบรมโดยผู้จัดการโรงงาน และหัวหน้างาน
พนักงานมีความรู้ด้านการใช้อุปกรณ์ป้องกันอันตรายไม่ถูกต้อง	จัดอบรมให้ความรู้เรื่องกฎความปลอดภัยในการใช้เครื่องมือจักรและเครื่องมืออุปกรณ์ประเภทที่ต้องใช้ในการผลิต	หัวหน้างาน	15 มี.ค. 54 ผู้จัดการโรงงาน ค่าวิทยากร ประมาณ 2,000 บาท
	จัดอบรมให้ความรู้เรื่องการใช้อุปกรณ์คุ้มครองความปลอดภัยในการทำงานให้ถูกต้องและเหมาะสมกับลักษณะงาน	หัวหน้างาน	19 มี.ค. 54 ผู้จัดการโรงงาน อบรมโดยผู้จัดการโรงงาน และหัวหน้างาน

ตาราง 2

ตัวอย่างบางส่วนวางแผนงานควบคุมความเสี่ยงด้านพลังงาน (ระดับความเสี่ยงยอมรับได้)

แผนงานควบคุมความเสี่ยงด้านพลังงาน				หน่วยงาน : ฝ่ายผลิต (สายการผลิตรถเข็นสแตนเลส)	
วัตถุประสงค์ : ป้องกันการเกิดอุบัติเหตุและอันตรายจากการทำงานของพนักงาน				เป้าหมาย : ไม่มีอุบัติเหตุจากการทำงานของพนักงาน	
ที่	ปัจจัยเสี่ยง	มาตรการ/กิจกรรม/การดำเนินงาน	ผู้รับผิดชอบ	หัวเรื่องที่ควบคุม	ผู้ตรวจติดตาม
ควบคุมความเสี่ยง					
13	พื้นที่จัดเก็บไม่เพียงพอ	การทำกิจกรรม 5ส	หัวหน้างาน	-พื้นที่จัดเก็บ	ผู้จัดการโรงงาน
14	จัดเก็บไม่เป็นระเบียบ			-ความเป็นระเบียบในการจัดเก็บ	
15	ไม่มีการแยกประเภทการจัดเก็บที่ถูกต้อง			-การแยกประเภทในการจัดเก็บ	

ตาราง 3

สรุปผลการดำเนินงานตามแผนย่อยของการบริหารจัดการความเสี่ยง

แผนใหญ่ที่	ประเภทแผนงาน	ประเภทความเสี่ยง	จำนวนแผนงานย่อย	ดำเนินการ	อยู่ระหว่างดำเนินการ	ยังไม่ได้ดำเนินการ	ร้อยละการดำเนินการตามแผน
1	ลดความเสี่ยง	ด้านผู้ปฏิบัติงาน	16	13	2	1	ร้อยละ 81.25
2	ลดความเสี่ยง	ด้านอุปกรณ์ เครื่องมือ เครื่องจักร	3	1	1	1	ร้อยละ 33.33
3	ลดความเสี่ยง	ด้านพลังงาน	2	-	-	2	ร้อยละ 0.00
4	ลดความเสี่ยง	ด้านระบบ	3	3	-	-	ร้อยละ 100
5	ลดความเสี่ยง	ด้านกิจกรรมงาน	11	10	-	1	ร้อยละ 90.91
6	ควบคุมความเสี่ยง	ด้านอุปกรณ์ เครื่องมือ เครื่องจักร	1	-	-	1	ร้อยละ 0.00
7	ควบคุมความเสี่ยง	ด้านพลังงาน	1 (ซ้ำ)	-	-	-	-
8	ควบคุมความเสี่ยง	ด้านกิจกรรมงาน	3 (ซ้ำ)	-	-	-	-
รวมแผนงานบริหารจัดการความเสี่ยงทั้งหมด			36	27	3	6	ร้อยละ 75.00

ตัวอย่างบางส่วนของผลการประเมินความเสี่ยงเฉพาะที่ได้ดำเนินการตามแผนบริหารจัดการความเสี่ยง

ความเสี่ยง	ปัจจัยเสี่ยง		ค่าฐานนิยามการประเมินความเสี่ยงครั้งที่ 1				ค่าฐานนิยามการประเมินความเสี่ยงครั้งที่ 2			
	โอกาส	ความรุนแรง	ผลลัพธ์	ระดับความเสี่ยง	โอกาส	ความรุนแรง	ผลลัพธ์	ระดับความเสี่ยง	โอกาส	ความรุนแรง
ด้านผู้ปฏิบัติงาน										
ร่างกายและจิตใจ	1) พนักงานมีสภาพร่างกายไม่พร้อมในการทำงาน เช่น มีอาการปวดอ่อนเพลีย มึน เมา									
	3	3	9	3 (สูง)	2	2	4	2 (ยอมรับได้)		
ความรู้ทักษะในงานและความปลอดภัย	2) พนักงานมีความเครียดและความเมื่อยล้าจากการทำงาน									
	3	3	9	3 (สูง)	2	2	4	2 (ยอมรับได้)		
	3) พนักงานมีความรู้ด้านความปลอดภัยในการทำงานไม่ถูกต้อง									
	3	3	9	3 (สูง)	2	2	4	2 (ยอมรับได้)		
	4) พนักงานมีความรู้ด้านการใช้อุปกรณ์ป้องกันอันตรายไม่ถูกต้อง									
ความปลอดภัย	3	3	9	3 (สูง)	-	-	-	-		
	5) พนักงานไม่ปฏิบัติตามวิธีการทำงานที่กำหนดไว้									
	3	3	9	3 (สูง)	2	3	6	2 (ยอมรับได้)		
	6) พนักงานมีความรู้ด้านการบำรุงรักษาเครื่องมือและเครื่องจักรไม่ถูกต้อง									
ความประมาท	3	3	9	3 (สูง)	2	2	4	2 (ยอมรับได้)		
	7) พนักงานไม่ใช้อุปกรณ์ป้องกันอันตรายในการทำงานกับเครื่องจักร									
	3	3	9	3 (สูง)	3	3	9	3 (สูง)		
อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล	8) พนักงานสวมใส่เสื้อผ้าไม่รัดกุมขณะทำงานกับเครื่องจักร									
	3	3	9	3 (สูง)	2	3	6	2 (ยอมรับได้)		
	ด้านอุปกรณ์ เครื่องมือ เครื่องจักร									
อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล	9) จำนวนอุปกรณ์มีไม่เพียงพอ									
	3	3	9	3 (สูง)	-	-	-	-		
	10) สภาพอุปกรณ์เก่าและชำรุด									
	3	3	9	3 (สูง)	3	3	9	3 (สูง)		
	11) อุปกรณ์ป้องกันอันตรายที่ตัวเครื่องชำรุดเสียหาย									
อุปกรณ์/เครื่องมือ/เครื่องจักร	3	3	9	3 (สูง)	2	3	6	2 (ยอมรับได้)		
	12) ไม่มีแผนการบำรุงรักษาและบำรุงรักษาไม่สม่ำเสมอ									
	2	2	4	2 (ยอมรับได้)	-	-	-	-		

เอกสารอ้างอิง

- กรมโรงงานอุตสาหกรรม. (2542). *ระเบียบกรมโรงงานอุตสาหกรรมว่าด้วยหลักเกณฑ์การชี้บ่งอันตราย การประเมินความเสี่ยงและการจัดทำแผนงานบริหารจัดการความเสี่ยง*. ค้นเมื่อ 17 ธันวาคม 2553, จาก <http://www.diw.go.th/Risk/index.htm>.
- กระทรวงอุตสาหกรรม. (2542). *ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ 3 ออกตามความในพระราชบัญญัติโรงงาน พ.ศ. 2535 เรื่องมาตรการคุ้มครองความปลอดภัยในการดำเนินงาน*. จาก <http://www.diw.go.th/Risk/index.htm>.
- ประพันธ์ ลิมเล็ก. (2547). *การประยุกต์ใช้การประเมินความเสี่ยงเชิงปริมาณเพื่อชี้บ่งงานวิกฤติ และกำหนดมาตรการป้องกันอุบัติเหตุเชิงรุกในกระบวนการผลิตก๊าซธรรมชาติ*. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วิศวกรรมความปลอดภัย), มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- พันธวัชร บรรจงศิริเจริญ. (2547). *การประเมินความเสี่ยงด้านความปลอดภัย สุขภาพ และสิ่งแวดล้อม สำหรับอุตสาหกรรมปิโตรเลียม*. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมและการบริหารการก่อสร้าง, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.
- วิฑูรย์ สิมะโชคดี. (2550). *วิศวกรรมและการบริหารความปลอดภัยในโรงงาน*. สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย - ญี่ปุ่น). กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดดูเคชั่น.
- ศรัณย์ ปัญญาธรรม. (2547). *การประเมินความเสี่ยงของพนักงานที่ปฏิบัติงานกับเครื่องปั๊มโลหะแบบกลไก โดยใช้การวิเคราะห์ห้วมผิดพลาดแบบแผนภูมิต้นไม้*. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วิศวกรรมความปลอดภัย), มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- สมชัย วิฒฐานนท์. (2551). *ปัจจัยเสี่ยงที่ก่อให้เกิดอุบัติเหตุจากการปฏิบัติงานในโรงงานอุตสาหกรรมผลิตแก้วกรณีศึกษา โรงงานผลิตขวดแก้ว*. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- Fung, I., Tam, V., Lo, T. & Lu, L. (2010). Developing a risk assessment model for construction safety. *International Journal of Project Management*, 28, 593-600.
- Marhavilas, P. K., Koulouriotis, D., & Gemeni, V. (2011). Risk analysis and assessment methodologies in the work sites: On a review, classification and comparative study of the scientific literature of the period 2000-2009. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, 24(5), 477-523.
- Pasman, H. J., Jung, S., Prem, K., Rogers, W. J., & Yang, X. (2009). Is risk analysis a useful tool for improving process safety. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, 22, 769-777.
- Salla, L., Nenonen, S., & Kivisto-Rahnasto, J. (2009). Methodology and theory safety risk assessment in industrial maintenance. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, 14(2), 205-217.

การศึกษาผลของค่าความต้านทานดินต่อประสิทธิภาพตัวนำล่อฟ้า

Study on Earth Resistance to Air-termination Efficiency

ธนากร น้ำหอมจันทร์¹ อติกร เสรีพัฒนานนท์² และพงษ์สวัสดิ์ คชภูมิ³

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้นำเสนอการศึกษาผลของค่าความต้านทานดินต่อประสิทธิภาพตัวนำล่อฟ้า โดยใช้ตัวนำล่อฟ้า 5 รูปลักษณะ ในการทดสอบ ในช่วงค่าความต้านทานดิน 0 - 5 โอห์ม ทำการทดสอบและวัดด้วยแรงดันสูงกระแสตรงชั่วลบ ตามมาตรฐาน IEC 60060-1, IEC 60060-2 และ IEEE 4-1995 ผลการทดสอบพบว่า เมื่อค่าความต้านทานดินเพิ่มขึ้น 1 โอห์ม ประสิทธิภาพการล่อฟ้าของตัวนำล่อฟ้าแบบ (a), (b), (c), (d) และ (e) มีประสิทธิภาพต่ำลง 0.11-0.27, 0.10-1.10, 0.29-1.30, 1.08-5.36 และ 0.33-1.56 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ประสิทธิภาพการล่อฟ้าอันเนื่องมาจากรูป ลักษณะตัวนำล่อฟ้าแบบ (b), (c), (d) และ (e) มีประสิทธิภาพต่ำกว่าตัวนำล่อฟ้าแบบ (a) 6.74, 0.27, 4.84 และ 22.20 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ

คำสำคัญ : ตัวนำล่อฟ้า, ค่าความต้านทานดิน, สตรีมเมอร์, ประสิทธิภาพตัวนำล่อฟ้า

Abstract

This research is present the study on earth resistance to air-termination efficiency. The air-terminations used in the experiments have 5 configurations and earth resistance in range 0-5 ohms. The experiments and measurement use negative polarity DC high voltage test according to IEC 60060-1, IEC 60060-2 and IEEE 4-1995 standards. The test result is show the earth resistances are increase 1 ohm the efficiency of (a), (b), (c), (d) and (e) air-termination configuration are decrease in 0.11-0.27, 0.10-1.10, 0.29-1.30, 1.08-5.36 and 0.33-1.56 percent respectively. The efficiency of (b), (c), (d) and (e) air-termination configuration are lower than (a) air-termination configuration are 6.74, 0.27, 4.84 and 22.20 percent respectively.

Keywords : air-termination, earth resistance, streamer, air-termination efficiency

^{1, 2, 3} อาจารย์ประจำสาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย

ความนำ

ปรากฏการณ์ฟ้าผ่า เป็นปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่ทำให้เกิดความเสียหายและเป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งปลูกสร้าง โดย Benjamin Franklin ได้พิสูจน์ให้เห็นอย่างชัดเจน ที่เมืองฟิลาเดเฟีย สหรัฐอเมริกา ตั้งแต่ปี ค.ศ.1752 ด้วยการชักว่าวที่ผูกกุญแจโลหะเพื่อพิสูจน์ว่า ฟ้าผ่าเป็นปรากฏการณ์ทางไฟฟ้าหรือเป็นการสปาร์กทางไฟฟ้า ซึ่งเป็นผลจากการเกิดดีสชาร์จของประจุไฟฟ้าในก้อนเมฆ นับเป็นจุดเริ่มต้นของการศึกษาเชิงวิทยาศาสตร์ เป็นต้นมา (สำรวย สังข์สะอาด, 2549)

การวิจัยเกี่ยวกับระบบป้องกันฟ้าผ่าภายนอกในปัจจุบัน มุ่งหาประสิทธิภาพของระบบป้องกันฟ้าผ่าจากรูปลักษณะของตัวนำล่อฟ้า ขนาดของตัวนำล่อฟ้า รวมไปถึงความหนาของทองแดงที่หุ้มตัวนำล่อฟ้า (นรเศรษฐ พัฒนเดช, ภูจิต ถึงสุข และ ศรัณย์ ชิวทวีทรัพย์, 2552, หน้า 323-326 ; นรเศรษฐ พัฒนเดช, ภูจิต ถึงสุข และ ศรัณย์ ชิวทวีทรัพย์, 2552, หน้า 327-330 ; ศรัณย์ ชิวทวีทรัพย์, นรเศรษฐ พัฒนเดช และ ภพ จันทรเจริญสุข, 2551, หน้า 251-254 ; ศรัณย์ ชิวทวีทรัพย์, นรเศรษฐ พัฒนเดช และ ภพ จันทรเจริญสุข, 2552, หน้า 199-206.) แต่ประสิทธิภาพของระบบป้องกันฟ้าผ่ามิได้ขึ้นกับรูปลักษณะของตัวนำล่อฟ้าเพียงอย่างเดียว หากแต่รวมไปถึงค่าความต้านทานของดินรอบระบบรากสายดินด้วย (สำรวย สังข์สะอาด, 2549 ; ศิริวัฒน์ โพธิเวชกุล, 2546) กล่าวคือ ในทางปฏิบัติ การติดตั้งรากสายดินของระบบป้องกันฟ้าผ่า ค่าความต้านทานดินที่ยอมรับได้อยู่ในช่วง 0 - 5 โอห์ม

จึงมีแนวคิดที่จะทดสอบเปรียบเทียบประสิทธิภาพตัวนำล่อฟ้าที่สามารถพบเห็นได้ทั่วไป 5 รูปลักษณะ ในช่วงค่าความต้านทานดิน 0 ถึง 5 โอห์ม เพื่อให้ทราบถึงประสิทธิภาพการล่อฟ้าอันเนื่องมาจากผลของค่าความต้านทานดิน

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

1. ปรากฏการณ์ฟ้าผ่า

ปรากฏการณ์ฟ้าผ่าเกิดจากการดึงดูดระหว่างประจุบวกและประจุลบ โดยทั่วไปประจุไฟฟ้าที่มีศักย์ต่างกันจะไม่เกิดการเคลื่อนที่เมื่ออยู่ในสภาวะสมดุล แต่จะเคลื่อนที่หรือดึงดูดกันก็ต่อเมื่อประจุทั้งสองต้องการกลับคืนสู่สภาวะสมดุล (Srinivasan, & Gu, 2006; ธนากร น้ำหอมจันทร์, 2552) โดยปรากฏการณ์ฟ้าผ่าจะเป็นการถ่ายโอนประจุระหว่างก้อนเมฆสู่พื้นดิน ซึ่งจะต้องมีปริมาณประจุไฟฟ้ามากพอ จึงจะทำให้ประจุไฟฟ้ากระโดดข้ามจากก้อนเมฆลงสู่พื้นดินได้

การสะสมประจุในก้อนเมฆมีปริมาณมาก ทำให้ก้อนเมฆมีศักย์ไฟฟ้าสูง ตั้งแต่ 10 เมกะโวลต์ ถึง 100 เมกะโวลต์ และเกิดดีสชาร์จระหว่างก้อนเมฆกับพื้นโลกเป็นวาบฟ้าผ่า (ground flash) หรือระหว่างก้อนเมฆกับก้อนเมฆ หรือภายในก้อนเมฆเดียวกันเป็น ฟ้าแลบ (air discharge) ฟ้าผ่าและฟ้าแลบมีโอกาสเกิดขึ้นพร้อมกัน ดังแสดงในภาพ 1 ตามธรรมชาติปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้น ส่วนใหญ่จะเป็นฟ้าแลบ การศึกษาวิจัยของมนุษย์ส่วนมากจะให้ความสนใจเกี่ยวกับฟ้าผ่ามากกว่า



ภาพ 1 ฟ้าแลบกับฟ้าผ่ารวมกัน

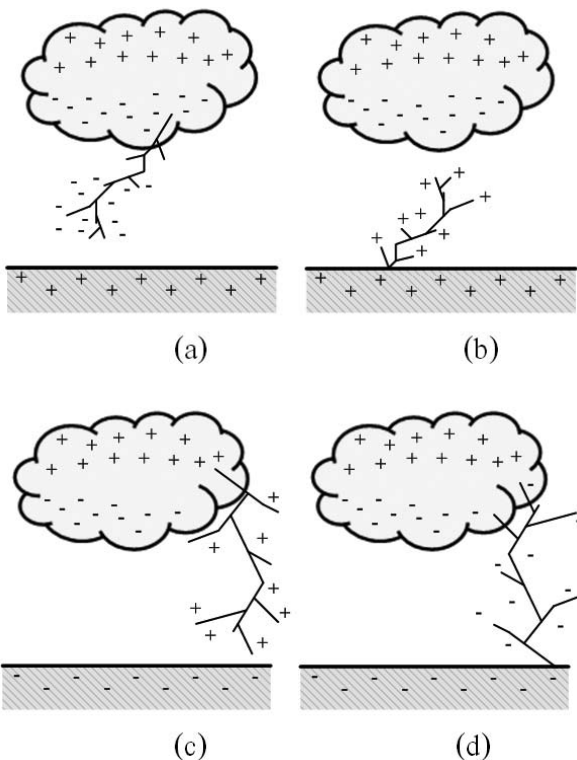
Note. from “Amazing Wall Cloud-Lightning strike!-Storm coming!..” Retrieved 19 กรกฎาคม 2553 from <http://www.strangedangers.com/content/item/135439.htht>.

2. ประเภทของฟ้าผ่า

จากที่ได้กล่าวไปแล้วว่า ฟ้าผ่าเกิดจากการเคลื่อนที่ของประจุไฟฟ้า หรืออาจจะเรียกได้ว่าเป็น การเคลื่อนที่ของประจุไฟฟ้า การเคลื่อนที่ที่เกิดขึ้นจากก้อนเมฆสามารถจำแนกได้ 4 ประเภท ดังนี้

1. ดิสชาร์จภายในก้อนเมฆ (IC)
2. ดิสชาร์จจากก้อนเมฆลงดิน (CG)
3. ดิสชาร์จระหว่างก้อนเมฆ (CC)
4. ดิสชาร์จจากก้อนเมฆสู่อากาศ (CA)

ดิสชาร์จส่วนใหญ่เป็นการดิสชาร์จภายในก้อนเมฆ (IC) สำหรับดิสชาร์จจากก้อนเมฆลงดิน (CG) หรือฟ้าผ่าเป็นปรากฏการณ์ดิสชาร์จที่มีการศึกษาวิจัยมากที่สุด เนื่องจากก่อให้เกิดอันตรายและความเสียหายแก่สิ่งมีชีวิตและสิ่งปลูกสร้างมากที่สุด โดยที่ IC, CC และ CA เรียกรวมนกันว่า ฟ้าแลบ



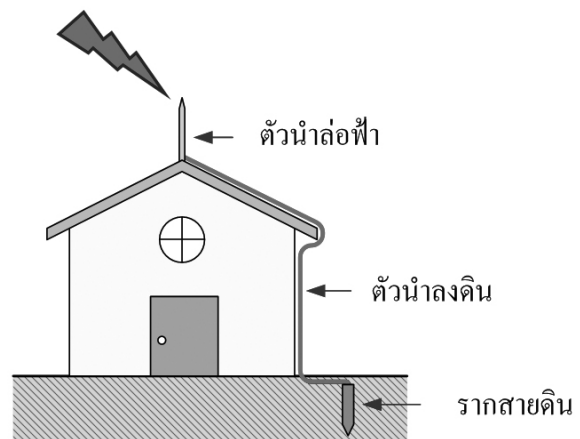
ภาพ 2 ชนิดของฟ้าผ่า

ฟ้าผ่าสามารถแบ่งได้ 4 ประเภท ตามลักษณะการเกิดและการเคลื่อนตัวของประจุ ดังภาพ 2 โดยฟ้าผ่าแบบฟ้าผ่าลงชั่วคราวเกิดขึ้นประมาณ 90 เปอร์เซ็นต์ของจำนวนฟ้าผ่าทั่วโลก ดังภาพ 2 (a) ขณะที่ฟ้าผ่าลงชั่วคราว

ดังภาพ 2 (c) เกิดขึ้นน้อยกว่า 10 เปอร์เซ็นต์ ในกรณีฟ้าผ่าขึ้นส่วนมากจะเกิดบริเวณยอดภูเขาสูงหรือสิ่งปลูกสร้างที่มีความสูงมาก ๆ (ธนากร น้ำหอมจันทร์ และกาญจนา ภักดีบุญญานุกุล, 2553, หน้า 60-66)

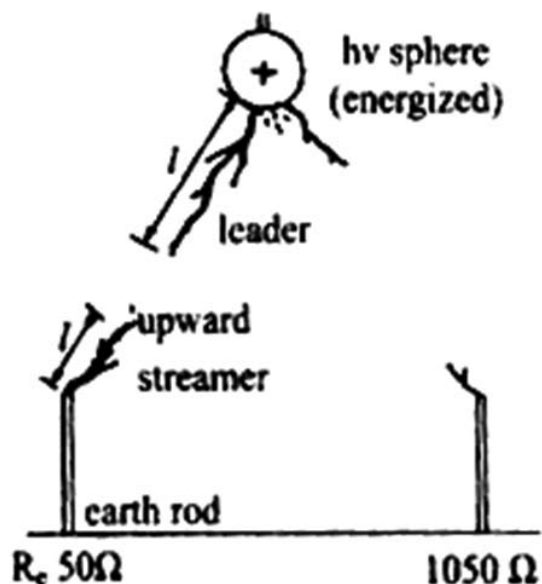
3. ส่วนประกอบของระบบป้องกันฟ้าผ่าภายนอก

ระบบป้องกันฟ้าผ่า (Lightning Protection System : LPS) ประกอบด้วย 3 ส่วนหลัก คือ ตัวนำล่อฟ้า ตัวนำลงดิน และรากสายดิน รวมถึงอุปกรณ์จับยึดสายตัวนำลงดิน (สำรวย สังข์สะอาด, 2549 ; ศิริวัฒน์ โพธิเวชกุล, 2546 ; มาตรฐาน ว.ส.ท. 2003-43, 2546; IEC std. 61024-1-2, 1998) แสดงดังภาพ 3



ภาพ 3 ส่วนประกอบของระบบป้องกันฟ้าผ่า

ประสิทธิภาพของระบบล่อฟ้าขึ้นอยู่กับอัตราการเกิดและความยาวของสตรีมเมอร์จากปลายตัวนำล่อฟ้า ถ้าสตรีมเมอร์เกิดขึ้นและขยายตัวออกไปได้เร็ว สตรีมเมอร์จะมีโอกาสขึ้นไปพบกับฟ้าผ่าเป็นขั้น (stepped leader) ได้เร็วขึ้น ประสิทธิภาพของระบบล่อฟ้าก็จะมากขึ้น การขยายตัวและความยาวของสตรีมเมอร์ขึ้นอยู่กับความต้านทานดินของระบบป้องกันฟ้าผ่า ค่าความต้านทานดินยิ่งต่ำสตรีมเมอร์ก็ยิ่งเกิดขึ้นและขยายตัวได้เร็วขึ้น ผลของความต้านทานดินต่อประสิทธิภาพการล่อฟ้า แสดงดังภาพ 4 (สำรวย สังข์สะอาด, 2549 ; ธนากร น้ำหอมจันทร์ และกาญจนา ภักดีบุญญานุกุล, 2553, หน้า 48-58.)

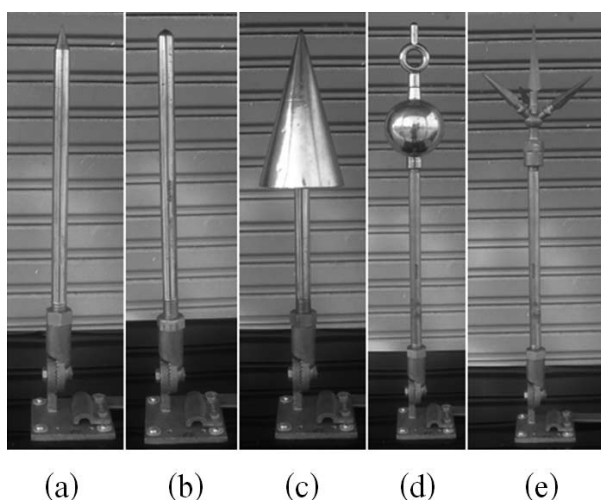


ภาพ 4 ผลของความต้านทานดินต่อประสิทธิภาพของเสาต่อฟ้า

ที่มา. จาก “วิศวกรรมไฟฟ้าแรงสูง” โดย สำรวย สังข์สะอาด, (2549). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

อุปกรณ์และวงจรการทดสอบ

ตัวนำล่อฟ้าที่ใช้ในงานวิจัยนี้ เป็นตัวนำล่อฟ้าที่มีใช้ตามสถานที่ต่าง ๆ หรือสามารถพบเห็นได้ทั่วไป 5 รูปลักษณะ ดังภาพ 5



ภาพ 5 รูปลักษณะของตัวนำล่อฟ้าที่ใช้ในการทดสอบ

ภาพ 5 (a) คือ ตัวนำล่อฟ้าปลายแหลม ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.5 เซนติเมตร ปลายยอดมีมุม 36 องศา

ภาพ 5 (b) คือ ตัวนำล่อฟ้าปลายมน ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.5 เซนติเมตร ปลายยอดมีรัศมี 0.75 เซนติเมตร

ภาพ 5 (c) คือ ตัวนำล่อฟ้าปลายกรวย ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.5 เซนติเมตร กรวยมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่ฐาน 8 เซนติเมตร สูง 15 เซนติเมตร ปลายยอดมีมุม 30 องศา

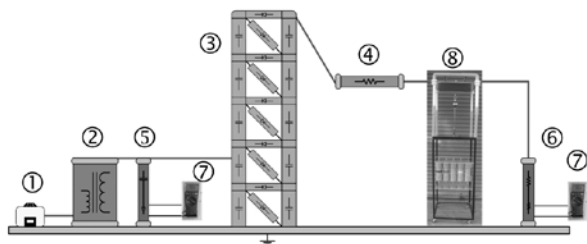
ภาพ 5 (d) คือ ตัวนำล่อฟ้าทรงกลมปลายมน ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.5 เซนติเมตร ทรงกลมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 7.5 เซนติเมตร ปลายยอดมีรัศมี 0.4 เซนติเมตร

ภาพ 5 (e) คือ ตัวนำล่อฟ้าปลายแหลม 3 แฉก ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.5 เซนติเมตร ปลายยอดมีมุม 11 องศา

ตัวนำล่อฟ้าทั้ง 5 แบบทำจากทองแดง โดยในการกล่าวถึงรูปลักษณะของตัวนำล่อฟ้าในเนื้อหาส่วนถัดไป จะกำหนดให้เป็นตัวนำล่อฟ้าแบบ (a), (b), (c), (d) และ (e) ตามลำดับ

งานวิจัยนี้จะทำการทดสอบโดยใช้ไฟฟ้าแรงดันสูงกระแสตรงชั่วพล เนื่องจากฟ้าผ่าแบบฟ้าผ่าลงชั่วพลเกิดขึ้นประมาณ 90 เปอร์เซ็นต์ของจำนวนฟ้าผ่าทั่วโลก โดยที่แหล่งจ่ายไฟฟ้าแรงดันสูงกระแสตรง ชั่วพลที่ใช้ในการทดสอบมีพิกัดแรงดัน 100 กิโลโวลต์ ซึ่งในภาคปฏิบัติฉนวนอากาศจะเบรกดาวนที่ระดับความเครียดสนามไฟฟ้าประมาณ 25 กิโลโวลต์ต่อเซนติเมตร (สำรวย สังข์สะอาด, 2549 ; ศิริวัฒน์ โพธิเวชกุล, 2546 ; Kuffel, Zaengl, & Kuffel, 2000 ; Naidu, & Kamaraju, 1996) เพื่อให้สามารถสังเกตเห็นอัตราการเกิดและความยาวของสตรีมเมอร์ซึ่งเป็นปรากฏการณ์ที่ใช้พิจารณาประสิทธิภาพของการล่อฟ้าขณะทำการทดสอบ จึงจะทำการทดสอบที่ระยะแก็ประหว่างอิเล็กโตรดแรงสูงและตัวนำล่อฟ้าแต่ละรูปลักษณะที่ 8 เซนติเมตร ระบบสร้างแรงดันสูงและระบบวัดแรงดันสูงที่ใช้ในการทดสอบจะเป็นไปตามมาตรฐาน IEC std. 60060-1, IEC std. 60060-2 และ IEEE Std. 4 - 1995 กำหนด (IEC std. 60060-1, 1989 ; IEC

std. 60060-2, 1994 ; IEEE Std. 4 - 1995, 1995)
 วงจรที่ใช้ในการทดสอบ แสดงดังภาพ 6



ภาพ 6 วงจรที่ใช้ในการทดสอบ

โดยที่ 1 คือ แหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับปรับ
 ค่าได้ควบคุมด้วยโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรล พิกัด
 0-250 V, 50 Hz, 1 kVA (ธนากร น้ำหอมจันทร์, อติกร
 เสรีพัฒนานนท์ และ พงษ์สวัสดิ์ คชภูมิ, 2550, หน้า
 32 - 37.)

2 คือ หม้อแปลงไฟฟ้าแรงดันสูง พิกัด 220 V /
 20 kV, 50 Hz, 5 kVA

3 คือ แหล่งกำเนิดไฟฟ้าแรงดันสูงกระแสตรง
 แบบจันบันได 5 ขั้น พิกัด ± 100 kV, 3 mA

4 คือ ความต้านทานจำกัดกระแส 100 kV, 3
 mA, 33.33 M Ω

5 คือ โวลเตจดีไวเดอร์ แบบตัวเก็บประจุ พิกัด
 150 kV, 50 Hz ratio 1111:1 (อติกร เสรีพัฒนานนท์,
 ธนากร น้ำหอมจันทร์, พงษ์สวัสดิ์ คชภูมิ และสุพิศ บุญรัตน์,
 2551, หน้า 19-25)

6 คือ โวลเตจดีไวเดอร์แบบตัวต้านทาน พิกัด
 100 kV ratio 1000:1

7 คือ ดิจิตอลมัลติมิเตอร์ Fluke 177

8 คือ ชุดทดสอบเปรียบเทียบประสิทธิภาพ
 การล่อฟ้าจากรูปลักษณะตัวนำล่อฟ้าและค่าความต้านทาน
 ดิน (ธนากร น้ำหอมจันทร์, อติกร เสรีพัฒนานนท์,
 พงษ์สวัสดิ์ คชภูมิ, 2553) แสดงดังภาพ 7



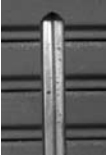
ภาพ 7 ชุดทดสอบเปรียบเทียบประสิทธิภาพการล่อฟ้า
 จากรูปลักษณะตัวนำล่อฟ้าและค่าความต้านทานดิน

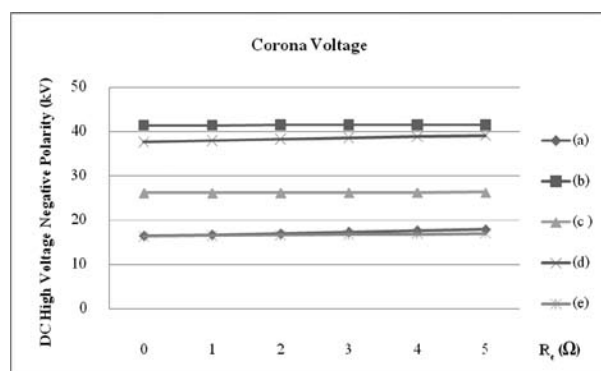
การทดสอบและการวิเคราะห์ผลการทดสอบ

ในการทดสอบหาประสิทธิภาพการล่อฟ้าของ
 แต่ละรูปลักษณะตัวนำล่อฟ้าที่แต่ละค่าความต้านทานดิน
 จะทำการทดสอบจำนวน 5 ครั้ง และหาค่าเฉลี่ย เพื่อ
 เปรียบเทียบประสิทธิภาพการล่อฟ้าอันเป็นผลจากรูป
 ลักษณะตัวนำล่อฟ้าและค่าความต้านทานดิน ค่าเฉลี่ย
 ผลการทดสอบแสดงดังตาราง 1

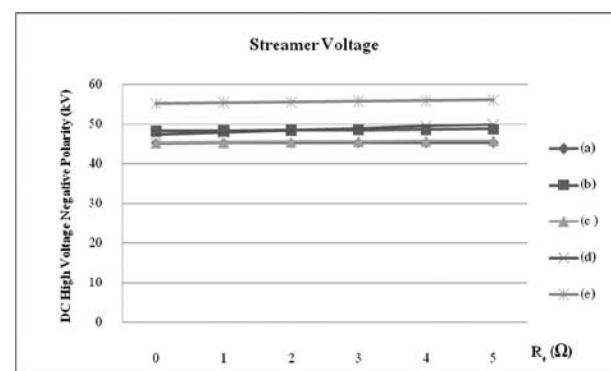
ตาราง 1

ผลการทดสอบหาประสิทธิภาพการล่อฟ้าที่ค่าความต้านทานดินในช่วง 0-5 โอห์ม

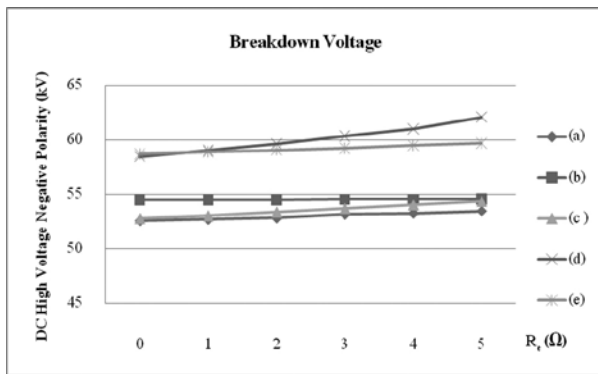
Air-termination Configuration	Phenomena	DC High Voltage Negative Polarity (kV)					
		R_e 0 Ω	R_e 1 Ω	R_e 2 Ω	R_e 3 Ω	R_e 4 Ω	R_e 5 Ω
	Corona	16.44	16.68	16.92	17.34	17.61	17.89
	Streamer	45.23	45.28	45.30	45.31	45.33	45.35
	Breakdown	52.55	52.67	52.80	53.14	53.25	53.45
	Corona	41.43	41.45	41.49	41.51	41.53	41.55
	Streamer	48.28	48.33	48.50	48.62	48.70	48.81
	Breakdown	54.47	54.48	54.49	54.51	54.52	54.53
	Corona	26.11	26.14	26.17	26.21	26.25	26.30
	Streamer	45.35	45.48	45.61	45.73	45.83	45.94
	Breakdown	52.77	53.01	53.34	53.68	54.01	54.34
	Corona	37.65	37.97	38.28	38.59	38.89	39.17
	Streamer	47.42	47.93	48.46	48.97	49.55	49.96
	Breakdown	58.45	59.00	59.62	60.34	61.00	62.07
	Corona	16.28	16.44	16.60	16.75	16.88	17.05
	Streamer	55.27	55.45	55.62	55.81	55.97	56.13
	Breakdown	58.70	58.88	59.04	59.23	59.46	59.69



ภาพ 8 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของตัวนำล่อฟ้าจากระดับแรงดันโคโรนาเริ่มเกิด



ภาพ 9 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของตัวนำล่อฟ้าจากระดับแรงดันที่สร้างสตรีมเมอร์



ภาพ 10 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของตัวนำล่อฟ้าจากระดับแรงดันไฟฟ้าเบรกดาวน์

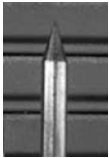
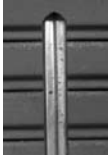
จากตาราง 1 จะพบว่า เมื่อค่าความต้านทานดินเพิ่มขึ้นจะส่งผลให้เกิดโคโรนาดีสชาร์จ การสร้าง

สตรีมเมอร์ รวมทั้งการเบรกดาวน์ต้องใช้ระดับแรงดันสูงขึ้น ดังภาพที่ 8-10

จากหัวข้อที่ 2.3 กล่าวว่า ประสิทธิภาพของระบบล่อฟ้าขึ้นอยู่กับอัตราการเกิดและความยาวของสตรีมเมอร์จากปลายตัวนำล่อฟ้า เมื่อพิจารณาจากตาราง 1 โดยกำหนดให้ระดับแรงดันที่สร้างสตรีมเมอร์ที่ค่าความต้านทานดิน 0 โอห์มเป็นระดับแรงดันอ้างอิง เพื่อพิจารณาประสิทธิภาพการล่อฟ้าเมื่อค่าความต้านทานดินเพิ่มขึ้น 1 โอห์ม จะส่งผลให้ประสิทธิภาพการล่อฟ้าเปลี่ยนแปลงไปอย่างไร ผลการเปรียบเทียบประสิทธิภาพการล่อฟ้าเมื่อค่าความต้านทานดินเพิ่มขึ้น 1 โอห์ม แสดงดังตาราง 2

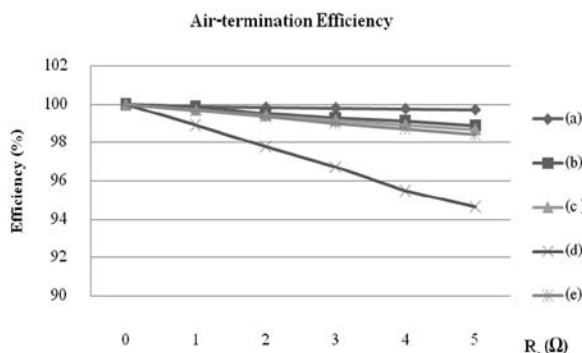
ตาราง 2

ผลการเปรียบเทียบประสิทธิภาพการล่อฟ้าเมื่อค่าความต้านทานดินเพิ่มขึ้น 1 โอห์ม

Air-termination Configuration	Phenomena	Air-termination Efficiency (%)					
		$R_t 0 \Omega$	$R_t 1 \Omega$	$R_t 2 \Omega$	$R_t 3 \Omega$	$R_t 4 \Omega$	$R_t 5 \Omega$
 (a)	Streamer	100.00	99.89	99.85	99.82	99.78	99.73
 (b)	Streamer	100.00	99.90	99.54	99.30	99.13	98.90
 (c)	Streamer	100.00	99.71	99.43	99.16	98.94	98.70
 (d)	Streamer	100.00	98.92	97.81	96.73	95.51	94.64
 (e)	Streamer	100.00	99.67	99.37	99.02	98.73	98.44

สรุปและอภิปรายผล

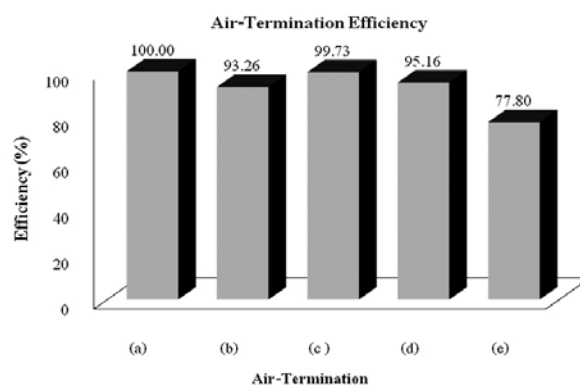
จากการทดสอบหาประสิทธิภาพการล่อฟ้าอันเป็นผลจากค่าความต้านทานดินในช่วง 0 - 5 โอห์ม โดยอ้างอิงประสิทธิภาพการล่อฟ้าที่ค่าความต้านทานดิน 0 โอห์ม พบว่าเมื่อค่าความต้านทานดินเพิ่มขึ้น 1 โอห์ม ประสิทธิภาพการ ล่อฟ้ามีการเปลี่ยนแปลง ดังภาพ 11



ภาพ 11 ผลการเปรียบเทียบประสิทธิภาพการล่อฟ้าจากค่าความต้านทานดิน

จากการทดสอบหาประสิทธิภาพการล่อฟ้าอันเป็นผลจากรูปลักษณะตัวนำล่อฟ้า 5 รูปลักษณะ โดยอ้างอิงประสิทธิภาพการล่อฟ้าของตัวนำล่อฟ้าแบบ (a) ที่ค่าความต้านทานดิน 0 โอห์ม พบว่าประสิทธิภาพการล่อฟ้าอันเนื่องมาจากรูปลักษณะตัวนำล่อฟ้ามีประสิทธิภาพแตกต่างกัน ดังภาพ 12

จากการทดสอบหาประสิทธิภาพการล่อฟ้าจากค่าความต้านทานดิน โดยทดสอบเปรียบเทียบระหว่างตัวนำล่อฟ้า 5 รูปลักษณะ ที่ระยะแกน 8 เซนติเมตร จะพบว่าที่ระยะแกนเท่ากันเมื่อค่าความต้านทานดินเพิ่มขึ้น 1 โอห์ม ในช่วงค่าความต้านทาน 0 - 5 โอห์ม เมื่อเปรียบเทียบกับประสิทธิภาพการล่อฟ้าที่ค่าความต้านทานดิน 0 โอห์ม ประสิทธิภาพการล่อฟ้าของตัวนำล่อฟ้าแบบ (a), (b), (c), (d) และ (e) มีประสิทธิภาพต่ำลง 0.11-0.27, 0.10-1.10, 0.29-1.30, 1.08-5.36 และ 0.33-1.56 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ



ภาพ 12 ผลการเปรียบเทียบประสิทธิภาพการล่อฟ้าจากรูปลักษณะตัวนำล่อฟ้า

เอกสารอ้างอิง

- ธนากร น้ำหอมจันทร์. (2552). *เอกสารคำสอนวิชาทฤษฎีวงจรไฟฟ้า 1*. สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย.
- ธนากร น้ำหอมจันทร์ และกาญจนา ภักดีบุญญานุกุล. (2553). ไฟฟ้า (Lightning). *วารสารความปลอดภัยและสุขภาพ มสธ*, 3(9), หน้า 60-66.
- ธนากร น้ำหอมจันทร์ และ กาญจนา ภักดีบุญญานุกุล. (2553). ไฟฟ้า (Lightning) (2). *วารสารความปลอดภัยและสุขภาพ มสธ*, 3(11), หน้า 48-58.
- ธนากร น้ำหอมจันทร์, อติกร เสรีพัฒนานนท์ และพงษ์สวัสดิ์ คชภูมิ. (2550). แหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับปรับค่าได้ควบคุมด้วยโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรล. *วารสารRSU JET มหาวิทยาลัยรังสิต*, 10(1), หน้า 32-37.

- ธนากร น้ำหอมจันทร์, อติกร เสรีพัฒนานนท์, พงสวัสดิ์ คชภูมิ. (2553). *การศึกษาผลของค่าความต้านทานดินต่อประสิทธิภาพตัวนำล่อฟ้า*. รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์ มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย ประจำปีการศึกษา 2552. ลำดับที่ 05-2553.
- นรเศรษฐ พัฒนเดช, ภูจิต ถึงสุข และศรัณย์ ชิวทวีทรัพย์. (2552). การศึกษาและวิเคราะห์คุณลักษณะสมบัติทางไฟฟ้าของตัวนำล่อฟ้าตอนที่ 1. *การประชุมวิชาการทางวิศวกรรมไฟฟ้า ครั้งที่ 32*. หน้า 323-326.
- นรเศรษฐ พัฒนเดช, ภูจิต ถึงสุข และ ศรัณย์ ชิวทวีทรัพย์. (2552). การศึกษาและวิเคราะห์คุณลักษณะสมบัติทางไฟฟ้าของตัวนำล่อฟ้าตอนที่ 2. *การประชุมวิชาการทางวิศวกรรมไฟฟ้า ครั้งที่ 32*. หน้า 327-330.
- ศรัณย์ ชิวทวีทรัพย์, นรเศรษฐ พัฒนเดช และภพ จันทรเจริญสุข. (2551). คุณลักษณะทางไฟฟ้าของเสาต่อฟ้าชนิดต่าง ๆ. *การประชุมวิชาการทางวิศวกรรมไฟฟ้า ครั้งที่ 31*. หน้า 251-254.
- ศรัณย์ ชิวทวีทรัพย์, นรเศรษฐ พัฒนเดช และ ภพ จันทรเจริญสุข. (2552). การศึกษาและวิเคราะห์คุณลักษณะทางไฟฟ้าของวัสดุที่ใช้ทำเสาต่อฟ้า. *การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 47*. หน้า 199-206.
- ศิริวัฒน์ โพธิ์เวทกุล. (2546). *เอกสารประกอบการสอนวิศวกรรมไฟฟ้าแรงสูงขั้นสูง*. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- สมาคมวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์. (2546). *มาตรฐานการป้องกันฟ้าผ่าสำหรับสิ่งปลูกสร้าง*. (พิมพ์ครั้งที่ 2). มาตรฐาน ว.ส.ท. 2003-43.
- สำรวย สังข์สะอาด. (2549). *วิศวกรรมไฟฟ้าแรงสูง*. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- อติกร เสรีพัฒนานนท์, ธนากร น้ำหอมจันทร์, พงสวัสดิ์ คชภูมิ และสุพิศ บุญรัตน์. (2551). การออกแบบและสร้างโวลเตจดีไวเดอร์แบบตัวเก็บประจุขนาด 150 กิโลโวลต์สำหรับใช้วัดแรงดันสูงกระแสลับ, *วารสาร EAU Heritage Journal*, 2(1), หน้า 19-25.
- Amazing Wall Cloud -Lightning strike! - Storm coming!*. จาก <http://www.strangedangers.com/content/item/135439.htht>
- Institute of Electrical and Electronics Engineers. (1995). *IEEE Standard Techniques for High-Voltage Testing*. IEEE Std. 4 -1995.
- International Electro technical Commission. (1989). *High - voltage test techniques Part 1: General definitions and test requirements*. IEC std. 60060-1, Second edition, 1989 - 11.
- International Electro technical Commission. (1994). *High - voltage test techniques Part 2: Measuring System*. IEC std. 60060-2, Second edition, 1994-11.
- International Electro technical Commission. (1998). *Protection of structures against lightning Part 1-2*. IEC std. 61024-1-2.
- Kuffel, E., Zaengl, W. S. and Kuffel, J. (2000). *High Voltage Engineering :Fundamentals*. (2 nd. ed.). Great Britain: Newnes.
- Naidu, M. S. and Kamaraju, V. (1996). *High Voltage Engineering*, (2 nd. ed.). New York: McGraw-Hill.
- Srinivasan, K., & Gu, J. (2006). Lightning as atmospheric electricity. *Proceedings of IEEE CCECE/CCGEL, Ottawa Canada*, pp. 2258-2261.

การศึกษาการเพิ่มประสิทธิภาพของท่อความร้อน โดยการปรับเปลี่ยนสารทำงาน Thermal Efficiency Enhancement of Heat Pipe by Change Working Fluids

ธีรพงศ์ บริรักษ์* และ รศ.ดร.สมบัติ ทิมทรัพย์**

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษา และเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการทำงานของท่อความร้อน ในกรณีที่ใช้สารทำงานประกอบด้วย น้ำ แอลกอฮอล์ และสารทำความเย็น R134a โดยเติมลงในท่อความร้อนทำจากทองแดงขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 15 mm ยาว 600 mm ส่วนรับความร้อนใช้เครื่องกำเนิดความร้อน ในการให้ความร้อนแก่ท่อความร้อน สามารถปรับค่าความร้อนที่ป้อนให้ระหว่าง 30 - 70 W และใช้น้ำระบายความร้อนแก่ท่อความร้อน ควบคุมอุณหภูมิของน้ำที่ทางเข้าชุดระบายความร้อนระหว่าง 20 - 25 °C ผลการทดสอบพบว่าที่มุมเอียง 0 องศาและปริมาณสารทำความเย็น R134a 40% ให้ค่าประสิทธิภาพเชิงความร้อนสูงสุดเท่ากับ 92.02% และที่มุมเอียง 45 องศา และปริมาณแอลกอฮอล์ 66% ให้ค่าประสิทธิภาพเชิงความร้อนสูงสุดเท่ากับ 69.3% ในขณะที่ใช้น้ำ เป็นสารทำงานพบว่าที่มุมเอียง 60 องศา ปริมาตร ให้ค่าประสิทธิภาพเชิงความร้อนสูงสุดเท่ากับ 66.6%

คำสำคัญ : ท่อความร้อน, สารทำงาน

Abstract

The objectives of this research are to study and compare and test thermal efficiency of heat pipe with de-ionic water, alcohol and R134a refrigerant . The heat pipes are fabricated from a straight copper tube with a diameter of 15 mm and length of 600 mm. The experiments had been done at various input power for heater (heat source) of 30 - 70 W and tilt angle of 0 - 90°. The Control temperature for the condensing section was controlled at 20 - 25 °C. Result of the tests showed that when using R134a refrigerant , as working fluid, at tilt angle of 0° and 40% charge, the heat pipe gives the highest efficiency at 92.02%. When using alcohol as working fluid, at tilt angle of 45° and 66% charge, the heat pipe

*อาจารย์ประจำ สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย

**รองอธิการบดีฝ่ายประกันคุณภาพการศึกษา และ คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย

gives the highest efficiency at 69.3%. And when using de - ionic water as working fluid, at tilt angle of 60° and 63% charge, the heat pipe has the highest thermal efficiency of 66.6%.

Keywords : heat pipe, working fluid

ความนำ

ท่อความร้อนเป็นเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนที่มีอัตราการถ่ายเทความร้อนได้อย่างรวดเร็ว แม้ในภาวะที่มีผลต่างของอุณหภูมิไม่มากนัก สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับการแลกเปลี่ยนความร้อนในลักษณะต่าง ๆ เช่น การกำจัดความร้อนออกจากชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ การนำความร้อนจากก๊าซทิ้งกลับมาใช้ใหม่ การหล่อเย็นเครื่องยนต์ หรือระบบทำน้ำอุ่นพลังงานแสงอาทิตย์ เป็นต้น

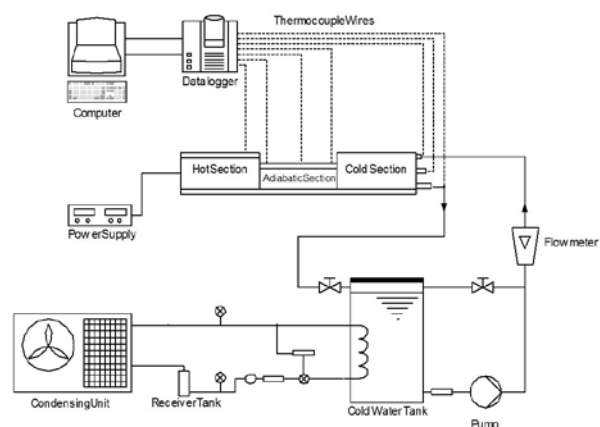
อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

ชุดทดลองได้แบ่งออกเป็น 5 ส่วนหลัก คือ ส่วนชุดทดสอบท่อความร้อน ชุดเก็บข้อมูล ชุดทำน้ำเย็น ชุดควบคุมกำลังไฟฟ้าที่ป้อนให้กับขดลวดความร้อน และชุดควบคุมอุณหภูมิน้ำเย็น

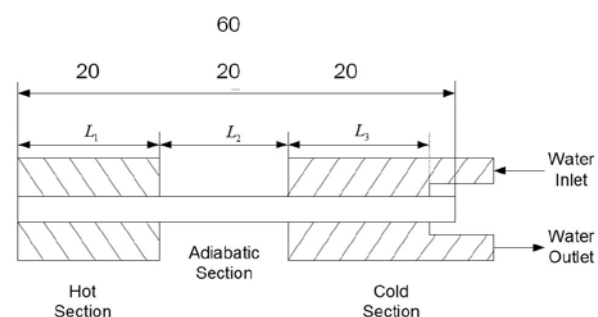
การทดลองจะใช้ชุดทดสอบโดยมีหลักการคือ ในส่วนของการให้ความร้อนแก่ท่อความร้อนโดยเครื่องกำเนิดความร้อน (Heater) ขนาด 300 W สามารถ เลือกปรับค่าความร้อนระหว่าง 30 - 70 W ส่วนด้านควบแน่น ทำการหล่อเย็นโดยใช้น้ำ ควบคุมค่าอุณหภูมิที่ทางเข้าระบบไม่เกิน 25 °C สามารถปรับอัตราการไหลของน้ำได้ ซึ่งการวัดค่าอุณหภูมิในระบบทั้งหมดจะทำการบันทึกโดยใช้เครื่องบันทึกข้อมูลจากนั้นส่งข้อมูลให้กับคอมพิวเตอร์ เพื่อประมวลผลการทดลอง สำหรับสารทำงานของท่อความร้อนใช้ น้ำ แอลกอฮอล์ และสารทำความเย็น R134a

จากภาพ 1 ประกอบด้วยชุดทดลองและอุปกรณ์ต่าง ๆ ดังนี้

1. ชุดระบบน้ำเย็น
2. ชุดปรับกำลังไฟฟ้าที่ป้อนเข้าขดลวดความร้อน
3. เครื่องควบคุมอุณหภูมิ
4. ชุดปรับอัตราการไหลของน้ำเย็น
- 5.ชุดทดสอบท่อความร้อน
- 6.เครื่องเก็บข้อมูล
- 7.คอมพิวเตอร์



ภาพ 1 ไลอะแกรมของอุปกรณ์การทดลอง



ภาพ 2 ขนาดของท่อความร้อน

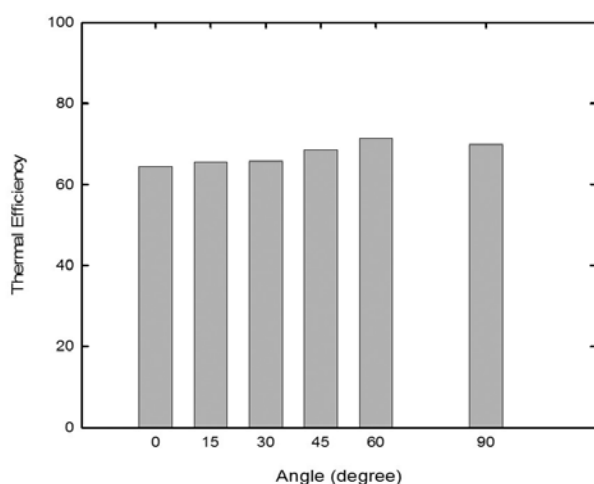


ภาพ 3 ภาพถ่ายอุปกรณ์ในการทดสอบ

ในส่วนของการเก็บบันทึกค่าผลการวัดอุณหภูมิ ที่จุดวัดต่าง ๆ ใช้เทอร์โมคัปเปิลวัดค่าอุณหภูมิ ติดตั้งบริเวณผิวของท่อความร้อนที่ระยะห่าง ทุก ๆ 20 cm ส่งให้เครื่องเก็บข้อมูลเพื่อทำการแปรผลเป็นกราฟแนวโน้มของอุณหภูมิ

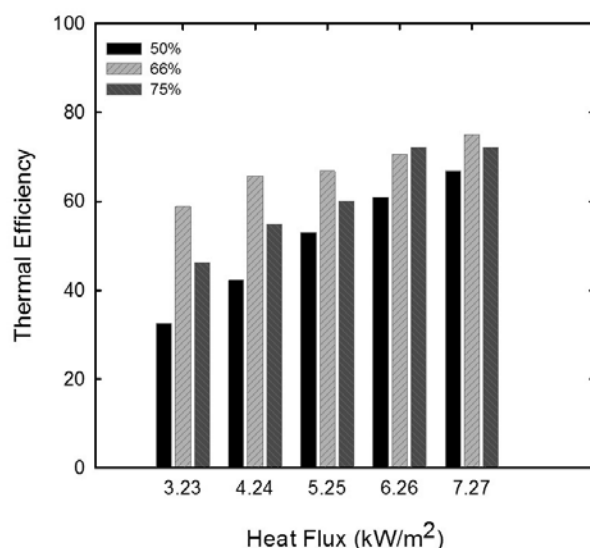
ผลการทดลอง

การเปรียบเทียบผลการทดสอบประสิทธิภาพเชิงความร้อน มุม เอียงของท่อความร้อน โดยใช้น้ำบริสุทธิ์เป็นสารทำงาน โดยให้ฟลักซ์ความร้อนเท่ากับ 5.25 kW/m^2 อัตราการไหลของน้ำเย็น $1.05 \text{ m}^3/\text{s}$



ภาพ 4 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพเชิงความร้อนกับมุมเอียงโดยใช้น้ำบริสุทธิ์เป็นสารทำงาน

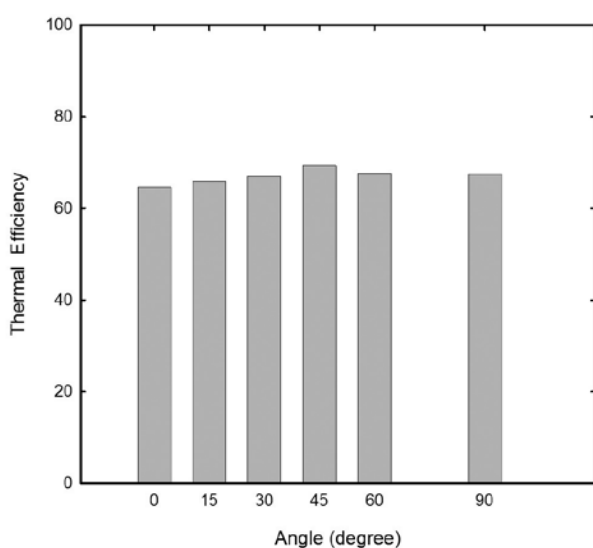
จากภาพ 4 แสดงถึงประสิทธิภาพเชิงความร้อนของท่อความร้อนเมื่อปรับเปลี่ยนมุมเอียงของท่อความร้อน จากกราฟพบว่าเมื่อเพิ่มมุมเอียงของท่อความร้อนจาก 0° จนถึงมุม 60° ประสิทธิภาพเชิงความร้อนของท่อความร้อนค่อย ๆ เพิ่มขึ้น และที่มุมเอียง 60° นี้จะให้ประสิทธิภาพเชิงความร้อนของท่อความร้อนสูงสุดเท่ากับ 66.6% แต่หลังจากเพิ่มมุมเอียงเกิน 60° ไปแล้วค่าประสิทธิภาพเชิงความร้อนจะลดลง เนื่องจากการวางท่อในแนวตั้งจะทำให้เกิดเป็นชั้นฟิล์มของของไหลที่ผนังท่อ ซึ่งจะเพิ่มความต้านทานการถ่ายเทความร้อน และอุณหภูมิของท่อความร้อน ส่วนการวางในแนวระดับนั้น สารทำงานจะกลับไปส่วนของการระเหยได้ด้วยแรงคาปิลารี และยังไม่มีเกิดชั้นของของไหลที่ผนังจึงทำให้การถ่ายเทความร้อนจากขดลวดความร้อนในด้านรับความร้อนทำได้อย่างรวดเร็ว แต่เนื่องจากท่อความร้อนเป็นแบบไม่มีวิกจึงจำเป็นต้องเอียงท่อความร้อนเพื่อให้สารทำงานที่ควบแน่นกลับมายังส่วนที่ระเหยได้โดยแรงโน้มถ่วงของโลก การเพิ่มมุมเอียงนั้นจะทำให้ประสิทธิภาพท่อความร้อนตามแนวแกนเพิ่มขึ้นจนกระทั่งถึงมุมเอียงที่จุด ๆ หนึ่งค่าประสิทธิภาพจะเริ่มคงที่หรือมีแนวโน้มลดลงแม้จะเพิ่มมุมเอียงอีกก็ตาม



ภาพ 5 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพเชิงความร้อนกับค่าความร้อนโดยใช้น้ำบริสุทธิ์เป็นสารทำงาน

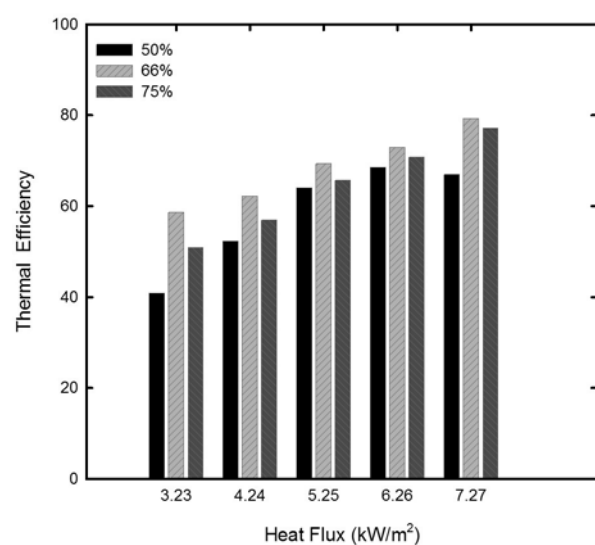
จากภาพ 5 แสดงการเพิ่มค่าความร้อนให้กับท่อ ความร้อนตั้งแต่ $3.23 - 7.27 \text{ kW/m}^2$ ค่าประสิทธิภาพ เจริญความร้อนจะเพิ่มขึ้นตามค่าความร้อนที่ป้อนให้แก่ท่อ ความร้อน เนื่องจากเมื่อเพิ่มค่าความร้อนให้กับท่อความร้อน ทำให้เกิดความร้อนสะสมแก่ท่อความร้อนส่งผลให้อุณหภูมิ ด้านถ่ายเทความร้อนสูงขึ้น ประสิทธิภาพเจริญความร้อน จึงเพิ่มขึ้น และในการปรับเปลี่ยนปริมาตรสารทำงาน ภายในท่อ ตั้งแต่ 50 % จนถึง 75% เพื่อหาปริมาตรที่ ทำให้ประสิทธิภาพเจริญความร้อนของท่อความร้อนสูงสุด พบว่าที่ปริมาตรสารทำงาน 66% โดยปริมาตรท่อ ทำให้ ประสิทธิภาพเจริญความร้อนของท่อสูงสุดเท่ากับ 66.6 % และเมื่อเพิ่มปริมาตรสารทำงานขึ้นอีกประสิทธิภาพเจริญ ความร้อนของท่อความร้อนจะลดลง เนื่องจากพื้นที่ว่าง ของท่อความร้อนที่ใช้ในการควบแน่นของสารทำงานน้อยลง ดังนั้นเมื่อสารทำงานระเหยเป็นไอ ความดันภายในท่อ ความร้อนจะเพิ่มขึ้นจนกระทั่งสารทำงานไม่สามารถเดือด เพิ่มได้อีก จึงทำให้ประสิทธิภาพลดลง

การเปรียบเทียบผลการทดสอบประสิทธิภาพเจริญ ความร้อน มุม เจริญของท่อความร้อน โดยใช้แอลกอฮอล์ เป็นสารทำงาน โดยให้ฟลักซ์ความร้อนเท่ากับ 5.25 kW/m^2 อัตราการไหลของน้ำเย็น $1.05 \text{ m}^3/\text{s}$



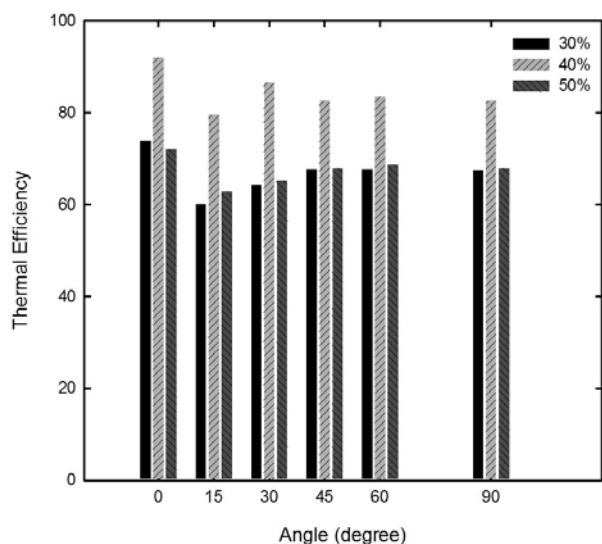
ภาพ 6 กราฟเปรียบเทียบประสิทธิภาพเจริญความร้อนกับ มุมเจริญโดยใช้แอลกอฮอล์เป็นสารทำงาน

ภาพ 6 แสดงถึงประสิทธิภาพเจริญความร้อนของ ท่อความร้อนเมื่อปรับเปลี่ยนมุมเจริญของท่อความร้อน จากกราฟพบว่าเมื่อเพิ่มมุมเจริญของท่อความร้อนจาก 0° จนถึงมุม 45° ประสิทธิภาพเจริญความร้อนของท่อความร้อน จะค่อยๆ เพิ่มขึ้น และที่มุมเจริญ 45° ให้ประสิทธิภาพ เจริญความร้อนของท่อความร้อนสูงสุดเท่ากับ 69.3% แต่ หลังจากมุมเจริญ 45° ไปแล้วค่าประสิทธิภาพเจริญความร้อน จะลดลง ซึ่งมีลักษณะของการเปลี่ยนแปลงของกราฟ ประสิทธิภาพและอุณหภูมิเช่นเดียวกันกับการใช้น้ำเป็น สารทำงาน



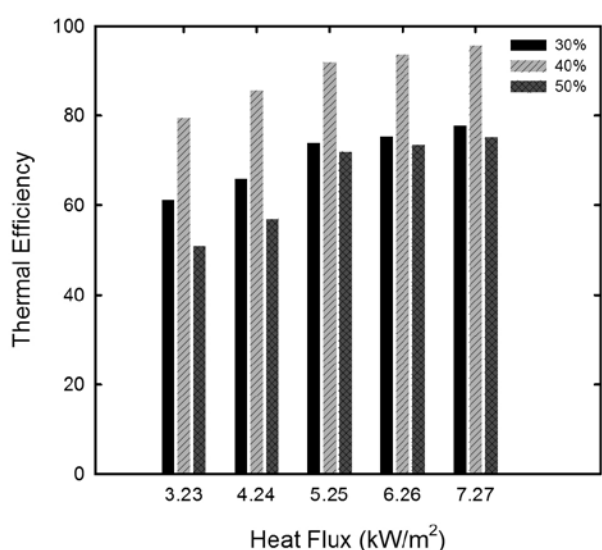
ภาพ 7 กราฟเปรียบเทียบประสิทธิภาพเจริญความร้อน กับค่าความร้อนโดยใช้แอลกอฮอล์เป็นสารทำงาน

จากภาพ 7 แสดงการเพิ่มค่าความร้อนให้กับท่อ ความร้อนตั้งแต่ $3.23 - 7.27 \text{ kW/m}^2$ ค่าประสิทธิภาพ เจริญความร้อนจะเพิ่มขึ้นตามค่าความร้อนที่ป้อนให้แก่ท่อ ความร้อนซึ่งเป็นไปในแนวทางเดียวกันกับภาพ 6 สำหรับการปรับเปลี่ยนปริมาตรสารทำงานตั้งแต่ 50 % จนถึง 75% เพื่อหาปริมาตร ที่ทำให้ประสิทธิภาพเจริญความร้อนของ ท่อความร้อนสูงสุด พบว่าที่ปริมาตรสารทำงาน 66% โดย ปริมาตรท่อทำให้ประสิทธิภาพเจริญความร้อนของท่อสูงสุด มีค่าเท่ากับ 69.3% เมื่อเพิ่มปริมาตรสารทำงานขึ้นอีก ประสิทธิภาพเจริญความร้อนของท่อความร้อนจะลดลง ซึ่งเป็นไปในรูปแบบเช่นเดียวกันกับการใช้น้ำเป็นสารทำงาน



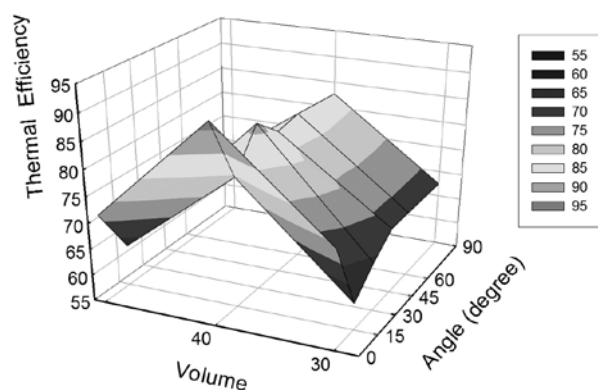
ภาพ 8 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพเชิงความร้อนกับมุมเอียงโดยใช้สารทำความเย็น R 134a เป็นสารทำงาน

จากภาพ 8 แสดงถึงประสิทธิภาพเชิงความร้อนของท่อความร้อนเมื่อปรับเปลี่ยนมุมเอียงของท่อความร้อน พบว่าเมื่อมุมเอียงของท่อความร้อนมีค่าเท่ากับ 0° ประสิทธิภาพเชิงความร้อนของท่อความร้อนจะมีค่าสูงสุดเท่ากับ 92.02% และเมื่อปรับมุมเอียงเพิ่มขึ้น ค่าประสิทธิภาพเชิงความร้อนลดลงซึ่งมีลักษณะของการเปลี่ยนแปลงของกราฟประสิทธิภาพเชิงความร้อน เช่นเดียวกันกับการใช้น้ำและแอลกอฮอล์เป็นสารทำงาน แต่มุมเอียงที่ใช้น้อยกว่า



ภาพ 9 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพเชิงความร้อนกับค่าความร้อนโดยใช้สารทำความเย็น R 134a เป็นสารทำงาน

จากภาพ 9 แสดงการเพิ่มค่าความร้อนให้กับท่อความร้อนตั้งแต่ $3.23 - 7.27 \text{ kW/m}^2$ ค่าประสิทธิภาพเชิงความร้อนจะเพิ่มขึ้นตามค่าความร้อนที่ป้อนให้แก่ท่อความร้อนซึ่งเป็นไปในแนวทางเดียวกันกับภาพประกอบ 5 สำหรับการปรับเปลี่ยนปริมาตรสารทำงานตั้งแต่ 30% จนถึง 50% เพื่อหาปริมาตร ที่ทำให้ประสิทธิภาพเชิงความร้อนของท่อความร้อนสูงสุด พบว่าที่ปริมาตรสารทำงาน 40% โดยปริมาตรท่อทำให้ประสิทธิภาพเชิงความร้อนของท่อสูงสุดมีค่าเท่ากับ 92.02% เมื่อเพิ่มปริมาตรสารทำงานขึ้นอีก ประสิทธิภาพเชิงความร้อนของท่อความร้อนจะลดลง ซึ่งเป็นไปในรูปแบบเช่นเดียวกันกับการใช้น้ำและแอลกอฮอล์เป็นสารทำงาน



ภาพ 10 การเปรียบเทียบผลการทดสอบประสิทธิภาพเชิงความร้อน มุม และปริมาตร โดยใช้สารทำความเย็น R 134a เป็นสารทำงาน

ภาพ 10 แสดงการเปรียบเทียบผลการทดสอบประสิทธิภาพเชิงความร้อน มุม และปริมาตร โดยใช้สารทำความเย็น R134a เป็นสารทำงาน พบว่าที่ปริมาตรสารทำงาน 40% โดยปริมาตรท่อ มุมเอียงของท่อความร้อนมีค่าเท่ากับ 0° ทำให้ประสิทธิภาพเชิงความร้อนของท่อความร้อนสูงสุดมีค่าเท่ากับ 92.02%

สรุปผลการทดสอบ

ผลการทดสอบเปรียบเทียบประสิทธิภาพเชิงความร้อนของท่อความร้อน โดยใช้น้ำเป็นสารทำงานจะมีค่าประสิทธิภาพเชิงความร้อนเท่ากับ 66.6 % ที่มุมเอียง

60° ส่วนแอลกอฮอล์ที่ปริมาตร 66% โดยปริมาตรต่อมุมเอียง 45° ประสิทธิภาพเชิงความร้อนเท่ากับ 69.31 % และสารทำความเย็น R134a 40% มุมเอียง 0 องศาให้ค่าประสิทธิภาพเชิงความร้อนสูงสุดเท่ากับ 92.02%

เอกสารอ้างอิง

- Cengel, Y. A. & Boles, M. A. (2002). *Thermodynamics and engineering approach* (4 th ed.). New York: Mcgrew-Hill.
- Faghri, A. (1996). Heat pipe simulation: From promise to reality. In J. Andrews, A. Akabarzadeh, & I. Sauciuc. (Eds.) *Heat pipe technology: Theory applications and prospects* (pp. 1-21). Oxford: Pergamon.
- Maezawa, S. (1996). Heat pipe science and technology in Japan. In J. Andrews, A. Akabarzadeh, & I. Sauciuc. (Eds.) *Heat pipe technology: Theory applications and prospects* (pp. 34-43). Oxford: Pergamon.
- Maezawa, S., Nakajima, R., Gi, K. & Akachi, H. (1996). Experimental study on chaotic behavior of thermohydraulic oscillation in oscillating thermosyphon. *In Heat pipe technology: Theory applications and prospects* (pp. 131-138). Oxford: Pergamon.

สื่อการสอนเรื่องการประกอบคอมพิวเตอร์โดยใช้รูปแบบของ IMMCAI

Teaching Media: Computer Integration Using Interactive Multimedia

Computer Assisted Instruction

ประภาพร กุลลัมรัตน์ชัย,¹ ธัชกร อ่อนบุญเอื้อ²

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้เพื่อพัฒนาบทเรียนอินเทอร์แอคทีฟมัลติมีเดียเรื่อง การประกอบคอมพิวเตอร์ ในรายวิชาปฏิบัติการฮาร์ดแวร์สำหรับวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างก่อนเรียนกับหลังเรียน และศึกษาความพึงพอใจในการเรียนรู้ของนักศึกษา ส่วนกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาผลสัมฤทธิ์ และความพึงพอใจในการเรียน เป็นนักศึกษาที่ลงทะเบียนในรายวิชาปฏิบัติการฮาร์ดแวร์สำหรับวิศวกรรมคอมพิวเตอร์จำนวน 12 คน เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา คือ บทเรียนคอมพิวเตอร์ เรื่อง การประกอบคอมพิวเตอร์ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบประเมินคุณภาพของบทเรียน และแบบสอบถามความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อบทเรียน สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลคือ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และการทดสอบ (t-test แบบ dependent)

ผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่า (1) บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียมีประสิทธิภาพ 81.67/84.73 (2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มตัวอย่างหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.01 (3) นักศึกษามีความพึงพอใจต่อบทเรียนมัลติมีเดียในระดับดีมาก (ค่าเฉลี่ย = 4.27, ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน = 0.60)

คำสำคัญ: สื่อการสอนแบบออนไลน์, การประกอบคอมพิวเตอร์

Abstract

This research were to develop the interactive multimedia computer assisted instruction on computer integration for the Hardware Practicum for Computer Engineering base on the efficiency 80/80 criteria, to compare a learning achievement, before and after and to study satisfaction of students. The sampling group was 12 students who register on the Hardware Practicum for Computer Engineering. The research instruments were interactive multimedia computer assisted instruction on computer integration for the Hardware Practicum for Computer Engineering, achievement test, lesson quality

^{1,2} อาจารย์ประจำ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอีสต์เทิร์นเอเซีย

questionnaire and satisfaction questionnaire. The statistics that used in data analysis were percentage, the average, and t-test (Dependent).

The results of the research were shown as follows: (1) The efficiency of interactive multimedia computer assisted instruction on computer integration for the Hardware Practicum for Computer Engineering were 81.67/84.73. (2) The sampling group 12 students were significantly higher than before using it at 0.01 level. (3) Satisfaction of student after using interactive multimedia computer assisted instruction on computer integration was at good level ($\bar{X} = 4.27$, *Standard Deviation* = 0.60).

Keywords: E-Learning, computer integration

ความนำ

การประกอบคอมพิวเตอร์ เป็นทักษะพื้นฐานสำหรับการเรียนในสาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ ซึ่งการประกอบคอมพิวเตอร์ได้นั้นจำเป็นต้องมีการฝึกฝนอย่างสม่ำเสมอเพื่อให้เกิดความชำนาญ เนื่องจากอุปกรณ์คอมพิวเตอร์มีราคาสูง หากขาดความรู้และความเข้าใจเป็นอย่างดีในการประกอบเครื่องคอมพิวเตอร์อาจก่อให้เกิดความเสียหายกับอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองฝึกฝนประกอบคอมพิวเตอร์ได้

จึงมีการนำเทคโนโลยีสารสนเทศมาใช้พัฒนาระบบการเรียนการสอน รวมทั้งใช้เป็นแหล่งความรู้หลากหลายที่ผู้เรียนสามารถแสวงหาความรู้ ศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองได้ตามอัธยาศัย ทุกที่ ทุกเวลา การเรียนการสอนในปัจจุบันอาจารย์ผู้สอนมีบทบาทสำคัญอย่างยิ่งในการเป็นผู้สนับสนุนการเรียนรู้ด้วยวิธีการใหม่ๆ ให้เกิดขึ้นในชั้นเรียนซึ่งในระบบการเรียนการสอนนั้น สื่อ (media) นับเป็นสิ่งจำเป็นและสำคัญในการนำพาความรู้ไปสู่ผู้เรียนให้เกิดการจดจำที่คงทนและมีประสิทธิภาพ คอมพิวเตอร์ช่วยสอน (Computer Assisted Instruction: CAI) นับเป็นสื่อประเภทหนึ่งที่มีบทบาทสำคัญในสถาบันการศึกษา เป็นสื่อการเรียนรู้ ที่ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง เลือกเรียนซ้ำได้ในบทที่ผู้เรียนไม่เข้าใจ จัดการเวลาเรียนได้ด้วยตนเอง มีแบบทดสอบหลังการเรียนรู้ และมีการเก็บ

ข้อมูลในการทดสอบของผู้เรียนแต่ละคนกับการทดสอบแต่ละครั้งได้

แสงอากาศ พิมพ์ศรี (2545) ได้ทำการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง สัญลักษณ์ในงานเขียนแบบ ผลการวิจัยพบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง สัญลักษณ์ในงานเขียนแบบที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 86.75/83.50 สูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 ส่วนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มที่เรียน โดยการสอนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง สัญลักษณ์ในงานเขียนแบบ สูงกว่ากลุ่มที่เรียนโดยวิธีการสอนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ศิริธมภ์ คงมาชีพ (2546) ได้ทำการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การลดรูปสมการและวงจรถอดจิก ผลการวิจัยพบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การลดรูปสมการและวงจรถอดจิกที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 81.88/80.63 สูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 ส่วนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มที่เรียน โดยวิธีการสอนแบบปกติ ไม่แตกต่างกัน

ชาญชัย แสวอู (2550) ได้ทำการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาการตรวจสอบงานเชื่อม เรื่อง การตรวจสอบแบบไม่ทำลายสภาพ ผลการวิจัยพบว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาการตรวจสอบงานเชื่อม เรื่อง การตรวจสอบแบบไม่ทำลายสภาพที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ

81.27/86.48 สูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 ส่วนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มที่เรียน โดยการสอนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาการตรวจสอบงานเชื่อม เรื่องการตรวจสอบแบบไม่ทำลายสภาพ สูงกว่ากลุ่มที่เรียน โดยวิธีการสอนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ทั้งนี้เพื่อช่วยให้นักศึกษาได้พัฒนาความรู้ ความเข้าใจ ได้ฝึกทักษะการปฏิบัติอย่างทั่วถึง และสามารถนำไปฝึกเพิ่มเติมนอกเวลาเรียน อีกทั้งยังเป็นการประหยัดในเรื่องของงบประมาณ ในการจัดซื้ออุปกรณ์คอมพิวเตอร์ ในปริมาณมาก คณะผู้วิจัยจึงได้พัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เพื่อเป็นการเรียนรู้อีกรูปแบบหนึ่ง ซึ่งประกอบด้วยบทเรียน แบบทดลองการประกอบคอมพิวเตอร์ และแบบฝึกหัดท้ายการทดลอง ในรูปแบบของสื่ออินเทอร์เน็ตที่พัฒนาได้โดยใช้โปรแกรม Macromedia Authorware และพัฒนากราฟฟิกโดยใช้โปรแกรม Macromedia Flash ประกอบการเรียนการสอนในรายวิชาปฏิบัติการฮาร์ดแวร์สำหรับวิศวกรรมคอมพิวเตอร์

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องการประกอบคอมพิวเตอร์โดยใช้รูปแบบของ IMMCAI สำหรับรายวิชาปฏิบัติการฮาร์ดแวร์สำหรับวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80
2. เพื่อหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน โดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องการประกอบคอมพิวเตอร์โดยใช้รูปแบบของ IMMCAI สำหรับรายวิชาปฏิบัติการฮาร์ดแวร์สำหรับวิศวกรรมคอมพิวเตอร์
3. เพื่อศึกษาความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อบทเรียนที่พัฒนาโดยคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องการประกอบคอมพิวเตอร์โดยใช้รูปแบบของ IMMCAI สำหรับในรายวิชาปฏิบัติการฮาร์ดแวร์สำหรับวิศวกรรมคอมพิวเตอร์

สมมติฐานของการวิจัย

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การประกอบคอมพิวเตอร์ มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80
2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ระหว่างก่อนเรียนกับหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01
3. ความพึงพอใจของผู้เรียนจากการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน อยู่ในระดับความพึงพอใจมาก

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การประกอบคอมพิวเตอร์โดยใช้รูปแบบของ IMMCAI กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ นักศึกษาชั้นปีที่ 1 สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย ในรายวิชาปฏิบัติการฮาร์ดแวร์สำหรับวิศวกรรมคอมพิวเตอร์

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยนี้ประกอบด้วย 4 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การประกอบคอมพิวเตอร์โดยใช้รูปแบบของ IMMCAI ในรายวิชาปฏิบัติการฮาร์ดแวร์สำหรับวิศวกรรมคอมพิวเตอร์

ส่วนที่ 2 แบบสอบวัดความสัมฤทธิ์ทางการเรียนของบทเรียนทั้งสามบท สอดคล้องกับงานวิจัยของไพศาล หวังพานิช (2526, หน้า 76) สุภชัย จรัสสุริยา (2529, หน้า 7) และ เพลิน กิจระการ (2542, หน้า 44) โดยนำไปใช้กับเนื้อหา การรู้จักอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ การเลือกซื้ออุปกรณ์คอมพิวเตอร์ และการประกอบคอมพิวเตอร์ เป็นคำถามชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวนบทละ 10 ข้อ

ส่วนที่ 3 แบบประเมินคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องการประกอบคอมพิวเตอร์ สอดคล้องกับงานวิจัยของ วุฒิชัย ประสารลอย (2543)

ส่วนที่ 4 แบบวัดความพึงพอใจต่อบทเรียน

คอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การประกอบคอมพิวเตอร์ โดยใช้รูปแบบของ IMMCAI จำนวน 15 ข้อ เป็นคำถามชนิดให้เลือกตอบ โดยเป็นมาตราส่วนประมาณค่า (Rating scale) 5 ระดับ ตามแนวของ Likert scale คือ ดีมากที่สุด ดีมาก ปานกลาง น้อย และน้อยที่สุด มีค่าเท่ากับ 5, 4, 3, 2 และ 1 ตามลำดับ

คณะผู้วิจัยได้ออกแบบพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยดังนี้

การออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ประกอบไปด้วย การศึกษาวิเคราะห์หลักสูตรและเนื้อหา ของบทเรียน กำหนดจุดประสงค์ของบทเรียน กำหนด ขอบเขตเนื้อหา กำหนดจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม วิธีการ นำเสนอเนื้อหา วิธีการฝึกทักษะและการสร้างแบบทดสอบ โดยทำการสร้างคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจำนวน 3 หน่วย การเรียน ประกอบด้วย

- หน่วยที่ 1 เรื่องการรู้จักส่วนประกอบของคอมพิวเตอร์
- หน่วยที่ 2 เรื่องการพิจารณาเลือกซื้ออุปกรณ์
- หน่วยที่ 3 เรื่องขั้นตอนการประกอบเครื่องคอมพิวเตอร์

การสร้างเนื้อหาของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การประกอบคอมพิวเตอร์โดยใช้รูปแบบของ IMMCAI คณะผู้วิจัยได้เลือกใช้โปรแกรมตามความเหมาะสมและความถนัดของคณะผู้วิจัย ซึ่งเลือกใช้โปรแกรมสำเร็จรูป จัดเตรียมสื่อที่ใช้ประกอบบทเรียน ได้แก่ ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว กราฟฟิกส์ต่างๆ ตามกรอบการสอนที่ ออกแบบไว้ ทำการบันทึกไฟล์และจัดเก็บหมวดหมู่ เพื่อ สามารถเรียกใช้ได้สะดวกพร้อมที่จะนำไปลงโปรแกรม สำเร็จรูป ตามกรอบการสอนที่ออกแบบไว้ ครบทุกกรอบ เนื้อหา

การตรวจสอบคุณภาพของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยนำโปรแกรมในการสร้างคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การประกอบคอมพิวเตอร์โดยใช้รูปแบบของ IMMCAI ที่สร้างขึ้นไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีทางการศึกษา

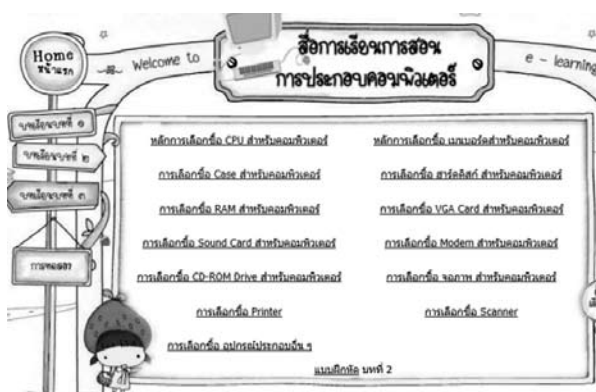
3 ท่าน ตรวจสอบรายละเอียด

สำหรับเครื่องมือที่ใช้ในการตรวจสอบคุณภาพ คอมพิวเตอร์ช่วยสอน คือ แบบประเมินคุณภาพด้าน คอมพิวเตอร์ช่วยสอน ในลักษณะของแบบสอบถาม Rating Scale (Likert's method) 5 ระดับ คือ คุณภาพ ดีมาก คุณภาพดี คุณภาพปานกลาง คุณภาพพอใช้ และ คุณภาพควรปรับปรุง

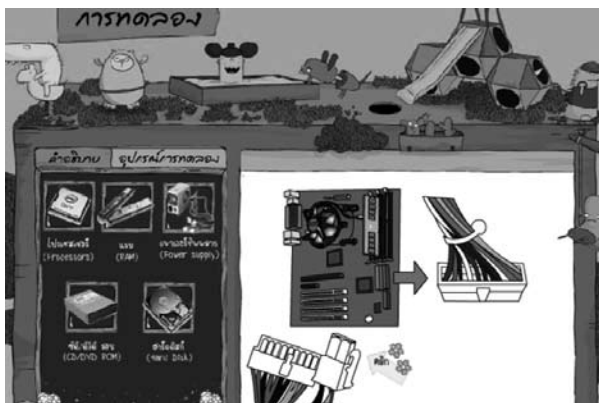
การวิเคราะห์หาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นการ นำคะแนนจากการทดสอบก่อนเรียน และหลังเรียนของ นักศึกษาแต่ละคนจากการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การประกอบคอมพิวเตอร์โดยใช้รูปแบบของ IMMCAI จำนวน 3 หน่วยการเรียนรู้ ด้วยวิธีการหาค่าคะแนนเฉลี่ย (mean) ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation) และการทดสอบค่า t-test

ผลการวิจัย

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การประกอบ คอมพิวเตอร์โดยใช้รูปแบบของ IMMCAI มีประสิทธิภาพ และประสิทธิผลเหมาะสม ผู้เรียนมีความพึงพอใจต่อบทเรียน สามารถนำไปใช้เป็นสื่อการเรียนการสอนต่อไปได้ ตัวอย่างบทเรียนดังภาพ 1



(ก) บทเรียน



(ข) การทดลอง

ภาพ 1 ตัวอย่างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

คณะผู้วิจัยได้นำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล 3 ด้าน ตามลำดับ ดังนี้

1. ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องการประกอบคอมพิวเตอร์ โดยใช้รูปแบบของ IMMCAI

การหาประสิทธิภาพของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องการประกอบคอมพิวเตอร์โดยใช้รูปแบบของ IMMCAI ที่สร้างขึ้น ได้ทดลองกับนักศึกษาที่ลงทะเบียนเรียน รายวิชาปฏิบัติการฮาร์ดแวร์สำหรับวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 จำนวน 12 คน โดย นำผลการทดสอบระหว่างเรียน (E_1) จำนวน 3 หน่วยการเรียนรู้ และการทดสอบหลังเรียน (E_2) มาวิเคราะห์หาประสิทธิภาพ ของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (E_1/E_2) ตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 ผลการวิเคราะห์ แสดงค่าดังตารางที่ 1

ตาราง 1

ผลการหาประสิทธิภาพของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การประกอบคอมพิวเตอร์โดยใช้รูปแบบของ IMMCAI

รายการ	n	คะแนนเต็ม	คะแนนรวม
คะแนนทดสอบระหว่างเรียน (E_1)	12	360	617
คะแนนทดสอบหลังเรียน (E_2)	12	360	802

จากตาราง 1 ผลการหาประสิทธิภาพของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การประกอบคอมพิวเตอร์ โดยใช้รูปแบบของ IMMCAI พบว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การประกอบคอมพิวเตอร์ โดยใช้รูปแบบของ IMMCAI มีประสิทธิภาพ (E_1/E_2) เท่ากับ 81.67/84.73 สูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 ซึ่งมีประสิทธิภาพของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระหว่างเรียน (E_1) เท่ากับ 81.67 และประสิทธิภาพของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนหลังเรียน (E_2) เท่ากับ 84.73 แสดงว่าคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การประกอบคอมพิวเตอร์โดยใช้รูปแบบของ IMMCAI มีประสิทธิภาพสามารถนำไปใช้ในการเรียนรู้

2. ผลการหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องการประกอบคอมพิวเตอร์ โดยใช้รูปแบบของ MMCAI

ผลการหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษา โดยทดลองกับนักศึกษาที่ลงทะเบียนเรียนรายวิชาปฏิบัติการฮาร์ดแวร์สำหรับวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2552 จำนวน 12 คน โดยนำผลการทดสอบก่อนเรียน (Pre-test) และการทดสอบหลังเรียน (Post-test) มาเปรียบเทียบผลต่างของผลการทดสอบ ผลการวิเคราะห์ ดังแสดงในตารางที่ 2 และตารางที่ 3

ตาราง 2

ผลการหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษา

ผลที่ได้จาก	n	คะแนนรวม	ประสิทธิภาพ	$\bar{X}$	S.D.	ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
ทดสอบก่อนเรียน	12	107	29.72	8.92	1.68	56.11
ทดสอบหลังเรียน	12	309	85.83	25.75	1.48	

จากตาราง 2 ผลการหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษา พบว่า ผลต่างของการทดสอบหลังเรียนมากกว่าก่อนเรียนเท่ากับ 56.11 แสดงว่าคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องการประกอบคอมพิวเตอร์โดยใช้รูปแบบของ IMMCAI ที่สร้างขึ้นทำให้นักศึกษามีผลสัมฤทธิ์

ทางการเรียนหลังเรียนสูงขึ้น และสามารถนำไปใช้ในการเรียนรู้ได้เป็นอย่างดี

3. ผลการศึกษาความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องการประกอบคอมพิวเตอร์โดยใช้รูปแบบของ IMMCAI

ผลการศึกษาความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องการประกอบคอมพิวเตอร์โดยใช้รูปแบบของ IMMCAI โดยสอบถามความพึงพอใจของนักศึกษาที่ลงทะเบียนเรียนรายวิชาปฏิบัติการฮาร์ดแวร์สำหรับวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2553 จำนวน 12 คน ผลการวิเคราะห์ดังแสดงในตารางที่ 3

ตาราง 3

ผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องการประกอบคอมพิวเตอร์โดยใช้รูปแบบของ IMMCAI

รายการประเมิน	$\bar{X}$	S.D.	แปลผล
ด้านเนื้อหา			
1. ปริมาณเนื้อหาในแต่ละบทเรียน	4.67	0.65	ดี
2. ลำดับขั้นในการนำเสนอเนื้อหา	4.17	0.58	ดี
3. ความชัดเจนในการดำเนินเรื่อง	4.33	0.65	ดี
4. ความน่าสนใจในการดำเนินเรื่อง	4.17	0.39	ดี
5. ความสะดวกและความคล่องตัวในการใช้บทเรียน	4.17	0.72	ดี
6. ความชัดเจนของคำสั่งการใช้งานของบทเรียน	4.25	0.62	ดี
7. ความสมบูรณ์ของสิ่งอำนวยความสะดวกของบทเรียน	4.33	0.49	ดี
8. ความน่าสนใจของวิธีการโต้ตอบบทเรียน	4.25	0.75	ดี
9. ความน่าสนใจชวนให้ติดตามบทเรียน	4.08	0.66	ดี
10. ความชัดเจนในการอธิบาย	4.33	0.65	ดี
รวม	4.28	0.62	ดี

ด้านภาพ และ ภาษา

11. ความสวยงามและสะดวกต่อการใช้งาน	4.17	0.58	ดี
12. ขนาดของภาพที่ใช้ประกอบบทเรียน	4.25	0.62	ดี
13. ความน่าสนใจเกี่ยวกับกราฟิกที่ใช้	4.33	0.49	ดี
14. ความน่าสนใจเกี่ยวกับภาพเคลื่อนไหวที่ใช้	4.08	0.67	ดี
15. ความชัดเจนของภาษาที่ใช้ในบทเรียน	4.41	0.51	ดี
รวม	4.25	0.57	ดี

จากตาราง 3 จากผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การประกอบคอมพิวเตอร์ โดยใช้รูปแบบของ IMMCAI เพื่อใช้ในรายวิชาปฏิบัติการฮาร์ดแวร์สำหรับวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ โดยรวมอยู่ในระดับดี ($\bar{X} = 4.27, S.D. = 0.6$) และเมื่อพิจารณาเป็นรายด้านเรียงลำดับจากมากไปหาน้อยพบว่า ด้านเนื้อหา นักศึกษามีความพึงพอใจอยู่ในระดับดี ($\bar{X} = 4.28, S.D. = 0.62$) และด้านภาพ และ ภาษา นักศึกษามีความพึงพอใจอยู่ในระดับดี ($\bar{X} = 4.25, S.D. = 0.57$)

สรุปผลการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ คณะผู้วิจัยได้สร้างคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องการประกอบคอมพิวเตอร์โดยใช้รูปแบบของ IMMCAI และได้ศึกษาข้อมูลในส่วนของตัวโปรแกรมที่ใช้สร้างคอมพิวเตอร์ช่วยสอน การวิเคราะห์เนื้อหาซึ่งประกอบด้วย 3 หน่วยการเรียนรู้ ได้แก่ การรู้จักส่วนประกอบของคอมพิวเตอร์ การพิจารณาเลือกซื้ออุปกรณ์และขั้นตอนการประกอบเครื่องคอมพิวเตอร์ โดยใช้แบบทดสอบทางการเรียนที่ผ่านการวิเคราะห์จากผู้เชี่ยวชาญทางด้านเนื้อหา และด้านการวัดและประเมินผลในการเก็บรวบรวมข้อมูล และเพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยใช้แบบสอบถามความ

พึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การประกอบคอมพิวเตอร์โดยใช้รูปแบบของ IMMCAI สามารถสรุปผลการวิจัยได้ดังนี้

1. ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องการประกอบคอมพิวเตอร์โดยใช้รูปแบบของ IMMCAI

ผลการหาประสิทธิภาพของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การประกอบคอมพิวเตอร์โดยใช้รูปแบบของ IMMCAI ที่สร้างขึ้น พบว่าคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การประกอบคอมพิวเตอร์โดยใช้รูปแบบของ IMMCAI มีประสิทธิภาพ (E_1/E_2) เท่ากับ 81.67/84.73 สูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 ซึ่งมีประสิทธิภาพของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระหว่างเรียน (E_1) เท่ากับ 81.67 และประสิทธิภาพของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนหลังเรียน (E_2) เท่ากับ 84.73 แสดงว่าคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องการประกอบคอมพิวเตอร์โดยใช้รูปแบบของ IMMCAI มีประสิทธิภาพสามารถนำไปใช้ในการเรียนรู้

2. ผลการหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องการประกอบคอมพิวเตอร์โดยใช้รูปแบบของ IMMCAI

ผลการหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษา พบว่า ผลต่างของการทดสอบหลังเรียนมากกว่าก่อนเรียน เท่ากับ 56.11 แสดงว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องการประกอบคอมพิวเตอร์โดยใช้รูปแบบของ IMMCAI ที่สร้างขึ้นทำให้นักศึกษามีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงขึ้น และสามารถนำไปใช้ในการเรียนรู้ และผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาระหว่างก่อนเรียนกับหลังเรียน พบว่า มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องการประกอบคอมพิวเตอร์โดยใช้รูปแบบของ IMMCAI มีค่าสูงขึ้น 56.11 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 แสดงว่าสามารถนำไปใช้ในการเรียนรู้

3. ผลการศึกษาความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องการประกอบคอมพิวเตอร์โดยใช้รูปแบบของ IMMCAI

จากผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การประกอบคอมพิวเตอร์โดยใช้รูปแบบของ IMMCAI โดยรวมอยู่ในระดับดี และเมื่อพิจารณาเป็นรายด้านเรียงลำดับจากมากไปหาน้อย พบว่า ด้านเนื้อหา และด้านภาพ และภาษา นักศึกษามีความพึงพอใจอยู่ในระดับดี โดยเมื่อพิจารณาแต่ละด้านของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน พบว่า ด้านเนื้อหา ภาพรวมอยู่ในระดับดี เมื่อพิจารณาเรียงลำดับจากมากไปหาน้อย พบว่า ปริมาณเนื้อหาในแต่ละบทเรียน ความชัดเจนในการดำเนินเรื่อง ความชัดเจนในการอธิบาย ความน่าสนใจของวิธีการโต้ตอบบทเรียน มีความพึงพอใจอยู่ในระดับดี ด้านภาพ และ ภาษา ภาพรวมอยู่ในระดับดี เมื่อพิจารณาเรียงลำดับจากมากไปหาน้อย พบว่า ความชัดเจนของภาษาที่ใช้ในบทเรียน ความน่าสนใจเกี่ยวกับกราฟฟิกส์ที่ใช้ ขนาดของภาพที่ใช้ประกอบบทเรียน และความน่าสนใจเกี่ยวกับภาพเคลื่อนไหวที่ใช้ มีความพึงพอใจอยู่ในระดับดี

การอภิปรายผล

ผลการหาประสิทธิภาพของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องการประกอบคอมพิวเตอร์โดยใช้รูปแบบของ IMMCAI พบว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอนนี้ มีประสิทธิภาพ (E_1/E_2) เท่ากับ 81.67/84.73 สูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 ซึ่งมีประสิทธิภาพของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระหว่างเรียน (E_1) เท่ากับ 81.67 และประสิทธิภาพของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนหลังเรียน (E_2) เท่ากับ 84.73 แสดงว่าคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องการประกอบคอมพิวเตอร์โดยใช้รูปแบบของ IMMCAI มีประสิทธิภาพสามารถนำไปใช้ในการเรียนรู้ได้ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ วุฒิชัย ประสารลอย (2543)

ผลการหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษา พบว่า ผลต่างของการทดสอบหลังเรียนมากกว่าก่อนเรียน เท่ากับ 56.11 แสดงว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องการประกอบคอมพิวเตอร์โดยใช้รูปแบบของ IMMCAI ที่สร้างขึ้น ทำให้นักศึกษามีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงขึ้น และสามารถนำไปใช้ในการเรียนรู้ได้ และผลการ

เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาระหว่าง
ก่อนเรียนกับหลังเรียน พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
หลังเรียนด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องการประกอบ
คอมพิวเตอร์โดยใช้รูปแบบของ IMMCAI มีค่าสูงขึ้น
56.11 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 แสดงว่า
สามารถนำไปใช้ในการเรียนรู้ได้ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัย
ของ ไพศาล หวังพานิช (2526)

ผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจของนักศึกษาที่มี
ต่อคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องการประกอบคอมพิวเตอร์
โดยใช้รูปแบบของ IMMCAI เพื่อใช้ในรายวิชาปฏิบัติการ
ฮาร์ดแวร์สำหรับวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ โดยรวมอยู่ใน
ระดับดี และเมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน เรียงลำดับจากมาก

ไปหาน้อย พบว่า ด้านเนื้อหา ด้านภาพและภาษา นักศึกษา
มีความพึงพอใจอยู่ในระดับดี โดยเมื่อพิจารณาแต่ละด้าน
ของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน พบว่า ด้านเนื้อหา ภาพรวม
อยู่ในระดับดี เมื่อพิจารณาเรียงลำดับจากมากไปหาน้อย
พบว่า ปริมาณเนื้อหาในแต่ละบทเรียน ความชัดเจน
ในการดำเนินเรื่อง ความชัดเจนในการอธิบาย ความน่าสนใจ
ของวิธีการโต้ตอบบทเรียน มีความพึงพอใจอยู่ในระดับดี
ด้านภาพ และภาษา ภาพรวมอยู่ในระดับดี เมื่อพิจารณา
เรียงลำดับจากมากไปหาน้อย พบว่า ความชัดเจนของภาษา
ที่ใช้ในบทเรียน ความน่าสนใจเกี่ยวกับกราฟฟิกส์ที่ใช้
ขนาดของภาพที่ใช้ประกอบบทเรียน และความน่าสนใจ
เกี่ยวกับภาพเคลื่อนไหวที่ใช้ มีความพึงพอใจอยู่ในระดับดี

เอกสารอ้างอิง

- ชนินฐา ชานนท์. (2532). *เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์กับการเรียนการสอน*. กรุงเทพฯ: เทคโนโลยีทางการศึกษา.
- ชาญชัย แสวงสุข. (2550). *คอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาการตรวจสอบงานเชื่อม เรื่องการตรวจสอบแบบไม่ทำลายสภาพ*.
วิทยานิพนธ์วิศวกรรมอุตสาหการ, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.
- ยี่น ภู่วรรณ. (2537). *การใช้คอมพิวเตอร์ช่วยในการเรียนการสอน. รายงานการสัมมนาบทบาทของเทคโนโลยีขั้นสูง
ต่อการพัฒนาการศึกษาไทยในอนาคต นิสิตปริญญาโทอุตสาหกรรมศึกษา, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.*
- วุฒิชัย ประสารลอย. (2543). *บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน: นวัตกรรมเพื่อการศึกษา*. กรุงเทพฯ: ห้างหุ้นส่วนจำกัด
วี. เจ. พรินต์ติ้ง.
- เพชฌัญญู กิจระการ. (2542). *ดัชนีประสิทธิผล*. มหาสารคาม: ภาควิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา,มหาวิทยาลัย
มหาสารคาม.
- ไพศาล หวังพานิช. (2526). *การจัดการผลการศึกษา*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช.
- ศิริโรจน์ คงมาชีพ. (2546). *คอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การลดอุปสรรคและวงจรโลจิก*. วิทยานิพนธ์อุตสาหกรรม
มหาบัณฑิต, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- ศุภชัย จรัสสุริยา. (2529). *การศึกษาพฤติกรรมการสอนวิทยาศาสตร์ที่เป็นจริงและที่คาดหวังของครู วิทยาศาสตร์ ระดับ
มัธยมศึกษาตอนต้น สังกัดโรงเรียนรัฐบาล เขตการศึกษา 10 ปีการศึกษา 2527. ปริญญานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต,
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒมหาสารคาม.*
- แสงอากาศ พิมพ์ศรี. (2545). *คอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง สัญลักษณ์ในงานเขียนแบบ*. วิทยานิพนธ์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต,
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

การสร้างระบบการตัดสินใจของปัญหาการจัดเส้นทางขนส่ง สำหรับผลิตภัณฑ์หลายประเภทและกำหนดเวลาการขนส่ง Developing Decision Support System of Multi-Product Vehicle Routing Problem with Discrete Shipping Time

อัญชลี สุพิทักษ์¹, นัฐมา ชุกลีน², ศาริยา จิระทาน²

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างโปรแกรมสนับสนุนการตัดสินใจด้านการจัดเส้นทางขนส่งสินค้าของโรงงานกรณีศึกษา เพื่อจัดเส้นทางที่เหมาะสมและใช้ทรัพยากรการขนส่งได้แก่ น้ำมันหรือระยะทางการขนส่งและจำนวนรถน้อยที่สุด ผู้วิจัยได้ประยุกต์ใช้อัลกอริทึมของมูลค่าประหยัด (Saving Algorithm) ในการแก้ปัญหาโดยสร้างโปรแกรมด้วย Visual C# เพื่อการสร้างส่วนติดต่อกับผู้ใช้งานและใช้ Microsoft Office Access เพื่อจัดเก็บฐานข้อมูล และทำการแก้ไขปรับปรุงโปรแกรมให้เหมาะสมกับสภาพการทำงานจริงของโรงงานกรณีศึกษา การวัดประสิทธิภาพของโปรแกรมดำเนินการโดยเปรียบเทียบผลการจัดเส้นทางด้วยโปรแกรมกับข้อมูลการจัดเส้นทางของโรงงานกรณีศึกษาโดยพนักงานจำนวน 34 ตัวอย่าง ผลการศึกษาพบว่า การจัดเส้นทางด้วยโปรแกรมทำให้ระยะทางในการขนส่งลดลงโดยเฉลี่ย ร้อยละ 51.41 และการใช้ความสามารถในการบรรทุกของรถมีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้นโดยเฉลี่ยจาก ร้อยละ 63.87 เป็น ร้อยละ 72.91

คำสำคัญ: ระบบสนับสนุนการตัดสินใจ, อัลกอริทึมระยะประหยัด, ประสิทธิภาพการใช้รถ, การจัดเส้นทางขนส่ง

Abstract

This study aimed to develop decision support program of vehicle routing problem for case study factory. The program objective was to solve for suitable vehicle routing decisions which minimized transportation resources such as transportation distance and number of vehicles. We applied saving algorithm by using Visual C# to develop user interface part and using Microsoft Office Access to develop database. Developed program was improved to synchronize with real working situations of case study. The program effectiveness was evaluated by comparing the results from applying this program with manual routing decisions of case study for 34 samples. In conclusion, average travelling distance decreased about 51.41% and the average vehicle loading efficiency increased from 63.87% to 72.91%.

¹อาจารย์ประจำ สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย

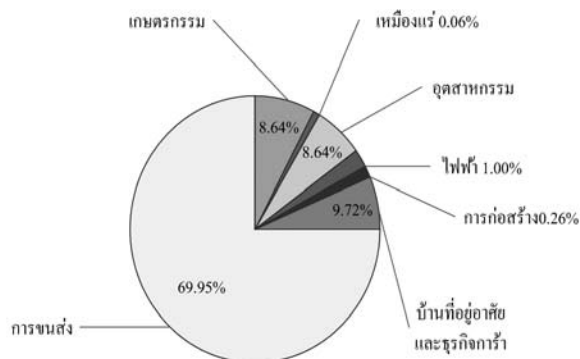
²นักศึกษา สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย

Keywords: Decision support system, saving algorithm, vehicle loading efficiency, vehicle routing problem

ความนำ

การจัดการโลจิสติกส์มีบทบาทสำคัญในปัจจุบัน เพื่อการแข่งขันทางธุรกิจ โดยเฉพาะในยุคที่ต้นทุนโลจิสติกส์สูงขึ้นเนื่องจากภาวะราคาน้ำมันที่มีราคาสูงเป็นผลให้ต้นทุนสินค้าต่อหน่วยสูงขึ้น นอกจากนี้จากรายงานการใช้น้ำมันสำเร็จรูปในด้านต่างๆ ของสำนักนโยบายและแผนพลังงาน กระทรวงพลังงานพบว่า การใช้พลังงานในภาคการขนส่งมีส่วนมากที่สุดคิดเป็นร้อยละ 69.95 ดังแผนภูมิรูป 1

การจัดเส้นทางรถขนส่งเป็นกิจกรรมหนึ่งใน 13 กิจกรรมของการจัดการโลจิสติกส์และถือเป็นกิจกรรมหลัก (Ballou, 1999) การจัดเส้นทางรถขนส่งมีบทบาทสำคัญในระบบการกระจายสินค้าจากศูนย์กระจายสินค้าไปยังลูกค้าที่ตั้งอยู่อย่างกระจัดกระจาย เพื่อตอบสนองความต้องการสินค้าของลูกค้าด้วยต้นทุนที่มีประสิทธิภาพ การทดแทนสินค้าให้ลูกค้าจำนวนมากตามช่วงเวลาต่างๆ ที่ลูกค้าต้องการและข้อจำกัดด้านความสามารถบรรทุกของรถทำให้การจัดเส้นทางรถขนส่งเป็นปัญหาที่ซับซ้อน การตัดสินใจด้านการจัดเส้นทางรถขนส่งสำหรับสถานประกอบการขนาดเล็กที่ทำโดยพนักงานที่มีประสบการณ์ทำให้แนวปฏิบัติที่ได้ไม่ให้ประโยชน์สูงสุด การใช้โปรแกรมเพื่อการจัดการโลจิสติกส์เป็นแนวทางที่ทำให้การตัดสินใจด้านการดำเนินงานมีประสิทธิภาพและเกิดประโยชน์สูงสุด แต่เนื่องจากต้นทุนของโปรแกรมหาดังกล่าวมีราคาแพงจึงทำให้สถานประกอบการขนาดเล็กไม่นิยมลงทุน ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดในการสร้างและพัฒนาโปรแกรมเพื่อการจัดเส้นทางรถขนส่งให้กับกรณีศึกษาเพื่อสนับสนุนการตัดสินใจด้านการจัดเส้นทางรถขนส่งของสถานประกอบการขนาดเล็ก



รูป 1 แผนภูมิแสดงปริมาณการใช้น้ำมันสำเร็จรูป
ที่มา : กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน

Lawler et al. (1986) ได้กล่าวไว้ว่าระบบการกระจายสินค้าเกี่ยวข้องกับการจัดการทรัพยากรเพื่อตอบสนองความต้องการสินค้าของลูกค้า นักวิจัยจึงได้มีการศึกษาอย่างกว้างขวางสำหรับปัญหาการจัดเส้นทางรถขนส่งที่มีรูปแบบที่แตกต่างกันไปและศึกษาอัลกอริทึมต่างๆ เพื่อการแก้ปัญหาดังกล่าว อัลกอริทึมของการหาระยะประหยัด (Saving Algorithm) เป็นวิธีทางฮิวริสติกส์ที่เสนอเป็นครั้งแรกโดย Clarke และ Wright (1964) คือเป็นการหาระยะทางที่จะประหยัดได้เมื่อรวมการส่งลูกค้าสองตำแหน่งเข้าด้วยกันแทนการส่งสินค้าให้ลูกค้าแต่ละรายแยกกัน ซึ่งเป็นวิธีที่สามารถหาคำตอบในปัญหาการจัดเส้นทางรถขนส่งที่มีจุดขนส่งไม่เกิน 20 จุดได้อย่างมีประสิทธิภาพเนื่องจากให้คำตอบในเวลาที่ยอมรับได้และคำตอบที่ได้ใกล้เคียงคำตอบที่ดีที่สุด โดยเฉพาะอย่างยิ่งในการแก้ปัญหาที่มีขนาดใหญ่ อัลกอริทึมดังกล่าวจะให้ผลลัพธ์ที่ใกล้เคียงคำตอบที่ดีที่สุดแต่ใช้เวลาในการหาคำตอบน้อยกว่า

ปัญหาการจัดเส้นทางรถขนส่งได้มีศึกษากันอย่างกว้างขวางในรูปแบบของปัญหาที่แตกต่างกันดังงานวิจัย

ของ Viswatathan (1997) ซึ่งศึกษาปัญหาการกระจายสินค้าหลายชนิดที่คำนึงถึงต้นทุนค่าขนส่งและต้นทุนสินค้าคงคลังร่วมกัน Bertazzi et al. (1997) ศึกษาปัญหาการจัดเส้นทางขนส่งและการจัดการสินค้าคงคลังเมื่อมีความถี่การขนส่งไม่ต่อเนื่อง Gaur และ Fisher (2004) ได้ศึกษาปัญหาการทดแทนสินค้าแบบต่อเนื่องหรือเรียกว่า Periodic IRP ในขณะที่ Chan และคณะ (2002) ศึกษาปัญหาการกระจายสินค้าเมื่อต้นทุนมีความสัมพันธ์แบบเชิงเส้น และ Bertazzi (2008) ศึกษานโยบายการจัดเส้นทางขนส่งลูกค้าเป็นอิสระแยกกันเมื่อรอบเวลาการขนส่งเป็นแบบไม่ต่อเนื่อง

ดังนั้นการประยุกต์ Saving Algorithm เพื่อหาคำตอบการตัดสินใจด้านการขนส่งโดยการสร้างและพัฒนาโปรแกรมด้วย Visual C# ในการเชื่อมต่อโปรแกรมกับผู้ใช้งานและสร้างฐานข้อมูลการขนส่งด้วย Microsoft Access สำหรับสถานประกอบการขนาดเล็กเพื่อลดต้นทุนค่าโปรแกรมจึงเป็นแนวทางการแก้ปัญหาอย่างมีประสิทธิภาพ

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อสร้างระบบการตัดสินใจในการจัดเส้นทางขนส่งสำหรับหลายผลิตภัณฑ์
2. เพื่อเปรียบเทียบผลที่ได้จากการประยุกต์ใช้โปรแกรมการจัดเส้นทางกับพนักงานของ โรงงานกรณีศึกษา
3. เพื่อเปรียบเทียบผลด้านการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานโดยการเปรียบเทียบระยะทาง

วิธีการวิจัย

การดำเนินการวิจัยแบ่งออกเป็น 2 ส่วนดังนี้

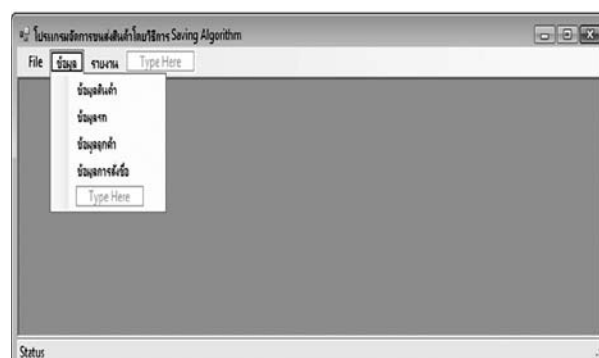
1. การศึกษาตัวอย่างและสร้างโปรแกรม

ผู้วิจัยได้ศึกษาปัจจัยต่างๆที่เกี่ยวข้องกับการจัดเส้นทางขนส่งของโรงงานกรณีศึกษาพบว่า ปัจจัยที่ต้องคำนึงถึงในการตัดสินใจด้านการขนส่งคือ ปริมาณที่จัดส่งของลูกค้า ตำแหน่งหรือที่อยู่ลูกค้า จำนวน

รถบรรทุก น้ำหนักบรรทุกสูงสุดของรถแต่ละคัน และช่วงเวลาที่ถูกค้าต้องการให้นำสินค้าเข้า ผู้วิจัยจึงออกแบบส่วนติดต่อกับผู้ใช้งานเพื่อให้สามารถปรับเปลี่ยนค่าต่างๆได้เหมาะสมในการตัดสินใจแต่ละครั้ง พร้อมทั้งสร้างฐานข้อมูลที่จำเป็นในการตัดสินใจ ส่วนประกอบที่สำคัญของโปรแกรมมีดังต่อไปนี้

1.1 ส่วนของฐานข้อมูลดังรูป 2 ซึ่งประกอบด้วยข้อมูลต่อไปนี้

- (1) ข้อมูลลูกค้า ที่อยู่
- (2) ข้อมูลรถได้แก่รหัสหรือทะเบียนรถ ประเภทรถ พิกัดน้ำหนักบรรทุก สถานะภาพการใช้งานรถ (พร้อมใช้หรือไม่พร้อม)
- (3) ข้อมูลสินค้าหรือผลิตภัณฑ์ซึ่งประกอบด้วยรหัสสินค้า ความยาวและน้ำหนัก
- (4) ข้อมูลการสั่งซื้อเช่น วันที่สั่ง วันที่ส่ง รายละเอียดสินค้าและปริมาณขนส่ง ดังตัวอย่างหน้าการใช้งานของโปรแกรมในรูปที่ 2



รูป 2 ตัวอย่างโปรแกรมการจัดเส้นทางขนส่งที่เชื่อมต่อกับฐานข้อมูล

1.2 ส่วนของโปรแกรม ส่วนของโปรแกรมประกอบด้วย

- (1) ข้อมูลนำเข้าซึ่งได้จากการใช้ฐานข้อมูลที่สร้างไว้และการเลือกหรือการตัดสินใจของผู้ใช้โปรแกรม
- (2) ตัวแบบการคำนวณการตัดสินใจด้านเส้นทางขนส่งโดยผู้วิจัยประยุกต์ใช้อัลกอริทึม

ระยะประหยัดในการคำนวณ ภายใต้ข้อจำกัดด้านเวลาการขนส่ง ทรัพยากรรถที่มีอยู่ และน้ำหนักบรรทุกที่จำกัด เพื่อจัดเส้นทางขนส่งผลิตภัณฑ์หลายผลิตภัณฑ์ให้กับลูกค้าที่อยู่อย่างกระจัดกระจายได้อย่างมีประสิทธิภาพ

การประยุกต์ใช้วิธี Saving อัลกอริทึมในการหาคำตอบประกอบด้วยขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 หาคำตอบเริ่มต้น (Initial Solution) คือการส่ง สินค้าของลูกค้าที่แยกกันหรือเรียกว่าการส่งอย่างอิสระ (Independent routing) โดยการหาระยะทางไปกลับของลูกค้าแต่ละราย กล่าวคือเป็นการกำหนดให้เส้นทางหนึ่งเส้นทางมีลูกค้าเพียงจำนวน 1 รายเท่านั้น ดังนั้น เราจะได้จำนวนเส้นทางเท่ากับจำนวนลูกค้าทั้งหมด สำหรับระยะทางระหว่างตำแหน่งต่างๆที่ใช้ในงานวิจัยนี้ได้จากการสืบค้นใน Google map

ขั้นที่ 2 คำนวณค่าประหยัด (Saving) ซึ่งเขียนแทนด้วย S_{ij} ระหว่าง ลูกค้า i และลูกค้า j ดังสมการ (1)

$$S_{ij} = C_{Di} + C_{jD} - C_{ij} \quad (1)$$

โดยที่ C_{ij} เป็นค่าใช้จ่าย เวลา หรือ ระยะทางระหว่างลูกค้า i และลูกค้า j ในตัวอย่างสมการข้างต้นนี้ D แทนศูนย์กระจายสินค้าหรือโรงงาน (Depot) ดังนั้น C_{Di} คือ ค่าใช้จ่ายที่เกิดจากการขนส่งระหว่าง Depot ไปยังลูกค้า i

ขั้นที่ 3 จัดลำดับค่าประหยัด (S_{ij}) จากค่ามากไปค่าน้อย กรณีที่ค่าระยะประหยัดมีเครื่องหมายเป็นลบ หมายความว่า การรวมลูกค้า i และลูกค้า j ไม่ได้ทำให้ประหยัดระยะทาง ต้นทุน หรือเวลา ดังนั้นให้กำหนดค่าระยะประหยัดของลูกค้า i และ j เป็นศูนย์ ($S_{ij} = 0$)

ขั้นที่ 4 เลือกคู่ลูกค้าที่มีค่าระยะประหยัดมากที่สุดแล้วรวมให้เป็นเส้นทางเดียวกัน

ขั้นที่ 5 ตรวจสอบข้อจำกัดด้านความสามารถในการบรรทุก ถ้าน้ำหนักรวมจากการทำขั้นที่ 4 มากกว่าน้ำหนักที่จำกัดไว้ให้ไปขั้นที่ 6 มิฉะนั้นแล้ว

ให้ไปขั้นที่ 7

ขั้นที่ 6 พิจารณาคู่ลูกค้าที่มีระยะประหยัดมากกรองลงมาแล้วไปทำขั้นที่ 5

ขั้นที่ 7 รวมลูกค้า i และลูกค้า j จะได้เส้นทางใหม่นี้ $D - i - j - D$ คำนวณระยะทางขนส่งของเส้นทางที่ได้

ขั้นที่ 8 ตรวจสอบว่าพิจารณาคู่ลูกค้าทั้งหมดแล้วหรือไม่ย้อน ถ้าไม่ให้กลับไปทำขั้นที่ 4

ขั้นที่ 9 หยุดการทำงาน

1.3 ส่วนของการรายงานผลการคำนวณ ซึ่งประกอบด้วยรายงานการจัดเส้นทาง รายงานข้อมูลการสั่งซื้อ รายงานข้อมูลสินค้า รายงานข้อมูลรถและรายงานข้อมูลลูกค้า

2. การประยุกต์ใช้โปรแกรมและเปรียบเทียบผล

ผู้วิจัยได้ทดสอบความถูกต้องของโปรแกรมและนำโปรแกรมที่สร้างขึ้นมาทดลองใช้กับกรณีศึกษาโดยทำการจัดเส้นทางขนส่งตามการปฏิบัติงานรายวันด้วยตัวอย่างจำนวน 34 วัน จำนวนผลิตภัณฑ์ทั้งหมด 12 ประเภทของโรงงานกรณีศึกษาซึ่งเป็นเหล็กเส้นที่มีความยาวและหน้าตัดแตกต่างกันไป และทำการปรับปรุงโปรแกรมเพื่อให้เหมาะสมกับโรงงานกรณีศึกษา

จากการทดลองใช้โปรแกรมการจัดเส้นทางขนส่งกับโรงงานกรณีศึกษา ผู้วิจัยเปรียบเทียบผลดังนี้

1) เปรียบเทียบผลการจัดเส้นทางด้วยโปรแกรม โดยพิจารณาน้ำหนักบรรทุกรวมเทียบกับพิกัดน้ำหนักของรถโดยการหาค่าร้อยละประสิทธิภาพการบรรทุกของรถในแต่ละวันเปรียบเทียบกับระหว่างการจัดเส้นทางโดยใช้โปรแกรมกับโดยพนักงานดังสมการ (2)

$$\%VLE = \frac{TotalLoading}{VehicleCapacity} \times 100 \quad (2)$$

เมื่อ

$\%VLE$

คือร้อยละประสิทธิภาพการบรรทุก (Vehicle Loading Efficiency Percentage)

Total Loading คือน้ำหนักบรรทุกรวม
Vehicle Capacity คือ พิกัดน้ำหนักบรรทุกของรถ

2) ผลการจัดเส้นทางด้วยโปรแกรมโดยพิจารณาจากระยะการเดินทางของรถต่อวันเทียบกับระยะการเดินทางต่อวันเมื่อจัดโดยพนักงานและคำนวณค่าร้อยละส่วนต่างระยะการเดินทางเมื่อจัดด้วยพนักงานเทียบกับโปรแกรมดังสมการ (3)

$$\%TraDisDev = \frac{TraDis_{Manual} - TraDis_{Program}}{TraDis_{Manual}} \times 100 \quad (3)$$

เมื่อ

%TraDisDev คือ ร้อยละความแตกต่างด้านระยะทางเทียบกับการจัดโดยพนักงาน (Travelling Distance Deviation)

TraDis_{Manual} คือ ระยะทางขนส่งจากการจัดเส้นทางโดยพนักงาน

TraDis_{Program} คือ ระยะทางขนส่งจากการจัดเส้นทางโดยโปรแกรม

สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

ผลจากการประยุกต์ใช้โปรแกรมด้วยตัวอย่างจากการจัดเส้นทางขนส่งของกรณีศึกษาจำนวน 34 ตัวอย่างระหว่างเดือนสิงหาคมถึงเดือนกันยายน 2553 โดยการรายงานผลการจัดเส้นทางด้วยโปรแกรมประกอบด้วยวันที่ส่ง รหัสรถที่ใช้ ชื่อลูกค้าที่รถไปส่ง รหัสและรายละเอียดสินค้า น้ำหนักบรรทุก และระยะทางที่รถเดินทาง ดังตัวอย่างในรูป 3

รายงานการจัดเส้นทาง									
วันที่ 3/21/2011									
วัน	รถ	รถคันที่	ชื่อลูกค้า	รถคันที่	ชื่อลูกค้า	รายละเอียดสินค้า	น้ำหนัก	ระยะทาง	
ควบ 8/5/2010									
1	TOYOTA 1	106	Cus13	4	4016/Ns-1	Ns-1	634	0	
น้ำหนักรวม 634.00 กก. ระยะทางรวม 0.00 กม.									
ควบ 8/5/2010									
23	HINO 5	101	Cus02	1	27506/E&A	E&A	2,032	53	
23	HINO 5	100	Cus08	8	3183/519	519	508	9	
23	HINO 5	114	Cus05	5	41415/Ns	Ns-2	2,908	0	
23	HINO 5	107	Cus09	1	27506/E&A	E&A	523	69	
น้ำหนักรวม 5,971.00 กก. ระยะทางรวม 131.00 กม.									

รูป 3 ตัวอย่างการรายงานผลการจัดเส้นทางด้วยโปรแกรม

จากการวิจัยได้ผลดังสรุปในตาราง 1 และสามารถอภิปรายผลได้ดังต่อไปนี้

1. ระยะทางที่ได้จากการจัดเส้นทางโดยใช้โปรแกรมลดลงโดยเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 51.41 ของระยะทางการขนส่งที่จัดโดยพนักงาน 2) การใช้ประโยชน์ด้านบรรทุกของรถเพิ่มขึ้นจากร้อยละ 63.87 เป็นร้อยละ 72.91 กล่าวคือบรรทุกได้เต็มคันมากขึ้น

2. จากผลการคำนวณด้วยโปรแกรมจำนวนรถหรือจำนวนเที่ยวที่ใช้ในการจัดส่งสินค้าลดลง โดยเฉลี่ยจาก 10 เที่ยวเป็น 6 เที่ยวหรือลดลงร้อยละ 33.49

3. ผลการจัดเส้นทางขนส่งด้วยโปรแกรมทำให้รถขนส่งเดินทางระยะทางสั้นลงและจำนวนเที่ยวลดลงซึ่งส่งผลโดยตรงต่อการใช้พลังงานน้ำมันในภาคการขนส่งซึ่งผู้วิจัยประมาณว่าค่าพลังงานที่คาดว่าจะลดลงสามารถเทียบเคียงเป็นสัดส่วนเดียวกับค่าร้อยละของระยะที่ลดลง และค่าร้อยละจำนวนเที่ยวการขนส่งที่ลดลง

ตาราง 1

สรุปผลการจัดเส้นทางด้วยโปรแกรมเปรียบเทียบกับการจัดเส้นทางโดยพนักงาน

	การจัดเส้นทางโดยพนักงานในปัจจุบัน	การจัดเส้นทางโดยโปรแกรม	ความแตกต่าง (ร้อยละ)
ผลการคำนวณ			
1. ระยะทางโดยเฉลี่ยต่อวัน (กม.)	1,121	521	51.41
2. ประสิทธิภาพการบรรทุกโดยเฉลี่ย (ร้อยละ)	63.87	72.91	9.04
3. จำนวนรถโดยเฉลี่ย (คันหรือเที่ยว)	10	6	33.49

ดังนั้นผลการวิจัยสรุปได้ดังต่อไปนี้

1. ระยะทางในการเดินทางโดยเฉลี่ยต่อวันน้อยกว่าการจัดเส้นทางโดยพนักงาน

2. การใช้ประโยชน์ด้านน้ำหนักบรรทุกมากกว่า กล่าวคือสามารถบรรทุกได้เต็มคันมากขึ้นหรือน้ำหนัก

บรรทุกต่อเที่ยวโดยเฉลี่ยมากขึ้น

3. จำนวนรถที่ใช้บ่อยลงหรือจำนวนเที่ยวในการขนส่งลดลง

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างโปรแกรมการกำหนดเส้นทางขนส่งให้กับสถานประกอบการขนาดเล็กแทนการใช้การกำหนดเส้นทางโดยพนักงานและการใช้ซอฟต์แวร์ที่มีราคาแพงโดยโปรแกรมที่ได้จะช่วยสนับสนุนการตัดสินใจด้านการกำหนดเส้นทางขนส่งให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

ข้อเสนอแนะ

การจัดทำโปรแกรมการกำหนดเส้นทางขนส่งนี้สามารถนำไปพัฒนาเพื่อประยุกต์ใช้กับการจัดการการ

ขนส่งในภาคเกษตรกรรม โดยผู้วิจัยมีแนวคิดในการต่อยอดงานวิจัยนี้ซึ่งสามารถทำได้โดยการใช้อัลกอริทึมการแก้ปัญหาอื่น ๆ ในการหาคำตอบของปัญหาหรือการประยุกต์ใช้โปรแกรมในภาคเกษตรกรรมเพื่อลดต้นทุนค่าขนส่งและลดการใช้พลังงานน้ำมันสำเร็จต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากกองทุนเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน แผนเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงาน ผู้วิจัยจึงขอขอบคุณสำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน กระทรวงพลังงานเป็นอย่างสูง

เอกสารอ้างอิง

- Ballou, R. H. (2002). *Bussiness Logistics/Supply Chain Management* (5th ed.). New York: Pearson Prentice Hall.
- Chan, L. M. A., Muriel, A., Shen, Z.-J. M., Simchi-Levi, D., and Teo., C.-P. (2002). Effective Zero Inventory-Ordering Policies for the Single Warehouse Multiretailer Problem with Pricewise Linear Cost Structures. *Management Science*, 48(11), 1446-1460.
- Bertazzi, L. (2008). Analysis of Direct Shipping Policies in an Inventory-Routing Problem with Discrete Shipping Times. *Management Science*, 54(4), 748-762.
- Gaur, V. & Fisher, M. L. (2004). A Periodic Inventory Routing Problem at a Supermarket Chain. *Operations Research*, 52(6), 813-822.
- Gurbuz, M. C., Moinszadeh, K. & Zhou, Y. P. (2007). Coordinated Replenishment Strategies in Inventory/Distribution Systems. *Management Science*, 53(2), 293-307.
- Teo, C. P. & Shu, J. (2004). Warehouse-Retailer Network Design Problem. *Operations Research*, 52(3), 396-407.
- Viswanathan, S. & Mathur, K. (1997). Integrating Routing and Inventory Decision in One Warehouse Multiretailer Multiproduct Distribution Systems. *Management Science*, 43(3), 294-312.

**การวัดโคโรนาดีสชาร์จจากการทดสอบฉนวนแข็ง
ตามมาตรฐาน IEC 60243-1
A Corona Discharge Measurement for Solid Insulator Test
According to IEC 60243-1 Standard**

อติกร เสรีพัฒนานนท์ * พงษ์สวัสดิ์ คชภูมิ* และ ธนากร น้ำหอมจันทร์*

บทคัดย่อ

วิศวกรรมไฟฟ้าแรงสูงในปัจจุบันให้ความสำคัญในการตรวจวัดดีสชาร์จบางส่วนที่เกิดขึ้นกับอุปกรณ์ไฟฟ้าแรงสูง งานวิจัยนี้มุ่งศึกษาและวิเคราะห์ปัจจัยที่ก่อให้เกิดดีสชาร์จบางส่วนที่เกิดกับฉนวนแข็ง จึงได้ทำการออกแบบวงจรตรวจวัดดีสชาร์จบางส่วน ตัวเก็บประจุคัปเปิล และวงจรป้องกันแหล่งจ่ายไฟฟ้าแรงสูง การวัดดีสชาร์จบางส่วนจะทดสอบตามมาตรฐานการทดสอบฉนวนแข็ง IEC 60243-1 โดยทดสอบกับฉนวนแข็งชนิดโพลีเอสเตอร์ฟิล์ม จากผลการทดสอบพบว่า ปัจจัยที่ก่อให้เกิดดีสชาร์จบางส่วนเกิดจากค่าความเครียดสนามไฟฟ้าสูงจะทำให้เกิดดีสชาร์จบางส่วนสูง เมื่อพิจารณาค่าแฟกเตอร์สนามไฟฟ้า (η^*) ของอิเล็กโทรดผลการทดสอบพบว่าอิเล็กโทรดที่มีค่าแฟกเตอร์สนามไฟฟ้าต่ำจะส่งผลให้เกิดดีสชาร์จบางส่วนสูง และจากการเปรียบเทียบมุมเฟสของรูปคลื่นสัญญาณที่ได้จากวงจรตรวจวัดดีสชาร์จบางส่วนพบว่า เป็นดีสชาร์จตามผิวซึ่งจะเกิดที่มุมเฟสระหว่าง $0^\circ - 90^\circ$ และ $180^\circ - 270^\circ$ อุปกรณ์จากงานวิจัยสามารถพัฒนาเพื่อใช้เป็นอุปกรณ์การทดลองประกอบการเรียนการสอนในรายวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าแรงสูงได้ โดยเป็นวงจรที่ง่ายและมีความปลอดภัยแก่การใช้งาน

คำสำคัญ: ความเครียดสนามไฟฟ้า, ค่าแฟกเตอร์สนามไฟฟ้า

Abstract

High voltage engineering is aimed to currently focused it's interested in partial discharge measure occurring with high voltage equipment. This research study and analysis factors that causing a partial discharge on solid insulation. A partial discharge measure circuit, coupling capacitor and high voltage supply protection circuit was designed according to IEC 60243-1 standard. The results of the tests showed that. High electric field stress was bring about high partial discharge. When considering the field utilization factor (η^*) of the electrodes it was found that electrodes with the low field utilization

* อาจารย์ประจำ สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย

factor will result in high partial discharge. In comparison phase angle of the wave signal from detection circuit it was found that the partial discharge are of surface discharge type which always occur at the phase between 0° - 90° and 180° - 270° . The research equipment shall be developed as experimental equipment for high voltage engineering laboratory. Simple circuit and safe to use.

Keywords: Electric field stress, field utilization factor

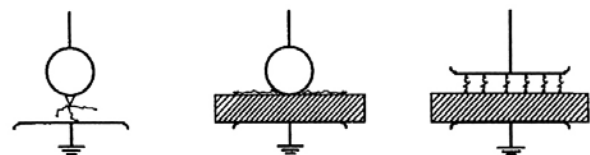
ความนำ

การเกิดดีสชาร์จบางส่วนเป็นจุดเริ่มต้นของการเปลี่ยนสภาพจากฉนวนไปสู่สภาพนำไฟฟ้าในลักษณะสปาร์ก เบรกดาวน์ หรือ อาร์ก ทำให้ฉนวนเสียหาย และมีอายุการใช้งานสั้นลง ดังนั้นจึงต้องมีการตรวจสอบคุณภาพของฉนวนตามที่มาตรฐานกำหนด ในการเกิด ดีสชาร์จบางส่วนนั้นจะเริ่มเกิดเมื่อความเครียดสนามไฟฟ้าเกินค่าสนามไฟฟ้าวิกฤต และ ค่าแฟกเตอร์สนามไฟฟ้า (η^*) ที่ต่ำ จะส่งผลให้มีพลังงานสูญเสียตลอดเวลาซึ่งขึ้นอยู่กับข้อจำกัดของวัสดุที่ใช้ทดสอบ ดังนั้นในการออกแบบจึงต้องหลีกเลี่ยงไม่ให้ค่าความเครียดสนามไฟฟ้าสูงกว่าค่าสนามไฟฟ้าวิกฤต

ทฤษฎี

การตรวจจับดีสชาร์จบางส่วน (partial discharge -- PD) สำรวย สังข์สะอาด. (2549) ดีสชาร์จบางส่วน คือ การเบรกดาวน์ที่ไม่สมบูรณ์ พลังงานที่ทำให้เกิดดีสชาร์จนั้นไม่มากพอที่จะทำให้ฉนวนเปลี่ยนสภาพไปเป็นสภาพนำไฟฟ้าได้ตลอดแนวระหว่างอิเล็กโตรด เพราะฉนวนของอิเล็กโตรดด้านหนึ่ง หรือทั้งสองด้าน ยังเป็นฉนวนที่สมบูรณ์มั่นคงอยู่ โดยจะเกิดขึ้นในลักษณะสนามไฟฟ้าไม่สม่ำเสมอสูง หรือฉนวนที่มีความไม่สม่ำเสมอ ไม่เป็นเนื้อเดียวกัน มีสิ่งเจือปน ซึ่งทำให้ความเครียดสนามไฟฟ้าบางจุดในฉนวนมีค่าสูงกว่าความเครียดสนามไฟฟ้าวิกฤต ดีสชาร์จบางส่วนเกิดขึ้นได้ทั้งในสนามไฟฟ้ากระแสสลับ และ กระแสตรง ภายใต้สนามไฟฟ้ากระแสสลับ ดีสชาร์จ

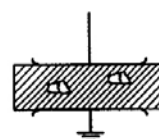
จะเกิดขึ้นซ้ำๆ ซ้ำๆ ไซเคิลของแรงดันโดยปกติจะเกิดขึ้นขณะที่แรงดันที่ป้อนเพิ่มขึ้นจากศูนย์ไปสู่ค่ายอด



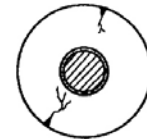
1) โคโรนา

2) ตามผิว

3.1) ภายในรอยต่อ



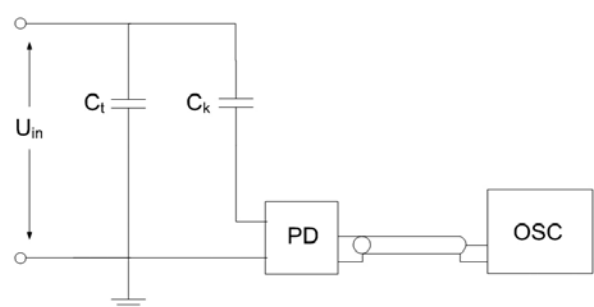
3.2) ภายในโพรงก๊าซ



3.3) ภายในมีสิ่งแปลกปลอม

ภาพ 1 ดีสชาร์จบางส่วน (PD)

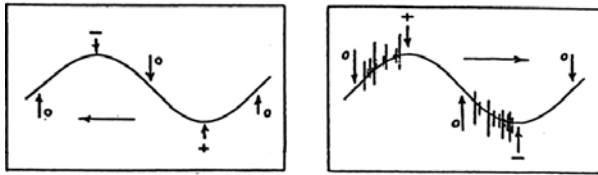
ดีสชาร์จบางส่วนอาจแบ่งออกได้เป็น 3 ชนิดแบบคือ 1) โคโรนาดีสชาร์จ 2) ดีสชาร์จตามผิว และ 3) ดีสชาร์จภายใน โดยแสดงดังภาพ 1



ภาพ 2 วงจรตรวจจับดีสชาร์จบางส่วนโดยวิธีตรง

การแสดงดิสชาร์จบางส่วนบนฐานเวลารูปคลื่นไซน์มีผลดีที่วัดขนาดได้ถูกต้อง และสังเกตตำแหน่งที่เกิดได้แน่นอน การแสดงบนฐานเวลารูปคลื่นสี่เหลี่ยมคือแยกได้ว่าดิสชาร์จบางส่วนเกิดจากสาเหตุอะไร

a) ฐานเวลารูปคลื่นไซน์ b) ฐานเวลารูปคลื่นสี่เหลี่ยม



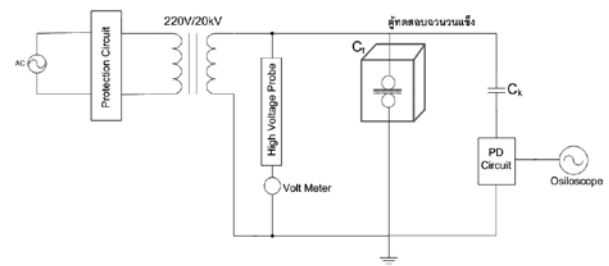
ภาพ 3 ผลของดิสชาร์จบางส่วนบนฐานเวลารูปคลื่นไซน์

ชนิด PD	การแสดงผล PD บนฐานเวลาแบบวงรี	ลักษณะแสดงบนฐานเวลารูปคลื่นสี่เหลี่ยม
โคโรนา		เกิดที่มุมเฟส 270° ที่ U_i เมื่อ U สูงขึ้น ดิสชาร์จบางส่วนจะเกิดในช่วง 90°
ดิสชาร์จภายใน		จะเกิดที่มุมเฟส $0 - 90^\circ$ และ $180 - 270^\circ$
ดิสชาร์จตามผิว		จะเกิดที่มุมเฟสระหว่าง $0 - 90^\circ$ และ $180 - 270^\circ$

ภาพ 4 การแสดงผล PD บนฐานเวลาแบบวงรี

วิธีดำเนินการวิจัย

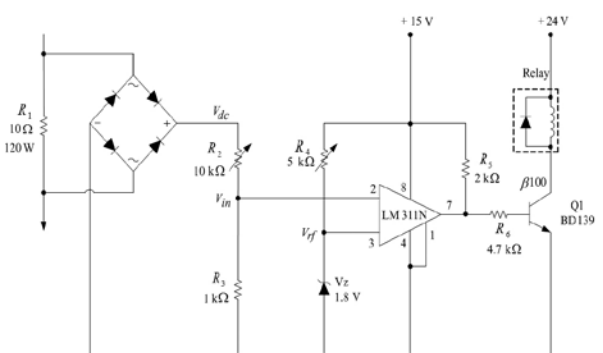
การออกแบบและสร้างชุดการวัดดิสชาร์จจากการทดสอบฉนวนแข็งตามมาตรฐาน IEC 60243-1 ได้ยึดถือหลักเกณฑ์การสร้างและทดสอบตามมาตรฐาน IEC 60243-1 นำมาเป็นข้อมูลในการจัดทำ นอกจากนี้ก็ได้สร้างวงจรทดสอบดิสชาร์จบางส่วนและตัวเก็บประจุคาบเกี่ยวแบบตัวเก็บประจุในน้ำมัน โดยมีส่วนประกอบของการออกแบบดังนี้



ภาพ 5 ส่วนประกอบของการออกแบบวงจรทดสอบดิสชาร์จบางส่วน

การออกแบบชุดป้องกันแหล่งจ่าย

วิทยา ฉายทอง และคณะ (2543) หลักการทำงานของชุดป้องกันแหล่งจ่ายไฟฟ้าการทำงานของชุดป้องกันแหล่งจ่ายไฟฟ้าจะทำงานก็ต่อเมื่อมีการเปรียบเทียบแรงดันระหว่างขา 2 และขา 3 ของออปแอมป์ (LM 311) ซึ่งขา 3 ของออปแอมป์ต่อเข้ากับซีเนอร์ไดโอดเพื่อรักษาระดับแรงดันไฟฟ้าให้คงที่ที่ $1.8 V_{dc}$ เมื่อเกิดการเบรกดาวน์ที่ขั้วอิเล็กโตรดทำให้มีกระแสไหลผ่านความต้านทาน R_1 ที่ต่ออนุกรมกับเอาต์พุตของแหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้า ทำให้มีแรงดันตกคร่อมความต้านทาน R_1 แรงดันที่ตกคร่อมนี้จะถูกกรองแรงดันให้เรียบจากวงจร Bridge-Rectifier และถูกแบ่งแรงดันให้ความต้านทาน R_2, R_3 แรงดันที่ตกคร่อม R_3 เปรียบเทียบกับแรงดันที่คงที่ที่ตกคร่อมซีเนอร์ไดโอดเท่ากับ $1.8 V_{dc}$ หากแรงดันตกคร่อม R_3 มากกว่าแรงดันที่ตกคร่อมขา 3 ของออปแอมป์ จะทำให้ออปแอมป์ ทำงานคอยล์ $24 V_{dc}$ สั่งให้หน้าสัมผัสของรีเลย์ตัดการทำงานของแหล่งจ่ายแรงดัน

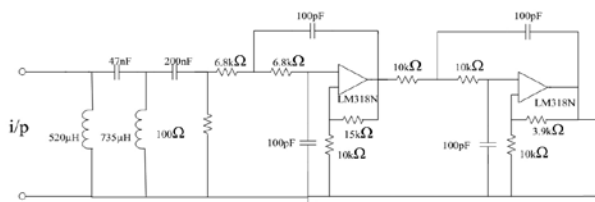


ภาพ 6 วงจรป้องกันแหล่งจ่ายไฟ

การออกแบบวงจรเครื่องตรวจจับสัญญาณบางส่วน

วงจรภาครับสัญญาณดิจิตอลบางส่วน ฌรฌค้ทอฌฌ (2533) การออกแบบวงจรรับสัญญาณดิจิตอลบางส่วนแบบ แลบกว้าง โดยการออกแบบตัวกรองความถี่กลาฌที่มีแบนด์วิดท์ 40 - 400 กิโลเฮิร์ต ที่ประกอบด้วยกรองความถี่สูง HPF ฌนดับที่ 4 ฌนิต Lam. H. (1979). Butterworth ต่อลำดับกับตัวกรองความถี่ต่ำ LPF ฌนดับที่ 4 ฌนิต Chebyshev ดังภาพ 11 โดยในการทดสอบใช้ตัวเก็บประจุคัปปลิง $C_k \leq 1 \text{ nF}$

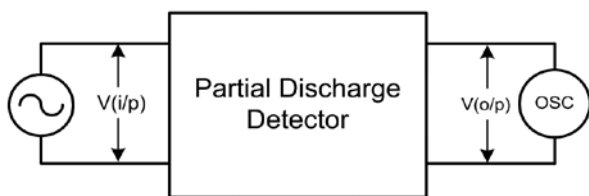
วงจรภาครับสัญญาณดิจิตอลบางส่วนที่ออกแบบต้องเพิ่มวงจรฟรีแอมพลิไฟเออร์แบบสัญญาณรบกวนต่ำ มีอัตราขยาย 20 เท่า โดยใช้ IC เบอร์ LM318N



ภาพ 11 วงจรภาครับสัญญาณบางส่วนที่ออกแบบ

การทดสอบลักษณะสัญญาณเอาต์พุต

ในการทดสอบผลตอบแทนทางความถี่ของวงจรที่ได้ออกแบบ โดยการป้อนแรงดันทางด้านอินพุต (i/p) เท่ากับ 2 V_{P-P} ปรับความถี่ตั้งแต่ 50 - 550 kHz ค่าแรงดันเอาต์พุต (o/p) นั้นจะแสดงผลที่ออสซิลโลสโคป ดังภาพ 12

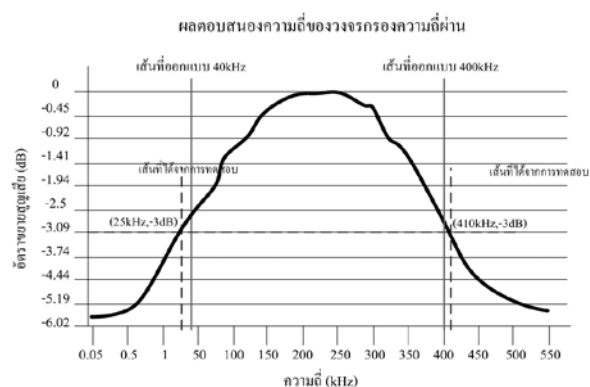


ภาพ 12 วงจรการตรวจวัดผลตอบแทนทางความถี่ของวงจรที่ออกแบบ

ตาราง 1

ผลตอบแทนทางความถี่ของวงจรภาครับสัญญาณดิจิตอลบางส่วน

f (kHz)	แรงดัน V(o/p)	f (kHz)	แรงดัน V(o/p)	f (kHz)	แรงดัน V(o/p)	f (kHz)	แรงดัน V(o/p)
0.05	0.616	70	8.8	240	15	410	6
0.1	0.68	80	9.2	250	15	420	4.86
0.2	0.704	90	10.9	260	14.8	430	4.12
0.3	0.76	100	11.35	270	14.6	440	3.6
0.4	0.824	110	11.81	280	14.4	450	3.12
0.5	1	120	12	290	14.2	460	2.72
0.6	1.42	130	12.8	300	14.2	470	2.4
0.7	1.96	140	13.6	310	13.4	480	2.08
0.8	2.6	150	13.8	320	12.2	490	1.8
0.9	3.3	160	14.2	330	12	500	1.68
1	4.08	170	14.4	340	11.2	510	1.52
10	5.08	180	14.9	350	10.4	520	1.32
20	5.76	190	15	360	10	530	1.19
30	6.48	200	15	370	9.2	540	1.06
40	7.01	210	15	380	8.4	550	0.92
50	7.68	220	15	390	7.6		
60	8.16	230	15	400	7		



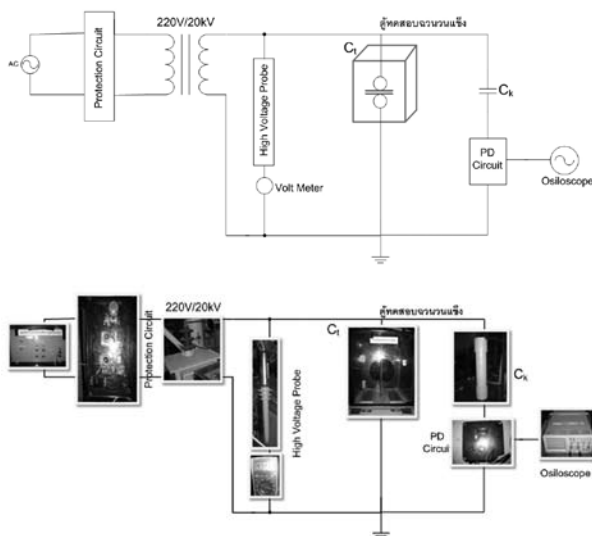
ภาพ 13 ผลตอบแทนทางความถี่ของวงจรกรองความถี่ผ่านที่จัดสร้างขึ้น



ภาพ 14 ชุดวงจรภาครับสัญญาณดิจิตอลบางส่วนที่ได้จัดสร้างขึ้น

ผลการวิจัย

ในการตรวจจับขนาดและรูปสัญญาณของการเกิด ดิสชาร์จบางส่วนบนฉนวนแข็ง โดยวิธีตรงมีการทดสอบ ด้วย ขั้วอิเล็กโทรด 3 แบบ คือ ทรงกลม - กลม (Sphere - Spheres), ทรงกลม - ระนาบ (Sphere - Disk) และ ทรงระนาบ - ระนาบ (Disk - Disk) กับฉนวนโพลีเอสเตอร์ ฟิล์มขนาด 4×4 เซนติเมตร ทำการต่อวงจร ดังภาพ 15 และปรับค่าแรงดันทดสอบ ตั้งแต่ 3 ถึง 7 kV_p ผ่านอุปกรณ์ การทดสอบตามมาตรฐาน IEC 60243-1



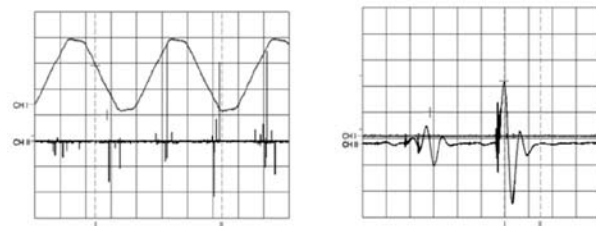
ภาพ 15 วงจรทดสอบดิสชาร์จบางส่วน

ตาราง 2

ผลการเกิดโคโรนาดีสชาร์จโดยใช้ขั้วอิเล็กโทรดทั้งสามแบบ และขนาดของการเกิดดิสชาร์จบางส่วนที่ได้จากการคำนวณ

แรงดันทดสอบ	ทรงกลม-ทรงกลม		ทรงกลม-ทรงระนาบ		ทรงระนาบ-ทรงระนาบ	
	แรงดัน เอาต์พุต เฉลี่ย (V _{p-p})	ค่า q (pC)	แรงดัน เอาต์พุต เฉลี่ย (V _{p-p})	ค่า q (pC)	แรงดัน เอาต์พุต เฉลี่ย (V _{p-p})	ค่า q (pC)
3kVp	0.045	62.5	0.332	461	0.132	183.33
4kVp	0.9386	944.44	0.624	866.67	0.3	414.82
5kVp	0.68	1,303.7	0.74	963.97	0.584	559.26
6kVp	1	1,388.89	0.693	1,037.04	0.435	603.7
7kVp	1.53	2,125	1.313	1,824.07	0.4	811.11

ตัวอย่างผลการทดสอบวัดค่าแรงดันเอาต์พุตของ วงจรทดสอบดิสชาร์จบางส่วนแบบโคโรนาดีสชาร์จที่ได้จาก ออสซิลโลสโคปด้วยขั้วอิเล็กโทรดทรงกลม-ทรงกลม (Sphere-Spheres) ที่แรงดัน 7 kV_p โดย CH I คือ แรงดันอินพุต และ CH II คือแรงดันเอาต์พุต นำค่าของ แรงดันมาหาค่าเฉลี่ยซึ่งมีค่า คือ แรงดันเอาต์พุตเฉลี่ย 1.53 (V_{p-p}) และค่า q = 2,125 (pC) ดังภาพ 16

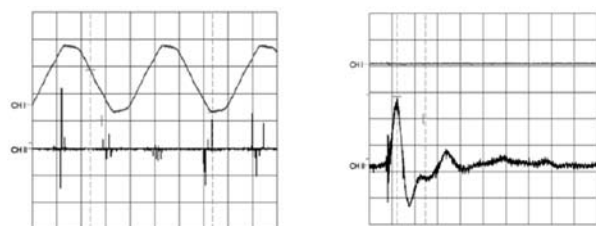


a) ขณะเกิดโคโรนาดีสชาร์จ

b) ภาพขยาย CH II

ภาพ 16 ตัวอย่างผลการทดสอบด้วยขั้วอิเล็กโทรด ทรงกลม-ทรงกลมที่แรงดัน 7 kV_p

ตัวอย่างผลการทดสอบวัดค่าแรงดันเอาต์พุตของ วงจรทดสอบดิสชาร์จบางส่วนแบบโคโรนาดีสชาร์จที่ได้จาก ออสซิลโลสโคปด้วยขั้วอิเล็กโทรดทรงกลม - ทรงระนาบ (Sphere - Disk) ที่แรงดัน 7 kV_p โดย CH I คือ แรงดันอินพุต และ CH II คือแรงดันเอาต์พุต นำค่าของ แรงดันมาหาค่าเฉลี่ยซึ่งมีค่า คือ แรงดันเอาต์พุตเฉลี่ย 1.313 (V_{p-p}) และ ค่า q = 1,824.07 (pC) ดังภาพ 17



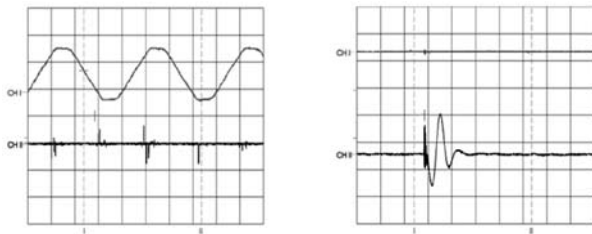
a) ขณะเกิดโคโรนาดีสชาร์จ

b) ภาพขยาย CH II

ภาพ 17 ตัวอย่างผลการทดสอบด้วยขั้วอิเล็กโทรด ทรงกลม-ทรงระนาบที่แรงดัน 7 kV_p

ตัวอย่างผลการทดสอบวัดค่าแรงดันเอาต์พุต ของวงจรทดสอบดิสชาร์จบางส่วนแบบโคโรนาดีสชาร์จ ที่ได้จากออสซิลโลสโคปด้วยขั้วอิเล็กโทรดทรงระนาบ -

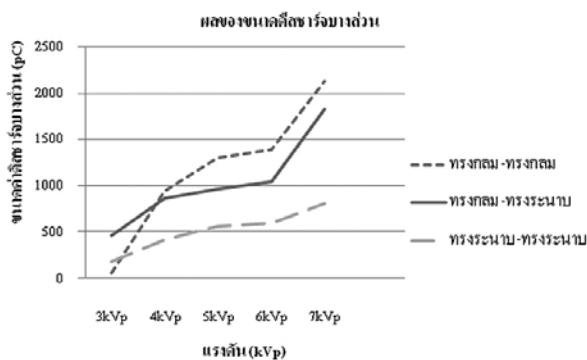
ทรงระนาบ (Disk - Disk) ที่แรงดัน 7 kV_p โดย CH I คือแรงดันอินพุต และ CH II คือแรงดันเอาต์พุต นำค่าของแรงดันมาหาค่าเฉลี่ยซึ่งมีค่า คือ แรงดันเอาต์พุตเฉลี่ย 0.4 (V_{p-p}) และ ค่า q = 811.11 (pC) ดังภาพ 18



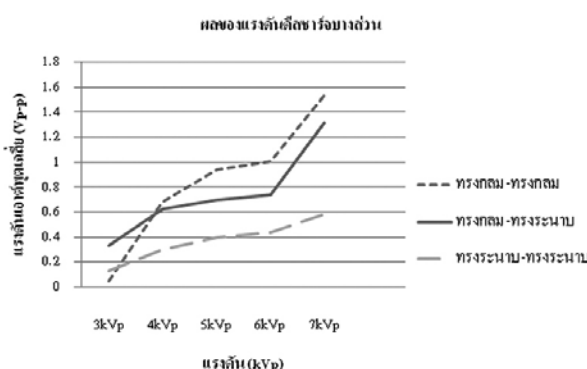
a) ขณะเกิดโคโรนาดีสชาร์จ

b) ภาพขยาย CH II

ภาพ 18 ตัวอย่างผลการทดสอบด้วยข้อวิเคราะห์ทรานซิชัน-ทรานซิชันที่แรงดัน 7 kV_p



ภาพ 19 ผลของขนาดดีสชาร์จบางส่วนโดยใช้ข้อวิเคราะห์ทรานซิชันทั้งสามแบบ



ภาพ 20 ผลของแรงดันดีสชาร์จบางส่วนโดยใช้ข้อวิเคราะห์ทั้ง 3 แบบ

การคำนวณเป็นการหาขนาดของการเกิดดีสชาร์จบางส่วน (q)

$$q = \frac{V_{3(\text{peak})}}{[C_k/(C_k + C_t)]2BR_m A} \quad 2$$

- เมื่อ $V_{3(\text{peak})}$ คือ ค่ายอดของสัญญาณเอาต์พุต $V_3(t)$
 C_k คือ ตัวเก็บประจุคาบเกี่ยว
 C_t คือ ตัวเก็บประจุทดสอบกำหนดให้มีค่า 1 นาโนฟารัด
 ϵ คือ แฟกเตอร์สำหรับการตอบสนองแบบอิมพัลส์
 q คือ ขนาดของดีสชาร์จ (pC)
 B คือ แบนด์วิดท์สมมูล
 R_m คือ ความต้านทานสมมูลของอิมพีแดนซ์
 A คือ อัตราขยายรวมวงจรขยายหรือตัวกรอง

สรุปผลการทดสอบ

จากการศึกษาและออกแบบวงจรป้องกันแหล่งจ่ายไฟฟ้าแรงสูง วงจรวัดดีสชาร์จบางส่วน และค่าเก็บประจุคาบเกี่ยว(C_k) พบว่าวงจรในภาคส่วนต่างๆ สามารถทำงานเป็นไปตามเงื่อนไขของการออกแบบ การตรวจวัดดีสชาร์จบางส่วนจากการทดสอบจนวนแจ้งมาตรฐานการทดสอบ IEC 60243-1 พบว่าดีสชาร์จบางส่วนจะเกิดขึ้นจากการทดสอบจนวนแจ้งมีลักษณะสนามไฟฟ้าไม่สม่ำเสมอสูง ซึ่งทำให้ความเครียดสนามไฟฟ้าบางจุดบนจนวนแจ้งมีค่าสูงกว่าความเครียดสนามไฟฟ้าวิกฤติแต่ไม่อาจทำให้เกิดเบรกดาวน์โดยสมบูรณ์ได้ หากแต่เกิดเพียงบางส่วน โดยภายใต้สนามไฟฟ้ากระแสสลับดีสชาร์จจะเกิดขึ้นซ้ำๆ ซ้ำๆ ไซเคิลของแรงดัน โดยปกติจะเกิดขึ้นขณะที่แรงดันที่ป้อนเพิ่มขึ้นจากศูนย์ไปสู่ค่ายอดซึ่งในตัวอย่างภาพ 18 a) เป็นรูปคลื่นการเปรียบเทียบมูฟเฟสสัญญาณจาก CH₁ และ CH₂ ในการเกิดดีสชาร์จบางส่วน พบว่าจากการทดสอบเป็นดีสชาร์จตามผิว(surface discharge) ซึ่งดีสชาร์จตามผิว (surface discharge) นี้จะเกิดที่มุมเฟสระหว่าง 0°-90° และ 180°-270° และเมื่อทำการขยายขนาดของสัญญาณใน CH₂ เพื่อวัดค่าขนาดแรงดันที่เกิดจากการทดสอบจนวนแจ้งด้วยข้อวิเคราะห์ทรานซิชัน-ทรานซิชัน, ทรานซิชัน-ทรานซิชัน และทรานซิชัน-ทรานซิชัน

ทรงระนาบ มาคำนวณขนาดของดิสชาร์จตามผิว (q) ดังแสดงในตารางที่ 2 จากภาพ 19 เป็นความสัมพันธ์ของ แรงดันทดสอบและขนาดของดิสชาร์จตามผิวที่เกิดจาก การทดสอบโดยค่าขนาดของดิสชาร์จตามผิวจะเพิ่มขึ้น ตามค่าแรงดันทดสอบที่ป้อนและขนาดของดิสชาร์จ ตามผิวโดยอิเล็กโทรดทรงกลม-ทรงกลมจะมีขนาดสูงสุด รองลงมาคือทรงกลม-ทรงระนาบและทรงระนาบ-ทรง ระนาบ ตามลำดับ จากการศึกษาค่าแฟลคเตอร์สนามไฟฟ้า (η^*) ของอิเล็กโทรดพบว่าขั้วทรงกลม-ทรงกลมมีค่า แฟลคเตอร์สนามไฟฟ้าต่ำ (สนามไฟฟ้าไม่สม่ำเสมอสูง)

รองลงมาคือทรงกลม-ทรงระนาบ (สนามไฟฟ้าไม่สม่ำเสมอ เล็กน้อย) และทรงระนาบ-ทรงระนาบ (สนามไฟฟ้าเสมอ) ตามลำดับจึงสรุปได้ว่าค่าขนาดของดิสชาร์จตามผิวจะเพิ่ม สูงขึ้นตามขนาดแรงดันที่ป้อนหรือใช้งานและขั้วอิเล็กโทรด ที่ลักษณะสนามไฟฟ้าไม่สม่ำเสมอสูงจะส่งผลให้เกิด ดิสชาร์จตามผิวสูง จากงานวิจัยที่ได้ศึกษาจะสามารถพัฒนา ต่อยอดเพื่อใช้เป็นอุปกรณ์ประกอบการเรียนการสอน ในรายวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าแรงสูงได้โดยมีวงจรที่ง่ายแก่ การประยุกต์ใช้เพื่อการศึกษาและมีความปลอดภัยต่อนักศึกษาด้วยวงจรป้องกันแหล่งจ่าย

เอกสารอ้างอิง

- กิตติศักดิ์ คิตขันธ์ และนายเอกศักดิ์ โยธารักษ์. (2549). *ชุดทดสอบฉนวนแข็งควบคุม ด้วยโปรแกรมเมเบิลลอจิก คอนโทรล*. ปรินซ์นิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย.
- ณรงค์ ทองฉิม. (2533). *เครื่องตรวจวัดดิสชาร์จบางส่วนสำหรับอุปกรณ์ ไฟฟ้าแรงสูง*. ปรินซ์นิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ฤทธิเดช เกาะหวาย และเสาวลักษณ์ จันท้าว. (2552). *การศึกษาเปรียบเทียบแฟลคเตอร์สนามไฟฟ้าในฉนวนเหลวและ ฉนวนอากาศ*. ปรินซ์นิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย.
- วิทยา ฉายทอง, สมทบ บุญเมือง, อติกร เสรีพัฒนานนท์, และวิชัย เพิ่มเกียรติขจร. (2543). *ชุดทดสอบทางไฟฟ้า ของสารฉนวนแข็ง*. ปรินซ์นิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร.
- สำรวย สังข์สะอาด. (2549). *วิศวกรรมไฟฟ้าแรงสูง*. กรุงเทพฯ: ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สำรวย สังข์สะอาด และณรงค์ ทองฉิม. (2533). *เครื่องตรวจวัดดิสชาร์จบางส่วนภายในอุปกรณ์ไฟฟ้าแรงสูง*. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- Lam, H. (1979). *Analog and Digital Filters : Design and Realization*. New Jersey: Prentice-Hall.
- Rizzoni, G. (1989). *Principles and Applications of Electrical Engineering*. Ohio: Ohio State University

แนะนำหนังสือ Book Reviews



ดีไซน์ + คัลเจอร์ 3

ประชา สุวิรานนท์ เขียน

จัดพิมพ์โดย สำนักพิมพ์ฟ้าเดียวกัน

มีนาคม 2554, 304 หน้า, ราคา 380 บาท

พศ.บุษยมาศ สิ้นธุประมา*

อักษร D และ C เหลื่อมทับกันในรูปของแผนที่ดวงจันทร์ โดยให้ความหมายผ่าน วัฒนธรรมและ ดีไซน์ สองสิ่งที่ไม่สามารถแยก 2 ฟากของดวงจันทร์ออกจากกัน ปรางอุยอยู่บนปกหนังสือลำดับที่ 3 ในชุด “ดีไซน์+คัลเจอร์” ของประชา สุวิรานนท์

หนังสือความยาว 280 หน้าเล่มนี้เป็นการรวบรวมข้อมูลในช่วงเดือนตุลาคม 2551 ถึงสิงหาคม 2553 ของผู้เขียนมาจัดกลุ่มตามหัวข้อได้เป็น 5 บท แต่ละบทประกอบด้วยบทความ 3-5 ชิ้นซึ่งสมบูรณ์ในตัวเอง

ในบท “Icon & Identity” ผู้เขียนเน้นถึงแนวคิดหลักของหนังสือชุดนี้ด้วยการกล่าวถึงหนังสือของ Gee Thomson ชื่อ *Mesmerization : The Spells that Control Us - Why We Are Losing Our Minds to Global Culture* (2008) ซึ่งชี้ว่าธรรมเนียมต่างๆ นั้นเปรียบเหมือนมนตราที่ร้ายขึ้นโดยเหล่านักออกแบบผู้สอดแทรกความหมายทางวัฒนธรรมลงไปในการใช้โดยไม่รู้ตัว และผู้บริโภคที่ไม่สามารถแยกแยะรูปแบบออกจากเนื้อหา ก็กลายเป็นผู้ต้องมนต์ในสังคมบริโภคนิยม เช่นเดียวกับในบทความ “โฆษณาชุดภูมิคุ้มกัน : หน้าตาของศัตรู ที่อยู่ของเชื้อโรค” ซึ่งผู้เขียนชี้ให้เห็นว่าแนวคิด

*รองอธิการบดีฝ่ายวิจัย มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย

ในการออกแบบนั้นยึดโยงอยู่กับอุดมการณ์ของรัฐอย่างไร คือสิ่งที่หนังสือชุดนี้พยายามจะสื่อว่านกออกแบบนั้นไม่ได้มีหน้าที่เพียงการประดิษฐ์รูปแบบการนำเสนอเท่านั้น แต่ยังต้องมีส่วนรับผิดชอบต่อความหมาย และการผลิตซ้ำ อุดมการณ์ต่าง ๆ ที่เขาได้สอดแนบเข้าไปในดีไซน์อย่าง หลีกเลียงไม่ได้

ในบท **Style & Language** ผู้เขียนได้แนะนำ นกออกแบบกราฟฟิคที่เป็นตำนาน เช่น (1) Puala Scher จากกลุ่มเพนตาแกรม ซึ่งขึ้นชื่อว่าเป็นกลุ่มที่มีกฎเกณฑ์ การรับสมาชิกอย่างเข้มงวดราวกับอัศวินเทมพลาร์ (templar) (2) The Designers Republic กลุ่มนกออกแบบที่ ทำตัวเป็นกบฏจนได้รับการยอมรับจากทั่วโลก และ 3) Lou Dorfsman กราฟฟิคดีไซน์เนอร์ของสำนักข่าว CBS ที่ กลายมาเป็นผู้สร้างแบรนด์เสียเอง นอกจากนี้ ในบทความ “Subliminal Seduction : เซ็กซ์+สุรา = โฆษณาได้สำนึก” ผู้เขียนได้กล่าวถึงทฤษฎีการโฆษณาซึ่งเป็นที่ถกเถียง และมีอิทธิพลต่อวงการดีไซน์เนอร์มากที่สุดทฤษฎีหนึ่ง คือการโฆษณาได้สำนึก ผ่านการใส่ภาพ สัญลักษณ์ หรือ ข้อความลงไปในงานออกแบบอย่างแนบเนียน เช่น การใช้ภาพ หรือข้อความที่กระตุ้นความรู้สึกทางเพศใน โฆษณาเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ การแทรกข้อความใน ภาพยนตร์เป็นช่วงเวลาที่ยานยนต์ผู้ชมไม่สามารถรับรู้ได้ โดยสำนักปกคิต ซึ่งท้ายที่สุดแล้ว แม้จะยังพิสูจน์ไม่ได้แน่ชัด ว่าวิธีดังกล่าวมีประสิทธิภาพเพียงใด เทคนิคดังกล่าว ก็กลายเป็นมาตรฐานในการทำโฆษณาที่ดูถูกผู้ชมด้วยการ พยายามโน้มน้าวจิตใจได้สำนึกมาจนกระทั่งทุกวันนี้

บทที่ 3 **“Information & Persuasion”** ของ หนังสือพูดถึงงานสำคัญของนกออกแบบกราฟฟิคส์ คือ การนำเสนอข้อมูลจำพวกแผนผังความสัมพันธ์ และ กระบวนการทำงานต่าง ๆ หรือ Infographics ซึ่งนอกจาก ผู้ออกแบบต้องมีความเข้าใจในข้อมูลที่จะนำเสนอเป็น อย่างดีแล้ว ยังต้องเผชิญกับปัญหาทางจริยธรรมในการ ถ่ายทอดข้อมูลนั้นออกมาตามความเป็นจริงด้วย ผู้เขียน ได้ยกตัวอย่างว่าความชำนาญของกราฟฟิคดีไซน์เนอร์นั้น ทำได้กระทั่ง เปลี่ยนผลประกอบการที่ติดลบให้ดูคล้าย

ความสำเร็จ เปลี่ยนการเดินทางในท่ามกลางหมู่ร้านค้า ให้แลดูคล้ายความร่ำรวยในรีสอร์ท (หน้า 171-172) และ บางครั้งกลายเป็นวิชามารในการทำลายคู่ต่อสู้ทางการเมือง ด้วยการบิดเบือนความจริงด้วยแผนภูมิที่ผ่านการออกแบบ อย่างจงใจ (หน้า 176-177) เป็นต้น

ในบท **“Object & Desire”** ผู้เขียนชี้ว่าดีไซน์ คือการทำให้ความปรารถนาของผู้คนได้รับการเติมเต็ม เป็นวัตถุที่จับต้องได้ เช่นถุงผ้าที่ช่วยให้ผู้ซื้อรู้สึกว่าได้มี ส่วนร่วมในการลดภาวะโลกร้อน ทั้ง ๆ ที่ความจริงแล้ว กลายเป็นธุรกิจมูลค่าหลายสิบล้านที่ผลิตสินค้ามาจน เกินจำเป็น เช่นเดียวกับการสร้างภาพลักษณ์ของสินค้า ในยุคสมัยต่าง ๆ ที่มักจะสอดคล้องกับความต้องการของผู้คน ในสังคม เช่นสินค้าในทศวรรษ 30 ของอเมริกาจะมี ภาพลักษณ์ของความสะอาดบริสุทธิ์ เนื่องจากการตื่นตัว เรื่องสาธารณสุขในทศวรรษ 20 และทฤษฎีเชื้อโรคของหลุยส์ ปาสเตอร์กับโจเซฟ ลิสเตอร์ ได้ทำให้ความสะอาดเป็น คุณค่าที่บรรดาแม่บ้านปรารถนา และเครื่องใช้ที่มีภาพลักษณ์ ของความสะอาดสะอาดอันก็ตอบสนองความต้องการนี้โดย ไม่ต้องมีการพิสูจน์ว่าแท้จริงแล้วสินค้านั้นสะอาดกว่าสินค้า ที่ไม่ได้ถูกดีไซน์อย่างจงใจหรือไม่

Profession & Ethics บทส่งท้ายของหนังสือ ประกอบด้วยบทความว่าด้วยความเป็นวิชาชีพของกราฟฟิค ดีไซน์เนอร์ ตั้งแต่สถานะความเป็นวิชาชีพที่ตกต่ำลงเรื่อย ๆ เพราะไม่มีการรวมกลุ่ม ไม่มีมาตรฐานราคาการจ้างงาน หรือสมาพันธ์ใด ๆ แต่ในทางตรงกันข้าม กราฟฟิคดีไซน์ ในฐานะกิจกรรมกลับเติบโตขึ้นอย่างต่อเนื่องในโลกยุค สังคมออนไลน์ แดลงการณ์ FTF (First things first) ที่เรียกร้องให้นกออกแบบทั่วโลกตระหนักถึงการเป็น แนวหน้าของลัทธิบริโภคนิยมในโลกปัจจุบัน รวมไปถึงจนถึง การใช้เวทีการประกวดเป็นพื้นที่แสดงจุดยืนทางการเมือง การแสดงออกซึ่งเจตนารมณ์ของกราฟฟิคดีไซน์เนอร์ ที่นอกเหนือไปจากการออกแบบรูปปลั๊กของเนื้อหา เช่นการที่ดีไซน์เนอร์ 5 คนปฏิเสธไม่รับรางวัล National Design Award ซึ่งเปรียบดั่งออสการ์ของดีไซน์เนอร์ เพื่อต่อต้านนโยบายการต่างประเทศของรัฐบาลจอร์

จ ดับเบิลยู บุช ซึ่งเป็นเจ้าภาพในการมอบรางวัล

“ดีไซน์ + คัลเจอร์ 3” เป็นหนังสือที่น่าสนใจและเสนอประเด็นทางสังคม วัฒนธรรมอย่างจริงจัง โดยผ่านการค้นคว้าข้อมูลจำนวนมาก หนังสือเล่มนี้มองวัฒนธรรมผ่านสายตาของนักออกแบบ และนำเสนอด้วยกราฟฟิกภาพประกอบที่น่าสนใจชวนติดตามตลอดทั้งเล่ม ทำให้

ทฤษฎีทางสังคมศาสตร์ที่ฟังดูยาก เช่นแนวคิดของโรแลนด์ บาร์ตส์ (Roland Bathes) หรือฌอง โบรียาร์ด (Jean Baudrillard) กลายเป็นหัวข้อที่ง่ายต่อการเข้าใจของคนทั่วไป และทำให้ทั้งกราฟิกดีไซน์เนอร์ และนักสังคมศาสตร์ต่างตระหนักว่าบางทีพวกเขาอาจอาศัยอยู่บนดวงจันทร์ดวงเดียวกัน



ชีวิตนี้สำคัญนัก

ชีวิตนี้สำคัญนัก เพื่อความสุขสวัสดิ์แห่งชีวิต
เบื้องหน้า

สมเด็จพระญาณสังวร สมเด็จพระสังฆราช
สกลมหาสังฆปริณายก พระธรรมนิพนธ์
นพพร สุวรรณพานิช แปล
จัดพิมพ์โดย สำนักพิมพ์แสงดาว
พิมพ์ครั้งที่ 1 2553, 224 หน้า, ราคา 160 บาท

เรียบเรียงโดย อาจารย์สุกัญญา ชวนิชย์*
รายการหนังสือสื่อความรู้ ช่วงหนังสือชวนคุย
ออกอากาศทางสถานีวิทยุ FM ๙๗.๗๕ Mhz.
“คลื่นสีขาวของชาวพุทธ” ครั้งที่ ๑

สำหรับพระธรรมนิพนธ์ เรื่อง “ชีวิตนี้สำคัญนัก”
พระธรรมนิพนธ์ในสมเด็จพระญาณสังวร สมเด็จพระสังฆราช
สกลมหาสังฆปริณายก เป็นการนำหลักธรรมในพระพุทธศาสนา
มาเรียบเรียง ถ่ายทอดได้อย่างชัดเจน สามารถนำไปปฏิบัติ
ได้ในชีวิตประจำวัน ซึ่งคุณนพพร สุวรรณพานิชได้ถอดความ
และแปลเป็นภาษาอังกฤษ จัดพิมพ์โดย สำนักพิมพ์แสงดาว

ในปี พ.ศ. 2553 นี้ การจัดพิมพ์ครั้งนี้คุณนพพร สุวรรณพานิช
ได้นำมาจัดแบ่งเนื้อหาออกเป็นตอนย่อยๆ จำนวน 76 ตอน
เพื่อให้ทุกตอนมีความกระชับ ง่ายต่อการศึกษาและทำความเข้าใจ
สามารถหยิบอ่านได้ทั้งในเวลาว่างที่รวดเร็ว และอ่านแบบ
ต่อเนื่อง

คำว่า “ชีวิตนี้น้อยนัก...สั้นนัก” ในความหมายของ
พระนิพนธ์นี้ท่านมุ่งให้เปรียบชีวิตนี้กับ ชีวิตในอดีตที่
นับชาติไม่ถ้วน และชีวิตในอนาคตที่จะนับชาติไม่ถ้วน
อีกเช่นกัน

นอกจากนั้นเนื้อหาในพระนิพนธ์ทรงแสดงให้เห็น
ผู้อ่านเห็นว่า ชีวิตของคนเรานั้นถ้าจะมองให้อะไรใหญ่
ก็ยิ่งใหญ่มาก ถ้าจะมองว่าเล็กเพียงแค่ผงธุลี ก็เล็กน้อย
แต่ไม่ว่าชีวิตจะน้อยหรือมาก จะสั้นหรือยาว ก็เป็นความ
สำคัญเสียเหลือเกิน สำคัญยิ่งกว่าชีวิตในอดีตและชีวิต
ในอนาคตเสียอีก เพราะการมีชีวิตปัจจุบันนี้เองทำให้เรา
สามารถเตรียมสร้างชีวิตในอนาคตให้ดีเลิศงดงามเพียงใด
ก็ได้ และชีวิตปัจจุบันนี้เอง ทำให้เราสร้างประโยชน์ยิ่งใหญ่ได้
ทำให้เราหนีไกลจากกรรมไม่ดีได้ด้วย

อีกทั้ง ความสบายใจที่เกิดจากการปลงใจเชื่อให้จริง
เชื่ออย่างปราศจากข้อสงสัยในเรื่องของกรรมและการให้ผล
ของกรรมนั้น มีผลที่ยิ่งใหญ่มาก เพราะความเชื่อ...จะทำ
ให้เกิดความกลัวและหยุดยั้งการทำความผิด เมื่อละเสีย
ซึ่งการทำความกรรมไม่ดี ผลไม่ดีก็ย่อมจะไม่เกิดแก่ตน
ความสบายทั้งปวงก็จะมีตามมา

ในธรรมนิพนธ์นี้ท่านเจ้าประคุณสมเด็จพระ
สังฆราช ทรงแสดงไว้ในหลาย ๆ ตอนว่า ...แม้จะยังไม่เชื่อ
ในเรื่องการให้ผลของกรรมว่าตรงตามเหตุ ท่านก็ขอให้ลอง
พิสูจน์ดู แต่ทรงแนะวิธีการพิสูจน์ให้ด้วย.....คือ ขอให้
ลองพิสูจน์ด้วยการไม่ทำความกรรมที่ไม่ดีให้ตลอดไป
เพราะทรงมั่นใจเหลือเกินว่า ผลที่จะเกิดขึ้น...ที่จะได้รับ....
ย่อมจะเป็นความถูกต้องเสมอ การส่งผลของกรรมดีและ
กรรมไม่ดีนั้นข้ามพบข้ามชาติได้ กรรมในอดีตชาติส่งผล
มาทันในชาติปัจจุบันก็มี ส่งไปถึงอนาคตชาติก็มี แล้วแต่

*รองอธิการบดีฝ่ายนโยบายและแผน และ รักษาการ ผู้อำนวยการสำนักการคลังและทรัพย์สิน
มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย

ผู้ทำกรรมจะสามารถหนีไปไกลได้เท่าไร หรือหนีได้นานเท่าไร นั้นหมายถึงว่า...ในปัจจุบันชาติจะสามารถในการทำจิตใจให้เป็นบุญกุศล หรือว่าทำความดีได้มากเพียงใด เป็นกรรมที่ใหญ่ยิ่งหนักหนากว่ากรรมไม่ดีหรือไม่

ท่านได้ทรงเปรียบเทียบว่า การให้ผลของกรรมนั้นเปรียบได้กับการตกจากที่สูงของวัตถุ สิ่งใดหนักกว่า...เมื่อตกลงจากที่เดียวกัน ในเวลาใกล้เคียงกัน...สิ่งนั้นย่อมถึงพื้นก่อน เปรียบดังกรรมสองอย่าง คือ กรรมดีและกรรมไม่ดี กระทำในเวลาใกล้เคียงกัน กรรมที่หนักกว่า...ไม่ว่าจะเป็นกรรมดีหรือ กรรมไม่ดีก็ตามย่อมส่งผลก่อน กรรมที่เบากว่าย่อมส่งผลทีหลัง และย่อมส่งผลทั้งสองแน่นอน ไม่เร็วก็ช้า ไม่ช้าก็ช้านี้ก็ชาติหน้า ไม่ชาติหน้าก็ชาติต่อไป อาจจะอีกหลายภพหลายชาติก็ได้...เพราะกรรมไม่ใช่สิ่งจะลบเลือนด้วยกาลเวลานานเพียงใด...กรรมก็จะทำหน้าที่อย่างตรงไปตรงมา ทำหน้าที่ต่อผลเสมอ.....กรรมจึงมีอำนาจเหนืออำนาจทั้งปวง

ในความตอนหนึ่งของธรรมนิพนธ์นี้ ท่านทรงชี้ให้เห็นว่า คนเรานั้นควรอย่างยิ่งที่จะฝึกจิตของตนเองให้คุ้นเคยกับสิ่งดีมีมงคล เพื่อสร้างโอกาสให้ใจยึดมั่นผูกพันข้องติดในสิ่งที่จะน้อมนำไปในทางดี ซึ่งความคุ้นเคยกับความรู้สึกละเอียดอย่างหนึ่งเสมอๆ บ่อยๆ เนื่องๆนั้นนอกจากจะเป็นความคุ้นชินในปัจจุบันแล้ว จะส่งต่อผ่านภพผ่านชาติได้ด้วย

มีตัวอย่างที่ทรงกล่าวไว้ในพระธรรมนิพนธ์เล่มนี้ว่า...ผู้ที่มีใจผูกพันอยู่กับการเอื้อเฟื้อเผื่อแผ่ ทำทานการกุศลมากในอดีตชาติ ปัจจุบันชาติก็จะสมบูรณ์ด้วยทรัพย์สินเงินทอง ผู้ที่มีใจผูกพันอยู่กับการเอื้ออาทรการดูแลรักษา ให้ข้าวปลาอาหาร ยารักษาโรค ไม่เบียดเบียนชีวิตร่างกายผู้อื่น สัตว์อื่น ก็จะเป็นผู้ที่ร่างกายสมบูรณ์แข็งแรง ผู้ที่มีใจผูกพันอยู่กับการระวังรักษากาย วาจา ใจของตนให้สุภาพอ่อนน้อม ก็จะเป็นผู้อยู่ในตระกูลสูงซึ่งย่อมจะได้รับความเคารพอ่อนน้อมเช่นเดียวกับที่เคยปฏิบัติต่อผู้อื่นไว้ในอดีตชาติ ผู้ที่มีใจผูกพันอยู่กับการรักษากาย วาจา ใจ อยู่ในศีลบริสุทธิมากในอดีตชาติ ก็จะเป็นผู้ที่มีผิวพรรณอันงดงาม หน้าตาผ่องใส เป็นที่เจริญตาเจริญใจผู้พบเห็นทั้งหลาย และผู้ที่มีใจผูกพันอยู่กับการปฏิบัติธรรมมากในอดีตชาติ ก็จะได้รู้ได้จากปัจจุบันชาติ คือจะเป็นผู้มีปัญญาเฉลียวฉลาด ศึกษาปฏิบัติธรรมเข้าใจง่าย เจริญดีในธรรม

สุดท้ายสรุปเป็นความสั้น ๆ จากพระธรรมนิพนธ์ของสมเด็จพระญาณสังวร สมเด็จพระสังฆราช สกลมหาสังฆปริณายก ที่ก่อกวีไปด้วย อรรถรสทางภาษาและเนื้อหาแห่งองค์ธรรมของพระบรมศาสดา เรื่อง “ชีวิตนี้สำคัญนัก” เป็นความสั้น ๆ ว่า “ชีวิตนี้น้อยนัก...แต่ชีวิตนี้สำคัญนัก เป็นหัวเลี้ยวหัวต่อ เป็นทางแยก จะไปที่สูงที่ต่ำ จะไปดีไปร้าย เลือกได้ในชีวิตนี้เท่านั้น”

ประกาศเกียรติคุณผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณาด้านฉบับ
วารสาร EAU HERITAGE
ปีที่ 5 ฉบับที่ 1 ประจำปี พ.ศ. 2554

วารสาร EAU HERITAGE ปีที่ 5 ฉบับวิทยาศาสตร์ ฉบับที่ 1 ประจำปี พ.ศ. 2554 ได้รับความกรุณาจากผู้ทรงคุณวุฒิหลายท่านจากสถาบันต่าง ๆ ที่ได้สละเวลาและความคิดในการตรวจต้นฉบับบทความ ด้วยความอุตสาหะยังผลให้วารสาร EAU Heritage ดำเนินการไปด้วยความสมบูรณ์และก่อให้เกิดมาตรฐานทางวิชาการมากยิ่งขึ้น
มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซียจึงขอขอบพระคุณและประกาศเกียรติคุณผู้ทรงคุณวุฒิดังรายนามต่อไปนี้

1. รองศาสตราจารย์ ดร. ธนคม สุนทรชัยนาคแสง
2. รองศาสตราจารย์ ดร. ปิติเขต สุรรักษ์
3. รองศาสตราจารย์ ดร. วีระเชษฐ ชันเงิน
4. รองศาสตราจารย์ ดร. สมบัติ ทิมทรัพย์
5. ดร. วรพรรณ กิจผาติ
6. รองศาสตราจารย์ ดร. สุจิตรา ทองประดิษฐ์โชติ
7. รองศาสตราจารย์ ดร. สุวรรณา วรรณัน
8. รองศาสตราจารย์ ดร. วิเชียร ชูติมาสกุล
9. ผศ. ดร. พรฤดี เนติโสภาสกุล
10. รองศาสตราจารย์ ดร. บุญใจ ศรีสถิตยัณรากร
11. ศ. ดร. ณรงค์ โนมเฉลา

ใบสมัคร
สมาชิการสารวิชาการมหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย



EAU Heritage Journal
วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย

ชื่อ _____ นามสกุล _____
ในนาม _____ (ระบุชื่อองค์กร)
เลขที่ _____ หมู่ที่ _____ ตรอก/ซอย _____ ถนน _____
แขวง/ตำบล _____ เขต/อำเภอ _____ จังหวัด _____
รหัสไปรษณีย์ _____ โทรศัพท์ _____ โทรสาร _____ อีเมล _____

การออกใบเสร็จรับเงิน ☐ ต้องการ ☐ ไม่ต้องการ

ออกใบเสร็จในนาม _____

สำหรับสมาชิก

☐ สมาชิกใหม่ ☐ ต่ออายุสมาชิก

ตั้งแต่ปีที่ _____ ฉบับที่ _____ เดือน _____ พ.ศ. _____ ระยะเวลา _____ ปี

อัตราค่าสมาชิก : 1 ปี 2 ฉบับ เป็นเงิน 240 บาท

การชำระค่าสมาชิก

☐ ธนาคา ☐ ตัวแลกเงิน ☐ เงินสด

จำนวนเงิน _____ บาท (_____)

ธนาคา/ตัวแลกเงินจ่าย ปณ.ธัญบุรี 12110 ในนาม มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย

ส่งที่ สำนักหอสมุดกลาง
มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย
200 ถนนรังสิต-นครนายก (คลอง 5) ตำบลรังสิต อำเภอธัญบุรี จังหวัดปทุมธานี 12110
(วงเล็บมุมซองด้านขวา “สมาชิการสาร EAU”)

ประสานการสมัครสมาชิก : อรพินท์ ลูกอินทร์

สำนักหอสมุดกลาง โทร : 0-2577-1028 # 377

นโยบายการจัดพิมพ์

วารสาร EAU Heritage เป็นวารสารราย 6 เดือน มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซียจัดพิมพ์ขึ้นเพื่อเผยแพร่ความรู้ในสาขาวิชาต่างๆ ด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เพื่อให้เกิดประโยชน์ต่อการศึกษา ค้นคว้า และเปิดโอกาสให้นักศึกษา นักวิจัย คณาจารย์ ตลอดจนนักวิชาการทั่วไป ได้มีโอกาสเผยแพร่ผลงานให้เป็นที่ยอมรับต่อสาธารณชน และได้แลกเปลี่ยนความรู้ในวิทยาการด้านต่างๆ

บทความที่เสนอเพื่อตีพิมพ์

บทความที่เสนอเพื่อพิจารณาต้องเป็นบทความวิชาการหรือรายงานการวิจัยทั้งภาษาไทยหรือภาษาอังกฤษในทุกสาขาวิชา เรื่องที่จะได้รับการตีพิมพ์ต้องผ่านกระบวนการพิจารณาจากคณะกรรมการผู้ทรงคุณวุฒิในสาขาวิชาที่เกี่ยวข้องก่อนลงตีพิมพ์ และต้องเป็นบทความที่ยังไม่เคยได้รับการตีพิมพ์เผยแพร่หรืออยู่ระหว่างการพิจารณาในวารสารอื่นๆ (การละเมิดลิขสิทธิ์ถือเป็นความรับผิดชอบของผู้ส่งบทความโดยตรง)

การเตรียมต้นฉบับ

ต้นฉบับที่เสนอเพื่อพิจารณาลงตีพิมพ์ ต้องมีรูปแบบดังต่อไปนี้

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

การอ้างอิงและการเขียนเอกสารอ้างอิง

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

(Fuchs, 2004, p. 21)

ส่วนการเขียนรายการอ้างอิงท้ายเล่ม ให้ใช้ระบบการอ้างอิงแบบ APA ตัวอย่างการเขียนรายการอ้างอิง มีดังนี้

1. หนังสือ

ชื่อผู้แต่ง. (ปีพิมพ์). ชื่อหนังสือ (ครั้งที่พิมพ์). เมืองที่พิมพ์: สำนักพิมพ์หรือหน่วยงานที่พิมพ์.

ประคอง กระมุต. (2541). สถิติเพื่อการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์. กรุงเทพฯ: บรรณกิจ.

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

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

2. ชื่อบทในหนังสือหรือรายงานการประชุม

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

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

3. วารสาร

ชื่อผู้แต่ง. (ปีพิมพ์). ชื่อบทความ. ชื่อวารสาร, ปีที่(ฉบับที่), เลขหน้า.

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

4. หนังสือพิมพ์

ชื่อผู้แต่ง. (ปี, เดือน วันที่). ชื่อบทความ. ชื่อหนังสือพิมพ์, หน้า. ศรีสกุล ลีวาฬะพันธ์. (2545, กรกฎาคม 11). จับที่วิไลสระเป่า เขาทำกันอย่างไร?. *มติชน*, หน้า 19.

5. วิทยานิพนธ์

กอบกุล สรรพกิจงาน. (2541). การวิจัยเชิงนโยบายเพื่อการพัฒนา นโยบายการใช้อินเทอร์เน็ตสำหรับสถาบันอุดมศึกษาไทย. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรดุษฎีบัณฑิต, 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 240 บาท

สถานที่ติดต่อ

ผู้สนใจเสนอบทความหรือบอกรับสมาชิก สามารถติดต่อได้ที่

กองบรรณาธิการวารสาร EAU Heritage (สำนักอธิการบดี)

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

จ.ปทุมธานี 12110

โทรศัพท์ : 02-5771028

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



มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย

ปรัชญา

“บ่อเกิดแห่งปัญญา คือ การศึกษาที่กว้างไกล”
(Wisdom Through Global Education)

วิสัยทัศน์

มหาวิทยาลัยแห่งการเรียนรู้เพื่อคุณภาพและคุณธรรมในเอเชีย
(Learning University for Quality and Morality in Asia)

มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย

200 ถนนธิดา-นครนายก (คลอง 5) ต.ธัญลิต อ.ธัญบุรี จ.ปทุมธานี 12110

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

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