



การพัฒนาชุดสื่อประสมโดยการผสมผสานการเรียนรู้แบบทักษะปฏิบัติเดวิสและ
การเรียนรู้แบบร่วมมือเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาสำหรับนักศึกษาทางสาขาวิชาชีพ

รุ่งอรุณ พรเจริญ
อัมภาภรณ์ พีรวณิชกุล

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากงบประมาณเงินรายจ่าย
ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. ๒๕๖๑
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร



Development of Multimedia Package by Integrating DAVIE'S Instruction
and Cooperative Learning to Develop Problem-Solving Skill for
Students in Profession

Rungaroon Porncharoen
Umpaporn Peerawanichkul



This Report is Funded by Rajamangala University of Technology Phra Nakhon,
Fiscal Year 2018

- ชื่อเรื่อง : การพัฒนาชุดสื่อประสมโดยการผสมผสานการเรียนรู้แบบทักษะปฏิบัติเดวิสส์และการเรียนรู้แบบร่วมมือเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาสำหรับนักศึกษาทางสาขาวิชาชีพ
- ผู้วิจัย : รุ่งอรุณ พรเจริญ และอัมภาภรณ์ พิรวณิชกุล
- พ.ศ. : 2561

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาและหาประสิทธิภาพชุดสื่อประสมโดยการผสมผสานการเรียนรู้แบบทักษะปฏิบัติเดวิสส์และการเรียนรู้แบบร่วมมือเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาสำหรับนักศึกษาทางสาขาวิชาชีพ ทำการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยชุดสื่อประสมระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนและเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาของนักศึกษา และ ศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อชุดสื่อประสมโดยการผสมผสานการเรียนรู้แบบทักษะปฏิบัติเดวิสส์และการเรียนรู้แบบร่วมมือเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาสำหรับนักศึกษาทางสาขาวิชาชีพที่พัฒนาขึ้น กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 3 แขนงวิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์และโทรคมนาคม จำนวน 27 คน ทำการสุ่มแบบเจาะจง (Purposive Sampling) สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ค่าร้อยละ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าสถิติ t-test ผลการวิจัยพบว่า

1. ผลการหาประสิทธิภาพชุดสื่อประสมโดยการผสมผสานการเรียนรู้แบบทักษะปฏิบัติเดวิสส์และการเรียนรู้แบบร่วมมือเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาสำหรับนักศึกษาทางสาขาวิชาชีพ พบว่าชุดสื่อประสมเรื่องสายอากาศไมโครสตริปที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพเท่ากับ 73.58/70.74 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่ตั้งไว้ร้อยละ 70/70

2. ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยชุดสื่อประสมโดยการผสมผสานการเรียนรู้แบบทักษะปฏิบัติเดวิสส์และการเรียนรู้แบบร่วมมือเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาสำหรับนักศึกษาทางสาขาวิชาชีพที่พัฒนาขึ้นระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน พบว่า นักศึกษาที่เรียนด้วยชุดสื่อประสมที่พัฒนาขึ้นหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาของนักศึกษาหลังใช้ชุดสื่อประสมโดยการผสมผสานการเรียนรู้แบบทักษะปฏิบัติเดวิสส์และการเรียนรู้แบบร่วมมือเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาสำหรับนักศึกษาทางสาขาวิชาชีพที่พัฒนาขึ้น พบว่า นักศึกษามีความสามารถในการแก้ปัญหาของนักศึกษาที่เรียนด้วยชุดสื่อประสมที่พัฒนาขึ้นหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

4. ผลการศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อชุดสื่อประสมโดยการผสมผสานการเรียนรู้แบบทักษะปฏิบัติเดวิสส์และการเรียนรู้แบบร่วมมือเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาสำหรับนักศึกษาทางสาขาวิชาชีพที่พัฒนาขึ้น พบว่า ผู้เรียนมีความพึงพอใจต่อชุดสื่อประสม เรื่อง การวิเคราะห์คุณสมบัติและออกแบบสายอากาศแบบไดโพลด้านต่าง ๆ มีค่าเฉลี่ยของระดับความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก



กิตติกรรมประกาศ

รายงานการวิจัยฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี เนื่องจากผู้วิจัยได้รับความกรุณาช่วยเหลืออย่างดียิ่งจากหลายฝ่ายที่ให้การสนับสนุนช่วยเหลือในด้านต่าง ๆ ดังนี้

ขอขอบพระคุณ ผู้เชี่ยวชาญและนักศึกษาของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร อย่างยิ่ง ที่ให้การสนับสนุนทุนวิจัยครั้งนี้ และตรวจเครื่องมือวิจัยที่ได้เสียสละเวลาตรวจสอบแก้ไขปรับปรุงเครื่องมือการวิจัยให้ถูกต้องสมบูรณ์

นอกจากนี้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลวิจัยครั้งนี้ ขอขอบคุณ ผู้มีส่วนเกี่ยวข้องทุกท่านที่เสียสละเวลาในการทดสอบเครื่องมือวิจัยจนสามารถนำเสนอผลงานวิจัยฉบับสมบูรณ์นี้ได้

ผู้วิจัย



สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทคัดย่อ	ก
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	ช
สารบัญภาพ	ซ
บทที่ 1 บทนำ	1
1. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย	3
3. สมมติฐานของการวิจัย	4
4. ขอบเขตของการวิจัย	4
5. นิยามศัพท์เฉพาะ	5
6. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	6
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	8
1. ทฤษฎีและแนวคิดเกี่ยวกับสื่อประสม	8
2. ทฤษฎีการเรียนรู้เชิงรุก	14
3. การเรียนรู้แบบทักษะปฏิบัติเดวิส	18
4. การเรียนรู้แบบร่วมมือ	19
5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	24
6. กรอบแนวคิดของโครงการวิจัย	26
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	27
1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง	27
2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	27
3. การสร้างและหาคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	28
4. การดำเนินการทดลองและการเก็บรวบรวมข้อมูล	40
5. การวิเคราะห์ข้อมูล	42
6. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	42

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
บทที่ 4 ผลการวิจัย	46
1. ผลการหาประสิทธิภาพชุดสื่อประสมโดยการผสมผสานการเรียนรู้แบบทักษะปฏิบัติเดวิสและการเรียนรู้แบบร่วมมือเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาสำหรับนักศึกษาทางสาขาวิชาชีพ	46
2. ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยชุดสื่อประสมโดยการผสมผสานการเรียนรู้แบบทักษะปฏิบัติเดวิสและการเรียนรู้แบบร่วมมือเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาสำหรับนักศึกษาทางสาขาวิชาชีพที่พัฒนาขึ้นระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน	51
3. ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาของนักศึกษาหลังใช้ชุดสื่อประสมโดยการผสมผสานการเรียนรู้แบบทักษะปฏิบัติเดวิสและการเรียนรู้แบบร่วมมือเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาสำหรับนักศึกษาทางสาขาวิชาชีพที่พัฒนาขึ้น	52
4. ผลการศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อชุดสื่อประสมโดยการผสมผสานการเรียนรู้แบบทักษะปฏิบัติเดวิสและการเรียนรู้แบบร่วมมือเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาสำหรับนักศึกษาทางสาขาวิชาชีพที่พัฒนาขึ้น	52
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	55
1. สรุปผลการวิจัย	56
2. อภิปรายผล	58
3. ข้อเสนอแนะ	61
บรรณานุกรม	62
ภาคผนวก	64
ภาคผนวก ก	65
รายชื่อผู้เชี่ยวชาญในการตรวจเครื่องมือที่การวิจัย	66
ภาคผนวก ข	67
แบบสอบถามที่ใช้ในการวิจัย	68

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
ภาคผนวก ค	76
ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับ วัตถุประสงค์ของสื่อการสอนที่พัฒนาขึ้น	77
ผลการวิเคราะห์ค่าความยากง่าย และค่าอำนาจจำแนกของ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	79
ภาคผนวก ง	81
ตัวอย่างชุดสื่อประสมที่พัฒนาขึ้น	82
ประวัติผู้วิจัย	108



สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
3.1	จำนวนใบเนื้อหา แบบร่างกระดาน และแบบทดสอบหลังเรียน	33
4.1	องค์ประกอบของชุดสื่อประสม เรื่อง การวิเคราะห์คุณสมบัติและ ออกแบบสายอากาศแบบไดโพล	47
4.2	ผลการวิเคราะห์คะแนนแบบทดสอบท้ายบทเรียน	50
4.3	ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพชุดสื่อประสม	50
4.4	การเปรียบเทียบผลการเรียนของผู้เรียนก่อนเรียนและหลังเรียน	51
4.5	การเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาของนักศึกษา	52
4.6	ผลการวิเคราะห์แบบสอบถามความพึงพอใจของผู้เรียนในภาพรวม	53
4.7	ผลการวิเคราะห์แบบสอบถามความพึงพอใจของผู้เรียนในด้านสื่อการ สอน	54



สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
2.1	กรวยแห่งการเรียนรู้	15
3.1	ขั้นตอนการสร้างและการหาคุณภาพเครื่องมือวิจัย	28
3.2	ผังความคิดผลการวิเคราะห์หลักสูตรรายวิชาวิศวกรรมสายอากาศ	31
3.3	ขั้นตอนการสร้างสื่อการสอน	34
3.4	ตัวอย่างการนำเสนอเนื้อหาด้วยเพาเวอร์พอยต์ บทเรียนที่ 1 การเรียนรู้คุณสมบัติต่าง ๆ ของสายอากาศ	35
3.5	ตัวอย่างการนำเสนอเนื้อหาด้วยเพาเวอร์พอยต์ บทเรียนที่ 2 การวิเคราะห์คุณสมบัติพื้นฐานของสายอากาศแบบไดโพล	36
3.6	ตัวอย่างการนำเสนอเนื้อหาด้วยเพาเวอร์พอยต์ บทเรียนที่ 3 การวิเคราะห์คุณสมบัติสู่การออกแบบสายอากาศแบบไดโพล	36
3.7	การนำเสนอเนื้อหาด้วยชุดสาธิต	37
3.8	รูปแบบการแพร่กระจายคลื่น	37
3.9	ผลเป็น 3 มิติ	38
3.10	กราฟ VSWR	38
3.11	ขั้นตอนการดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล	41
4.1	ตัวอย่างแผนการเรียน	48
4.2	ตัวอย่างการนำเสนอด้วยเพาเวอร์พอยต์	48
4.3	ตัวอย่างเนื้อหาด้วยชุดสาธิต	49
4.4	โปรแกรมจำลองการทำงาน	49
4.5	ผลการวิเคราะห์แบบสอบถามความพึงพอใจของผู้เรียนในภาพรวม	53
4.6	ผลการวิเคราะห์แบบสอบถามความพึงพอใจของผู้เรียนในด้านสื่อ การสอน	54

บทที่ 1

บทนำ

1. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ความก้าวหน้าอย่างต่อเนื่องของเทคโนโลยีสมัยใหม่ในยุคของเทคโนโลยีดิจิทัลที่นำมาประยุกต์ใช้ในการศึกษาส่งผลให้การเรียนการสอนจำเป็นต้องปรับเปลี่ยนกระบวนการในการจัดสภาพแวดล้อมของการเรียนรู้ให้มีลักษณะและหรือบรรยากาศที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนการสอน ช่วยสนับสนุนให้ผู้เรียนมีโอกาสเรียนรู้ได้ตามอัตราความก้าวหน้าของตนเอง (ดุสิต ขาวเหลือง, 2549) จากการรายงานการปฏิรูปการเรียนรู้ในระดับอุดมศึกษา พบว่าการเรียนรู้ช่วยให้คนเราสามารถปรับตัวให้เข้ากับสถานการณ์ที่เกิดขึ้นในชีวิตหรือสามารถปรับสิ่งแวดล้อมให้เข้ากับตนเองได้อย่างเหมาะสม การเรียนรู้จึงนับเป็นวิธีการหนึ่งที่จะช่วยเพิ่มศักยภาพของมนุษย์ซึ่งเป็นทรัพยากรบุคคลของประเทศ ดังนั้นการจัดการศึกษาของประเทศไทยสามารถแบ่งออกได้ 3 รูปแบบ คือ การศึกษาแบบในระบบ แบบนอกระบบ และแบบตามอัธยาศัยเพื่อให้เหมาะสมกับโอกาส สภาพปัญหา และความต้องการของแต่ละบุคคล (สำนักงานปฏิรูปการศึกษา, 2545 อ้างถึงใน จงรัก สามารถ และคณะ, 2556) ดังนั้นวงการศึกษไทยจึงมีความตื่นตัวเกี่ยวกับการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนและนำนวัตกรรมรูปแบบต่าง ๆ มาช่วยพัฒนาการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น เพื่อให้เหมาะสมกับเนื้อหาเวลา และศักยภาพของผู้เรียนในด้านต่าง ๆ ทั้งด้านพุทธิพิสัย จิตพิสัย และทักษะพิสัย ซึ่งทำให้สอดคล้องกับกรอบมาตรฐานคุณวุฒิระดับอุดมศึกษาที่ได้ดำเนินการปรับปรุงหลักสูตรและจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาบัณฑิตให้มีผลการเรียนรู้อย่างน้อย 5 ด้าน รวมทั้งมีคุณลักษณะที่พึงประสงค์ที่ได้กำหนดไว้ จึงจำเป็นต้องพัฒนาคณาจารย์และบุคลากรให้มีความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาบัณฑิตให้บรรลุผลการเรียนรู้ทั้ง 5 ด้าน ซึ่งแต่ละด้านมีธรรมชาติที่แตกต่างกันและต้องอาศัยกระบวนการเรียนรู้และการสอนที่ต่างกัน (ทิศนา แคมมณี, 2553)

ในศตวรรษที่ 21 ความรวดเร็วของเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร (Information and Communication Technology : ICT) มีการเปลี่ยนแปลง การหลอมรวม และการเชื่อมโยงทางด้านเศรษฐกิจ วัฒนธรรม สังคม และชีวิตความเป็นอยู่ของคน ดังนั้นการจัดการศึกษาในปัจจุบันจึงต้องนำเอา ICT ต่าง ๆ ที่มีอยู่ในปัจจุบันและผู้เรียนคุ้นเคยเป็นอย่างดีเข้ามาใช้ร่วมกับการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่หลากหลาย ซึ่งผลจากการวิจัยพบว่า การใช้ ICT ทำให้ครูสามารถจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมกับการเรียนรู้และทำให้การเรียนรู้

เป็นไปอย่างมีความหมายและส่งเสริมให้ผู้เรียนได้รับการพัฒนาในด้านต่าง ๆ ได้แก่ ทักษะการคิด การทำงานเป็นทีม การสื่อสาร และการกำกับตนเอง (Punya, M., Chris, F., & Danah, H., 2013)

การวิจัยที่ผ่านมาของสถาบันวิจัยเพื่อพัฒนาประเทศไทย (ทีดีอาร์ไอ) ชี้ว่าสาเหตุปัญหาหลักของคุณภาพการศึกษาไทย คือ การที่ระบบการศึกษาของไทยในปัจจุบันเป็นระบบไม่เอื้อต่อการสร้างความรับผิดชอบ (Accountability) ทั้งในส่วนของ การทดสอบ ระบบการประเมินผลโรงเรียน นอกจากนี้ หลักสูตรและตำราเรียนของไทยยังไม่สอดคล้องกับการพัฒนาทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 (21st Century Skills) ส่งผลทำให้การเรียนการสอนตลอดจนการสอบยังคงเน้นการจดจำเนื้อหา มากกว่าการเรียน เพื่อให้มีความรู้ความเข้าใจอย่างแท้จริง และจากสถิติการเรียนต่อในระดับอุดมศึกษาพบว่า ปัจจุบันบัณฑิตที่จบออกมาต่งานปีละ 100,000 กว่าคน และบัณฑิตจำนวนมากที่มีแค่ปริญญาแต่ขาดทักษะอนาคตหางานทำได้ยาก ส่วนมากต้องไปทำงานอื่น ๆ ซึ่งไม่ตรงกับสาขาที่เรียนมา เพราะสภาพแวดล้อมเปลี่ยนไปความต้องการคนทำงานเปลี่ยนไป แต่มหาวิทยาลัยยังมีวิธีการจัดการเรียนการสอนแบบเดิมโดยไม่ใส่ใจกับโอกาสใ้ทำงานของบัณฑิต สอดคล้องกับผลการสำรวจบรรยากาศการลงทุนประจำปี 2543 และปี 2550 ของ สศช. ร่วมกับธนาคารโลก พบว่า ปัญหาด้านทักษะและสมรรถนะพื้นฐานของแรงงานไทยที่สำคัญ 4 ด้าน ได้แก่ ทักษะด้านภาษาอังกฤษ ทักษะด้านเทคโนโลยีและสารสนเทศ (IT) การคำนวณ และความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม และสอดคล้องกับผลการศึกษาปัญหาด้านความรู้และทักษะของแรงงานรายอุตสาหกรรมที่สำคัญของสำนักงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรม (2543) สศช. (2549) และสถาบันวิจัยเพื่อการพัฒนาประเทศไทย (2555) ดังนั้น ผู้สอนจึงควรจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เหมาะสม สอดคล้องกับผู้เรียนแต่ละคน โดยมุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้ฝึกทักษะลงมือปฏิบัติ เพื่อปรับปรุงและพัฒนาสภาพการเรียนการสอนของผู้เรียนช่างอุตสาหกรรม ซึ่งการจัดการเรียนรู้ที่สามารถนำมาพัฒนากระบวนการคิดแก้ปัญหาได้คือ การจัดการเรียนรู้เชิงรุก (Active Learning) การเรียนเชิงรุกเป็นการเรียนที่เน้นให้ผู้เรียนได้ปฏิบัติ และสร้างความรู้จากสิ่งที่ปฏิบัติในระหว่างการเรียนการสอน โดยเน้นการพัฒนาทักษะ ความสามารถที่ตรงกับพื้นฐานความรู้เดิม ส่งผลให้ผู้เรียนเชื่อมโยงความรู้ใหม่กับความรู้เดิมที่มีจากการปฏิบัติและความต้องการของผู้เรียนเป็นสำคัญ ซึ่งช่วยให้ผู้เรียนเกิดความใฝ่รู้ เกิดทักษะกระบวนการคิด และกระบวนการแก้ปัญหา ต่าง ๆ (ทิตินา แคมมณี, 2555) ซึ่งแนวคิดที่สอดคล้องกับการจัดการศึกษาในศตวรรษที่ 21 มากที่สุด คือ เชื่อว่าการเรียนรู้จะเกิดขึ้นเมื่อผู้เรียนได้สร้างความรู้ที่เป็นของตนเอง ขึ้นมาจากความรู้ที่มีอยู่เดิม หรือจากความรู้ที่รับเข้ามาใหม่ด้วยเหตุผลนี้ห้องเรียนในศตวรรษที่ 21 จึงไม่ควรเป็นห้องเรียนที่ผู้สอนเป็นผู้จัดการทุกสิ่งทุกอย่าง โดยผู้เรียนเป็นฝ่ายรับ แต่ต้องให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติเอง สร้างความรู้ที่เกิดจากความรู้ความเข้าใจของตนเองและมีส่วนร่วมในการเรียนมากขึ้น

จากรายงานผลการสำรวจความต้องการคุณลักษณะที่พึงประสงค์ของสถานประกอบที่มีต่อนักศึกษาของคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม พบว่า ยังขาดทักษะการลงมือปฏิบัติส่งผลไม่สามารถ

ปฏิบัติงานที่ได้รับมอบหมายได้ และขาดแก้ปัญหาและการตัดสินใจเฉพาะหน้าในการปฏิบัติงาน (รุ่งอรุณ พรเจริญ, 2559) ด้วยเหตุนี้ ควรมีการจัดการเรียนการสอนที่ทันสมัย มีการนำเทคโนโลยีต่าง ๆ เข้ามาประยุกต์ใช้ในเนื้อหาวิชาเพื่อให้นักศึกษาเกิดการเรียนรู้ที่หลากหลาย และเน้น Soft Skill สอดคล้องกับยุทธศาสตร์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ด้านการผลิตครูอาชีพศึกษาที่มีคุณภาพ มีคุณสมบัติที่พึงประสงค์ทั้ง 4 ด้าน คือ ความรู้วิชาชีพ ทักษะวิชาชีพ ทักษะชีวิตและสังคม และทักษะการถ่ายทอดเทคโนโลยี

ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจที่จะใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมและมีประสิทธิภาพ เพื่อช่วยให้ผู้เรียนสามารถอยู่ในสังคมได้ การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีเข้ามาช่วยในการจัดการเรียนการสอนเชิงรุก เป็นการปรับเปลี่ยนสังคมไทยไปสู่สังคมแห่งการเรียนรู้ การประกันโอกาสของผู้เรียนให้เข้าถึงการเรียนรู้ตลอดชีวิต และเชื่อมโยงสังคมไทยสู่สังคมโลก สนับสนุนความเป็นพลโลกของคนรุ่นใหม่ สอดคล้องกับการปฏิรูปการศึกษาโดยทำให้ผู้เรียนทุกคนมีโอกาสใช้เทคโนโลยีเพื่อการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ พอเพียง และทั่วถึง ผู้เรียนมีความรู้ด้านเทคโนโลยีในระดับพื้นฐานเพื่อสามารถเข้าถึง ค้นคว้า รวบรวม และประมวลผลจากแหล่งความรู้ต่าง ๆ นำไปสร้างองค์ความรู้ใหม่ตลอดจนรู้จักบูรณาการความรู้ด้านเทคโนโลยีและการจัดการสารสนเทศ ผู้เรียนมีทัศนคติที่ดีและพัฒนาจริยธรรมเชิงบวกในการใช้เทคโนโลยี เพื่อให้เกิดประโยชน์ต่อการเรียนรู้ตลอดชีวิต และพัฒนากระบวนการคิดวิเคราะห์อย่างยั่งยืน ผู้วิจัยได้เล็งเห็นความสำคัญดังกล่าวจึงได้พัฒนาชุดสื่อประสมโดยการผสมผสานการเรียนรู้แบบทักษะปฏิบัติเดวิสและการเรียนรู้แบบร่วมมือเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาสำหรับนักศึกษาทางสาขาวิชาชีพ เพื่อให้ผู้เรียนได้เกิดการฝึกทักษะลงมือปฏิบัติส่งผลให้บัณฑิตที่จบออกไปสามารถนำองค์ความรู้และทักษะไปประกอบอาชีพได้ตามความต้องการของตลาดแรงงาน

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

2.1 เพื่อพัฒนาชุดสื่อประสมโดยการผสมผสานการเรียนรู้แบบทักษะปฏิบัติเดวิสและการเรียนรู้แบบร่วมมือเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาสำหรับนักศึกษาทางสาขาวิชาชีพ

2.2 เพื่อหาประสิทธิภาพชุดสื่อประสมโดยการผสมผสานการเรียนรู้แบบทักษะปฏิบัติเดวิสและการเรียนรู้แบบร่วมมือเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาสำหรับนักศึกษาทางสาขาวิชาชีพ

2.3 เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยชุดสื่อประสมโดยการผสมผสานการเรียนรู้แบบทักษะปฏิบัติเดวิสและการเรียนรู้แบบร่วมมือเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาสำหรับนักศึกษาทางสาขาวิชาชีพที่พัฒนาขึ้นระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน

2.4 เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาของนักศึกษาหลังใช้ชุดสื่อประสมโดยการผสมผสานการเรียนรู้แบบทักษะปฏิบัติเดวิสและการเรียนรู้แบบร่วมมือเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาสำหรับนักศึกษาทางสาขาวิชาชีพที่พัฒนาขึ้น

2.5 เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อชุดสื่อประสมโดยการผสมผสานการเรียนรู้แบบทักษะปฏิบัติเดวิสและการเรียนรู้แบบร่วมมือเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาสำหรับนักศึกษาทางสาขาวิชาชีพที่พัฒนาขึ้น

3. สมมติฐานของโครงการวิจัย

3.1 ชุดสื่อประสมโดยการผสมผสานการเรียนรู้แบบทักษะปฏิบัติเดวิสและการเรียนรู้แบบร่วมมือเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาสำหรับนักศึกษาทางสาขาวิชาชีพที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70/70

3.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนด้วยชุดสื่อประสมโดยการผสมผสานการเรียนรู้แบบทักษะปฏิบัติเดวิสและการเรียนรู้แบบร่วมมือเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาสำหรับนักศึกษาทางสาขาวิชาชีพที่พัฒนาขึ้น

3.3 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาด้วยชุดสื่อประสมโดยการผสมผสานการเรียนรู้แบบทักษะปฏิบัติเดวิสและการเรียนรู้แบบร่วมมือเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาสำหรับนักศึกษาทางสาขาวิชาชีพที่พัฒนาขึ้นก่อนเรียนสูงกว่าหลังเรียน

3.4 ความสามารถในการแก้ปัญหาหลังใช้ชุดสื่อประสมโดยการผสมผสานการเรียนรู้แบบทักษะปฏิบัติเดวิสและการเรียนรู้แบบร่วมมือเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาสำหรับนักศึกษาทางสาขาวิชาชีพสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70

3.5 นักศึกษามีความพึงพอใจต่อชุดสื่อประสมโดยการผสมผสานการเรียนรู้แบบทักษะปฏิบัติเดวิสและการเรียนรู้แบบร่วมมือเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาสำหรับนักศึกษาทางสาขาวิชาชีพที่พัฒนาขึ้นอยู่ในระดับมาก

4. ขอบเขตของการวิจัย

4.1 ด้านประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

4.1.1 ประชากร คือ นักเรียนระดับปริญญาตรี หลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร จำนวน 65 คน

4.1.2 กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 3 แขนงวิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์และโทรคมนาคม สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ที่ลงทะเบียนเรียนรายวิชาวิศวกรรมสายอากาศ ภาคการเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2560 จำนวน 27 คน

4.2 ด้านเนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยเป็นเนื้อหาวิชาวิศวกรรมสายอากาศ หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต และหลักสูตรอุตสาหกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร เรื่อง การวิเคราะห์คุณสมบัติและออกแบบสายอากาศแบบไดโพล แบ่งออกเป็น 3 บทเรียน ได้แก่ 1) การเรียนรู้คุณสมบัติต่าง ๆ ของสายอากาศ 2) การวิเคราะห์คุณสมบัติพื้นฐานของสายอากาศแบบไดโพล และ 3) การวิเคราะห์คุณสมบัติสู่การออกแบบสายอากาศแบบไดโพล

ชุดสื่อประสม ประกอบด้วย เอกสารประกอบการสอน โปรแกรมนำเสนอเพาเวอร์พอยต์ ชุดสไลด์เพื่อทดสอบทฤษฎี และโปรแกรมการวิเคราะห์คุณสมบัติพื้นฐานของสายอากาศ

4.3 ด้านตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย

4.3.1 ตัวแปรต้น ได้แก่ ชุดสื่อประสมโดยการผสมผสานการเรียนรู้แบบทักษะปฏิบัติ เดวิสส์และการเรียนรู้แบบร่วมมือ

4.3.2 ตัวแปรตาม ได้แก่ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาและความสามารถในการแก้ปัญหาที่เรียนด้วยชุดสื่อประสมโดยการผสมผสานการเรียนรู้แบบทักษะปฏิบัติ เดวิสส์และการเรียนรู้แบบร่วมมือ

5. นิยามศัพท์เฉพาะ

5.1 สื่อประสม หมายถึง การนำสื่อหลาย ๆ ประเภทมาใช้ร่วมกัน ทั้งวัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการ เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพและ ประสิทธิภาพสูงสุดในการเรียนการสอน โดยการใช้สื่อแต่ละอย่างตามลำดับขั้นตอนของเนื้อหา และในปัจจุบันมีการนำคอมพิวเตอร์มาใช้ร่วมด้วย เพื่อการผลิตหรือการควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ต่าง ๆ ในการเสนอข้อมูลทั้งตัวอักษร ภาพกราฟิก ภาพถ่าย ภาพเคลื่อนไหว และเสียง เป็นต้น ซึ่งในการพัฒนาชุดสื่อประสมครั้งนี้ ประกอบด้วย ประกอบด้วย เอกสารประกอบการสอน โปรแกรมนำเสนอเพาเวอร์พอยต์ ชุดสไลด์เพื่อทดสอบทฤษฎี และโปรแกรมการวิเคราะห์คุณสมบัติพื้นฐานของสายอากาศ โดยมีรายละเอียดดังนี้

1.1 เอกสารประกอบการสอน เป็นชุดเอกสารที่จัดเตรียมไว้สำหรับครูผู้สอนในการดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอน ประกอบด้วย วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม การนำเข้าสู่บทเรียน ตารางปฏิบัติการ ใบเนื้อหา แบบร่างกระดาน และแบบทดสอบ

1.2 โปรแกรมนำเสนอเพาเวอร์พอยต์ เป็นสื่อที่ใช้ประกอบการสอนร่วมกับเนื้อหาที่ได้จัดทำขึ้น เพื่อใช้อธิบายขยายความในเนื้อหา ช่วยให้นักเรียนสามารถทำความเข้าใจได้ง่ายและรวดเร็วมากยิ่งขึ้น

1.3 ชุดสาธิตเพื่อทดสอบทฤษฎี เป็นชุดที่ใช้สำหรับสาธิตทฤษฎีในหัวข้อต่าง ๆ เพื่อให้นักศึกษาเข้าใจในปรากฏการณ์ต่าง ๆ เพิ่มมากขึ้น

1.4 โปรแกรมการวิเคราะห์คุณสมบัติพื้นฐานของสายอากาศ เป็นโปรแกรมที่ใช้สำหรับวิเคราะห์รูปแบบแพทเทอร์การแพร่กระจายคลื่นของสายอากาศไดโพล สามารถแสดงรูปภาพกราฟฟิกในแบบไอโซโทริก

5.2 การเรียนรู้แบบทักษะปฏิบัติเดวิส หมายถึง การพัฒนาทักษะปฏิบัติ ประกอบไปด้วยทักษะย่อย ๆ จำนวนมาก การฝึกให้ผู้เรียนสามารถทำทักษะย่อย ๆ เหล่านั้นได้ก่อนแล้วค่อยเชื่อมโยงต่อกันเป็นทักษะใหญ่ จะช่วยให้ผู้เรียนประสบผลสำเร็จได้ดีและเร็วขึ้น

5.3 การเรียนรู้แบบร่วมมือ หมายถึง การมุ่งให้ผู้เรียนได้เรียนรู้เนื้อหาสาระต่างด้วยตนเอง และด้วยความร่วมมือและความช่วยเหลือจากเพื่อน ๆ รวมทั้งได้พัฒนาทักษะสังคมต่าง ๆ เช่นทักษะการสื่อสาร ทักษะการทำงานร่วมกับผู้อื่น ทักษะการสร้างความสัมพันธ์ รวมทั้งทักษะแสวงหาความรู้ ทักษะการคิด การแก้ปัญหาและอื่น ๆ

5.4 ทักษะการแก้ปัญหา หมายถึง ความสามารถในการคิดอย่างเป็นนามธรรมที่นำไปสู่การแก้ปัญหา การวางแผนในอนาคต และการมองหาความช่วยเหลือจากบุคคลอื่น ๆ

5.5 ทฤษฎีการเรียนรู้เชิงรุก หมายถึง การเรียนรู้ที่เน้นบทบาทและการมีส่วนร่วมของผู้เรียน (Active Learning) ทำให้ผู้เรียนสามารถรักษาผลการเรียนรู้ให้อยู่คงทนได้มากและนานกว่ากระบวนการเรียนรู้ที่ผู้เรียนเป็นฝ่ายรับความรู้ (Passive Learning) เพราะกระบวนการเรียนรู้แบบ Active Learning สอดคล้องกับการทำงานของสมองที่เกี่ยวข้องกับความจำ โดยสามารถเก็บ และจำสิ่งที่ผู้เรียนเรียนรู้อย่างมีส่วนร่วม มีปฏิสัมพันธ์กับเพื่อน ผู้สอน สิ่งแวดล้อม การเรียนรู้ที่ได้ผ่านการปฏิบัติจริง จะสามารถเก็บความจำ ในระบบความจำระยะยาว (Long Term Memory) ทำให้ผลการเรียนรู้อยู่คงอยู่ได้ในปริมาณที่มากกว่าระยะยาวกว่า

6. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

6.1 ผู้สอนได้ชุดสื่อประสมโดยการผสมผสานการเรียนรู้แบบทักษะปฏิบัติเดวิสและการเรียนรู้แบบร่วมมือเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาสำหรับนักศึกษาทางสาขาวิชาชีพ อีกทั้งยังได้นวัตกรรม การเรียนรู้ในการจัดการเรียนการสอนเชิงรุกเพื่อพัฒนาทักษะผู้เรียนในศตวรรษที่ 21 และสามารถประยุกต์ใช้กับการจัดการเรียนการสอนในระดับอื่น ๆ ได้ตามสภาพแวดล้อมทางกายภาพของผู้เรียน

6.2 นักศึกษาทางสาขาวิชาชีพได้เกิดการฝึกทักษะลงมือปฏิบัติส่งผลให้บัณฑิตที่จบออกไปสามารถนำองค์ความรู้และทักษะไปประกอบอาชีพได้ตามความต้องการของตลาดแรงงาน เมื่อใช้ชุดสื่อประสมที่พัฒนาขึ้น



บทที่ 2

ทฤษฎี เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การพัฒนาชุดสื่อประสมโดยการผสมผสานการเรียนรู้แบบทักษะปฏิบัติเดวิสและการเรียนรู้แบบร่วมมือเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาสำหรับนักศึกษาทางสาขาวิชาชีพครั้งนี้ คณะผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสาร ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง โดยครอบคลุมในหัวข้อต่างๆ ดังต่อไปนี้

1. ทฤษฎีและแนวคิดเกี่ยวกับสื่อประสม
2. ทฤษฎีการเรียนรู้เชิงรุก
3. การเรียนรู้แบบทักษะปฏิบัติเดวิส
4. การเรียนรู้แบบร่วมมือ
5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
6. กรอบแนวคิดของโครงการวิจัย

1. ทฤษฎีและแนวคิดเกี่ยวกับสื่อประสม

1.1 ความหมายของสื่อประสม

สื่อประสม หรือบางทีเรียกว่า มัลติมีเดีย (Multimedia) มาจากคำว่า มัลติ (Multi) ซึ่งแปลว่า ความหลากหลาย และมีเดีย (Media) ซึ่งแปลว่า สื่อ

ระบบสื่อประสม คือ เป็นการทำให้เครื่องคอมพิวเตอร์สามารถแสดงผลได้หลาย ๆ รูปแบบ ไม่ว่าจะเป็นข้อความ กราฟิก ภาพเคลื่อนไหว และเสียง ซึ่งจะเป็นการรวมเอาวิชาการหลาย ๆ สาขามาประยุกต์เข้าด้วยกัน ปัจจุบันเป็นที่นิยมใช้ในงานด้านการศึกษาเป็นอย่างมาก ซึ่งเราเรียกกันว่า การใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน (Computer Assisted Instruction: CAI) ผู้เรียนสามารถเรียนได้ตามความสามารถของแต่ละบุคคลโดยจะมีการโต้ตอบกับเครื่องคอมพิวเตอร์ แสดงผลให้ผู้เรียนเห็นผ่านทางจอภาพที่สำคัญเทคโนโลยีนี้สามารถใช้สื่อประสมหลาย ๆ ชนิดเข้าด้วยกัน ไม่ว่าจะเป็นข้อความ กราฟิก ภาพเคลื่อนไหว หรือเสียง สื่อการเรียนรูปแบบนี้จึงสามารถสร้างแรงจูงใจในการเรียนมากขึ้น

กิดานันท์ (2543 : 267) ได้กล่าวไว้ว่าสื่อประสม หมายถึง การนำสื่อหลาย ๆ ประเภทมาใช้ร่วมกันทั้งวัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการ เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพและประสิทธิผลสูงสุดในการเรียนการสอน โดยการใช้สื่อแต่ละอย่าง ตามลำดับขั้นตอนของเนื้อหา และในปัจจุบันมีการนำ

คอมพิวเตอร์มาใช้ร่วมด้วย เพื่อการผลิต หรือการควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ต่าง ๆ ในการเสนอข้อมูลทั้งตัวอักษร ภาพกราฟิก ภาพถ่าย ภาพเคลื่อนไหว แอปพลิเคชันและเสียง

ซัยยงค์ (2545 : 82) ได้กล่าวไว้ว่า สื่อประสม หมายถึง การนำเอาสื่อการสอนหลาย ๆ อย่างมาสัมพันธ์กันซึ่งมีคุณค่าที่ส่งเสริมซึ่งกันและกัน สื่อการสอนอย่างหนึ่งอาจใช้เพื่อสร้างความสนใจในขณะที่อีกอย่างหนึ่งใช้เพื่ออธิบายข้อเท็จจริงของเนื้อหา และอีกชนิดหนึ่งอาจใช้เพื่อก่อให้เกิดความเข้าใจที่ลึกซึ้ง และป้องกันการเข้าใจความหมายผิด การใช้สื่อประสมจะช่วยให้ผู้เรียนมีประสบการณ์จากประสาทสัมผัสผสมผสานกันได้พบวิธีการที่จะเรียนในสิ่งที่ต้องการได้ด้วยตนเองมากยิ่งขึ้น

สรุปได้ว่า สื่อประสม จึงหมายถึง การนำสื่อหลาย ๆ ประเภทมาใช้ร่วมกัน ทั้งวัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการ เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพและ ประสิทธิภาพสูงสุดในการเรียนการสอน โดยการใช้สื่อแต่ละอย่างตามลำดับขั้นตอนของเนื้อหา และในปัจจุบันมีการนำคอมพิวเตอร์มาใช้ร่วมด้วย เพื่อการผลิตหรือการควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ต่าง ๆ ในการเสนอข้อมูลทั้งตัวอักษร ภาพกราฟิก ภาพถ่าย ภาพเคลื่อนไหว และเสียง เป็นต้น

1.2 ประเภทของสื่อประสม

สื่อประสมแบ่งออกตามลักษณะการประสมสื่อ และคุณลักษณะการใช้ มี 3 ประเภทใหญ่ ๆ คือ

1.2.1 ประสมสื่อที่เป็นวัสดุ อุปกรณ์และกระบวนการเข้าร่วมกันมาใช้สำหรับการเรียนการสอนปกติทั่ว ๆ ไป เช่น ชุดอุปกรณ์ ชุดการเรียนการสอน บทเรียนแบบโปรแกรม โปรแกรมสไลด์ ศูนย์การเรียน เป็นต้น สื่อประสมแต่ละชนิดที่จัดอยู่ในประเภทนี้มีหลักการและลักษณะเด่นแตกต่างกันออกไป คือ

ก) สามารถ ให้ผู้เรียนได้ประสบการณ์ด้วยตนเอง คือ มีส่วนร่วมในการกระทำหรือปฏิบัติกิจกรรมเป็นการเข้าใจแก่ผู้เรียน เช่น ศูนย์การเรียน บทเรียนโปรแกรม ชุดอุปกรณ์ เป็นต้น

ข) สามารถให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ตามความรู้ความสามารถ และความแตกต่างของแต่ละบุคคล เช่น บทเรียนโปรแกรม ชุดการสอน เป็นต้น

ค) สามารถให้ผู้เรียนใช้เรียนด้วยตนเองหรือใช้เมื่อขาดครูได้ เช่น บทเรียนแบบโปรแกรม ชุดการสอนรายบุคคล เป็นต้น

ง) สามารถให้ผู้เรียนได้รับผลตอบกลับทันที และได้รับความรู้ลึกซึ้งภาคภูมิใจในความสำเร็จ เช่น ศูนย์การเรียน การสอนแบบจุลภาค เป็นต้น

จ) สามารถใช้ประกอบการศึกษาทางไกลให้ตา เน้นไปอย่างมีประสิทธิภาพ เช่น ชุดการสอนทางไกลสำหรับการศึกษาเพื่อมวลชน เป็นต้น

ฉ) สามารถใช้ส่งเสริมสมรรถภาพของครู เช่น ชุดการสอนประกอบคำบรรยาย เป็นต้น

ช) สามารถให้ผู้เรียนได้ฝึกความรับผิดชอบและการทำงานเป็นกลุ่ม เช่น ศูนย์การเรียนรู้ กลุ่มสัมพันธ์ เป็นต้น

1.2.2 ประสมสื่อประเภทฉาย เป็นการประสมโดยมีข้อจำกัดที่ความสามารถและคุณสมบัติเฉพาะตัวของอุปกรณ์เครื่องฉายเป็นสำคัญ เช่น สไลด์ประกอบเสียงและวีดิทัศน์ประกอบเสียง สไลด์และแผ่นโปร่งใส วีดิโออิมเมจ เป็นต้น และฉายบนจอตั้งแต่ 2 จอขึ้นไป เป็นการฉายกับผู้ชมเป็นกลุ่มสื่อประสมประเภทฉายนี้ สามารถใช้ประกอบการศึกษาและการเรียนการสอนโดยเฉพาะสำหรับผู้เรียนที่ชอบการเรียนรู้จากการอ่านภาพ การเสนอด้วยสื่อประเภทฉายนี้แม้ว่าในบางครั้งราคาการผลิตอาจจะสูงและการผลิตซับซ้อนกว่าการผลิตสื่อประสมบางชนิดในประเภทแรก แต่ผลที่ได้รับจากการเสนอด้วยสื่อประสมประเภทฉายให้ผลตรงที่มีคุณสมบัติเฉพาะตัวที่สื่ออื่นไม่สามารถทำได้คือผลในความรู้สึกร่วมและสุนทรียภาพแก่ผู้ชม ทั้งยังช่วยดึงดูดความสนใจให้ผู้ชมได้ติดตามอย่างตื่นตาตื่นใจและมีประสิทธิภาพเป็นการช่วยในการเรียนการสอน สื่อประสมประเภทนี้มีคุณสมบัติเหมาะแก่การนำมาใช้ในการเรียนการสอน ได้แก่

ก) ใช้เมื่อสื่อมีการเปรียบเทียบความคล้ายคลึงกัน เป็นการง่ายสำหรับผู้เรียน ในการสังเกตและเรียนรู้สิ่งที่คล้ายคลึงกันจากสื่อต่าง ๆ เมื่อภาพของสิ่งนั้น ๆ ปรากฏบนจอพร้อมกัน

ข) ใช้สอนให้เห็นความแตกต่าง และการตัดกันเมื่อภาพหลาย ๆ ภาพปรากฏพร้อม ๆ กัน

ค) ใช้มองสิ่งหนึ่งสิ่งใดจากมุมที่ต่างกัน เช่น ภาพสถานที่หรืออาคารสถานที่โดยภาพปรากฏพร้อมกันจากการมองในแง่มุมที่ต่างกัน

ง) ใช้แสดงภาพซึ่งดำเนินเป็นขั้นตอน และสามารถเลียนแบบการเคลื่อนไหวได้

จ) ใช้แสดงสิ่งที่เกิดขึ้นตามลำดับก่อนหลัง เกิดความต่อเนื่องที่ดีมีความสัมพันธ์กันระหว่างภาพและเวลา ประกอบกับการจัดภาพและจอให้มีขนาดต่างกันเป็นการง่ายต่อการจดจำ

ฉ) ใช้เน้นจุดใดจุดหนึ่งโดยตรงได้ โดยการกำหนดจุดสนใจที่ต้องการให้อยู่ในตำแหน่งและรูปแบบที่ต่างกันหรืออาจทำโดยการใช้ภาพที่ซ้ำ ๆ กับปรากฏบนจอพร้อม ๆ กัน

ช) ใช้ยืดเวลาการเสนอจุดหรือส่วนที่สำคัญของเนื้อหา เช่น บางครั้งภาพที่สำคัญสามารถปรากฏอยู่บนจอต่อไปขณะที่รายละเอียดหรือส่วนที่เกี่ยวข้องได้เปลี่ยนไปในจอถัดไป

ซ) ใช้แสดงการเคลื่อนไหว โดยใช้หลักการฉายภาพนิ่งหลาย ๆ ภาพต่อเนื่องกันอย่างรวดเร็วหรือใช้ความสามารถของวีดิทัศน์

ฅ) ใช้รวมสื่อภาพนิ่ง สไลด์ และวีดิทัศน์ ในขณะที่แสดงภาพนิ่งอาจจะมีการฉายวีดิทัศน์ประกอบบนจอถัดไป

ญ) ใช้แสดงภาพที่เห็นได้กว้าง (Panorama) บนจอที่ติดกัน

ฎ) ลักษณะพิเศษประการสุดท้ายที่เด่นของสื่อประสมประเภทนี้ คือ สามารถแสดงเนื้อหาได้มากในระยะเวลาที่จำกัด ลักษณะพิเศษนี้ผู้สอนอาจใช้สื่อประสมนี้ในการทำเป็นบทนำหรือบทสรุปได้

1.2.3 สื่อประสมระบบการสื่อสารกับเทคโนโลยีสารสนเทศโดยการใช้คอมพิวเตอร์ร่วมกับอุปกรณ์อื่น เช่น เครื่องเล่นซีดี - รมม เครื่องเสียงระบบดิจิทัล เครื่องเล่นแผ่นวีดิทัศน์ เป็นต้น เพื่อให้คอมพิวเตอร์สามารถทำงานคำนวณค้นหาข้อมูล แสดงภาพวีดิทัศน์และมีเสียงต่าง ๆ การทำงานของสื่อหลาย ๆ อย่างในสื่อประสมประกอบด้วยการทำงานของระบบเสียง (Sound) ภาพเคลื่อนไหว (Animation) ภาพนิ่ง (Still Images) วีดิทัศน์ (Video) และไฮเปอร์เท็กซ์ (Hypertext) ซึ่งข้อมูลที่ใช้ในไฮเปอร์เท็กซ์จะแสดงเนื้อหาหลักของเรื่องราวที่กำลังอ่านขณะนั้นโดยเน้นเนื้อหา ถ้าคำใดสามารถเชื่อมจากจุดหนึ่งในเนื้อหาไปยังเนื้อหาอื่นได้ก็จะทำเป็นตัวหนาหรือขีดเส้นใต้ไว้ เมื่อผู้ใช้หรือผู้อ่านต้องการจะดูเนื้อหาที่สามารถใช้เมาส์คลิกไปยังข้อมูลหรือคำเหล่านั้นเพื่อเรียกมาดูรายละเอียดของเนื้อหาได้

สื่อประสมในลักษณะนี้นับว่าเป็นเทคโนโลยีใหม่ กำลังได้รับความสนใจอย่างกว้างขวาง เพราะเป็นเทคโนโลยีที่ทำให้เราสามารถใช้อุปกรณ์คอมพิวเตอร์ในการแสดงข้อมูลได้หลากหลายรูปแบบ ดังนั้น สื่อประสมจะต้องมีคุณสมบัติสำคัญประการหนึ่ง คือ ความสามารถในการโต้ตอบ (Interactivity) อุปกรณ์ที่ตอบสนองความสามารถนี้ได้คือคอมพิวเตอร์นั่นเอง

1.2 ความจำเป็นและบทบาทของสื่อประสม

สื่อประสมมีความจำเป็นในการเสนอเนื้อหาแตกต่างกันด้วยสื่อที่ต่างกัน โดยถือหลักว่าสื่อแต่ละประเภท “ มีดี ” เป็นอย่าง ๆ ไป ดังนั้นเพียงซอร์สกับกระดานดำจึงเป็นสื่อสอนเนื้อหาทุกเรื่องไม่ได้สื่อประสมจึงมีบทบาทพอสรุปได้ดังนี้

1.2.1 ช่วยให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้เนื้อหาต่าง ๆ ได้ดีเกือบทุกเรื่องจากแหล่งหลาย ๆ แหล่ง โดยถือว่าสื่อแต่ละอย่างมีเนื้อหาต่างกัน

1.2.2 ช่วยประหยัดเวลาทั้งผู้สอนและผู้เรียน

1.2.3 ช่วยให้นักเรียนทั้งเก่งและอ่อนได้รับความรู้ตามความสามารถ และความพร้อมของแต่ละบุคคล

แนวทางการเลือกใช้อุปกรณ์การสอนชนิดต่าง ๆ สามารถจำแนกให้ผู้สอนได้เห็นและเลือกใช้ได้ตามนี้ (กฤษมันต์, 2548 : 47)

1. หนังสือ ตำราเรียน เอกสาร หรือ สิ่งพิมพ์อื่น ๆ ใช้เพื่อให้ความรู้พื้นฐาน อ้างอิง และแนะแนวทางต่าง ๆ

2. กระดานดำใช้เพื่อเขียนหัวข้อเรื่องคำจำกัดความ ข้อสรุปต่าง ๆ ที่เหมือนจริงแต่ไม่สามารถนำของจริงมาศึกษาได้

3. แผ่นภาพ, แผ่นพลิก ใช้เมื่อต้องการเน้นการนำเสนอเนื้อหาที่เป็นภาพรวม ๆ และดึงดูดความสนใจของผู้เรียนมารวมที่รูปภาพ

4. แผ่นโปร่งใส มีเหตุผลในการเลือกใช้ คือ แสดงรูปภาพที่ซับซ้อนเป็นขั้นตอน

5. โมเดลพลาสติกมีคุณลักษณะพิเศษ จะพิจารณาเลือกใช้เมื่อต้องการแสดงหลักการทำงานของชิ้นส่วนที่เคลื่อนไหวได้และกระตุ้นให้ผู้เรียนมีกิจกรรมร่วม

6. ภาพสไลด์ มีเหตุผลในการเลือกใช้คือเสนอภาพนิ่งขนาดใหญ่ ให้ผู้เรียนได้เห็นพร้อมกันทั้งชั้น

7. ภาพยนตร์ วีดิทัศน์ ใช้เมื่อต้องการสร้างความประทับใจ แสดงกระบวนการขั้นตอนต่อเนื่องเสริมประสบการณ์ ผู้เรียนให้กว้างขวางออกไปยิ่งขึ้น

8. หุ่นจำลอง เพื่อแสดงให้เห็นโครงสร้างและความสัมพันธ์เกี่ยวข้องต่าง ๆ ที่เหมือนจริง แต่สามารถนำของจริงมาให้ศึกษาได้

9. ชุดทดลองให้ผู้เรียน เรียนเป็นรายบุคคล หรือ เป็นกลุ่มได้ต้องการฝึกทักษะ

10. ของจริงใช้เพื่อให้ผู้เรียนได้ประสบการณ์ตรงจากของจริงนั้น ๆ

1.3 ขั้นตอนการผลิตชุดสื่อประสม

สื่อประสมเป็นเครื่องมือการสื่อสารที่มีความสำคัญในการสร้างฐานความรู้ (Knowledge Base) เพื่อให้นักศึกษาสามารถเข้าถึง สืบค้นและแลกเปลี่ยนความรู้และประสบการณ์ได้อย่างสะดวก กว้างขวาง และลุ่มลึกตามความสามารถ ความสนใจของนักศึกษาแต่ละคน การพัฒนาชุดสื่อประสมจำเป็นต้องมีแนวทางการดำเนินการ เพื่อให้การวางแผน การเตรียมการ การผลิตและการทดสอบประสิทธิภาพสื่อแต่ละประเภทที่เป็นองค์ประกอบสื่อประสมมีคุณภาพตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้

ขั้นตอนการผลิตสื่อประสมประกอบด้วยขั้นตอนหลัก 10 ขั้นตอน ได้แก่

ขั้นที่ 1 ศึกษาธรรมชาติวิชา เป็นการพิจารณาคูณลักษณะเนื้อหาวิชา เพื่อให้ทราบขอบข่ายเนื้อหาสาระว่า มุ่งเน้นด้านความรู้ (พุทธิพิสัย) ทศนคติค่านิยม (จิตพิสัย) หรือความชำนาญ (ทักษะพิสัย) เพื่อเป็นพื้นฐานในการกำหนดวิธีการถ่ายทอด กิจกรรมการเรียนการสอน และสื่อการเรียนการสอน การกำหนดสภาพแวดล้อม และเงื่อนไขอื่นที่จำเป็นสำหรับการออกแบบการเรียนการสอนที่มีประสิทธิภาพ

ขั้นที่ 2 วิเคราะห์ผู้เรียน เป็นการวิเคราะห์คุณลักษณะนักศึกษาในส่วนที่เกี่ยวกับลักษณะนิสัย พื้นความรู้เดิมที่จำเป็นในการเรียนวิชาที่กำลังผลิตชุดสื่อประสม ระดับสติปัญญา ความ สามารถ

ในการศึกษาด้วยตนเอง ความพร้อมในด้านอุปกรณ์การเรียนการสอน และทัศนคติที่มีต่อสาขาวิชาที่เรียน

ขั้นที่ 3 วิเคราะห์เนื้อหาและกำหนดหน่วยการสอน เป็นการนำรายละเอียดวิชา (Course Description) มาจำแนกเนื้อหาสาระเป็นเรื่องย่อยด้วยการเขียนแผนผังแนวคิด (Concept Mapping) กำหนดหน่วยการสอน เป็น 12 หน่วย และนำเนื้อหาแต่ละหน่วยมาจำแนกเป็น 3 – 5 โมดูลและจำแนกเนื้อหาของแต่ละโมดูลเป็น 2 - 6 หัวเรื่อง

ขั้นที่ 4 วางแผนการสอน เป็นการนำเนื้อหาแต่ละหน่วยมากำหนดรายละเอียดสำหรับการถ่ายทอด และการเขียนแผนการสอน

4.1 การกำหนดรายละเอียดการสอน ครอบคลุมการพิจารณาและกำหนดรายละเอียดในประเด็นต่อไปนี้

4.1.1 แนวคิด (Concept) หรือสารสรุป (Synopsis) โดยเขียนข้อความที่แสดงแก่นเพื่อสรุปประเด็นของเนื้อหาของแต่ละโมดูลหรือหัวเรื่อง ที่บรรจุคำหลัก (Key Words) ไว้ครบถ้วน แสดงข้อความที่เป็นแนวคิดให้สอดคล้องกับคำหลักที่ปรากฏในชื่อโมดูลและหัวเรื่องและมีจำนวนข้อเท่ากับจำนวนโมดูลหรือจำนวนหัวเรื่อง

4.1.2 วัตถุประสงค์ (Objectives) โดยกำหนดเป็นวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

4.1.3 ขั้นตอนการสอนและกิจกรรมการเรียนรู้ โดยกำหนดสิ่งที่ผู้สอนและนักศึกษาต้องทำในการสอนแต่ละครั้ง เริ่มตั้งแต่เริ่มต้นสอนจนกระทั่งการสอนสิ้นสุดลง

4.1.4 สื่อการสอนและแหล่งวิทยาการ (Instructional Media and Resources) โดยกำหนดสื่อที่ผู้สอน/ นักศึกษา ต้องใช้ และระบุแหล่งสื่อที่นักศึกษาจะค้นหาได้

4.1.5 การประเมิน (Evaluation) โดยระบุรูปแบบ ขอบข่ายพฤติกรรม วิธีการ เครื่องมือ และเกณฑ์ที่ใช้ในการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษา รูปแบบการประเมิน ให้ระบุว่าประเมินอะไรบ้าง อาทิ การประเมินก่อนเรียน ระหว่างเรียน ประเมินงาน และประเมินหลังเรียน ขอบข่ายพฤติกรรม ให้ระบุว่า จะมุ่งประเมินพุทธิพิสัย (Cognitive Domain) จิตพิสัย (Affective Domain) หรือทักษะพิสัย (Psycho-Motor Skills) ในส่วนของพุทธิพิสัย ก็ต้องกำหนดว่า จะมุ่งประเมินพฤติกรรมระดับใดจากระดับความรู้ ความจำ การประยุกต์ การวิเคราะห์ สังเคราะห์ หรือการประเมิน ในด้านจิตพิสัยต้องระบุว่า จะประเมินการยอมรับ ทัศนคติ ค่านิยม หรือสภาวะจิตภาพอื่น ๆ ส่วนด้านทักษะพิสัยก็ต้องระบุว่า จะประเมินทักษะทางกาย ทักษะทางสติปัญญา หรือทักษะด้านอื่น ๆ วิธีการ ให้ระบุวิธีการที่ใช้ในการประเมินว่า จะเป็นการประเมินด้วยการสอบ หรือการพิจารณาผลงาน หรือทั้งสองอย่าง หรือการประเมินจาก

กิจกรรมกลุ่ม ในกรณีที่เป็น การสอบ ต้องระบุวิธีการสอบ ว่ามีการสอบกลางภาค และการสอบไล่ เป็น การสอบข้อเขียนแบบปรนัย หรืออัตนัย หรือเป็นการเปิดตำราสอบ (Open Book Examination)

กรณีที่เป็น การประเมินจากผลงาน ต้องระบุประเภทงาน (Assignments) องค์กรประกอบ การกิจ และกำหนดเวลาส่ง ในกรณีที่เป็น การประเมินจากกิจกรรมกลุ่มต้องระบุว่า จะประเมินจาก การมีส่วนร่วม (Participation-P) การเสนอความเห็นที่เป็นประโยชน์ (Contribution-C) และผลงาน ที่ได้ (Results-R) เครื่องมือ ให้ระบุประเภท และคุณลักษณะที่พึงประสงค์ของเครื่องมือที่จะใช้ในการ ประเมิน อาทิ ข้อสอบ แบบสังเกตแบบประเมินความคิดเห็น และเครื่องมือทางสถิติที่จะนำมาใช้ ในการวิเคราะห์ และตัดสินผล เกณฑ์ ให้ระบุระดับผ่านต่ำสุดที่พึงพอใจในการประเมินแต่ละ ประเภท โดยกำหนดคะแนนที่ให้แต่ละงาน สัดส่วนระหว่างคะแนนการทำงาน กับคะแนนสอบ เป็น ต้น

4.2 เขียนแผนการสอน เมื่อกำหนดรายละเอียดตามข้อ 4.1 แล้ว ก็เขียนแผนการ สอน 2 ระดับ คือแผนการสอนประจำหน่วย และแผนการสอนประจำโมดูล โดยแผนการสอนแต่ละ ประเภท มีองค์ประกอบตามหัวข้อที่ได้อธิบายไว้ใน 4.1

ขั้นที่ 5 กำหนดแนวทางพัฒนาสื่อประสม เป็นการพิจารณาประเภท รูปแบบ และทัศน ลักษณะของสื่อสำหรับทั้งวิชา

ขั้นที่ 6 ทำการผลิตชุดสื่อประสม เป็นการกำหนดรายละเอียดที่ให้พร้อมสำหรับการผลิต สื่อแต่ละประเภท โดยดำเนินการตาม 4 ขั้นตอน คือ การวางแผนการผลิต การเตรียมการผลิต ดำเนินการผลิต และประเมินประสิทธิภาพสื่อเฉพาะ การวางแผนผลิตสื่อ ต้องกำหนดประเภทและ รูปแบบสื่อวัตถุประสงค์ เป้าหมายผู้รับ ประเด็น สารสรุป ขั้นตอน การผลิต ทรัพยากรที่จำเป็น และ แนวทางการประเมิน การเตรียมการผลิต เป็นการนำวัสดุดิบมากระทำให้อยู่ในสภาพที่จะผลิตได้ ได้แก่ การเตรียมเนื้อหาตามประเด็น การเขียนแผนผังรายการ บท (Script) หรือโครงร่างสังเขป เตรียมบุคลากร ฉาก สิ่งอำนวยความสะดวก และสื่อสต็อก เช่น การผลิตภาพประกอบ เป็นต้น การ ดำเนินการผลิต เป็นขั้นนำแผนการผลิตสื่อและสิ่งที่ได้เตรียมการไว้แล้วมาผลิตเป็นสื่อสำเร็จรูปตาม แผนที่กำหนดไว้ การประเมินประสิทธิภาพสื่อ เป็นการนำสื่อแต่ละประเภทมาทดสอบประสิทธิภาพ เพื่อให้แน่ใจว่า สื่อนั้นมีคุณภาพและทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้จริง ในการประเมินประสิทธิภาพ สื่อ จำเป็นจะต้องกำหนดวิธีการ สร้างเครื่องมือ และเกณฑ์ การประเมิน เพื่อให้การประเมินได้ผลที่ เทียบตรงและนำไปใช้ได้

ขั้นที่ 7 ทดสอบประสิทธิภาพชุดสื่อประสม เป็นการนำสื่อประสมแต่ละชิ้นมารวมเป็นชุด สื่อประสม และจัดไว้ในรูปชุดการสอน เพื่อนำไปทดสอบประสิทธิภาพ (Developmental Testing) ที่ครอบคลุมการทดลองใช้เบื้องต้น (Try Out) และ การทดลองใช้จริง (Trial Run) ทั้งนี้ต้อง มีการกำหนดเกณฑ์และสร้างเครื่องมือที่มีคุณภาพ

ขั้นที่ 8 ปรับปรุงชุดสื่อประสม เป็นการนำสื่อแต่ละชั้นที่รวมเป็นชุดการสอนไร้พรอมแดน มาปรับปรุงโดยคำนึงถึงความสัมพันธ์กับสื่ออื่นในภาพรวม

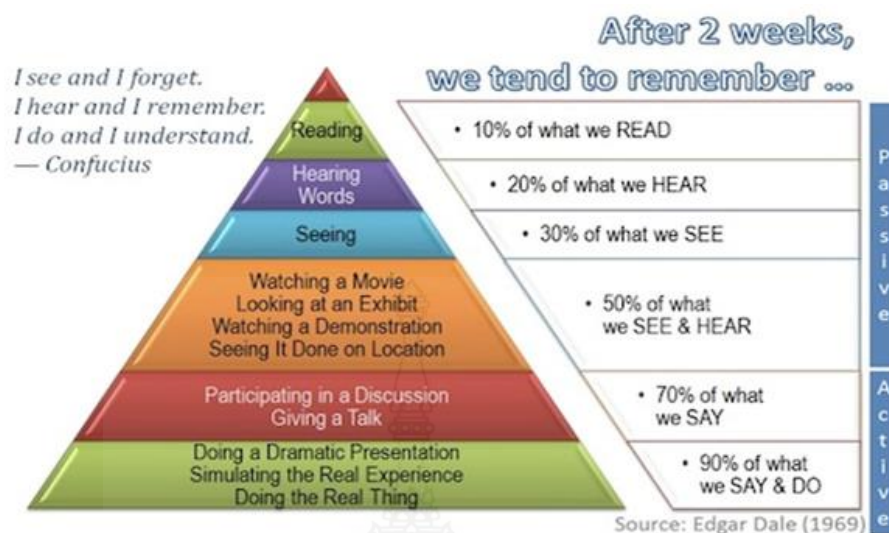
ขั้นที่ 9 นำเสนอชุดสื่อประสม เป็นการนำชุดการสอนที่ประกอบด้วยชุดสื่อประสมและส่วนควบ (คู่มือ เอกสารประกอบ แบบฝึกปฏิบัติ แบบทดสอบ ฯลฯ) ไปใช้ในการสอนจริงในแต่ละภาคการศึกษา

ขั้นที่ 10 ประเมินชุดสื่อประสม เป็นการประเมินผลการใช้ชุดการสอนไร้พรอมแดนในภาพรวมหลังจากใช้ชุดไปได้ระยะหนึ่ง หรือช่วงเวลาหนึ่ง ผลที่ได้จากการประเมินสามารถนำไปปรับปรุงชุดการสอนประจำวิชา และการปรับปรุงระบบการผลิตสื่อในภาพรวมด้วย

2. ทฤษฎีการเรียนรู้เชิงรุก

การเรียนรู้ที่เน้นบทบาทและการมีส่วนร่วมของผู้เรียน หรือการเรียนรู้เชิงรุก (Active Learning) เป็นกระบวนการเรียนการสอนอย่างหนึ่ง เป็นการเรียนรู้ผ่านการปฏิบัติ หรือ การลงมือทำซึ่ง “ความรู้” ที่เกิดขึ้นก็เป็นความรู้ที่ได้จากประสบการณ์ จากกระบวนการในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ผู้เรียนมีโอกาส ลงมือกระทำมากกว่าการฟังเพียงอย่างเดียว ผู้เรียนได้เรียนรู้โดยการอ่าน การเขียน การโต้ตอบ และการวิเคราะห์ปัญหา อีกทั้งให้ผู้เรียนได้ใช้กระบวนการคิดขั้นสูง ได้แก่ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประเมินค่า

การเรียนรู้ที่เน้นบทบาทและการมีส่วนร่วมของผู้เรียน (Active Learning) ทำให้ผู้เรียนสามารถรักษาผลการเรียนรู้ให้อยู่คงทนได้มากและนานกว่ากระบวนการเรียนรู้ที่ผู้เรียน เป็นฝ่ายรับความรู้ (Passive Learning) เพราะกระบวนการเรียนรู้แบบ Active Learning สอดคล้องกับการทำงานของสมองที่เกี่ยวข้องกับความจำ โดยสามารถเก็บและจำสิ่งที่ผู้เรียนเรียนรู้อย่างมีส่วนร่วม มีปฏิสัมพันธ์กับเพื่อน ผู้สอน สิ่งแวดล้อม การเรียนรู้ที่ได้ผ่านการปฏิบัติจริง จะสามารถเก็บความจำในระบบความจำระยะยาว (Long Term Memory) ทำให้ผลการเรียนรู้ ยังคงอยู่ได้ในปริมาณที่มากกว่าระยะยาวกว่า สามารถอธิบายได้ ดังรูป (สำนักพัฒนานวัตกรรมการจัดการศึกษา, 2555)



ภาพที่ 2.1 กรวยแห่งการเรียนรู้

จากภาพที่ 2.1 กรวยแห่งการเรียนรู้นี้ได้แบ่งเป็น 2 กระบวนการ คือ

1. กระบวนการเรียนรู้แบบตั้งรับ (Passive Learning)

- การเรียนรู้โดยการอ่าน ท่องจำ ผู้เรียนจะจำได้ในสิ่งที่เรียนเพียง 20%
- การเรียนรู้โดยการฟังบรรยายเพียงอย่างเดียวโดยที่ผู้เรียนไม่มีโอกาสได้มีส่วนร่วมในการเรียนรู้ด้วยกิจกรรมอื่นในขณะที่ครูสอน เมื่อเวลาผ่านไปผู้เรียนจะจำได้เพียง 20% หากในการเรียนการสอนผู้เรียนมีโอกาสได้เห็นภาพประกอบด้วยก็จะทำให้ผลการเรียนรู้คงอยู่ได้เพิ่มขึ้นเป็น 30%
- การเรียนรู้ที่ผู้สอนจัดประสบการณ์ให้กับผู้เรียนเพิ่มขึ้น เช่น การให้ดูภาพยนตร์ การสาธิต จัดนิทรรศการให้ผู้เรียนได้ดู รวมทั้งการนำผู้เรียนไปทัศนศึกษาหรือดูงาน ก็ทำให้ผลการเรียนรู้เพิ่มขึ้นเป็น 50%

2. กระบวนการเรียนรู้เชิงรุก (Active Learning)

- ผู้เรียนมีบทบาทในการแสวงหาความรู้และเรียนรู้อย่างมีปฏิสัมพันธ์จนเกิดความรู้ ความเข้าใจนำไปประยุกต์ใช้ สามารถวิเคราะห์ สังเคราะห์ ประเมินค่า หรือ สร้างสรรค์สิ่งต่าง ๆ และพัฒนาตนเองเต็มความสามารถ รวมถึงการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ให้ได้รับอภิปราย ให้ฝึกทักษะการสื่อสาร ทำให้ผลการเรียนรู้เพิ่มขึ้นเป็น 70%
- การนำเสนอผลงานทางการเรียนรู้ในสถานการณ์จำลอง ทั้งมีการฝึกปฏิบัติในสภาพจริง มีการเชื่อมโยงกับสถานการณ์ต่าง ๆ จะทำให้ผลการเรียนรู้เกิดขึ้นถึง 90%

ลักษณะสำคัญของการจัดการเรียนรู้ที่เน้นบทบาทและการมีส่วนร่วมของผู้เรียน

- ความรู้เกิดจากประสบการณ์ การสร้างองค์ความรู้ และการสรุปบทวนของผู้เรียน
- เป็นการจัดการเรียนรู้ที่มุ่งพัฒนาศักยภาพทางสมอง ได้แก่ การคิด การแก้ปัญหา การนำ

ความรู้ ไปประยุกต์ใช้

- เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้
- เป็นกระบวนการสร้างสถานการณ์ให้ผู้เรียนอ่าน พุด ฟัง คิด
- เป็นกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นทักษะการคิดขั้นสูง
- เป็นกิจกรรมการเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนบูรณาการข้อมูล ข่าวสาร สารสนเทศ และ

หลักการสู่การสร้างความคิดรวบยอด

- ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการจัดการเรียนรู้ มีการสร้างองค์ความรู้ การสร้างปฏิสัมพันธ์ร่วมกัน

และร่วมมือกันมากกว่าการแข่งขัน

- ผู้เรียนสร้างองค์ความรู้และจัดระบบการเรียนรู้ด้วยตนเอง
- ผู้เรียนได้เรียนรู้ความรับผิดชอบร่วมกัน การมีวินัยในการทำงาน และการแบ่งหน้าที่ความ

รับผิดชอบ

- ผู้สอนเป็นผู้อำนวยความสะดวกในการจัดการเรียนรู้ เพื่อให้ผู้เรียนเป็นผู้ปฏิบัติด้วยตนเอง

หลักการจัดการเรียนรู้ที่เน้นบทบาทและการมีส่วนร่วมของผู้เรียน

1. จัดกิจกรรมการเรียนรู้ภายใต้ความเชื่อพื้นฐาน 2 ประการคือ

1) การเรียนรู้เป็นความพยายามโดยธรรมชาติของมนุษย์

2) แต่ละบุคคลมีแนวทางในการเรียนรู้ที่แตกต่างกัน โดยผู้เรียนจะถูกเปลี่ยนบทบาท

จากผู้รับความรู้ไปสู่การมีส่วนร่วมในการสร้างความรู้

2. ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในชั้นเรียน มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้สอนกับผู้เรียน และระหว่างผู้เรียนด้วยกัน โดยใช้เทคนิคหรือกิจกรรมต่าง ๆ

3. เน้นกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้เรียนได้ลงมือกระทำและได้ใช้กระบวนการคิดเกี่ยวกับสิ่งที่เขาได้กระทำลงไป

4. ผู้สอนมีบทบาทอำนวยความสะดวกและจัดสภาพแวดล้อมที่เอื้อให้ผู้เรียนสร้างความรู้ด้วยตนเองจนเกิดเป็นการเรียนรู้ที่มีความหมาย (Meaningful Learning)

บทบาทของครูผู้สอน

1. ให้ความสำคัญกับผู้เรียนเป็นหลักในการจัดการเรียนรู้ กิจกรรมต้องสะท้อนความต้องการในการพัฒนาผู้เรียนและเน้นการนำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตจริงของผู้เรียน
2. วางแผนเกี่ยวกับเวลาในการจัดการเรียนการสอนอย่างชัดเจน ทั้งในส่วนของเนื้อหา และกิจกรรม
3. สร้างบรรยากาศของการมีส่วนร่วม การอภิปราย และการเจรจาโต้ตอบ ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์ที่ดีกับครูผู้สอนและเพื่อนในชั้นเรียน
4. จัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้เกิดความเลื่อมใส มีชีวิตชีวา ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในทุกกิจกรรมรวมทั้งกระตุ้นให้ผู้เรียนประสบความสำเร็จในการเรียนรู้
5. จัดสภาพการเรียนรู้แบบร่วมแรงร่วมใจ ส่งเสริมให้เกิดการร่วมมือในกลุ่มผู้เรียน
6. จัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้ท้าทาย และให้โอกาสผู้เรียนได้ปฏิบัติกิจกรรมการเรียนรู้อันหลากหลาย
7. ครูผู้สอนต้องใจกว้าง ยอมรับความสามารถในการแสดงออก และความคิดเห็นของผู้เรียน

รูปแบบวิธีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

การจัดการเรียนรู้ที่เน้นบทบาทและการมีส่วนร่วมของผู้เรียน (Active Learning) ครอบคลุมวิธีการจัดการเรียนรู้หลากหลายวิธี เช่น

- การเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมเป็นฐาน (Activity-Based Learning)
- การเรียนรู้เชิงประสบการณ์ (Experiential Learning)
- การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-Based Learning)
- การเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project-Based Learning)
- การเรียนรู้ที่เน้นทักษะกระบวนการคิด (Thinking Based Learning)
- การเรียนรู้การบริการ (Service Learning)
- การเรียนรู้จากการสืบค้น (Inquiry-Based Learning)
- การเรียนรู้ด้วยการค้นพบ (Discovery Learning) ฯลฯ

รูปแบบ วิธีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เหล่านี้ มีพื้นฐานมาจากแนวคิดเดียวกัน คือให้ผู้เรียนเป็นผู้มีบทบาทหลักในการเรียนรู้ของตนเอง

3. การเรียนรู้แบบทักษะปฏิบัติเดวิส

เดวิส (Davies, 1971: 50-56) ได้นำเสนอแนวคิดเกี่ยวกับการพัฒนาทักษะปฏิบัติไว้ว่า ทักษะส่วนใหญ่จะประกอบไปด้วยทักษะย่อย ๆ จำนวนมาก การฝึกให้ผู้เรียนสามารถทำทักษะย่อย ๆ เหล่านี้ได้ก่อนแล้วค่อยเชื่อมโยงต่อกันเป็นทักษะใหญ่ จะช่วยให้ผู้เรียนประสบผลสำเร็จได้ดีและเร็วขึ้น

วัตถุประสงค์ของรูปแบบ

รูปแบบนี้มุ่งช่วยพัฒนาความสามารถด้านทักษะปฏิบัติของผู้เรียน โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ทักษะที่ประกอบด้วยทักษะย่อยจำนวนมาก

กระบวนการเรียนการสอนของรูปแบบ

ขั้นที่ 1 ขั้นสาธิตทักษะหรือการกระทำ ขั้นนี้เป็นขั้นที่ให้ผู้เรียนได้เห็นทักษะหรือการกระทำที่ต้องการให้ผู้เรียนทำได้ในภาพรวม โดยสาธิตให้ผู้เรียนดูทั้งหมดตั้งแต่ต้นจนจบ ทักษะหรือการกระทำที่สาธิตให้ผู้เรียนดูนั้น จะต้องเป็นการกระทำในลักษณะที่เป็นธรรมชาติ ไม่ซ้ำหรือเร็วเกินปกติ ก่อนการสาธิต ครูควรให้คำแนะนำแก่ผู้เรียนในการสังเกต ควรชี้แนะจุดสำคัญที่ควรให้ความสนใจเป็นพิเศษในการสังเกต

ขั้นที่ 2 ขั้นสาธิตและให้ผู้เรียนปฏิบัติทักษะย่อย เมื่อผู้เรียนได้เห็นภาพรวมของการกระทำหรือทักษะทั้งหมดแล้ว ผู้สอนควรแตกทักษะทั้งหมดให้เป็นทักษะย่อย ๆ หรือแบ่งสิ่งที่กระทำออกเป็นส่วนย่อย ๆ และสาธิตส่วนย่อยแต่ละส่วนให้ผู้เรียนสังเกตและทำตามไปทีละส่วนอย่างช้า ๆ

ขั้นที่ 3 ขั้นให้ผู้เรียนปฏิบัติทักษะย่อย ผู้เรียนลงมือปฏิบัติทักษะย่อยโดยไม่มีการสาธิตหรือมีแบบอย่างให้ดู หากติดขัดจุดใด ผู้สอนควรให้คำชี้แนะ และช่วยแก้ไขจนกระทั่งผู้เรียนทำได้ เมื่อได้แล้วผู้สอนจึงเริ่มสาธิตทักษะย่อยส่วนต่อไป และให้ผู้เรียนปฏิบัติทักษะย่อยนั้นจนทำได้ ทำเช่นนี้เรื่อยไปจนกระทั่งครบทุกส่วน

ขั้นที่ 4 ขั้นให้เทคนิควิธีการ เมื่อผู้เรียนปฏิบัติได้แล้ว ผู้สอนอาจแนะนำเทคนิควิธีการที่จะช่วยให้ผู้เรียนสามารถทำงานนั้นได้ดีขึ้น เช่น ทำได้ประณีตสวยงามขึ้น ทำได้รวดเร็วขึ้น ทำได้ง่ายขึ้น หรือสิ้นเปลืองน้อยลง เป็นต้น

ขั้นที่ 5 ขั้นให้ผู้เรียนเชื่อมโยงทักษะย่อย ๆ เป็นทักษะที่สมบูรณ์ เมื่อผู้เรียนสามารถปฏิบัติแต่ละส่วนได้แล้ว จึงให้ผู้เรียนปฏิบัติทักษะย่อย ๆ ต่อเนื่องกันตั้งแต่ต้นจนจบ และฝึกปฏิบัติหลาย ๆ ครั้ง จนกระทั่งสามารถปฏิบัติทักษะที่สมบูรณ์ได้อย่างชำนาญ ผลที่ผู้เรียนจะได้รับจากการเรียนตามรูปแบบ ผู้เรียนจะสามารถปฏิบัติทักษะได้เป็นอย่างดีมีประสิทธิภาพ

4. การเรียนรู้แบบร่วมมือ

การเรียนรู้ของแนวคิดแบบร่วมมือ พัฒนาขึ้นโดยอาศัยหลักการเรียนรู้แบบร่วมมือของจอห์นสัน และจอห์นสัน (Johnson & Johnson, 1974: 213-240) ซึ่งได้ชี้ให้เห็นว่า ผู้เรียนควรร่วมมือกันในการเรียนรู้มากกว่าการแข่งขันกัน เพราะการแข่งขันก่อให้เกิดสภาพการณ์แพ้-ชนะ ต่างจากการร่วมมือกันซึ่งก่อให้เกิดสภาพการณ์ชนะ-ชนะ อันเป็นสภาพการณ์ที่ดีกว่าทั้งทางด้านจิตใจและสติปัญญา หลักการเรียนรู้แบบร่วมมือ 5 ประการ ได้แก่

1. การเรียนรู้ต้องอาศัยหลักพึ่งพากันโดยถือว่าทุกคนมีความสำคัญเท่าเทียมกันและจะต้องพึ่งพากันเพื่อความสำเร็จร่วมกัน
2. การเรียนรู้ที่ดีต้องอาศัยการหันหน้าเข้าหากัน มีปฏิสัมพันธ์กันเพื่อแลกเปลี่ยนความคิดเห็น ข้อมูล และการเรียนรู้ต่าง ๆ
3. การเรียนรู้ร่วมกันต้องอาศัยทักษะทางสังคม โดยเฉพาะทักษะในการทำงานร่วมกัน
4. การเรียนรู้ร่วมกันควรมีการวิเคราะห์กระบวนการกลุ่มที่ใช้ในการทำงาน
5. การเรียนรู้ร่วมกันจะต้องมีผลงานหรือผลสัมฤทธิ์ ทั้งรายบุคคลและรายกลุ่มที่สามารถตรวจสอบและวัดประเมินได้ หากผู้เรียนมีโอกาสได้เรียนรู้แบบร่วมมือกัน นอกจากจะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ทางด้านเนื้อหาสาระต่าง ๆ ได้กว้างขึ้นและลึกซึ้งขึ้นแล้วยังสามารถช่วยพัฒนาผู้เรียนทางด้านสังคมและอารมณ์มากขึ้นด้วย รวมทั้งมีโอกาสได้ฝึกฝนพัฒนาทักษะกระบวนการต่าง ๆ ที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตอีกมาก

วัตถุประสงค์ของรูปแบบ

รูปแบบนี้มุ่งให้ผู้เรียนได้เรียนรู้เนื้อหาสาระต่าง ๆ ด้วยตนเองและด้วยความร่วมมือและความช่วยเหลือจากเพื่อน ๆ รวมทั้งได้พัฒนาทักษะสังคมต่าง ๆ เช่น ทักษะการสื่อสาร ทักษะการทำงานร่วมกับผู้อื่น ทักษะการสร้างความสัมพันธ์ รวมทั้งทักษะแสวงหาความรู้ ทักษะการคิด การแก้ปัญหาและอื่น ๆ

กระบวนการเรียนการสอนของรูปแบบ

รูปแบบการเรียนการสอนที่ส่งเสริมการเรียนรู้แบบร่วมมือมีหลายรูปแบบ ซึ่งแต่ละรูปแบบจะมีวิธีการหลัก ๆ ซึ่งได้แก่ การจัดกลุ่ม การศึกษาเนื้อหาสาระ การทดสอบ การคิดคะแนน และระบบการให้รางวัลแตกต่างกันออกไป เพื่อสนองวัตถุประสงค์เฉพาะ แต่ไม่ว่าจะเป็นรูปแบบใด ต่างก็ใช้หลักการเดียวกัน คือหลักการเรียนรู้แบบร่วมมือ 5 ประการ และมีวัตถุประสงค์มุ่งตรงไปในทิศทางเดียวกัน คือเพื่อช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ในเรื่องที่ศึกษาอย่างมากที่สุดโดยอาศัยการร่วมมือกันช่วยเหลือกัน และแลกเปลี่ยนความรู้กันระหว่างกลุ่มผู้เรียนด้วยกัน ความแตกต่างของรูปแบบแต่ละรูปแบบจะอยู่ที่เทคนิคในการศึกษาเนื้อหาสาระ และวิธีการเสริมแรงและการให้รางวัลเป็นประการสำคัญ กระบวนการเรียนการสอนของรูปแบบทั้ง 6 กระบวนการเรียนการสอนต่อเนื่องกัน ดังนี้

1. กระบวนการเรียนการสอนของรูปแบบจิ๊กซอว์ (Jigsaw)

1.1 จัดผู้เรียนเข้ากลุ่มความสามารถ (เก่ง-กลาง-อ่อน) กลุ่มละ 4 คน และเรียกกลุ่มนี้ว่า กลุ่มบ้านของเรา (Home group)

1.2 สมาชิกในกลุ่มบ้านของเราได้รับมอบหมายให้ศึกษาเนื้อหาสาระคนละ 1 ส่วน (เปรียบเทียบได้ชิ้นส่วนภาพตัดต่อคนละ 1 ชิ้น) และหาคำตอบในประเด็นปัญหาที่ผู้สอนมอบหมายให้

1.3 สมาชิกในกลุ่มบ้านของเรา แยกย้ายไปรวมกับสมาชิกกลุ่มอื่น ซึ่งได้รับเนื้อหาเดียวกัน ตั้งเป็นกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ (Expert group) ขึ้นมา และร่วมกันทำความเข้าใจในเนื้อหาสาระนั้นอย่างละเอียด และร่วมกันอภิปรายหาคำตอบประเด็นปัญหาที่ผู้สอนมอบหมายให้

1.4 สมาชิกกลุ่มผู้เชี่ยวชาญกลับไปสู่กลุ่มบ้านของเรา แต่ละคนช่วยสอนเพื่อนในกลุ่มให้เข้าใจในสาระที่ตนได้ศึกษาร่วมกับกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ เช่นนี้ สมาชิกทุกคนก็จะได้เรียนรู้ภาพรวมของสาระทั้งหมด

1.5 ผู้เรียนทุกคนทำแบบทดสอบ แต่ละคนจะได้คะแนนเป็นรายบุคคล และนำคะแนนของทุกคนในกลุ่มบ้านของเรามารวมกัน(หรือหาค่าเฉลี่ย) เป็นคะแนนกลุ่ม กลุ่มที่ได้คะแนนสูงสุดได้รับรางวัล

2. กระบวนการเรียนการสอนของรูปแบบ เอส. ที. เอ. ดี. (STAD)

คำว่า “STAD” เป็นตัวย่อของ “Student Teams – Achievement Division” กระบวนการดำเนินการมีดังนี้

2.1 จัดผู้เรียนเข้ากลุ่มความสามารถ (เก่ง-กลาง-อ่อน) กลุ่มละ 4 คน และเรียกกลุ่มนี้ว่า กลุ่มบ้านของเรา (Home group)

2.2 สมาชิกในกลุ่มบ้านของเราได้รับเนื้อหาสาระและศึกษาเนื้อหาสาระนั้นร่วมกัน เนื้อหาสาระนี้อาจมีหลายตอน ซึ่งผู้เรียนอาจต้องทำแบบทดสอบในแต่ละตอนและเก็บคะแนนของตนไว้

2.3 ผู้เรียนทุกคนทำแบบทดสอบครั้งสุดท้าย ซึ่งเป็นการทดสอบรวบยอดและนำคะแนนของตนไปหาคะแนนพัฒนาการ ซึ่งหาได้ดังนี้

คะแนนพื้นฐาน: ได้จากค่าเฉลี่ยของคะแนนทดสอบย่อยหลาย ๆ ครั้งที่ผู้เรียนแต่ละคนทำได้

คะแนนที่ได้: ได้จากการนำคะแนนทดสอบครั้งสุดท้ายลบคะแนนพื้นฐาน

คะแนนพัฒนาการ: ถ้าคะแนนที่ได้คือ

-11 ขึ้นไป คะแนนพัฒนาการ = 0

-1 ถึง -10 คะแนนพัฒนาการ = 10

+1 ถึง 10 คะแนนพัฒนาการ = 20

+ 11 ขึ้นไป คะแนนพัฒนาการ = 30

2.4 สมาชิกในกลุ่มบ้านของเรานำคะแนนพัฒนาการของแต่ละคนในกลุ่มมารวมกันเป็นคะแนนของกลุ่ม กลุ่มใดได้คะแนนพัฒนาการของกลุ่มสูงสุด กลุ่มนั้นได้รางวัล

3. กระบวนการเรียนการสอนของรูปแบบ ที. เอ. ไอ. (TAI)

คำว่า “TAI” มาจาก “Team –Assisted Individualization” ซึ่งมีกระบวนการดังนี้

3.1 จัดผู้เรียนเข้ากลุ่มละความสามารถ (เก่ง-กลาง-อ่อน) กลุ่มละ 4 คน และเรียกกลุ่มนี้ว่า กลุ่มบ้านของเรา (Home group)

3.2 สมาชิกในกลุ่มบ้านของเราได้รับเนื้อหาสาระและศึกษาเนื้อหาสาระร่วมกัน

3.3 สมาชิกในกลุ่มบ้านของเรา จับคู่กันทำแบบฝึกหัด

ก. ถ้าใครทำแบบฝึกหัดได้ 75% ขึ้นไปให้ไปรับการทดสอบรวบยอดครั้งสุดท้ายได้

ข. ถ้ายังทำแบบฝึกหัดได้ไม่ถึง 75% ให้ทำแบบฝึกหัดซ่อมจนกระทั่งทำได้ แล้วจึงไปรับการทดสอบรวบยอดครั้งสุดท้าย

3.4 สมาชิกในกลุ่มบ้านของเราแต่ละคนนำคะแนนทดสอบรวบยอดมารวมกันเป็นคะแนนของกลุ่ม กลุ่มใดได้คะแนนสูงสุดกลุ่มนั้นได้รับรางวัล

4. กระบวนการเรียนการสอนของรูปแบบ ที. จี. ที. (TGT)

ตัวย่อ “TGT” มาจาก “Team Game Tournament” ซึ่งมีการดำเนินการดังนี้

4.1 จัดผู้เรียนเข้ากลุ่มละความสามารถ (เก่ง-กลาง-อ่อน) กลุ่มละ 4 คน และเรียกกลุ่มนี้ว่า กลุ่มบ้านของเรา (Home group)

4.2 สมาชิกในกลุ่มบ้านของเรา ได้รับเนื้อหาสาระและศึกษาเนื้อหาสาระร่วมกัน

4.3 สมาชิกในกลุ่มบ้านของเรา แยกย้ายกันเป็นตัวแทนกลุ่มไปแข่งขันกับกลุ่มอื่นโดยจัดกลุ่มแข่งขันตามความสามารถ คือคนเก่งในกลุ่มบ้านของเราแต่ละกลุ่มไปรวมกัน คนอ่อนก็ไปรวมกับคนอ่อนของกลุ่มอื่น กลุ่มใหม่ที่รวมกันนี้เรียกว่ากลุ่มแข่งขัน กำหนดให้มีสมาชิกกลุ่มละ 4 คน

4.4 สมาชิกในกลุ่มแข่งขัน เริ่มแข่งขันกันดังนี้

ก. แข่งขันกันตอบคำถาม 10 คำถาม

ข. สมาชิกคนแรกจับคำถามขึ้นมา 1 คำถาม และอ่านคำถามให้กลุ่มฟัง

ค. ให้สมาชิกที่อยู่ซ้ายมือของผู้อ่านคำถามคนแรกตอบคำถามก่อน ต่อไปจึงให้คนถัดไปตอบจนครบ

ง. ผู้อ่านคำถามเปิดคำตอบ แล้วอ่านเฉลยคำตอบที่ถูกให้กลุ่มฟัง

จ. ให้คะแนนคำตอบดังนี้

ผู้ตอบถูกเป็นคนแรกได้ 2 คะแนน ผู้ตอบถูกคนต่อไปได้ 1 คะแนน

ผู้ตอบผิดได้ 0 คะแนน

ฉ. ต่อไปสมาชิกคนที่ 2 จับคำถามที่ 2 และเริ่มเล่นตามขั้นตอน ข-จ ไปเรื่อยๆจนกระทั่งคำถามหมด

ข. ทุกคนรวมคะแนนของตนเอง

ผู้ได้คะแนนอันดับ 1 ได้โบนัส 10 คะแนน

ผู้ได้คะแนนอันดับ 2 ได้โบนัส 8 คะแนน

ผู้ได้คะแนนอันดับ 3 ได้โบนัส 5 คะแนน

ผู้ได้คะแนนอันดับ 4 ได้โบนัส 4 คะแนน

4.5 เมื่อแข่งขันเสร็จแล้ว สมาชิกกลุ่มกลับไปกลุ่มบ้านของเรา แล้วนำคะแนนที่แต่ละคนได้รวมเป็นคะแนนของกลุ่ม

5. กระบวนการเรียนการสอนของรูปแบบ แอล. ที. (L.T)

“L.T.” มาจากคำว่า Learning Together ซึ่งมีกระบวนการที่ง่ายไม่ซับซ้อน ดังนี้

5.1 จัดผู้เรียนเข้ากลุ่มละความสามารถ (เก่ง-กลาง-อ่อน) กลุ่มละ 4 คน

5.2 กลุ่มย่อยกลุ่มละ 4 คน ศึกษาเนื้อหาพร้อมกัน โดยกำหนดให้แต่ละคนมีบทบาทหน้าที่ช่วยกลุ่มในการเรียนรู้ ตัวอย่างเช่น

สมาชิกคนที่ 1: อ่านคำสั่ง สมาชิกคนที่ 2: หาคำตอบ

สมาชิกคนที่ 3: หาคำตอบ สมาชิกคนที่ 4: ตรวจสอบคำตอบ

5.3 กลุ่มสรุปคำตอบพร้อมกัน และส่งคำตอบนั้นเป็นผลงานกลุ่ม

5.4 ผลงานกลุ่มได้คะแนนเท่าไร สมาชิกทุกคนในกลุ่มนั้นจะได้คะแนนนั้นเท่ากันทุกคน

6. กระบวนการเรียนการสอนของรูปแบบ จี. ไอ. (G.I.)

“G.I.” คือ “Group Investigation” รูปแบบนี้เป็นรูปแบบที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนช่วยกันไปสืบค้นข้อมูลมาใช้ในการเรียนรู้ร่วมกัน โดยดำเนินการเป็นขั้นตอนดังนี้

6.1 จัดผู้เรียนเข้ากลุ่มละความสามารถ (เก่ง-กลาง-อ่อน) กลุ่มละ 4 คน

6.2 กลุ่มย่อยศึกษาเนื้อหาสาระร่วมกันโดย

ก. แบ่งเนื้อหาออกเป็นหัวข้อย่อย ๆ แล้วแบ่งกันไปศึกษาหาข้อมูลหรือคำตอบ

ข. ในการเลือกเนื้อหา ควรให้ผู้เรียนอ่อนเป็นผู้เลือกก่อน

6.3 สมาชิกแต่ละคนไปศึกษาหาข้อมูล/คำตอบมาให้กลุ่ม กลุ่มอภิปรายร่วมกันและสรุปผลการศึกษา

6.4 กลุ่มเสนอผลงานของกลุ่มต่อชั้นเรียน

7. กระบวนการเรียนการสอนของรูปแบบ ซี. ไอ. อาร์. ซี. (CIRC)

รูปแบบ CIRC หรือ “Cooperative Integrated Reading and Composition” เป็นรูปแบบการเรียนการสอนแบบร่วมมือที่ใช้ในการสอนอ่านและเขียนโดยเฉพาะ รูปแบบนี้ประกอบด้วย

กิจกรรมหลัก 3 กิจกรรมคือ กิจกรรมการอ่านแบบเรียน การสอนการอ่านเพื่อความเข้าใจ และการบูรณาการภาษากับการเรียน โดยมีขั้นตอนในการดำเนินการดังนี้ (Slavin, 1995: 104-110)

7.1 ครูแบ่งกลุ่มนักเรียนตามระดับความสามารถในการอ่าน นักเรียนในแต่ละกลุ่มจับคู่ 2 คน หรือ 3 คน ทำกิจกรรมการอ่านแบบเรียนร่วมกัน

7.2 ครูจัดทีมใหม่โดยให้นักเรียนแต่ละทีมต่างระดับความสามารถอย่างน้อย 2 ระดับ ทีมทำกิจกรรมร่วมกัน เช่น เขียนรายงาน แต่งความ ทำแบบฝึกหัดและแบบทดสอบต่าง ๆ และมีการให้คะแนนของแต่ละทีม ทีมใดได้คะแนน 90% ขึ้นไป จะได้รับประกาศนียบัตรเป็น “ซูเปอร์ทีม” หากได้คะแนนตั้งแต่ 80-89% ก็จะได้รับรางวัลรองลงมา

7.3 ครูพบกลุ่มการอ่านประมาณวันละ 20 นาที แจ้งวัตถุประสงค์ในการอ่าน แนะนำคำศัพท์ใหม่ ๆ ทบทวนศัพท์เก่า ต่อจากนั้นครูจะกำหนดและแนะนำเรื่องที่จะอ่านแล้วให้ผู้เรียนทำกิจกรรมต่าง ๆ ตามที่ผู้เรียนจัดเตรียมไว้ให้ เช่น อ่านเรื่องในใจแล้วจับคู่อ่านออกเสียงให้เพื่อนฟังและช่วยกันแก้จุดบกพร่อง หรือครูอาจจะให้นักเรียนช่วยกันตอบคำถาม วิเคราะห์ตัวละคร วิเคราะห์ปัญหาหรือทำนายว่าเรื่องจะเป็นอย่างไรต่อไป เป็นต้น

7.4 หลังจากกิจกรรมการอ่าน ครูนำอภิปรายเรื่องที่จะอ่าน โดยครูจะเน้นการฝึกทักษะต่าง ๆ ในการอ่าน เช่น การจับประเด็นปัญหา การทำนาย เป็นต้น

7.5 นักเรียนรับการทดสอบการอ่านเพื่อความเข้าใจ นักเรียนจะได้รับคะแนนเป็นทั้งรายบุคคลและทีม

7.6 นักเรียนจะได้รับการสอนและฝึกทักษะการอ่านสัปดาห์ละ 1 วัน เช่น ทักษะการจับใจความสำคัญ ทักษะการอ้างอิง ทักษะการใช้เหตุผล เป็นต้น

7.7 นักเรียนจะได้รับชุดการเรียนการสอนเขียน ซึ่งผู้เรียนสามารถเลือกหัวข้อการเขียนได้ตามความสนใจ นักเรียนจะช่วยกันวางแผนเขียนเรื่องและช่วยกันตรวจสอบความถูกต้องและในที่สุดตีพิมพ์ผลงานออกมา

7.8 นักเรียนจะได้รับการบ้านให้เลือกอ่านหนังสือที่สนใจ และเขียนรายงานเรื่องที่จะอ่านเป็นรายบุคคล โดยให้ผู้ปกครองช่วยตรวจสอบพฤติกรรมการอ่านของนักเรียนที่บ้าน โดยมีแบบฟอร์มให้

8. กระบวนการเรียนการสอนของรูปแบบคอมเพล็กซ์ (Complex Instruction)

รูปแบบนี้พัฒนาขึ้นโดย เอลิซาเบธ โคเฮน และคณะ (Elizabeth Cohen) เป็นรูปแบบที่คล้ายคลึงกับรูปแบบ จี. ไอ. เพียงแต่จะสืบเสาะหาความรู้เป็นกลุ่มมากกว่าการทำเป็นรายบุคคล นอกจากนี้งานที่ให้อยังมีลักษณะของการประสานสัมพันธ์ระหว่างความรู้กับทักษะหลายประเภท และเน้นการให้ความสำคัญกับผู้เรียนเป็นรายบุคคล โดยการจัดงานให้เหมาะสมกับความสามารถและความถนัดของผู้เรียนแต่ละคน ดังนั้นครูต้องค้นหาความสามารถเฉพาะทางของผู้เรียนที่อ่อน โคเฮนเชื่อว่า หากผู้เรียนได้รับรู้ว่าตนมีความถนัดในด้านใด จะช่วยให้ผู้เรียนมีแรงจูงใจในการพัฒนาตนเอง

ในด้านอื่น ๆ ด้วย รูปแบบนี้จะไม่มีกลไกการให้รางวัล เนื่องจากเป็นรูปแบบที่ได้ออกแบบให้งานที่แต่ละบุคคลทำ สามารถสนองตอบความสนใจของผู้เรียนและสามารถจูงใจผู้เรียนแต่ละคนอยู่แล้ว

ผลที่ผู้เรียนจะได้รับจากการเรียนตามรูปแบบ

ผู้เรียนจะเกิดการเรียนรู้เนื้อหาสาระด้วยตนเองและด้วยความร่วมมือและช่วยเหลือจากเพื่อน ๆ รวมทั้งได้พัฒนาทักษะกระบวนการต่าง ๆ จำนวนมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ทักษะการทำงานร่วมกับผู้อื่น ทักษะการประสานสัมพันธ์ ทักษะการคิด ทักษะการแสวงหาความรู้ ทักษะการแก้ปัญหา ฯลฯ

5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

นันทิรัตน์ พิระพันธ์ (2557) ทำการพัฒนารูปแบบการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเพื่อพัฒนาทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 สำหรับผู้เรียนในระดับอุดมศึกษา มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนารูปแบบการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเพื่อพัฒนาทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 สำหรับผู้เรียนในระดับอุดมศึกษา ซึ่งทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ได้แก่ ทักษะการทำงานร่วมกับผู้อื่น ทักษะในการสื่อสาร ทักษะด้านสารสนเทศ ทักษะด้านสื่อ และทักษะการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร โดยศึกษาบนพื้นฐานของทฤษฎีการเรียนรู้ หลักการจัดการเรียนการสอนที่ยึดผู้เรียนเป็นสำคัญ และหลักการเรียนการสอนที่ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร ผลการวิจัยพบว่ารูปแบบของการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเพื่อพัฒนาทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 สำหรับผู้เรียนในระดับอุดมศึกษา ประกอบด้วยลักษณะการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารใน 4 ลักษณะที่สัมพันธ์กัน ได้แก่ การนำเสนอเนื้อหาอย่างมีพลัง การสืบค้นสาระความรู้ การสร้างและเผยแพร่ผลงาน และการปฏิสัมพันธ์และการสะท้อนกลับ ประเมินความเหมาะสมของรูปแบบดังกล่าวโดยผู้ทรงคุณวุฒิทางด้านเทคโนโลยีทางการศึกษา จำนวน 7 ท่าน พบว่าค่าดัชนีความสอดคล้องอยู่ระหว่าง 0.86-1.00 รูปแบบที่พัฒนาขึ้นจึงมีความเหมาะสมและมีความเป็นไปได้ในการนำไปใช้พัฒนาผู้เรียนในระดับอุดมศึกษาให้มีทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ได้ต่อไป

ณัฐนรี ทาวรรณ (2557) ทำการใช้รูปแบบการเรียนการสอนทักษะปฏิบัติของเดวิสในรายวิชาการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ วิทยาลัยเทคโนโลยีโปลิเทคนิคลานนา เชียงใหม่ นี้มีวัตถุประสงค์เพื่อจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบทักษะปฏิบัติของเดวิสในวิชาการเขียนโปรแกรมภาษาคอมพิวเตอร์ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ (การพัฒนาโปรแกรม) วิทยาลัยเทคโนโลยีโปลิเทคนิคลานนา เชียงใหม่ กลุ่มตัวอย่างคือ นักเรียนระดับชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ปีที่ 2 สาขางานคอมพิวเตอร์ธุรกิจ วิทยาลัยเทคโนโลยีโปลิเทคนิคลานนา เชียงใหม่ จำนวน 9 คน เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา คือ แผนการจัดการเรียนรู้วิชาการเขียนโปรแกรมภาษาคอมพิวเตอร์จำนวน 2 แผน ใช้ระยะเวลาในการเรียนรวม 8 ชั่วโมง แบบประเมิน

ทักษะปฏิบัติก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ และแบบประเมินความพึงพอใจของผู้เรียน ผลการศึกษามีดังนี้

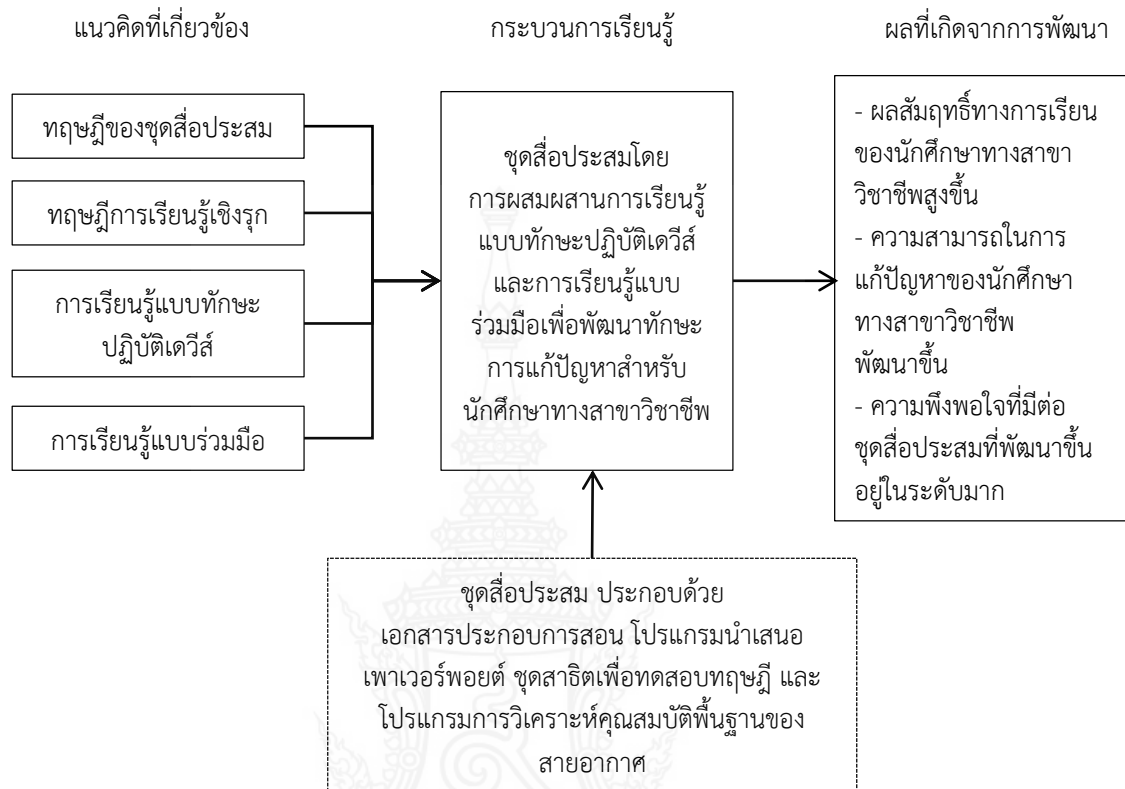
1. ผลจากการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบการสอนทักษะปฏิบัติของเดวิส ในรายวิชาการเขียนโปรแกรมภาษาคอมพิวเตอร์ในด้านผลสัมฤทธิ์ทางด้านความรู้ความเข้าใจ พบว่านักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยมีคะแนนในระดับสูง คิดเป็นร้อยละ 74.44 จากผลสัมฤทธิ์แผนการจัดการเรียนรู้และทางด้านผลสัมฤทธิ์จากการปฏิบัติทั้งสองแผนการจัดการเรียนรู้พบว่านักเรียนมีผลงานจากการปฏิบัติในภาพรวมอยู่ในระดับดีมากที่ค่าร้อยละ 85.21

2. ผลจากการใช้แผนการจัดการเรียนรู้รูปแบบทักษะปฏิบัติของเดวิส ภาพรวมอยู่ในระดับดีมาก ที่ค่าร้อยละ 72.76 ในด้านความละเอียดรอบคอบ และความริเริ่มสร้างสรรค์ ด้านความถูกต้องของผลงานการทำงานเสร็จในเวลาที่กำหนดและด้านความรับผิดชอบ

3. ผลการวิเคราะห์ความคิดเห็นเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบทักษะปฏิบัติของเดวิสในรายวิชาการเขียนโปรแกรมภาษาคอมพิวเตอร์นักเรียนมีความคิดเห็นอยู่ในระดับเห็นด้วยมากที่สุด การดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอน สื่อการสอนมีความน่าสนใจ และมีความเห็นทางด้านการกำหนดวัตถุประสงค์และเนื้อหา ด้านกิจกรรมการเรียนรู้ อยู่ในระดับเห็นด้วยมากผลของการศึกษาดังกล่าวข้างต้น สรุปได้ว่าการใช้รูปแบบการเรียนการสอนทักษะปฏิบัติของเดวิสในรายวิชาการเขียนโปรแกรมภาษาคอมพิวเตอร์ทำให้มีผลการปฏิบัติงานออกมาในระดับคะแนนที่สูงขึ้น

สุรียา วุช เสาวคนธ์ (2554 : บทคัดย่อ) ได้พัฒนาชุดสื่อประสมสำหรับการสอนทฤษฎีวงจรไฟฟ้ากระแสสลับ ผลการวิจัยพบว่า สื่อประสมสำหรับการสอนทฤษฎีวงจรไฟฟ้ากระแสสลับ ประกอบด้วย เอกสารประกอบการสอน โปรแกรมนำเสนอเพาเวอร์พอยต์ ชุดสาธิตเพื่อทดสอบทฤษฎีและโปรแกรมการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้ากระแสสลับ ซึ่งผลการทดสอบชุดสาธิตเพื่อทดสอบทฤษฎีและโปรแกรมการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้ากระแสสลับ พบว่า มีผลการวิเคราะห์วงจรถูกต้องตามทฤษฎี มีผลการประเมินคุณภาพโดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน พบว่า ชุดสื่อประสมมีคุณภาพโดยรวมทุกด้านอยู่ในระดับมากที่สุด มีผลการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน พบว่า มีผลสัมฤทธิ์โดยเฉลี่ย 5 บทเรียนเท่ากับร้อยละ 72.71 และผลประเมินความพึงพอใจของผู้เรียนที่ผ่านการเรียนการสอนด้วยสื่อประสมที่พัฒนาขึ้น พบว่า ผู้เรียนมีความพึงพอใจต่อบทเรียนที่ใช้สื่อประสมที่พัฒนาขึ้นอยู่ในระดับมาก ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า สื่อประสมที่พัฒนาขึ้นคุณภาพสามารถนำไปประกอบการสอนทฤษฎีวงจรไฟฟ้ากระแสสลับได้เป็นอย่างดี

6. กรอบแนวความคิดของโครงการวิจัย



บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ ดำเนินการวิจัยเกี่ยวกับการพัฒนาชุดสื่อประสมโดยการผสมผสานการเรียนรู้แบบทักษะปฏิบัติเดวิสส์และการเรียนรู้แบบร่วมมือเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาสำหรับนักศึกษาทางสาขาวิชาชีพ คณะผู้วิจัยได้กำหนดวิธีการดำเนินการเป็นขั้นตอนดังนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
3. การสร้างและหาคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
4. การดำเนินการทดลองและการเก็บรวบรวมข้อมูล
5. การวิเคราะห์ข้อมูล
6. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.1. ประชากร คือ นักเรียนระดับปริญญาตรี หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร จำนวน 65 คน

1.2 กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 3 แขนงวิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ และโทรคมนาคม สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ที่ลงทะเบียนเรียนรายวิชาวิศวกรรมสายอากาศ ภาคการเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2560 จำนวน 27 คน ทำการสุ่มแบบเจาะจง (Purposive Sampling)

2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเป็นเครื่องมือที่ผู้วิจัยออกแบบและสร้างขึ้น ประกอบด้วย

2.1 แผนการสอนรายวิชาวิศวกรรมสายอากาศ เรื่อง การวิเคราะห์คุณสมบัติและออกแบบสายอากาศแบบไดโพล

2.2 ชุดสื่อประสมโดยการผสมผสานการเรียนรู้แบบทักษะปฏิบัติเดวิสส์และการเรียนรู้แบบร่วมมือ เรื่อง การวิเคราะห์คุณสมบัติและออกแบบสายอากาศแบบไดโพล ประกอบด้วย เอกสาร

ประกอบการสอน โปรแกรมนำเสนอเพาเวอร์พอยต์ ชุดสาริตเพื่อทดสอบทฤษฎี และโปรแกรมการวิเคราะห์คุณสมบัติพื้นฐานของสายอากาศ

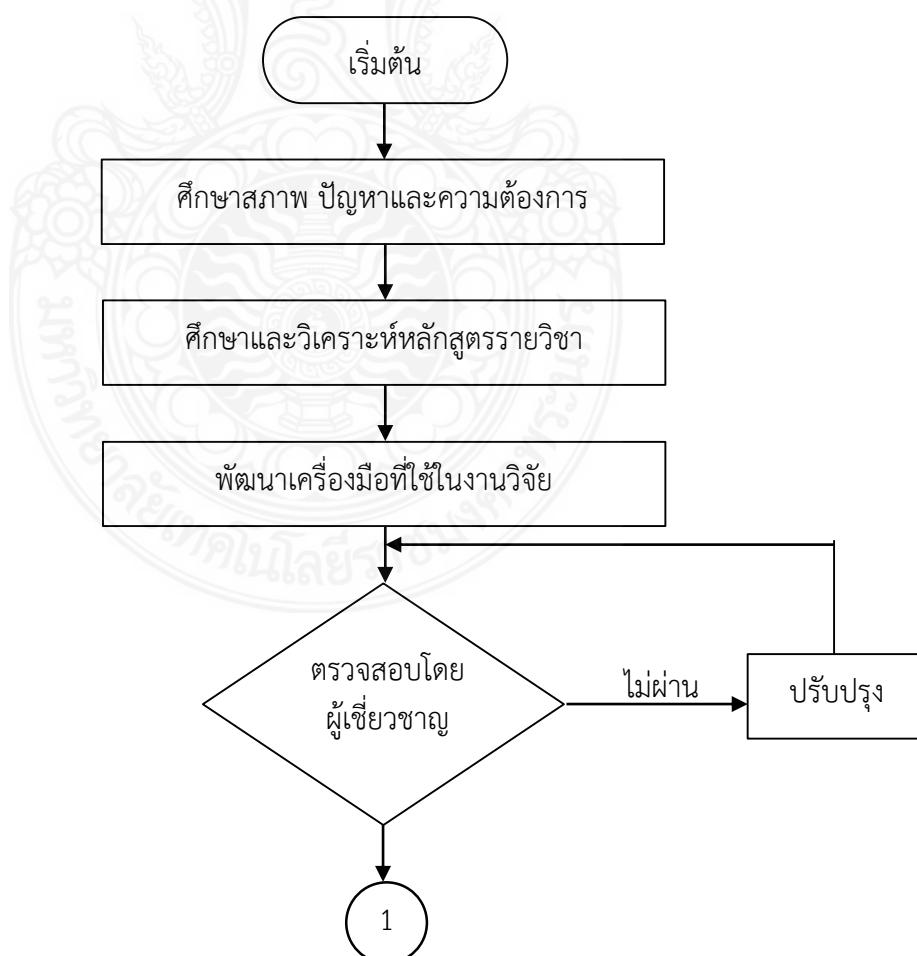
2.3 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาวิศวกรรมสายอากาศ เรื่องการวิเคราะห์คุณสมบัติและออกแบบสายอากาศแบบไดโพล

2.4 แบบประเมินทักษะการปฏิบัติ เรื่อง การวิเคราะห์คุณสมบัติและออกแบบสายอากาศแบบไดโพล

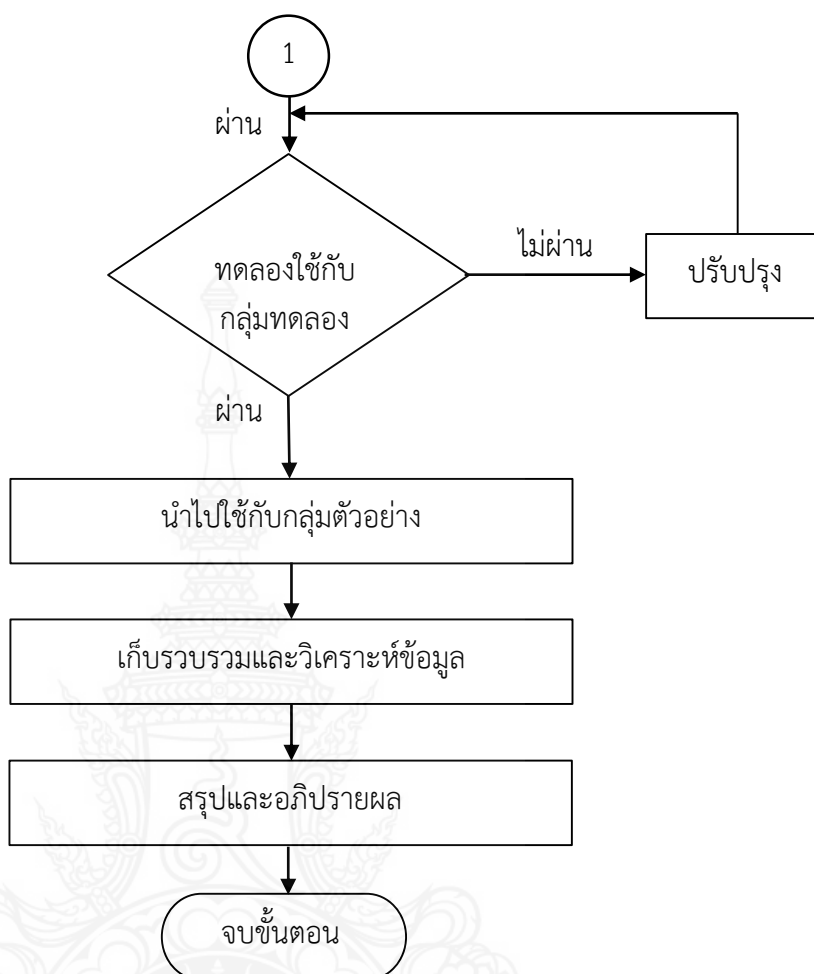
2.5 แบบสอบถามความพึงพอใจที่มีต่อชุดสื่อประสมโดยการผสมผสานการเรียนรู้แบบทักษะปฏิบัติเดวิสและการเรียนรู้แบบร่วมมือ

3. การสร้างและหาคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

คณะผู้วิจัยได้ดำเนินการพัฒนาเครื่องมือที่ใช้งานวิจัย ประกอบด้วย แผนการสอน ชุดสื่อประสม แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาวิศวกรรมสายอากาศ แบบประเมินทักษะการปฏิบัติ และแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียน ดังนี้ มีขั้นตอนการสร้างและการหาคุณภาพเครื่องมือวิจัย แสดงดังภาพที่ 3.1



ภาพที่ 3.1 ขั้นตอนการสร้างและการหาคุณภาพเครื่องมือวิจัย



ภาพที่ 3.1 ขั้นตอนการสร้างและการหาคุณภาพเครื่องมือวิจัย (ต่อ)

จากภาพที่ 3.1 ขั้นตอนการสร้างและการหาคุณภาพเครื่องมือวิจัยเริ่มจากการศึกษาสภาพปัญหาและความต้องการเกี่ยวกับรายวิชาวิศวกรรมสายอากาศ เพื่อหาประเด็นปัญหา รวมทั้งแนวทางและวิธีการแก้ปัญหา ศึกษาและวิเคราะห์หลักสูตรรายวิชา เพื่อทราบจุดมุ่งหมายของหลักสูตร โครงสร้างของหลักสูตร เนื้อหาสาระของรายวิชา แล้วนำข้อมูลที่ได้ไปกำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมเพื่อใช้เป็นข้อมูลในการพัฒนาเครื่องมือที่ต้องใช้ในการวิจัยครั้งนี้ แล้วนำเครื่องมือที่พัฒนาขึ้นไปประเมินความเหมาะสมโดยอาจารย์ที่ปรึกษาและผู้เชี่ยวชาญ ถ้าไม่ผ่านทำการปรับปรุงแก้ไข เมื่อผ่านการประเมินความเหมาะสมจึงนำเครื่องมือไปทดลองใช้กับกลุ่มทดลองเพื่อหาคุณภาพของชุดการสอนแบบสื่อประสม ถ้าผลการทดลองไม่ผ่านทำการปรับปรุงแก้ไข หลังจากนั้นนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างเพื่อทดสอบสมมติฐาน รวบรวมข้อมูลที่ได้จากการนำไปใช้เพื่อวิเคราะห์ข้อมูล และสรุปผลและอภิปรายผลการวิจัย สามารถอธิบายรายละเอียดขั้นตอนได้ดังนี้

3.3.1 การศึกษาสภาพ ปัญหาและความต้องการ

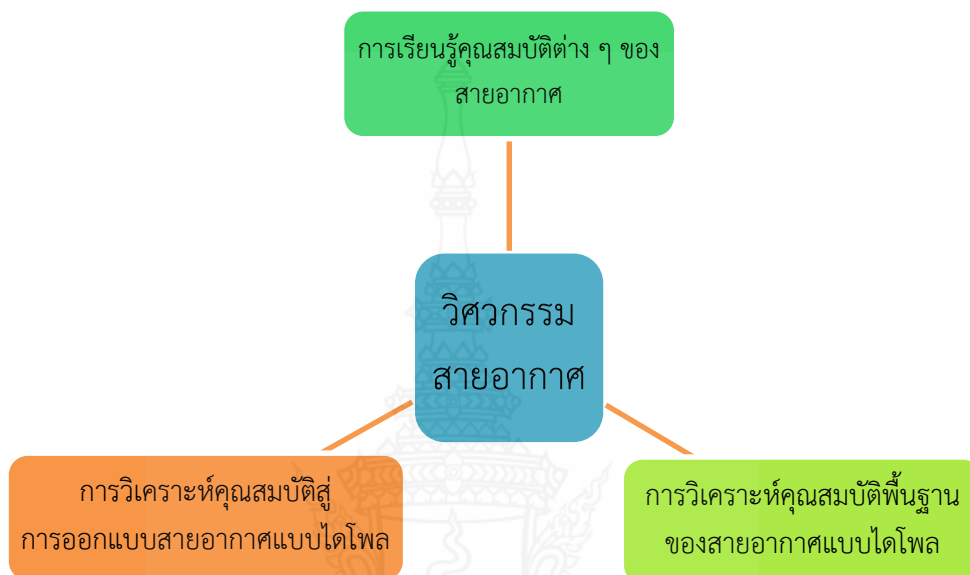
ผู้วิจัยได้ศึกษาสภาพปัญหาการจัดการเรียนการสอนของนักศึกษาทางสาขาวิชาชีพ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม โดยการศึกษาเอกสาร ตำราและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง รวมทั้งจากการสอบถามกลุ่มตัวอย่างที่เป็นนักศึกษาคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม จำนวน 191 คน พบว่า นักศึกษามีความคิดเห็นเกี่ยวกับสภาพปัญหาการจัดการเรียนการสอนของนักศึกษาทางสาขาวิชาชีพ ภาพรวมมีสภาพปัญหาอยู่ในระดับปานกลาง ($\bar{x} = 2.68$, $S.D. = 1.05$) เมื่อพิจารณารายด้านพบว่า ด้านที่มีปัญหามากที่สุด ได้แก่ สภาพปัญหาด้านสื่อการเรียนการสอน ($\bar{x} = 2.77$, $S.D. = 0.98$) รองลงมาได้แก่ สภาพปัญหาด้านกิจกรรมการเรียนการสอน ($\bar{x} = 2.67$, $S.D. = 1.19$) สภาพปัญหาด้านเนื้อหาวิชา ($\bar{x} = 2.64$, $S.D. = 1.15$) และสภาพปัญหาด้านการวัดและประเมินผล ($\bar{x} = 2.63$, $S.D. = 0.87$) อย่างไรก็ตาม การพิจารณาความต้องการของนักศึกษาที่มีต่อการจัดการเรียน การสอน พบว่า นักศึกษาต้องการให้มีนวัตกรรมสื่อเทคโนโลยีช่วยสอน มีการฝึกทักษะเพื่อทดลองการทำงานได้จริง อีกทั้งควรมีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นบทบาทและการมีส่วนร่วมของผู้เรียนเพิ่มมากขึ้น

3.3.2 ศึกษาและวิเคราะห์หลักสูตรรายวิชา

คณะผู้วิจัยได้ศึกษาและวิเคราะห์หลักสูตรรายวิชาวิศวกรรมสายอากาศ หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า แขนงวิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์และโทรคมนาคม (หลักสูตรปรับปรุง พ.ศ. 2556) และหลักสูตรอุตสาหกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า แขนงวิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์และโทรคมนาคม (หลักสูตรปรับปรุง พ.ศ. 2556) เพื่อกำหนดหัวข้อเรื่องรายละเอียดของเนื้อหาและวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม โดยจะพิจารณาจากคำอธิบายรายวิชา ขั้นตอนการวิเคราะห์หลักสูตรรายวิชา ดังนี้

3.3.2.1 ศึกษาหลักสูตรรายวิชาวิศวกรรมสายอากาศ ผู้วิจัยได้ศึกษาหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า แขนงวิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์และโทรคมนาคม (หลักสูตรปรับปรุง พ.ศ. 2556) และหลักสูตรอุตสาหกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า แขนงวิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์และโทรคมนาคม (หลักสูตรปรับปรุง พ.ศ. 2556) รายวิชา วิศวกรรมสายอากาศ จำนวน 3 หน่วยกิต เวลาเรียน 3 คาบ/สัปดาห์ เป็นทฤษฎี 3 ชั่วโมง พบว่า หลักสูตรรายวิชาวิศวกรรมสายอากาศ มุ่งเน้นศึกษาและวิเคราะห์การทำงานของสายอากาศ ในรูปแบบการแพร่กระจายคลื่นบริเวณการสนามระยะไกล คำนวณการหาความเข้มของการแพร่กระจายคลื่น ซึ่งเป็นคุณสมบัติพื้นฐานที่สำคัญของสายอากาศ และจากคำอธิบายรายวิชา วิศวกรรมสายอากาศต้องการให้ผู้เรียนศึกษาและปฏิบัติเกี่ยวกับหลักการเบื้องต้นของสายอากาศ สายอากาศแบบไดโพลและลิเนียร์ การออกแบบสายอากาศ และการวัดคุณสมบัติของสายอากาศ กระจายคลื่นวิทยุ การกระจายคลื่นวิทยุตามผิวพื้นดินในชั้นบรรยากาศต่าง ๆ เช่น ชั้นโทรโปสเฟียร์ ชั้นแอสโทรสเฟียร์ และชั้นไอโอโนสเฟียร์

ผลการวิเคราะห์หลักสูตรรายวิชาโดยให้แผนผังความคิด (Mind Map) เป็นหน่วยที่นำมาสร้างชุดสื่อประสม เนื่องจาก เป็นพื้นฐานในการวิเคราะห์คุณสมบัติของสายอากาศ จากนั้นนำไปสู่การประยุกต์ใช้สายอากาศแบบไดโพล ดังภาพที่ 3.2



ภาพที่ 3.2 ผังความคิดผลการวิเคราะห์หลักสูตรรายวิชาวิศวกรรมสายอากาศ

3.3.2.2 วิเคราะห์เนื้อหาและแบ่งบทเรียน ผู้วิจัยได้วิเคราะห์เนื้อหาที่สำคัญของบทเรียนประกอบด้วย 1) การเรียนรู้คุณสมบัติต่าง ๆ ของสายอากาศ 2) การวิเคราะห์คุณสมบัติพื้นฐานของสายอากาศแบบไดโพล และ 3) การวิเคราะห์คุณสมบัติสู่การออกแบบสายอากาศแบบไดโพล

3.3.2.3 ประเมินความสำคัญของบทเรียน ผู้วิจัยทำการพิจารณาตัดหัวเรื่องที่มีความสำคัญน้อยออกไปหากเวลาจำนวนหรือไม่เน้นมากแล้วรวบรวมหัวเรื่องที่ได้แล้วมาประเมินความสำคัญของแต่ละบทเรียนอีกครั้งว่าแต่ละหัวเรื่องมีประโยชน์หรือสนับสนุนให้เกิดการเรียนรู้ด้านใดบ้าง

3.3.2.4 กำหนดรายละเอียดเนื้อหาและประเมินความสำคัญ เพื่อมากำหนดรายละเอียดของเนื้อหาในแต่ละบทเรียนแล้วทำการประเมินความสำคัญรายละเอียดของเนื้อหา

3.3.2.5 กำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม เพื่อระบุพฤติกรรมที่ต้องการให้ผู้เรียนมีการเปลี่ยนแปลง หลังผ่านกระบวนการเรียนการสอนในบทเรียนนั้น ๆ แล้ว

3.3.2.6 ตรวจสอบโดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน โดยนำผลการวิเคราะห์หลักสูตร รายวิชาที่ผู้วิจัยได้ปรับปรุงเรียบร้อยแล้วไปให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินความเหมาะสมของหน่วยเรียน บทเรียน หัวข้อย่อย และวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม จากนั้นนำข้อเสนอแนะต่าง ๆ ไปปรับปรุงแก้ไข

3.3.2.7 หลักสูตรรายวิชาวิศวกรรมสายอากาศที่ผ่านการวิเคราะห์จากผู้เชี่ยวชาญ สามารถนำไปพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัยได้

3.3.3 การพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย

ผู้วิจัยได้ดำเนินการพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย มีขั้นตอนดังนี้

3.1 แผนการสอนรายวิชาวิศวกรรมสายอากาศ เรื่อง การวิเคราะห์คุณสมบัติและออกแบบ สายอากาศแบบไดโพล มีลำดับขั้นตอนในการสร้างดังนี้

1. ศึกษาและวิเคราะห์หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต และหลักสูตร อุตสาหกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า แขนงวิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์และ โทรคมนาคม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

2. ศึกษารายละเอียดมาตรฐานการเรียนรู้ตามกรอบมาตรฐานคุณวุฒิระดับอุดมศึกษา 5 ด้าน ได้แก่ 1) ด้านคุณธรรมจริยธรรม 2) ด้านความรู้ 3) ด้านทักษะทางปัญญา 4) ด้านทักษะ ความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและความรับผิดชอบ และ 5) ด้านทักษะ การวิเคราะห์เชิงตัวเลข การสื่อสารและการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ ที่เกี่ยวข้องับรายวิชาวิศวกรรมสายอากาศ

3. วิเคราะห์จุดประสงค์การสอนที่เกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์คุณสมบัติและออกแบบ สายอากาศแบบไดโพล

4. ศึกษาวิธีการจัดทำแผนการสอนจากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อนำมาเป็น พื้นฐานในการสร้างแผนการสอนที่เหมาะสม

5. จัดทำแผนการสอนให้สอดคล้องกับพัฒนาการเรียนรู้ของนักศึกษา เรื่องการวิเคราะห์ คุณสมบัติและออกแบบสายอากาศแบบไดโพล ซึ่งประกอบด้วย

5.1 แผนการสอน

1. วิธีสอนและกิจกรรม
2. สื่อการสอน/อุปกรณ์การสอน
3. การวัดผล

5.2 หัวข้อบรรยายและเนื้อหาสาระ

5.3 แบบฝึกหัด/งานที่มอบหมาย

6. นำแผนการสอนเสนอให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจพิจารณาความเหมาะสม ในการกำหนด จุดประสงค์การสอน การแบ่งเนื้อหา และการจัดกิจกรรมการสอน

7. นำแผนการสอนมาปรับปรุงแก้ไข แล้วนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

3.2 ชุดสื่อประสมโดยการผสมผสานการเรียนรู้แบบทักษะปฏิบัติเดวิสส์และการเรียนรู้แบบร่วมมือเรื่อง การวิเคราะห์คุณสมบัติและออกแบบสายอากาศแบบไดโพล มีลำดับขั้นตอนในการสร้างดังนี้

1. ศึกษาหลักการออกแบบบทเรียนชุดสื่อประสม การเรียนรู้แบบทักษะปฏิบัติเดวิสส์ และการเรียนรู้แบบร่วมมือ เพื่อนำลักษณะหรือองค์ประกอบของบทเรียนทั้งสองมาออกแบบบูรณาการเป็นชุดสื่อประสม

2. นำหัวข้อต่าง ๆ ที่ได้จากการวิเคราะห์แผนการสอนมาสร้างชุดสื่อประสม ซึ่งจากการวิเคราะห์รายวิชาวิศวกรรมสายอากาศ ดังต่อไปนี้

บทเรียนที่ 1 การเรียนรู้คุณสมบัติต่าง ๆ ของสายอากาศ

บทเรียนที่ 2 การวิเคราะห์คุณสมบัติพื้นฐานของสายอากาศแบบไดโพล

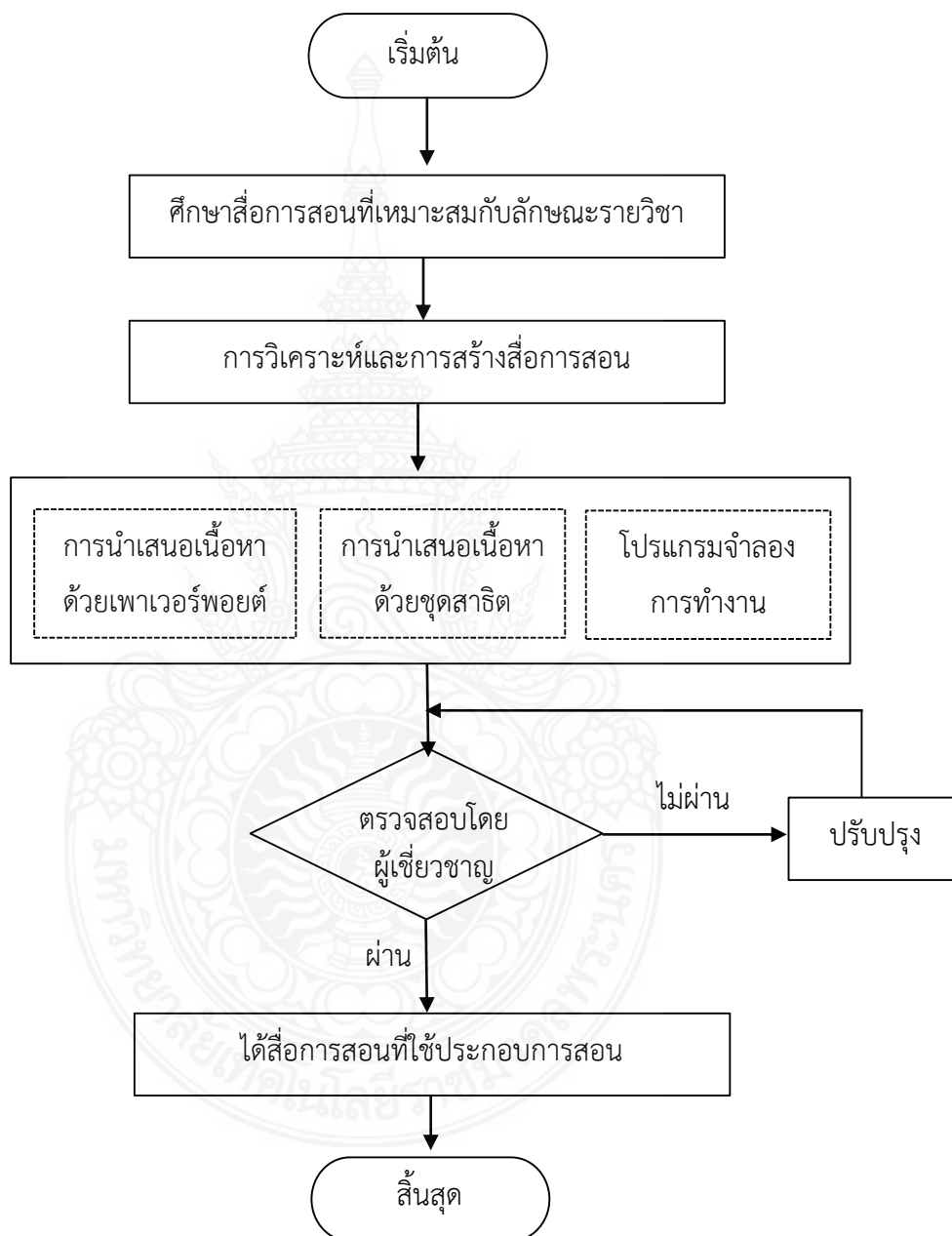
บทเรียนที่ 3 การวิเคราะห์คุณสมบัติสู่การออกแบบสายอากาศแบบไดโพล

ผู้วิจัยเริ่มจากศึกษาเอกสาร ตำรา งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์คุณสมบัติและออกแบบสายอากาศแบบไดโพล เป็นการกำหนดรายละเอียดเนื้อหาให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม จากนั้นวิเคราะห์ความรู้พื้นฐานที่จำเป็นแต่ละบทเรียน และทำการออกแบบการนำเข้าสู่บทเรียนเพื่อเป็นการกระตุ้นความสนใจ จากนั้นสร้างปัญหาในแต่ละบทเรียนทำให้ผู้เรียนเกิดความสนใจและอยากรู้ในเรื่องที่จะเรียนมากขึ้น ซึ่งกระบวนการทั้งหมดได้กำหนดไว้ในตารางปฏิบัติการสอน โดยเป็นทำหน้าที่กำหนดกรอบเวลาให้สอดคล้องกับเนื้อหาบทเรียนและรูปแบบการสอนในแต่ละขั้นตอน ต่อมาสร้างใบเนื้อหาและแบบร่างกระดานที่ใช้ประกอบการเรียนการสอนและสร้างแบบทดสอบที่ใช้ในการวัดความรู้หลังเรียนในแต่ละบทเรียน ดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 จำนวนใบเนื้อหา แบบร่างกระดาน และแบบทดสอบหลังเรียน

บทเรียนที่	จำนวน		
	ใบเนื้อหา	แบบร่างกระดาน	แบบทดสอบหลังเรียน
1. การเรียนรู้คุณสมบัติต่าง ๆ ของสายอากาศ	12 หน้า	38 เฟรม	10 ข้อ
2. การวิเคราะห์คุณสมบัติพื้นฐานของสายอากาศแบบไดโพล	20 หน้า	30 เฟรม	10 ข้อ
3. การวิเคราะห์คุณสมบัติสู่การออกแบบสายอากาศแบบไดโพล	18 หน้า	40 เฟรม	10 ข้อ
รวม	50 หน้า	108 เฟรม	30 ข้อ

สำหรับสื่อการสอน เป็นสื่อที่ใช้ประกอบการสอนร่วมกับเนื้อหาที่ได้จัดทำขึ้น เพื่อใช้อธิบาย ขยายความในเนื้อหา ช่วยให้ผู้เรียนสามารถทำความเข้าใจได้ง่ายและรวดเร็วมากยิ่งขึ้น มีขั้นตอน การสร้างสื่อการสอน ดังภาพที่ 3.3



ภาพที่ 3.3 ขั้นตอนการสร้างสื่อการสอน

จากภาพที่ 3.3 การสร้างสื่อการสอน ผู้วิจัยเริ่มจากการศึกษาสื่อการสอนที่เหมาะสมกับลักษณะรายวิชา เนื้อหาบทเรียนและวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของแต่ละบทเรียน ซึ่งได้จากการสัมภาษณ์อาจารย์ผู้สอน ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน จากนั้นนำมาเป็นแนวทางในการเลือกและสร้างสื่อการสอนให้สามารถใช้งานได้สะดวกและเหมาะสมกับเนื้อหาบทเรียน โดยผู้วิจัยได้เลือกสื่อที่ใช้ประกอบด้วย การนำเสนอเนื้อหาด้วยเพาเวอร์พอยต์ การนำเสนอเนื้อหาด้วยชุดสาธิต และโปรแกรมจำลองการทำงานดังนี้

- การนำเสนอเนื้อหาด้วยเพาเวอร์พอยต์ เป็นการนำแบบร่างกระดาษมาปรับปรุงให้อยู่ในรูปแบบซีดีสร้างจากโปรแกรมสำเร็จรูปไมโครซอฟต์ออฟฟิศ (Microsoft Office) ด้วยเพาเวอร์พอยต์ ซึ่งการนำเสนอเนื้อหานี้จะใช้ประกอบการสอนทุกบทเรียน ซึ่งการสร้างจะสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมทั้งหมด ดังตัวอย่างภาพที่ 3.4 – ภาพที่ 3.6



ภาพที่ 3.4 ตัวอย่างการนำเสนอเนื้อหาด้วยเพาเวอร์พอยต์
บทเรียนที่ 1 การเรียนรู้คุณสมบัติต่าง ๆ ของสายอากาศ

บทที่ 2

การวิเคราะห์คุณสมบัติพื้นฐานของสายอากาศแบบไดโพล

Standing Wave
Original Signal
Reflection

Page 1

ภาพที่ 3.5 ตัวอย่างการนำเสนอเนื้อหาด้วยเพาเวอร์พอยต์
บทเรียนที่ 2 การวิเคราะห์คุณสมบัติพื้นฐานของสายอากาศแบบไดโพล

บทที่ 3

การวิเคราะห์คุณสมบัติสู่การออกแบบสายอากาศแบบไดโพล

Page 1

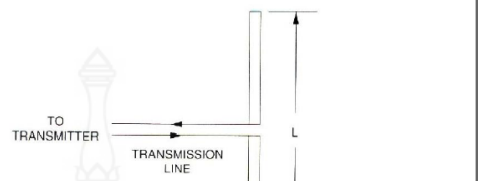
ภาพที่ 3.6 ตัวอย่างการนำเสนอเนื้อหาด้วยเพาเวอร์พอยต์
บทเรียนที่ 3 การวิเคราะห์คุณสมบัติสู่การออกแบบสายอากาศแบบไดโพล

- การนำเสนอเนื้อหาด้วยชุดสาธิต

12.1. วัตถุประสงค์การทดลอง

- เมื่อจบหน่วยวิชานักศึกษาจะเข้าใจถึงแนวทางการเคลื่อนตัวของสายอากาศไดโพลชนิดครึ่งความยาวคลื่น ในระบบ E และ H.

12.2. หลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง




สรุปขั้นตอนการทดลอง

ในการทดลองจะได้ เซ็ตอัพ ไดโพล $\lambda/2$ ที่ 1GHz และวัดแนวโพ้นการแผ่คลื่นใน E-plane, H-plane และได้เข้าใจถึงหลักการไหลโรของสายอากาศไดโพลและยากิ และสามารถคำนวณค่า HALF POWER BEAM WIDTH ของสายอากาศไดโพล $\lambda/2$ ด้วยโปรแกรม LVDM-ANT

12.3. ขั้นตอนการทดลอง

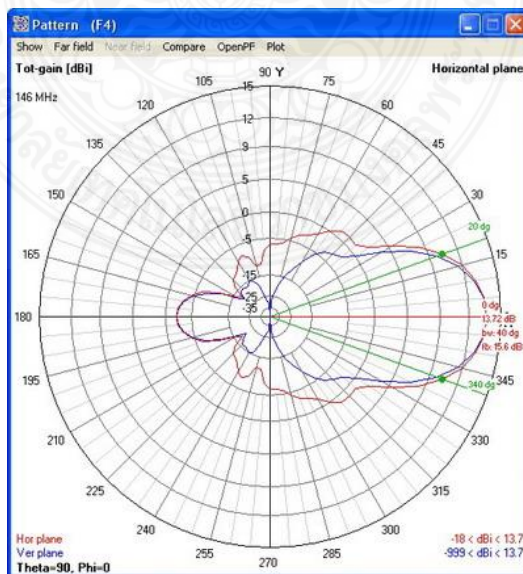
การติดตั้งอุปกรณ์

- ส่วนประกอบหลักๆของชุดฝึกสายอากาศและอุปกรณ์วัดมีดังนี้ Data Acquisition Interface / Power Supply , RF Generator , Antenna Positioner และคอมพิวเตอร์ซึ่งจะต้องจัดวางให้เหมาะสมก่อนเริ่มฝึกทดลอง (อ้างถึงส่วนที่ 4) ใน Familiarization Guide เป็นการนำเข้าสู่การจัดการวางของชุดฝึกสายอากาศและระบบการวัดซึ่งจะขาดไม่ได้เด็ดขาด
- ทำการวางเสาสายอากาศแบบยาก็ (Yagi) เข้ากับเสาแบบยึดอุปกรณ์ในแนวนอนในการติดตั้งส่งสัญญาณและทำการปรับตำแหน่งสายอากาศแบบยาก็ ไปในทิศทางแนวนอน (Horizontally polarized) ของหัวส่งสัญญาณ ดังรูปที่ 8

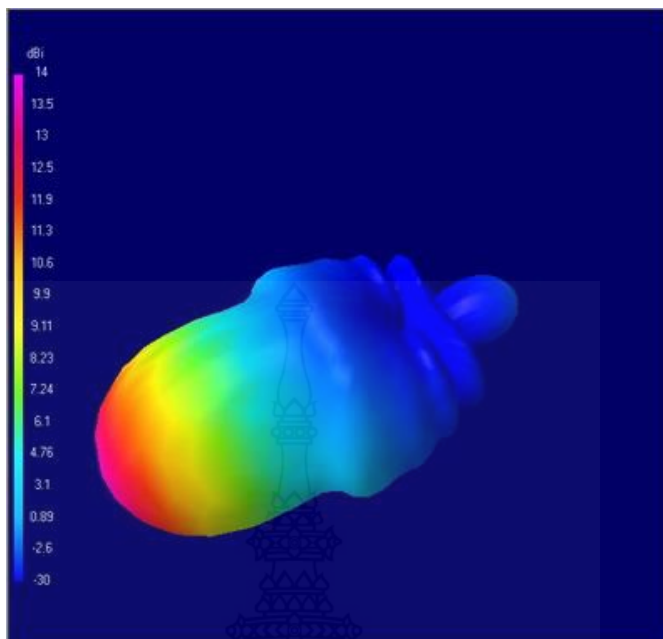


ภาพที่ 3.7 การนำเสนอเนื้อหาด้วยชุดสาธิต

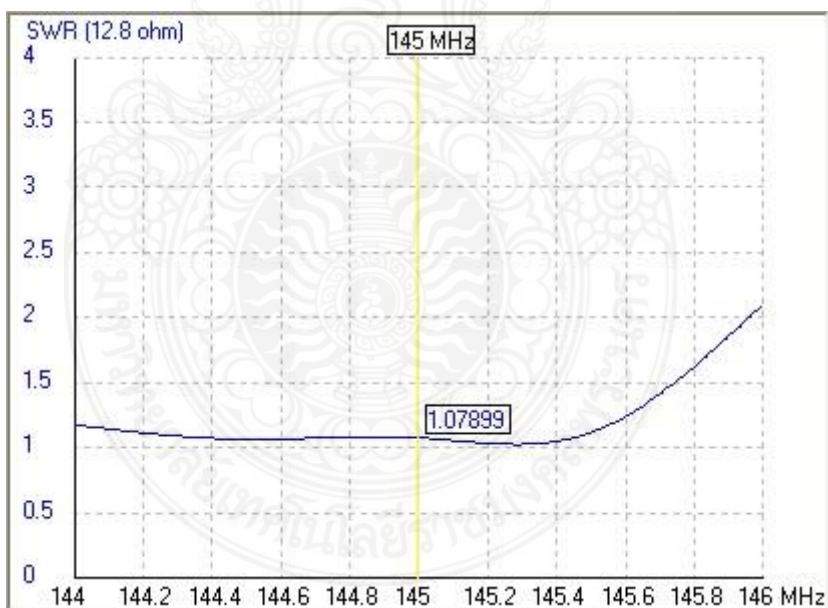
- โปรแกรมจำลองการทำงาน ดังภาพที่ 3.8 – ภาพที่ 3.10



ภาพที่ 3.8 รูปแบบการแพร่กระจายคลื่น



ภาพที่ 3.9 ผลเป็น 3 มิติ



ภาพที่ 3.10 กราฟ VSWR

3. นำชุดสื่อประสมโดยการผสมผสานการเรียนรู้แบบทักษะปฏิบัติเดวิสส์และการเรียนรู้แบบร่วมมือที่พัฒนาขึ้น ไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบพิจารณาเพื่อประเมินความเหมาะสมของบทเรียนในด้านเนื้อหาสาระและโครงสร้างของบทเรียนที่ใช้ในการทดลองและให้ข้อเสนอแนะเพื่อปรับปรุง

4. นำชุดสื่อประสมโดยการผสมผสานการเรียนรู้แบบทักษะปฏิบัติเดวิสส์และการเรียนรู้แบบร่วมมือไปทดลองใช้ เพื่อหาข้อบกพร่องต่าง ๆ พร้อมทั้งหาประสิทธิภาพของชุดสื่อประสมดังนี้

ครั้งที่ 1 การทดลองรายบุคคล เป็นขั้นหาข้อบกพร่องของชุดสื่อประสมโดยทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 3 คน เพื่อหาข้อบกพร่องของระบบฯ และนำข้อบกพร่องมาปรับปรุงแก้ไขก่อนนำไปทดลองในขั้นตอนต่อไป

ครั้งที่ 2 การทดลองกลุ่มเล็ก เป็นขั้นหาแนวโน้มของประสิทธิภาพของชุดสื่อประสม โดยทดลองกับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 9 คน เพื่อทดลองหาประสิทธิภาพของชุดสื่อประสมโดยใช้แบบทดสอบของกระบวนการเรียนปฏิบัติ (E_1) และประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2) และหาข้อบกพร่องของระบบฯ และนำข้อบกพร่องมาปรับปรุงแก้ไขก่อนนำไปทดลองในขั้นตอนต่อไป

ครั้งที่ 3 การทดลองภาคสนาม เป็นขั้นหาประสิทธิภาพของชุดสื่อประสมโดยทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 1 ห้อง เพื่อทำการหาประสิทธิภาพของชุดสื่อประสมโดยใช้แบบทดสอบของกระบวนการเรียนปฏิบัติ (E_1) และประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2)

3.3 การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ผู้วิจัยได้สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องการวิเคราะห์คุณสมบัติและออกแบบสายอากาศแบบไดโพล เป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก ก ข ค ง

คณะผู้วิจัยเริ่มจากการวิเคราะห์การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ซึ่งได้จากการตารางวิเคราะห์หลักสูตรในการให้น้ำหนักคะแนนความสำคัญของเนื้อหาและพฤติกรรมจากผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน เพื่อให้ได้จำนวนข้อสอบที่ครอบคลุมเนื้อหาและตรงตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม และทำการออกข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จำนวน 30 ข้อ จากนั้นให้ผู้เชี่ยวชาญทำการประเมินความตรงเชิงเนื้อหาเพื่อหาดัชนีความสอดคล้องของข้อสอบกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

ผลการประเมินพบว่า ดัชนีความสอดคล้องของข้อสอบกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมมีค่าอยู่ระหว่าง 0.60 – 1.00 แสดงว่าข้อสอบแต่ละข้อเป็นตัวแทนของวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่มีคุณภาพเชิงเนื้อหาไปทดลองใช้กับกลุ่มที่มีใจกลุ่มตัวอย่างเพื่อวิเคราะห์หาคุณภาพของข้อสอบ โดยทำการหาค่าความยากง่าย อำนาจจำแนก และความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับผู้เรียนระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 4 สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ศูนย์เทเวศร์ที่ลงทะเบียนเรียนรายวิชา

วิศวกรรมสายอากาศ ภาคการเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 จำนวน 18 คน จากการทดลอง พบว่าแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเหลือ 30 ข้อ มีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.46 – 0.77 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.23-0.69 และมีค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ร้อยละ 80 จึงสรุปได้ว่าแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จำนวน 30 ข้อ มีคุณภาพทั้งเชิงคุณภาพและเชิงเนื้อหาสามารถนำไปใช้ในการประเมินความก้าวหน้าทางการเรียนรายวิชาวิศวกรรมสายอากาศ

3.4 สร้างแบบสอบถามความพึงพอใจของผู้เรียน คณะผู้วิจัยได้สร้างแบบสอบถามความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อชุดสื่อประสมเรื่องสายอากาศไมโครสตริป เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ ตามรูปแบบของลิเคิร์ต (Likert's Scale) (ชวลิต, 2549) แบบสอบถามความพึงพอใจแบ่งออกเป็น 3 ด้าน ดังนี้

ก. ด้านการเรียนการสอน

ข. ด้านสื่อการสอน (การนำเสนอเนื้อหาด้วยเพาเวอร์พอยต์ การนำเสนอเนื้อหาด้วยชุดสไลด์ และโปรแกรมจำลองการทำงาน)

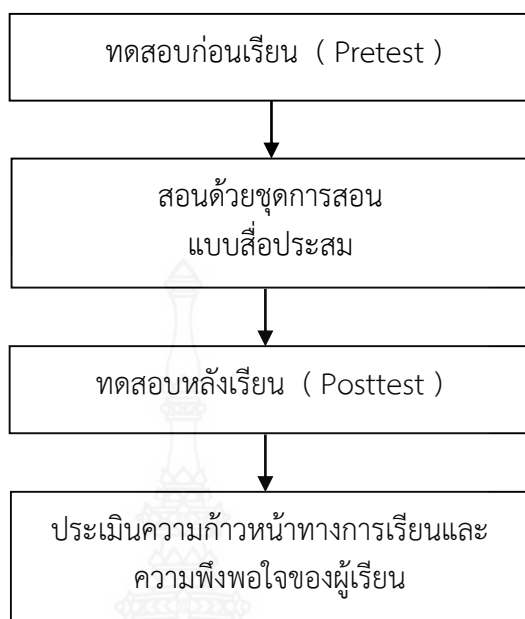
ค. ด้านการวัดและประเมินผล

การสร้างแบบสอบถามความพึงพอใจของผู้เรียน ผู้วิจัยเริ่มจากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับแบบสอบถาม เพื่อนำมากำหนดวัตถุประสงค์และขอบเขตของแบบสอบถามให้ครอบคลุมเนื้อหาสาระที่เหมาะสม จากนั้นทำการร่างแบบสอบถามขึ้นและนำไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบความถูกต้อง เมื่อได้แบบสอบถามฉบับร่างแล้วนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน ประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับวัตถุประสงค์ของแบบสอบถาม ผลการประเมินพบว่า ดัชนีความสอดคล้องของข้อคำถามกับวัตถุประสงค์ของแบบสอบถามมีค่าอยู่ระหว่าง 0.60 – 1.00 แสดงว่าข้อคำถามแต่ละข้อเป็นตัวแทนของวัตถุประสงค์ของแบบสอบถาม สามารถนำแบบสอบถามไปใช้ได้

3.3.3.3 ตรวจสอบโดยผู้เชี่ยวชาญและนำข้อเสนอแนะไปปรับปรุงแก้ไข

4. การดำเนินการทดลองและการเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ใช้วิธีการทดลองกับกลุ่มตัวอย่างกลุ่มเดียวแบบ One –Group Pretest-Posttest Design ลักษณะการทดลองแบบนี้คือโดยการทำการทดสอบก่อนทำการทดลอง แล้วจึงเอากลุ่มตัวอย่างมาทำการทดลองกับการกระทำที่ต้องการศึกษา เมื่อทำการทดลองแล้วจึงทำการทดสอบอีกครั้ง แล้วนำข้อมูลมาวิเคราะห์ผลการทดลองซึ่งสามารถทำได้รวดเร็ว ควบคุมเวลาของกลุ่มได้แน่นอนและประหยัด มีขั้นตอนวิธีการดำเนินการทดลองและการเก็บรวบรวมข้อมูล ดังภาพที่ 3.11



ภาพที่ 3.11 ขั้นตอนการดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล

จากภาพที่ 3.11 สามารถอธิบายได้ดังนี้

1. ทดสอบพื้นฐานความรู้ (Pre-test) ใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นเครื่องมือในการทดสอบ
2. สอนด้วยแผนการสอนและชุดสื่อประสมโดยการผสมผสานการเรียนรู้แบบทักษะปฏิบัติเดวีส์และการเรียนรู้แบบร่วมมือที่พัฒนาขึ้น ซึ่งชุดสื่อประสมนี้ได้ผ่านการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญและปรับปรุงแก้ไขแล้วนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างตามขั้นตอนที่กำหนดไว้
3. ทดสอบหลังเรียน (Post-test) เมื่อผู้เรียนผ่านการเรียนครบบทเรียนแล้ว ทำการทดสอบผลการเรียนอีกครั้งด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ซึ่งเป็นแบบทดสอบฉบับเดียวกับแบบทดสอบก่อนเรียน
4. ประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาของนักศึกษา ใช้แบบประเมินทักษะการปฏิบัติ เรื่อง การวิเคราะห์คุณสมบัติและออกแบบสายอากาศแบบไดโพล แล้วเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อไปวิเคราะห์ต่อไป

5. การวิเคราะห์ข้อมูล

การพัฒนาชุดสื่อประสมโดยการผสมผสานการเรียนรู้แบบทักษะปฏิบัติเดวิสส์และการเรียนรู้แบบร่วมมือเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาสำหรับนักศึกษาทางสาขาวิชาชีพ คณะผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูลต่าง ๆ ดังนี้

1. วิเคราะห์ความสอดคล้องระหว่างวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมกับข้อสอบ
2. วิเคราะห์หาความยากง่ายและอำนาจจำแนกของข้อสอบ
3. วิเคราะห์หาคะแนนเฉลี่ย
4. วิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นของข้อสอบ
5. วิเคราะห์หาประสิทธิภาพของชุดสื่อประสม
6. ทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของคะแนนทดสอบระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยชุดสื่อประสมที่พัฒนาขึ้น

6. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. สูตรการหาดัชนีความสอดคล้องระหว่างวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมกับข้อสอบ (Index of Consistency)

$$IOC = \frac{\sum R}{N}$$

เมื่อ IOC = ดัชนีความสอดคล้อง

$\sum R$ = ผลรวมของการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ

N = จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

2. สูตรหาค่าความยากง่าย (Difficulty) ของแบบทดสอบ

$$P = \frac{R}{N}$$

เมื่อ P แทน ค่าความยากง่ายของข้อสอบ

R แทน จำนวนนักเรียนที่ตอบถูก

N แทน จำนวนผู้ตอบข้อสอบทั้งหมด

3. สูตรการหาค่าอำนาจจำแนก (Discrimination) ของแบบทดสอบโดยใช้สูตรการหาค่าดัชนีอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ

$$B = \frac{R_u - R_l}{N}$$

เมื่อ	B	แทน	ค่าอำนาจจำแนก
	R_u	แทน	จำนวนคนที่ทำข้อสอบข้อนั้นถูกของกลุ่มสูง
	R_l	แทน	จำนวนคนที่ทำข้อสอบข้อนั้นถูกของกลุ่มต่ำ
	N	แทน	จำนวนคนทั้งหมด

4. การหาค่าเฉลี่ย

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{N}$$

เมื่อ	\bar{x}	แทน	ค่าเฉลี่ย
	$\sum x$	แทน	ผลรวมคะแนนทั้งหมดในกลุ่ม
	N	แทน	จำนวนคะแนนในกลุ่ม

5. ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)

$$S.D. = \sqrt{\frac{N \sum x^2 - (\sum x)^2}{N(N-1)}}$$

เมื่อ	$S.D.$	แทน	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
	x	แทน	คะแนนแต่ละตัว
	\bar{x}	แทน	ค่าเฉลี่ย
	N	แทน	จำนวนคะแนนในกลุ่ม
	\sum	แทน	ผลรวม

6. การหาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนใช้สูตรของโลเวท (Lovett) (บุญชม ศรีสะอาด, 2535: 96)

$$r_{\alpha} = 1 - \frac{k \sum x_1 - \sum x_1^2}{(k - 1)(x_1 - C)^2}$$

เมื่อ	r_{α}	แทน	ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
	k	แทน	จำนวนข้อสอบ
	x_1	แทน	คะแนนของแต่ละคน
	C	แทน	คะแนนเกณฑ์หรือจุดตัดของแบบทดสอบ

7. สถิติ t-test สำหรับทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของคะแนนทดสอบก่อนเรียนและคะแนนทดสอบหลังเรียน

$$t = \frac{\sum D}{\sqrt{\frac{N \sum D^2 - (\sum D)^2}{N - 1}}}; df = N - 1$$

เมื่อ	t	แทน	ค่าสถิติที่ใช้
	D	แทน	ค่าผลต่างระหว่างคู่คะแนน
	N	แทน	จำนวนกลุ่มตัวอย่างหรือจำนวนคู่คะแนน

8. หาประสิทธิภาพของการพัฒนาชุดสื่อประสมโดยการผสมผสานการเรียนรู้แบบทักษะปฏิบัติเดวิสและการเรียนรู้แบบร่วมมือเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาสำหรับนักศึกษาทางสาขาวิชาชีพ (บุญชม ศรีสะอาด, 2535)

$$E_1 = \frac{\sum x}{\bar{A}} \times 100$$

เมื่อ	E_1	แทน	ประสิทธิภาพของกระบวนการ
	$\sum x$	แทน	คะแนนรวมของนักศึกษาทุกคนที่ตอบกิจกรรมในแต่ละหน่วยการเรียนรู้
	A	แทน	คะแนนเต็มของกิจกรรมในแต่ละหน่วยการเรียนรู้
	N	แทน	จำนวนผู้เรียนทั้งหมด

$$E_2 = \frac{\sum f}{\frac{N}{B}} \times 100$$

เมื่อ	E_2	แทน	ประสิทธิภาพของผลลัพธ์
	$\sum f$	แทน	คะแนนรวมของนักศึกษาทุกคนที่ตอบแบบทดสอบท้ายหน่วยการเรียนรู้
	B	แทน	คะแนนเต็มของแบบทดสอบท้ายหน่วยการเรียนรู้
	N	แทน	จำนวนผู้เรียนทั้งหมด

9. การแปลความหมายของแบบประเมินตามแนวทางของเบทส์ (Best, 1970 : 179-187)

ค่าเฉลี่ยตั้งแต่	4.51 - 5.00	หมายถึง	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ยตั้งแต่	3.51 - 4.50	หมายถึง	มาก
ค่าเฉลี่ยตั้งแต่	2.51 - 3.50	หมายถึง	ปานกลาง
ค่าเฉลี่ยตั้งแต่	1.51 - 2.50	หมายถึง	น้อย
ค่าเฉลี่ยตั้งแต่	1.00 - 1.50	หมายถึง	น้อยที่สุด

บทที่ 4

ผลการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อพัฒนาและหาประสิทธิภาพชุดสื่อประสม 2) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยชุดสื่อประสม 3) เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาของนักศึกษาหลังใช้ชุดสื่อประสม และ 4) เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อชุดสื่อประสม ผลการดำเนินงานวิจัยมีรายละเอียดดังนี้

1. ผลการหาประสิทธิภาพชุดสื่อประสมโดยการผสมผสานการเรียนรู้แบบทักษะปฏิบัติเดวิส และการเรียนรู้แบบร่วมมือเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาสำหรับนักศึกษาทางสาขาวิชาชีพ
2. ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยชุดสื่อประสมโดยการผสมผสานการเรียนรู้แบบทักษะปฏิบัติเดวิสและการเรียนรู้แบบร่วมมือเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาสำหรับนักศึกษาทางสาขาวิชาชีพที่พัฒนาขึ้นระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน
3. ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาของนักศึกษาหลังใช้ชุดสื่อประสมโดยการผสมผสานการเรียนรู้แบบทักษะปฏิบัติเดวิสและการเรียนรู้แบบร่วมมือเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาสำหรับนักศึกษาทางสาขาวิชาชีพที่พัฒนาขึ้น
4. ผลการศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อชุดสื่อประสมโดยการผสมผสานการเรียนรู้แบบทักษะปฏิบัติเดวิสและการเรียนรู้แบบร่วมมือเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาสำหรับนักศึกษาทางสาขาวิชาชีพที่พัฒนาขึ้น

1. ผลการหาประสิทธิภาพชุดสื่อประสมโดยการผสมผสานการเรียนรู้แบบทักษะปฏิบัติเดวิสและการเรียนรู้แบบร่วมมือเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาสำหรับนักศึกษาทางสาขาวิชาชีพ

ผู้วิจัยได้ดำเนินการพัฒนาและหาประสิทธิภาพชุดสื่อประสมโดยการผสมผสานการเรียนรู้แบบทักษะปฏิบัติเดวิสและการเรียนรู้แบบร่วมมือ เรื่อง การวิเคราะห์คุณสมบัติและออกแบบสายอากาศแบบไดโพล ประกอบด้วย 3 บทเรียนได้แก่ บทเรียนที่ 1 การเรียนรู้คุณสมบัติต่าง ๆ ของสายอากาศ บทเรียนที่ 2 การวิเคราะห์คุณสมบัติพื้นฐานของสายอากาศแบบไดโพล และบทเรียนที่ 3 การวิเคราะห์คุณสมบัติสู่การออกแบบสายอากาศแบบไดโพล ผลการพัฒนาชุดสื่อประสมดังนี้

1. ผลการพัฒนาชุดสื่อประสม เรื่อง การวิเคราะห์คุณสมบัติและออกแบบสายอากาศแบบไดโพล

ชุดสื่อประสมที่พัฒนาขึ้นนี้ เรื่อง การวิเคราะห์คุณสมบัติและออกแบบสายอากาศแบบไดโพล ศึกษาหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า แขนงวิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์และโทรคมนาคม (หลักสูตรปรับปรุง พ.ศ. 2556) และหลักสูตรอุตสาหกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า แขนงวิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์และโทรคมนาคม (หลักสูตรปรับปรุง พ.ศ. 2556) มีองค์ประกอบของชุดสื่อประสม ดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 องค์ประกอบของชุดสื่อประสม เรื่อง การวิเคราะห์คุณสมบัติและออกแบบสายอากาศแบบไดโพล

บทเรียน ที่	วัตถุประสงค์ เชิงพฤติกรรม (ข้อ)	ใบ เนื้อหา (หน้า)	การนำเสนอ เนื้อหาด้วย เพาเวอร์ พอยต์ (เฟรม)	การนำเสนอ เนื้อหาด้วย ชุดสาธิต (ชุด)	โปรแกรม จำลอง การทำงาน	แบบทดสอบ ท้ายบทเรียน (ข้อ)	แบบทดสอบ วัดผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียน (ข้อ)
1	5	12	38	-	1	10	30
2	4	20	30	1		10	
3	4	18	40	1		5	
รวม	13	50	108	2	1	25	30

จากตารางที่ 4.1 องค์ประกอบของชุดสื่อประสม เรื่อง การวิเคราะห์คุณสมบัติและออกแบบสายอากาศแบบไดโพล ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นมีทั้งหมด 3 บทเรียน ประกอบด้วย วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม จำนวน 13 ข้อ ใบเนื้อหา จำนวน 50 หน้า การนำเสนอเนื้อหาด้วยเพาเวอร์พอยต์ จำนวน 108 เฟรม การนำเสนอเนื้อหาด้วยชุดสาธิต จำนวน 2 ชุด โปรแกรมจำลองการทำงาน 1 โปรแกรม แบบทดสอบท้ายบทเรียน จำนวน 25 ข้อ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จำนวน 30 ข้อ ดังภาพที่ 4.1 – ภาพที่ 4.4

บทเรียนที่ 1 การเรียนรู้คุณสมบัติต่าง ๆ ของสายอากาศ

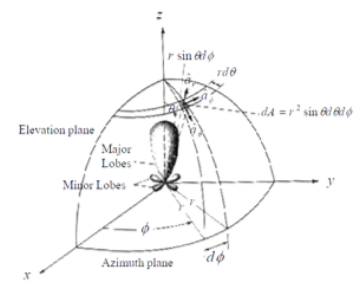
จุดประสงค์ของบทเรียน

1. เข้าใจการเรียนรู้คุณสมบัติต่าง ๆ ของสายอากาศ
 - 1.1 อธิบายรูปแบบการแพร่กระจายคลื่นได้
 - 1.2 คำนวณความหนาแน่นของกำลังงานที่แพร่กระจายคลื่นได้
 - 1.3 คำนวณความเข้มของการแพร่กระจายคลื่นได้
 - 1.4 คำนวณโมเมนต์ทอร์กและโมเมนต์ดิพอลได้
 - 1.5 อธิบายอัตราขยายกำลังงานของสายอากาศได้

1.1 บทนำ

การวิเคราะห์และสังเคราะห์สายอากาศ จำเป็นต้องทราบคำนิยามของพารามิเตอร์ต่าง ๆ ของสายอากาศ โดยพารามิเตอร์บางตัวจะมีความสัมพันธ์เชื่อมโยงกัน ซึ่งในบทนี้จะนำมาอธิบายอย่างสมบูรณ์เฉพาะพารามิเตอร์บางตัวที่จำเป็นเท่านั้น ได้แก่ รูปแบบการแพร่กระจายคลื่น ความหนาแน่นของกำลังงานที่แพร่กระจายคลื่น ความเข้มของการแพร่กระจายคลื่น โมเมนต์ทอร์กและโมเมนต์ดิพอล และอัตราขยายกำลังของสายอากาศ

1.2 รูปแบบการแพร่กระจายคลื่น



ภาพที่ 1.1 แพทเทิร์นการแพร่กระจายคลื่นบริเวณที่เป็นสนามระยะไกล (Far Field) [1]

จากภาพที่ 1.1 แพทเทิร์นการแพร่กระจายคลื่นบริเวณที่เป็นสนามระยะไกล (Far Field) เกิดขึ้นในระบบโคออดิเนตที่ใช้แสดงคุณสมบัติของการแพร่กระจายคลื่น ซึ่งใช้แสดงกำลังงานที่สายอากาศรับได้ตามแนวรัศมีที่ใดค่าคงที่มีชื่อเรียกว่า แพทเทิร์นกำลังงาน (Power Pattern) ของสายอากาศ และกราฟที่แสดงการเปลี่ยนแปลงของสนามแม่เหล็กหรือสนามไฟฟ้าในทิศทางต่าง ๆ ที่มีรัศมีค่าคงที่มีชื่อเรียกว่า แพทเทิร์นสนาม (Field Pattern) ของสายอากาศนั้น

ลักษณะการแพร่กระจายคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าออกไปในอากาศ โดยการแพร่คลื่นที่มีกำลังแรงในทิศทางในทิศทางหนึ่งมากกว่าทิศทางอื่น ๆ การแพร่คลื่นจะมีกำลังแรงสุดตามแนวรัศมีตรงที่ถึงจากกับจุดที่มีกระแสและขั้วของสายอากาศ คุณสมบัติของสายอากาศในทางทฤษฎีจะมีรูปลักษณะการกระจายคลื่น

ภาพที่ 4.1 ตัวอย่างแผนการเรียน



บทที่ 1

การเรียนรู้คุณสมบัติต่าง ๆ
ของสายอากาศ




บทที่ 3

การวิเคราะห์คุณสมบัติสู่การออกแบบ
สายอากาศแบบไดโพล

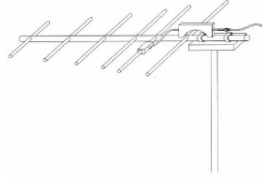


Page 1

ภาพที่ 4.2 ตัวอย่างการนำเสนอด้วยเพาเวอร์พอยต์

12.3. ขั้นตอนการทดลอง การติดตั้งอุปกรณ์

1. ส่วนประกอบหลักของชุดศึกษาลักษณะของเสาอากาศและอุปกรณ์วัดได้ดังนี้ Data Acquisition Interface / Power Supply , RF Generator , Antenna Positioner และคอมพิวเตอร์ซึ่งจะต้องจัดวางให้เหมาะสมก่อนเริ่มศึกษาทดลอง (อ้างถึงส่วนที่ 4) ใน Familiarization Guide เป็นการนำเข้าสู่การวัดการวางของชุดศึกษาลักษณะของเสาอากาศและระบบการวัดซึ่งจะขาดไม่ได้ศึกษา
2. ทำการวางเสาอากาศแบบยอากิ (Yagi) เข้ากับเสาแบบออสซิลูปรอมในแนวรอบในการติดตั้งส่งสัญญาณและทำการปรับตำแหน่งเสาอากาศแบบยอากิ ไปในทิศทางแนวรอบ (Horizontally polarized) ของตัวส่งสัญญาณ ดังรูปที่ 8



รูปที่ 8 การจัดรูปแบบเสาอากาศยอากิโดยมีเสาแนวรอบ

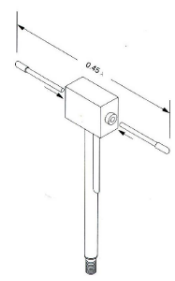
ติดตั้งเครื่อง SWA ขนาดยาว เข้ากับเสาของ RF GENERATOR ที่ OSCILLATOR (ความถี่ 1GHz) และต่อปลายสายเคเบิล SWA อีกด้านหนึ่งเข้ากับเสาอากาศยอากิ (Yagi)

3. ใช้สมการที่ให้ค่าขนาดความยาวคลื่นของไดโพล $\lambda/2$ ที่ความถี่ 1GHz
- *หมายเหตุ ความถี่ในการส่งของ RF Gen=915 MHz

เส้นผ่าศูนย์กลางตัวนำ และ ผลกระทบปลายสาย (ผลกระทบของโพลาไรซ์ที่ปลายสุด) และอิมพีแดนซ์ที่มีตรงกับผลการคำนวณ จากการแสดงของตัวนำสั้นที่พิจารณาเป็นลำดับแล้ว ความยาวสายอากาศที่ได้จึงมีขนาดเล็ก ซึ่งในการคำนวณนี้ค่าความยาวที่ 0.45 λ , ค่อนข้างมากกว่า ความยาว 0.5 λ , ซึ่งถือว่ามีควมยาวใกล้เคียงกัน

$0.45 \lambda = \dots$ เมตร

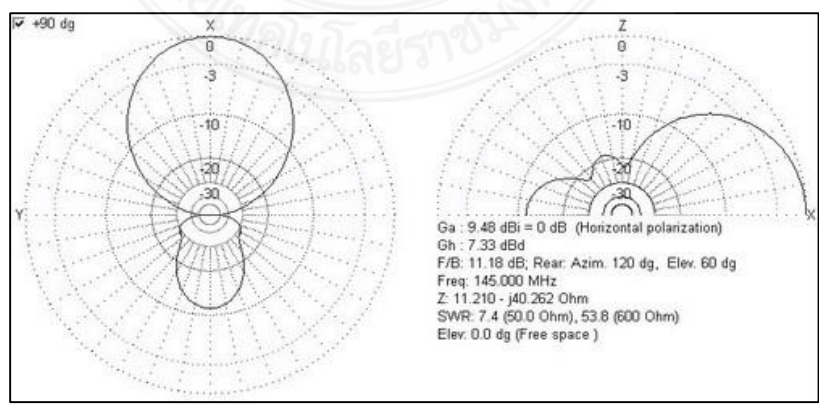
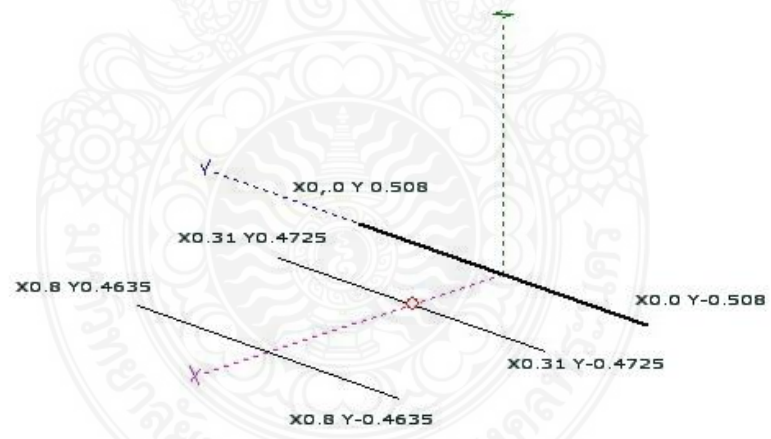
4. นำขนาดคำนวณที่ได้ข้างต้นนี้ไปใช้อ้างอิงทำการเลือกขนาดของเสาอากาศที่เหมาะสมเป็นคู่อิมพีแดนซ์ไดโพล $\lambda/2$ จากนั้นทำการปรับความยาวให้ได้ผลที่คำนวณหลังดังรูป 9



รูปที่ 9 ส่วนประกอบไดโพล $\lambda/2$

ภาพที่ 4.3 ตัวอย่างเนื้อหาด้วยชุดสาธิต

No.	X1(m)	Y1(m)	Z1(m)	X2(m)	Y2(m)	Z2(m)
1	0.0	0.508	0.0	0.0	-0.508	0.0
2	0.31	0.4725	0.0	0.31	-0.4725	0.0
3	0.8	0.4635	0.0	0.8	-0.4635	0.0



ภาพที่ 4.4 โปรแกรมจำลองการทำงาน

2. ผลการหาประสิทธิภาพชุดสื่อประสม นำเสนอได้ดังนี้

2.1 ผลการวิเคราะห์คะแนนแบบทดสอบท้ายบทเรียน

เป็นการนำคะแนนแบบทดสอบท้ายบทเรียนมาหาค่าเฉลี่ยแล้วคิดออกมาเป็นค่าร้อยละ ผลการวิเคราะห์ข้อมูลแสดงดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 ผลการวิเคราะห์คะแนนแบบทดสอบท้ายบทเรียน

แบบทดสอบ	จำนวน (คน)	คะแนนเต็ม	คะแนนรวมที่ได้	ค่าเฉลี่ยร้อยละ
บทเรียนที่ 1	27	10	204	75.56
บทเรียนที่ 2	27	10	190	70.37
บทเรียนที่ 3	27	10	202	74.81
รวม	-	-	596	73.58

จากตารางที่ 4.2 คะแนนแบบทดสอบท้ายบทเรียนของกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 27 คน พบว่า คะแนนเฉลี่ยแบบทดสอบบทเรียนที่ 1 คิดเป็นร้อยละ 75.56 คะแนนเฉลี่ยแบบทดสอบบทเรียนที่ 2 คิดเป็นร้อยละ 70.37 และคะแนนเฉลี่ยแบบทดสอบบทเรียนที่ 3 คิดเป็นร้อยละ 74.81 ตามลำดับ ซึ่งมีคะแนนเฉลี่ยรวมของแบบทดสอบท้ายบทเรียนทุกบท คิดเป็นร้อยละ 73.58 ซึ่งสูงกว่าสมมติฐานที่ตั้งไว้ แสดงว่า ชุดสื่อประสม เรื่อง การวิเคราะห์คุณสมบัติและออกแบบสายอากาศแบบไดโพล ที่พัฒนาขึ้น มีประสิทธิภาพ 73.58 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ร้อยละ 70

2.2 ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพชุดสื่อประสม

จากการดำเนินการทดลองโดยใช้ชุดสื่อประสมฯ เพื่อหาประสิทธิภาพชุดสื่อประสมที่ได้จากการทำแบบทดสอบท้ายบทเรียนระหว่างทุกบทเรียนรวมกันโดยคิดเป็นร้อยละ 70 และจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนครบทุกบทเรียนโดยคิดเป็นร้อยละ 70 ผลการวิเคราะห์แสดงดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพชุดสื่อประสม

คะแนน	จำนวน	คะแนนเต็ม	คะแนนรวมที่ได้	ค่าเฉลี่ยร้อยละ
แบบทดสอบท้ายบทเรียน	27	30	596	73.58
แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	27	30	573	70.74

จากตารางที่ 4.3 เมื่อทำการสอนด้วยชุดสื่อประสมจบทุกบทเรียนแล้ว พบว่า ผู้เรียนสามารถทำคะแนนแบบทดสอบท้ายบทเรียน คิดเป็นร้อยละ 73.58 ซึ่งเท่ากับเกณฑ์มาตรฐานที่ตั้งไว้ร้อยละ 70 และการทำคะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คิดเป็นร้อยละ 70.74 ซึ่งเท่ากับเกณฑ์มาตรฐานที่ตั้งไว้ร้อยละ 70 จึงสามารถสรุปได้ว่าชุดสื่อประสมเรื่องสายอากาศไมโครสตริปที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพเท่ากับ 73.58/70.74 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่ตั้งไว้ร้อยละ 70/70

2. ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยชุดสื่อประสมโดยการผสมผสานการเรียนรู้แบบทักษะปฏิบัติเดวิสและการเรียนรู้แบบร่วมมือเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาสำหรับนักศึกษาทางสาขาวิชาชีพที่พัฒนาขึ้นระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน

ผู้วิจัยได้นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การวิเคราะห์คุณสมบัติและออกแบบสายอากาศแบบไดโพล ไปทดสอบกับผู้เรียนก่อนเรียนและเมื่อเรียนชุดสื่อประสมครบทุกบทเรียนแล้ว ได้นำแบบทดสอบชุดเดิมมาวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมาให้ผู้เรียนทำการทดสอบอีกครั้ง สามารถเปรียบเทียบผลการเรียนของผู้เรียนก่อนเรียนและหลังเรียน แสดงดังตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 การเปรียบเทียบผลการเรียนของผู้เรียนก่อนเรียนและหลังเรียน

คะแนน	<i>N</i>	\bar{X}	<i>S. D.</i>	<i>t</i>
ก่อนเรียน	27	21.22	14.64	1.71*
หลังเรียน	27	20.85	10.75	

* $P < .05$

จากตารางที่ 4.4 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยชุดสื่อประสมโดยการผสมผสานการเรียนรู้แบบทักษะปฏิบัติเดวิสและการเรียนรู้แบบร่วมมือเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาสำหรับนักศึกษาทางสาขาวิชาชีพที่พัฒนาขึ้น พบว่า นักศึกษาที่เรียนด้วยชุดสื่อประสมที่พัฒนาขึ้นหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาของนักศึกษาหลังใช้ชุดสื่อประสมโดยการผสมผสานการเรียนรู้แบบทักษะปฏิบัติเดวิสและการเรียนรู้แบบร่วมมือเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาสำหรับนักศึกษาทางสาขาวิชาชีพที่พัฒนาขึ้น

ผู้วิจัยได้นำคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาของนักศึกษาระหว่างก่อนเรียนและหลังใช้ชุดสื่อประสมโดยการผสมผสานการเรียนรู้แบบทักษะปฏิบัติเดวิสและการเรียนรู้แบบร่วมมือเพื่อพิจารณาทักษะการแก้ปัญหาสำหรับนักศึกษาทางสาขาวิชาชีพที่พัฒนาขึ้น ดังตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 การเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาของนักศึกษา

คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหา	<i>N</i>	\bar{X}	<i>S. D.</i>	<i>t</i>
ก่อนใช้ชุดสื่อประสม	27	10	8.30	1.71*
หลังใช้ชุดสื่อประสม	27	21	14.64	

* $P < .05$

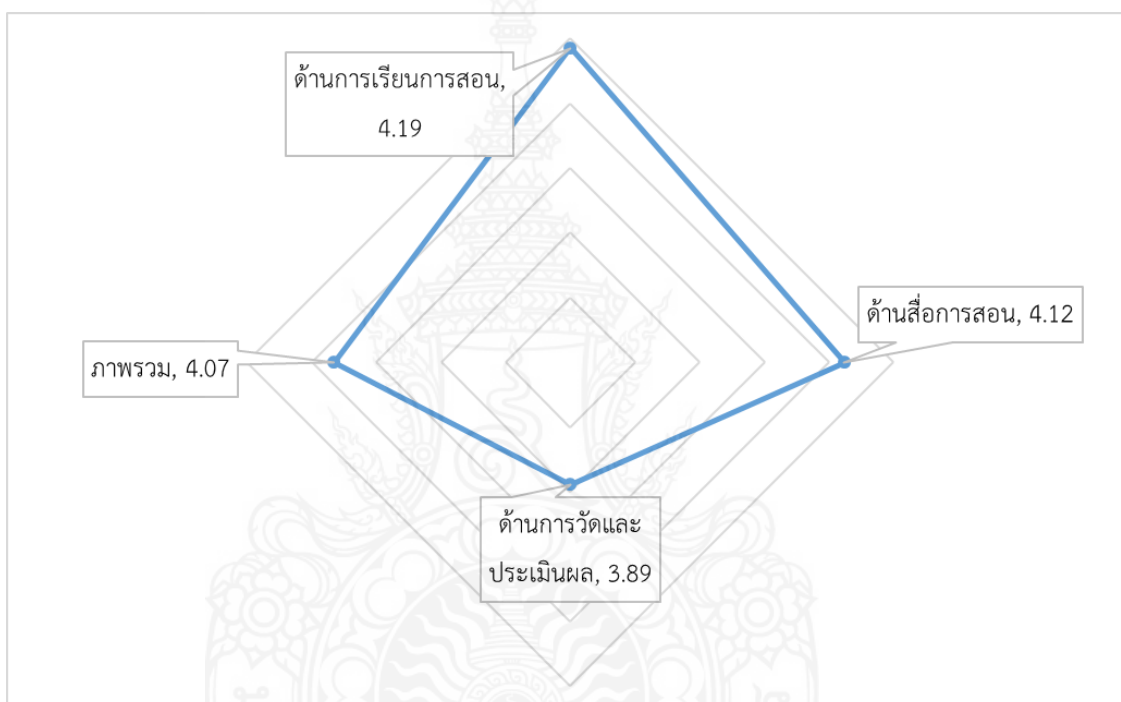
จากตารางที่ 4.5 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาของนักศึกษาหลังใช้ชุดสื่อประสมโดยการผสมผสานการเรียนรู้แบบทักษะปฏิบัติเดวิสและการเรียนรู้แบบร่วมมือเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาสำหรับนักศึกษาทางสาขาวิชาชีพที่พัฒนาขึ้น พบว่า นักศึกษามีความสามารถในการแก้ปัญหาของนักศึกษาที่เรียนด้วยชุดสื่อประสมที่พัฒนาขึ้นหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

4. ผลการศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อชุดสื่อประสมโดยการผสมผสานการเรียนรู้แบบทักษะปฏิบัติเดวิสและการเรียนรู้แบบร่วมมือเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาสำหรับนักศึกษาทางสาขาวิชาชีพที่พัฒนาขึ้น

ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อชุดสื่อประสมเรื่อง การวิเคราะห์คุณสมบัติและออกแบบสายอากาศแบบไดโพลที่พัฒนาขึ้น หลังจากการเรียนจบทุกบทเรียนด้วย โดยใช้แบบสอบถามแสดงความคิดเห็นในด้านการเรียนการสอน ด้านสื่อการสอน (การนำเสนอเนื้อหาด้วยเพาเวอร์พอยต์ การนำเสนอเนื้อหาด้วยชุดสาธิต และโปรแกรมจำลองการทำงาน) และด้านการวัดและประเมินผล แสดงดังตารางที่ 4.6 และดังภาพที่ 4.5

ตารางที่ 4.6 ผลการวิเคราะห์แบบสอบถามความพึงพอใจของผู้เรียนในภาพรวม

รายละเอียด	\bar{X}	<i>S. D.</i>	ระดับความพึงพอใจ
ด้านการเรียนการสอน	4.19	0.40	มาก
ด้านสื่อการสอน	4.12	0.60	มาก
ด้านการวัดและประเมินผล	3.89	0.42	มาก
ภาพรวม	4.07	0.47	มาก



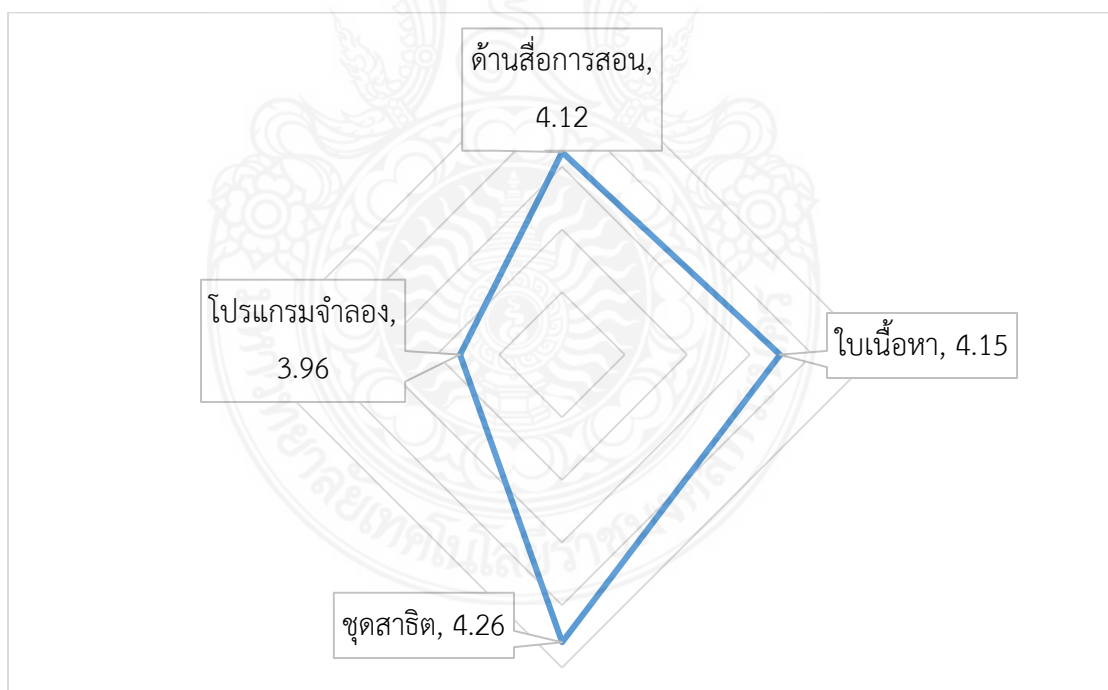
ภาพที่ 4.5 ผลการวิเคราะห์แบบสอบถามความพึงพอใจของผู้เรียนในภาพรวม

จากตารางที่ 4.6 ผู้เรียนมีความพึงพอใจต่อชุดสื่อประสมเรื่อง การวิเคราะห์คุณสมบัติและ ออกแบบสายอากาศแบบไดโพลด้านต่าง ๆ มีค่าเฉลี่ยของระดับความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.07, S. D. = 0.47$) เมื่อพิจารณาแต่ละรายด้านพบว่า ด้านการเรียนการสอน ผู้เรียนมีความพึงพอใจโดยเฉลี่ยอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.19, S. D. = 0.40$) ด้านสื่อการเรียนการสอน ผู้เรียนมีความพึงพอใจโดยเฉลี่ยอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.12, S. D. = 0.60$) และด้านการวัดและประเมินผล ผู้เรียนมีความพึงพอใจโดยเฉลี่ยอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 3.89, S. D. = 0.42$)

เมื่อพิจารณาสื่อการเรียนการสอนแต่ละประเภท พบว่า สื่อการเรียนการสอนด้วยชุดสาธิต ผู้เรียนมีความพึงพอใจโดยเฉลี่ยอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.26, S.D. = 0.45$) รองลงมาได้แก่ สื่อการเรียนการสอนด้วยใบเนื้อหา ผู้เรียนมีความพึงพอใจโดยเฉลี่ยอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.15, S.D. = 0.66$) และสื่อการเรียนการสอนด้วยโปรแกรมจำลอง ผู้เรียนมีความพึงพอใจโดยเฉลี่ยอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 3.96, S.D. = 0.65$) ดังตารางที่ 4.7 และภาพที่ 4.6

ตารางที่ 4.7 ผลการวิเคราะห์แบบสอบถามความพึงพอใจของผู้เรียนในด้านสื่อการสอน

รายละเอียด	\bar{X}	<i>S. D.</i>	ระดับความพึงพอใจ
ใบเนื้อหา	4.15	0.66	มาก
ชุดสาธิต	4.26	0.45	มาก
โปรแกรมจำลองการทำงาน	3.96	0.65	มาก
ภาพรวมด้านสื่อการสอน	4.12	0.60	มาก



ภาพที่ 4.6 ผลการวิเคราะห์แบบสอบถามความพึงพอใจของผู้เรียนในด้านสื่อการสอน

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยเรื่องการพัฒนาชุดสื่อประสมโดยการผสมผสานการเรียนรู้แบบทักษะปฏิบัติเดวิส และการเรียนรู้แบบร่วมมือเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาสำหรับนักศึกษาทางสาขาวิชาชีพ มีวัตถุประสงค์ ดังนี้

1. เพื่อพัฒนาชุดสื่อประสมโดยการผสมผสานการเรียนรู้แบบทักษะปฏิบัติเดวิสและการเรียนรู้แบบร่วมมือเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาสำหรับนักศึกษาทางสาขาวิชาชีพ
2. เพื่อหาประสิทธิภาพชุดสื่อประสมโดยการผสมผสานการเรียนรู้แบบทักษะปฏิบัติเดวิสและการเรียนรู้แบบร่วมมือเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาสำหรับนักศึกษาทางสาขาวิชาชีพ
3. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยชุดสื่อประสมโดยการผสมผสานการเรียนรู้แบบทักษะปฏิบัติเดวิสและการเรียนรู้แบบร่วมมือเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาสำหรับนักศึกษาทางสาขาวิชาชีพที่พัฒนาขึ้นระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน
4. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาของนักศึกษาหลังใช้ชุดสื่อประสมโดยการผสมผสานการเรียนรู้แบบทักษะปฏิบัติเดวิสและการเรียนรู้แบบร่วมมือเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาสำหรับนักศึกษาทางสาขาวิชาชีพที่พัฒนาขึ้น
5. เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อชุดสื่อประสมโดยการผสมผสานการเรียนรู้แบบทักษะปฏิบัติเดวิสและการเรียนรู้แบบร่วมมือเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาสำหรับนักศึกษาทางสาขาวิชาชีพที่พัฒนาขึ้น

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 3 แขนงวิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์และโทรคมนาคม สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ที่ลงทะเบียนเรียนรายวิชาวิศวกรรมสายอากาศ ภาคการเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2560 จำนวน 27 คน ทำการสุ่มแบบเจาะจง (Purposive Sampling) และเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเป็นเครื่องมือที่ผู้วิจัยออกแบบและสร้างขึ้น ประกอบด้วย

1. แผนการสอนรายวิชาวิศวกรรมสายอากาศ เรื่อง การวิเคราะห์คุณสมบัติและออกแบบสายอากาศแบบไดโพล
2. ชุดสื่อประสมโดยการผสมผสานการเรียนรู้แบบทักษะปฏิบัติเดวิสและการเรียนรู้แบบร่วมมือ เรื่อง การวิเคราะห์คุณสมบัติและออกแบบสายอากาศแบบไดโพล ประกอบด้วย เอกสาร

ประกอบการสอน โปรแกรมนำเสนอเพาเวอร์พอยต์ ชุดสาธิตเพื่อทดสอบทฤษฎี และโปรแกรมการวิเคราะห์คุณสมบัติพื้นฐานของสายอากาศ

3. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาวิศวกรรมสายอากาศ เรื่อง การวิเคราะห์คุณสมบัติและออกแบบสายอากาศแบบไดโพล

4. แบบประเมินทักษะการปฏิบัติ เรื่อง การวิเคราะห์คุณสมบัติและออกแบบสายอากาศแบบไดโพล

5. แบบสอบถามความพึงพอใจที่มีต่อชุดสื่อประสมโดยการผสมผสานการเรียนรู้แบบทักษะปฏิบัติเดวิสและการเรียนรู้แบบร่วมมือ

สำหรับสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ค่าร้อยละ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และ ค่าสถิติ t-test

1. สรุปผลการวิจัย

1.1 ผลการหาประสิทธิภาพชุดสื่อประสมโดยการผสมผสานการเรียนรู้แบบทักษะปฏิบัติเดวิสและการเรียนรู้แบบร่วมมือเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาสำหรับนักศึกษาทางสาขาวิชาชีพ

ผู้วิจัยได้ดำเนินการพัฒนาและหาประสิทธิภาพชุดสื่อประสมโดยการผสมผสานการเรียนรู้แบบทักษะปฏิบัติเดวิสและการเรียนรู้แบบร่วมมือ เรื่อง การวิเคราะห์คุณสมบัติและออกแบบสายอากาศแบบไดโพล ประกอบด้วย 3 บทเรียนได้แก่ บทเรียนที่ 1 การเรียนรู้คุณสมบัติต่าง ๆ ของสายอากาศ บทเรียนที่ 2 การวิเคราะห์คุณสมบัติพื้นฐานของสายอากาศแบบไดโพล และบทเรียนที่ 3 การวิเคราะห์คุณสมบัติสู่การออกแบบสายอากาศแบบไดโพล เมื่อทำการสอนด้วยชุดสื่อประสมจบทุกบทเรียนแล้ว พบว่า ผู้เรียนสามารถทำคะแนนแบบทดสอบท้ายบทเรียน คิดเป็นร้อยละ 70.74 ซึ่งเท่ากับเกณฑ์มาตรฐานที่ตั้งไว้ร้อยละ 70 และการทำคะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คิดเป็นร้อยละ จึงสามารถสรุปได้ว่าชุดสื่อประสม เรื่อง การวิเคราะห์คุณสมบัติและออกแบบสายอากาศแบบไดโพล ที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพเท่ากับ 73.58/70.74 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่ตั้งไว้ร้อยละ 70/70

1.2 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยชุดสื่อประสมโดยการผสมผสานการเรียนรู้แบบทักษะปฏิบัติเดวิสและการเรียนรู้แบบร่วมมือเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาสำหรับนักศึกษาทางสาขาวิชาชีพที่พัฒนาขึ้นระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน

ผู้วิจัยได้นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การวิเคราะห์คุณสมบัติและออกแบบสายอากาศแบบไดโพล ไปทดสอบกับผู้เรียนก่อนเรียนและเมื่อเรียนชุดสื่อประสมครบทุกบทเรียนแล้วได้นำแบบทดสอบชุดเดิมมาวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมาให้ผู้เรียนทำการทดสอบอีกครั้ง สามารถเปรียบเทียบผลการเรียนของผู้เรียนก่อนเรียนและหลังเรียน ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์

ทางการเรียนระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยชุดสื่อประสมโดยการผสมผสานการเรียนรู้แบบทักษะปฏิบัติเดวิสและการเรียนรู้แบบร่วมมือเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาสำหรับนักศึกษาทางสาขาวิชาชีพที่พัฒนาขึ้น พบว่า นักศึกษาที่เรียนด้วยชุดสื่อประสมที่พัฒนาขึ้นหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

1.3 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาของนักศึกษาหลังใช้ชุดสื่อประสมโดยการผสมผสานการเรียนรู้แบบทักษะปฏิบัติเดวิสและการเรียนรู้แบบร่วมมือเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาสำหรับนักศึกษาทางสาขาวิชาชีพที่พัฒนาขึ้น

ผู้วิจัยได้นำคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาของนักศึกษาระหว่างก่อนเรียนและหลังใช้ชุดสื่อประสมโดยการผสมผสานการเรียนรู้แบบทักษะปฏิบัติเดวิสและการเรียนรู้แบบร่วมมือ เพื่อพิจารณาทักษะการแก้ปัญหาสำหรับนักศึกษาทางสาขาวิชาชีพที่พัฒนาขึ้น ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาของนักศึกษาหลังใช้ชุดสื่อประสมโดยการผสมผสานการเรียนรู้แบบทักษะปฏิบัติเดวิสและการเรียนรู้แบบร่วมมือเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาสำหรับนักศึกษาทางสาขาวิชาชีพที่พัฒนาขึ้น พบว่า นักศึกษามีความสามารถในการแก้ปัญหาของนักศึกษาที่เรียนด้วยชุดสื่อประสมที่พัฒนาขึ้นหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

1.4 ผลการศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อชุดสื่อประสมโดยการผสมผสานการเรียนรู้แบบทักษะปฏิบัติเดวิสและการเรียนรู้แบบร่วมมือเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาสำหรับนักศึกษาทางสาขาวิชาชีพที่พัฒนาขึ้น

ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อชุดสื่อประสมเรื่อง การวิเคราะห์ทัศนสมบัติและออกแบบสายอากาศแบบไดโพลที่พัฒนาขึ้น หลังจากทีเรียนจบทุกบทเรียนด้วย โดยใช้แบบสอบถามแสดงความคิดเห็นในด้านการเรียนการสอน ด้านสื่อการสอน (การนำเสนอเนื้อหาด้วยเพาเวอร์พอยต์ การนำเสนอเนื้อหาด้วยชุดสาธิต และโปรแกรมจำลองการทำงาน) และด้านการวัดและประเมินผล ผู้เรียนมีความพึงพอใจต่อชุดสื่อประสมเรื่อง การวิเคราะห์ทัศนสมบัติและออกแบบสายอากาศแบบไดโพลด้านต่าง ๆ มีค่าเฉลี่ยของระดับความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.07, S.D. = 0.47$) เมื่อพิจารณาแต่ละรายด้านพบว่า ด้านการเรียนการสอน ผู้เรียนมีความพึงพอใจโดยเฉลี่ยอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.19, S.D. = 0.40$) ด้านสื่อการเรียนการสอน ผู้เรียนมีความพึงพอใจโดยเฉลี่ยอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.12, S.D. = 0.60$) และด้านการวัดและประเมินผล ผู้เรียนมีความพึงพอใจโดยเฉลี่ยอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 3.89, S.D. = 0.42$)

เมื่อพิจารณาสื่อการเรียนการสอนแต่ละประเภท พบว่า สื่อการเรียนการสอนด้วยชุดสาธิต ผู้เรียนมีความพึงพอใจโดยเฉลี่ยอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.26, S.D. = 0.45$) รองลงมาได้แก่ สื่อการเรียนการสอนด้วยใบเนื้อหา ผู้เรียนมีความพึงพอใจโดยเฉลี่ยอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.15, S.D. =$

0.66) และสื่อการเรียนการสอนด้วยโปรแกรมจำลอง ผู้เรียนมีความพึงพอใจโดยเฉลี่ยอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 3.96, S.D. = 0.65$)

2. อภิปรายผล

ผู้วิจัยขออภิปรายผลประเด็นสำคัญ ดังนี้

2.1 ผลการหาประสิทธิภาพชุดสื่อประสมโดยการผสมผสานการเรียนรู้แบบทักษะปฏิบัติเดวิส และการเรียนรู้แบบร่วมมือเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาสำหรับนักศึกษาทางสาขาวิชาซีพ พบว่าชุดสื่อประสม เรื่อง การวิเคราะห์คุณสมบัติและออกแบบสายอากาศแบบไดโพล ที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพเท่ากับ 73.58/70.74 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่ตั้งไว้ร้อยละ 70/70 ทั้งนี้เนื่องมาจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบทักษะปฏิบัติเดวิสนั้นเป็นวิธีการเรียนรู้ที่ทำให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติงานด้วยตนเอง โดยลงมือปฏิบัติตามการสาธิตของผู้สอน จึงทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดีขึ้น ส่งเสริมให้ผู้เรียนปฏิบัติงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ สามารถเห็นกระบวนการหรือขั้นตอนวิธีการจริง ทำให้เกิดทักษะในการปฏิบัติอย่างแท้จริง สอดคล้องกับแนวคิดของทิตนา (2551) ที่ได้กล่าวถึงรูปแบบการเรียนการสอนต้องมีการเน้นการพัฒนาด้านทักษะปฏิบัติ จึงทำให้ผู้เรียนพัฒนาความสามารถจากการปฏิบัติ การกระทำ หรือการแสดงออกต่าง ๆ อีกทั้งยังสอดคล้องกับงานวิจัยของณัฐนรี ทาวรรณ (2557) ทำการใช้รูปแบบการเรียนการสอนทักษะปฏิบัติของเดวิสในรายวิชาการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ วิทยาลัยเทคโนโลยีโปลิเทคนิคลานนา เชียงใหม่ ผลการวิจัยพบว่าผลจากการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบการสอนทักษะปฏิบัติของเดวิส ในรายวิชาการเขียนโปรแกรมภาษาคอมพิวเตอร์ในด้านผลสัมฤทธิ์ทางด้านความรู้ความเข้าใจ พบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยมีคะแนนในระดับสูง คิดเป็นร้อยละ 74.44 จากผลสัมฤทธิ์แผนการจัดการเรียนรู้และทางด้านผลสัมฤทธิ์จากการปฏิบัติทั้งสองแผนการจัดการเรียนรู้พบว่า นักเรียนมีผลงานจากการปฏิบัติในภาพรวมอยู่ในระดับดีมากที่ค่าร้อยละ 85.21 และสอดคล้องกับงานวิจัยของสุริยาวุธ เสาวคนธ์ (2554 : บทคัดย่อ) ได้พัฒนาชุดสื่อประสมสำหรับการสอนทฤษฎีวงจรไฟฟ้ากระแสสลับ ผลการวิจัยพบว่า สื่อประสมสำหรับการสอนทฤษฎีวงจรไฟฟ้ากระแสสลับ ประกอบด้วย เอกสารประกอบการสอน โปรแกรมนำเสนอเพาเวอร์พอยต์ ชุดสาธิตเพื่อทดสอบทฤษฎี และโปรแกรมการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้ากระแสสลับ ชุดสื่อประสมมีคุณภาพโดยรวมทุกด้านอยู่ในระดับมากที่สุด มีผลการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน พบว่า มีผลสัมฤทธิ์โดยเฉลี่ย 5 บทเรียนเท่ากับร้อยละ 72.71

2.2 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยชุดสื่อประสมโดยการผสมผสานการเรียนรู้แบบทักษะปฏิบัติเดวิสและการเรียนรู้แบบร่วมมือเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาสำหรับนักศึกษาทางสาขาวิชาซีพที่พัฒนาขึ้นระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน พบว่า นักศึกษาที่เรียนด้วย

ชุดสื่อประสมที่พัฒนาขึ้นหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งนี้เนื่องมาจากผู้วิจัยดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่วางแผนไว้ อย่างมีประสิทธิภาพ และผ่านการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญอย่างมีระบบ มีการปรับแก้ไขและ สอดแทรกกระบวนการตามปัญหาที่เกิดขึ้น มีองค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้อย่างครบถ้วน ทำให้กิจกรรมที่ฝึกปฏิบัติเป็นการพัฒนาทักษะย่อย ๆ เมื่อนักเรียนสามารถปฏิบัติทักษะย่อย ๆ ได้ ย่อมทำให้เมื่อปฏิบัติภาพรวมสามารถเกิดการเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง สอดคล้องกับงานวิจัยของ นัทธี รัตน์ พิระพันธ์ (2557) ทำการพัฒนาแบบการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเพื่อพัฒนา ทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 สำหรับผู้เรียนในระดับอุดมศึกษา เป็นการพัฒนาทักษะการเรียนรู้ ในศตวรรษที่ 21 สำหรับผู้เรียนในระดับอุดมศึกษา ซึ่งทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ได้แก่ ทักษะ การทำงานร่วมกับผู้อื่น ทักษะในการสื่อสาร ทักษะด้านสารสนเทศ ทักษะด้านสื่อ และทักษะการใช้ เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร โดยศึกษาบนพื้นฐานของทฤษฎีการเรียนรู้ หลักการจัดการเรียน การสอนที่ยึดผู้เรียนเป็นสำคัญ และหลักการเรียนการสอนที่ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร ผลการวิจัยพบว่ารูปแบบของการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเพื่อพัฒนาทักษะการเรียนรู้ ในศตวรรษที่ 21 สำหรับผู้เรียนในระดับอุดมศึกษา ประกอบด้วยลักษณะการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ และการสื่อสารใน 4 ลักษณะที่สัมพันธ์กัน ได้แก่ การนำเสนอเนื้อหาอย่างมีพลัง การสืบค้นสาระ ความรู้ การสร้างและเผยแพร่ผลงาน และการปฏิสัมพันธ์และการสะท้อนกลับ

2.3 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาของนักศึกษาหลังใช้ชุดสื่อประสมโดย การผสมผสานการเรียนรู้แบบทักษะปฏิบัติเดวิสและการเรียนรู้แบบร่วมมือเพื่อพัฒนาทักษะการ แก้ปัญหาสำหรับนักศึกษาทางสาขาวิชาชีพที่พัฒนาขึ้น พบว่า นักศึกษามีความสามารถในการ แก้ปัญหาของนักศึกษาที่เรียนด้วยชุดสื่อประสมที่พัฒนาขึ้นหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญ ทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งนี้เนื่องมาจากผู้เรียนมีการนำสิ่งที่เรียนรู้ไปฝึกปฏิบัติ และประเมินผลด้วย ตนเอง ทำให้ได้พัฒนาพฤติกรรมในการแก้ปัญหาของนักศึกษาจนพบว่าทำอย่างไร จึงจะทำให้ผลการ เรียนของตนเองอยู่ในระดับที่เพิ่มสูงขึ้นได้ สอดคล้องกับพฤติกรรมการณ์เรียนและวิธีการเรียนที่มี ประสิทธิภาพของสำนักพัฒนานวัตกรรมการจัดการศึกษา (2555) ได้เน้นการเรียนรู้ที่เน้นบทบาทและ การมีส่วนร่วมของผู้เรียน (Active Learning) ทำให้ผู้เรียนสามารถรักษาผลการเรียนรู้ให้อยู่คงทน ได้มากและนานกว่ากระบวนการเรียนรู้ที่ผู้เรียน เป็นฝ่ายรับความรู้ (Passive Learning) เพราะ กระบวนการเรียนรู้แบบ Active Learning สอดคล้องกับการทำงานของสมองที่เกี่ยวข้องกับความจำ โดยสามารถเก็บและจำสิ่งที่ผู้เรียนเรียนรู้อย่างมีส่วนร่วม มีปฏิสัมพันธ์กับเพื่อน ผู้สอน สิ่งแวดล้อม การเรียนรู้ที่ได้ผ่านการปฏิบัติจริง จะสามารถเก็บความจำ ในระบบความจำระยะยาว (Long Term Memory) ทำให้ผลการเรียนรู้อยู่คงอยู่ในปริมาณที่มากกว่าระยะยาวกว่า

2.4 ผลการศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อชุดสื่อประสมโดยการผสมผสานการเรียนรู้แบบทักษะปฏิบัติเดวิสและการเรียนรู้แบบร่วมมือเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาสำหรับนักศึกษาทางสาขาวิชาชีพที่พัฒนาขึ้น พบว่า ผู้เรียนมีความพึงพอใจต่อชุดสื่อประสม เรื่อง การวิเคราะห์คุณสมบัติและออกแบบสายอากาศแบบไดโพล มีค่าเฉลี่ยของระดับความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.07, S.D. = 0.47$) ทั้งนี้เนื่องมาจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือทำให้การเรียนรู้ต้องอาศัยหลักพึ่งพากันโดยถือว่าทุกคนมีความสำคัญเท่าเทียมกันและจะต้องพึ่งพากันเพื่อความสำเร็จร่วมกัน มีการสร้างผลงานหรือผลสัมฤทธิ์ ทั้งรายบุคคลและรายกลุ่มที่สามารถตรวจสอบและวัดประเมินได้ หากผู้เรียนมีโอกาสได้เรียนรู้แบบร่วมมือกัน นอกจากจะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ทางด้านเนื้อหาสาระต่าง ๆ ได้กว้างขึ้นและลึกซึ้งขึ้นแล้วยังสามารถช่วยพัฒนาผู้เรียนทางด้านสังคมและอารมณ์มากขึ้นด้วย รวมทั้งมีโอกาสได้ฝึกฝนพัฒนาทักษะกระบวนการต่าง ๆ ที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตอีกมาก สอดคล้องกับงานวิจัยของสุริยาวิธ เสาวคนธ์ (2554 : บทคัดย่อ) ได้พัฒนาชุดสื่อประสมสำหรับการสอนทฤษฎีวงจรไฟฟ้ากระแสสลับ ที่ทำการผลประเมินความพึงพอใจของผู้เรียนที่ผ่านการเรียนการสอนด้วยสื่อประสมที่พัฒนาขึ้น พบว่า ผู้เรียนมีความพึงพอใจต่อบทเรียนที่ใช้สื่อประสมที่พัฒนาขึ้นอยู่ในระดับมาก ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า สื่อประสมที่พัฒนาขึ้นคุณภาพสามารถนำไปประกอบการสอนทฤษฎีวงจรไฟฟ้ากระแสสลับได้เป็นอย่างดี

3 ข้อเสนอแนะ

3.1 ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งนี้

1. สามารถนำรูปแบบการสอนผสมผสานการเรียนรู้แบบทักษะปฏิบัติเดวิสและการเรียนรู้แบบร่วมมือไปปรับใช้ในการจัดการเรียนการสอนกับเนื้อหาเกี่ยวกับการฝึกปฏิบัติในรายวิชา อื่น ๆ ได้
2. การสอนทักษะปฏิบัติเดวิสและการเรียนรู้แบบร่วมมือต้องมีการสร้างความเข้าใจในการใช้งานสื่อออนไลน์ให้ชัดเจนและผู้สอนควรทำความเข้าใจกับการจัดการเรียนการสอนแบบร่วมมือ เพื่อให้เกิดความเข้าใจและสามารถวางแผนการสอนได้อย่างเหมาะสมกับผู้เรียน
3. การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแต่ละครั้ง ควรแจ้งผลคะแนนการประเมินทักษะปฏิบัติระหว่างเรียนให้นักเรียนทราบ เพื่อให้นักเรียนเกิดแรงกระตุ้นการฝึกปฏิบัติ และควรมีการสะท้อนผลการปฏิบัติงาน เพื่อให้ผู้เรียนนำผลการสะท้อนไปปรับปรุงแก้ไขให้ดียิ่งขึ้น

3.2 ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรมีการพัฒนาแหล่งเรียนรู้ที่ใช้ในห้องเรียน เพื่อเสริมการมีส่วนร่วมของผู้เรียนของรายวิชาให้มีความหลากหลายในการใช้งานเพิ่มมากขึ้น

2. ควรมีการศึกษาเพิ่มเติมการเรียนรู้แบบทักษะปฏิบัติเดวิสส์และการเรียนรู้แบบร่วมมือในรูปแบบอื่น ๆ เพื่อให้กระบวนการเรียนรู้สมบูรณ์มากขึ้นและส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน



บรรณานุกรม

- กิดานันท์ มลิทอง. (2543). **เทคโนโลยีการศึกษาและนวัตกรรม**. กรุงเทพมหานคร : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- กฤษมันต์ วัฒนารงค์. (2548). **เทคโนโลยีเทคนิคศึกษา**. กรุงเทพมหานคร : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- จรงค์ สามารถ และคณะ. (2556). การพัฒนาโปรแกรมจำลองวงจรรองความถี่สำหรับประยุกต์ใช้ในการศึกษาด้านวิศวกรรมโทรคมนาคม. **วารสารวิชาการพระจอมเกล้าพระนครเหนือ**. ฉบับที่ 3 ปีที่ 23 (ก.ย. – ธ.ค. 2556). หน้า 580-593.
- ดุสิต ขาวเหลือง. (2549). การบูรณาการใช้สื่อประสมและใช้สื่อหลายมิติเพื่อการสอนและการเรียนรู้. **วารสารศึกษาศาสตร์**. ฉบับที่ 1 ปีที่ 18 (มิ.ย. – ต.ค. 2549). หน้า 29-44.
- ชัยยงค์ พรหมวงศ์. (2545). **เอกสารการสอนชุดวิชา การออกแบบระบบการเรียนการสอน หน่วยที่ 12**. นนทบุรี : มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- ณัฐนรี ทาวรรณ. (2557). **การใช้รูปแบบการเรียนการสอนทักษะปฏิบัติของเดวิสในรายวิชาการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ วิทยาลัยเทคโนโลยีโปลิเทคนิคลานนา เชียงใหม่**. การค้นคว้าอิสระ ศีษาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- ทีศินา แคมมณี. 2553. **กรอบมาตรฐานคุณวุฒิระดับอุดมศึกษา : กลยุทธ์การสอน**. รายงานการประชุมสำนักธรรมศาสตร์และการเมือง. กรุงเทพมหานคร: ราชบัณฑิตยสถาน.
- _____. (2555). **ศาสตร์การสอน: องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ**. พิมพ์ครั้งที่ 15. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- นัทธีรัตน์ พิระพันธุ์. (2557) การพัฒนารูปแบบการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเพื่อพัฒนาทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21. **วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี**. ปีที่ 25 ฉบับที่ 3 (กันยายน – ธันวาคม).
- สถาบันวิจัยเพื่อการพัฒนาประเทศไทย. (2555). **การจัดทำยุทธศาสตร์การผลิตและพัฒนากำลังคนให้สอดคล้อง กับความต้องการของภาคอุตสาหกรรม**. โครงการวิจัย. กรุงเทพมหานคร.
- สุริยาวัช เสาวคนธ์. “การพัฒนาชุดสื่อประสมสำหรับการสอนทฤษฎีวงจรไฟฟ้ากระแสสลับ”. **วารสารวิชาการพระจอมเกล้าพระนครเหนือ**. ปีที่ 2 ฉบับที่ 1 (ม.ค. – มิ.ย. 2554).
- สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. (2547). **รายงานการศึกษาการพัฒนาขีดความสามารถในการแข่งขันของไทย**. กรุงเทพมหานคร.

บรรณานุกรม (ต่อ)

สำนักพัฒนานวัตกรรมการจัดการศึกษา. (2555). **วัฒนธรรมการวิจัย: จากแนวคิดสู่การปฏิบัติ.**

พิมพ์ครั้งที่ 1. สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ.

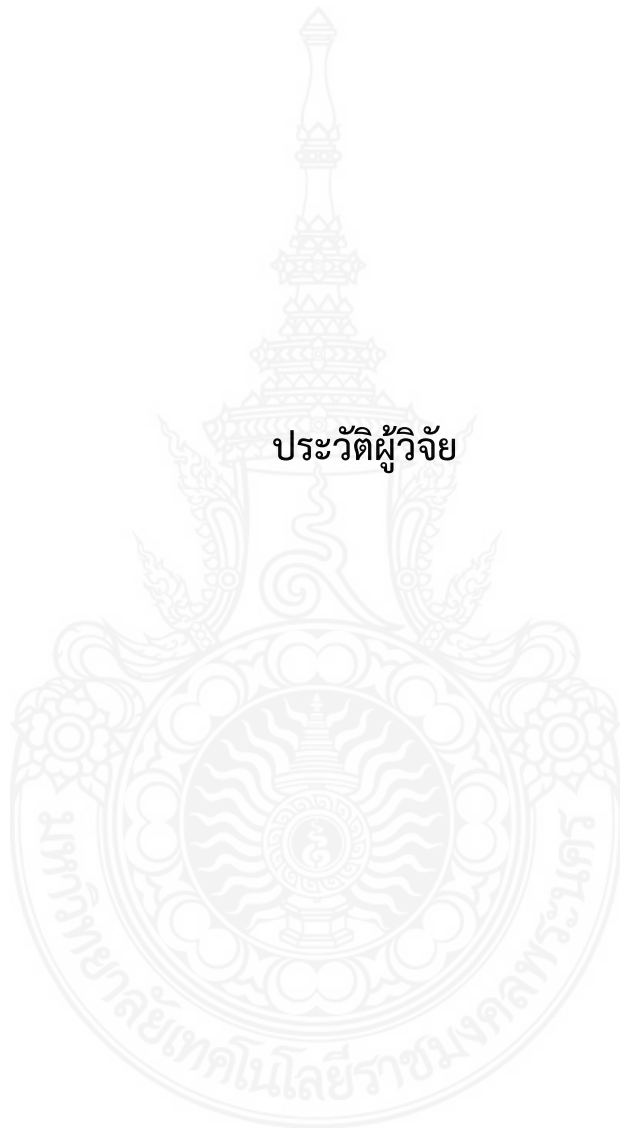
กรุงเทพมหานคร: หจก.ศรีบูรณคอมพิวเตอร์-การพิมพ์.

Davies, I.K. (1971). **The Management of Learning.** London : McGraw - Hill.

Punya, M., Chris, F., & Danah, H. (2013). Creativity, self-directed learning and the architecture of technology rich environments. **TechTrends: Linking Research & Practice to Improve Learning.** 57(1), 10-13.



ประวัติผู้วิจัย



ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ-นามสกุล (ภาษาไทย) รุ่งอรุณ พรเจริญ
(ภาษาอังกฤษ) Rungaroon Pornchanroen

รหัสประจำตัวประชาชน 3 6009 00109 19 7

ตำแหน่งปัจจุบัน อาจารย์สาขาวิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์และโทรคมนาคม
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

หน่วยงานที่อยู่ติดต่อได้สะดวก

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

399 ถนนสามเสน แขวงวชิรพยาบาล เขตดุสิต กรุงเทพมหานคร 10300

โทร. 084 680 7894

E-mail : rung_koys@hotmail.com

ประวัติการศึกษา

ระดับ ปริญญา	คุณวุฒิ/สาขาวิชา	สถาบันอุดมศึกษา	ปีที่สำเร็จ
ปริญญาเอก	ปร.ด. สาขาวิชาวิจัยและ พัฒนาการสอนเทคนิคศึกษา	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอม เกล้าพระนครเหนือ	2555
ปริญญาโท	คอ.ม. สาขาวิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า พระนครเหนือ	2548
ปริญญาตรี	คอ.บ. สาขาวิชา อิเล็กทรอนิกส์- โทรคมนาคม	สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยา เขตเทเวศร์	2544

สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ

คอมพิวเตอร์ การวิจัยทางการศึกษา เทคนิคและวิธีการสอน การสร้างหลักสูตร และการจัด
ฝึกอบรม

ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัย

ผลงานวิจัย

ชื่อผลงานวิจัย	สถานภาพ	แหล่งทุน/ปี
ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อแรงจูงใจในการประกอบวิชาชีพครูภายใต้ภาวะวิกฤตทางเศรษฐกิจ	หัวหน้า โครงการวิจัย	งบประมาณแผ่นดิน ประจำปี 2551
ศึกษาความพร้อมและความต้องการพัฒนาด้านวิชาการของบุคลากร (สายสอน) มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร	หัวหน้า โครงการวิจัย	งบประมาณ ผลประโยชน์ของ สถาบัน ประจำปี 2551
แนวทางการพัฒนาวิสัยทัศน์นักศึกษาตามความคิดเห็นของบุคลากรสายวิชาการ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร งบประมาณผลประโยชน์ของสถาบัน	หัวหน้า โครงการวิจัย	งบประมาณ ผลประโยชน์ของ สถาบัน ประจำปี 2556
การพัฒนาแบบจำลองคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบอัจฉริยะสำหรับ ปรับพื้นฐานความรู้ทางด้านคณิตศาสตร์ในระดับอุดมศึกษา โดยใช้การวิจัยเชิงปฏิบัติการ	หัวหน้า โครงการวิจัย	งบประมาณเงิน รายจ่าย ประจำปี 2558
ความพึงพอใจของนักศึกษาชั้นปีที่ 1 ที่มีต่อการจัดกิจกรรมนักศึกษา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร	หัวหน้า โครงการวิจัย	งบประมาณเงิน ผลประโยชน์ของ สถาบัน ประจำปี 2558
การพัฒนาโปรแกรมจำลองการวิเคราะห์ค่าพารามิเตอร์ที่สำคัญของสายอากาศสำหรับประยุกต์ใช้ในการเรียนการสอนด้านวิศวกรรมโทรคมนาคม	หัวหน้า โครงการวิจัย	งบประมาณเงิน รายจ่าย ประจำปี 2559
การศึกษาวิจัยตลาดแรงงานกับการก้าวเข้าสู่อุตสาหกรรม 4.0 ของคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มทร.พระนคร	หัวหน้า โครงการวิจัย	งบประมาณเงิน ผลประโยชน์ของ สถาบัน ประจำปี 2559
การพัฒนาชุดเรียนปฏิบัติการสำเร็จรูปสำหรับการเรียนการสอนทางด้านวิศวกรรมโทรคมนาคมตามกรอบมาตรฐานคุณวุฒิระดับอุดมศึกษา	หัวหน้า โครงการวิจัย	งบประมาณเงิน รายจ่าย ประจำปี 2560

ชื่อผลงานวิจัย	สถานภาพ	แหล่งทุน/ปี
ความต้องการของนักศึกษาที่มีต่อสื่อการเรียนรู้ในการศึกษา ยุคดิจิทัลของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร	หัวหน้า โครงการวิจัย	งบประมาณเงิน ผลประโยชน์ของ สถาบัน ประจำปี 2560

การตีพิมพ์เผยแพร่ผลงานวิจัย

วารสารระดับนานาชาติ

Rungaroon Sripan and Bandit Suksawat. Factors Affecting Teaching and Learning of Computer Disciplines at Rajamangala University of Technology. **US-China Education Review (Journal)**. Vol. 7, No. 12, pp. 33-38, 2010.

วารสารระดับชาติ

รุ่งอรุณ ศรีปาน และ เซาว์วัฒน์ อูมานนท์. ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อแรงจูงใจในการประกอบวิชาชีพครูภายใต้ภาวะวิกฤตทางเศรษฐกิจ. วารสารวิจัยและพัฒนา วไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ ฉบับที่ 7 เล่มที่ 1 หน้า 70-79 (มกราคม – มิถุนายน, 2551)

นุชนาฏ ผ่องพุดิ และรุ่งอรุณ ศรีปาน. ศึกษาคุณสมบัติของผู้เรียนที่เข้าสู่กระบวนการผลิตบัณฑิตในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร. วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยรามคำแหง ฉบับที่ 11 เล่มที่ 2 หน้า 65 – 70 (กรกฎาคม – ธันวาคม 2551)

Rungaroon Sripan, Uri Apichatbanlue and Bandit Suksawat. Design of Practical Learning System for Computer Disciplines by Using Quality Function Deployment Technique. *The Journal of KITNB*. Vol. 22 , No. 2, pp. 405-415, 2012.

Rungaroon Sripan, Uri Apichatbanlue and Bandit Suksawat. Comparison of Ability in Classifying Content by Students' Knowledge Level between Teachers Who Learn Through CAI Media and Teachers Who Attend Computer Training Courses. *RMUTP Research Journal*. Vol. 7 , No. 1, pp. 67-78, 2013.

รุ่งอรุณ พรเจริญ. การพัฒนาชุดสื่อประสมสำหรับการสอนการสื่อสารทางแสงเพื่อพัฒนาทักษะทางปัญญาตามกรอบมาตรฐานคุณวุฒิระดับอุดมศึกษา. วารสารวิชาการและวิจัย มทร.พระนคร ฉบับที่ 7 เล่มที่ 2 (กันยายน 2015)

- รุ่งอรุณ พรเจริญ. การพัฒนาแบบจำลองคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบอัจฉริยะโดยใช้การวิจัยเชิงปฏิบัติการ. วารสารวิชาการและวิจัยสังคมศาสตร์. ปีที่ 11 ฉบับ 33 (2) (2016) ฉบับพิเศษ สิงหาคม 2559 ปีที่ 11 (สหวิทยาการด้านมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์). หน้า 33-46.
- รุ่งอรุณ พรเจริญ. การประยุกต์ระบบตรรกศาสตร์คลุมเครือสำหรับการประเมินคุณลักษณะการปฏิบัติงานของนักศึกษาสายช่างอุตสาหกรรมในระดับอุดมศึกษา. วารสารพัฒนาเทคนิค มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ. หน้า 35-45
- รุ่งอรุณ พรเจริญ, นุชนารถ ผ่องพุฒิ และทรงสิริ วิชิรานนท์. ความพึงพอใจของนักศึกษาชั้นปีที่ 1 ที่มีต่อการจัดกิจกรรมนักศึกษามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร. วารสารบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์. 2 พฤษภาคม – สิงหาคม 2560.

การประชุมวิชาการระดับชาติ

- รุ่งอรุณ ศรีปาน. ศึกษาความพร้อมและความต้องการพัฒนาด้านวิชาการของบุคลากร (สายสอน) มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร. การประชุมวิชาการ ประจำปี 2551 มหาวิทยาลัยรามคำแหง หน้า 431 – 439 (3-4 กรกฎาคม 2551)
- นุชนาฏ ผ่องพุฒิ, รุ่งอรุณ ศรีปาน และเริงศักดิ์ มานะสุนทร. การพัฒนารูปแบบการเสริมสร้างภาพลักษณ์ของครูช่างอุตสาหกรรมที่สำเร็จการศึกษาจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร. การประชุมทางวิชาการครุศาสตร์อุตสาหกรรมแห่งชาติ ครั้งที่ 3. (18 – 19 ธันวาคม 2551)
- รุ่งอรุณ ศรีปาน และบัณฑิต สุขสวัสดิ์. สภาพและปัญหาการเรียนการสอนกลุ่มวิชาคอมพิวเตอร์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล. การประชุมวิชาการ ประจำปี 2552 มหาวิทยาลัยรามคำแหง หน้า 389 – 398 (3-4 พฤศจิกายน 2552)
- Rungaroon Sripan. Factor Analysis that Applied E-Learning in Rajamangala University of Technology Phra Nakhon, Proceeding of The 5th Rajamangala University of Technology Conference (5th RMUTCON) and The 4th Rajamangala University of Technology International Conference (4th RMUTIC), 15-16 July 2013 in Bangkok, Thailand, 2013.

Rungaroon Sripan and Nudchanard Pongput. A Developing Learning Package to Increase a Competency Learning Management and Professional Teacher for Teacher License, **Proceeding of The 5th Rajamangala University of Technology Conference (5th RMUTCON) and The 4th Rajamangala University of Technology International Conference (4th RMUTIC)**, 15-16 July 2013 in Bangkok, Thailand, 2013.

รุ่งอรุณ พรเจริญ. การประยุกต์ระบบตรรกศาสตร์คลุมเครือสำหรับการประเมินคุณลักษณะการปฏิบัติงานของนักศึกษาสายช่างอุตสาหกรรมในระดับอุดมศึกษา. **รายงานการประชุมวิชาการมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลระดับชาติ ครั้งที่ 7.** 1-3 กันยายน 2558. ณ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน นครราชสีมา.

รุ่งอรุณ พรเจริญ. การพัฒนาแบบจำลองคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบอัจฉริยะโดยใช้การวิจัยเชิงปฏิบัติการ. **รายงานการประชุมสัมมนาวิชาการราชภัฏนครสวรรค์วิจัย ครั้งที่ 1.** 22-23 สิงหาคม 2559. ณ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์ นครสวรรค์.

อนุชา ไชยชาญ, พิสิฐ สอนละ, ภาวนา ชูศิริ, วรรณภา มโนสีบ และ**รุ่งอรุณ พรเจริญ.** การพัฒนาความเที่ยงตรงของนาฬิกาดิจิตอลด้วยเทคโนโลยีระบบสมองกลฝังตัว. **รายงานการประชุมวิชาการมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลระดับชาติ ครั้งที่ 8.** 24-26 สิงหาคม 2559. ณ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ กรุงเทพมหานคร.

รุ่งอรุณ พรเจริญ และอัมภภรณ์ พิรวณิชกุล. การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบอัจฉริยะสำหรับปรับพื้นฐานความรู้ทางด้านคณิตศาสตร์ในระดับอุดมศึกษา. **รายงานการประชุมวิชาการมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลระดับชาติ ครั้งที่ 8.** 24-26 สิงหาคม 2559. ณ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ กรุงเทพมหานคร.

พิสิฐ สอนละ, อนุชา ไชยชาญ, ภาวนา ชูศิริ, วรรณภา มโนสีบ และ**รุ่งอรุณ พรเจริญ.** การพัฒนาและหาประสิทธิภาพชุดสื่อประสมเรื่องสายอากาศไมโครสตริป. **รายงานการประชุมวิชาการมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลระดับชาติ ครั้งที่ 9.** 8-9 สิงหาคม 2560. ณ อิมแพค เมืองทองธานี กรุงเทพมหานคร : 301 – 310.

รุ่งอรุณ พรเจริญ และอัมภภรณ์ พิรวณิชกุล. ความต้องการของนักศึกษาที่มีต่อการเรียนรู้ในการศึกษาชุดดิจิทัลของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร. **รายงานสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการระดับชาติ พะเยาวิจัยครั้งที่ 7 “Entrepreneurial University โอกาสความหวัง อนาคต?”.** 25-26 มกราคม 2561. ณ มหาวิทยาลัยพะเยา.

รุ่งอรุณ พรเจริญ และอัมภากรณ์ พีรวณิชกุล. สภาพปัญหาการจัดการเรียนการสอนของนักศึกษา
 ทางสาขาวิชาชีพ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม. **รายงานการประชุมวิชาการมหาวิทยาลัย
 เทคโนโลยีราชมงคลระดับชาติ ครั้งที่ 10**. 1-3 สิงหาคม 2561. ณ โรงแรมเรือรัชฎา ตรัง.
 สุนารี จุลพันธ์, รุ่งอรุณ พรเจริญ และอัมภากรณ์ พีรวณิชกุล. ความพึงพอใจต่อหลักสูตร
 ประกาศนียบัตรบัณฑิต สาขาวิชาชีพครู มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร. **รายงาน
 การประชุมวิชาการมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลระดับชาติ ครั้งที่ 10**. 1-3 สิงหาคม
 2561. ณ โรงแรมเรือรัชฎา ตรัง.

การประชุมวิชาการระดับนานาชาติ

Rungaroon Sripan and Bandit Suksawat. Propose of Fuzzy Logic-Based Students' Learning Assessment. **International Conference on Control, Automation and Systems 2010 (ICCAS 2010)**, 27 – 30 October 2010 in KINTEX, Gyeonggi-do, Korea, 2010.

Nudchanard Pongput and Rungaroon Porncharoen. Comparing Blended Learning with Traditional Approaches of Profesional Teacher and knowledge Management for Teaching License Applicants. **Proceeding of The 5th Rajamangala University of Techonology International Conference (6th RMUTNC & 5th RMUTIC)**, June 2015 in Phranakhon Si Ayutthaya, Thailand, 2015.

Rungaroon Porncharoen. Using Graphical User Interface of MatLab in Teaching Telecommunication Engineering. **Proceeding of International Conference on Education, Psychology, and Learning-Fall Session (ICEPL-Fall 2016)**. November 07-09, Seoul, Korea, 2016.

Sunaree Julapan, Umpaporn Peerawanichkul and Rungaroon Porncharoen. The Employment Industrial Education Graduated from Rajamangala University of Technology Phra Nakhon in Academic Year 2015. **Proceeding of the International Symposium on Education and Psychology - Fall Session (ISEP-Fall 2017)**, 5-7 September 2017 in Seoul Olympic Parktel, Seoul, Korea, 2017.

Umpaporn Peerawanichkul, Sunaree Julapan and Rungaroon Porncharoen. Employers' Satisfaction towards Industrial Education Graduates in Rajamangala University of

technology Phra Nakhon. Proceedings of the international Symposium on Teaching Education and Learning, Japan, 4-6 July 2017.

ประวัติ (ผู้ร่วมวิจัย)

ชื่อ-นามสกุล (ภาษาไทย) อัมภรณ์ พีรวณิชกุล
(ภาษาอังกฤษ) Umpaporn Peerawanichkul

รหัสประจำตัวประชาชน 3 1002 00597 32 2

ตำแหน่งปัจจุบัน อาจารย์สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์

หน่วยงานที่อยู่ติดต่อได้สะดวก

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
399 ถนนสามเสน แขวงวชิรพยาบาล เขตดุสิต กรุงเทพมหานคร 10300
โทรศัพท์ 02 665 3777, 089 529 8246
E-mail : umpaporn.p@rmutp.ac.th

ประวัติการศึกษา

ระดับปริญญา	คุณวุฒิ/สาขาวิชา	สถาบันอุดมศึกษา	ปีที่สำเร็จ
ปริญญาโท	ค.อ.ม. สาขาวิชาคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี	2546
ปริญญาตรี	วศ.บ. สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า-คอมพิวเตอร์	สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตธัญบุรี	2539

สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ

การฝึกอบรมเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์

**ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัย
ผลงานวิจัย**

ชื่อผลงานวิจัย	สถานภาพ	แหล่งทุน/ปี
- ความต้องการของนักศึกษาที่มีต่อสื่อการเรียนรู้ในการศึกษายุคดิจิทัลของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร	ผู้ร่วมวิจัย	เงินรายได้สถาบัน ปีงบประมาณ พ.ศ. 2560
- การศึกษาวิจัยตลาดแรงงานกับการก้าวเข้าสู่อุตสาหกรรม 4.0 ของคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มทร.พระนคร	ผู้ร่วมวิจัย	เงินรายได้สถาบัน ปีงบประมาณ พ.ศ. 2560
- องค์ประกอบที่ส่งผลต่อความสามารถในการเรียนวิชาคอมพิวเตอร์กราฟิกส์	หัวหน้าโครงการ	เงินรายได้คณะฯ ปีงบประมาณ พ.ศ. 2555
- การพัฒนาประสบการณ์ตรงเกี่ยวกับการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์จากงานจริง	หัวหน้าโครงการ	เงินรายได้คณะฯ ปีงบประมาณ พ.ศ. 2551
- การพัฒนาทักษะเกี่ยวกับการสอนวิชาซีพช่างอุตสาหกรรมด้านไฟฟ้า	หัวหน้าโครงการ	เงินรายได้คณะฯ ปีงบประมาณ พ.ศ. 2551

การตีพิมพ์เผยแพร่ผลงานวิจัย

การประชุมวิชาการระดับชาติ

รุ่งอรุณ พรเจริญ และ **อัมภภรณ์ พิรวณิชกุล**. การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบอัจฉริยะสำหรับปรับปรุงพื้นฐานความรู้ทางด้านคณิตศาสตร์ในระดับอุดมศึกษา. **รายงานการประชุมวิชาการมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลระดับชาติ ครั้งที่ 8**. 24-26 สิงหาคม 2559. ณ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ กรุงเทพมหานคร.

สุนารี จุลพันธ์, **อัมภภรณ์ พิรวณิชกุล**, วุฒิชัย เหมาะใจ, ฤเบท อินทขันตี และรุ่งอรุณ พรเจริญ. ความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อการจัดการเรียนการสอนหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร. **รายงานการประชุมวิชาการระดับชาติด้านนวัตกรรมเพื่อการเรียนรู้และสิ่งประดิษฐ์**. 4 เมษายน 2560. ณ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ปทุมธานี.

รุ่งอรุณ พรเจริญ และอัมภากรณ์ พีรวณิชกุล. การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบอัจฉริยะ สำหรับปรับพื้นฐานความรู้ทางด้านคณิตศาสตร์ในระดับอุดมศึกษา. **รายงานการประชุมวิชาการมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลระดับชาติ ครั้งที่ 8**. 24-26 สิงหาคม 2559. ณ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ กรุงเทพมหานคร.

รุ่งอรุณ พรเจริญ และอัมภากรณ์ พีรวณิชกุล. ความต้องการของนักศึกษาที่มีต่อสื่อการเรียนรู้ในการศึกษายุคดิจิทัลของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร. **รายงานสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการระดับชาติ พะเยาวิจัยครั้งที่ 7 “Entrepreneurial University โอกาสความหวัง อนาคต?”**. 25-26 มกราคม 2561. ณ มหาวิทยาลัยพะเยา.

รุ่งอรุณ พรเจริญ และอัมภากรณ์ พีรวณิชกุล. สภาพปัญหาการจัดการเรียนการสอนของนักศึกษาทางสาขาวิชาชีพ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม. **รายงานการประชุมวิชาการมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลระดับชาติ ครั้งที่ 10**. 1-3 สิงหาคม 2561. ณ โรงแรมเรือรัชฎา ตรัง.

สุนารี จุลพันธ์, รุ่งอรุณ พรเจริญ และอัมภากรณ์ พีรวณิชกุล. ความพึงพอใจต่อหลักสูตรประกาศนียบัตรบัณฑิต สาขาวิชาชีพครู มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร. **รายงานการประชุมวิชาการมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลระดับชาติ ครั้งที่ 10**. 1-3 สิงหาคม 2561. ณ โรงแรมเรือรัชฎา ตรัง.

การประชุมวิชาการระดับนานาชาติ


Sunaree Julapan, Umpaporn Peerawanichkul and Rungaroon Porncharoen. The Employment Industrial Education Graduated from Rajamangala University of Technology Phra Nakhon in Academic Year 2015. **Proceeding of the International Symposium on Education and Psychology - Fall Session (ISEP-Fall 2017)**, 5-7 September 2017 in Seoul Olympic Parktel, Seoul, Korea, 2017.

Umpaporn Peerawanichkul, Sunaree Julapan and Rungaroon Porncharoen. Employers' Satisfaction towards Industrial Education Graduates in Rajamangala University of Technology Phra Nakhon. **Proceeding of the International Symposium on Teaching, Education, and Learning**. 3(2) July 4-6, Hiroshima, Japan, 2017.

.....

ภาคผนวก





ภาคผนวก ก

รายนามชื่อผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือการวิจัย

รายนามชื่อผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือการวิจัย

1. ดร.ชยานิษฐ์ บุญสุนิต
2. ดร.จรียา เอียบสกุล
3. อาจารย์วาริน วีระสินธุ์



ภาคผนวก ข

แบบสอบถามที่ใช้ในการวิจัย



**แบบสอบถามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อ
เนื้อหาที่ใช้ในการพัฒนาชุดสื่อประสมโดยการผสมผสานการเรียนรู้แบบทักษะ
ปฏิบัติเดวิสและการเรียนรู้แบบร่วมมือเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาสำหรับ
นักศึกษาทางสาขาวิชาชีพ**

คำชี้แจง

1. แบบสอบถามฉบับนี้ เป็นแบบสอบถามเกี่ยวกับการวิเคราะห์เนื้อหาจากคำอธิบายรายวิชาที่กำหนด และการวิเคราะห์ระดับพฤติกรรมที่ต้องการวัดผู้เรียน มีจุดมุ่งหมายเพื่อสำรวจระดับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญในด้านความเหมาะสมของเนื้อหาที่ใช้ในการพัฒนาชุดสื่อประสมโดยการผสมผสานการเรียนรู้แบบทักษะปฏิบัติเดวิสและการเรียนรู้แบบร่วมมือเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาสำหรับนักศึกษาทางสาขาวิชาชีพ ของโครงสร้างเนื้อหา ลำดับความสำคัญของเนื้อหา และระดับการเรียนรู้ของเนื้อหาเพื่อกำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่คาดหวัง เพื่อนำผลการวิเคราะห์ไปพัฒนาเนื้อหาที่ใช้ในการพัฒนาสื่อการสอนที่สอดคล้องกับเนื้อหาต่อไป

2. ส่วนประกอบของแบบสอบถาม แบ่งออกเป็น 3 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ระดับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญในด้านความเหมาะสมของโครงสร้างเนื้อหา

ตอนที่ 2 ระดับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญในด้านความเหมาะสมของลำดับของเนื้อหา

ตอนที่ 3 ระดับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญในด้านระดับการเรียนรู้ของเนื้อหาเพื่อกำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่คาดหวัง

3. หลังจากที่ท่านศึกษารายละเอียดเนื้อหาที่ใช้ในการพัฒนาชุดสื่อประสมโดยการผสมผสานการเรียนรู้แบบทักษะปฏิบัติเดวิสและการเรียนรู้แบบร่วมมือเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาสำหรับนักศึกษาทางสาขาวิชาชีพแล้ว (เอกสาร đínhแนบ) โปรดแสดงความคิดเห็นของท่าน โดยทำเครื่องหมาย ลงในช่อง ที่ตรงกับระดับความคิดเห็นของท่านมากที่สุด

ผู้วิจัย

ตอนที่ 1 ระดับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญในด้านความเหมาะสมของโครงสร้างเนื้อหา

หลังจากที่ท่านศึกษารายละเอียดเนื้อหาที่ใช้ในการพัฒนาชุดสื่อประสมโดยการผสมผสานการเรียนรู้แบบทักษะปฏิบัติเดวิสส์และการเรียนรู้แบบร่วมมือเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาสำหรับนักศึกษาทางสาขาวิชาชีพ หัวข้อ 1 คำอธิบายรายวิชา หัวข้อ 2 การวิเคราะห์โครงสร้างเนื้อหาวิชา และ หัวข้อ 3 การวิเคราะห์โครงสร้างเนื้อหาแต่ละหน่วยเรียนแล้ว โปรดแสดงความคิดเห็นของท่านโดยทำเครื่องหมาย ลงในช่อง ที่ตรงกับระดับความคิดเห็นของท่านมากที่สุด

สำหรับเกณฑ์ระดับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญในด้านความเหมาะสมของโครงสร้างเนื้อหาที่ใช้ในการพัฒนาชุดสื่อประสมโดยการผสมผสานการเรียนรู้แบบทักษะปฏิบัติเดวิสส์และการเรียนรู้แบบร่วมมือเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาสำหรับนักศึกษาทางสาขาวิชาชีพ แบ่งการพิจารณาระดับความคิดเห็น ออกเป็น 5 ระดับ ดังนี้

ระดับ 5 หมายถึง เห็นด้วยมากที่สุด

ระดับ 4 หมายถึง เห็นด้วยมาก

ระดับ 3 หมายถึง เห็นด้วยปานกลาง

ระดับ 2 หมายถึง เห็นด้วยน้อย

ระดับ 1 หมายถึง เห็นด้วยน้อยที่สุด

ข้อ	รายการ	ระดับความคิดเห็น				
		5	4	3	2	1
1.	ความเหมาะสมของโครงสร้างเนื้อหาสำหรับการพัฒนาชุดสื่อประสม จำนวน 3 บทเรียน					
2.	ความเหมาะสมของโครงสร้างเนื้อหาสำหรับการพัฒนาชุดสื่อประสม บทเรียนที่ 1 ประกอบด้วย 5 หัวข้อ					
3.	ความเหมาะสมของโครงสร้างเนื้อหาสำหรับการพัฒนาชุดสื่อประสม บทเรียนที่ 2 ประกอบด้วย 5 หัวข้อ					
4.	ความเหมาะสมของโครงสร้างเนื้อหาสำหรับการพัฒนาชุดสื่อประสม บทเรียนที่ 3 ประกอบด้วย 4 หัวข้อ					

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

ตอนที่ 2 ระดับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญในด้านความเหมาะสมของลำดับเนื้อหา

หลังจากที่ท่านศึกษารายละเอียดเนื้อหาที่ใช้ในการพัฒนาชุดสื่อประสมโดยการผสมผสานการเรียนรู้แบบทักษะปฏิบัติเดวิสส์และการเรียนรู้แบบร่วมมือเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาสำหรับนักศึกษาทางสาขาวิชาชีพ หัวข้อ 4 ลำดับเนื้อหาในการนำเสนอทเรียนแล้ว โปรดแสดงความคิดเห็นของท่าน โดยทำเครื่องหมาย ลงในช่อง ที่ตรงกับระดับความคิดเห็นของท่านมากที่สุด

สำหรับเกณฑ์ระดับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญในด้านความเหมาะสมของลำดับเนื้อหาที่ใช้ในการพัฒนาชุดสื่อประสมโดยการผสมผสานการเรียนรู้แบบทักษะปฏิบัติเดวิสส์และการเรียนรู้แบบร่วมมือเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาสำหรับนักศึกษาทางสาขาวิชาชีพ แบ่งการพิจารณาระดับความคิดเห็น ออกเป็น 5 ระดับ ดังนี้

ระดับ 5 หมายถึง เห็นด้วยมากที่สุด

ระดับ 4 หมายถึง เห็นด้วยมาก

ระดับ 3 หมายถึง เห็นด้วยปานกลาง

ระดับ 2 หมายถึง เห็นด้วยน้อย

ระดับ 1 หมายถึง เห็นด้วยน้อยที่สุด

ข้อ	รายการ	ระดับความคิดเห็น				
		5	4	3	2	1
1.	ความเหมาะสมของลำดับความสำคัญของเนื้อหาในแต่ละบทเรียน					
2.	ความเหมาะสมของลำดับความสำคัญของเนื้อหาภายในบทเรียนที่ 1					
3.	ความเหมาะสมของลำดับความสำคัญของเนื้อหาภายในบทเรียนที่ 2					
4.	ความเหมาะสมของลำดับความสำคัญของเนื้อหาภายในบทเรียนที่ 3					

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

ตอนที่ 3 ระดับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญในด้านระดับการเรียนรู้ของเนื้อหาเพื่อกำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่คาดหวัง

หลังจากที่ท่านศึกษารายละเอียดเนื้อหาที่ใช้ในการพัฒนาชุดสื่อประสมโดยการผสมผสานการเรียนรู้แบบทักษะปฏิบัติเดวิสส์และการเรียนรู้แบบร่วมมือเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาสำหรับนักศึกษาทางสาขาวิชาชีพ โปรดแสดงความคิดเห็นของท่าน โดยทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่อง ที่ตรงกับระดับความคิดเห็นของท่านมากที่สุด

สำหรับเกณฑ์การพิจารณาระดับการเรียนรู้ของเนื้อหาเพื่อกำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่คาดหวัง แบ่งการพิจารณาระดับการเรียนรู้ของเนื้อหา ออกเป็น 3 ระดับ ดังนี้

ระดับ K หมายถึง ความรู้และความจำ (Knowledge)

ระดับ C หมายถึง ความเข้าใจ (Comprehension)

ระดับ A หมายถึง การนำไปใช้ (Application)

บทเรียนและหัวข้อเนื้อหา		ระดับการเรียนรู้		
		K	C	A
1	การเรียนรู้คุณสมบัติต่าง ๆ ของสายอากาศ			
	11 รูปแบบการแพร่กระจายคลื่น			
	12 ความหนาแน่นของกำลังงานที่แพร่กระจายคลื่น			
	13 ความเข้มของการแพร่กระจายคลื่น			
	14 ไดเรกทิฟเนสและไดเรกทิวิตี			
	15 อัตราขยายกำลังงานของสายอากาศ			
2	การวิเคราะห์คุณสมบัติพื้นฐานของสายอากาศแบบไดโพล			
	21 ความสูญเสียเนื่องจากการย้อนกลับ			
	22 หลักการโพลาริเซชันของสายอากาศ			
	23 อิมพีแดนซ์ด้านเข้าของสายอากาศ			
	24 อัตราส่วนคลื่นนิ่งที่เกิดในสายอากาศ			
	25 อัตราส่วนคลื่นนิ่งในสายอากาศ			

บทเรียนและหัวข้อเนื้อหา		ระดับการเรียนรู้		
		K	C	A
3	การวิเคราะห์คุณสมบัติสู่การออกแบบสายอากาศแบบไดโพล			
	31 โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการออกแบบและวิเคราะห์สายอากาศ			
	32 การกำหนดค่าหลักของโปรแกรม			
	33 วิธีการกำหนดตำแหน่งของ Wires			
	34 การวิเคราะห์สายอากาศด้วยโปรแกรม MMANA-GAL			

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ขอขอบคุณที่เสียสละเวลาในการตอบแบบสอบถาม

ผู้วิจัย

**แบบสอบถามความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อการพัฒนาชุดสื่อประสมโดย
การผสมผสานการเรียนรู้แบบทักษะปฏิบัติเดวิสส์และการเรียนรู้แบบร่วมมือ
เพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาสำหรับนักศึกษาทางสาขาวิชาชีพ**

คำชี้แจง

1. แบบสอบถามนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสอบถามความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อการพัฒนาชุดสื่อประสมโดยการผสมผสานการเรียนรู้แบบทักษะปฏิบัติเดวิสส์และการเรียนรู้แบบร่วมมือเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาสำหรับนักศึกษาทางสาขาวิชาชีพ

2. แบบสอบถามนี้จะแบ่งออกเป็น 3 ด้าน ได้แก่ ด้านการเรียนการสอน ด้านสื่อการสอน และด้านการวัดและประเมินผล

โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องในแบบสอบถามที่ตรงกับระดับความคิดเห็นของท่านมากที่สุด โดยตัวเลขของระดับประสิทธิภาพต่อแบบประเมินแต่ละด้านมีความหมายดังนี้

- 5 หมายถึง มีผลการทำงานอยู่ในระดับมากที่สุด
- 4 หมายถึง มีผลการทำงานอยู่ในระดับมาก
- 3 หมายถึง มีผลการทำงานอยู่ในระดับปานกลาง
- 2 หมายถึง มีผลการทำงานอยู่ในระดับน้อย
- 1 หมายถึง มีผลการทำงานอยู่ในระดับน้อยที่สุด

ผู้วิจัย

รายการ		ระดับความคิดเห็น				
		5	4	3	2	1
	ด้านการเรียนการสอน					
1.	ปริมาณเนื้อหาที่ใช้ในการเรียนการสอนมีจำนวนเหมาะสม					
2.	การจัดลำดับเนื้อหามีความต่อเนื่องและสัมพันธ์กัน					
3.	เนื้อหาที่ใช้สอนมีความน่าสนใจ					
4.	ใบเนื้อหาที่ได้รับอ่านเข้าใจง่ายไม่สับสน					
5.	ได้รับความรู้และนำไปใช้งานได้มาก					
	ด้านสื่อการสอน					
	- การนำเสนอเนื้อหาด้วยเพาเวอร์พอยต์					
1.	ส่งเสริมให้เข้าใจเนื้อหาได้ง่ายและรวดเร็ว					
2.	การเรียงลำดับของกรอบภาพมีความสัมพันธ์กับเนื้อหาที่ได้รับ					
3.	ภาพมีความสัมพันธ์กับการบรรยาย					
4.	ตัวอักษรขนาดและสีสังเกตเห็นได้ชัดเจน					
5.	สีที่ใช้มีความเด่นชัดและเหมาะสมน่าสนใจ					
	- การนำเสนอเนื้อหาด้วยชุดสาธิต					
1.	มองเห็นการสาธิตในระหว่างเรียนได้ชัดเจน					
2.	ชุดสาธิตส่งเสริมให้เข้าใจเนื้อหาได้ง่ายและรวดเร็วขึ้น					
3.	ตัวอักษรและรูปแบบมีความถูกต้องชัดเจน					
4.	ขนาดการใช้สีสีนเหมาะสม					
	- โปรแกรมจำลองการทำงาน					
1.	มีความสอดคล้องกับเนื้อหารายวิชาวิศวกรรมสายอากาศ					
2.	เข้าใจง่าย ใช้สะดวก และมีการรวดเร็วในการคำนวณ					
3.	หน้าจอมีการจัดวางที่เหมาะสม					
4.	ตัวอักษรมองเห็นได้อย่างชัดเจน					
5.	กราฟที่แสดงมีความเหมาะสม					
	ด้านการวัดและประเมินผล					
1.	แบบฝึกหัดและแบบทดสอบมีความสอดคล้องกับเนื้อหาที่เรียน					
2.	มีการจัดลำดับความยากง่ายของแบบฝึกหัดและแบบทดสอบ					
3.	จำนวนข้อที่ใช้ในการทดสอบมีความเหมาะสม					

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....


.....

.....

ขอขอบคุณที่เสียสละเวลาในการตอบแบบสอบถาม

ผู้วิจัย





ภาคผนวก ค

ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับวัตถุประสงค์ของสื่อการสอนที่พัฒนาขึ้น
ผลการวิเคราะห์ค่าความยากง่าย และค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับวัตถุประสงค์ของของสื่อการสอนที่พัฒนาขึ้น

ข้อ	คนที่			รวม	IOC	แปลผล
	1	2	3			
1	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
2	1	0	1	2	0.66	ใช้ได้/ปรับปรุง*
3	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
4	-1	1	1	1	0.33	ปรับปรุง**
5	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
6	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
7	1	1	0	2	0.66	ใช้ได้/ปรับปรุง*
8	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
9	1	0	1	2	0.66	ใช้ได้/ปรับปรุง*
10	1	1	1	2	0.66	ใช้ได้/ปรับปรุง*
11	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
12	-1	1	1	1	0.33	ปรับปรุง**
13	1	0	1	2	0.66	ใช้ได้/ปรับปรุง*
14	1	-1	1	1	0.33	ปรับปรุง**
15	1	0	1	2	0.66	ใช้ได้/ปรับปรุง*
16	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
17	0	1	1	2	0.66	ใช้ได้/ปรับปรุง*
18	1	1	0	2	0.66	ใช้ได้/ปรับปรุง*
19	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
20	1	0	1	2	0.66	ใช้ได้/ปรับปรุง*
21	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
22	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
23	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
24	1	1	0	2	0.66	ใช้ได้/ปรับปรุง*
25	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
26	1	1	0	2	0.66	ใช้ได้/ปรับปรุง*
27	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้

ข้อ	คนที่			รวม	IOC	แปลผล
	1	2	3			
28	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
29	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
30	1	0	1	2	0.66	ใช้ได้/ปรับปรุง*

หมายเหตุ

ใช้ได้/ปรับปรุง* หมายถึง ข้อคำถามนั้นใช้ได้และมีการปรับปรุงตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ เพื่อให้ข้อคำถามมีความสมบูรณ์มากขึ้น

ปรับปรุง** หมายถึง ข้อคำถามนั้นมีการปรับปรุงให้มีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์และทำการตรวจสอบอีกครั้งจากผู้เชี่ยวชาญ



ผลการวิเคราะห์ค่าความยากง่าย และค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ข้อที่	ค่าความยากง่าย	ค่าอำนาจจำแนก
1	0.54	0.69
2	0.69	0.38
3	0.64	0.69
4	0.69	0.54
5	0.77	0.69
6	0.77	0.23
7	0.54	0.69
8	0.46	0.69
9	0.46	0.54
10	0.46	0.69
11	0.45	0.54
12	0.54	0.69
13	0.64	0.38
14	0.62	0.69
15	0.54	0.38
16	0.77	0.69
17	0.64	0.38
18	0.54	0.54
19	0.77	0.69
20	0.77	0.54
21	0.54	0.54
22	0.49	0.69
23	0.69	0.38
24	0.77	0.54
25	0.77	0.54
26	0.56	0.69
27	0.47	0.69
28	0.69	0.38

ข้อที่	ค่าความยากง่าย	ค่าอำนาจจำแนก
29	0.54	0.69
30	0.69	0.38



ภาคผนวก ง

ตัวอย่างชุดสื่อประสมที่พัฒนาขึ้น



บทเรียนที่ 1

การเรียนรู้คุณสมบัติต่าง ๆ ของสายอากาศ

จุดประสงค์ของบทเรียน

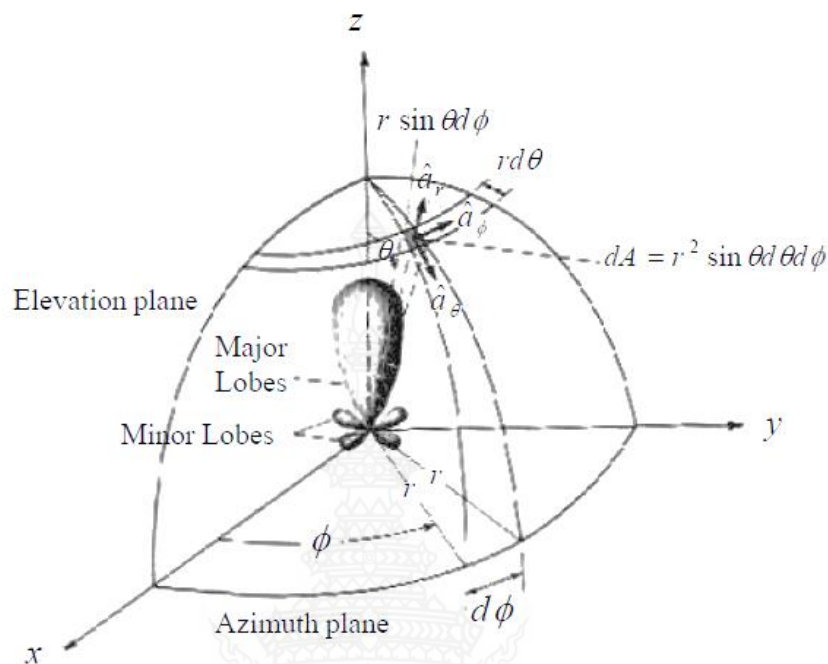
1. เข้าใจการเรียนรู้คุณสมบัติต่าง ๆ ของสายอากาศ
 - 1.1 อธิบายรูปแบบการแพร่กระจายคลื่นได้
 - 1.2 คำนวณความหนาแน่นของกำลังงานที่แพร่กระจายคลื่นได้
 - 1.3 คำนวณความเข้มของการแพร่กระจายคลื่นได้
 - 1.4 คำนวณไดเรกทิฟเกนและไดเรกทิวิตีได้
 - 1.5 อธิบายอัตราขยายกำลังงานของสายอากาศได้

1.1 บทนำ

การวิเคราะห์และสังเคราะห์สายอากาศ จำเป็นต้องทราบค่านิยามของพารามิเตอร์ต่าง ๆ ของสายอากาศ โดยพารามิเตอร์บางตัวจะมีความสัมพันธ์เชื่อมโยงกัน ซึ่งในบทนี้จะนำมาอธิบายอย่างสมบูรณ์เฉพาะพารามิเตอร์บางตัวที่จำเป็นเท่านั้น ได้แก่ รูปแบบการแพร่กระจายคลื่น ความหนาแน่นของกำลังงานที่แพร่กระจายคลื่น ความเข้มของการแพร่กระจายคลื่น ไดเรกทิฟเกนและไดเรกทิวิตี และอัตราขยายกำลังของสายอากาศ

1.2 รูปแบบการแพร่กระจายคลื่น

รูปแบบการแพร่กระจายคลื่น หรือแพทเทิร์นการแพร่กระจายคลื่น (Radiation Pattern) คือ รูปภาพที่ใช้เพื่อแสดงคุณสมบัติของการแพร่กระจายคลื่น ซึ่งเป็นฟังก์ชันของสเปซโคออดิเนท (Space Coordinates) ส่วนใหญ่แพทเทิร์นการแพร่กระจายคลื่นจะเกิดการแพร่กระจายคลื่นในบริเวณที่เป็นสนามระยะไกล (Far Field) ดังภาพที่ 1.1



ภาพที่ 1.1 แพทเทิร์นการแพร่กระจายคลื่นบริเวณที่เป็นสนามระยะไกล (Far Field) [1]

จากภาพที่ 1.1 แพทเทิร์นการแพร่กระจายคลื่นบริเวณที่เป็นสนามระยะไกล (Far Field) เกิดขึ้นในระบบโคออดิเนตที่ใช้แสดงคุณสมบัติของการแพร่กระจายคลื่น ซึ่งใช้แสดงกำลังงานที่สายอากาศรับได้ตามแนวรัศมีที่มีค่าคงที่ มีชื่อเรียกว่า แพทเทิร์นกำลังงาน (Power Pattern) ของสายอากาศ และกราฟที่แสดงการเปลี่ยนแปลงของสนามแม่เหล็กหรือสนามไฟฟ้าในทิศทางต่าง ๆ ที่มีรัศมีค่าคงที่ มีชื่อเรียกว่า แพทเทิร์นสนาม (Field Pattern) ของสายอากาศนั้น

ลักษณะการแพร่กระจายคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าออกไปในอากาศ โดยการแพร่คลื่นที่มีกำลังแรงในทิศทางในทิศทางหนึ่งมากกว่าทิศทางอื่น ๆ การแพร่คลื่นจะมีกำลังแรงสุดตามแนวเส้นตรงที่ตั้งฉากกับจุดที่มีกระแสสูงสุดบนสายอากาศ คุณสมบัติของสายอากาศในทางทฤษฎีจะมีรูปลักษณะการกระจายคลื่น 2 แบบ คือ

แบบที่ 1 แนวตั้ง (Vertical) เป็นการมองการแพร่กระจายคลื่นจากมุมมองด้านข้างของสายอากาศ

แบบที่ 2 แนวนอน (Horizontal) เป็นการมองการแพร่กระจายคลื่นจากมุมมองด้านบนของสายอากาศ

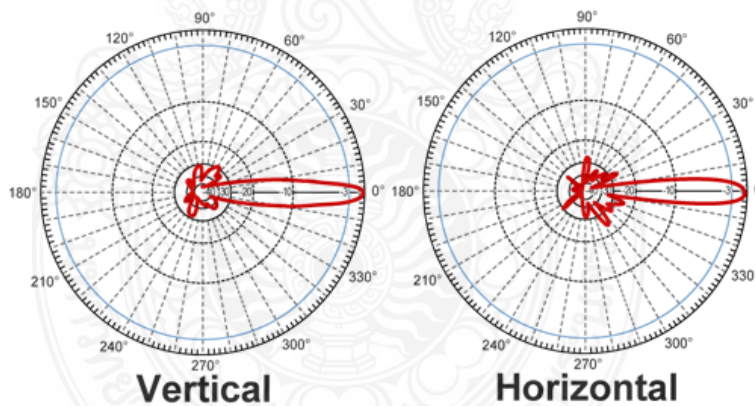
แต่ในความเป็นจริงการกระจายคลื่นมีหลายรูปแบบทั้งแบบแนวสายตา สะท้อนวัตถุ สะท้อนผิวโลกหรือชั้นเมฆ ขึ้นอยู่กับระยะทาง สิ่งกีดขวาง ฯลฯ

แพทเทิร์นการแพร่กระจายคลื่นสามารถแบ่งตามรูปแบบการรับและส่งคลื่น ได้ดังนี้

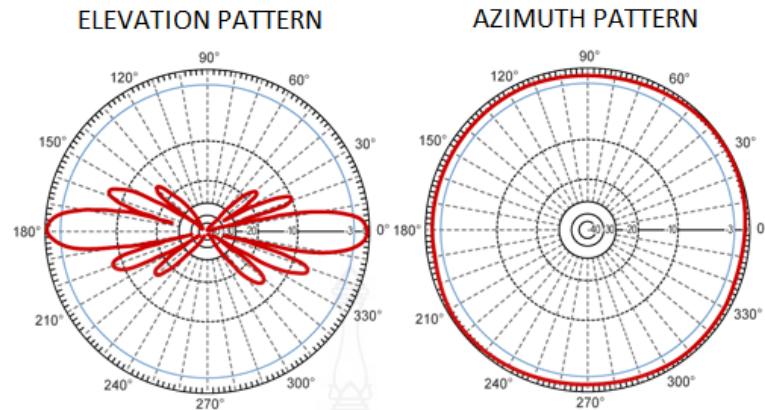
1. แพทเทิร์นแพร่กระจายคลื่นไอโซโทรปิก (Isotropic Radiator) คือ สายอากาศที่ถูกสมมติขึ้น มีคุณสมบัติการแพร่กระจายคลื่นเท่ากันในทุกทิศทาง เช่น พอยท์ซอร์ส (Point Source) ซึ่งเป็นสายอากาศแบบหนึ่งที่ไม่สามารถสร้างได้จริง แต่ใช้เป็นตัวแทนเปรียบเทียบกับสายอากาศจริงเกี่ยวกับการแสดงคุณสมบัติ แสดงทิศทางของสายอากาศ

2. แพทเทิร์นแบบชี้ทิศทาง (Directional Radiator) คือ สายอากาศที่มีคุณสมบัติของการรับหรือส่งคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าได้ดีในเฉพาะทิศทางที่กำหนดเท่านั้น และจะมีอัตราขยาย (Gain) สูงกว่าประเภทอื่น สายอากาศทิศทางจะมีทั้งแบบกึ่งทิศทาง และแบบทิศทางแบบกึ่งทิศทาง (Dipole, Patch Panel, Sector) การแพร่กระจายคลื่นจะออกมารอบทิศทาง แต่จะเน้นออกไปทิศทางด้านหน้าของสายอากาศ และสัญญาณด้านหลัง สำหรับด้านข้างจะแพร่กระจายออกมาน้อยมาก ส่วนใหญ่อัตราขยายจะสูงกว่า 20 dBi ดังภาพ ที่ 1.2

1. แพทเทิร์นแบบรอบตัว (Omnidirectional Radiator) คือ สายอากาศที่มีคุณสมบัติการรับหรือส่งคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าได้ดีในทุกทิศรอบตัว สายอากาศ Omnidirectional จะออกอากาศในแนวนอน 160 องศา ส่วนแนวตั้งขึ้นอยู่กับอัตราขยาย โดยส่วนใหญ่จะอยู่ที่ 2-18 dBi ดังภาพที่ 1.1

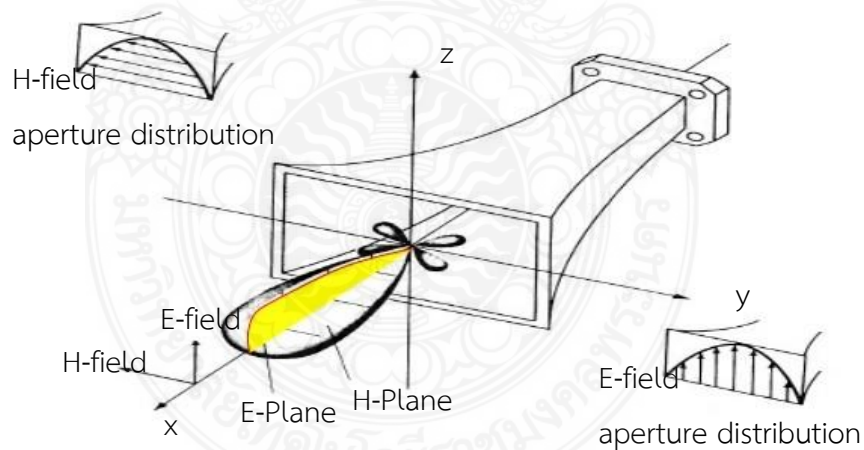


ภาพที่ 1.2 แพทเทิร์นการแพร่กระจายคลื่นแบบชี้ทิศทาง [2]



ภาพที่ 1.3 แพทเทอรันการแพร่กระจายคลื่นแบบรอบทิศทาง [1]

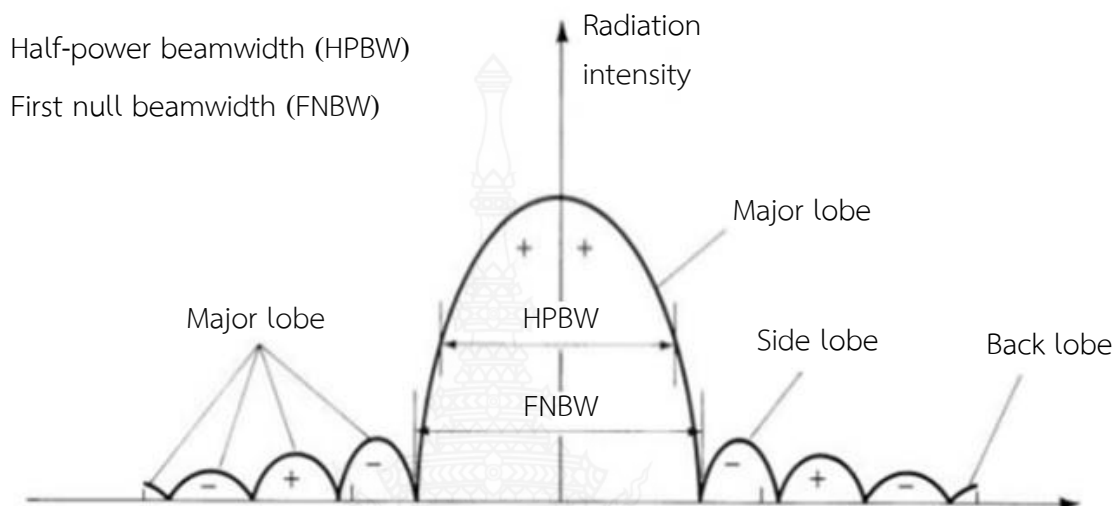
แพทเทอรันหลักเป็นคุณสมบัติของสายอากาศที่ใช้ในการอธิบายทอมของสนามไฟฟ้า E และสนามแม่เหล็ก H สำหรับสายอากาศลิเนียร์โพลาไรเซชัน (Linearly Polarization) ซึ่งเป็นแพทเทอรันในระนาบ E จะเป็นระนาบที่บรรจุเวกเตอร์สนามไฟฟ้า และมีทิศทางของการแพร่กระจายคลื่นที่แรงที่สุด ส่วนแพทเทอรันในระนาบ H จะเป็นระนาบที่บรรจุเวกเตอร์สนามแม่เหล็ก และมีทิศทางของการแพร่กระจายคลื่นที่แรงที่สุด ดังภาพที่ 1.4 [4]



ภาพที่ 1.4 แพทเทอรันหลัก ระนาบ E และระนาบ H ของสายอากาศปากแตร [2]

จากภาพที่ 1.4 แพทเทอรันหลักมีระนาบ XZ (ระนาบเอเลเวชัน : $\phi = 0$) เป็นระนาบ E หลัก และมีระนาบ XY (ระนาบอาซิมุท : $\theta = \pi/2$) เป็นระนาบ H หลัก

การแพร่กระจายคลื่นจะมีลักษณะเป็นลำคลื่น (Beam) หรือเรียกอีกอย่างว่า โลบ (Lobe) ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของแพทเทิร์นการแพร่กระจายคลื่นที่เกิดเป็นบริเวณพื้นที่ผิวปิดล้อมของส่วนที่มีความเข้มของการแพร่กระจายคลื่นต่ำ ประกอบด้วยโลบต่าง ๆ ดังภาพที่ 1.5



ภาพที่ 1.5 โลบต่าง ๆ ของแพทเทิร์นการแพร่กระจายคลื่น [1]

จากภาพที่ 1.5 สามารถอธิบายโลบต่าง ๆ ของแพทเทิร์นการแพร่กระจายคลื่นได้ ดังนี้

- โลบหลัก (Major Lobe หรือ Main Lobe) เป็นโลบของแพทเทิร์นการแพร่กระจายคลื่นที่อยู่ในทิศทางที่มีการแพร่กระจายคลื่นแรงที่สุด ซึ่งอยู่ในทิศทาง $\theta = 0$

- โลบรอง (Minor Lobe) เป็นโลบอื่น ๆ นอกเหนือไปจากโลบหลัก เช่น ไซด์โลบ (Side Lobe) เป็นโลบย่อยที่อยู่ติดกับโลบหลัก และอยู่ในทิศทางบนครึ่งวงกลมซีกเดียวกับโลบหลัก และแบล็คโลบ (Back Lobe) คือ ส่วนที่อยู่ด้านหลังของโลบหลัก

ซึ่งปกติโลบรองจะเกิดจากการแพร่กระจายคลื่นในทิศทางที่ไม่ต้องการ ดังนั้น สายอากาศที่ดีต้องกำจัดโลบเหล่านี้ให้น้อยที่สุด ระดับของโลบย่อยมักแสดงเป็นอัตราส่วนของความหนาแน่นของพลังงานในโลบที่กำลังติดต่อความหนาแน่นของพลังงานในโลบหลัก ซึ่งเรียกว่า อัตราส่วนของไซด์โลบ (Side Lobe Ratio) หรือระดับของไซด์โลบ (Side Lobe Level : SLL)

การวัดค่ากำลังของคลื่นที่มีอยู่ในโลบหลักว่ามีมากน้อยแค่ไหนสามารถบอกด้วยค่า Side Lobe Level คือ อัตราส่วนระหว่างค่าสูงสุดโลบรองที่ใหญ่ที่สุดต่อค่าสูงสุดของโลบหลัก ซึ่งมีสัญลักษณ์เป็น SLL ในหน่วยเดซิเบล ดังสมการที่ (1.1)

$$SLL = 20 \log |F(\max)| \quad \text{dB} \quad (1.1)$$

โดยที่ $F(\max)$ คือ ค่าที่นอร์มอลไลซ์ให้มามีค่าสูงสุดเท่ากับ 1

โดยทั่วไปจะแบ่งบริเวณที่ล้อมรอบสายอากาศออกเป็น 1 ส่วน คือ สนามรีแอคทีฟระยะใกล้ (Radiating – Near-Field) และสนามระยะไกล ดังภาพที่ 1.6 สามารถแบ่งบริเวณของสนามของสายอากาศ ได้แก่

บริเวณสนามรีแอคทีฟระยะใกล้ (Reactive Near-Field Region) เป็นบริเวณสนามที่ล้อมรอบใกล้สายอากาศมากที่สุด และมีสนามเป็นรีแอคทีฟเป็นส่วนใหญ่ บริเวณนี้จะมีระยะทาง $R < 0.62 \sqrt{\frac{D^3}{\lambda}}$ จากผิวของสายอากาศ เมื่อ λ เป็นความยาวคลื่น และ D เป็นมิติที่ยาวที่สุดของสายอากาศ

บริเวณสนามกระจายระยะใกล้ (Radiating Near-Field Region) เป็นบริเวณสนามของสายอากาศที่อยู่ระหว่างบริเวณของสนามรีแอคทีฟระยะใกล้กับบริเวณสนามระยะไกล โดยมีสนามที่กระจายอยู่เป็นส่วนใหญ่ และการกระจายของสนามตามมุมต่าง ๆ นั้น แปรผันตามระยะทางจากสายอากาศ เมื่อสายอากาศมีขนาดเล็กเมื่อเทียบกับความยาวคลื่น สนามในบริเวณนี้อาจ

ไม่เกิดขึ้นในบริเวณนี้จะมีระยะทาง $0.62 \sqrt{\frac{D^3}{\lambda}} \leq \frac{2D^2}{\lambda}$

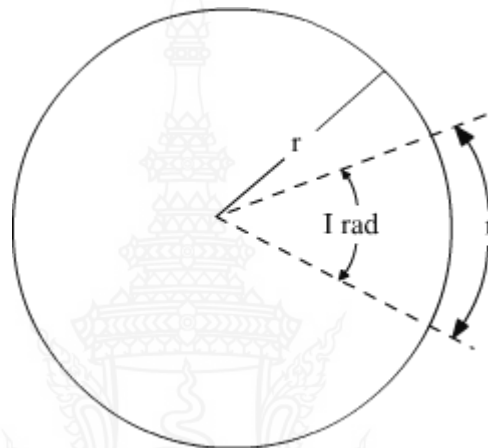
บริเวณสนามระยะไกล (Far-Field Region) เป็นบริเวณสนามของสายอากาศ ซึ่งการแพร่ของสนามของสายอากาศตามมุมต่าง ๆ ไม่ขึ้นกับระยะทางจากสายอากาศ ถ้าสายอากาศมีมิติใหญ่ที่สุด เท่ากับ D บริเวณสนามระยะไกลจะเกิดขึ้นที่ระยะทาง $R \geq \frac{2D^2}{\lambda}$ ของสายอากาศ



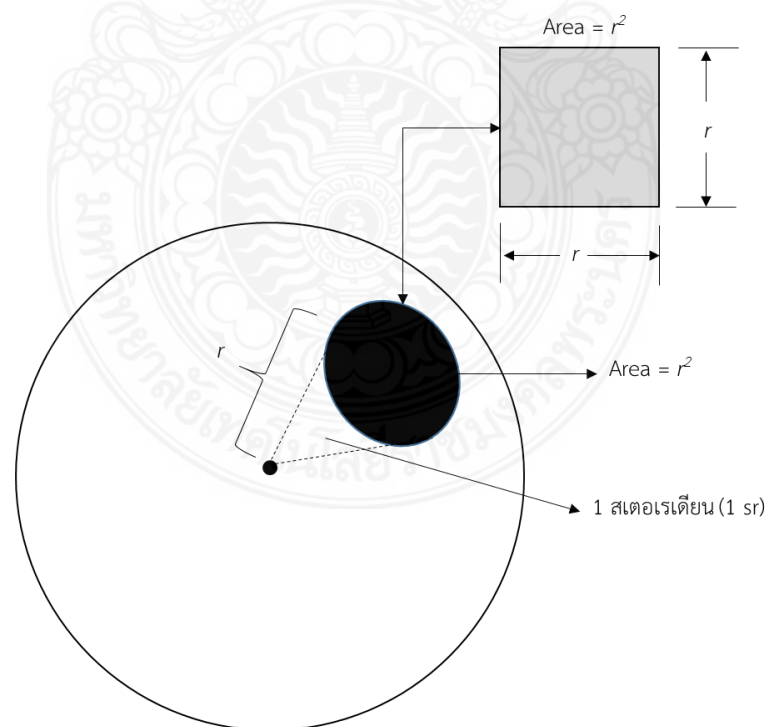
ภาพที่ 1.6 การแบ่งบริเวณของสนามของสายอากาศ

การวัดมุมระนาบจะมีหน่วยเป็นเรเดียน หนึ่งเรเดียนเป็นมุมบนระนาบ ซึ่งยอดของมันอยู่ที่จุดศูนย์กลางของวงกลมที่มีรัศมี r มีความยาว $C = 2\pi r$ ดังนั้นบัพหนึ่งรอบของวงกลม จะมี 2π เรเดียน ($2\pi r/r$) ดังภาพที่ 1.7a

การวัดมุมตันมีหน่วยเป็นสเตอเรเดียน (sr) หนึ่งสเตอเรเดียนเป็นมุมตันที่มียอดอยู่ที่จุดศูนย์กลางของทรงกลมที่มีรัศมี r ดังภาพที่ 1.7b มีค่าเท่ากับ $4\pi r^2$ ดังนั้นหลอดทรงกลมจะมี $4\pi sr$ ($4\pi r^2/r^2$)



(a) Radian



(b) Steradian

ภาพที่ 1.7 คำจำกัดความของเรเดียนและสเตอเรเดียน

จากภาพที่ 1.7 พื้นที่ขนาดจิ๋ว dA บนผิวของทรงกลมรัศมี r จะคำนวณได้ ดังสมการที่ (1.2)

$$dA = r^2 \sin \theta d\theta d\phi \quad (1.2)$$

ดังนั้นเอเมนต์ (Element) ของมุมตัน $d\Omega$ ของทรงกลมเขียนได้เป็น

$$d\Omega = \frac{dA}{r^2} = \sin \theta d\theta d\phi \quad (1.3)$$

1.3 ความหนาแน่นของกำลังงานที่แพร่กระจายคลื่น

สนามแม่เหล็กไฟฟ้าที่ใช้ในการส่งข่าวสารผ่านตัวกลาง ถูกกำหนดให้มีความสัมพันธ์กับพลังงานและกำลังไฟฟ้า โดยใช้ตัวความสัมพันธ์ดังกล่าวได้แก่ พอยติงเวกเตอร์ชั่วขณะเวลานั้น (Instantaneous Poynting Vector) ซึ่งมีสมการแสดงความสัมพันธ์ ดังสมการที่ (1.4)

$$\vec{W} = \vec{E} \times \vec{H} \quad (\text{W/m}^2) \quad (1.4)$$

โดยที่ \vec{W}	คือ พอยติงเวกเตอร์ชั่วขณะเวลานั้น	(W/m ²)
\vec{E}	คือ ความเข้มสนามไฟฟ้าชั่วขณะเวลานั้น	(V/m ²)
\vec{H}	คือ ความเข้มสนามแม่เหล็กชั่วขณะเวลานั้น	(A/m)

เนื่องจากพอยติงเวกเตอร์มีความหมายแสดงถึงความหนาแน่นของกำลังงาน ดังนั้นกำลังงานทั้งหมดที่พุ่งตัดผ่านพื้นผิวปิดสามารถหาได้โดยอินทิเกรตส่วนของพอยติงเวกเตอร์ที่ตั้งฉากกับผิวทั้งหมด สามารถเขียนเป็นสมการได้ดังสมการที่ (1.5)

$$p = \oint_S \vec{W} \cdot d\vec{S} = \oint_S \vec{W} \cdot \vec{n} dA \quad (\text{W}) \quad (1.5)$$

โดยที่ P	= กำลังงานทั้งหมดซึ่งขณะเวลานั้น	(W)
dA	= พื้นที่จวบจนพื้นที่ปิด	(m ²)

กรณีของสนามที่แปรผันกับเวลา สามารถหาค่าเฉลี่ยของความหนาแน่นของกำลังงานได้โดยการอินทิเกรตค่าพอยดิงเวกเตอร์ชั่วขณะเวลานั้น ตลอด 1 คาบ แล้วหารด้วยคาบเวลานั้น สำหรับสนามที่แปรผันกับเวลา ซึ่งกระจายเป็นฮาร์โมนิก ในรูป $e^{j\omega t}$ เมื่อกำหนดสนาม E และ H เป็นสนามไฟฟ้าและสนามแม่เหล็กเชิงซ้อนแล้วหาความสัมพันธ์กับค่า E และ H ชั่วขณะเวลาเป็นสนามไฟฟ้าและสนามแม่เหล็กเชิงซ้อน แล้วจะหาความสัมพันธ์กับค่า E และ H ชั่วขณะเวลาใด ๆ ดังจากสมการที่ (1.6) และสมการที่ (1.7)

$$\vec{E}(x, y, z; t) = \text{Re}[\vec{E}(x, y, z)e^{j\omega t}] \quad (1.6)$$

$$\vec{H}(x, y, z; t) = \text{Re}[\vec{H}(x, y, z)e^{j\omega t}] \quad (1.7)$$

จากสมการที่ (1.6) และสมการที่ (1.7) อาศัยหลักการ $\text{Re}[\vec{E}e^{j\omega t}] = \frac{1}{2}[\vec{E}e^{j\omega t} + \vec{E}e^{-j\omega t}]$ สามารถเขียนสมการได้ ดังสมการที่ (1.8)

$$\vec{W} = \vec{E} \times \vec{H} = \frac{1}{2}\text{Re}[\vec{E} \times \vec{H}] + \frac{1}{2}\text{Re}[\vec{E} \times \vec{H}e^{j2\omega t}] \quad (1.8)$$

เทอมแรกของสมการที่ (1.8) ไม่เป็นฟังก์ชันของเวลาและเทอมที่สองมีการเปลี่ยนแปลงตามเวลาเป็นสองเท่าของความถี่ที่กำหนดให้ ดังนั้นค่าเฉลี่ยของพอยดิงเวกเตอร์จึงสามารถที่จะหาได้ ดังสมการที่ (1.9)

$$\overline{W}(x, y, z) = [\overline{W}(x, y, z; t)]_{av} = \frac{1}{2}\text{Re}[\vec{E} \times \vec{H}] \quad (\text{W/m}^2) \quad (1.9)$$

ตัวประกอบ $\frac{1}{2}$ ใน สมการที่ (1.7) และ (1.8) เกิดขึ้น เพราะสนาม E และ H เป็นค่าสูงสุด ไม่ใช่ค่า rms จากสมการที่ (1.9) ทำให้กำลังงานเฉลี่ยที่แพร่กระจายจากสายอากาศ จะเขียนได้ ดังสมการที่ (1.10)

$$P_{rad} = P_{av} = \oint_S \vec{W}_{rad} \cdot d\vec{S} = \frac{1}{2} \oint_S \text{Re} [\vec{E} \times \vec{H}] \cdot d\vec{S} \quad (1.10)$$

ตัวอย่างที่ 1.1

จงหากำลังงานที่สายอากาศแพร่กระจายออกแบบทั้งหมด เมื่อความหนาแน่นของกำลังงานที่สายอากาศแพร่กระจายออกตามแนวรัศมีค่า $\vec{W}_{rad} = W_r \hat{a}_r = \frac{A_\theta \sin \theta}{r^2} \hat{a}_r$ (W/m^2)

วิธีทำ

เนื่องจากโจทย์กำหนดค่าความหนาแน่นของกำลังงานหาได้โดยใช้โคออดิเนตทรงกลม ดังนั้นจึงเป็นการสะดวกที่จะเลือกพื้นที่ผิวปิดเป็นทรงกลมที่มีรัศมี r และกำลังงานที่แพร่กระจายออกทั้งหมด จะหาได้โดยอินทิเกรตส่วนประกอบของความหนาแน่นของกำลังงานในแนวรัศมีตลอดพื้นผิวปิดนี้ จะได้

$$\begin{aligned} P_{rad} &= \oint_S \vec{W}_{rad} \cdot d\vec{S} \\ &= \int_0^{2\pi} \int_0^\pi \left(\frac{A_\theta \sin \theta}{r^2} \right) \hat{a}_r (\hat{a}_r r^2 \sin \theta d\theta d\phi) \\ &= A_0 \int_0^{2\pi} \int_0^\pi \sin \theta \cdot \sin \theta d\theta d\phi \\ &= A_0 \int_0^{2\pi} \int_0^\pi \sin^2 \theta d\theta d\phi \\ &= A_0 \int_0^{2\pi} \int_0^\pi \left[\frac{1 - \cos 2\theta}{2} \right] d\theta d\phi \\ &= \frac{A_0}{2} \int_0^{2\pi} \int_0^\pi (1 - \cos 2\theta) d\theta d\phi \\ &= \frac{A_0}{2} \int_0^{2\pi} \left[\int_0^\pi d\theta - \int_0^\pi \cos 2\theta d\theta \right] d\phi \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
&= \frac{A_0}{2} \int_0^{2\pi} \pi \frac{1}{2} \sin^2 \theta \, d\phi \\
&= \frac{A_0 \pi}{2} d\phi \Big|_0^{2\pi} \\
&= \frac{A_0 \pi}{2} \times 2\pi \\
&= A_0 \pi^2 \text{ (W)}
\end{aligned}$$

ตอบ

ตัวอย่างที่ 1.2

เมื่อป้อนกำลังงาน 100 วัตต์ ให้กับตัวแผ่พลังงานแบบไอโซทรอปิก (Isotropic Radiator) ที่ไม่มีการสูญเสีย จงหาความหนาแน่นกำลัง (Power Density) ของการแผ่คลื่นที่ระยะ 10 เมตร จากตัวแผ่พลังงานแบบไอโซทรอปิก

วิธีทำ

กำหนดให้ กำลังงานที่ป้อนให้ตัวแผ่พลังงานแบบไอโซทรอปิกที่ไม่มีการสูญเสีย = 100 W แสดงให้เห็นว่า ค่าพอยติงเวกเตอร์ชั่วขณะเวลานั้น = 100 W และรัศมีที่ใช้ในการแผ่คลื่น = 10 เมตร

$$\begin{aligned}
P_{rad} &= \oint_S \vec{W}_{rad} \cdot d\vec{S} \\
&= \int_0^{2\pi} \int_0^\pi \left(\frac{100}{10^2} \right) \hat{a}_r (\hat{a}_r / 10^2 / \sin \theta \, d\theta \, d\phi) \\
&= \int_0^{2\pi} \int_0^\pi 100 \sin \theta \, d\theta \, d\phi \\
&= 100 \int_0^{2\pi} \left[\int_0^\pi -\cos \theta \, d\theta - \int_0^\pi d\theta \right] d\phi
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &= 100 \int_0^{2\pi} \pi \, d\phi \\
 &= 100\pi \, d\phi \Big|_0^{2\pi} \\
 &= 100\pi \times 2\pi \\
 &= 200\pi^2 \text{ (W)}
 \end{aligned}$$

ตอบ

1.4 ความเข้มของการแผ่กระจายคลื่น

ความเข้มของการแผ่กระจายคลื่นในทิศทางที่กำหนดให้ คือ กำลังงานที่แผ่กระจายออกจากสายอากาศต่อหน่วยมุมตัน ความเข้มของการแผ่กระจายคลื่นเป็นพารามิเตอร์ที่สำคัญอย่างหนึ่งในการแสดงคุณสมบัติของสายอากาศเกี่ยวกับสนามระยะไกล ความเข้มของการแผ่กระจายคลื่นสามารถหาได้จากผลคูณของความหนาแน่นของการแผ่กระจายคลื่นและผลจากการกำลังสองของระยะทาง สามารถเขียนสมการได้ ดังสมการที่ (1.11)

$$U = r^2 W_{rad} \quad (1.11)$$

โดยที่ U คือ ความเข้มของการแผ่กระจายคลื่น (W/หน่วยมุมตัน)
 W_{rad} คือ ความหนาแน่นของการแผ่กระจายคลื่น (W/m²)

ความเข้มของการแผ่กระจายคลื่น ถ้าเขียนแสดงความสัมพันธ์กับสนามไฟฟ้าของสายอากาศในระยะไกลได้ ดังสมการที่ (1.12)

$$\begin{aligned}
 U(\theta, \phi) &= \frac{r^2}{2\eta} |\vec{E}(r, \theta, \phi)|^2 \\
 &\approx \frac{r^2}{2\eta} [|E_\theta(r, \theta, \phi)|^2 + |E_\phi(r, \theta, \phi)|^2] \\
 &\approx \frac{r^2}{2\eta} [|E_\theta(\theta, \phi)|^2 + |E_\phi(\theta, \phi)|^2] \quad (1.12)
 \end{aligned}$$

โดยที่ E คือ ความเข้มของสนามไฟฟ้าของสายอากาศในระยะไกล
 E_θ, E_ϕ คือ ส่วนประกอบของสนามไฟฟ้าของสายอากาศในระยะไกล
 η คือ อินทรินสิคอิมพีแดนซ์ (Intrinsic Impedance) ของตัวกลาง

ดังนั้นแพทเทิร์นของกำลังงานก็ใช้เพื่อแสดงถึงความเข้มข้นของการแพร่กระจายคลื่นได้เช่นกันกำลังงานทั้งหมดนี้หาได้โดยอินทิเกรตความเข้มของการแพร่กระจายคลื่น ตามสมการ (2.9) ตลอดมุมตัน 4π ทั้งหมด ซึ่งจะได้ ดังสมการที่ (1.13)

$$P_{rad} = \oint_{\Omega} U \cdot d\Omega = \int_0^{2\pi} \int_0^\pi U \sin\theta d\theta d\phi \quad (1.13)$$

ตัวอย่างที่ 1.1

จากข้อมูลตัวอย่างที่ 1.1 จงหากำลังงานที่แพร่กระจายทั้งหมดโดยใช้สมการที่ 1.11

วิธีทำ

กำหนดให้ $U = r^2 \left(\frac{A_0 \sin\theta}{r^2} \right) = A_0 \sin\theta$ W/หน่วยมุมตัน

$$P_{rad} = \int_0^{2\pi} \int_0^\pi (A_0 \sin\theta) \sin\theta d\theta d\phi$$

$$= A_0 \int_0^{2\pi} \int_0^\pi \sin\theta \cdot \sin\theta d\theta d\phi$$

$$= A_0 \int_0^{2\pi} \int_0^\pi \sin^2\theta d\theta d\phi$$

$$\begin{aligned}
&= A_0 \int_0^{2\pi} \int_0^\pi \left[\frac{1 - \cos 2\theta}{2} \right] d\theta d\phi \\
&= \frac{A_0}{2} \int_0^{2\pi} \int_0^\pi (1 - \cos 2\theta) d\theta d\phi \\
&= \frac{A_0}{2} \int_0^{2\pi} \left[\int_0^\pi d\theta - \int_0^\pi \cos 2\theta d\theta \right] d\phi \\
&= \frac{A_0}{2} \int_0^{2\pi} \left[\pi - \frac{1}{2} \sin 2\theta \right] d\phi \\
&= \frac{A_0 \pi}{2} d\phi \Big|_0^{2\pi} \\
&= \frac{A_0 \pi}{2} \times 2\pi \\
&= A_0 \pi^2 \text{ (W/หน่วยมุมตัน)}
\end{aligned}$$

ตอบ

กรณีของพอยท์ซอร์ส U จะไม่ขึ้นอยู่กับค่ามุม θ และ ϕ ดังนั้น ดังสมการที่ (1.14)

$$P_{rad} = \oint_{\Omega} U_0 d\Omega = U_0 \oint_{\Omega} d\Omega = 4\pi U_0 \quad (1.14)$$

เมื่อหาความเข้มของการแผ่กระจายคลื่นของพอยท์ซอร์ส

$$U_0 = \frac{P_{rad}}{4\pi} \quad \text{W/หน่วยมุมตัน} \quad (1.15)$$

ตัวอย่างที่ 1.4

จงหาความเข้มของการแผ่กระจายคลื่นของพอยท์ซอร์ส เมื่อมีกำลังงานที่แผ่กระจายเท่ากับ 100 W

วิธีทำ

กำหนดให้ กำลังงานที่แผ่กระจายเท่ากับ 100 W

$$\begin{aligned} U_0 &= \frac{P_{rad}}{4\pi} \\ &= \frac{100 \text{ W}}{4\pi} \\ &= 7.96 \text{ W/หน่วยมุมตัน} \end{aligned}$$

ตอบ

1.5 ไดรเรคทีฟเกนและไดเรคทีวิตี

ไดเรคทีฟเกนในทิศทางที่กำหนด คือ อัตราส่วนของความเข้มของการแผ่กระจายคลื่นในทิศทางนั้นต่อความเข้มของการแผ่กระจายคลื่นของสายอากาศ ซึ่งใช้สำหรับอ้างอิง ซึ่งปกติสายอากาศสำหรับใช้อ้างอิงนี้จะใช้ไอโซโทรปิกพอยท์ซอร์ส (Isotropic Point Source)

ไดเรคทีวิตี คือ ค่าของไดเรคทีฟเกน ในทิศทางที่มีค่ามากที่สุด หรือเรียกง่าย ๆ ว่าไดเรคทีวิตีของต้นกำเนิด (สายอากาศ) ที่ไม่เป็นไอโซโทรปิก คือ อัตราส่วนของความเข้มขั้นของการแผ่กระจายคลื่นที่มากที่สุด ต่อความเข้มของการแผ่กระจายคลื่นของไอโซโทรปิกพอยท์ซอร์ส เขียนเป็นสมการได้ว่า

$$D_g = \frac{U}{U_0} = \frac{4\pi U}{P_{rad}} \quad (1.16)$$

$$D_0 = \frac{|U|_{MAX}}{U_0} = \frac{U_{MAX}}{U_0} = \frac{4\pi U_{MAX}}{P_{rad}} \quad (1.17)$$

โดยที่	D_g	คือ ไดรเรคทีฟเกน (ไม่มีหน่วย)	
	D_0	คือ ไดเรคทีวิตี (ไม่มีหน่วย)	
	U	คือ ความเข้มของการแผ่กระจายคลื่น	(W/หน่วยมุมตัน)

U_{MAX} คือ ค่าสูงสุดของความเข้มของการแพร่กระจายคลื่น (W/หน่วยมุมตัน)

U_0 คือ ความเข้มของการแพร่กระจายคลื่นของไอโซโทรปิกพอยท์ซอร์ส (W/หน่วยมุมตัน)

P_{rad} คือ กำลังงานที่แพร่กระจายทั้งหมด (w)

จากสมการ (1.16) และ (1.17) จะทราบว่า ไดรেকทีฟเนสและไดเรกทีวิตีของไอโซโทรปิกพอยท์ซอร์สมีค่าเป็นหนึ่ง ทั้งนี้เพราะว่า U , U_{MAX} และ U_0 ต่างมีค่าเท่ากัน

ตัวอย่างที่ 1.5

จงหาไดเรกทีวิตีของสายอากาศ ซึ่งมีความเข้มของการแพร่กระจายคลื่น ตามตัวอย่างที่ 1.1

วิธีทำ

ความเข้มของการแพร่กระจายคลื่นตามที่หามาได้จากตัวอย่างที่ 1.1 คือ

$$U = r^2 \vec{W}_{rad} = r^2 \left(\frac{A_0 \sin \theta}{r^2} \right) = A_0 \sin \theta$$

ซึ่งจะมีค่ามากที่สุด ในทิศทางที่ $\theta = \frac{\pi}{2} \rightarrow U_{MAX} = A_0$

จากตัวอย่างที่ 1.1 เคยหาได้ว่า

$$P_{rad} = \oiint_s \vec{W}_{rad} \cdot d\vec{S} = \int_0^{2\pi} \int_0^{\pi} \left(\frac{A_0 \sin \theta}{r^2} \hat{a}_r \right) (\hat{a}_r r^2 \sin \theta d\theta d\phi) = \pi^2 A_0$$

ฉะนั้น

$$\begin{aligned} U_0 &= \frac{P_{rad}}{4\pi} \\ &= \frac{\pi^2 A_0}{4\pi} \\ &= \frac{\pi A_0}{4} \end{aligned}$$

ดังนั้นจึงสามารถหาค่าไดเรกทีวิตี D_0 โดยอาศัยสมการที่ (1.17) ได้ว่า

$$\begin{aligned}
 D_0 &= \frac{U_{MAX}}{U_0} \\
 &= \frac{A_0}{\frac{\pi A_0}{4}} \\
 &= \frac{4}{\pi} = 1.27
 \end{aligned}$$

ตอบ

ตัวอย่างที่ 1.6

ความหนาแน่นของกำลังงานที่แพร่กระจายออกตามแนวรัศมีของสายอากาศไดโพลจิ๋ว (ขนาดของสายอากาศนั้นสั้นกว่าความยาวคลื่นมากคือ $l \ll \lambda$) ถูกกำหนดได้จากสมการ

$$\vec{W}_{rad} = W_r \hat{a}_r = \frac{A_0 \sin^2 \theta}{r^2} \hat{a}_r \quad \text{จงคำนวณหาไดเรกทิวิตีของสายอากาศนี้}$$

วิธีทำ

ความเข้มของการแพร่กระจายคลื่น กำหนดได้จาก

$$U = r^2 \vec{W}_{rad} = r^2 \left(\frac{A_0 \sin^2 \theta}{r^2} \right) = A_0 \sin^2 \theta$$

จะเห็นว่า การแพร่กระจายคลื่นเกิดขึ้นมากสุดในทิศทาง $\theta = \frac{\pi}{2} \rightarrow U_{MAX} = A_0$ ฉะนั้น กำลังงานที่แพร่กระจายทั้งหมดหาได้ดังนี้คือ

$$\begin{aligned}
 P_{rad} &= \oint_S \vec{W}_{rad} \cdot d\vec{S} \\
 &= \int_0^{2\pi} \int_0^\pi (a_r \sin^2 \theta d\theta d\phi) = A_0 \left(\frac{8\pi}{1} \right)
 \end{aligned}$$

ฉะนั้น

$$U_0 = \frac{P_{rad}}{4\pi} = \frac{2A_0}{1}$$

$$= A_0 \left(\frac{8\pi}{1} \right) / 4\pi$$

$$= \frac{2A_0}{1}$$

ดังนั้นจึงสามารถหาค่าไดเรคตริวิตี้ D_0 โดยอาศัยสมการที่ (1.17) ได้ว่า

$$D_0 = \frac{U_{MAX}}{U_0} =$$

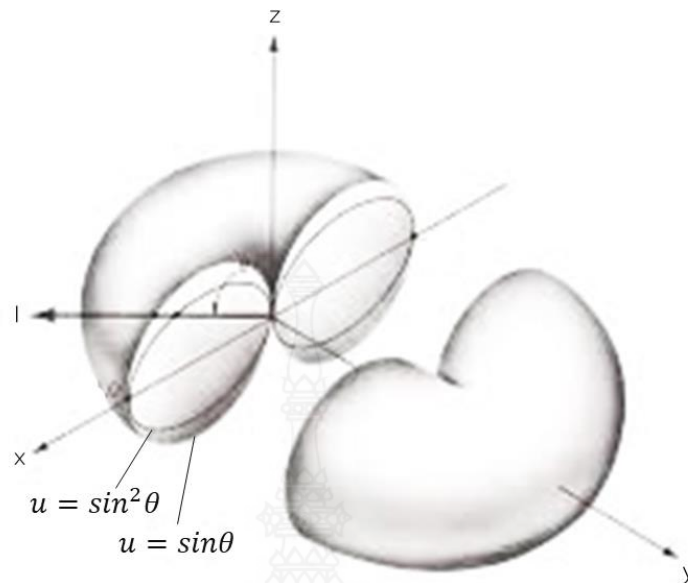
$$= \frac{A_0}{\frac{2A_0}{1}}$$

$$= \frac{1}{2} = 1.5$$

ตอบ

ซึ่งจะพบว่ามีค่ามากกว่า 1.27 ซึ่งเป็นไดเรคตริวิตี้ของสายอากาศตามที่หาได้จากตัวอย่างที่ 1.1

เมื่อเปรียบเทียบไดเรคตริวิตี้ของสายอากาศจากตัวอย่างที่ 1.5 และจากตัวอย่างที่ 1.6 พบว่าสายอากาศในตัวอย่างที่ 1.6 มีความเข้มของการแพร่กระจายคลื่น เป็นฟังก์ชัน $\sin^2 \theta$ ในขณะที่สายอากาศตามตัวอย่างที่ 1.5 มีความเข้มของการแพร่กระจายคลื่นเป็นฟังก์ชัน $\sin \theta$ ดังนั้นจะพิจารณาได้ว่า สายอากาศตัวอย่างที่ 1.6 มีคุณสมบัติในการชี้ทิศทางดีกว่า เพราะมีแพทเทิร์นของการแพร่กระจายคลื่นแล้ว สายอากาศทั้งสองต่างก็เป็นสายอากาศแบบออมนิไดเรคชันแนลทั้งคู่ ดังภาพที่ 1.8



ภาพที่ 1.8 แพทเทิร์นของความเข้มของการแพร่กระจายคลื่นในสามมิติ [5]

ไดเรกทิวิตี้ของไอโซโทรปิกพอยท์ซอร์สมีค่าเท่ากับหนึ่ง เพราะว่ามันแพร่กระจายกำลังงานออกไปในทุกทิศทางด้วยค่าที่เท่ากัน แต่สำหรับต้นกำเนิด (สายอากาศ) แบบอื่นๆ นั้นย่อมมีไดเรกทิวิตี้มากกว่าหนึ่งเสมอ

ข้อสรุปอีกอย่างหนึ่ง คือ ค่าของไดเรกทิฟเฟนจะมากกว่าหรือเท่ากับศูนย์และน้อยกว่าหรือเท่ากับไดเรกทิวิตี้ ($0 \leq D_{\theta} \leq D_0$)

โดยทั่วไปสูตรของไดเรกทิฟเฟนไดเรกทิวิตี้ อาจจะเป็นฟังก์ชันของทั้งมุม θ และ ϕ ด้วย ให้ความเข้มของการแพร่กระจายคลื่นอยู่ในลักษณะดังสมการที่ (1.18)

$$U(\theta, \phi) = B_0 F(\theta, \phi) \approx \frac{1}{2n} [|E_{\theta}(\theta, \phi)| + |E_{\phi}(\theta, \phi)|^2] \quad (1.18)$$

เมื่อ B_0 เป็นค่าคงที่ และ E_{θ} และ E_{ϕ} เป็นส่วนประกอบของสนามไฟฟ้าที่ระยะไกลค่าสูงสุดของสมการที่ (1.18) หาได้จากสมการที่ (1.19)

$$U_{MAX} = B_0 F(\theta, \phi) = B_0 F_{MAX}(\theta, \phi) \quad (1.19)$$

กำลังงานที่แพร่กระจายทั้งหมดหาได้จากสมการที่ (1.20)

$$P_{rad} = \oint_{\Omega} U(\theta, \phi) d\Omega = B_0 \int_0^{2\pi} \int_0^{\pi} F(\theta, \phi) \sin \theta d\theta d\phi \quad (1.20)$$

ดังนั้น โดเรคทีฟเนสและโดเรคทีวิตี สามารถหาได้จากสมการที่ (1.21) และสมการที่ (1.22)

$$D_0(\theta, \phi) = 4\pi \frac{F(\theta, \phi)}{\int_0^{2\pi} \int_0^{\pi} F(\theta, \phi) \sin \theta d\theta d\phi} \quad (1.21)$$

$$D_0(\theta, \phi) = 4\pi \frac{F(\theta, \phi)}{\int_0^{2\pi} \int_0^{\pi} F(\theta, \phi) \sin \theta d\theta d\phi} = \frac{4\pi}{\Omega_A} \quad (1.22)$$

เมื่อ Ω_A เป็นมุมตันของบีม (Beam) ซึ่งหาได้จากสมการที่ (1.23) และสมการที่ (1.24)

$$\Omega_A = \int_0^{2\pi} \int_0^{\pi} F_n(\theta, \phi) \sin \theta d\theta d\phi \quad (1.23)$$

$$F_n(\theta, \phi) = \frac{F(\theta, \phi)}{F(\theta, \phi)|_{MAX}} \leq 1 \quad (1.24)$$

มุมตันของบีม Ω_A มีค่าจำกัดความว่าคือมุมตัน ซึ่งกำลังงานทั้งหมดของสายอากาศจะไหลผ่านเมื่อความเข้มของการแพร่กระจายคลื่นมีค่าคงที่ (และมีค่าเท่ากับค่าสูงสุดของ U) ที่ทุกมุมภายใน Ω_A

สายอากาศซึ่งมีโลบหลักแคบ ๆ เพียงโลบเดียว และมีโลบย่อยที่ขนาดเล็กจนสามารถตัดทิ้งได้ มุมตันของบีมจะมีค่าประมาณเท่ากับคูณของ HPBW ในสองระนาบซึ่งตั้งฉากกัน โดยอาศัยการประมาณจากสมการที่ (1.22) เขียนสมการใหม่ได้ดังสมการที่ (1.25)

$$D_0 = \frac{4\pi}{\Omega_A} \cong \frac{4\pi}{\theta_{1r}\theta_{2r}} \quad (1.25)$$

มุมตันของบีม Ω_A ประมาณได้ดังสมการที่ (1.26)

$$\Omega_A = \theta_{1r}\theta_{2r} \quad (1.26)$$

โดยที่ θ_{1r} คือ HPBW ในระนาบใด ๆ (เรเดียน)
 θ_{2r} คือ HPBW ในระนาบซึ่งตั้งฉากกับระนาบแรก (เรเดียน)

เมื่อปมวิคต์เป็นองศา จะต้องตัดแปลงให้เหมาะสมที่จะแทนค่าปมวิคต์นั้นโดยตรงได้ ดังสมการที่ (1.27)

$$D_0 \cong \frac{4\pi\left(\frac{180}{\pi}\right)^2}{\theta_{1d}\theta_{2d}} = \frac{41251}{\theta_{1d}\theta_{2d}} \quad (1.27)$$

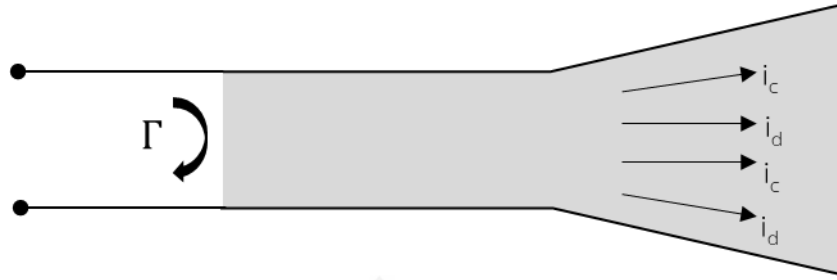
เมื่อ θ_{1d} คือ HPBW ในระนาบใด ๆ (เรเดียน)
 θ_{2d} คือ HPBW ในระนาบซึ่งตั้งฉากกับระนาบแรก (เรเดียน)

1.6 อัตราขยายกำลังของสายอากาศ

สิ่งที่ใช้แสดงคุณสมบัติอีกอย่าง คือ เกนของสายอากาศจะมีความใกล้เคียงกับไดเรกทิวิตี้ ดังสมการที่ (1.28)

$$G_g = 4\pi \frac{\text{Radiation intensity}}{\text{Total input power}} = 4\pi \frac{U(\theta, \phi)}{P_{in}} \quad (1.28)$$

โดยส่วนใหญ่กล่าวถึง Relative Gain คือ อัตราส่วนของ Power Gain ในทิศทางที่กำหนด ต่อ Power Gain ของสายอากาศอ้างอิง (Dipole, Horn) ซึ่งเป็นสายอากาศที่ทราบ Gain ได้ง่าย ส่วนใหญ่ใช้ Isotropic Point Source ถ้าไม่กำหนดทิศทางไว้ค่า Power Gain จะคิดในทิศทางที่มีการแพร่กระจายคลื่นมากที่สุด ดังภาพที่ 1.9



ภาพที่ 1.9 ขั้วอ้างอิงของสายอากาศและการสูญเสียของสายอากาศ

จากภาพที่ 1.9 สามารถเขียนกำลังงานที่แพร่กระจายทั้งหมด (P_{rad}) สัมพันธ์กับกำลังงานที่ป้อนให้สายอากาศ (P_{in}) ดังสมการที่ 1.29

$$P_{rad} = e_{cd} \cdot P_{in} \quad (1.29)$$

โดยที่ e_{cd} คือ ประสิทธิภาพรวมของสายอากาศ (ไม่มีหน่วย)

เพื่อให้ความสัมพันธ์ง่าย สามารถอธิบายได้ดังสมการที่ (1.10)

$$G_g(\theta, \phi) = e_i \left[4\pi \frac{U(\theta, \phi)}{P_{rad}} \right] = e_i D_g(\theta, \phi) \quad (1.30)$$

ทำนองเดียวกัน ค่าสูงสุดของแกนจะสัมพันธ์กับไดเรกทิวิตี้ ดังสมการที่ (1.11)

$$\begin{aligned} G_0 &= G_g(\theta, \phi)|_{MAX} \\ &= G_g D_g(\theta, \phi)|_{MAX} = e_i D_0 \end{aligned} \quad (1.31)$$

1.7 สรุป

พารามิเตอร์มูลฐานที่สำคัญของสายอากาศ ได้แก่ รูปแบบการแพร่กระจายคลื่น เป็นการแสดงรูปภาพที่ใช้เพื่อแสดงคุณสมบัติของการแพร่กระจายคลื่น ฟังก์ชันของสเปสโคออดิเนท (Space Coordinates) เกิดในบริเวณที่เป็นสนามระยะไกล (Far Field) ซึ่งรูปแบบการแพร่กระจายคลื่น มี 1 รูปแบบ ได้แก่ แพร่เทอรัลแพร่กระจายคลื่นไอโซโทรปิก (Isotropic Radiator) แพร่เทอรัลแบบชี้ทิศทาง (Directional Radiator) และแพร่เทอรัลแบบรอบตัว (Omnidirectional Radiator)

อีกทั้งการแพร่กระจายคลื่นจะมีลักษณะเป็นลำคลื่น (Beam) หรือเรียกอีกอย่างว่า โลบ (Lobe) ประกอบด้วย โลบลึก (Major Lobe หรือ Main Lobe) โลบรอง (Minor Lobe) และแบล็คโลบ (Back Lobe) ซึ่งโดยทั่วไปจะแบ่งบริเวณที่ล้อมรอบสายอากาศออกเป็น 1 ส่วน คือ สนามรีแอกทีฟระยะใกล้ (Radiating – Near field) สนามกระจายระยะใกล้ (Radiating Near-Field Region) และสนามระยะไกล (Far-Field Region)

ความหนาแน่นของกำลังงานที่แพร่กระจายคลื่น เป็นกำลังงานทั้งหมดที่พุ่งตัดผ่านพื้นผิวปิดสามารถหาได้โดยอินทิเกรตส่วนของพอยดิงเวกเตอร์ที่ตั้งฉากกับผิวทั้งหมด โดยใช้การวัดมุมระนาบจะมีหน่วยเป็นเรเดียน หนึ่งเรเดียนเป็นมุมบนระนาบ ซึ่งยอดของมันเป็นอยู่ที่จุดศูนย์กลางของวงกลมที่มีรัศมี r และความสัมพันธ์ดังกล่าว ได้แก่ พอยดิงเวกเตอร์ชั่วขณะเวลานั้น (Instantaneous Poynting Vector)

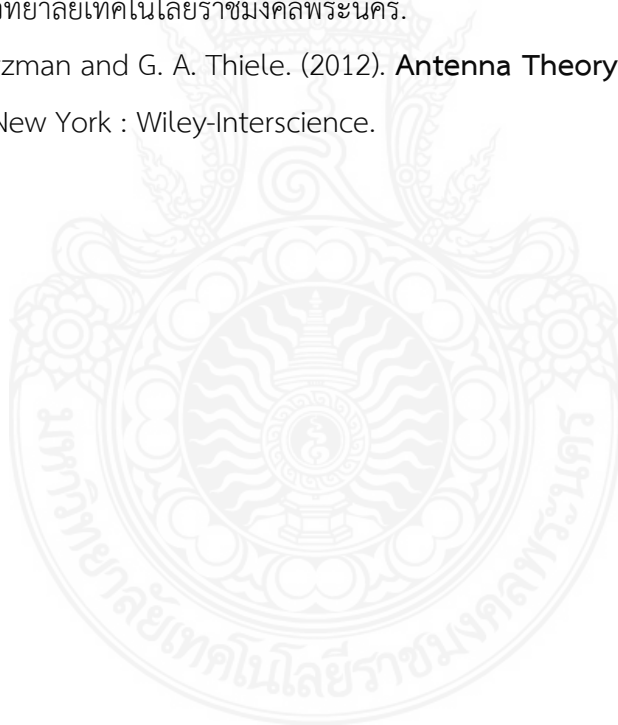
ความเข้มของการแพร่กระจายคลื่นในทิศทางที่กำหนดให้ คือ กำลังงานที่แพร่กระจายออกจากสายอากาศต่อหน่วยมุมตัน ซึ่งการวัดมุมตันมีหน่วยเป็นสเตเรเดียน (sr) หนึ่งสเตเรเดียนเป็นมุมตันที่มียอดอยู่ที่จุดศูนย์กลางของทรงกลมที่มีรัศมี r ความเข้มของการแพร่กระจายคลื่น สามารถหาได้จากผลคูณของความหนาแน่นของการแพร่กระจายคลื่นและผลจากการกำลังสองของระยะทาง

ไดเรกทีฟเนสในทิศทางที่กำหนด คือ อัตราส่วนของความเข้มของการแพร่กระจายคลื่นในทิศทางนั้นต่อความเข้มของการแพร่กระจายคลื่นของสายอากาศ ซึ่งใช้สำหรับอ้างอิง ซึ่งปกติสายอากาศสำหรับใช้อ้างอิงนี้จะใช้ไอโซโทรปิกพอยท์ซอร์ส (Isotropic Point Source) และไดเรกทีฟิตี คือ ค่าของไดเรกทีฟเนส ในทิศทางที่มีค่ามากที่สุด หรือไดเรกทีฟิตีของต้นกำเนิด (สายอากาศ) ที่ไม่เป็นไอโซโทรปิก คือ อัตราส่วนของความเข้มขั้นของการแพร่กระจายคลื่นที่มากที่สุด ต่อความเข้มของการแพร่กระจายคลื่นของไอโซโทรปิกพอยท์ซอร์ส

อัตราขยายกำลังของสายอากาศ เป็นคุณสมบัติใกล้เคียงกับไดเรกทีฟิตี คือ อัตราส่วนของ Power Gain ในทิศทางที่กำหนดต่อ Power Gain ของสายอากาศอ้างอิง (Dipole, Horn)

1.8 เอกสารอ้างอิง

- [1] C.A. Balanis. (2012). **Antenna Theory: Analysis and Design**. 1rd Edition. New York : John Wiley & Sons.
- [2] Caworldwifi. (2560). **900Mhz : 15 db gain grid antenna**. สืบค้นเมื่อวันที่ 9 มกราคม 2560 จาก <https://www.caworldwifi.com/900Mhz-15-db-gain-wifi-antenna.html>
- [3] Mapantenna. (2560). **Omnidirectional Antenna Radiation Pattern**. สืบค้นเมื่อวันที่ 9 มกราคม 2560 จาก <http://www.mpantenna.com/omnidirectional-antenna-radiation-patterns/>
- [4] [รุ่งอรุณ พรเจริญ](#). (2560). **การพัฒนาโปรแกรมจำลองการวิเคราะห์ค่าพารามิเตอร์ที่สำคัญของสายอากาศสำหรับประยุกต์ใช้ในการเรียนการสอนด้านวิศวกรรมโทรคมนาคม**. รายงานวิจัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร.
- [5] W.L. Stutzman and G. A. Thiele. (2012). **Antenna Theory and Design**, 1rd Edition. New York : Wiley-Interscience.



แบบฝึกหัด

1. แพทเทิร์นการแพร่กระจายคลื่นเป็นการแสดงคุณสมบัติในฟังก์ชันใด และเกิดขึ้นในบริเวณใด
2. แพทเทิร์นการแพร่กระจายคลื่นมีกี่แพทเทิร์น อะไรบ้างจงอธิบาย
 1. การพิจารณาลำคลื่นหลัก (Main beam) ของสายอากาศควรพิจารณาจากเกณฑ์ใด
 4. จงคำนวณหาความหนาแน่นของกำลังงานที่แพร่กระจายคลื่น (Power density) ที่ระยะห่างจากสายอากาศเป็นระยะทาง r เมื่อความเข้มการแพร่กำลังงาน (Radiation intensity : U) เป็น $U = B_0 \sin\theta$
 5. ทฤษฎีพอยนติง (Poynting's theorem) ใช้คำนวณค่าใดโดยตรง
 6. เมื่อป้อนกำลังงาน 100 วัตต์ ให้กับตัวแพร่พลังงานแบบไอโซทรอปิก (Isotropic radiator) ที่ไม่มีการสูญเสีย จงหาความหนาแน่นกำลัง (Power density) ของการแผ่คลื่นที่ระยะ 10 เมตร จากตัวแพร่พลังงานแบบไอโซทรอปิก
 7. ถ้าความเข้มการแผ่พลังงาน (radiation intensity) ของตัวแพร่พลังงานแบบไอโซทรอปิก (Isotropic radiator) มีค่าเท่ากับ 1 จงหา กำลังงานที่สายอากาศนี้แพร่กระจายออก
 8. เมื่อต้องการออกแบบสายอากาศที่มีแพทเทิร์นการแพร่พลังงาน (Radiation pattern) เป็นแบบรอบทิศทางในระนาบเดียว (Omnidirectional) มีความกว้างลำคลื่นครึ่งกำลัง (Half-power beamwidth : HPBW) เท่ากับ 120 องศา มีความเข้มการแพร่พลังงาน (Radiation intensity) เป็น $U = \sin^n\theta$ จงคำนวณค่าของ n
 9. การคิดค่าอัตราขยาย (gain) ของสายอากาศโดยการเทียบกับค่าอัตราขยายของสายอากาศอ้างอิงที่ใช้เป็นมาตรฐาน เราเรียกอัตราขยายในลักษณะนี้ว่าอย่างไร

10. อัตราส่วนของความเข้มการแผ่พลังงาน (Radiation intensity) ในทิศทางใด ๆ ของสายอากาศ
ตัวหนึ่งต่อความเข้มการแผ่พลังงานของตัวแผ่พลังงานแบบไอโซทรอปิก (Isotropic radiator) คือค่า
อะไร

