

การพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับ  
บทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง การควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์  
ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย

LEARNING DEVELOPMENT OF STEM EDUCATION WITH WEB-BASED  
INSTRUCTION ON ROBOT MOTION CONTROL FOR HIGH SCHOOL



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต  
สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา  
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
พ.ศ. 2560  
KMITL-2017-ED-M-224-001

การพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับ  
บทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง การควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์  
ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย

LEARNING DEVELOPMENT OF STEM EDUCATION WITH WEB-BASED  
INSTRUCTION ON ROBOT MOTION CONTROL FOR HIGH SCHOOL



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต  
สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา  
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
พ.ศ. 2560

KMITL-2017-ED-M-224-001

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

LEARNING DEVELOPMENT OF STEM EDUCATION WITH WEB-BASED  
INSTRUCTION ON ROBOT MOTION CONTROL FOR HIGH SCHOOL



A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT  
OF THE REQUIREMENTS FOR THE DEGREE OF  
MASTER OF SCIENCE IN COMPUTER EDUCATION  
FACULTY OF INDUSTRIAL EDUCATION AND TECHNOLOGY  
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

2017

KMITL-2017-ED-M-224-001

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



**COPYRIGHT 2017**

**FACULTY OF INDUSTRIAL EDUCATION AND TECHNOLOGY**

**KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
ใบรับรองวิทยานิพนธ์

หัวข้อวิทยานิพนธ์

การพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา  
ร่วมกับบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต  
เรื่อง การควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์  
ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย  
Learning Development of STEM Education  
with Web-Based Instruction on Robot Motion Control  
for high School

นักศึกษา

นางสาวสาวิตรี หงษา

รหัสประจำตัว

58603110

ปริญญา

วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต

สาขาวิชา

คอมพิวเตอร์ศึกษา

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

รศ.ดร.ปริยาภรณ์ ตั้งคุณานันต์

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

ผศ.ดร.ฐิยาพร กันตารณวัฒน์

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์	ลายมือชื่อ
ผศ.ดร.เลิศลักษณ์ กลิ่นหอม	
รศ.ดร.ปริยาภรณ์ ตั้งคุณานันต์	
ผศ.ดร.ฐิยาพร กันตารณวัฒน์	
รศ.ดร.ไพฑูรย์ พิมพ์ดี	
รศ.ดร.พรรณี สิกิจวัฒน์	

วัน / เดือน/ ปี ที่สอบ

8 กันยายน 2560 เวลา 10.00 น. เป็นต้นไป

สถานที่สอบ ณ

ห้องเรียนปริญญาเอก คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยีรับรองแล้ว

(รองศาสตราจารย์ ดร.กิติพงษ์ มะโน)

คณบดี คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้  
วันที่ 11 เดือน ๑๑ พ.ศ. 2560

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ร่วมกับบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง การควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ ระดับมัธยมศึกษา ตอนปลาย
นักศึกษา	นางสาวสาวิตรี หงษา
รหัสประจำตัว	58603110
ปริญญา	วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต
สาขาวิชา	คอมพิวเตอร์ศึกษา
พ.ศ.	2560
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์	รองศาสตราจารย์ ดร.ปริยาภรณ์ ตั้งคุณานันต์
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ฐิยาพร กันตารณวัฒน์

### บทคัดย่อ

งานวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง การควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ ที่มีคุณภาพ 2) พัฒนาบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง การควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ ให้มีคุณภาพและประสิทธิภาพ 3) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านทักษะประเภทผลการปฏิบัติก่อนเรียนกับหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง การควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 โรงเรียนชลราษฎรอำรุง จำนวน 2 ห้องเรียน โดยการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วย 1) แผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง การควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ 2) แบบประเมินคุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง การควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ 3) บทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง การควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ 4) แบบประเมินคุณภาพบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง การควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ 5) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านทักษะประเภทผลการปฏิบัติก่อนเรียนกับหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง การควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ มีค่าดัชนีความสอดคล้อง ตั้งแต่ 0.67-1.00 และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบระหว่างผู้ประเมิน 2 คน ด้านผลการปฏิบัติ เท่ากับ 0.912 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล คือ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และสถิติ t-test แบบ dependent samples

ผลการวิจัยพบว่า 1) คุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง การควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ วิชา การเขียนโปรแกรมภาษา ภาพรวมอยู่ในระดับดีมาก ( $\bar{X} = 4.77$ ) 2) บทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต มีประสิทธิภาพของกระบวนการต่อประสิทธิภาพของผลลัพธ์ ( $E_1/E_2$ ) เท่ากับ 86.00/81.00 3) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านทักษะประเภทผลการปฏิบัติด้วยบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเรื่อง เรื่อง การควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ระดับ .01



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<b>Thesis Title</b>	Learning Development of Stem Education with Web-Based Instruction On Robot Motion Control For High School
<b>Student</b>	Miss Sawitree Hongsa
<b>Student ID.</b>	58603110
<b>Degree</b>	Master of Science
<b>Program</b>	Computer Education
<b>Year</b>	2017
<b>Thesis Advisor</b>	Associate Professor Dr. Pariyaporn Tungkunan
<b>Thesis Co-Advisor</b>	Assistant Professor Dr. Thiyaporn Kantathanawat

## ABSTRACT

The purposes of this research were to 1) create a lesson plan to develop the quality of STEM in Robot Motion Control, 2) develop the quality and efficiency of e-Learning in Robot Motion Control and 3) compare the skill achievement of students before and after learning by STEM in Robot Motion Control. The sample group of this research was composed of the Grade 10 students from Chonradsadornumrung School in semester 2/2016, selected by Cluster Random Sampling method from 2 classes. The instruments used in this research were 1) a STEM lesson plan on Robot Motion Control, 2) a quality evaluation form of STEM lesson plan on Robot Motion Control, 3) Web-Based Instruction on Robot Motion Control, 4) a Web-Based Instruction quality evaluation form for the Robot Motion Control topic, 5) a skill evaluation form for before and after learning by STEM in Robot Motion Control has IOC equal 0.67-1.00 and Inter-rater reliability of product was at 0.912. The data was analyzed using mean, standard deviation and t-test for dependent samples.

The results of this research found that 1) the lesson plan for the quality of STEM in Robot Motion Control was excellent level ( $\bar{X} = 4.77$ ), 2) the efficiency of Web-Based Instruction was equal to 86.00/81.00 and 3) the results of skill achievement for post-test scores were significantly higher than the pre-test scores by a level of .01.

# กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยความอนุเคราะห์ การแนะนำ และการให้คำปรึกษาจากรศ.ดร.ปรียาภรณ์ ตั้งคุณานันต์ ผศ.ดร.ฐิยาพร กันตาทนวัฒน์ และคณาจารย์ คณะครุศาสตร์ ศึกษาศาสตร์และเทคโนโลยี สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ทุกท่านที่สละเวลาให้ความรู้ คำแนะนำ ตรวจสอบและแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ รวมทั้งชี้แนะแนวทางจนวิจัยครั้งนี้ สำเร็จลุล่วงตามความมุ่งหมาย

ขอขอบพระคุณผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่านที่ให้ความอนุเคราะห์ตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ทำให้เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยมีคุณภาพและประสิทธิภาพ ขอขอบพระคุณผู้อำนวยการโรงเรียน ชลราษฎร์บำรุงที่ให้โอกาสในการปฏิบัติการฝึกสอนและดำเนินการวิจัย ขอขอบคุณคณะครูและบุคลากรโรงเรียนชลราษฎร์บำรุง ที่ให้คำแนะนำและช่วยเหลือในการสร้างเครื่องมือ ทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูลในการวิจัย และขอขอบคุณนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างที่ให้ความร่วมมือในการวิจัย จนกระทั่งวิจัยประสบความสำเร็จ

ขอขอบคุณบิดา มารดา ผู้เป็นที่เคารพรักยิ่ง รวมทั้งสมาชิกทุกคนในครอบครัวทุกคนที่ให้ความรัก กำลังใจ ให้การสนับสนุนและช่วยเหลือผู้วิจัยทุกด้านจนสำเร็จการศึกษา

คุณค่าและประโยชน์อันใดที่พึงมีจากวิทยานิพนธ์นี้ ผู้วิจัยขอมอบแต่ บิดา มารดา ครู อาจารย์ทุกท่านด้วยความเคารพยิ่ง

สาวิตรี หงษา

# สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	III
กิตติกรรมประกาศ.....	IV
สารบัญ.....	V
สารบัญตาราง.....	VII
สารบัญภาพ.....	VIII
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	4
1.3 สมมติฐานของการวิจัย.....	4
1.4 กรอบแนวคิดในการวิจัย.....	4
1.5 ขอบเขตของการวิจัย.....	6
1.6 นิยามศัพท์เฉพาะที่ใช้ในการวิจัย.....	7
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	10
2.1 หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานวิชาการเขียนโปรแกรมภาษา เรื่อง การควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์.....	10
2.2 แนวคิดเกี่ยวกับการพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา.....	12
2.3 แนวคิดการพัฒนาบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต.....	18
2.4 แนวคิดเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านทักษะ.....	31
2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	39
บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย.....	46
3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง.....	46
3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	46
3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	62
3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล.....	63

## สารบัญ(ต่อ)

บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	66
4.1 ผลการวิเคราะห์หาคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา.....	66
4.2 ผลการวิเคราะห์หาคุณภาพของบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต.....	68
4.3 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านทักษะก่อนเรียนกับหลังเรียน.....	71
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ.....	73
5.1 สรุปผลการวิจัย.....	73
5.2 อภิปรายผลการวิจัย.....	74
5.3 ข้อเสนอแนะ.....	77
บรรณานุกรม.....	81
ภาคผนวก.....	86
ภาคผนวก ก หนังสือราชการประกอบการดำเนินการวิจัย.....	87
ภาคผนวก ข เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	93
ภาคผนวก ค ผลการวิเคราะห์คุณภาพของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ด้านทักษะประเภทการปฏิบัติ.....	120
ภาคผนวก ง คะแนนก่อนเรียน ระหว่างเรียนและหลังเรียน.....	122
ภาคผนวก จ ตัวอย่างบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต.....	128
ประวัติผู้เขียน.....	133

# สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 โครงสร้างรายวิชาการเขียนโปรแกรมภาษา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4.....	11
2.2 องค์ประกอบและลักษณะการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา.....	16
2.3 เกณฑ์ประสิทธิภาพของบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต.....	31
3.1 แสดงการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของเนื้อหา สารการเรียนรู้และตัวชี้วัด.....	46
3.2 ผลการวิเคราะห์หาคุณภาพของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านทักษะ ประเภทผลการปฏิบัติ เรื่อง การควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์.....	58
3.3 ผลการหาความสัมพันธ์ของคะแนนการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านทักษะ ประเภทผลการปฏิบัติ เรื่อง เรื่อง การควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์.....	58
3.4 การทดลองแบบกลุ่มเดียวมีการวัดก่อนและหลังให้สิ่งทดลอง.....	61
4.1 ผลการหาคุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา.....	65
4.2 การหาคุณภาพของบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต.....	67
4.3 การหาคุณภาพของบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ด้านเนื้อหา.....	67
4.4 การหาคุณภาพของบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ด้านเทคโนโลยีมีลติมีเดีย.....	68
4.5 ผลการหาประสิทธิภาพของบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต.....	69
4.6 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านทักษะประเภทผลการปฏิบัติก่อนเรียน กับหลังเรียนด้วยบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต.....	69
ค.1 ผลการวิเคราะห์แบบประเมินคุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง การควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์.....	117
ง.1 คะแนนที่ได้จากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านทักษะก่อนและหลังเรียน.....	119
ง.2 คะแนนที่ได้จากการทำใบงานระหว่างเรียนและคะแนนหลังเรียนเพื่อหาประสิทธิภาพ ของบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต.....	121

# สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
3.1 ผังงานการพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา.....	48
3.2 ผังงานการสร้างแบบประเมินคุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา.....	50
3.3 ผังงานการพัฒนาบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต.....	54
3.4 ผังงานการสร้างแบบประเมินคุณภาพบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต.....	56
3.5 ผังงานการสร้างแบบประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านทักษะ.....	60
จ.1 แสดงหน้าล็อกอินเพื่อเข้าสู่ระบบ.....	125
จ.2 แสดงหน้าแรกของบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต.....	125
จ.3 แสดงหน้าคำอธิบายรายวิชา.....	126
จ.4 แสดงหน้าคำแนะนำการใช้บทเรียน.....	126
จ.5 แสดงหน้าสาระการเรียนรู้.....	127
จ.6 แสดงหน้าเนื้อหาในบทเรียน.....	127
จ.7 แสดงหน้าใบกิจกรรม.....	128
จ.8 แสดงหน้าใบงาน.....	128

# บทที่ 1

## บทนำ

### 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในปัจจุบันเป็นยุคที่มีความเจริญก้าวหน้าทางเทคโนโลยีสารสนเทศเป็นอย่างมาก ซึ่งเห็นได้จากการมีอุปกรณ์เทคโนโลยีสารสนเทศที่ช่วยอำนวยความสะดวกเช่น ไอแพด สมาร์ทโฟน แท็บเล็ต เป็นต้น ซึ่งช่วยให้การติดต่อสื่อสารระหว่างบุคคลสะดวกขึ้น ความเจริญก้าวหน้าทางด้านเทคโนโลยีสารสนเทศในปัจจุบันส่งผลให้การดำเนินชีวิตของมนุษย์เปลี่ยนแปลงไป สังคมมนุษย์เริ่มมีความเป็นชุมชนเมืองมากขึ้นสมาชิกในสังคมต้องมีการปรับตัวให้เข้ากับสถานการณ์ของโลก สิ่งสำคัญที่สุดที่จะทำให้ทุกคนอยู่ในสังคมได้อย่างปลอดภัยและมีความสุข คือจะต้องมีการพัฒนาทางการศึกษา การที่ทุกคนมีทักษะที่จำเป็นในการอยู่ร่วมกันในสังคมท้องถิ่นและสังคมโลกได้นั้นจะต้องได้รับการฝึกฝนเริ่มตั้งแต่เกิดตามีชีวิตและทักษะในการปรับตนเองให้เข้ากับสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงไปรอบด้าน ผู้เรียนสามารถเข้าถึงข้อมูลข่าวสารจำนวนมากและสามารถสืบค้นข้อมูลได้ด้วยตนเองและสะดวก รวดเร็วและได้ข้อมูลที่ทันสมัย ดังนั้นในการจัดการเรียนรู้ในปัจจุบัน ผู้สอนต้องเปลี่ยนบทบาทจากการเป็นผู้บอกความรู้เป็นโค้ช เพื่อพัฒนาผู้เรียนให้มีทักษะเพื่อการดำรงชีวิตในศตวรรษที่ 21 ได้แก่ ทักษะด้านการเรียนรู้และนวัตกรรม ซึ่งประกอบด้วยความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม (Creativity and Innovation) การคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา (Critical Thinking and Problem Solving) การสื่อสารและความร่วมมือ (Communication and Collaboration) ทักษะสารสนเทศ สื่อและเทคโนโลยีประกอบด้วยทักษะ ด้านสารสนเทศ (Information Literacy) ทักษะด้านสื่อ (Media Literacy) ทักษะด้านเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร (Information, Communications and Technology Literacy) เป็นต้น (วิจารณ์ พานิช. 2555: 17)

ในการพัฒนาผู้เรียนให้เกิดทักษะเพื่อการดำรงชีวิตในศตวรรษที่ 21 แนวคิดหนึ่งที่ใช้ในการจัดการศึกษาคือสะเต็มศึกษา (STEM Education) เป็นการเรียนการสอนแบบบูรณาการระหว่างสาขาวิชาต่างๆ ได้แก่ วิทยาศาสตร์ (Science) เทคโนโลยี (Technology) วิศวกรรม (Engineering) และคณิตศาสตร์ (Mathematics) ในการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการตามแนวสะเต็มศึกษามีความสำคัญต่อผู้เรียนคือส่งเสริมผู้เรียนมีทักษะการคิดวิเคราะห์และสร้างนวัตกรรมที่ใช้ความรู้ในวิชา วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยีและกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม ผู้เรียนเข้าใจสาระและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์มากขึ้น ทำให้ผู้เรียนเกิดการถ่ายโอนการเรียนรู้ ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างความคิดรวบยอดในศาสตร์ต่างๆ ทำให้เกิดการเรียนรู้ที่มี เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยามให้ไปใช้ประโยชน์ด้านอื่น การค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความหมายต่อผู้เรียน ผู้เรียนเห็นความสัมพันธ์และคุณค่าของสิ่งที่เรียน สามารถเชื่อมโยงสิ่งที่เรียน เข้ากับชีวิตจริง (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2557: 6)

จากความสำคัญดังกล่าว การจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา ผู้สอนควรจัดการเรียนรู้ ที่หลากหลาย ได้แก่ 1) จัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-based learning) เป็น การจัดการเรียนรู้ที่กำหนดสถานการณ์ที่เป็นปัญหาและท้าทายการคิดของผู้เรียน เพื่อกระตุ้นให้ ผู้เรียน เกิดความสนใจและศึกษาค้นคว้าข้อมูลด้วยตัวเองเพื่อแก้ปัญหา ซึ่งส่งผลให้ผู้เรียนสามารถนำ ความรู้ที่ได้รับจากการสอนไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ และเสริมสร้าง ให้ผู้เรียนเกิดการใฝ่เรียนรู้ 2) จัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน (Project-based learning) เป็น การจัดการเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนเลือกทำโครงงานที่ตนเองสนใจ โดยร่วมกันสำรวจ สังเกต และ กำหนดเรื่องที่ตนเองสนใจ มีการวางแผนในการทำโครงงานร่วมกัน โดยศึกษาข้อมูลความรู้ที่จำเป็น และลงมือปฏิบัติตามแผนที่กำหนดจนได้ข้อค้นพบหรือองค์ความรู้ใหม่ แล้วเขียนรายงาน และ นำเสนอต่อสาธารณชน นำผลงานและประสบการณ์ทั้งหมดมาอภิปราย แลกเปลี่ยนความรู้และ สรุปผลการเรียนรู้ที่ได้รับจากประสบการณ์ที่ได้รับทั้งหมด 3) จัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียน ทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มมีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้และให้ข้อมูลย้อนกลับแก่ผู้เรียน เพื่อตรวจสอบความรู้ ความเข้าใจของผู้เรียน (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2557: 2-8)

การจัดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพนั้นผู้สอนต้องมีความรู้ ทักษะ ประสบการณ์ และ ความคิดสร้างสรรค์ สามารถเป็นผู้จัดประสบการณ์ให้กับนักเรียนได้อย่างเหมาะสม และจะต้องมี ความสามารถ ในการออกแบบการเรียนการสอนที่เหมาะสมกับผู้เรียน สำหรับการจัดการเรียน การสอนในยุคปัจจุบัน พบว่าผู้สอนสามารถจัดกิจกรรมนอกห้องเรียนได้ เนื่องจากมีเทคโนโลยีที่สามารถ ใช้จัดการเรียนรู้ อย่างหลากหลาย เช่น การสอนโดยใช้คอมพิวเตอร์ บทเรียนสำเร็จรูป การใช้บทเรียน คอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย การสอนทางไกล เว็บช่วยสอน หรือการใช้บทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ซึ่งการนำเทคโนโลยีการจัดการเรียนการสอนไปใช้ผู้สอนควรคำนึงถึง วัตถุประสงค์ในการเรียน วย ระดับชั้น ความรู้และประสบการณ์ของผู้เรียน สื่อที่นำไปใช้ควรเป็นสื่อมีคุณภาพเทคนิคการผลิตที่ดี เพื่อให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ตามจุดมุ่งหมายของการเรียนการสอนและเกิดการใฝ่เรียนรู้มี ประสิทธิภาพ

การใช้บทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเป็นการออกแบบการเรียนการสอนโดย การจัดห้องเรียนเสมือนจริง (Virtual Classroom) เป็นการจำลองสภาพชั้นเรียนปกติ โดยใช้เป็น ช่องทางในการสื่อสารระหว่างผู้สอนและผู้เรียน ผู้สอนจะออกแบบการเรียนรู้ให้ผู้เรียนสืบค้นข้อมูล ความรู้จากเครือข่ายต่างๆ ในคอมพิวเตอร์ที่สำคัญได้แก่ เครือข่ายอินเทอร์เน็ต และเครือข่ายเวิลด์ ไวด์ เว็บ (World Wide Web) โดยอาศัยโปรแกรมไฮเปอร์มีเดีย (Hypermedia) ในการสอนจะใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คุณลักษณะ และทรัพยากรของอินเทอร์เน็ตมาสร้างหรือออกแบบการเรียนรู้ที่มีความหมาย และผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง และผู้สอนสามารถประเมินผลการเรียนรู้ผ่านเครือข่ายได้ (ทิตนา แชมมณี. 2558: 154) ทำให้ผู้สอนสามารถสร้างเสริมสภาพแวดล้อมแห่งการเรียนรู้แบบไร้ขอบเขตที่ไม่จำกัดเรื่องระยะทางและเวลาที่ต่างกัน โดยรูปแบบการเรียนการสอนเป็นองค์ประกอบที่สำคัญที่จะทำให้การเรียนการสอนมีประสิทธิภาพและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนได้ผลดี (กรมวิชาการ. 2544: 7-9)

โรงเรียนชลราษฎรอำรุง จังหวัดชลบุรี ได้มีการจัดการเรียนการสอนวิชาคอมพิวเตอร์ให้กับนักเรียนทุกระดับชั้น โดยจัดคาบเรียนวิชาคอมพิวเตอร์ให้กับนักเรียน 2 ชั่วโมงต่อสัปดาห์ โดยโรงเรียนได้จัดหลักสูตรรายวิชา ง31203 การเขียนโปรแกรมภาษา ให้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 ได้มีการนำหุ่นยนต์มาใช้ในการเรียนการสอนเป็นปีแรก รายวิชาดังกล่าวเป็นวิชาที่ศึกษาหลักการเบื้องต้นในการเขียนโปรแกรม โครงสร้างของการเขียนโปรแกรม องค์ประกอบของภาษา ตัวดำเนินการและนิพจน์ คำสั่งภาษา การออกแบบโปรแกรม การเขียนโปรแกรมและการทดสอบโปรแกรมโดยการใช้หุ่นยนต์ตรวจสอบการทำงานของโปรแกรมว่าสามารถควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ได้หรือไม่

จากการสัมภาษณ์ครูผู้สอนวิชา การเขียนโปรแกรมภาษา ในปีการศึกษา 2558 ภาคเรียนที่ 2 ที่ผ่านมามีพบว่า นักเรียนมีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยเฉลี่ยในภาพรวมอยู่ในระดับดี คือ 3.21 และด้านทักษะพบว่า นักเรียนยังลอกเลียนแบบโปรแกรมที่ครูผู้สอนเขียนให้ดูเป็นตัวอย่างมากกว่า ออกแบบโปรแกรมเอง ทำให้เห็นว่าคุณครูส่วนใหญ่ขาดทักษะการเขียนโปรแกรม จากการสอบถามนักเรียนพบว่า นักเรียนมีความรู้เกี่ยวกับวิชาอื่นๆ แต่ไม่สามารถนำความรู้มาประยุกต์ใช้ในการเขียนโปรแกรมภาษาได้ ดังนั้นเพื่อเป็นการส่งเสริมการเรียนรู้ด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยีและวิศวกรรม โดยส่งเสริมการเรียนรู้ผ่านกิจกรรมหรือโครงการที่มุ่งแก้ปัญหาในสถานการณ์จริง ต่อยอดความคิดของนักเรียนให้พัฒนาทักษะทางด้านกระบวนการคิด การเชื่อมโยงและบูรณาการโดยใช้ความรู้ในวิชาอื่นๆ ที่ได้เรียนในชั้นเรียน และสร้างเสริมประสบการณ์ ทักษะชีวิต ความคิดสร้างสรรค์ นำไปสู่การออกแบบโปรแกรมที่เหมาะสมกับสถานการณ์ที่เป็นปัญหาในโลกปัจจุบัน

จากเหตุผลดังกล่าว ผู้วิจัยจึงเห็นความสำคัญและสนใจที่จะพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง การควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ ในรายวิชา ง31203 การเขียนโปรแกรมภาษา ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนชลราษฎรอำรุง โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้เป็นเครื่องมือในการพัฒนาและได้นำการจัดการเรียนรู้แบบการบูรณาภายในวิชา เพราะ เป็นการนำความรู้วิชาต่างๆที่นักเรียนเคยเรียนรู้มาแล้วมาบูรณาการในเรื่อง การควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ จึงเหมาะสมในการนำการบูรณาการภายในวิชามาใช้ เพื่อเชื่อมโยงสาระการเรียนรู้ต่างๆกับชีวิตจริง ซึ่งผู้สอนจะนำ

วิชาอื่นๆ ของสะเต็มมาบูรณาการกับวิชาที่ตนเองสอน ดังนี้ 1) วิทยาศาสตร์ กำหนดให้ใช้ความรู้เรื่อง การเคลื่อนที่แบบเส้นตรงและการเคลื่อนที่แบบวงกลม 2) เทคโนโลยี กำหนดให้ใช้ความรู้เรื่อง การเขียนโปรแกรมภาษาซี 3) วิศวกรรมศาสตร์ กำหนดให้ใช้ความรู้เรื่อง การประกอบหุ่นยนต์ 4) คณิตศาสตร์ กำหนดให้ใช้ความรู้เรื่อง การดำเนินการและตรีโกณมิติ โดยวัตถุประสงค์ในการบูรณาการครั้งนี้ เพื่อให้การจัดการเรียนรู้ แบบสะเต็มศึกษาสามารถกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการพัฒนาความรู้ และทักษะทางการคิด การบูรณาการความรู้ที่นักเรียนได้รับในรายวิชาต่างๆ โดยเฉพาะวิชา วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยีและวิศวกรรม

## 1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง การควบคุมการเคลื่อนที่ของ หุ่นยนต์ ที่มีคุณภาพ
2. เพื่อพัฒนาบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง การควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ ให้มีคุณภาพและประสิทธิภาพ
3. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านทักษะก่อนเรียนกับหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง การควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์

## 1.3 สมมติฐานการวิจัย

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านทักษะของนักเรียนหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาเรื่อง การควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ สูงกว่าก่อนเรียน

## 1.4 กรอบแนวคิดในการวิจัย

การพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง การควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ผู้วิจัยได้ศึกษาทฤษฎีและแนวคิดในหัวข้อ ดังนี้

### 1.4.1 การพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็ม

ผู้วิจัยได้พัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาตามหลักการของกรมวิชาการ (2544 : 8) โดยมีองค์ประกอบสำคัญของแผนการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

#### 1.4.1.1 การกำหนดชื่อหน่วยการเรียนรู้/หัวข้อเรื่อง

#### 1.4.1.2 การกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- 1.4.1.3 การกำหนดเนื้อหาสาระการเรียนรู้
- 1.4.1.4 การกำหนดกิจกรรมการเรียนรู้
- 1.4.1.5 การเลือกสื่อการเรียนการสอน
- 1.4.1.6 การวัดและประเมินผล

#### 1.4.2 การหาคุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้

ผู้วิจัยนำหลักการและกรอบแนวคิดของ สุวิทย์ มูลคำ และคณะ (2551 :58-64) มาใช้เป็นแนวคิดในการหาคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาและให้ผู้ทรงคุณวุฒิประเมิน โดยใช้แบบประเมินคุณภาพที่สร้างขึ้น ดังนี้

- 1.4.2.1 ตรวจสอบจุดประสงค์การจัดการเรียนรู้
- 1.4.2.2 ตรวจสอบเนื้อหาสาระ
- 1.4.2.3 ตรวจสอบกิจกรรมการจัดการเรียนรู้
- 1.4.2.4 ตรวจสอบสื่อการจัดการเรียนรู้
- 1.4.2.5 ตรวจสอบการวัดและประเมินผล
- 1.4.2.6 ตรวจสอบความสอดคล้องขององค์ประกอบต่างๆของแผนการจัดการเรียนรู้

#### 1.4.3 การพัฒนาบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

ผู้วิจัยได้นำขั้นตอนการพัฒนาบทเรียนตามหลักการของณัฐกร สงคราม (2557 : 127-144) มาใช้เป็นกรอบแนวคิดในการพัฒนาบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง การควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ ดังนี้

- 1.4.3.1 การวางแผน (Planning)
- 1.4.3.2 การออกแบบ (Design)
- 1.4.3.3 การพัฒนา (Development)
- 1.4.3.4 การประเมินและปรับปรุง (Evaluation and Revise)

#### 1.4.4 การหาคุณภาพของบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

ผู้วิจัยนำแนวคิดการประเมินคุณภาพของบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ผู้วิจัยได้ใช้กรอบแนวคิดของไพโรจน์ ตรีธรรนากุล และคณะ (2546 : 197-204) ซึ่งมี 2 ด้าน ดังนี้

- 1.4.4.1 ตรวจสอบคุณภาพด้านเนื้อหา
- 1.4.4.2 ตรวจสอบคุณภาพด้านเทคโนโลยีมีลต์มีเดีย

#### 1.4.5 การหาประสิทธิภาพของบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

ผู้วิจัยได้นำกรอบแนวคิดของชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2556 : 7-20) มาเป็นกรอบแนวคิดในการหาประสิทธิภาพของชุดการสอน เพื่อเสริมสร้างการคิดอย่างเป็นระบบโดยการหาอัตราส่วนระหว่างประสิทธิภาพของกระบวนการต่อประสิทธิภาพของผลลัพธ์ ( $E_1 / E_2$ ) โดยคิดจากผลการเรียนรู้จากบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

ประสิทธิภาพของกระบวนการ ( $E_1$ ) หมายถึง ค่าร้อยละของคะแนนเฉลี่ยของผลการเรียนรู้ที่ได้จากการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านทักษะระหว่างเรียน

ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ ( $E_2$ ) หมายถึง ค่าร้อยละของคะแนนเฉลี่ยของผลการเรียนรู้ที่ได้จากการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านทักษะหลังเรียน

#### 1.4.6 การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านทักษะ

ผู้วิจัยได้นำกรอบแนวคิดการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านทักษะของสุวิมล ว่องวานิช (2550 : 96) แบ่งได้เป็น 2 ประเภท ดังนี้

1.4.6.1 กระบวนการปฏิบัติ (Process)

1.4.6.2 ผลการปฏิบัติ (Product)

โดยในการดำเนินการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านทักษะ 1 ประเภท คือ ผลการปฏิบัติ (Product)

### 1.5 ขอบเขตของการวิจัย

#### 1.5.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 สายวิทย์-คณิต โรงเรียนชลราษฎรอำรุง จังหวัดชลบุรี จำนวน 5 ห้องเรียน รวมนักเรียนทั้งหมด 230 คน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 สายวิทย์-คณิต โรงเรียนชลราษฎรอำรุง จังหวัดชลบุรี จำนวน 2 ห้องเรียน จำนวน 80 คน ซึ่งได้มาโดยวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) โดยแบ่งเป็น 2 กลุ่ม ดังนี้

กลุ่มที่ 1 กลุ่มหาประสิทธิภาพของบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต จำนวน 50 คน มาจากนักเรียนสายวิทย์-คณิต

กลุ่มที่ 2 กลุ่มทดลองที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต จำนวน 30 คน มาจากนักเรียนสายวิทย์-คณิต

### 1.5.2 ตัวแปรที่ศึกษา ประกอบด้วย

ตัวแปรที่ศึกษาเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านทักษะก่อนเรียนกับหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง การควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ประกอบด้วย

ตัวแปรต้น คือ การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง การควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์

ตัวแปรตาม คือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านทักษะก่อนเรียนกับหลังเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

### 1.5.3 เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นเนื้อหา รายวิชา ง31203 การเขียนโปรแกรมภาษา เรื่อง การควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย มีเนื้อหาในการจัดการเรียนรู้ดังต่อไปนี้

- 1.5.3.1 หุ่นยนต์เคลื่อนที่ตามที่กำหนด
- 1.5.3.2 หุ่นยนต์เคลื่อนที่ตามเส้น
- 1.5.3.3 หุ่นยนต์เคลื่อนที่ตามคำสั่งของเซนเซอร์

### 1.5.4 ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

ดำเนินการในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 จำนวน 3 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 2 คาบ คาบละ 50 นาที

## 1.6 นิยามศัพท์เฉพาะที่ใช้ในการวิจัย

**1.6.1 การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา** หมายถึง แนวทางการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการภายในวิชา ได้แก่ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม และคณิตศาสตร์ มาจัดกิจกรรมในรายวิชา ง31203 การเขียนโปรแกรมภาษา เรื่อง การควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ ซึ่งผู้วิจัยออกแบบออกแบบการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาในแผนการเรียนรู้ออกแบบและนำไปจัดการเรียนรู้ให้กับนักเรียนได้ศึกษาและปฏิบัติตามจนนักเรียนสามารถออกแบบโปรแกรมบังคับหุ่นยนต์ได้และสามารถนำทักษะที่ได้ไปแก้ปัญหาในชีวิตจริงต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**1.6.2 แผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา** หมายถึง เครื่องมือที่ผู้สอนสร้างขึ้นเพื่อเตรียมการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาอย่างเป็นลายลักษณ์อักษรไว้ล่วงหน้าและใช้เป็นแนวทางสำหรับจัดกิจกรรมการใช้สื่อและการวัดผลให้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนดไว้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยมีขั้นตอนการพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็ม ดังนี้

1.6.2.1 กำหนดชื่อหน่วยการเรียนรู้/หัวข้อเรื่อง โดยเขียนให้ชัดเจน เหมาะสมครอบคลุมเนื้อหาสาระการเรียนรู้และเวลาที่กำหนด

1.6.2.2 กำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ โดยให้ครอบคลุมหัวข้อเรื่อง เน้นพฤติกรรมและจิตพิสัย เรียงตามลำดับ แบ่งเป็นจุดประสงค์ทั่วไป และจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1.6.2.3 กำหนดเนื้อหาสาระการเรียนรู้ โดยเขียนให้สอดคล้องกับชื่อหน่วย

1.6.2.4 กำหนดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยระบุกิจกรรมตามแบบสะเต็มศึกษา

1.6.2.5 การเลือกสื่อการเรียนรู้ กำหนดให้สอดคล้องกับจุดประสงค์ สาระการเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ และเวลา

1.6.2.6 การวัดและประเมินผล ต้องสอดคล้องกับจุดประสงค์และเวลา โดยประเมินด้านทักษะประเภทผลการปฏิบัติ

**1.6.3 การพัฒนาบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต** หมายถึง รูปแบบการเรียนการสอน เรื่อง การควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ โดยใช้เทคโนโลยีต่างๆ ผ่านทางคอมพิวเตอร์ ที่นำเสนอเนื้อหาผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต โดยมีขั้นตอนการพัฒนาบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ดังนี้

1.6.3.1 การวางแผน (Planning) หมายถึง การวิเคราะห์และกำหนดแผนการปฏิบัติงาน โดยการกำหนดเป้าหมาย วิเคราะห์ปัจจัยที่เกี่ยวข้องและกำหนดแผนการปฏิบัติงาน

1.6.3.2 การออกแบบ (Design) หมายถึง การกำหนดวัตถุประสงค์ของบทเรียน การเขียนเนื้อหาและกิจกรรมการเรียนการสอน จากนั้นจึงนำเนื้อหาและกิจกรรมที่ได้ไปออกแบบบทเรียน

1.6.3.3 การพัฒนา (Development) หมายถึง การถ่ายทอดสิ่งทีออกแบบไว้ในสตอรี่บอร์ดออกมาเป็นโปรแกรมบทเรียนมัลติมีเดียที่สามารถใช้งานได้จริง โดยการจัดหาส่วนประกอบที่นำเสนอ และการเขียนโปรแกรมบทเรียน ซึ่งหากมีการวางแผนและออกแบบที่ดีการปฏิบัติงานก็จะ เป็นไปอย่างสะดวก รวดเร็ว

1.6.3.4 การประเมินและปรับปรุง (Evaluation and Revise) หมายถึง การนำบทเรียนมัลติมีเดียที่ได้รับการพัฒนาแล้วไปผ่านกระบวนการประเมินคุณภาพ เริ่มจากการนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาและด้านสื่อพิจารณาความถูกต้อง ความสมบูรณ์ และความเหมาะสมของบทเรียนแล้วจึงนำมาปรับปรุงแก้ไขก่อนจะนำไปทดลองใช้สอนกับกลุ่มเป้าหมายจริง เริ่มจากการเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทดลองในลักษณะนำร่อง (Pilot Testing) กับตัวอย่างไม่กี่คน จึงค่อยนำไปทดลองภาคสนาม (Field Testing) กับกลุ่มเป้าหมายขนาดใหญ่ โดยพิจารณาจากผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนและความคิดเห็นที่มีต่อการเรียน

**1.6.4 คุณภาพของบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต** หมายถึง ผลที่ได้จากการประเมินบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตของผู้ทรงคุณวุฒิ โดยแบ่งออกเป็น 2 ด้าน ดังนี้

1.6.4.1 ตรวจสอบคุณภาพด้านเนื้อหา หมายถึง การตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญทางด้านเนื้อหา ได้แบ่งเกณฑ์ออกเป็น 3 ส่วน ได้แก่ ตรวจสอบเนื้อหา ตรวจสอบการปฏิสัมพันธ์และตรวจสอบโครงสร้างของบทเรียน

1.6.4.2 ตรวจสอบคุณภาพด้านเทคโนโลยีมัลติมีเดีย หมายถึง การตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีมัลติมีเดียได้แบ่งเกณฑ์ออกเป็น 3 ส่วน ได้แก่ พิจารณาการนำเสนอ มัลติมีเดีย ตรวจสอบการปฏิสัมพันธ์ และโครงสร้างบทเรียน

**1.6.5 ประสิทธิภาพของบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต** หมายถึง ความสามารถของบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตในการสร้างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านทักษะ ประสิทธิภาพการปฏิบัติ ให้ผู้เรียนบรรลุถึงระดับที่คาดหวังไว้ ประกอบด้วย

1.6.5.1 ประสิทธิภาพของกระบวนการ ( $E_1$ ) หมายถึง ค่าร้อยละของคะแนนเฉลี่ยของผลการเรียนรู้ที่ได้จากการทำใบงานตามใบกิจกรรมที่ได้รับมอบหมายระหว่างเรียน

1.6.5.2 ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ ( $E_2$ ) หมายถึง ค่าร้อยละของคะแนนเฉลี่ยของผลการเรียนรู้ที่ได้จากการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านทักษะประเภผลการปฏิบัติหลังเรียน

**1.6.6 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน** หมายถึง ความสามารถทางด้านทักษะการเขียนโปรแกรมภาษาซีของนักเรียนที่เรียน เรื่อง การควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ โดยประเมินจากผลการปฏิบัติของการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์

**1.6.7 นักเรียน** หมายถึง นักเรียนชั้นระดับมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 สายวิทย์-คณิต โรงเรียนชลราษฎรอำรุง จังหวัดชลบุรี ที่ลงทะเบียนเรียนวิชา การเขียนโปรแกรมภาษา เรื่อง การควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ จำนวน 2 ห้องเรียน จำนวน 80 คน

## บทที่ 2

### เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การพัฒนาการจัดการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษาร่วมกับบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง การควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ผู้วิจัยได้ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี หลักการเบื้องต้นและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องตามหัวข้อต่อไปนี้

2.1 หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานวิชาการเขียนโปรแกรมภาษา เรื่อง การควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์

2.2 แนวคิดเกี่ยวกับการพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา

2.3 แนวคิดการพัฒนาบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

2.4 แนวคิดเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านทักษะ

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

#### 2.1 หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานวิชาการเขียนโปรแกรมภาษา เรื่อง การควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี ซึ่งกลุ่มสาระมุ่งเน้นที่ช่วยพัฒนาให้ผู้เรียนมีความรู้ ความเข้าใจ มีทักษะพื้นฐานที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิต และรู้เท่าทันความเปลี่ยนแปลง สามารถนำความรู้เกี่ยวกับการดำรงชีวิต การอาชีพ และเทคโนโลยี มาใช้ประโยชน์ในการทำงานอย่างมีความคิดสร้างสรรค์ และแข่งขันในสังคมไทยและสากล เห็นแนวทางในการประกอบอาชีพ รักการทำงาน และมีเจตคติที่ดีต่อการทำงาน สามารถดำรงชีวิตอยู่ในสังคมไทยได้อย่างพอเพียง และมีความสุข (กระทรวงศึกษาธิการ.2551 : 204) ผู้วิจัยเลือกเรื่องการควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ ซึ่งใช้ระยะเวลาในการเรียนเป็นเวลา 6 คาบ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

##### 2.1.1 คำอธิบายรายวิชา

ศึกษาหลักการเบื้องต้นในการเขียนโปรแกรม โครงสร้างของโปรแกรม องค์ประกอบของภาษาดำเนินการและนิพจน์ คำสั่งภาษา ฟังก์ชันและการประยุกต์ใช้งาน

ศึกษาเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างเทคโนโลยีกับศาสตร์อื่นๆ ศึกษาส่วนประกอบ โครงสร้าง และหน้าที่ของหุ่นยนต์ ศึกษาวงจรควบคุมการทำงานของหุ่นยนต์

เพื่อให้สามารถวิเคราะห์ปรับปรุงแก้ไขปัญหาต่างๆ ที่เกิดขึ้นจากการควบคุมหุ่นยนต์ มีกระบวนการคิดและกระบวนการปฏิบัติในการเขียนโปรแกรมอย่างสร้างสรรค์ สามารถตัดสินใจในการเลือกปฏิบัติงานอย่างมีจริยธรรม คุณธรรมและค่านิยมที่เหมาะสม ตลอดจนเชื่อมโยงความรู้และนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวันได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.1.2 มาตรฐาน

มาตรฐาน ง 3.1 เข้าใจ เห็นคุณค่า และใช้กระบวนการเทคโนโลยีสารสนเทศในการสืบค้นข้อมูลการเรียนรู้ การสื่อสาร การแก้ปัญหา การทำงาน และอาชีพอย่างมีประสิทธิภาพ ประสิทธิผล และมีคุณธรรม

## 2.1.3 โครงสร้างรายวิชา

ตารางที่ 2.1 โครงสร้างรายวิชาการเขียนโปรแกรมภาษา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

หน่วย ที่	ชื่อหน่วย	สาระสำคัญ	ผลการเรียนรู้	เวลา(ช.ม.)
1	ความรู้พื้นฐานการเขียนโปรแกรมและการเขียนโปรแกรม Dev-C++	1. การวิเคราะห์ปัญหา 2. การเขียนผังงาน 3. ส่วนประกอบของโปรแกรมภาษาซี 4. การใช้งานโปรแกรม Dev-C++	1. อธิบายภาษาคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ได้	4
2	ประเภทของข้อมูลและตัวดำเนินการ	1. ชนิดของข้อมูล 2. ชนิดของตัวแปร 3. คำสั่งกำหนดค่า	2. เลือกประเภทข้อมูลและตัวดำเนินการในการเขียนโปรแกรมภาษาได้	8
3	การทำงานแบบมีทางเลือก	1. คำสั่งเงื่อนไขและตัวดำเนินการในเงื่อนไข 2. คำสั่ง if , if-else	3. เขียนโปรแกรมภาษาแบบมีทางเลือกตามขั้นตอนการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ได้	12
4	การทำงานแบบทำซ้ำ	1. คำสั่ง while 2. คำสั่ง do-while 3. คำสั่ง for	4. เขียนโปรแกรมภาษาแบบทำซ้ำตามขั้นตอนการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ได้	10
5	การควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์	1. หุ่นยนต์เคลื่อนที่ตามที่กำหนด 2. หุ่นยนต์เคลื่อนที่ตามเส้น 3. หุ่นยนต์เคลื่อนที่ตามคำสั่งของเซนเซอร์	5. สามารถเขียนโปรแกรมเพื่อควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ได้	6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรมที่นำมาใช้ในการพัฒนาการจัดการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษาร่วมกับบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง การควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ คือ โปรแกรม Arduino IPST โดยเขียนโปรแกรมภาษาซีลงในโปรแกรม Arduino IPST เพื่อควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์

ในการพัฒนาโปรแกรม Arduino IPST ด้วยการเขียนโปรแกรมภาษาซีเป็นการออกแบบการเขียนโปรแกรมด้วยความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการเพื่อควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ โดยผู้เรียนจะต้องไปศึกษาเนื้อหาและฝึกฝนกระบวนการคิดวิเคราะห์ เพื่อแก้ไขปัญหาที่ต่างกัน ผ่านการเรียนรู้ด้วยตนเองหรือผ่านการทำกิจกรรมกับเพื่อนร่วมชั้นและผู้สอน ซึ่งรูปแบบกิจกรรมดังกล่าวสอดคล้องกับการจัดการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษาร่วมกับบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

สำหรับเนื้อหาของรายวิชาที่ผู้วิจัยนำมาใช้ในการพัฒนาการจัดการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษา เรื่อง การควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ ใช้เวลาเรียนทั้งหมด 6 คาบ ประกอบด้วย 3 หัวข้อดังนี้

1. หุ่นยนต์เคลื่อนที่ตามที่กำหนด
2. หุ่นยนต์เคลื่อนที่ตามเส้น
3. หุ่นยนต์เคลื่อนที่ตามคำสั่งของเซนเซอร์

## 2.2 แนวคิดเกี่ยวกับการพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา

### 2.2.1 ความหมายสะเต็มศึกษา

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2559 : 8) ได้ให้คำอธิบายไว้ว่า สะเต็มศึกษา (Science Technology Engineering and Mathematics Education:STEM Education) คือ แนวทางการจัดการศึกษาที่บูรณาการวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และ คณิตศาสตร์ โดยเน้นการนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริงและการประกอบอาชีพในอนาคต สะเต็มศึกษาจึงส่งเสริมการเรียนรู้ผ่านกิจกรรมหรือโครงการที่มุ่งแก้ไขปัญหาคือพบเห็นในชีวิตจริง เพื่อสร้างเสริมประสบการณ์ ทักษะชีวิต ความคิดสร้างสรรค์ เพื่อนำไปสู่การสร้างนวัตกรรม ผู้เรียนที่มีประสบการณ์ในการทำกิจกรรมหรือโครงการสะเต็มศึกษาจะมีความพร้อมที่จะไปปฏิบัติงานที่ต้องใช้องค์ความรู้และทักษะกระบวนการด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยีที่สำคัญต่ออนาคตของประเทศ

Koehler, Faraclas, Giblin, Moss and Kazerounian (2013: 5) อธิบายว่า สะเต็มศึกษา คือ การจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการรู้เรื่องทางเทคนิค (Technical Literacy) สามารถนำเนื้อหาความรู้และกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมศาสตร์ไปใช้แก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันและสามารถตัดสินใจในสถานการณ์ปัญหาอย่างผู้มีความรู้ความเข้าใจในเทคโนโลยี

สรุปได้ว่า สะเต็มศึกษา หมายถึง แนวทางการจัดการเรียนรู้ที่บูรณาการใน 4 สาขาวิชา คือ วิทยาศาสตร์ (Science) เทคโนโลยี (Technology) วิศวกรรมศาสตร์ (Engineer) และคณิตศาสตร์ (Mathematics) สามารถเรียกสั้นๆว่า STEM เกิดจากการนำอักษรภาษาอังกฤษตัวแรกของแต่ละวิชามาเรียงต่อกันลักษณะการจัดการเรียนการสอนแบบสะเต็มคือครูผู้สอนจะต้องนำเนื้อหาทั้ง 4 สาขาวิชามาเอกรวมกันเป็นเอกสารที่สแกนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นับญาติให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บูรณาการร่วมกันโดยให้มีลักษณะเป็นเรื่องเดียวกัน เพื่อให้ผู้เรียนสามารถนำความรู้มาใช้แก้ปัญหาและสร้างนวัตกรรมให้เหมาะสมกับสถานการณ์ของโลกในยุคปัจจุบัน

### 2.2.2 ลักษณะการจัดการเรียนการสอนของสะเต็มศึกษา

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2559 : 10) ได้กล่าวว่าสะเต็มศึกษาเป็นการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ ซึ่งการบูรณาการแบ่งได้เป็น 4 ระดับ คือ การบูรณาการภายในวิชา (Disciplinary Integration) การบูรณาการแบบพหุวิทยาการ (Multidisciplinary Integration) การบูรณาการแบบสหวิทยาการ (Interdisciplinary Integration) และการบูรณาการแบบข้ามสาขาวิชา (Transdisciplinary Integration) ดังนี้

1. การบูรณาการภายในวิชา (Disciplinary Integration) เป็นการจัดการเรียนรู้ที่นักเรียนได้เรียนเนื้อหาและฝึกทักษะแต่ละวิชาแยกกัน การจัดการเรียนรู้แบบนี้คือการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยีที่เป็นอยู่ทั่วไปที่ครูผู้สอนแต่ละวิชาต่างจัดการเรียนรู้ให้แก่ นักเรียนตามรายวิชาของตนเอง

2. การบูรณาการแบบพหุวิทยาการ (Multidisciplinary Integration) เป็นการจัดการเรียนรู้ที่นักเรียนได้เรียนเนื้อหาและฝึกทักษะของแต่ละวิชาแยกกัน แต่มีข้อหลัก (theme) ที่ครูทุกวิชา กำหนดร่วมกันและมีการอ้างอิงถึงความเชื่อมโยงระหว่างวิชานั้นๆ การจัดการเรียนรู้แบบนี้ช่วยให้นักเรียนเห็นความเชื่อมโยงของเนื้อหาในวิชาต่างๆที่อยู่รอบตัว

3. การบูรณาการแบบสหวิทยาการ (Interdisciplinary Integration) เป็นการจัดการเรียนรู้ที่นักเรียนได้เรียนเนื้อหาและฝึกทักษะอย่างน้อย 2 วิชาพร้อมกัน โดยกิจกรรมมีการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของทุกวิชา เพื่อให้นักเรียนได้เห็นความสอดคล้องกันในการจัดการเรียนรู้แบบนี้ ครูผู้สอนต้องทำงานร่วมกันโดยพิจารณาเนื้อหาหรือตัวชี้วัดนั้น

4. การบูรณาการแบบข้ามสาขาวิชา (Transdisciplinary Integration) เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ช่วยให้เชื่อมโยงความรู้และทักษะที่เรียนจากวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ กับชีวิตจริง โดยนักเรียนได้ประยุกต์ใช้ความรู้และทักษะเหล่านั้นในการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นจริงในชุมชนหรือสังคมและสร้างประสบการณ์เรียนรู้ของตนเอง ครูผู้สอนจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามความสนใจหรือปัญหาของนักเรียนโดยครูอาจกำหนดกรอบหรือหัวข้อหลักของปัญหากว้างๆแล้วให้นักเรียนระบุปัญหาที่เจาะจงและวิธีการแก้ปัญหา ทั้งนี้ในการกำหนดกรอบของปัญหาที่ให้ผู้เรียนได้ศึกษานั้น ครูผู้สอนจะต้องคำนึงถึงปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการเรียนของนักเรียน 3 ปัจจัย ได้แก่ 1) ปัญหาหรือคำถามที่นักเรียนสนใจ 2) ตัวชี้วัดในวิชาต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง 3) ความรู้เดิมของนักเรียน

### 2.2.3 สะเต็มศึกษากับการจัดการเรียนการสอนในชั้นเรียน

สะเต็มศึกษาเป็นการเรียนรู้แบบบูรณาการ ที่ใช้ความรู้และทักษะด้านต่างๆ ผ่านการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-based learning) การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน (Project-based learning) หรือจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นให้นักเรียนทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มที่เหมาะสมกับวัยและระดับชั้นของผู้เรียน การเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาจะช่วยให้ผู้เรียนได้พัฒนาทักษะการคิด ทักษะการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ ทักษะการแก้ปัญหาและทักษะการสื่อสาร ซึ่งทักษะดังกล่าวนี้เป็นทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ที่ผู้เรียนพึงมี นอกจากนี้ผู้เรียนยังได้ความรู้แบบองค์รวมที่สามารถนำไปเชื่อมโยงหรือประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้ สถาบันส่งเสริมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2557:16) ได้เสนอแนวทางการจัดกิจกรรมสะเต็มไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนในชั้นเรียน 3 แนวทาง ดังนี้

#### 1. จัดกิจกรรมสอดแทรกไปตามเนื้อหาที่เกี่ยวข้องของแต่ละรายวิชาภายในคาบเรียน

กิจกรรมสะเต็มที่จะนำไปสอดแทรกในคาบเรียนนั้น ควรเป็นกิจกรรมที่มีจำนวนชั่วโมงเรียนที่เหมาะสมที่จะสามารถจัดกิจกรรมได้เสร็จสิ้นภายในคาบเรียน โดยครูผู้สอนแต่ละรายวิชาอาจพิจารณาจากตัวชี้วัดของกิจกรรมนั้นๆ เป็นเกณฑ์ หรือพิจารณาจากจุดประสงค์ของกิจกรรมว่าเกี่ยวข้องกับเนื้อหาใดบ้าง จากนั้นเมื่อถึงคาบของการเรียนการสอนในเนื้อหานั้นๆ ก็สามารถนำกิจกรรมสะเต็มไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนได้

#### 2. จัดกิจกรรมไว้ในรายวิชาเลือกเสรีของกลุ่มวิชาต่างๆ

โดยการสอนในรูปแบบนี้อาจทำได้ในรายวิชาที่เกี่ยวข้องกับการแก้โจทย์ปัญหาพิเศษหรือการทำโครงงาน เป็นต้น รูปแบบการสอนโดยวิธีนี้เหมาะสำหรับกิจกรรมสะเต็มที่ต้องใช้ระยะเวลาในการดำเนินกิจกรรมค่อนข้างมากหรือมีความซับซ้อนและยาก และมีข้อดีที่ทางครูผู้สอนสามารถจัดหาอาจารย์ที่ปรึกษาให้แก่ผู้เรียนได้ครอบคลุมในเนื้อหาที่เกี่ยวข้องเพื่อให้คำแนะนำในการแก้ปัญหาหรือออกแบบและสร้างชิ้นงานของผู้เรียนได้

#### 3. จัดกิจกรรมไว้ในกลุ่มกิจกรรมนอกห้องเรียน

รูปแบบการจัดกิจกรรมแบบนี้ มักเป็นกิจกรรมสะเต็มที่มีหัวข้อหรือหัวเรื่องที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาต่างๆ เช่น ปัญหาสิ่งแวดล้อม การอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม การสร้างนวัตกรรมที่สามารถใช้ในการแก้ปัญหาต่างๆ ของส่วนรวม การจัดกิจกรรมโดยวิธีนี้มีข้อดีที่ผู้เรียน สามารถทำกิจกรรมได้ตลอดเวลาและต่อเนื่อง เช่น ชุมชม ชมรม ค่าย

### 2.2.4 ความหมายของแผนการจัดการเรียนรู้

รวีวัตร์ สิริภูบาล (2551 : 21) ได้ให้หลักการเกี่ยวกับแผนการจัดการเรียนรู้ไว้ว่า เป็นเครื่องมือชนิดหนึ่งที่คุณครูสร้างขึ้นเพื่อความมั่นใจและความพร้อมในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้จากการเตรียมการไว้ล่วงหน้าช่วยให้ครุมีแนวทางที่ชัดเจนในการดำเนินการช่วยเหลือแนะนำผู้เรียนและกำกับ ควบคุม ดูแลกระบวนการเรียนรู้ทั้งในเรื่องเนื้อหาสาระ ระยะเวลา จุดประสงค์การเรียนรู้ พฤติกรรมของผู้เรียน เทคนิควิธีการจัดการเรียนรู้ สื่อประกอบการเรียนรู้ การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ ซึ่งการมีแผนการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จัดการเรียนรู้ที่ต่อยอดส่งผลให้ครูสามารถดำเนินการจัดการเรียนรู้ได้อย่างเป็นระบบ ตามขั้นตอนและวิธีการที่กำหนดไว้ จนเกิดการเปลี่ยนแปลงองค์ความรู้ขึ้นภายในตัวผู้เรียนตามที่ครูต้องการ โดยยึดหลักมาตรฐานและสาระการเรียนรู้ที่กำหนดไว้ในหลักสูตรเป็นหลัก

อาภรณ์ ใจเที่ยง (2553 : 216) ที่ได้ให้ความหมายเกี่ยวกับแผนการจัดการเรียนรู้ว่าเป็นแผนการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ การใช้สื่อการเรียนรู้และการวัดผลประเมินผล ที่สอดคล้องกับ สาระการเรียนรู้ และจุดประสงค์การเรียนรู้หรือผลการเรียนรู้ที่คาดหวังที่กำหนดไว้ในหลักสูตร

ชนาธิป พรกุล (2555 : 54) ที่ได้ให้หลักการเกี่ยวกับแผนการจัดการเรียนรู้ไว้ว่า เป็นแผนที่ผู้สอนเขียนไว้ล่วงหน้าก่อนการสอนจริง มีองค์ประกอบต่างๆ ที่ช่วยให้ผู้เรียนทำกิจกรรมการเรียนรู้จนเกิดการเรียนรู้บรรลุตามจุดประสงค์การเรียนรู้และมาตรฐานการเรียนรู้ของหลักสูตร

สรุปได้ว่า แผนการจัดการเรียนรู้หมายถึงเครื่องมือที่ผู้สอนสร้างขึ้นล่วงหน้าเพื่อจัดการเรียนรู้ให้กับผู้เรียน และเป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมการใช้สื่อ และการวัดผลประเมินผลให้ตรงกับวัตถุประสงค์ในการเรียนรู้ของรายวิชาที่กำหนดไว้ในหลักสูตร

## 2.2.5 ลักษณะแผนการจัดการเรียนรู้ที่ดี

กรมวิชาการ (2544 : 8) ได้เสนอแนวคิดที่ว่าแผนการจัดการเรียนรู้ที่ดีต้องเป็นแผนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ดังนี้

1. มีการวิเคราะห์หลักสูตร จัดทำตารางวิเคราะห์คำอธิบายรายวิชา หรือวิเคราะห์สาระการเรียนรู้ จัดทำหน่วยการเรียนรู้ และจัดทำกำหนดการสอนหรือโครงการสอน
2. มีการวิเคราะห์ผู้เรียน โดยการจัดกลุ่มผู้เรียนตามความรู้ ความสามารถ ความสนใจ และความถนัด แล้วนำไปเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ตามศักยภาพของผู้เรียนเพื่อเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ
3. มีการกำหนดเนื้อหาสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้สอดคล้องกับผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง ศักยภาพของผู้เรียน และความต้องการของท้องถิ่น รวมทั้งการบูรณาการระหว่างวิชา
4. มีการกำหนดกิจกรรมการเรียนรู้ที่หลากหลาย เหมาะสมและสอดคล้องกับศักยภาพของผู้เรียน มีการบูรณาการ เน้นการคิด (ทักษะการคิด ลักษณะการคิด และกระบวนการคิด) การฝึกทักษะการปฏิบัติจริง และการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง
5. มีการกำหนดสื่อ/นวัตกรรม/แหล่งเรียนรู้ที่หลากหลาย สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้/ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง กิจกรรมการเรียนรู้ วัสดุและความสามารถของผู้เรียน และให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเลือกจัดหาและจัดทำสื่อ/แหล่งการเรียนรู้
6. มีการกำหนดการวัดผลและประเมินผล สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ / ผลการเรียนรู้ที่คาดหวังและกิจกรรมการเรียนรู้มีการวัดผลตามสภาพจริงให้ครอบคลุมทั้งด้านความรู้ ทักษะ และเจตคติ
7. มีองค์ประกอบสำคัญครบถ้วน เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ สอดคล้องกับความต้องการของท้องถิ่น เน้นคุณธรรม จริยธรรม และมีการบูรณาการตามความเหมาะสม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8. มีความสมบูรณ์ถูกต้อง มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ เป็นประโยชน์ต่อผู้เรียนทำให้ผู้เรียนได้พัฒนาด้านความรู้ ทักษะและเจตคติ

### 2.2.6 การเขียนแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา

ตารางที่ 2.2 องค์ประกอบและลักษณะการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา

องค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา	ลักษณะการเขียน
1. ชื่อหน่วยการเรียนรู้ / หัวข้อเรื่อง	เขียนให้ชัดเจน กะทัดรัด เหมาะสมครอบคลุมเนื้อหาสาระการเรียนรู้และเวลาที่กำหนด
2. สาระสำคัญ	เขียนให้กะทัดรัด เป็นหัวข้อย่อหรือความเรียงก็ได้ แต่ต้องสอดคล้องกับชื่อหน่วย/หัวข้อเรื่อง เน้นให้รู้ว่าจะต้องเรียนรู้
3. จุดประสงค์การเรียนรู้	กำหนดสิ่งที่ต้องการให้เกิดขึ้นกับผู้เรียน โดยให้ครอบคลุมหัวข้อเรื่องเน้นพฤติกรรมและจิตพิสัย เรียงตามลำดับ แบ่งเป็นจุดประสงค์ทั่วไป และจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม
4. สาระการเรียนรู้	กำหนดให้สอดคล้องกับจุดประสงค์ เวลา ระดับความรู้ของผู้เรียน จึงเรียงลำดับอย่างเหมาะสมจากง่ายไปหายาก โดยเขียนเน้นเฉพาะประเด็นที่สำคัญ โดยรายละเอียดอยู่ในใบความรู้
5. กิจกรรมการเรียนรู้	ระบุกิจกรรมที่เลือกตามบทบาทของผู้สอนและผู้เรียนโดยเขียนให้ชัดเจนในแต่ละขั้นตอนของกระบวนการจัดการเรียนรู้ และเหมาะสมกับเวลา
6. สื่อการเรียนรู้	กำหนดให้สอดคล้องกับจุดประสงค์ สาระการเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ และเวลา โดยทั่วไปจะแบ่งเป็นสื่อสิ่งพิมพ์ เช่น เอกสาร ตำรา ใบช่วยสอน และสื่อโสตทัศน
7. การวัดประเมินผล	ต้องสอดคล้องกับจุดประสงค์และเวลา โดยกำหนดจำนวนครั้ง วิธีวัดและวิธีประเมินผลให้ชัดเจน ซึ่งโดยทั่วไปแบ่งเป็นการประเมินภาคทฤษฎี ประเมินด้านพุทธิพิสัยและจิตพิสัย และการประเมินภาคปฏิบัติ ประเมินด้านทักษะพิสัยกำหนดเครื่องมือที่ใช้วัดและเกณฑ์การประเมินให้ชัดเจน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ตารางที่ 2.2 (ต่อ)

องค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา	ลักษณะการเขียน
8. งานมอบหมาย / กิจกรรมเสนอแนะ	เสนอแนะ กำหนดให้สอดคล้องกับเนื้อหาและจุดประสงค์ เพื่อเสริมความรู้ ความเข้าใจ ทักษะและประสบการณ์ จึงต้องกำหนดเวลาส่งงาน และเกณฑ์การให้คะแนนด้วย
9. เอกสารอ้างอิงหรือบรรณานุกรม	เขียนตามแบบที่นิยมรูปแบบใดรูปแบบหนึ่ง ทั้งสื่อสิ่งพิมพ์ และสื่อโสตทัศน
10. บันทึกหลังการจัดการเรียนรู้	ระบุถึงข้อดี ข้อด้อย ปัญหาอุปสรรคในการจัดการเรียนรู้ และแนวทางแก้ไข

### 2.2.7 แนวทางการประเมินคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้

เมื่อเขียนแผนการเรียนรู้เสร็จแล้ว ผู้เขียนควรตรวจสอบอีกครั้งว่าแผนการจัดการเรียนรู้ยังมีข้อบกพร่องที่ควรปรับปรุงตรงจุดไหน โดยมีหลักการดังนี้ (สุวิทย์ มูลคำ และคณะ. 2551 : 58-64)

#### 1. จุดประสงค์การเรียนรู้การสอน แบ่งคุณสมบัติออกเป็น 3 ประการ คือ

1.1 ความครอบคลุม หมายถึง ความครอบคลุมมวลพฤติกรรม 3 ด้าน คือ ด้านความรู้ ความเข้าใจ ทักษะ เจตคติ เพราะทั้ง 3 ด้านเป็นองค์ประกอบเพื่อการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมอันเป็นจุดหมายสูงสุดของการศึกษา อย่างไรก็ตามในแผนการเรียนรู้หรือบันทึกการสอนหนึ่งๆ อาจไม่จำเป็นต้องครอบคลุมองค์ประกอบ 3 ด้านนี้เสมอไป ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับ เวลา เนื้อหาและวัยของผู้เรียน

1.2 ความชัดเจน หมายถึง จุดประสงค์นั้นมีความเป็นพฤติกรรมมากพอที่จะตรวจสอบว่า มีการบรรลุแล้วหรือไม่ เช่น ถ้าเขียนเพื่อให้ “รู้” กับ เพื่อให้ “ตอบได้” คำว่า “รู้” เป็นความคิดรวบยอดมากกว่าพฤติกรรม ถือว่า ไม่ชัดเจน แต่คำว่า “ตอบ” มีลักษณะเป็นพฤติกรรมมากขึ้นโดยผู้เรียนอาจจะพูดตอบ หรือเขียนตอบก็ได้

1.3 ความเหมาะสม หมายถึง จุดประสงค์นั้นไม่สูงหรือต่ำเกินไป ทั้งนี้เมื่อคำนึงถึงเวลา เนื้อหา และวัยของผู้เรียน

#### 2. เนื้อหาสาระ

เนื้อหาในแผนการเรียนรู้หรือบันทึกการสอนที่ดีนั้น จะต้องมียุทธศาสตร์ 3 ประการ คือ ความถูกต้อง ความครอบคลุม และความชัดเจน ดังนี้

2.1 ความถูกต้อง หมายถึง เนื้อหาสาระตรงกับหลักวิชา โดยทั้งนี้อาจยึดตามคู่มือวิทยาศาสตร์ ช่วงชั้นที่ 3

2.2 ความครอบคลุม หมายถึง ปริมาณเนื้อหาตามหัวข้อนั้น มีมากพอที่จะก่อให้เกิดความคิดรวบยอดได้หรือไม่

2.3 ความชัดเจน หมายถึง การที่เนื้อหาที่มีแบบแผนของการนำเสนอสาระที่ไม่สับสนเข้าใจง่าย เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สกรีนไว้สำหรับกรใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนักผู้ใดเห็นไปใช้ประโยชน์ด้านการศึกษา ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. กิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นหลัก กิจกรรมการเรียนการสอนที่ดีจะต้องมีความน่าสนใจ ความเหมาะสมและความคิดริเริ่ม ดังนี้

3.1 ความน่าสนใจ หมายถึง กิจกรรมที่นำมาใช้ชวนให้น่าติดตามไม่เบื่อหน่าย

3.2 ความเหมาะสม หมายถึง กิจกรรมที่นำมาใช้จะต้องทำให้เกิดการเรียนรู้ตามจุดประสงค์ได้จริง

3.3 ความคิดริเริ่ม หมายถึง การที่นำเอากิจกรรมใหม่ๆ ที่ท้าทายมาสอดแทรกช่วยให้เกิดการเรียนรู้

4. สื่อการเรียนการสอนที่ดีจะต้องมีคุณสมบัติของความน่าสนใจ ความประหยัดและการช่วยให้เกิดการเรียนรู้ได้เร็ว ดังนี้

4.1 ความน่าสนใจ หมายถึง สื่อที่ช่วยให้น่าติดตาม ไม่น่าเบื่อ ช่วยให้เกิดการเรียนรู้ได้เร็ว หมายถึง สื่อนั้นจะต้องใช้ได้ผลในการทำให้ผู้เรียนรู้ได้จริง และตรงกับเนื้อหาที่ใช้เรียน

4.2 ความประหยัด หมายถึง สื่อที่ใช้นั้นราคาแพงอยู่ในระดับสถานศึกษารับผิดชอบได้

5. การวัดและประเมินผล

การวัดและประเมินผลที่ระบุไว้ในแผนการเรียนรู้ที่ดีควรมีคุณสมบัติของความเที่ยงตรง ความเชื่อถือได้ และความสามารถประยุกต์ได้ ดังนี้

5.1 ความเที่ยงตรง หมายถึง เครื่องมือวิธีการที่ใช้ในการวัดผลของแต่ละแผนนั้นๆ ต้องสอดคล้องและตรงตามจุดประสงค์ที่ระบุไว้ในแผนการเรียนรู้นั้นๆ และรวมทั้งตรงตามเนื้อหาที่ใช้ประกอบการสอน

5.2 ความเชื่อถือได้ หมายถึง เครื่องมือ วิธีการที่ใช้ในการวัดผลของแต่ละแผนนั้นๆ ต้องสอดคล้อง และตรงตามจุดประสงค์ที่ระบุไว้ในแผนการเรียนรู้นั้นๆ และรวมทั้งตรงตามเนื้อหาที่ใช้ประกอบการสอน

5.3 ความสามารถประยุกต์ได้ หมายถึง การประเมินที่ระบุไว้สามารถประเมินได้จริงมิใช่แค่ระบุไว้เฉย ๆ

6. ความสอดคล้องขององค์ประกอบต่างๆ ของแผนการเรียนรู้ ความสอดคล้องของแผนการเรียนรู้นี้ ให้พิจารณาความสอดคล้องของเรื่อง จุดประสงค์การเรียนการสอน เนื้อหาสาระ กิจกรรมการเรียนการสอน สื่อการเรียนการสอน ประเมินผลตลอดทั้งแผนนั้นๆ

## 2.3 แนวคิดการพัฒนาบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

### 2.3.1 ความหมายของบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

จินตวีร์ คล้ายสังข์ (2556 : 1) ได้กล่าวถึงบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตว่า เป็นการเรียนการสอนที่รวมถึงการถ่ายทอดเนื้อหา การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนตลอดจนการวัดและประเมินผลผ่านตัวอักษรภาพนิ่ง ผสมผสานกับการใช้ภาพเคลื่อนไหว วิดิทัศน์ และเสียง โดยอาศัยเทคโนโลยีของเว็บในการถ่ายทอด

ศุภชัย สุชนะนรินทร์ และ กรรณก วงศ์พานิช (2545 : 19) กล่าวถึง บทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต คือ การเรียนทางไกล เป็นการเรียนที่ใช้เทคโนโลยีต่าง ๆ ที่มีบนโลกมาใช้เรียนผ่านทางคอมพิวเตอร์โดยอาศัยเครือข่ายของอินเทอร์เน็ตมาช่วย เป็นการศึกษาที่ไร้ขอบเขตสามารถทำกิจกรรมบนห้องเรียนออนไลน์ได้โดยไม่มีข้อจำกัดในเรื่องเวลา ระยะเวลา และสถานที่ในการเรียนการสอน และยังสามารถตอบสนองต่อศักยภาพและความสามารถของผู้เรียนได้ดี

ชุนทพงศ์ ไทยอุบลรัตน์ (2545 : 26-28) กล่าวถึงความหมายของคำว่า บทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต หมายถึง รูปแบบการเรียนการสอนแบบใหม่ที่มีการประยุกต์ใช้เทคโนโลยี สื่ออิเล็กทรอนิกส์สมัยใหม่ มีวัตถุประสงค์ที่เอื้ออำนวยให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้องค์ความรู้ (Knowledge) ได้โดยไม่จำกัดเวลาและสถานที่ (Anywhere-Anytime Learning) เพื่อให้ระบบการเรียนการสอนเป็นไปได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้นและเพื่อให้ผู้เรียนสามารถบรรลุวัตถุประสงค์ของกระบวนการวิชาที่เรียนนั้น ๆ

สรุปได้ว่า บทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต หมายถึง เป็นรูปแบบการเรียนการสอนที่ใช้เทคโนโลยีต่าง ๆ ผ่านทางคอมพิวเตอร์ โดยอาศัยเทคโนโลยีของเว็บ (Web Technology) ในการถ่ายทอดเนื้อหาในการบริหารจัดการงานสอนด้านต่างๆ มีการปฏิสัมพันธ์และการสื่อสารที่เอื้ออำนวยให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้โดยไม่จำกัดเวลาและสถานที่ (AnywhereAnytime Learning)

### 2.3.2 ประเภทของบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

วัชรพล วิบูลยศรีน (2557 : 134) ได้แบ่งประเภทของการสอนบนเว็บออกเป็น 3 ประเภทตามปริมาณของการเรียนการสอนและวิธีการส่งผ่าน ไว้ว่า

1. การสอนแบบใช้เว็บเป็นหลัก (Web-based instruction) เป็นรูปแบบของการศึกษาทางไกลที่การเรียนการสอนทั้งหมดส่งผ่านออนไลน์ ผู้เรียนและผู้สอนไม่มีการโต้ตอบแบบเผชิญหน้ากันหรือพบปะกัน สื่อการเรียนการสอนและการส่งงานทั้งหมดจะส่งผ่านเว็บ

2. การสอนแบบใช้เว็บช่วย (Web-enhanced instruction) ในเนื้อหาบางบทจำเป็นต้องให้ผู้สอนและผู้เรียนมาเจอกันในชั้นเรียน หรือบทเรียนทั้งหมดส่งผ่านบนเว็บ ส่วนกิจกรรมการเรียนการสอนอื่นๆ ส่งผ่านแบบเผชิญหน้าหรือมาเจอกันในชั้นเรียน

3. การสอนแบบใช้เว็บสนับสนุน (Web-supported instruction) เมื่อผู้เรียนเข้าชั้นเรียนมาพบกันตามปกติ แต่ส่งงานหรือจัดกิจกรรมเพื่อสนับสนุนกิจกรรมในชั้นเรียนบนเว็บ ซึ่งการส่งงานอาจ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รวมถึงการทำงานกลุ่ม เช่น การอภิปราย การทำโครงการร่วมกัน หรือสื่อสารกับผู้เรียนคนอื่นและผู้สอนผ่านอีเมล การค้นหาทรัพยากรบนเว็บ การใช้ห้องสมุดออนไลน์

### 2.3.3 องค์ประกอบของการเรียนการสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

วัชรพล วิบูลยศริน (2557 : 132-134) ได้ให้แนวคิดเกี่ยวกับองค์ประกอบของการสอนบนอินเทอร์เน็ตโดยสามารถแบ่งออกเป็น 4 องค์ประกอบ คือ

1. ระบบบริหารจัดการเรียนรู้ (Learning management system) เป็นระบบที่ช่วยในการจัดการห้องเรียนเสมือน มีการลงทะเบียนก่อนเข้าสู่ระบบเพื่อใช้สิทธิเข้าเรียน จัดการรายวิชาและเป็นแหล่งรวบรวมเครื่องมือต่างๆ เพื่ออำนวยความสะดวกในการจัดกลุ่มเนื้อหาและกิจกรรมการเรียนการสอน บันทึกการเข้าเรียน การสื่อสารระหว่างผู้เรียนกับผู้สอน และการรายงานผลให้กับระบบการศึกษาเมื่อผู้เรียนทำแบบทดสอบและได้รับการประเมินบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต สามารถแบ่งเป็น 5 ส่วนย่อย คือ การจัดการหลักสูตร การจัดการเนื้อหา ระบบการทดสอบและประเมินเครื่องมือใน 4 รายวิชา และระบบจัดการข้อมูล

2. เนื้อหาในบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์บนเครือข่าย (Content in courseware) เป็นองค์ประกอบที่สำคัญที่สุดสำหรับการสอนบนเว็บ เนื้อหาสาระผ่านระบบอินเทอร์เน็ตและเทคโนโลยีเว็บ โดยผู้เรียนสามารถศึกษาเนื้อหาด้วยตนเองเพื่อปรับเปลี่ยนข้อมูลเป็นความรู้ เนื้อหาดังกล่าวนำเสนอในลักษณะของสื่อประสม (ตัวอักษร ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว กราฟิก และเสียง) เน้นการออกแบบที่ใช้ขั้นตอนวิธีการ กลยุทธ์การเรียนการสอน การมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับเนื้อหาและการให้ผลป้อนกลับแก่ผู้เรียนโดยทันทีในการนำเสนอ

3. การติดต่อสื่อสาร (Communication) เป็นเครื่องมือในการติดต่อสื่อสารที่จัดให้ผู้เรียนได้ใช้ในการติดต่อสอบถามปรึกษาหารือ สนทนา แลกเปลี่ยนข้อความ ความคิดเห็นระหว่างผู้เรียนและผู้สอน และระหว่างผู้สอนกับเพื่อนร่วมชั้นเรียนคนอื่นๆ หรือดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอนในรูปแบบของการบรรยาย การสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ การอภิปรายออนไลน์อย่างไม่จำกัดเวลาและสถานที่บนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต หรืออาจจะเรียกได้ว่าเป็นห้องเรียนเสมือนก็ได้ โดยการติดต่อสื่อสารอาจแบ่งได้เป็น 2 ลักษณะ คือ แบบประสานเวลา (Synchronous) เช่น การสนทนาไอซีคิว การถ่ายทอดสัญญาณภาพและเสียงแบบสดบนเว็บ การประชุมทางไกลผ่านระบบวิดีโอ และแบบไม่ประสานเวลา (Asynchronous) เช่น ไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ กลุ่มข่าว กระดานอภิปราย กระดาน ประกาศ และบล็อก

4. การประเมิน (Assessment) เป็นการให้ผลป้อนกลับแก่ผู้เรียนเพื่อให้ทราบถึงความสามารถของตนเอง อันจะนำไปสู่การปรับวิธีการเรียนหรือพฤติกรรมเรียนได้อย่างถูกต้องโดยการประเมินความสามารถของผู้เรียนนี้จำเป็นต้องทราบระดับความรู้เดิมของผู้เรียนด้วยการทำแบบทดสอบก่อนเรียน (Pre-test) เพื่อให้ผู้เรียนได้เลือกเรียนเนื้อหาในบทเรียนที่เหมาะสมกับตนและในแต่ละบทอาจมีการสอบย่อยตอนท้าย (Quiz) หรือการประเมินระหว่างทาง และสอบท้ายเทอม ก่อนที่จะจบหลักสูตรเป็นการ

ประเมินปลายทาง นอกจากนี้ผู้เรียนควรประเมินผู้สอนและประเมินผลการจัดการเรียนการสอนเพื่อให้ผู้สอนนำข้อมูลไปปรับปรุงแก้ไขการสอนบนเว็บต่อไป

### 2.3.4 การสร้างบทเรียนบทเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

ณัฐกร สงคราม (2557 : 127-144) ได้นำเสนอโมเดลกระบวนการพัฒนาบทเรียนมัลติมีเดียเพื่อการศึกษา ดังต่อไปนี้

ขั้นที่ 1 การวางแผน (Planning) เกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์และกำหนดแผนการปฏิบัติงาน มีขั้นตอนการวางแผนประกอบด้วย

1. กำหนดเป้าหมาย ผู้พัฒนาบทเรียนจะต้องกำหนดเป้าหมายของการเรียนให้ชัดเจนว่าผู้เรียนคือใคร ต้องการให้ผู้เรียนรู้อะไร หรือบอกว่าผู้เรียนสามารถทำอะไรได้บ้างหลังจากการศึกษบทเรียนแล้ว อย่างไรก็ตามการกำหนดเป้าหมายในขั้นนี้อาจไม่จำเป็นต้องระบุพฤติกรรมที่ต้องการให้เกิดขึ้น แต่อาจกล่าวในลักษณะของวัตถุประสงค์กว้างๆ ทั่วไปไว้ก่อน

2. วิเคราะห์ปัจจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อนำมาเป็นข้อมูลในการวางแผนการปฏิบัติงานและออกแบบบทเรียน ซึ่งปัจจัยที่เกี่ยวข้องได้แก่

2.1 กลุ่มเป้าหมายและความต้องการในการเรียน โดยศึกษาลักษณะของผู้เรียนไม่ว่าจะเป็นอายุ ระดับความรู้พื้นฐาน ฐานะ ศาสนา สภาพแวดล้อม ค่านิยม ทศนคติ พฤติกรรมหรือรูปแบบการเรียน เป็นต้น และความต้องการในการเรียนว่าเรียนเพราะเหตุผลใด เรียนเพราะจำเป็นต้องเรียนตามหลักสูตรหรือเรียนตามความสนใจ

2.2 เนื้อหาวิชา เป็นการวิเคราะห์เพื่อกำหนดขอบข่ายของเนื้อหา โดยพิจารณาจากเป้าหมายที่กำหนดไว้ว่าเนื้อหาใดที่ต้องการถ่ายทอดไปสู่ผู้เรียน จากนั้นจึงศึกษาว่าเนื้อหาที่ต้องการนำเสนอ นั้นมีขอบเขตที่เกี่ยวข้องเพียงใด ประกอบด้วยหัวข้อใดบ้าง จำเป็นต้องนำเสนอหรือไม่จำเป็น จากนั้นจัดลำดับเนื้อหาให้มีความสัมพันธ์ต่อเนื่องกัน โดยกำหนดออกมาเป็นหัวข้อใหญ่และหัวข้อย่อย การวิเคราะห์เนื้อหา นับว่ามีความสำคัญอย่างยิ่ง เนื่องจากผลที่ได้จากขั้นตอนนี้จะส่งผลถึงขั้นตอนต่อไป ถ้าการวิเคราะห์เนื้อหาไม่สมบูรณ์ จะทำให้บทเรียนที่สร้างขึ้นไม่มีประสิทธิภาพที่จะนำไปใช้งานตามวัตถุประสงค์ได้ ในขั้นนี้จึงต้องกระทำด้วยความรอบคอบและต้องใช้ข้อมูลจากแหล่งต่างๆ เข้าช่วย รวมทั้งต้องอาศัยผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความสมบูรณ์ของเนื้อหาที่ได้จากการวิเคราะห์

2.3 ทรัพยากรต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง เป็นการวิเคราะห์ทรัพยากรทั้งหมดที่จะต้องใช้ในการพัฒนาบทเรียนทั้งด้านของแหล่งข้อมูล บุคลากร ฮาร์ดแวร์ และซอฟต์แวร์ รวมทั้งงบประมาณ การวิเคราะห์แหล่งข้อมูลเพื่อที่จะทราบว่าจะสามารถรวบรวมข้อมูลต่างๆ ที่เกี่ยวข้องจากเอกสาร ตำรา ฯลฯ หรือแหล่งข้อมูลที่เป็นบุคคลจากที่ใดได้บ้าง การวิเคราะห์บุคลากรในการผลิตเพื่อให้ทราบว่าบุคคลากรรองรับบทบาทหน้าที่ใดได้บ้าง หน้าที่ใดไม่มีจะได้เตรียมหามาเสริม หรือมีฮาร์ดแวร์ และซอฟต์แวร์ใดบ้าง เพื่อที่จะช่วยสนับสนุนการปฏิบัติงาน และต้องจัดหาเพิ่มเติม ส่วนงบประมาณถือว่าเป็นอีกปัจจัยที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำคัญเพราะเป็นส่วนขับเคลื่อน ซึ่งต้องทำการวิเคราะห์ว่าจะใช้งบประมาณเท่าใดในการพัฒนา มีแหล่งเงินทุนหรือไม่ ถ้าไม่มีจะหาได้จากที่ใด

3. กำหนดแผนการปฏิบัติงาน นำข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์มาทำการวางแผนการปฏิบัติงาน โดยแบ่งขั้นตอนการทำงานออกเป็นระยะๆ แต่ละช่วงมีภารกิจใดที่ต้องดำเนินการ ใครบ้างที่เกี่ยวข้องและเป็นผู้รับผิดชอบ ควรใช้เวลาเท่าใด โดยมีเป้าหมายที่ชัดเจนเป็นตัวชี้วัดความสำเร็จในแต่ละขั้น

ขั้นที่ 2 การออกแบบ (Design) เริ่มจากการกำหนดวัตถุประสงค์ของบทเรียน การเขียนเนื้อหา และกิจกรรมการเรียนการสอน จากนั้นจึงนำเนื้อหาและกิจกรรมที่ได้ไปออกแบบ ซึ่งที่ขั้นตอนการออกแบบ ดังนี้

1. เขียนวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม เป็นการนำวัตถุประสงค์ทั่วไปที่ได้กำหนดไว้ในขั้นการวางแผนมาเขียนเป็นรูปแบบวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม ซึ่งจะบ่งบอกสิ่งที่คาดหวังว่าผู้เรียนจะแสดงพฤติกรรมใดๆ ออกมาหลังจากสิ้นสุดการเรียนรู้ โดยที่พฤติกรรมนั้นจะต้องวัดได้หรือสังเกตได้ คำที่ระบุในวัตถุประสงค์ประเภทนี้จึงเป็นคำกริยาที่ชี้เฉพาะ เช่น อธิบาย แยกแยะ เปรียบเทียบ วิเคราะห์ เป็นต้น

2. เขียนเนื้อหา การวิเคราะห์เนื้อหาในขั้นตอนการวางแผน ทำให้ทราบขอบเขตของเนื้อหาบทเรียนที่ต้องการนำเสนอ ในขั้นตอนนี้จะต้องรวบรวมเนื้อหาจากแหล่งข้อมูลต่างๆ รวมทั้งจากผู้เชี่ยวชาญ มาทำการเขียนเรียบเรียงใหม่ตามหัวข้อที่วางแผนไว้ โดยพิจารณาให้เหมาะสมต่อการนำเสนอด้วยบทเรียนมัลติมีเดีย รูปแบบการเขียนอาจใช้วิธีการเหมือนการเขียนหนังสือหรือบทความ แต่ควรใช้ประโยคที่สั้นกระชับได้ใจความ

3. กำหนดรูปแบบ กลวิธีในการสอน และวิธีการประเมินผล เป็นการนำเนื้อหาที่ได้มาพิจารณาว่าจะทำการเรียนการสอนอย่างไร ซึ่งโดยปกติรูปแบบและกลวิธีในการสอนมีความแตกต่างกันออกไป ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่าง เช่น วัตถุประสงค์ของบทเรียน ผู้เรียน สภาพแวดล้อมของห้องเรียนและสื่อการสอน เป็นต้น ผู้ที่มีประสบการณ์ในการสอนจะสามารถคิดหารูปแบบในการสอนได้เร็วและหลากหลาย ดังนั้น ในขั้นนี้ผู้ออกแบบการสอนควรต้องหากคนช่วยคิด เพื่อให้ได้รูปแบบหลายๆ รูปแบบโดยอาจใช้เทคนิคระดมสมอง (Brainstorming) และต้องคิดวิธีการประเมินผลการเรียนรู้เพื่อที่จะพิจารณาว่าผู้เรียนบรรลุวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้หรือไม่ แนวคิดและรูปแบบที่เกิดขึ้นจากการระดมสมองนี้จะถูกพิจารณาร่วมกันอีกครั้งหนึ่งว่าจะเลือกใช้รูปแบบและกลวิธีใดที่เหมาะสมที่สุดและพัฒนาออกมาเป็นแผนการเรียนรู้ในที่สุด

4. วางโครงสร้างของบทเรียนและเส้นทางการควบคุมบทเรียน การออกแบบโครงสร้างของบทเรียนเป็นการกำหนดความสัมพันธ์ของส่วนประกอบต่างๆ ในบทเรียนแบบคร่าวๆ ไม่ว่าจะเป็นส่วนนำ ส่วนเนื้อหา ส่วนแบบฝึกหัด ส่วนแบบทดสอบ เป็นต้น นอกจากนี้โครงสร้างยังแสดงให้เห็นภาพรวมของลักษณะการเข้าสู่แต่ละส่วนในบทเรียนว่ามีเส้นทางใดบ้าง ผู้เรียนสามารถเรียนในลักษณะเส้นตรงหรือไม่เป็นเส้นตรง โดยส่วนใหญ่การวางโครงสร้างบทเรียนและเส้นทางการควบคุมบทเรียนนี้จะพิจารณาจากข้อข่ายของเนื้อหาและรูปแบบการเรียนการสอน รวมทั้งพิจารณาลักษณะของผู้เรียนเพื่อการออกแบบการใช้งานที่เหมาะสม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. เขียนผังการทำงาน (Flow Chart) ของโปรแกรม ผังการทำงาน หมายถึง แผนภูมิที่แสดงความสัมพันธ์ของเนื้อหาแต่ละเฟรมหรือแต่ละส่วนตั้งแต่เริ่มต้นจนจบของบทเรียนในลักษณะที่ละเอียดขึ้นกว่าดูจากโครงสร้าง โครงสร้างอาจจะบอกได้ในภาพรวม แต่ผังงานจะเกี่ยวข้องไปถึงทางเลือกต่างๆ ที่ผู้เรียนโต้ตอบกับบทเรียน เช่น การให้ผลป้อนกลับในการฝึกปฏิบัติ ผังงานจะแสดงให้เห็นว่าหากผู้เรียนตอบถูกจะไปที่ใด ตอบผิดครั้งแรกจะไปที่ใด ครั้งที่ 2 จะไปที่ใด เป็นต้น รูปแบบการเขียนผังงานนิยมใช้รูปแบบและสัญลักษณ์เดียวกับการเขียน Flow Chart ของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ซึ่งความละเอียดในการเขียนผังงาน ขึ้นอยู่กับความซับซ้อนของเนื้อหาและการทำงานของโปรแกรมบทเรียน ยิ่งผังงานมีความละเอียดมากเท่าไรก็จะง่ายต่อผู้ที่นำผังงานไปใช้ต่อ เช่น ผู้เขียนสตอรี่บอร์ด หรือโปรแกรมเมอร์

6. ร่างส่วนประกอบต่างๆ ในหน้าจอ (Interface Layout) เมื่อดำเนินการมาถึงขั้นตอนนี้แล้ว จะทำให้เราเกิดภาพของหน้าจอคร่าวๆ ในใจ ว่าบทเรียนจะประกอบด้วยส่วนใดบ้าง ส่วนเนื้อหาเป็นอย่างไร มีหัวข้อใหญ่หัวข้อรองกี่ระดับ แบบฝึกหัดหรือแบบทดสอบเป็นอย่างไร มีระบบการเข้าถึงข้อมูล (Navigation) อย่างไร มีปุ่มควบคุมบทเรียนกี่ปุ่ม ซึ่งผู้ออกแบบควรร่างส่วนประกอบต่างๆ เหล่านี้ออกมาให้สามารถมองเห็นตำแหน่งของส่วนประกอบต่างๆ เพื่อให้ผู้ที่ทำหน้าที่ผลิตสตอรี่บอร์ดในขั้นต่อไปได้นำไปใช้เป็นแนวทาง ในกรณีที่เป็นชุดบทเรียนหลายๆ เรื่อง นิยมทำออกมาในลักษณะ Template แบบต่างๆ เพื่อให้ง่ายต่อการใช้งาน

7. สตอรี่บอร์ด (Storyboard) จากผังการทำงานและร่างหน้าจอในขั้นที่แล้ว ทีมพัฒนาจะนำมาขยายรายละเอียดออกเป็นสตอรี่บอร์ดของบทเรียนมัลติมีเดีย ซึ่งมักจะเป็นแบบฟอร์มกระดาษที่แสดงรายละเอียดแต่ละหน้าจอตั้งแต่เฟรมแรกจนถึงเฟรมสุดท้ายของบทเรียนว่าจะนำเสนอข้อมูลในเฟรมนั้นด้วยวิธีการแบบใด โดยแสดงภาพหน้าจอ พร้อมทั้งรายละเอียดของข้อความและลักษณะของภาพ และเงื่อนไขต่างๆ ในเฟรมนั้น เช่น ถ้านำเสนอด้วยข้อความและภาพหนึ่ง ก็จะบอกรายละเอียดว่าข้อความเขียนว่าอย่างไร ภาพประกอบคือภาพอะไร และอยู่ในตำแหน่งใดบ้างของหน้าจอ หรือถ้านำเสนอด้วยภาพเคลื่อนไหวหรือปฏิสัมพันธ์ ก็จะนำเสนอว่าภาพนั้นมีการเคลื่อนไหวอย่างไร จากตำแหน่งไหนไปที่ใดของหน้าจอ ปฏิสัมพันธ์มีการแสดงและโต้ตอบกับผู้เรียนอย่างไร ถ้าผู้เรียนคลิกเมาส์แล้วโปรแกรมจะตอบสนองอย่างไร เป็นต้น การสร้างสตอรี่บอร์ดจึงต้องมีความละเอียดรอบคอบและสมบูรณ์ เพื่อให้การสร้างบทเรียนในขั้นต่อไปทำได้ง่ายและเป็นระบบ อีกทั้งยังสะดวกต่อการแก้ไขบทเรียนในภายหลัง

### ขั้นที่ 3 การพัฒนา (Development)

เมื่อผ่านกระบวนการออกแบบทุกอย่างแล้ว ก็มาถึงขั้นตอนสำคัญที่ต้องถ่ายทอดสิ่งที่ออกแบบไว้ในสตอรี่บอร์ดออกมาเป็นโปรแกรมบทเรียนมัลติมีเดียที่สามารถใช้งานได้จริง ซึ่งบทบาทสำคัญในขั้นตอนนี้อยู่ที่การจัดหาส่วนประกอบการนำเสนอ และการเขียนโปรแกรมบทเรียน ซึ่งหากมีการวางแผนและออกแบบที่ดีแล้ว การปฏิบัติงานในขั้นนี้ก็จะเป็นไปอย่างสะดวก รวดเร็ว ขั้นตอนการพัฒนาประกอบด้วย

#### 1. เตรียมสื่อในการนำเสนอเนื้อหา ทำการวิเคราะห์สตอรี่บอร์ดว่าในแต่ละหน้าจอต้องใช้สื่อใด

ประกอบการนำเสนอเนื้อหาบ้าง หากเป็นไปได้ควรแยกออกมาเป็นรายการในแต่ละประเภทเพื่ออำนวยความสะดวกและเป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความสะดวกแก่ผู้รับผิดชอบ โดยต้องมีผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาและด้านการออกแบบการเรียนการสอน พิจารณาความถูกต้องและเหมาะสมของสื่อที่จัดทำมา

1.1 การเตรียมข้อความ วิธีการเตรียมข้อความ ควรจัดการพิมพ์ข้อความและบันทึกในรูปแบบไฟล์ข้อมูลประเภท Word หรือ Text

1.2 การเตรียมภาพและกราฟฟิก ทั้งภาพนิ่งและภาพเคลื่อนไหวในรูปแบบไฟล์คอมพิวเตอร์ การเตรียมภาพนิ่ง อาจใช้วิธีการหาจากภาพที่มีอยู่แล้วจากแหล่งต่างๆ แต่ต้องระวังเรื่องลิขสิทธิ์หรือหากเป็นไปได้ก็ควรถ่ายภาพหรือวาดขึ้นมาใหม่เพื่อป้องกันปัญหา

1.3 การเตรียมเสียง ต้องจัดหาเสียงประเภทต่างๆ ทั้งเสียงบรรยาย เสียงดนตรีและเสียงประกอบ โดยการบันทึกเสียงขึ้นมาใหม่หรือการจัดหาอย่างถูกต้องตามลิขสิทธิ์ ในส่วนของเสียงบรรยายควรจะตัดต่อเสียงทั้งหมดและบันทึกแยกเป็นไฟล์ของแต่ละเฟรมเพื่อให้สะดวกต่อการเขียนโปรแกรม

1.4 การเตรียมวีดิทัศน์ หากต้องทำการถ่ายทำวีดิทัศน์ขึ้นมาใหม่ ขั้นตอนนี้ก็เปรียบได้กับการทำสื่ออีกชิ้นหนึ่ง ซึ่งผู้รับผิดชอบต้องเตรียมสคริปต์ อุปกรณ์ สถานที่ นักแสดงให้พร้อม หลังจากบันทึกแล้วก็ต้องนำมาตัดต่อให้พอดีกับเวลาที่กำหนด จากนั้นจึงแปลงเป็นไฟล์ที่โปรแกรมเมอร์ต้องการ เพราะไฟล์วีดิโอบางอย่างไม่สามารถแสดงผลได้ดีเมื่อต้องนำมาใช้ประกอบโปรแกรมมัลติมีเดีย

2. เตรียมกราฟิกที่ใช้ตกแต่งหน้าจอ ทำการสร้างกราฟิกหลักที่จะนำไปใช้ในหน้าจอ เช่น พื้นหลังของหน้าจอซึ่งอาจแตกต่างกันในแต่ละส่วนของบทเรียนแต่ต้องเข้ากับส่วนนั้นๆ หรือปุ่มควบคุมบทเรียนที่ต้องออกแบบให้สื่อถึงหน้าที่การใช้งาน นอกจากนี้ยังอาจรวมถึงการออกแบบส่วนนำ (Title) หรือส่วนอื่นๆ ที่ไม่ใช่กราฟิกประกอบการนำเสนอเนื้อหา โดยภาพและเสียงประกอบอาจนำมาจากไฟล์ที่เตรียมไว้ในขั้นที่แล้ว จากนั้นจึงบันทึกไฟล์แยกไว้ให้โปรแกรมเมอร์นำไปประกอบในขั้นตอนต่อไป

3. การเขียนโปรแกรม การใช้โปรแกรมสร้างงานมัลติมีเดีย ไม่ว่าจะเป็นโปรแกรมสำเร็จรูป เช่น Flash, Authorware, ToolBook, Director เป็นต้น ในขั้นตอนนี้ผู้เขียนโปรแกรมต้องนำกราฟิกหน้าจอรวมทั้งภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว วีดิทัศน์ และเสียงที่ได้จัดเตรียมไว้แล้วมาประกอบลงในโปรแกรมจนสมบูรณ์สวยงาม

4. ทดสอบการใช้งานเบื้องต้น ต้องทำการทดสอบการใช้งานบทเรียนเบื้องต้น โดยร่วมกันตรวจสอบการใช้งานเพื่อหาข้อผิดพลาดของโปรแกรม (Bug) และทำการปรับปรุงแก้ไข จากนั้นทำการทดสอบการใช้งานอีกครั้งจนมั่นใจว่าโปรแกรมไม่มีข้อผิดพลาดใดๆ

5. สร้างคู่มือการใช้งานและบรรจุภัณฑ์ การสร้างคู่มือการใช้งาน เป็นการอำนวยความสะดวกแก่กลุ่มเป้าหมายที่จะนำบทเรียนไปใช้ ซึ่งอาจต้องแบ่งเป็นคู่มือสำหรับผู้สอน และคู่มือสำหรับผู้เรียน ภายในคู่มือนอกจากจะบอกวิธีการใช้งานโปรแกรมแล้ว ควรบอกคุณสมบัติของเครื่องคอมพิวเตอร์และระบบปฏิบัติการที่เหมาะสม รวมทั้งวิธีการแก้ไขปัญหาที่อาจพบในการใช้งาน ในส่วนของคู่มือครูอาจเพิ่มคำแนะนำเกี่ยวกับขั้นตอนการเรียนการสอนและบทบาทที่ผู้สอนควรปฏิบัติ เพื่อให้การนำบทเรียนไปใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กับผู้เรียนมีประสิทธิภาพมากขึ้น ส่วนบรรจุกณฑ์เป็นการสร้างภาพลักษณ์ให้บทเรียน บางครั้งอาจแสดงวิธีการใช้โปรแกรมลงในบรรจุกณฑ์ก็ได้

ขั้นที่ 4 การประเมินและปรับปรุง (Evaluation and Revise) เป็นการนำบทเรียนมัลติมีเดียที่ได้รับการพัฒนาแล้วไปผ่านกระบวนการประเมินคุณภาพ เริ่มจากการนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาและด้านสื่อ พิจารณาความถูกต้อง ความสมบูรณ์ และความเหมาะสมของบทเรียนแล้วจึงนำมาปรับปรุงแก้ไขก่อนจะนำไปทดลองใช้สอนกับกลุ่มเป้าหมายจริง เริ่มจากการทดลองในลักษณะนำร่อง (Pilot Testing) กับตัวอย่างไม่กี่คน แล้วค่อยนำไปทดลองภาคสนาม (Field Testing) กับกลุ่มเป้าหมายขนาดใหญ่ โดยพิจารณาจากผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนและความคิดเห็นที่มีต่อการเรียน ขั้นตอนการประเมินและปรับปรุง ประกอบด้วย

การประเมินคุณภาพโดยผู้เชี่ยวชาญ (Expert Evaluation) เป็นการนำบทเรียนมัลติมีเดียไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาและด้านสื่อตรวจสอบ ควรให้ผู้เชี่ยวชาญมากกว่า 1 คน เป็นผู้ตรวจสอบ จากนั้นนำข้อเสนอแนะและคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญมาทำการปรับปรุงแก้ไขสื่อโดยจะต้องเลือกข้อเสนอแนะที่สามารถนำไปปรับปรุงได้อย่างแท้จริง การประเมินคุณภาพโดยผู้เชี่ยวชาญ อาจใช้วิธีการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญหลักจากให้ทดลองใช้งานบทเรียนแล้ว หรือให้ทำแบบประเมินคุณภาพ ซึ่งแนวทางการประเมินแต่ละด้าน มีดังนี้

1. การประเมินด้านเนื้อหา ควรให้ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาประเมินครอบคลุมในหลายประเด็น เช่น ความถูกต้องสมบูรณ์ ความทันสมัย ปริมาณเนื้อหา โครงสร้างและการแบ่งหมวดหมู่เนื้อหา การใช้ภาษา ความยากง่าย รวมทั้งข้อคำถามในแบบทดสอบ เป็นต้น

2. การประเมินด้านสื่อ ควรให้ผู้เชี่ยวชาญสื่อประเมินคุณภาพสื่อใน 3 ด้าน คือ

1. ด้านการออกแบบการเรียนการสอน ต้องมีการพิจารณาเกี่ยวกับวัตถุประสงค์ของบทเรียน การออกแบบวิธีการนำเสนอที่เอื้อต่อการเรียนรู้ ความเหมาะสมกับความรู้ความสามารถของผู้เรียน รูปแบบปฏิสัมพันธ์ การตอบสนองความต้องการของผู้เรียนที่มีลักษณะแตกต่างกัน และวิธีการประเมินผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียน

2. ด้านการออกแบบหน้าจอ พิจารณาเกี่ยวกับการออกแบบข้อความ ภาพ กราฟิก เสียง วิดีทัศน์ การจัดวางองค์ประกอบในหน้าจอ รวมทั้งการออกแบบปุ่มควบคุมบทเรียน

3. ด้านการใช้งาน พิจารณาเกี่ยวกับความเหมาะสมในการนำบทเรียนไปใช้งาน คู่มือการใช้งาน เอกสารประกอบการเรียนรวมทั้งการออกแบบกล่องบรรจุกณฑ์

การทดลองใช้กับผู้เรียน (Learner Try-out) ถึงแม้ว่าเราจะนำข้อเสนอแนะจากผู้เชี่ยวชาญมาปรับปรุงแก้ไขสื่อ แต่ก็ไม่ได้หมายความว่าสื่อชิ้นนั้นจะมีประสิทธิภาพ トラบใดที่ยังไม่ได้นำไปทดลองใช้กับผู้เรียน ซึ่งการทดลองใช้กับผู้เรียนที่เป็นกลุ่มเป้าหมายของบทเรียน แบ่งเป็น 2 ขั้นตอน คือ

1. Pilot Testing ขั้นแรกในการทดลองใช้บทเรียนกับผู้เรียน คือ หากกลุ่มตัวอย่างที่เป็นตัวแทนของกลุ่มผู้เรียนจริง 3 คน ซึ่งเป็นนักเรียนที่มีผลการเรียนดี ปานกลาง และไม่ดี การเลือกกลุ่มตัวอย่างที่ละกันจะช่วยให้ผู้ออกแบบบทเรียนได้เห็นปัญหาที่เกิดขึ้นกับผู้เรียนแต่ละระดับชัดเจน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขึ้นขณะทดสอบบทเรียน ผู้ทดสอบควรสังเกตพฤติกรรมกรรมการเรียน การตอบคำถาม การควบคุมบทเรียน และเวลาที่ใช้ในการเรียนของแต่ละคน โดยก่อนการทดลองผู้เรียนควรได้รับทราบเหตุผลของการเรียน ทั้งนี้เพื่อผู้เรียนจะได้สังเกตและให้คำแนะนำโดยละเอียดและชัดเจนขึ้น ผลการประเมินหากพบว่าบทเรียนดังกล่าวมีจุดใดบกพร่อง ก็ควรทำการแก้ไขปรับปรุง

2. Field Testing ขึ้นตอนต่อมานำบทเรียนที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทำการทดลองใหม่กับกลุ่มตัวอย่างที่เป็นตัวแทนของกลุ่มผู้เรียนจริง จำนวนไม่น้อยกว่า 30 คน เพื่อประสิทธิภาพของบทเรียน โดยพยายามจัดสภาพการณ์ให้เหมือนกับการใช้งานจริง ก่อนการทดลองควรให้ผู้สอนชี้แจงวัตถุประสงค์ของบทเรียนและแนะนำขั้นตอนการใช้งานบทเรียนอย่างคร่าวๆ แล้วให้ผู้เรียนทดลองเรียนรู้อากจากบทเรียนด้วยตนเอง

3. การปรับปรุงแก้ไข (Revise) ควรวิเคราะห์ผลที่ได้จากการประเมินทั้งหมด โดยการพิจารณาความสอดคล้องและแตกต่างจากความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญและความคิดเห็นจากกลุ่มตัวอย่าง รวมทั้งเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียนของกลุ่มตัวอย่าง เมื่อพบข้อบกพร่องแล้วที่ผู้พัฒนาต้องระดมสมองเพื่อหาสาเหตุของปัญหาว่ามาจากขั้นตอนใด ในกระบวนการพัฒนาทั้งหมด และมีแนวทางปรับปรุงแก้ไขจุดช่องโหว่ในจุดนั้นอย่างไร จากนั้นจึงทำการปรับปรุงแก้ไขเพื่อให้บทเรียนมีคุณภาพเพียงพอที่จะนำไปใช้งานจริง

### 2.3.5 คุณภาพของบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

ผู้วิจัยได้ศึกษาการตรวจสอบคุณภาพของบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต โดยพบว่าแบ่งออกเป็น 2 ด้าน คือ ตรวจสอบคุณภาพด้านเนื้อหา และตรวจสอบคุณภาพด้านเทคโนโลยีมัลติมีเดีย ซึ่ง ไพโรจน์ ตรีธนะกุล และคณะ (2546 : 197-204) ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

#### 1. เกณฑ์ในการตรวจสอบคุณภาพของบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

เกณฑ์ในการตรวจสอบคุณภาพมัลติมีเดียของบทเรียน โดยการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญทั้ง 2 ด้าน ดังนี้

##### 1. การตรวจสอบโดยผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา

การตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญทางด้านเนื้อหา ได้แบ่งเกณฑ์ออกเป็น 3 ส่วน คือ

##### 1.1 เกณฑ์ตรวจสอบเนื้อหา

##### 1.1.1 ความถูกต้องของการนำเสนอเนื้อหาบนหน้าจอ

##### 1.1.1.1 ตรวจสอบเนื้อหาสาระบนหน้าจอถูกต้องตามกรอบการสอนที่ออกแบบไว้

##### 1.1.1.2 มีวิธีการลำดับการนำเสนอเนื้อหาสาระบนหน้าจอเหมาะสม

##### 1.1.2 ความถูกต้องของเนื้อหาที่นำเสนอโดยสื่อที่เหมาะสม

##### 1.1.2.1 ความถูกต้องตามเนื้อหาของสื่อกราฟิก

##### 1.1.2.2 ความถูกต้องตามเนื้อหาของสื่อภาพนิ่ง

##### 1.1.2.3 ความถูกต้องตามเนื้อหาของสื่อเสียง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- 1.1.2.4 ความถูกต้องตามเนื้อหาของสื่อภาพเคลื่อนไหว
- 1.1.2.5 ความถูกต้องตามเนื้อหาของสื่อวีดิทัศน์
- 1.1.3 ความถูกต้องของวิธีการปรากฏสื่อ
  - 1.1.3.1 วิธีการปรากฏสื่อกราฟิกบนหน้าจอถูกต้องเหมาะสม
  - 1.1.3.2 วิธีการปรากฏสื่อภาพนิ่งบนหน้าจอถูกต้องเหมาะสม
  - 1.1.3.3 วิธีการปรากฏสื่อเสียงบนหน้าจอถูกต้องเหมาะสม
  - 1.1.3.4 วิธีการปรากฏสื่อภาพเคลื่อนไหวบนหน้าจอถูกต้องเหมาะสม
  - 1.1.3.5 วิธีการปรากฏสื่อวีดิทัศน์บนหน้าจอถูกต้องเหมาะสม
- 1.2 เกณฑ์ตรวจสอบการปฏิสัมพันธ์
  - 1.2.1 การปฏิสัมพันธ์ในบทเรียน
    - 1.2.1.1 การปฏิสัมพันธ์บนหน้าจอถูกต้องตามกรอบการสอน
    - 1.2.1.2 วิธีการนำเสนอปฏิสัมพันธ์เหมาะสมกับเนื้อหาสาระ
    - 1.2.1.3 มีการให้ผลย้อนกลับอย่างเหมาะสมทันทีทันใด
  - 1.2.2 การปฏิสัมพันธ์ในแบบฝึกหัด
    - 1.2.2.1 การปฏิสัมพันธ์บนหน้าจอถูกต้องตามกรอบการสอน
    - 1.2.2.2 มีการให้ผลย้อนกลับอย่างเหมาะสมทันทีทันใด
    - 1.2.2.3 วิธีการนำเสนอการย้อนกลับสร้างการเรียนรู้เพิ่มขึ้น
    - 1.2.2.4 วิธีการให้ผลย้อนกลับสื่อความหมายได้ชัดเจน
  - 1.2.3 การปฏิสัมพันธ์ในแบบทดสอบ
    - 1.2.3.1 การปฏิสัมพันธ์บนหน้าจอถูกต้องตามกรอบการสอน
    - 1.2.3.2 มีวิธีการแจ้งผลการทดสอบที่เหมาะสมและสื่อความหมายชัดเจน
- 1.3 เกณฑ์ตรวจสอบโครงสร้างของบทเรียน
  - 1.3.1 โครงสร้างของบทเรียนเป็นไปตามที่ออกแบบไว้
  - 1.3.2 วิธีการเข้าถึงเนื้อหาง่ายและสะดวก
  - 1.3.3 การเชื่อมโยงเนื้อหาเหมาะสม เข้าใจง่าย
  - 1.3.4 ความสมบูรณ์ของการเชื่อมโยงและการเปลี่ยนหน้าจอดีเหมาะสมกับการเรียน
  - 1.3.5 การออกจากโปรแกรมสะดวก
- 2. การตรวจสอบโดยผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีมีลติมีเดีย
 

การตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีมีลติมีเดียได้แบ่งเกณฑ์ออกเป็น 3 ส่วน คือ

  - 2.1 เกณฑ์พิจารณาการนำเสนอมีลติมีเดีย
    - 2.1.1 องค์ประกอบของหน้าจอ
      - 2.1.1.1 องค์ประกอบในการจัดแบ่งหน้าจอ ได้แก่ ส่วนหัว ส่วนเสนอเนื้อหาและ

#### ส่วนควบคุมหน้าจอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.1.2 องค์ประกอบในการจัดวางตำแหน่งต่างๆ บนหน้าจอ

2.1.2 พื้นหลัง (Background)

2.1.2.1 สีของพื้นหลังเหมาะสมไม่รบกวนการมองหรือการอ่านเนื้อหาสาระ

2.1.2.2 สีของพื้นหลังเหมาะสมไม่ทำลายสายตา

2.1.2.3 พื้นหลังเหมาะสมกับกราฟิก ภาพประกอบ ภาพเคลื่อนไหว

2.1.2.4 สีของพื้นหลังเหมาะสมกับเนื้อหาที่นำเสนอ

2.1.3 ตัวอักษร

2.1.3.1 ขนาดของหัวข้อแต่ละระดับเหมาะสม

2.1.3.2 รูปแบบของขนาดตัวอักษรที่นำเสนอเนื้อหาสาระ

2.1.3.3 สีสีนเหมาะสม

2.1.3.4 การอ่านง่าย เหมาะสมกับกลุ่มเป้าหมาย

2.1.3.5 การพิมพ์อักษรถูกต้อง

2.1.4 ปุ่มต่างๆ

2.1.4.1 ขนาดของปุ่มมีความเหมาะสม

2.1.4.2 ตำแหน่งที่วางปุ่มมีความเหมาะสม

2.1.4.3 ความคงที่ของปุ่ม (ไม่เปลี่ยนตำแหน่งจนสับสน)

2.1.4.4 การสื่อความหมายชัดเจน เข้าใจง่าย ใช้งานง่าย

2.1.5 การเปลี่ยนหน้าจอ

2.1.5.1 การปรับเปลี่ยนหน้าจอต่อเนื่องเหมาะสม

2.1.5.2 การปรับเปลี่ยนหน้าจอคงที่ไม่เปลี่ยนรูปแบบมากเกินไป

2.1.5.3 การเปลี่ยนหน้าจอไม่ทำให้สับสน

2.1.5.4 เวลาที่ใช้ในการเปลี่ยนหน้าจอเหมาะสม

2.1.6 เสียง

2.1.6.1 เสียงบรรยายชัดเจน หลักการอ่านถูกต้อง และสื่อความหมายหรือได้

อารมณ์ตามเนื้อหาสาระ

2.1.6.2 จำนวนเสียงบรรยายเหมาะสม / เพียงพอ

2.1.6.3 เสียงดนตรีเหมาะสม

2.1.6.4 เสียงประกอบเหมาะสม

2.1.7 ภาพประกอบ

2.1.7.1 ขนาดของภาพมีความเหมาะสม (ขนาดใหญ่ – เล็ก)

2.1.7.2 การสื่อความหมายของภาพเหมาะสม

2.1.7.3 ความชัดเจนของภาพ

2.1.8 ภาพเคลื่อนไหว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- 2.1.8.1 ความยาว เวลาที่ใช้เหมาะสม
- 2.1.8.2 ขนาดของภาพเหมาะสม (ขนาดใหญ่ – เล็ก)
- 2.1.8.3 การให้สีเหมาะสมต่อการมองและมีความชัดเจน
- 2.1.8.4 การสื่อความหมายเหมาะสม
- 2.1.8.5 ความสวยงาม
- 2.1.9 วิธีทัศน์
  - 2.1.9.1 ความยาว เวลาที่ใช้เหมาะสม
  - 2.1.9.2 ขนาดของภาพเหมาะสม (ขนาดใหญ่ – เล็ก)
  - 2.1.9.3 ความชัดเจน
  - 2.1.9.4 การสื่อความหมายเหมาะสม
- 2.2 เกณฑ์การตรวจสอบการปฏิสัมพันธ์
  - 2.2.1 การปฏิสัมพันธ์ในบทเรียน
    - 2.2.1.1 มีการแจ้งให้ผู้เรียนทราบถึงปฏิสัมพันธ์ที่ชัดเจนแน่นอน
    - 2.2.1.2 วิธีการนำเสนอปฏิสัมพันธ์เหมาะสม
    - 2.2.1.3 สื่อที่ใช้ในการปฏิสัมพันธ์เหมาะสม
    - 2.2.1.4 เวลาที่ใช้แสดงการปฏิสัมพันธ์เหมาะสม
    - 2.2.1.5 มีการให้ผลย้อนกลับอย่างเหมาะสมทันทีทันใด
  - 2.2.2 การปฏิสัมพันธ์ในแบบฝึกหัด
    - 2.2.2.1 มีการให้ผลย้อนกลับอย่างเหมาะสมทันทีทันใด
    - 2.2.2.2 วิธีการให้ผลย้อนกลับสื่อความหมายได้ชัดเจน
    - 2.2.2.3 สื่อที่ใช้ในการให้ผลย้อนกลับเหมาะสม
    - 2.2.2.4 เวลาที่ใช้แสดงการปฏิสัมพันธ์เหมาะสม
  - 2.2.3 การปฏิสัมพันธ์ในแบบทดสอบ
    - 2.2.3.1 มีวิธีการแจ้งผลการทดสอบที่เหมาะสม และสื่อความหมายชัดเจน
    - 2.2.3.2 สื่อที่ใช้ในการให้ผลย้อนกลับเหมาะสม
    - 2.2.3.3 เวลาที่ใช้แสดงการปฏิสัมพันธ์เหมาะสมโครงสร้างบทเรียน
    - 2.2.3.4 การออกจากโปรแกรมสะดวก
    - 2.2.3.5 การให้โอกาสเลือกเรียนต่อจากครั้งก่อนได้
- 3.1 โครงสร้างบทเรียน
  - 3.1.1 การเข้าถึงเนื้อหาง่าย
  - 3.1.2 ความสมบูรณ์ของการเชื่อมโยงและการเปลี่ยนหน้าจอ
  - 3.1.3 การออกจากโปรแกรมสะดวก
  - 3.1.4 การให้โอกาสเลือกเรียนต่อจากครั้งก่อนได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2. ขั้นตอนในการตรวจสอบคุณภาพของบทเรียนออนไลน์

สำหรับการประเมินคุณภาพบทเรียนนี้ มีขั้นตอนที่จะต้องดำเนินการโดยการนำบทเรียนที่พัฒนาแล้ว พร้อมแบบสอบถามประเมินคุณภาพของบทเรียนที่เป็นปลายเปิดให้ผู้เชี่ยวชาญทั้ง 2 ด้าน ทำการตรวจสอบหากในการตรวจสอบคุณภาพมีการแก้ไขสิ่งใด ผู้เชี่ยวชาญก็จะระบุลงไปแบบสอบถาม

ในขณะที่ผู้เชี่ยวชาญประเมิน เพื่อให้เกิดความสะดวกในการสื่อสารข้อมูลกับเจ้าหน้าที่เทคนิค ที่จัดทำโปรแกรมนั้นควรอยู่ใกล้ชิด เพราะหากมีการปรับปรุงแก้ไขสิ่งใดจะได้รับทราบข้อมูลจากผู้ประเมิน โดยตรงหรือตั้งใจหากสงสัยสิ่งใดจะได้ซักถามได้ทันที สิ่งนี้เป็นสิ่งที่สำคัญเพราะจากประสบการณ์ในการผลิตบทเรียนพบว่า การสื่อสารที่ไม่ชัดเจนทำให้งานผิดพลาดและเสียเวลา

หลังจากที่ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบคุณภาพของสื่อแล้ว มีสิ่งใดที่ต้องทำการปรับปรุงเจ้าหน้าที่เทคนิคจะต้องนำไปปรับปรุงแก้ไขตามนั้น และเมื่อแก้ไขเสร็จแล้วส่งให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบหากถูกต้องก็ถือว่าใช้ได้ เป็นการประกันคุณภาพของแบบบทเรียนว่ามีคุณภาพเชื่อถือได้ และผ่านการรับรองจากผู้เชี่ยวชาญแล้ว

### 2.3.6 การหาประสิทธิภาพของบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

**เกณฑ์ประสิทธิภาพ** หมายถึง ระดับประสิทธิภาพของบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตที่จะช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ เป็นระดับที่ผู้พัฒนาบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตพึงพอใจว่าถ้าบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตมีประสิทธิภาพถึงระดับนั้นแล้ว แสดงว่าบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตชุดนั้นนำไปสอนนักเรียนได้ (ชัยยงค์ พรหมวงศ์.2556 : 7-20)

ประสิทธิภาพของบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตจะกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพของกระบวนการโดยการประเมินผลพฤติกรรมของนักเรียน 2 ประเภท คือประสิทธิภาพในกระบวนการซึ่งคำนวณได้จากอัตราส่วนของคะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ ที่ได้จากการประเมินในแต่ละบทเรียนรวมกันกับร้อยละของคะแนนเฉลี่ย ที่ได้จากการประเมินหลังเรียนดังนี้

$E_1$  หมายถึง ประสิทธิภาพในกระบวนการคิดจากคะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละที่นักเรียนทำแบบทดสอบระหว่างเรียน

$E_2$  หมายถึง ประสิทธิภาพของผลลัพธ์คิดจากคะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละที่นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน

การหาประสิทธิภาพของบทเรียนถือได้ว่าเป็นขั้นตอนที่สำคัญเพื่อที่จะรับประกันบทเรียนมีคุณภาพอยู่ในระดับดีขึ้นไป และมีประสิทธิภาพไม่ต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 80/80

สูตรการหาประสิทธิภาพ  $E_1 / E_2$  มีดังนี้

$$\text{สูตรที่ 1} \quad E_1 = \frac{\sum X}{nA} \times 100$$

$$\text{สูตรที่ 2} \quad E_2 = \frac{\sum F}{nB} \times 100$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- เมื่อ  $E_1$  คือ ประสิทธิภาพของกระบวนการ  
 $E_2$  คือ ประสิทธิภาพของผลลัพธ์  
 $\Sigma X$  คือ คะแนนรวมที่ตอบถูกของแบบทดสอบระหว่างเรียน  
 $\Sigma F$  คือ คะแนนรวมที่ตอบถูกของแบบทดสอบหลังเรียน  
 $A$  คือ คะแนนเต็มของแบบทดสอบระหว่างเรียน  
 $B$  คือ คะแนนเต็มของแบบทดสอบหลังเรียน  
 $n$  คือ จำนวนผู้เรียน

เมื่อได้ค่าประสิทธิภาพออกมาเป็นตัวเลขแล้ว บางครั้งค่าที่คำนวณได้ออกมาก็มากกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ แต่มีหลายครั้งที่คำนวณได้เกณฑ์น้อยกว่าที่ตั้งไว้ การยอมรับประสิทธิภาพจะกำหนดค่าความแปรปรวนไว้

ตารางที่ 2.3 เกณฑ์ประสิทธิภาพของบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

เกณฑ์	แปลผล
มากกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ 2.5%	ถือว่าสูงกว่าเกณฑ์
มากกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้แต่ไม่เกิน 2.5%	ถือว่าเท่าเกณฑ์ที่กำหนด
น้อยกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ 2.5%	ถือว่าต่ำกว่าเกณฑ์ แต่อยู่ในช่วงที่ยอมรับได้
น้อยกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้มากกว่า 2.5%	ถือว่าต่ำกว่าเกณฑ์ใช้ไม่ได้

หากผลการทดลองที่เป็นไปตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้หรือสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ถือว่าบทเรียนนี้มีประสิทธิภาพและมีประสิทธิผลทางการเรียน สามารถนำไปใช้ได้จริง แต่ถ้าไม่ผ่านเกณฑ์ที่ตั้งไว้จะต้องทำการปรับปรุงบทเรียนนั้น โดยการพิจารณาจากองค์ประกอบหลาย ๆ ด้าน เช่น แบบทดสอบคะแนนท้ายหน่วยการเรียนรู้มีค่าน้อย นำมาปรับปรุงแก้ไข จนกว่าจะได้ตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ ถือว่าบทเรียนมีคุณภาพสามารถนำมาใช้ได้ เพราะการหาประสิทธิภาพของบทเรียนถือได้ว่าเป็นขั้นตอนที่สำคัญตอนหนึ่งเพื่อที่จะรับประกันว่าบทเรียนมีคุณภาพจริง

## 2.4 แนวคิดเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านทักษะ

### 2.4.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ไพศาล หวังพานิช (2536 : 89) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง คุณลักษณะและความสามารถของบุคคลอันเกิดจากการเรียนการสอนเป็นการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมและประสบการณ์การเรียนรู้ที่เกิดขึ้นจากการฝึกอบรมหรือการสอบ จึงเป็นการตรวจสอบระดับความสามารถของบุคคลว่าเรียนแล้วมีความรู้เท่าใด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พนม ลีมาอารีย์ (2538 : 257 - 258) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความสำเร็จของบุคคลเกี่ยวกับเรื่องใดเรื่องหนึ่ง หลังจากที่ได้มีการฝึกฝนอบรมหรือศึกษาเล่าเรียนในเรื่องนั้น ๆ ระยะเวลาหนึ่ง และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ในการเรียน หมายถึง แบบทดสอบที่มุ่งวัดความสำเร็จในเชิงวิชาการของนักเรียน หลังจากที่ได้มีการฝึกฝนอบรมระยะเวลาหนึ่งเพื่อตรวจสอบว่าบุคคลนั้นมีความเจริญงอกงามขึ้นเพียงใด หรือเข้าใจและนำสิ่งที่ศึกษาใช้ได้มากน้อยเพียงใด

เยาวดี วิบูลย์ศรี (2539 : 23) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง กระบวนการบ่งชี้ผลผลิตหรือคุณลักษณะที่วัดได้ จากเครื่องมือวัดผลประเภทใดประเภทหนึ่ง อย่างมีระบบเป็นกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่เน้นปริมาณเป็นตัวเลขวมากกว่าการบรรยายในเชิงคุณภาพ

ธวัชชัย บุญสวัสดิ์กุลชัย (2543 : 4) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความรู้ ทักษะ และสมรรถภาพทางสมองในด้านต่าง ๆ ที่นักเรียนได้รับการสั่งสอนของครูผู้สอน ซึ่งสามารถตรวจสอบได้โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ (Achievement Test)

รัตน์ภรณ์ ผ่านพิเคราะห์ (2544 : 7) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ผลของความสามารถทางวิชาการที่ได้จากการทดสอบโดยวิธีต่างๆ

กระทรวงศึกษาธิการ (2551 : 11) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความสำเร็จหรือความสามารถในการกระทำใด ๆ ที่จะต้องอาศัยทักษะ มิฉะนั้นก็ต้องอาศัยความรู้ในวิชาใดวิชาหนึ่ง โดยเฉพาะ

พิชิต ฤทธิ์จรูญ (2556 : 95) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์เป็นแบบทดสอบที่ใช้วัดความรู้ ทักษะ และความสามารถทางวิชาการที่ผู้เรียนได้เรียนรู้มาแล้วว่าบรรลุผลสำเร็จตามจุดประสงค์ที่กำหนดไว้เพียงใด

สรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง คุณลักษณะรวมถึงความรู้ ความสามารถเฉพาะบุคคลที่เปลี่ยนแปลงพฤติกรรมในด้านต่างๆ อันเป็นผลมาจากการจัดการเรียนรู้ และสามารถวัดได้โดยการแสดงออกมาทั้ง 3 ด้าน คือ ด้านพุทธิพิสัย ด้านจิตพิสัย และด้านทักษะพิสัย ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ทำการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านทักษะ โดยใช้เกณฑ์การให้คะแนน (Scoring Rubric)

#### 2.4.2 แนวคิดการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

##### 1. จุดมุ่งหมายของการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ชนินทรชัย อินทราภรณ์ และคณะ (2540 : 5) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความสำเร็จในด้านความรู้ ทักษะ สมรรถภาพด้านต่างๆ ของสมองหรือมวลประสบการณ์ ทั้งปวงของบุคคลที่ได้รับการเรียนการสอนหรือผลงานที่นักเรียนได้จากการประกอบกิจกรรม

ธวัชชัย บุญสวัสดิ์กุลชัย (2543 : 4) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความรู้ ทักษะ และ สมรรถภาพทางสมองในด้านต่างๆ ที่นักเรียนได้รับการสั่งสอนของครูผู้สอน ซึ่งสามารถตรวจสอบได้โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ (Achievement Test)

กุหลาบ สีหาพงศ์ (2550 : 39) กล่าวว่า จุดมุ่งหมายของการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเพื่อใช้วัดผลการเรียนรู้ด้านเนื้อหาวิชาและทักษะต่างๆ ของแต่ละสาขาวิชาเป็นการตรวจสอบความสามารถของสมรรถภาพทางสมองของบุคคลว่าเรียนแล้วรู้อะไรบ้าง และมีความสามารถด้านใดมากน้อยเท่าใด เช่น พฤติกรรมการจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์

อรุณี ศรีวงษ์ชัย (2551 : 49-50) กล่าวว่า เป็นการตรวจสอบความสามารถของสมรรถภาพทางสมองของบุคคลว่าเรียนแล้วรู้อะไรบ้างและมีความสามารถด้านใดมากน้อยเท่าใด เช่น พฤติกรรมด้านความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประเมินค่ามากน้อยอยู่ในระดับใด นั่นคือ การวัดผลสัมฤทธิ์เป็นการตรวจสอบพฤติกรรมของนักเรียนในด้านพุทธิพิสัย ที่เป็นการวัด 2 องค์ประกอบตามจุดมุ่งหมายและลักษณะของวิชาที่เรียน ดังนี้

**การวัดด้านการปฏิบัติ** เป็นการตรวจสอบความรู้ ความสามารถทางการปฏิบัติโดยให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติจริงให้เห็นเป็นผลงานปรากฏออกมา สามารถทำการสังเกตและวัดได้ เช่น วิชาศิลปศึกษา พลศึกษา การช่าง เป็นต้น การวัดแบบนี้จึงต้องวัดโดยใช้ “ข้อสอบภาคปฏิบัติ” (Performance test) ซึ่งเป็นการประเมินผลพิจารณาที่วิธีปฏิบัติ (Procedure) และผลงานที่ปฏิบัติ

**การวัดด้านเนื้อหา** เป็นการตรวจสอบความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเนื้อหาวิชา (Content) รวมถึงพฤติกรรมความสามารถในด้านต่างๆ อันเป็นผลมาจากการเรียนการสอนมีวิธีการสอบวัดได้ 2 ลักษณะ ดังนี้

1. การสอบแบบปากเปล่า (Oral test) การสอบแบบนี้มักกระทำเป็นรายบุคคลซึ่งเป็นการสอบที่ต้องการดูผลเฉพาะอย่าง เช่น การสอบอ่านฟังเสียง การสอบสัมภาษณ์ที่ต้องการดูการใช้ถ้อยคำในการตอบคำถาม รวมทั้งการแสดงความคิดเห็นและบุคลิกภาพต่างๆ เช่น การสอบปริญญาณินท์ ที่ต้องการวัดความรู้ความเข้าใจในเรื่องที่ทำ ตลอดจนแง่มุมต่างๆ การสอบปากเปล่าสามารถวัดได้ละเอียดลึกซึ้ง และคำถามก็สามารถเปลี่ยนแปลงหรือเพิ่มเติมได้ตามที่ต้องการ

2. การสอบแบบให้เขียนความ (Paper-Pencil test or Written test) เป็นการสอบวัดโดยให้ผู้สอบเขียนเป็นตัวหนังสือตอบ ที่มีรูปแบบการตอบอยู่ 2 แบบ คือ

2.1 แบบไม่จำกัดคำตอบ (Free response type) ได้แก่ การสอบวัดที่ใช้ข้อสอบแบบอัตนัยหรือความเรียง (Essay test)

2.2 แบบจำกัดคำตอบ (Fixed response type) เป็นการสอบที่กำหนดขอบเขตของคำถามที่จะให้ตอบ หรือกำหนดคำตอบมาให้เลือกซึ่งมีรูปแบบของคำถามคำตอบ 4 รูปแบบ ดังนี้

2.2.1 แบบเลือกทางใดทางหนึ่ง (Alternative)

2.2.2 แบบจับคู่ (Matching)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 2.2.3 แบบเติมคำ (Completion)

### 2.2.4 แบบเลือกตอบ (Multiple Choice)

สรุปได้ว่า การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง การตรวจสอบ หรือผลการวัดผลพฤติกรรมของผู้เรียนว่าบรรลุผลตามจุดมุ่งหมายของการเรียนหรือไม่ ซึ่งสามารถวัดได้ทั้งในด้านการปฏิบัติ และวัดด้านเนื้อหา โดยเลือกวัดให้ตรงตามจุดมุ่งหมายและธรรมชาติ หรือตามลักษณะวิชาที่เรียน

### 2.4.3 แนวคิดการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านทักษะ

#### 1. ความหมายการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านทักษะ

การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านทักษะหรือการวัดภาคปฏิบัติ มักจะเกี่ยวข้องกับการตรวจสอบความรู้ ความสามารถ ความคิด ทักษะของผู้ที่ถูกทดสอบที่แสดงออกมาด้วยการกระทำและสังเกตได้ ภายใต้สถานการณ์ที่ถูกกำหนดขึ้น ซึ่งอาจอยู่ในรูปของวิธีการหรือผลงาน ดังที่นักการศึกษาได้ให้ความหมายของการวัดภาคปฏิบัติไว้ต่อไปนี้

สมนึก ภัททิยธนี (2544: 50) กล่าวว่า การวัดภาคปฏิบัติ หมายถึง เป็นการวัดผลงานที่นักเรียนลงมือปฏิบัติซึ่งสามารถวัดได้ทั้งกระบวนการและผลงาน ในสภาพที่เป็นธรรมชาติ (สถานการณ์จริง) หรือในสภาพที่กำหนดขึ้น (สถานการณ์จำลอง)

ประเวศ ยอดยิ่ง (2547 : 117-121) กล่าวว่า การวัดด้านการปฏิบัติเป็นการวัดเพื่อพิจารณาการกระทำหรือความสามารถในการจัดการได้ตามวัตถุประสงค์ หรือพิจารณาประสิทธิภาพและประสิทธิผลที่เกิดจากการตอบสนองสถานการณ์ที่กำหนดโดยใช้แบบทดสอบภาคปฏิบัติเป็น เครื่องมือในการวัดระดับความเป็นจริงของการวัดภาคปฏิบัติ แบ่งได้เป็น 3 ระดับ คือ

1. ระดับการรับรู้ (cognition) เป็นการทดสอบว่าผู้เรียนมีความรู้ด้านวิธีการปฏิบัติมากน้อยเพียงใด ผู้เรียนยังไม่ได้ลงมือปฏิบัติจริง แบบทดสอบที่ใช้วัดภาคปฏิบัติระดับนี้ได้แก่

1.1 การทดสอบเชิงจำแนก (Identification test) เป็นการทดสอบเพื่อวัดความรู้ ความสามารถในการจำแนกเครื่องมือหรือชิ้นส่วนเครื่องมือ เช่น จำแนกเครื่องมือที่ใช้ในการปฏิบัติ

1.2 การทดสอบภาคปฏิบัติด้วยการแบบทดสอบข้อเขียน (Written test) เป็นการวัดความรู้เกี่ยวกับทฤษฎีหรือความรู้เกี่ยวกับขั้นตอนการปฏิบัติของผู้เรียน ซึ่งอาจจะใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ (Achievement test)

2. ระดับการปฏิบัติจากสถานการณ์จำลอง (Simulated Performance) เป็นการทดสอบโดยกำหนดสถานการณ์ที่ใกล้เคียงกับสภาพความเป็นจริง ทั้งนี้เนื่องจากข้อจำกัดบางประการเกี่ยวกับความปลอดภัย เวลา การจัดการและการลงทุน

3. ระดับการปฏิบัติงานจริงโดยใช้ตัวอย่างงาน (Work Sample) เป็นการสอบโดยให้ผู้เรียนปฏิบัติงาน งานนั้นจะเป็นตัวอย่างในการสอบวัดความสามารถในการปฏิบัติงาน เป็นการวัดที่มีสภาพใกล้เคียงความเป็นจริงมากที่สุด

ปิยะสุดา เพชรเวช (2548: 11) กล่าวว่า การวัดผลภาคปฏิบัติ เป็นการวัดความสามารถของผู้เรียนในการทำกิจกรรมอย่างใดอย่างหนึ่ง โดยที่ผู้เรียน ได้ลงมือปฏิบัติตามจุดมุ่งหมายที่ได้กำหนดขึ้นตามสภาพความเป็นจริงมากที่สุด โดยจะวัดตั้งแต่ขั้นเตรียม ขั้นปฏิบัติ ขั้นผลงาน

สุวิมล ว่องวานิช (2550 : 217) กล่าวว่า การวัดภาคปฏิบัติ เป็นการวัดที่ใช้สถานการณ์เพื่อทดสอบการปฏิบัติงานของบุคคล ทั้งนี้ผู้ถูกวัดจะได้รับมอบหมายให้ทำงานชิ้นใดชิ้นหนึ่งโดยปกติแล้ว การปฏิบัติงานจะเกี่ยวกับแก้ปัญหาในงานที่ต้องทำ (problem solving) ซึ่งจุดมุ่งหมายสุดท้าย คือ ได้ผลงานออกมา หรือนำงานที่ได้รับมอบหมายไปปฏิบัติให้เกิดผลหรืออาจต้องทำทั้งสองอย่าง การวัดทักษะอาจกล่าวได้ว่าเป็นการวัดผลงาน (product) ส่วนการวัดการปฏิบัติงานที่เน้นความถูกต้องในการปฏิบัติ เป็นการวัดกระบวนการปฏิบัติงาน (process) ขณะที่ผู้ถูกทดสอบกำลังแก้ปัญหาหรือกำลังปฏิบัติงาน โดยครูจะสังเกตพฤติกรรมกรปฏิบัติงานแล้วประเมินผลการปฏิบัติงาน

## 2. ประเภทของการทดสอบภาคปฏิบัติ

สุวิมล ว่องวานิช (2550 : 96) ได้แบ่งการทดสอบภาคปฏิบัติหลายประเภทขึ้นอยู่กับเกณฑ์ที่ใช้แบ่งมีดังนี้

### 1. แบ่งตามปัจจัยที่จะประเมิน แบ่งเป็น 2 ประเภท คือ

1.1 กระบวนการปฏิบัติ (process) เป็นการวัดที่จะพิจารณาเฉพาะวิธีทำวิธีปฏิบัติในการทำงานหรือกิจกรรม เช่น ความถูกต้องในการทำงาน ความคล่องแคล่วในการทำงานการเลือกใช้เครื่องมือเหมาะสม การใช้เวลาเหมาะสม การลดขั้นตอนการทำงาน การใช้เครื่องมืออย่างปลอดภัยและการใช้วัสดุอย่างประหยัด

1.2 ผลการปฏิบัติ (product) เป็นการวัดที่พิจารณาผลผลิตที่เกิดขึ้นจากการทำงานผู้เรียน เช่น ภาพวาด เสื้อที่ตัดสำเร็จแล้ว เอกสารที่พิมพ์ เป็นต้น การประเมินแต่ละครั้งอาจจะประเมินเฉพาะกระบวนการหรือประเมินเฉพาะผลผลิตหรือประเมินทั้งกระบวนการและผลผลิตพร้อมกันได้ โดยมีรายการที่ประเมิน คือ ความถูกต้องตามเกณฑ์ ความแปลกใหม่ น่าสนใจ ความประณีตสวยงาม ผลิตได้ตามจำนวน ในเวลาที่กำหนด การพัฒนาผลงานให้ดีขึ้น ความปลอดภัย และความประหยัด

### 2 แบ่งตามลักษณะสถานการณ์ แบ่งเป็น 2 ประเภท คือ

2.1 สถานการณ์จำลอง (simulated setting) ใช้สำหรับวัดผลการปฏิบัติงานที่เป็นอันตรายต่อบุคคลที่ปฏิบัติ ถ้าผู้ปฏิบัตินั้นไม่มีความชำนาญหรือทักษะเพียงพอ หรือในสภาพจริงไม่สามารถได้ เช่น การขับเครื่องบิน การขับรถยนต์ การยิงปืน เป็นต้น

2.2 สถานการณ์จริง (real setting) ใช้สำหรับวัดผลการปฏิบัติงานที่ไม่เสี่ยงอันตรายต่อผู้ที่ปฏิบัติหรือใช้ในกรณีที่ผู้ปฏิบัติมีความชำนาญ เช่น การขับรถยนต์จริงบนถนน การยิงปืนจริงในป่า เป็นต้น การประเมินผลบางกิจกรรมอาจใช้ทั้งสถานการณ์จำลองและสถานการณ์จริงก็ได้ เช่น การทดลองขับรถยนต์ อาจให้ทดลองขับในสถานการณ์จำลองหรือไปฝึกปฏิบัติการก่อนแล้วจึงออกไปทดสอบบนถนนจริง เป็นต้น

3 แบ่งตามการเกิดสิ่งเร้า แบ่งเป็น 2 ประเภทคือ

3.1 ใช้สิ่งเร้าที่เป็นธรรมชาติ (natural stimulus) เป็นการวัดผลที่เป็นไปตามธรรมชาติ ผู้วัดไม่ต้องไปจัดกระทำ หรือแทรกแซง หรือสร้างสถานการณ์ใดๆ เช่น นิสัยการทำงานของผู้เรียน บุคลิกภาพของผู้เรียน เป็นต้น

3.2 ใช้สิ่งเร้าที่จัดขึ้น (structure stimulus) เป็นการวัดผลที่ผู้วัดต้องจัดสิ่งเร้าหรือสถานการณ์ขึ้น เพื่อประกันว่าพฤติกรรมที่กำลังประเมินจะต้องปรากฏ เช่น การกล่าวสุนทรพจน์ การเล่นดนตรี การใช้คอมพิวเตอร์ เป็นต้น โดยวิธีนี้จะลดเวลาการสังเกตลง เพราะไม่ต้องรอให้เกิดขึ้นตามธรรมชาติ

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยใช้แนวคิดแบ่งตามปัจจัยที่จะประเมินของ สุวิมล ว่องวาณิช (2550 : 96) คือ ผลการปฏิบัติ (product) เป็นการวัดที่พิจารณาผลผลิตที่เกิดขึ้นจากการทำงานผู้เรียน

3. หลักและวิธีการทดสอบภาคปฏิบัติ (สุวิมล ว่องวาณิช. 2550 : 98)

1. การสร้างเครื่องมือควรกำหนดทักษะที่สอบวัดจากจุดประสงค์การเรียนรู้กำหนดขั้นตอนของการปฏิบัติงานที่จะสอบวัด กำหนดกิจกรรมในแต่ละขั้นตอน กำหนดรายการปฏิบัติในแต่ละขั้นตอน เขียนรายการ สาระของงาน และกำหนดเกณฑ์การตัดสิน

2. ผู้สอบควรใช้การสังเกตควบคู่ไปกับการประเมินผลการปฏิบัติงานโดยบันทึกผลการสังเกตหรือผลการประเมินลงในแบบประเมินที่สร้างขึ้น

3. เนื้อหาสาระของงานที่จะให้ผู้เรียนสอบปฏิบัติควรสอดคล้องกับสภาพความเป็นจริง

4. จำนวนและพฤติกรรมที่จะสอบวัดต้องมีเพียงพอที่จะเป็นตัวแทนทักษะตามที่กำหนดในจุดประสงค์การเรียนรู้

5. สิ่งที่จะสอบวัดต้องสามารถสังเกตได้โดยตรง และกำหนดเงื่อนไขในการสอบวัดให้ชัดเจน

6. การสอบวัดโดยใช้สิ่งเร้าที่จัดขึ้นควรมีค่าชี้แจงที่ชัดเจนและสมบูรณ์

4. การหาคุณภาพของแบบวัดภาคปฏิบัติ

สุวิมล ว่องวาณิช (2539 : 24) กล่าวว่า เครื่องมือวัดผลทางการศึกษาที่ดีนั้นควรมีการทดลองใช้ และการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือต่างๆ คุณภาพของแบบวัดที่ควรตรวจสอบคือ ความตรงเชิงเนื้อหา รวมไปถึงความเชื่อมั่นของเครื่องมืออีกด้วย แบบวัดภาคปฏิบัติจะมีคุณภาพเชื่อถือได้ต้องมีการตรวจสอบคุณภาพ ดังนี้

**ความตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity)**

ความตรงเชิงเนื้อหา คือ ความสามารถของเครื่องมือวัดผลที่สามารถวัดในสิ่งที่ต้องการวัดได้อย่างถูกต้อง เครื่องมือที่มีคุณภาพดีตามคุณสมบัติด้านนี้จะต้องมีเนื้อหาของสิ่งที่วัดครอบคลุมครบถ้วนตามจุดประสงค์ของการวัด เครื่องมือวัดที่ดีจึงประกอบด้วย ความสมบูรณ์เหมาะสมของคุณลักษณะที่มุ่งวัดคุณลักษณะแยกเป็น 2 ส่วนใหญ่ๆ คือ คุณลักษณะที่ใช้วัดกระบวนการปฏิบัติงาน และคุณลักษณะที่ใช้วัดผลงาน เครื่องมือวัดทักษะการปฏิบัติในส่วนของกระบวนการครอบคลุมเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมหรือขั้นตอนการทำงาน ในขณะที่เครื่องมือวัดผลงานครอบคลุมเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับตัวบ่งชี้

คุณภาพของผลงานไม่ว่าจะเป็นการวัดกระบวนการ หรือผลงาน แบบทดสอบที่ใช้ความตรงนี้ ได้แก่ เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบทดสอบการปฏิบัติแบบตัวอย่างงาน (Work sample) โดยวิธีการสร้างแบบวัดตามจุดมุ่งหมายนี้

1. กำหนดหรือนิยามของประชากรของเนื้อหา และเหตุการณ์ที่สมตัวอย่าง ได้แก่ ขอบเขตของเนื้อหาและขอบเขตของพฤติกรรม

2. การสุ่มตัวอย่างต้องชัดเจน ถ้าประชากรมีจำกัดต้องสุ่มอย่างง่าย แต่ในการสร้างทั่วไปให้สุ่มแบบแบ่งชั้น และหลังการวิเคราะห์ข้อสอบแล้วต้องคงสัดส่วนของเนื้อหาและพฤติกรรมตามตารางวิเคราะห์หลักสูตร

3. พยายามให้ข้อสอบมีความคล้ายคลึงกันในแง่เนื้อหามากที่สุด ถ้าไม่ได้ให้แบ่งเป็นตอนๆ

4. การเพิ่มประสิทธิภาพของแบบวัด โดยใช้ประโยชน์สูงสุดจากเวลาที่มีอยู่เนื่องจากการสอบปฏิบัติต้องใช้เวลามาก ดังนั้นควรเลือกข้อสอบที่เป็นพื้นฐานที่ทุกคนต้องทราบออกไป เช่น ข้อที่ง่ายเกินไปหรือข้อที่ยากเกินไป ข้อที่ไม่มีอำนาจจำแนก

5. ความเชื่อมั่นของการวัดภาคปฏิบัติ

ความเชื่อมั่นของการปฏิบัติของผู้ถูกวัดนั้นจะขึ้นอยู่กับความสามารถหรือลักษณะของผู้ปฏิบัติเอง ซึ่งถ้าต้องการจะดูว่าในการปฏิบัติอย่างเดียวกันนั้น ผู้ปฏิบัติสามารถปฏิบัติได้คงเส้นคงวาเพียงใด ซึ่งเมื่อปฏิบัติซ้ำแล้วย่อมมีผลการปฏิบัติทั้ง 2 ครั้ง นำมาคำนวณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แล้วแต่ลักษณะของข้อมูล กล่าวคือ ถ้าข้อมูลเป็นคะแนน ก็คำนวณโดยใช้สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน และถ้าข้อมูลเป็นอันดับที่ ก็คำนวณโดยใช้สูตรสเปียร์แมน

กรมวิชาการ (2539: 65-66) กล่าวว่า ความเชื่อมั่นของเครื่องมือเป็นคุณสมบัติที่สำคัญของเครื่องมือประเภทต่าง ๆ ซึ่งหมายถึง เมื่อนำเครื่องมือไปใช้วัดแล้วจะให้ผลการวัดมีความคงที่เชื่อถือได้ ความเชื่อมั่นของการวัดภาคปฏิบัติจะขึ้นอยู่กับ

1. ความคงเส้นคงวาของการปฏิบัติของผู้ถูกวัด

2. ความแตกต่างกันในการดำเนินการวัด

3. ความคงเส้นคงวาของการให้คะแนน

ในการตรวจสอบความเชื่อมั่นของเครื่องมือ เราสามารถจะตรวจสอบได้ทั้งความเชื่อมั่นในการปฏิบัติและความเชื่อมั่นของเครื่องมือ โดย

1. ถ้าเป็นการตรวจสอบความเชื่อมั่นในการปฏิบัติ จะทำได้โดยให้ผู้ถูกวัดปฏิบัติซ้ำหลายๆครั้ง แล้วตัดสินโดยผู้ประเมิน 1 คน

2. แต่ถ้าเป็นการตรวจสอบความเชื่อมั่นของเครื่องมือและคู่มือภาคปฏิบัติก็จะทำได้โดยให้มีคณะผู้ประเมินสอบมากกว่า 1 คน อาจเป็น 2 หรือ 3 คน แล้วนำผลการตัดสินมาเปรียบเทียบกัน ถ้าผลการตัดสินใกล้เคียงกัน มีความสอดคล้องกันก็แสดงว่าเกณฑ์การให้คะแนนมีความชัดเจนถ้าผลการให้คะแนนไม่สอดคล้องกันก็อาจเป็นเครื่องแสดงว่าคำอธิบายหรือเกณฑ์การให้คะแนนไม่ชัดเจน จำเป็นต้องปรับปรุงแก้ไข

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 6. เกณฑ์การให้คะแนน (Scoring Rubrics)

### 1. ความหมายของเกณฑ์การให้คะแนนการวัดทักษะ (Scoring Rubrics)

ฉัตรศิริ ปิยะพิมลสิทธิ์ (2544 : ออนไลน์) ได้กล่าวไว้ว่า Scoring Rubrics คือเกณฑ์การให้คะแนนที่ถูกพัฒนาโดยครูหรือผู้ประเมินที่ใช้วิเคราะห์ผลงานหรือกระบวนการที่ผู้เรียนได้พยายามสร้างขึ้น การประเมินผลงานของนักเรียนจะมี 2 ลักษณะคือ ผลงานที่ได้จากกระบวนการของนักเรียน และกระบวนการที่นักเรียนใช้เพื่อให้เกิดผลงาน จะประเมินในลักษณะใดขึ้นอยู่กับจุดมุ่งหมายในการเรียนรู้ อาจจะประเมินลักษณะใดลักษณะหนึ่งหรือประเมินทั้งสองลักษณะก็ได้ ผู้ประเมินจะต้องตัดสินคุณภาพของผลงานหรือกระบวนการปฏิบัติงานของผู้เรียนแต่ละคนที่มีระดับที่แตกต่างกันหลายระดับ ระดับที่แตกต่างกันอาจจะเป็นระดับคุณภาพของชิ้นงานที่ได้สร้างขึ้น หรือระดับของกระบวนการต่างๆ ที่ผู้เรียนแต่ละคนได้ใช้เพื่อให้เกิดผลงาน

โซลัน สาและ (2552 : ออนไลน์) ได้กล่าวไว้ว่า Rubrics คือเครื่องมือในการให้คะแนน (Scoring Tool) ที่เกิดจากการรวมกันระหว่างเกณฑ์การให้คะแนน (Scoring Criteria) กับมาตราประมาณค่าหรือระดับคะแนน (Rating Scale) เพื่อระบุถึงความแตกต่างของผลงาน หรือประสิทธิภาพ (Proficiency) ของงาน สำหรับเป็นแนวทางที่จะนำไปใช้ในการประเมินผลงานของนักเรียนต่อไป ซึ่งการประเมินผลงานของนักเรียนจะมี 2 ลักษณะคือ ผลงานที่ได้จากกระบวนการของนักเรียน และกระบวนการที่นักเรียนใช้เพื่อให้เกิดผลงาน จะประเมินในลักษณะใดขึ้นอยู่กับจุดมุ่งหมายในการเรียนรู้ อาจจะประเมินลักษณะใดลักษณะหนึ่งหรือประเมินทั้งสองลักษณะก็ได้

สมสรณุก์ วงษ์อยู่น้อย (2557 : ออนไลน์) ได้กล่าวไว้ว่า Scoring Rubrics เป็นเครื่องมือที่ช่วยในการให้คะแนนชิ้นงาน/กิจกรรม เพื่อจำแนกระดับคุณภาพของชิ้นงาน ซึ่งระบุเกณฑ์การประเมิน (Criteria) และระดับคุณภาพ (Quality) ของชิ้นงาน/กิจกรรมใน แต่ละเกณฑ์การประเมิน

สรุปได้ว่า เกณฑ์การให้คะแนนที่ถูกพัฒนาโดยครูหรือผู้ประเมินที่ใช้วิเคราะห์ผลงานหรือกระบวนการที่ผู้เรียนได้พยายามสร้างขึ้น โดยลักษณะของการประเมินจะขึ้นอยู่กับจุดมุ่งหมายในการเรียนรู้เพื่อให้การตัดสินใจสอดคล้องกับผู้เรียนแต่ละคน ผู้ประเมินจะต้องใช้เกณฑ์ในการประเมินคุณภาพชิ้นงานของผู้เรียน เกณฑ์อาจจะอยู่ในเชิงคุณภาพหรือปริมาณ อาจจะมีลักษณะเป็นมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) หรือแบบตรวจสอบ (Checklist) โดยปกติจะใช้ Rubric ในการประเมินจุดประสงค์การเรียนรู้เดี่ยวหรือส่วนใดส่วนหนึ่งของงานปฏิบัติ แต่การปฏิบัติงานที่มีซับซ้อน ผู้ประเมินจะต้องประเมินจุดประสงค์การเรียนรู้ที่หลากหลายและประเมินหลาย ๆ ส่วนของการปฏิบัติ นั่นคือผู้ประเมินจะต้องมีเกณฑ์การให้คะแนนที่มากมายเพื่อให้เหมาะกับจุดประสงค์การเรียนรู้ที่แตกต่างกัน หรือเหมาะกับแต่ละส่วนของการปฏิบัติงาน การให้คะแนนจะอยู่ในรูปของตัวเลข โดยปกติจะเป็น 0-3 หรือ 1-4 ในแต่ละระดับของคะแนนจะขึ้นอยู่กับระดับของคุณภาพของงาน ดังนั้นตัวเลข 4 อาจจะหมายถึงระดับคุณภาพสูงสุด เลข 3 เป็นระดับคุณภาพรองลงมา คุณภาพของงานในแต่ละระดับจะต้องใช้การอธิบาย (Rubrics) ดังนั้นในแต่ละระดับคะแนนจะต้องอธิบายเป็นภาษาที่แสดงให้เห็นถึงคุณภาพของการปฏิบัติงานในระดับนั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2. ขั้นตอนในการสร้างเกณฑ์การให้คะแนน (Scoring Rubrics)

ฉัตรศิริ ปิยะพิมลสิทธิ์ (2544 : ออนไลน์) กล่าวถึงขั้นตอนในการสร้างเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้

1. กำหนดองค์ประกอบของเกณฑ์การให้คะแนน
2. นิยามปฏิบัติการของเกณฑ์ที่สอดคล้องกับการปฏิบัติงานนั้น
3. กำหนดจำนวนระดับของเกณฑ์ที่ใช้พิจารณา
4. พิจารณาเกณฑ์ผ่าน และไม่ผ่านพร้อมคำอธิบายรายละเอียดและ/หรือตัวอย่างงาน
5. เขียนคำอธิบายระดับที่สูงกว่าเกณฑ์หรือต่ำกว่าเกณฑ์ตามลำดับ
6. ตรวจสอบโดยคณะผู้มีส่วนร่วมหรือผู้เชี่ยวชาญทางการวัดผล
7. ทดลองใช้เกณฑ์ในการตรวจผลงานที่มีมาตรฐาน/คุณลักษณะตามเกณฑ์ที่กำหนด
8. หาคุณภาพของเกณฑ์
9. ปรับปรุงเกณฑ์ที่ไม่ได้มาตรฐาน

นันทน์ช อ่อนพวน (2554 : 197 - 209) ได้กล่าวถึงขั้นตอนในการสร้างเครื่องมือเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้

1. กำหนดพฤติกรรมที่บ่งชี้ทักษะการปฏิบัติ
2. เลือกรูปแบบของเครื่องมือที่เหมาะสมกับคุณลักษณะหรือพฤติกรรมที่ต้องการประเมิน
3. สร้างข้อรายการพฤติกรรมที่ต้องการประเมิน
4. กำหนดเกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการปฏิบัติงานและคุณภาพของงาน
5. ทดลองใช้เครื่องมือ

จากข้อมูลดังกล่าว ผู้วิจัยใช้ขั้นตอนของ นันทน์ช อ่อนพวน (2554 : 197 - 209) ใช้เพื่อเป็นขั้นตอนในการกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนใช้วิเคราะห์ผลงานหรือกระบวนการที่ผู้เรียนได้สร้างขึ้น

## 2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ผู้วิจัยได้ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง โดยศึกษางานวิจัยที่มีการนำการจัดการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษา งานวิจัยที่นำบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตมาพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และงานวิจัยที่มีการนำการจัดการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษาร่วมกับบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตซึ่งมีงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังต่อไปนี้

### 2.5.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษา

จรัส อินทลาภพร (2558 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา สำหรับผู้เรียนระดับประถมศึกษา วิธีดำเนินการวิจัยประกอบด้วยขั้นตอนในการวิจัย 2 ขั้นตอน คือ 1) ศึกษาแนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับสะเต็มศึกษาจากการสังเคราะห์และงานวิจัย 2) จัดประชุมสนทนากลุ่ม (Focus Group Discussion) เพื่อสังเคราะห์แนวทางการจัดการเรียนรู้และการประเมินผลตามแนวสะเต็มศึกษา ประกอบด้วยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 คน ได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญทางด้านสะเต็มศึกษา จำนวน 2 คน ผู้เชี่ยวชาญทางด้านหลักสูตร จำนวน 1 คน และผู้เชี่ยวชาญทางด้านจัดการเรียนรู้และการวัดและประเมินผลตามแนวสะเต็มศึกษา จำนวน 2 คน ผลการวิจัยพบว่า ในการจัดการเรียนรู้และการประเมินผลตามแนวสะเต็มศึกษา ผู้สอนควรปฏิบัติดังนี้ คือ 1) ศึกษาสาระสำคัญของสารวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ การงานอาชีพและเทคโนโลยีและกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมในลักษณะของการ บูรณาการ 2) จัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาด้วยตัวเองก่อนที่จะจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้กับผู้เรียน 3) จัดการเรียนรู้ที่เน้นปัญหาเป็นฐาน (Problem-based Learning) 4) จัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน (Project-based Learning) 5) จัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มมีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ และให้ข้อมูลย้อนกลับแก่ผู้เรียน เพื่อตรวจสอบความรู้ความเข้าใจของผู้เรียน 6) วัดและประเมินผลการเรียนรู้ตามสภาพจริง (Authentic Assessment) ซึ่งแนวทางในการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาดังกล่าวเป็นการจัดการเรียนรู้ตามสภาพจริง (Authentic Learning)

นงนุช เอกตระกูล (2558 : 1-72) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ STEM EDUCATION โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ก่อนและหลังที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ STEM Education ในการแก้โจทย์ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และ 2) เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ก่อนและหลังที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ STEM Education ในการแก้โจทย์ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่านักเรียนที่ได้รับการสอนโดยการจัดการเรียนรู้แบบ STEM Education มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดแก้ปัญหาแตกต่างกัน โดยนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ STEM Education มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง

กว่าและมีความสามารถในการคิดแก้ปัญหาโจทย์วิทยาศาสตร์ได้ดีกว่าก่อนก่อนจัดการเรียนรู้แบบ STEM Education

มลชยา หวานชะเอม (2558 : บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเรื่องการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน รายวิชาโครงการคอมพิวเตอร์ เรื่อง การใช้เทคโนโลยี Google Apps for Education ในการพัฒนาการจัดการเรียนการสอนและจัดกิจกรรมสะเต็มศึกษา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6.10 โรงเรียนพิษณุโลกพิทยาคม โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่อง การใช้เทคโนโลยี Google Apps for Education ในการพัฒนาการจัดการเรียนการสอนของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้กิจกรรมสะเต็มศึกษา โดยกลุ่มเป้าหมายในการวิจัย ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6.10 โรงเรียนพิษณุโลกพิทยาคม ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557 จำนวน 35 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยได้แก่ แผนจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง การใช้เทคโนโลยี Google Apps for Education ในการพัฒนาการจัดการเรียนการสอน และ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยผลการศึกษาพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน เรื่อง การใช้เทคโนโลยี Google Apps for Education ในการพัฒนาการจัดการเรียนการสอนของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ศิริลักษณ์ ขาวลุ่มบัว (2558: บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัย เรื่อง การพัฒนาหลักสูตรบูรณาการแบบ STEM รายวิชาวิทยาศาสตร์เพิ่มเติม เรื่อง อ้อย สำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนาหลักสูตรบูรณาการแบบ STEM รายวิชาวิทยาศาสตร์เพิ่มเติม เรื่องอ้อย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 และ 2) ศึกษาคุณภาพของหลักสูตรจากการประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ และจากผลการทดลองใช้หลักสูตรใน 4 ด้าน ได้แก่ ด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ด้านความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ด้านความตระหนักต่อสิ่งแวดล้อม และด้านความคิดเห็นของครูที่มีต่อหลักสูตร ใช้แบบแผนการวิจัยแบบกลุ่มเดียว มีการทดสอบก่อนและหลังการทดลอง (One Group Pretest-Posttest Design) กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2557 ของโรงเรียนหนองหญ้าไซวิทยา จำนวน 81 คน และครูผู้ร่วมวิจัยจากโรงเรียนเดียวกัน จำนวน 2 คน สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน การทดสอบค่าทีและการวิเคราะห์เชิงเนื้อหา ซึ่งผลการวิจัยพบว่า 1) ผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็น bahwaหลักสูตรบูรณาการแบบ STEM รายวิชาวิทยาศาสตร์เพิ่มเติมที่พัฒนาขึ้นมีความเหมาะสมและความสอดคล้องอยู่ในระดับมาก 2) ผลการทดลองใช้หลักสูตร พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังทดลองใช้หลักสูตรบูรณาการสูงกว่าก่อนทดลองใช้หลักสูตรอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด (ร้อยละ 65) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ส่วนความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและความตระหนักต่อสิ่งแวดล้อมของนักเรียนหลังทดลองใช้หลักสูตรสูงกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นอกจากนี้ครูยังมีความคิดเห็นเชิงบวกต่อหลักสูตรบูรณาการในทุกด้าน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นัสรินทร์ ปือชา (2557: บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเรื่อง ผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา (STEM Education) ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา ความสามารถในการแก้ปัญหาและความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา (STEM Education) ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา ความสามารถในการแก้ปัญหาและความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/1 กำลังศึกษาใน ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อำเภอเมือง จังหวัดปัตตานี จำนวน 1 ห้องเรียน 39 คน ซึ่งได้จากวิธีสุ่มอย่างง่ายด้วยการจับสลาก (Simple Random Sampling) โดยใช้เวลาในการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา 18 ชั่วโมง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่มีขั้นตอนการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่อง การสืบพันธุ์ของพืชดอกและการเจริญเติบโต แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา แบบวัดความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้แบบบันทึกภาคสนามและแบบสัมภาษณ์ ซึ่งดำเนินการทดลองแบบกลุ่มทดลองหนึ่งกลุ่ม วัดผลก่อนและหลังการทดลอง (One Group Pretest-Posttest Design) วิเคราะห์ข้อมูลโดยหาค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบค่าทีชนิดกลุ่มตัวอย่างไม่เป็นอิสระต่อกัน (T-test Dependent Group) ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษามีคะแนนพัฒนาการ ร้อยละ 41.03 อยู่ในระดับต้น ร้อยละ 30.77 อยู่ในระดับปานกลาง ร้อยละ 20.51 อยู่ในระดับสูง และ ร้อยละ 7.69 อยู่ในระดับสูงมาก นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา ความสามารถในการแก้ปัญหา หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และนักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาอยู่ในระดับมาก

### 2.5.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการใช้บทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตมาพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ธนพงศ์ หมี่ทอง (2558: บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนาบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตสำหรับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ เรื่อง ภาษาซีชาร์ปเบื้องต้นชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนเทพศิรินทร์ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ เรื่อง ภาษาซีชาร์ปเบื้องต้น สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีคุณภาพ 2) พัฒนาบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ภาษาซีชาร์ปเบื้องต้นที่มีประสิทธิภาพ 3) เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการเขียนโปรแกรมด้วยภาษาซีชาร์ปเบื้องต้นกับเกณฑ์ที่กำหนด 4) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องภาษาซีชาร์ปเบื้องต้นของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 4 ระหว่างหลังเรียนกับก่อนเรียนด้วยบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้คือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนวิชา การเขียนโปรแกรม 2 ของโรงเรียนเทพศิรินทร์ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557 ที่ได้จากการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม จำนวน 36 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ บทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทางการเรียน เรื่อง ภาษาซีชาร์ปเบื้องต้น ซึ่งมีความยากง่ายระหว่าง 0.40-0.70 ค่าอำนาจจำแนกระหว่าง 0.30-0.80 และค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.91 วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติ ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าสถิติทดสอบที (t-test) แบบ one samples และ dependent samples , ผลการวิจัยพบว่า

- 1) แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ เรื่อง ภาษาซีชาร์ปเบื้องต้น มีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก ( $\bar{x}=4.53$ )
- 2) บทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ภาษาซีชาร์ปเบื้องต้น มีค่าประสิทธิภาพเท่ากับ 84.72/81.48
- 3) นักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะมีความสามารถในการเขียนโปรแกรมด้วยภาษาซีชาร์ปเบื้องต้น สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05 และ 4) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน เรื่อง ภาษาซีชาร์ปเบื้องต้นด้วยบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05

กรองจิตต์ เนื่องเฉลิม (2557: บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนาบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตตามแนวการจัดการเรียนรู้คอนสตรัคติวิสต์ เรื่องการประยุกต์ใช้ชุดโปรแกรมโอเพนออฟฟิศมีวิัตถุประสงค์เพื่อ 1) เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพการพัฒนาบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตตามแนวการจัดการเรียนรู้คอนสตรัคติวิสต์ 2) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างนักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต และนักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบปกติ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนเทศบาล 2 วิชาศึกษา จังหวัดสุรินทร์ จำนวน 40 คน จากประชากรจำนวน 90 คน ได้มาจกวิธีการสุ่มตัวอย่างอย่างง่าย (Simple Random Sampling) โดยวิธีจับฉลาก เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ บทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตและแบบประเมินคุณภาพของบทเรียนตามแนวการจัดการเรียนรู้แบบคอนสตรัคติวิสต์ และแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ประสิทธิภาพของบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตหาจากผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างเรียนกับหลังเรียน โดยเปรียบเทียบไม่ต่ำกว่าเกณฑ์ 80 : 80 และเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างนักเรียนที่เรียนด้วยการพัฒนาบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตตามแนวการจัดการเรียนรู้คอนสตรัคติวิสต์ และนักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบปกติ โดยวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ t-test (Independent Sample) ผลการวิจัยพบว่า 1) การพัฒนาบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตตามแนวการจัดการเรียนรู้คอนสตรัคติวิสต์มีคุณภาพด้านเนื้อหาอยู่ในระดับดี ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.35 และด้านเทคนิคการผลิตสื่ออยู่ในระดับดี ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.43 2) การพัฒนาบนเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตตามแนวการจัดการเรียนรู้คอนสตรัคติวิสต์ มีประสิทธิภาพเท่ากับ 83.75:81.75 ไม่ต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 80:80 3) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างนักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตโดยใช้ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ เรื่อง การประยุกต์ใช้ชุดโปรแกรมโอเพนออฟฟิศ สูงกว่ากลุ่มที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สันติชัย อาจชูมา (2557: 48-50) ได้ทำการวิจัยเรื่อง บทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเรื่อง วงจรพัลส์และดิจิตอล โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างและหาคุณภาพของบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเรื่องวงจรพัลส์และดิจิตอล โดยตั้งสมมติฐานว่าบทเรียนมีคุณภาพตามความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิอยู่ในระดับดี และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตสูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบปกติ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 2 ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2556 สาขาวิชาไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ โรงเรียนจิตรลดา (สายวิชาชีพ) จำนวน 40 คน แบ่งเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มละ 20 คน ได้มาโดยการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) ด้วยวิธีการจับสลาก โดยกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อหาคุณภาพและเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จากนั้นนำผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ได้ไปเปรียบเทียบกับนักเรียนที่เรียนด้วยวิธีสอนแบบปกติ โดยวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ t-test (independent) ผลการวิจัยสรุปว่า 1) บทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง วงจรพัลส์และดิจิตอลที่สร้างขึ้น มีคุณภาพตามเกณฑ์ที่ผู้ทรงคุณวุฒิประเมินอยู่ในระดับดีมาก 2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตสูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

### 2.5.3 งานวิจัยที่มีการนำการจัดการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษาร่วมกับบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

กิตติมา มุ่งวัฒนา (2559: บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัย เรื่อง การพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง เกมสร้างสรรค์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เพื่อพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง เกมสร้างสรรค์ที่มีคุณภาพ 2) เพื่อพัฒนาบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง เกมสร้างสรรค์ ที่มีคุณภาพและมีประสิทธิภาพ 3) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านความรู้ระหว่างก่อนเรียนกับหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง เกมสร้างสรรค์ และ 4) เพื่อประเมินคุณภาพของชิ้นงานที่สะท้อนด้านทักษะของนักเรียนที่ได้จากการเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง เกมสร้างสรรค์ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยคือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนสภาราชนิ 2 จังหวัดตรัง ปีการศึกษา 2558 ได้จากการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม 1 ห้องเรียน จำนวน 30 คน ซึ่งมีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่าง 0.67-1.00 ค่าความยากง่าย (p) ระหว่าง 0.20-0.80 ค่าอำนาจจำแนก (r) ระหว่าง 0.20-0.53 และมีค่าความเชื่อถือได้ (KR20) เท่ากับ 0.73 และวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน  $E_1 / E_2$  และสถิติ t-test แบบ dependent sample

ณัฐสุดา จันอาจ (2559: บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัย เรื่อง การเสริมสร้างทักษะการคิดวิเคราะห์ ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาผ่านเครือข่ายสังคม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนแก่นนครวิทยาลัย โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเสริมสร้างทักษะการคิดวิเคราะห์ด้วยแนวทางในการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา และเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนกับหลังเรียนที่จัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาผ่านเครือข่ายสังคม โดยมีกลุ่มเป้าหมายเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/2 โรงเรียนแก่นนครวิทยาลัย จำนวน 31คน เครื่องมือที่ใช้ได้แก่ 1) แผนการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบสะเต็มศึกษา 2) บทเรียนบนเครือข่ายสังคม 3) แบบวัดทักษะการคิดวิเคราะห์ และ 4) แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สถิติที่ใช้ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบสมมติฐาน t-test (Pair Sample) ผลการวิจัยพบว่า ผลการเสริมสร้างทักษะการคิดวิเคราะห์ด้วยแนวทางในการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาผ่านเครือข่ายสังคม วงรอบที่ 3 สูงกว่าวงรอบที่ 2 และวงรอบที่ 2 สูงกว่าวงรอบที่ 1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05 และผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากการศึกษาวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบว่า การจัดการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษาส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนสูงขึ้น เพราะการจัดการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษาสันับสนุนให้นักเรียนได้เรียนรู้ด้วยตนเอง โดยผู้สอนจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม มีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ และให้ข้อมูลย้อนกลับแก่ผู้เรียน อีกทั้งบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตทำให้นักเรียนสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเองได้ไม่จำกัดเวลา จึงเป็นแนวทางในการพัฒนาการจัดการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษาร่วมกับบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง การควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย เพื่อให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านทักษะของนักเรียนสูงขึ้น

## บทที่ 3

### วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยเรื่องการพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง การควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยมีรายละเอียดและขั้นตอนการดำเนินงานวิจัยดังนี้

- 3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
- 3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
- 3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล
- 3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

#### 3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

##### 3.1.1 ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 สายวิทย์-คณิต โรงเรียนชลราษฎรอำรุง จังหวัดชลบุรี จำนวน 5 ห้องเรียน รวมนักเรียนทั้งหมด 230 คน

##### 3.2.1 กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 สายวิทย์-คณิต โรงเรียนชลราษฎรอำรุง จังหวัดชลบุรี จำนวน 2 ห้องเรียน จำนวน 80 คน ซึ่งได้มาโดยวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) โดยแบ่งเป็น 2 กลุ่ม ดังนี้

กลุ่มที่ 1 กลุ่มหาประสิทธิภาพของบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต จำนวน 50 คน มาจากนักเรียนสายวิทย์-คณิต

กลุ่มที่ 2 กลุ่มทดลองที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต จำนวน 30 คน มาจากนักเรียนสายวิทย์-คณิต

## 3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

### 3.2.1 ประเภทของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วย

1. แผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง การควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 4
2. แบบประเมินคุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง การควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 4
3. บทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง การควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์
4. แบบประเมินคุณภาพบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง การควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์
5. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านทักษะประเภทผลการปฏิบัติก่อนเรียนกับหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง การควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์

### 3.2.2 การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. การสร้างแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา  
การสร้างแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง การควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีขั้นตอนดังนี้
  - 1.1 ศึกษาแนวความคิดการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา จากเอกสาร ตำราและรายงานการวิจัยที่เกี่ยวข้อง
  - 1.2 ศึกษาองค์ความรู้เกี่ยวกับกระบวนการจัดทำแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้
  - 1.3 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ของเนื้อหา ความคิดรวบยอด และตัวชี้วัด โดยจัดกิจกรรมความเหมาะสมของเนื้อหา เรื่อง การควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ ในรายวิชาการเขียนโปรแกรมภาษา ให้เหมาะสมกับบริบทและวัยของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 4 ดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 แสดงการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของเนื้อหา สารการเรียนรู้และตัวชี้วัด

สาระสำคัญ	ตัวชี้วัดช่วงชั้น	จำนวนคาบ	แผนที่
1. หุ่นยนต์เคลื่อนที่ตามที่กำหนด	ง 3.1 ม.4-6/6 เขียนโปรแกรมภาษา	2	1
2. หุ่นยนต์เคลื่อนที่ตามเส้น		2	
3. หุ่นยนต์เคลื่อนที่ตามคำสั่งของเซนเซอร์		2	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4 จัดทำแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง การควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ รวมเวลา 6 คาบ โดยในขั้นกิจกรรมการเรียนรู้ของแต่ละแผนได้ดำเนินการตามแบบสะเต็มศึกษา

1.5 นำแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาที่สร้างเสร็จไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาและอาจารย์ที่ปรึกษาร่วม เพื่อพิจารณาตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่อง และนำข้อเสนอแนะมาแก้ไขปรับปรุง

1.6 นำแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาที่ได้ผ่านการปรับปรุงแล้วให้ผู้ทรงคุณวุฒิ 3 คนเพื่อประเมินคุณภาพ แล้วจึงนำมาปรับปรุงตามคำแนะนำแล้วนำไปใช้ในการทดลองร่วมกับบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อหาประสิทธิภาพของการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

โดยผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 3 ท่าน ประกอบด้วย

1. อาจารย์อุบล รัตน์ศรีสอางค์ ครูชำนาญการ โรงเรียนชลราษฎรอำรุง
2. ดร.กฤษณา คิตติ อาจารย์ประจำภาควิชาครุศาสตร์อุตสาหกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
3. ผศ.ดร.ศิริรัตน์ เพ็ชรแสงศรี อาจารย์ประจำภาควิชาครุศาสตร์อุตสาหกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

โดยขั้นตอนการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง การควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ สามารถสรุปได้ดังภาพที่ 3.1



ภาพที่ 3.1 ผังงานการพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้อย่างแบบสะเต็มศึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2. การสร้างแบบประเมินคุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา

แผนการจัดการเรียนรู้เป็นเครื่องมือที่ช่วยเป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ซึ่งการสร้างแบบประเมินคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ มีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. ศึกษาแนวคิดการประเมินคุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้ของสุวิทย์ มูลคำ และคณะ (2551 : 58-64)

2. สร้างแบบประเมินคุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้ แบบมาตรฐานค่า 5 ระดับ ครอบคลุมประเด็นต่างๆ ดังนี้

2.1 จุดประสงค์การเรียนการสอน

2.2 เนื้อหาสาระ

2.3 กิจกรรมการเรียนการสอน

2.4 สื่อการเรียนการสอน

2.5 การวัดและประเมินผล

2.6 ความสอดคล้องขององค์ประกอบต่างๆของแผนการจัดการเรียนรู้

โดยแบบประเมินมีเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้

5 หมายถึง คุณภาพอยู่ในระดับ ดีมาก

4 หมายถึง คุณภาพอยู่ในระดับ ดี

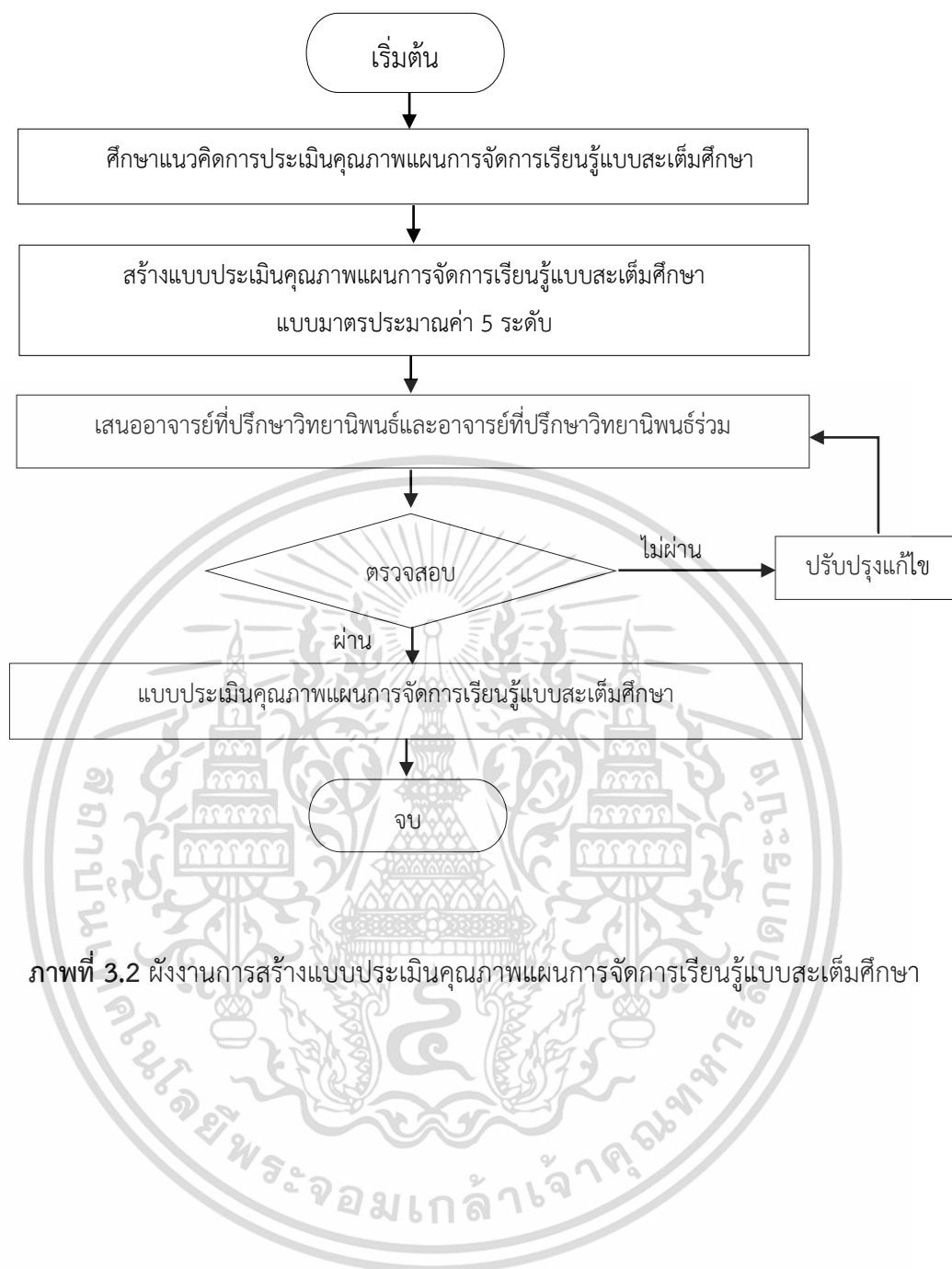
3 หมายถึง คุณภาพอยู่ในระดับ ปานกลาง

2 หมายถึง คุณภาพอยู่ในระดับ พอใช้

1 หมายถึง คุณภาพอยู่ในระดับ ควรปรับปรุง

3. นำแบบประเมินคุณภาพที่ได้ เสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วมทำการตรวจสอบเพื่อนำไปปรับปรุงแก้ไข

4. หลังจากปรับปรุงแก้ไขจะได้แบบประเมินคุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา โดยขั้นตอนการสร้างแบบประเมินคุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา แสดงได้ดังภาพที่ 3.2



ภาพที่ 3.2 ผังงานการสร้างแบบประเมินคุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3. การพัฒนาบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

การพัฒนาบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต วิชา การเขียนโปรแกรมภาษา เรื่อง การควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ ผู้วิจัยดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

#### 1. การวางแผน (Planning)

1.1 กำหนดเป้าหมาย คือ การพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง การควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย

#### 1.2 วิเคราะห์ปัจจัยที่เกี่ยวข้อง

1.2.1 ศึกษาลักษณะของนักเรียน เช่น ฐานะ สภาพแวดล้อม ค่านิยม ทักษะคติดพฤติกรรมหรือรูปแบบการเรียนรู้ ระดับความรู้พื้นฐาน ทักษะทางด้านคอมพิวเตอร์ ลักษณะการสอนที่ทำให้ให้นักเรียนต้องการเรียนรู้ เป็นต้น

1.2.2 กำหนดขอบข่ายของเนื้อหา โดยพิจารณาจากจุดประสงค์ที่กำหนดไว้ กำหนดขอบเขตของเนื้อหาที่ต้องการถ่ายทอดให้กับนักเรียน และจัดลำดับเนื้อหาให้มีความสัมพันธ์ต่อเนื่องกัน

1.2.3 ศึกษาทรัพยากรต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง ทั้งแหล่งข้อมูล บุคลากร ฮาร์ดแวร์ และซอฟต์แวร์ รวมทั้งงบประมาณและการวิเคราะห์แหล่งข้อมูล

1.3 กำหนดแผนการปฏิบัติงาน นำข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์ในขั้นตอนที่ 2 มาทำการวางแผนการปฏิบัติงานโดยแบ่งขั้นตอนการทำงานออกเป็นระยะๆ กำหนดภารกิจแต่ละช่วงบุคคลที่เกี่ยวข้อง เวลาในการปฏิบัติงาน และกำหนดเป้าหมายความสำเร็จแต่ละขั้นให้ชัดเจน

#### 2. การออกแบบ (Design)

2.1 เขียนวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมกำหนดวัตถุประสงค์ที่คาดหวังว่าจะเกิดขึ้นกับนักเรียนในเรื่อง การควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ ในรายวิชา การเขียนโปรแกรมภาษา

2.2 เขียนเนื้อหา ทำการรวบรวมเนื้อหาจากแหล่งข้อมูลต่างๆ มาทำการเขียนเรียบเรียงใหม่ตามหัวข้อที่วางแผนไว้ โดยพิจารณาให้เหมาะสมต่อการนำเสนอด้วยบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

2.3 กำหนดรูปแบบ กลวิธีในการสอน และวิธีการประเมินผล กำหนดรูปแบบในการสอนวิธีที่จะใช้ในการสอนและวิธีการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียน ซึ่งต้องสอดคล้องกับจุดประสงค์ที่ได้กำหนดไว้

2.4 วางโครงสร้างของบทเรียนและเส้นทางการควบคุมบทเรียน กำหนดความสัมพันธ์ของส่วนประกอบต่างๆ ในบทเรียนแบบคร่าวๆ ทั้งส่วนนำ ส่วนเนื้อหา ส่วนแบบฝึกหัด ส่วนแบบทดสอบ



2. ดร.สมเกียรติ ตันติวงศ์วานิช อาจารย์ประจำภาควิชาครุศาสตร์อุตสาหกรรม  
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร  
ลาดกระบัง
3. อาจารย์ชมิษา เพชรปฐมชล ครูชำนาญการ โรงเรียนชลกันยานุกูล

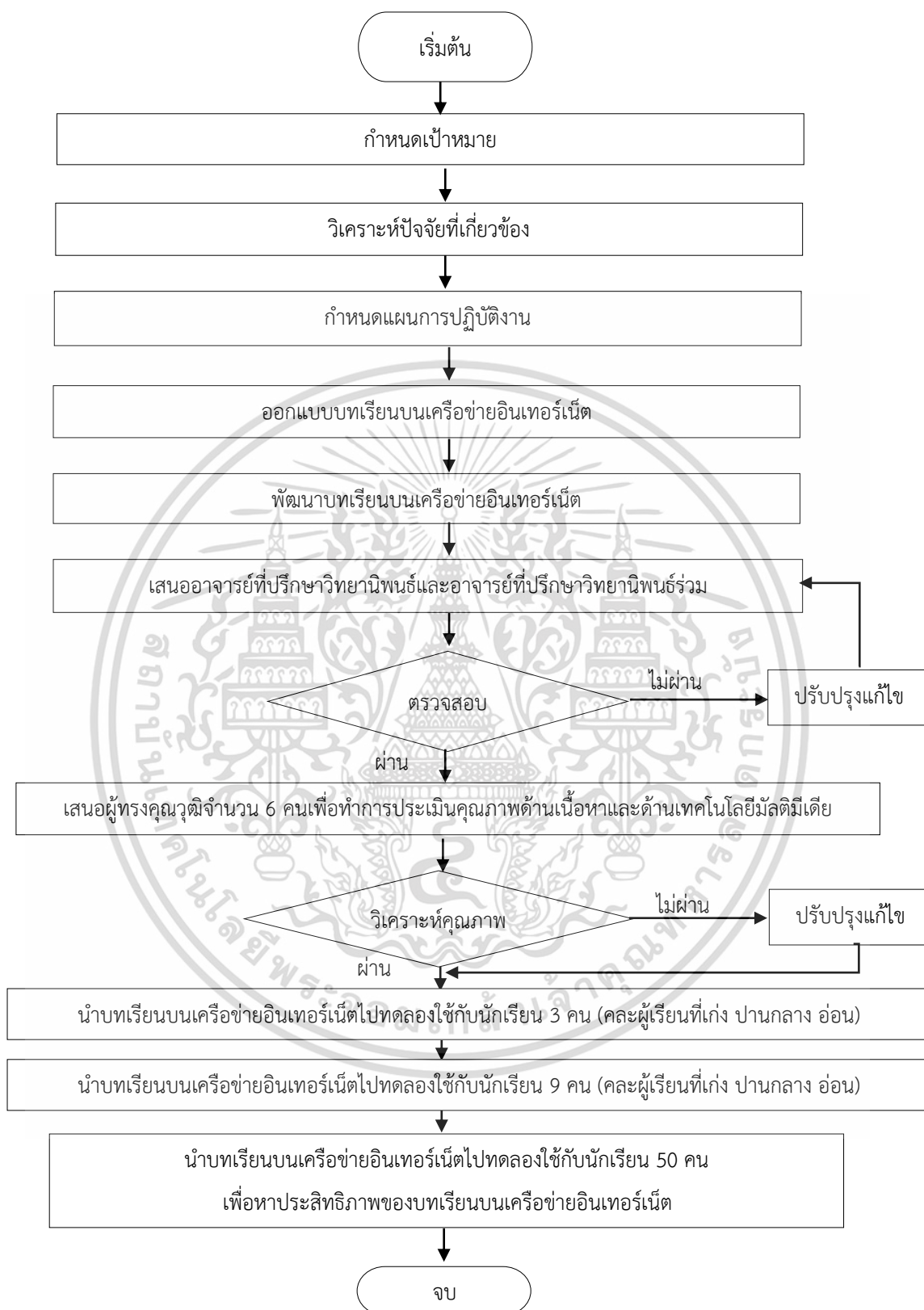
โดยผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคโนโลยีมีมติเดียว ประกอบด้วย

1. อาจารย์วรณัฐ แสงจันทร์ ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนชลราษฎรอำรุง
2. อาจารย์ภัทรพล พรหมมัญญ์ อาจารย์ประจำคณะครุศาสตร์  
มหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรี
3. อาจารย์สิวลัย จินเจือ อาจารย์ประจำคณะเทคโนโลยีและการจัดการ  
อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอม  
เกล้าพระนครเหนือ วิทยาเขตปราจีนบุรี

4.2 การทดลองใช้กับนักเรียน การทดลองใช้บทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตจะใช้  
ร่วมกันกับการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา โดยทดลองทั้งหมด 2 ครั้ง ครั้งแรกทดลองกับนักเรียน  
ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างแบบเดี่ยว (คณะผู้เรียนที่เก่ง ปานกลาง อ่อน) คือนักเรียนจำนวน 3 คน ครั้งที่ 2  
ทดลองกับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม (คณะผู้เรียนที่เก่ง ปานกลาง อ่อน) คือนักเรียน  
จำนวน 9 คน โดยแต่ละครั้งที่ทดลองจะต้องบันทึกส่วนที่แก้ไข เพื่อนำมาทำการปรับปรุงแก้ไข  
บทเรียน

4.3 นำบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตที่ผ่านการปรับปรุงแล้ว ไปทดลองจริงกับ  
กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 50 คน เพื่อทดสอบประสิทธิภาพของบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ( $E_1/E_2$ )

โดยการพัฒนาบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต สามารถแสดงขั้นตอนได้ดังภาพที่ 3.3



ภาพที่ 3.3 ผังงานการพัฒนาบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

#### 4. การสร้างแบบประเมินคุณภาพบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

การสร้างแบบประเมินคุณภาพบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต มีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. กำหนดหัวข้อการประเมินคุณภาพของบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ตามกรอบแนวคิดของไพโรจน์ ตรีธนากุล และคณะ (2546 : 197 - 204) ซึ่งมี 2 ด้าน คือ ด้านเนื้อหาและด้านเทคโนโลยีมีลติมีเดีย

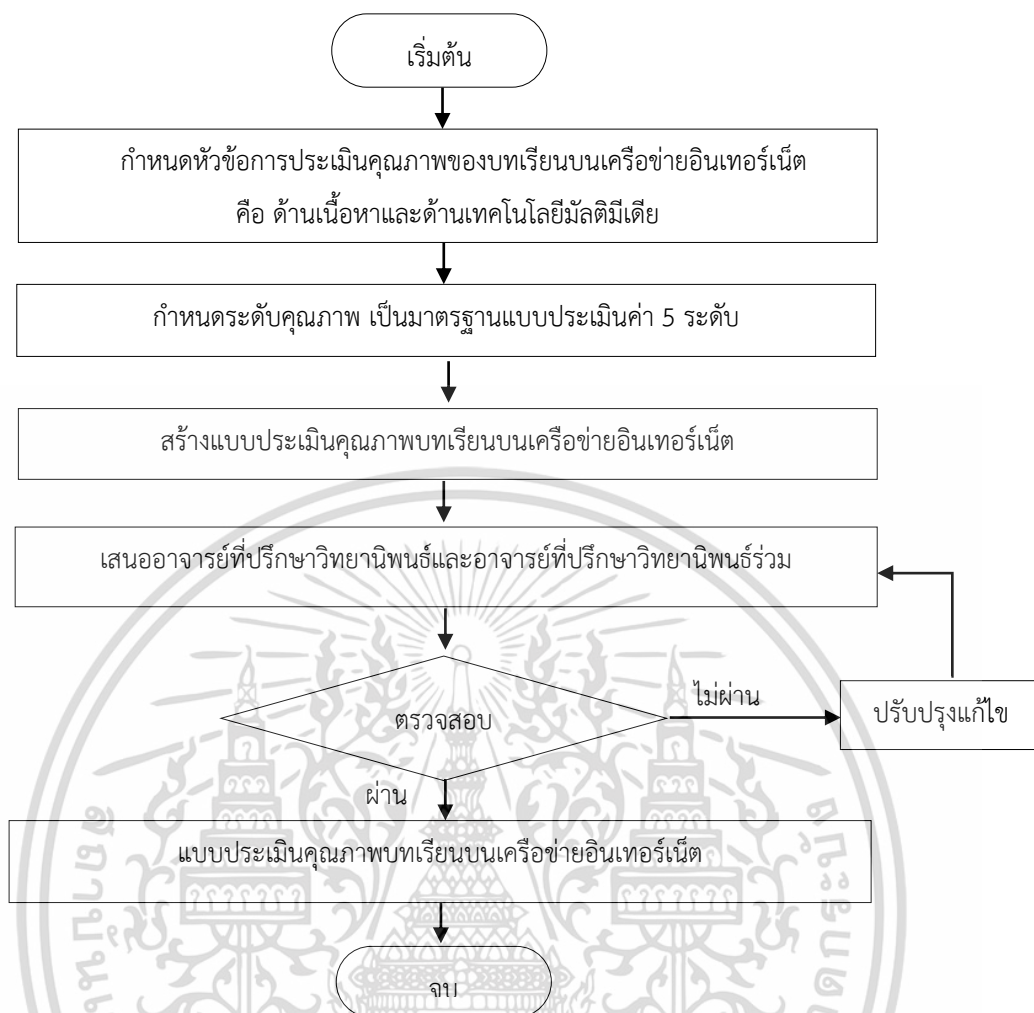
2. กำหนดระดับคุณภาพ เป็นมาตรฐานแบบประเมินค่า 5 ระดับ ของบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต คือ

- 5 หมายถึง คุณภาพอยู่ในระดับ ดีมาก
- 4 หมายถึง คุณภาพอยู่ในระดับ ดี
- 3 หมายถึง คุณภาพอยู่ในระดับ ปานกลาง
- 2 หมายถึง คุณภาพอยู่ในระดับ พอใช้
- 1 หมายถึง คุณภาพอยู่ในระดับ ควรปรับปรุง

3. สร้างแบบประเมินคุณภาพบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ทั้ง 2 ด้าน คือ ด้านเนื้อหาและด้านเทคโนโลยีมีลติมีเดีย

4. นำแบบประเมินคุณภาพ เสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ทำการตรวจสอบเพื่อนำไปปรับปรุงแก้ไขในขั้นตอนต่อไป

โดยการสร้างแบบประเมินคุณภาพบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต สามารถแสดงได้ดังภาพที่ 3.4



ภาพที่ 3.4 ผังงานการสร้างแบบประเมินคุณภาพบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

#### 5. การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านทักษะประเภทผลการปฏิบัติ

การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านทักษะประเภทผลการปฏิบัติ เรื่อง การควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย เป็นแบบประเมินผู้เรียนโดยการวัดและประเมินผลจากสภาพจริง โดยใช้การประเมินแบบรูบริคส์ มีขั้นตอนการดำเนินการดังนี้

1. ศึกษาเอกสารทฤษฎีและหลักการในการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านทักษะประเภทผลการปฏิบัติ ที่มีลักษณะเป็นเกณฑ์การให้คะแนน (Scoring Rubric)

2. กำหนดองค์ประกอบ นิยามปฏิบัติการ และจุดประสงค์การเรียนรู้ กำหนดจำนวนระดับของเกณฑ์ที่ใช้พิจารณาของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านทักษะประเภทผลการปฏิบัติ เรื่อง การควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์

3. สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านทักษะ เรื่อง การควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ที่มีลักษณะเป็นเกณฑ์การให้คะแนน (Scoring Rubric) 3 ระดับ ซึ่งผู้วิจัยได้นำค่านิยามปฏิบัติการ และจุดประสงค์การเรียนรู้ใน เรื่อง การควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ รายวิชาการเขียนโปรแกรมภาษา ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยพฤติกรรมที่จะวัด คือ ผลการปฏิบัติ (Product)

4. นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านทักษะประเภทผลการปฏิบัติที่สร้างขึ้น เสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วมทำการตรวจสอบ เพื่อนำไปปรับปรุงแก้ไข

5. นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านทักษะประเภทผลการปฏิบัติ เรื่อง การควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ ที่ผ่านการปรับปรุงแก้ไขแล้วเสนอต่อผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 3 คน เพื่อตรวจสอบความสอดคล้องตามเนื้อหา ความเหมาะสมของการประเมิน เกณฑ์การประเมิน ภาษาที่ใช้ เพื่อแก้ไขปรับปรุง โดยพิจารณาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ที่มีค่ามากกว่า 0.5

โดยมีผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 3 ท่าน ประกอบด้วย

- |                            |  |
|----------------------------|--|
| 1. รศ.ดร.ไพฑูริย์ พิมดี    | อาจารย์ประจำภาควิชาครุศาสตร์อุตสาหกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง |
| 2. ผศ.ดร.บุญจันทร์ สีสันต์ | อาจารย์ประจำภาควิชาครุศาสตร์อุตสาหกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ดร.กฤษณา คิตดี

อาจารย์ประจำภาควิชาครุศาสตร์อุตสาหกรรม  
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร  
ลาดกระบัง

ผู้วิจัยได้พัฒนาแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านทักษะประเภทผลการปฏิบัติ เรื่อง การควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ โดยการวิเคราะห์หาความสอดคล้องตามเนื้อหาของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านทักษะประเภทผลการปฏิบัติ ผู้วิจัยได้ผลการประเมินเฉลี่ยจากผู้ทรงคุณวุฒิ ดังรายละเอียดในตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 ผลการวิเคราะห์หาคุณภาพของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านทักษะประเภทผลการปฏิบัติ เรื่อง การควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์

ประเด็นการประเมินด้านทักษะประเภทผลการปฏิบัติ	IOC	ความหมาย
1. ประกอบหุ่นยนต์ถูกต้อง	0.67	สอดคล้อง
2. หุ่นยนต์เคลื่อนที่ได้ตามภารกิจที่กำหนด	1.00	สอดคล้อง
3. หุ่นยนต์เคลื่อนที่ได้ตามเส้นทางที่กำหนด	1.00	สอดคล้อง
4. หุ่นยนต์เคลื่อนที่ได้ตามคำสั่งของเซนเซอร์	1.00	สอดคล้อง
5. หุ่นยนต์ไม่ขัดข้องขณะทำภารกิจ	1.00	สอดคล้อง
6. หุ่นยนต์ปฏิบัติภารกิจภายในเวลาที่กำหนด	1.00	สอดคล้อง

จากตารางที่ 3.2 พบว่า ผลการวิเคราะห์หาคุณภาพของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านทักษะประเภทผลการปฏิบัติ โดยผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 3 ท่าน โดยทุกข้อการประเมินผ่านเกณฑ์ที่มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ตั้งแต่ 0.67-1.00

6. นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านทักษะประเภทผลการปฏิบัติไปทดลองใช้กับนักเรียนกลุ่มที่ 1 จำนวน 50 คน ซึ่งเป็นกลุ่มตัวอย่างสำหรับหาประสิทธิภาพ โดยดำเนินการทดลองในช่วงเดือนมกราคม พ.ศ. 2560 โดยมีผู้ให้คะแนน 2 คน แล้วนำคะแนน 2 ชุด มาหาค่าความเชื่อมั่นระหว่างผู้ประเมิน 2 คน โดยใช้วิธีการวิเคราะห์สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์โดยใช้สูตรของเพียร์สัน (Pearson Correlation Coefficient) ดังตารางที่ 3.3

ตารางที่ 3.3 ผลการหาความสัมพันธ์ของคะแนนการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านทักษะ ประเภทผลการปฏิบัติ เรื่อง เรื่อง การควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์

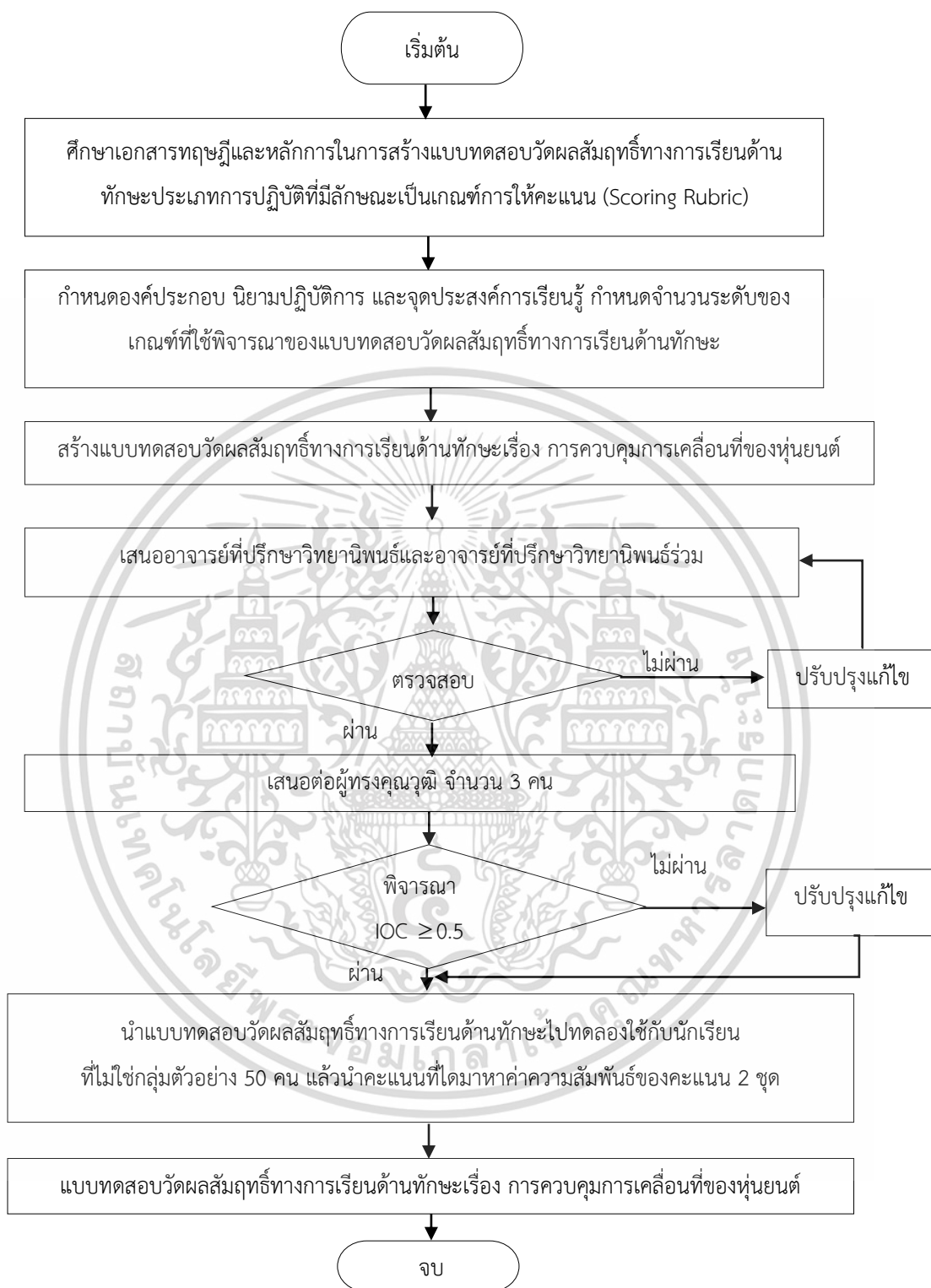
แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ด้านทักษะ	จำนวนกลุ่ม	คะแนนเต็ม	$r_{xy}$
ผลการปฏิบัติ	5	18	.912**

\*\* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตารางที่ 3.3 ความสัมพันธ์ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านทักษะ ประเภทผลการปฏิบัติ เรื่อง การควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ ระหว่างผู้ประเมิน 2 คน พบว่า มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สันของผลการปฏิบัติ เท่ากับ 0.912 ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .01 แสดงว่า ความสัมพันธ์ของการให้คะแนนการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านทักษะประเภทผล การปฏิบัติ เรื่อง การควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ 2 ชุด มีความสัมพันธ์กัน

7. นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านทักษะประเภทการปฏิบัติที่ผ่านการปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

โดยขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านทักษะประเภทผล การปฏิบัติ เรื่อง การควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ สามารถแสดงได้ดังภาพที่ 3.5



ภาพที่ 3.5 ผังงานการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านทักษะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยนำการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง การควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ผู้วิจัยมีขั้นตอนในการเก็บรวบรวมข้อมูลดังนี้

1. หาประสิทธิภาพของบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง การควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ มีขั้นตอนดังนี้

1.1 ผู้วิจัยชี้แจงให้กลุ่มตัวอย่าง กลุ่มที่ 1 จำนวน 50 คน ให้เข้าใจเกี่ยวกับขั้นตอน และวิธีการใช้งานบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง การควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ สื่อการเรียนรู้สำหรับการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา

1.2 ให้นักเรียนศึกษา เรื่อง การควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ ด้วยตนเองที่บ้าน จากบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตผ่านคอมพิวเตอร์หรือสมาร์ทโฟน และทำใบงานที่ได้รับมอบหมาย และศึกษาข้อมูลเพิ่มเติมในการทำกิจกรรมในคาบเรียน

1.3 ในคาบเรียนผู้วิจัยได้ถามคำถามนักเรียนเกี่ยวกับบทเรียนที่ให้ศึกษา และสรุปบทเรียน ก่อนให้นักเรียนลงมือทำกิจกรรมตามใบกิจกรรมที่กำหนดไว้ในบทเรียน

1.4 ให้นักเรียนนำเสนอผลงานที่นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันเขียนโปรแกรมตามหัวข้อที่กำหนด เพื่อทำการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านทักษะประเภทผลการปฏิบัติ

1.5 นำผลการประเมินมาหาประสิทธิภาพของบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตแล้วนำไปเปรียบเทียบกับเกณฑ์  $E_1/E_2$  ตามเกณฑ์ที่กำหนด

2. ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านทักษะประเภทผลการปฏิบัติก่อนเรียนกับหลังเรียนของกลุ่มตัวอย่างห้องที่ 2 จำนวน 30 คน ตามแบบประเมินที่ผู้วิจัยจัดทำขึ้น โดยใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริกส์ (Rubrics)

ผู้วิจัยกำหนดระยะเวลาในการทดลองการวิจัยครั้งนี้ใช้เวลาทดลองประมาณ 6 คาบ โดยทดลองสอนในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 และการวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental research) ซึ่งทดลองโดยใช้รูปแบบการทดลองแบบกลุ่มเดียวมีการวัดก่อนและหลังให้สิ่งทดลอง (one group pretest-posttest design) (พรรณี ลีกิจวัฒน์.2558 : 289) ซึ่งมีรูปแบบการทดลองดังนี้

#### ตารางที่ 3.4 การทดลองแบบกลุ่มเดียวมีการวัดก่อนและหลังให้สิ่งทดลอง

กลุ่ม	วัดก่อน	สิ่งทดลอง	วัดหลัง
E	T <sub>1</sub>	X	T <sub>2</sub>

- เมื่อ E แทน กลุ่มตัวอย่างจำนวน 30 คน ที่เป็นกลุ่มทดลอง
- $T_1$  แทน ผลการวัดทักษะก่อนเรียนด้วยบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต
- X แทน การเรียนด้วยบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต
- $T_2$  แทน ผลการวัดทักษะหลังเรียนด้วยบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

การประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านทักษะประเภทผลการปฏิบัติ เรื่อง การควบคุม การเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ หลังเรียนโดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลตามขั้นตอน ดังนี้

1. ผู้วิจัยดำเนินการจัดห้องเรียนเป็นกลุ่มทดลองจำนวน 1 ห้องเรียน
2. ผู้วิจัยชี้แจงวัตถุประสงค์และอธิบายขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตให้นักเรียนรับทราบ เพื่อให้ให้นักเรียนเข้าใจและปฏิบัติได้ถูกต้อง เมื่อนักเรียนเข้าใจเรียบร้อยแล้ว ผู้วิจัยจึงเริ่มดำเนินการทดลอง โดยมีการประเมินทักษะก่อนเรียนโดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านทักษะประเภทผลการปฏิบัติ ก่อนทำกิจกรรม
3. เมื่อศึกษาจบทุกหน่วยการเรียนรู้แล้ว ดำเนินการประเมินทักษะโดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านทักษะประเภทผลการปฏิบัติที่ผู้วิจัยจัดทำขึ้น
4. นำข้อมูลที่ได้ทั้งหมดไปวิเคราะห์ทางสถิติต่อไป

### 3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

การพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง การควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ผู้วิจัยได้ใช้โปรแกรมสำเร็จรูปในการวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับ ดังนี้

3.4.1 หากคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาจากคะแนนที่ได้จากแบบประเมินคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้จากผู้ทรงคุณวุฒิ โดยการหาค่าเฉลี่ย ( $\bar{x}$ ) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation) โดยใช้สูตรดังนี้

1. การคำนวณหาค่าเฉลี่ย ( $\bar{x}$ ) (พรณี ลีกิจวัฒน์. 2558 : 245) ใช้สูตร

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

- |       |           |     |                    |
|-------|-----------|-----|--------------------|
| เมื่อ | $\bar{x}$ | แทน | ค่าเฉลี่ย          |
|       | $\sum x$  | แทน | ผลรวมของผลคะแนน    |
|       | n         | แทน | จำนวนกลุ่มตัวอย่าง |

2. การคำนวณหาส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation) สามารถคำนวณโดยใช้สูตร (พรรณี สิกิวัฒน์. 2558 : 248)

$$S = \sqrt{\frac{\sum (X - \bar{X})^2}{(n-1)}}$$

เมื่อ	S	แทน	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
	$\sum$	แทน	ผลรวม
	X	แทน	คะแนนแต่ละตัวในชุดข้อมูล
	$\bar{X}$	แทน	ค่าเฉลี่ยคะแนนทั้งหมด
	n	แทน	จำนวนข้อมูลทั้งหมด

3.4.2 การวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง การควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ โดยใช้สูตร  $E_1 / E_2$  (ชัยยงค์ พรหมวงศ์. 2556 : 7 - 20) ซึ่งวิธีการค้นหาประสิทธิภาพ ดังนี้

สูตรที่ 1  $E_1 = \frac{\sum X}{nA} \times 100$

สูตรที่ 2  $E_2 = \frac{\sum F}{nB} \times 100$

เมื่อ	$E_1$	คือ	ประสิทธิภาพของกระบวนการ
	$E_2$	คือ	ประสิทธิภาพของผลลัพธ์
	$\sum X$	คือ	คะแนนรวมที่ตอบถูกของใบงานระหว่างเรียน
	$\sum F$	คือ	คะแนนรวมตอบถูกของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้าน

ทักษะ

A คือ คะแนนเต็มของใบงานระหว่างเรียน

B คือ คะแนนเต็มของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านทักษะหลัง

เรียน

n คือ จำนวนผู้เรียน

โดยกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพ ( $E_1 / E_2$ ) ไม่ต่ำกว่า 80/80

3.4.3 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านทักษะประเภทผลการปฏิบัติหลังเรียนกับก่อนเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง การควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ โดยใช้สถิติการทดสอบที่สำหรับเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของข้อมูล 2 กลุ่มที่ไม่เป็นอิสระต่อกัน (t-test dependent samples) (พรรรณี ลีกิจวัฒน์. 2558 : 274) ใช้สูตร

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

เมื่อ	D	แทน	ผลต่างระหว่างคะแนนแต่ละคู่
	$\sum D$	แทน	ผลรวมของผลต่างระหว่างคะแนนแต่ละคู่
	n	แทน	จำนวนนักเรียนที่ทำแบบทดสอบ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 4

### ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัย เรื่อง การพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง การควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ซึ่งผู้วิจัยได้วิเคราะห์ข้อมูลตามวัตถุประสงค์การวิจัยและนำเสนอผลการวิจัยตามหัวข้อดังนี้

4.1 ผลการพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง การควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีคุณภาพ

4.1.1 ผลการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง การควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์

4.1.2 ผลการวิเคราะห์คุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา

4.2 ผลการพัฒนาบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง การควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ ให้มีคุณภาพและประสิทธิภาพ

4.2.1 ผลการสร้างบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง การควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์

4.2.2 ผลการวิเคราะห์คุณภาพของบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง การควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์

4.2.3 ผลการหาประสิทธิภาพของบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง การควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์

4.3 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านทักษะก่อนเรียนกับหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง การควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์

#### 4.1 ผลการพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง การควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีคุณภาพ

##### 4.1.1 ผลการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง การควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์

ผู้วิจัยได้สร้างแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง การควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ จำนวน 1 แผน ใช้เวลาเรียนทั้งหมด 6 คาบ ผู้วิจัยนำแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นไปเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วมและผู้ทรงคุณวุฒิเพื่อพิจารณาให้ข้อเสนอแนะและปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะ ซึ่งได้รับข้อเสนอแนะให้ปรับปรุงแก้ไขในการกำหนดวิธีการเรียนและหัวข้อกิจกรรมในการเรียนรู้ให้ชัดเจนขึ้น ดังรายละเอียดในภาคผนวก ข

##### 4.1.2 ผลการวิเคราะห์คุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา

จากการนำแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง การควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ ไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 3 คน เพื่อตรวจสอบหาคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ซึ่งผลการประเมิน แสดงดังตารางที่ 4.1 ดังนี้

ตารางที่ 4.1 ผลการหาคุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง การควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์

รายการประเมิน	$\bar{X}$	S	ระดับคุณภาพ
<b>1. จุดประสงค์การเรียนรู้การสอน</b>	<b>5.00</b>	<b>0.00</b>	<b>ดีมาก</b>
1.1 สอดคล้องกับมาตรฐานและตัวชี้วัดของหลักสูตรแกนกลางฯ	5.00	0.00	ดีมาก
<b>2. เนื้อหาสาระ</b>	<b>4.75</b>	<b>0.29</b>	<b>ดีมาก</b>
2.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5.00	0.00	ดีมาก
2.2 สอดคล้องกับระดับความรู้ของนักเรียน	4.67	0.58	ดีมาก
2.3 เรียงลำดับเนื้อหาอย่างเหมาะสมจากง่ายไปยาก	4.67	0.58	ดีมาก
2.4 มีการบูรณาการความรู้ทางด้านสะเต็มศึกษา	4.67	0.58	ดีมาก
<b>3. กิจกรรมการเรียนรู้การสอน</b>	<b>4.67</b>	<b>0.26</b>	<b>ดีมาก</b>
3.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ เขียนขั้นตอนของกระบวนการจัดการเรียนรู้ชัดเจน	4.67	0.58	ดีมาก
3.2 กิจกรรมเหมาะสมกับเวลาที่กำหนด	4.33	0.58	ดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.1 (ต่อ)

รายการประเมิน	$\bar{X}$	S	ระดับคุณภาพ
3.3 กิจกรรมมีความต่อเนื่องตามลำดับของจุดประสงค์การเรียนรู้	4.67	0.58	ดีมาก
3.4 กิจกรรมการเรียนรู้น่าสนใจและเหมาะสมกับผู้เรียน	4.67	0.58	ดีมาก
3.5 กิจกรรมการเรียนรู้สามารถนำไปปฏิบัติการสอนได้จริง	5.00	0.00	ดีมาก
<b>4. สื่อการเรียนการสอน</b>	<b>5.00</b>	<b>0.00</b>	<b>ดีมาก</b>
4.1 สอดคล้องกับเนื้อหาสาระ	5.00	0.00	ดีมาก
4.2 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	5.00	0.00	ดีมาก
<b>5. การวัดและการประเมินผล</b>	<b>4.56</b>	<b>0.33</b>	<b>ดีมาก</b>
5.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.33	0.58	ดี
5.2 มีวิธีการวัดและประเมินผลชัดเจน	4.33	0.58	ดี
5.3 มีเครื่องมือที่ใช้วัดและเกณฑ์การประเมินชัดเจน	5.00	0.00	ดีมาก
<b>6. ความสอดคล้ององค์ประกอบต่างๆในแผนการจัดการเรียนรู้</b>	<b>5.00</b>	<b>0.00</b>	<b>ดีมาก</b>
6.1 มีความครบถ้วนขององค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้	5.00	0.00	ดีมาก
<b>รวม</b>	<b>4.77</b>	<b>0.27</b>	<b>ดีมาก</b>

จากตารางที่ 4.1 พบว่า แผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง การควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ วิชา การเขียนโปรแกรมภาษา มีคุณภาพโดยรวมอยู่ในระดับดีมาก ( $\bar{X} = 4.77$ ) เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อ พบว่า อยู่ในระดับดีมาก ดังนี้ 1) จุดประสงค์การเรียนการสอน ( $\bar{X} = 5.00$ ) 2) ด้านสื่อการเรียนการสอน ( $\bar{X} = 5.00$ ) 3) ความสอดคล้ององค์ประกอบต่างๆในแผนการจัดการเรียนรู้ ( $\bar{X} = 5.00$ ) 4) เนื้อหาสาระ ( $\bar{X} = 4.75$ ) 5) กิจกรรมการเรียนการสอน ( $\bar{X} = 4.67$ ) 6) การวัดและประเมินผล ( $\bar{X} = 4.56$ ) ตามลำดับ

## 4.2 ผลการพัฒนาบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง การควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ ให้มีคุณภาพและประสิทธิภาพ

### 4.2.1 ผลการสร้างบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง การควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์

บทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง การควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ เป็นบทเรียนสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนวิชาการเขียนโปรแกรมภาษา สามารถเข้าศึกษาได้ที่เว็บไซต์ [www.krusawitree.com](http://www.krusawitree.com) โดยนักเรียนจะได้รับชื่อผู้ใช้และรหัสผ่านเพื่อเข้าสู่ระบบภายในเว็บไซต์ประกอบไปด้วยเนื้อหาเกี่ยวกับการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์โดยใช้ซอฟต์แวร์ Arduino IPST ซึ่งมีทั้งข้อความและวิดีโอตัวอย่างเพื่อให้นักเรียนเข้าใจในบทเรียนมากยิ่งขึ้น

### 4.2.2 ผลการวิเคราะห์คุณภาพของบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง การควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์

การวิเคราะห์หาคุณภาพของบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง การควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ ผู้วิจัยได้ขอความอนุเคราะห์จากผู้ทรงคุณวุฒิเป็นผู้ประเมินบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ซึ่งแบ่งเป็น 2 ด้าน คือ ด้านเนื้อหาและด้านเทคโนโลยีมัลติมีเดีย ดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 การหาคุณภาพของบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

รายการประเมิน	$\bar{x}$	S	ระดับคุณภาพ
1. ด้านเนื้อหา	4.90	0.22	ดีมาก
2. ด้านเทคโนโลยีมัลติมีเดีย	4.71	0.25	ดีมาก
รวม	4.80	0.17	ดีมาก

จากตารางที่ 4.2 พบว่า คุณภาพของบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง การควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ มีคุณภาพโดยรวมอยู่ในระดับดีมาก ( $\bar{x} = 4.80, S = 0.17$ ) และเมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่า ด้านเนื้อหาอยู่ในระดับดีมาก ( $\bar{x} = 4.90, S = 0.22$ ) และด้านเทคโนโลยีมัลติมีเดียอยู่ในระดับดีมาก ( $\bar{x} = 4.71, S = 0.25$ )

4.2.2.1 การวิเคราะห์หาคุณภาพของบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง การควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ด้านเนื้อหา ซึ่งได้ผ่านการประเมินโดยผู้ทรงคุณวุฒิ 3 ท่าน ดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 การหาคุณภาพของบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ด้านเนื้อหา

รายการประเมิน	$\bar{X}$	S	ระดับคุณภาพ
<b>1. ด้านเนื้อหา</b>	<b>4.94</b>	<b>0.24</b>	<b>ดีมาก</b>
1.1 สอดคล้องและเหมาะสมกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5.00	0.00	ดีมาก
1.2 ความถูกต้องของเนื้อหา	5.00	0.00	ดีมาก
1.3 มีขอบเขตเพียงพอจะทำให้บรรลุตามจุดประสงค์การเรียนรู้	5.00	0.00	ดีมาก
1.4 ความเหมาะสมด้านปริมาณของเนื้อหาแต่ละหัวข้อ	5.00	0.00	ดีมาก
1.5 กิจกรรมที่มอบหมายให้กับผู้เรียนมีความเหมาะสม	5.00	0.00	ดีมาก
1.6 เหมาะสมกับความรู้ความสามารถของผู้เรียน	4.67	0.58	ดีมาก
<b>2. ด้านการปฏิสัมพันธ์</b>	<b>4.67</b>	<b>0.41</b>	<b>ดีมาก</b>
2.1 วิธีการนำเสนอปฏิสัมพันธ์เหมาะสมกับเนื้อหา	4.33	0.58	ดี
2.2 การปฏิสัมพันธ์บนหน้าจอของเนื้อหาถูกต้องตามจุดประสงค์การเรียนรู้	5.00	0.00	ดีมาก
<b>3. ด้านโครงสร้างของบทเรียน</b>	<b>5.00</b>	<b>0.00</b>	<b>ดีมาก</b>
3.1 โครงสร้างของบทเรียนเหมาะสมต่อเนื้อหาการเรียนรู้	5.00	0.00	ดีมาก
3.2 นำเสนอบทเรียนโดยเรียงลำดับจากง่ายไปยาก	5.00	0.00	ดีมาก
3.3 วิธีการเข้าถึงเนื้อหาสะดวกและเข้าถึงได้ง่าย	5.00	0.00	ดีมาก
<b>รวม</b>	<b>4.90</b>	<b>0.22</b>	<b>ดีมาก</b>

จากตารางที่ 4.3 พบว่า คุณภาพของบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตด้านเนื้อหา เรื่อง การควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ มีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก ( $\bar{X} = 4.90$ ) และเมื่อพิจารณาการประเมินเป็นรายด้านพบว่า ด้านโครงสร้างของบทเรียนอยู่ในระดับดีมาก ( $\bar{X} = 5.00$ ) ด้านเนื้อหาอยู่ในระดับดีมาก ( $\bar{X} = 4.94$ ) และด้านการปฏิสัมพันธ์อยู่ในระดับดีมาก ( $\bar{X} = 4.67$ ) ตามลำดับ

4.2.2.2 การวิเคราะห์หาคุณภาพของบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตด้านเนื้อหา เรื่อง การควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ ด้านเทคโนโลยีมีผลดีมีเดีย ซึ่งได้ผ่านการประเมินโดยผู้ทรงคุณวุฒิ 3 ท่าน ดังตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 การหาคุณภาพของบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ด้านเทคโนโลยีมีผลดีมีเดีย

รายการประเมิน	$\bar{X}$	S	ระดับคุณภาพ
<b>1. ด้านการนำเสนอมีผลดีมีเดีย</b>	<b>4.73</b>	<b>0.26</b>	<b>ดีมาก</b>
1.1 การวางตำแหน่งของเมนู ข้อความ และรูปภาพเหมาะสม	4.67	0.58	ดีมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.4 (ต่อ)

รายการประเมิน	$\bar{X}$	S	ระดับคุณภาพ
1.2 มีขนาดของเมนู ข้อความ และรูปภาพเหมาะสม	4.67	0.58	ดีมาก
1.3 ความชัดเจนของหัวข้อหรือส่วนที่เน้นความสำคัญ	4.33	0.58	ดี
1.4 ใช้สีในบทเรียนเหมาะสม	5.00	0.00	ดีมาก
1.5 รูปแบบและสีของตัวอักษรเหมาะสม	4.67	0.58	ดีมาก
<b>2. ด้านการปฏิสัมพันธ์</b>	<b>4.69</b>	<b>0.00</b>	<b>ดีมาก</b>
2.1 การปฏิสัมพันธ์ของผู้เรียนและบทเรียน	4.72	0.58	ดีมาก
2.2 การปฏิสัมพันธ์ของผู้เรียนและใบงาน	4.67	0.58	ดีมาก
<b>3. ด้านโครงสร้างของบทเรียน</b>	<b>4.78</b>	<b>0.33</b>	<b>ดีมาก</b>
3.1 การแบ่งข้อมูลครบถ้วนตามเนื้อหา	5.00	0.00	ดีมาก
3.2 เข้าถึงบทเรียนได้ง่าย	4.67	0.58	ดีมาก
3.3 ความสมบูรณ์ของการเชื่อมโยงและเปลี่ยนหน้าจอ	4.67	0.58	ดีมาก
<b>รวม</b>	<b>4.71</b>	<b>0.25</b>	<b>ดีมาก</b>

จากตารางที่ 4.4 พบว่า คุณภาพของบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ด้านเทคโนโลยี มัลติมีเดีย เรื่อง การควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ มีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก ( $\bar{X} = 4.71$ ) และเมื่อพิจารณาการประเมินเป็นรายด้านพบว่า ด้านโครงสร้างของบทเรียนอยู่ในระดับดีมาก ( $\bar{X} = 4.78$ ) ด้านการนำเสนอมีเดียอยู่ในระดับดีมาก ( $\bar{X} = 4.73$ ) และด้านการปฏิสัมพันธ์อยู่ในระดับดีมาก ( $\bar{X} = 4.69$ ) ตามลำดับ

#### 4.2.3 ผลการหาประสิทธิภาพของบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง การควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์

การวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง การควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ ผู้วิจัยได้ทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างซึ่งเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนชลราษฎรอำรุง จำนวน 50 คน แสดงดังตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 ผลการหาประสิทธิภาพของบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง การควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์

ประสิทธิภาพของบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต	n	คะแนนเต็ม	คะแนนเฉลี่ย	ค่าเฉลี่ยร้อยละ	ประสิทธิภาพของบทเรียน ( $E_1/E_2$ )
ระหว่างเรียน	50	10	8.60	86.00	86.00/81.00
หลังเรียน		18	14.58	81.00	

จากตารางที่ 4.5 พบว่า บทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง การควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา นักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง การควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ ได้คะแนนเฉลี่ยระหว่างเรียนเท่ากับ 8.60 และมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนเท่ากับ 14.58 มีประสิทธิภาพของกระบวนการต่อประสิทธิภาพของผลลัพธ์ ( $E_1/E_2$ ) เท่ากับ 86.00/81.00 ซึ่งสอดคล้องกับเกณฑ์ที่ตั้งไว้คือ ไม่ต่ำกว่า 80/80

4.3 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านทักษะก่อนเรียนกับหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง การควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์

ผู้วิจัยได้นำบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเรื่อง เรื่อง การควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา มาทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนชลราษฎรอำรุง จำนวน 30 คน เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านทักษะประเภทผลการปฏิบัติก่อนเรียนกับหลังเรียนด้วยบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเรื่อง เรื่อง การควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ แสดงดังตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.6 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านทักษะประเภทผลการปฏิบัติก่อนเรียนกับหลังเรียนด้วยบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเรื่อง เรื่อง การควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์

ผลการทดสอบ	n	คะแนนเต็ม	$\bar{X}$	S	df	t
ก่อนเรียน	30	18	7.20	1.19	29	83.542**
หลังเรียน		18	14.80	1.19		

\*\* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตารางที่ 4.6 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านทักษะประเภทผลการปฏิบัติหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ระดับ .01

## บทที่ 5

### สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัย เรื่อง การพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับ บทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง การควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ ระดับมัธยมศึกษา ตอนปลาย โดยมีสาระสำคัญในการวิจัยสรุปได้ดังนี้

5.1 สรุปผลการวิจัย

5.2 อภิปรายผล

5.3 ข้อเสนอแนะ

#### 5.1 สรุปผลการวิจัย

##### 5.1.1 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง การควบคุมการเคลื่อนที่ของ หุ่นยนต์ ที่มีคุณภาพ
2. เพื่อพัฒนาบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง การควบคุมการเคลื่อนที่ของ หุ่นยนต์ ให้มีคุณภาพและประสิทธิภาพ
3. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านทักษะก่อนเรียนกับหลังเรียนด้วย การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง การควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์

##### 5.1.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 สายวิทย์-คณิต โรงเรียนชลราษฎรอำรุง จังหวัดชลบุรี จำนวน 5 ห้องเรียน รวมนักเรียนทั้งหมด 230 คน กลุ่มตัวอย่างได้จากการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) โดยแบ่งเป็น 2 กลุ่ม ดังนี้

กลุ่มที่ 1 กลุ่มหาประสิทธิภาพของบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต จำนวน 50 คน มาจากนักเรียนสายวิทย์-คณิต

กลุ่มที่ 2 กลุ่มทดลองที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับบทเรียน บนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต จำนวน 30 คน มาจากนักเรียนสายวิทย์-คณิต

### 5.1.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง การควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 4 แผน
2. แบบประเมินคุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง การควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 4
3. บทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง การควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์
4. แบบประเมินคุณภาพบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง การควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์
5. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านทักษะประเภทผลการปฏิบัติก่อนเรียนกับหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง การควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ ใช้แบบทดสอบก่อนเรียนกับหลังเรียน เป็นแบบทดสอบที่ประเมินตามสภาพจริง ซึ่งมีค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ 0.67-1.00 และค่าความเชื่อมั่นระหว่างผู้ประเมิน 2 คน ในด้านผลการปฏิบัติ เท่ากับ 0.912

### 5.1.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยนำรูปแบบแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง การควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ ที่ผ่านการปรับปรุงนำไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 โรงเรียนชลราษฎรอำรุง ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

1. การหาคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง การควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ ผู้วิจัยได้นำแผนการจัดการเรียนรู้ให้ผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 3 ท่าน ประเมินคุณภาพและนำผลที่ได้ไปวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ
2. การหาคุณภาพของบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ผู้วิจัยได้นำแบบประเมินคุณภาพของบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตให้ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหาจำนวน 3 ท่าน และด้านเทคโนโลยีมีเดียจำนวน 3 ท่านทำการประเมิน และนำผลที่ได้ไปวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ
3. การหาประสิทธิภาพของบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

ผู้วิจัยชี้แจงให้กลุ่มตัวอย่าง เข้าใจเกี่ยวกับขั้นตอน และวิธีการใช้งานบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต สื่อการเรียนรู้สำหรับการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ให้นักเรียนทดลองเรียนรู้ที่ละหัวข้อด้วยบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต และทำใบงานตามหัวข้อในใบกิจกรรม เพื่อเก็บเป็นคะแนนของกระบวนการ แล้วหาประสิทธิภาพของกระบวนการ หลังจากจบกระบวนการทดลองแล้ว ให้นักเรียนนำเสนอผลงานที่ได้เขียนโปรแกรมตามหัวข้อที่กำหนดในใบกิจกรรม เพื่อวัดประสิทธิภาพของผลลัพธ์

#### 4. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านทักษะประเภทปฏิบัติ

การนำเสนอผลงานของนักเรียนที่เรียนด้วยการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ผู้วิจัยให้กลุ่มตัวอย่างนำเสนอผลงานจากการทำใบกิจกรรมก่อนเรียน (Pretest) เมื่อกลุ่มตัวอย่างเรียนครบทุกหน่วยการเรียนรู้ ให้นักเรียนลงมือทำกิจกรรมตามใบกิจกรรมที่กำหนดไว้ในบทเรียน และนำเสนอผลงานหลังเรียน (Posttest) เพื่อนำคะแนนไปใช้ในการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านทักษะประเภทผลการปฏิบัติ

#### 5.1.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

1. วิเคราะห์คุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง การควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ และการหาคุณภาพของบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต โดยใช้ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
2. วิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง การควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ โดยหาค่า  $E_1/E_2$
3. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านทักษะประเภทผลการปฏิบัติหลังเรียนกับก่อนเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง การควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ โดยใช้สถิติการทดสอบที (t-test dependent samples)

#### 5.1.6 สรุปผลการวิจัย

1. คุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง การควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ วิชา การเขียนโปรแกรมภาษา มีคุณภาพภาพรวมอยู่ในระดับดีมาก ( $\bar{X} = 4.77$ )
2. คุณภาพของบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง การควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ มีคุณภาพโดยรวมอยู่ในระดับดีมาก ( $\bar{x} = 4.80, S = 0.17$ ) และเมื่อพิจารณาเป็นรายด้านพบว่า ด้านเนื้อหาอยู่ในระดับดีมาก ( $\bar{x} = 4.90, S = 0.22$ ) และด้านเทคโนโลยีมีผลดีมีเดียอยู่ในระดับดีมาก ( $\bar{x} = 4.71, S = 0.25$ ) และมีประสิทธิภาพของกระบวนการและประสิทธิภาพของผลลัพธ์ เท่ากับ 86.00/81.00 ซึ่งไม่ต่ำกว่า 80/80 เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้
3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านทักษะประเภทผลการปฏิบัติก่อนเรียนกับหลังเรียนด้วยบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเรื่อง เรื่อง การควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านทักษะประเภทผลการปฏิบัติหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

## 5.2 อภิปรายผลการวิจัย

ในการวิจัย เรื่อง การพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง การควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย สามารถอภิปรายผลได้ดังนี้

### 5.2.1 ด้านคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง การควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 4

แผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง การควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ วิชาการเขียนโปรแกรมภาษา พบว่า คุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้มีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก ( $\bar{x} = 4.77$ ) เนื่องจากผู้วิจัยได้จัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดของ สุวิทย์ มูลคำ และคณะ (2551 :58-64) คือ 1) ความครบถ้วนและสอดคล้องสัมพันธ์กันขององค์ประกอบแผนการจัดการเรียนรู้ 2) ความถูกต้องของวัตถุประสงค์การเรียนรู้ 3) ความถูกต้องของเนื้อหาสาระ 4) ความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้ 5) ความเหมาะสมของสื่อการเรียนรู้ 6) ความถูกต้องและเหมาะสมของการวัดและประเมินผล ประเมินผล แผนการจัดการเรียนรู้ที่มีคุณภาพสามารถสังเกตได้จากการมีองค์ประกอบที่ครบถ้วน เขียนแต่ละองค์ประกอบได้ถูกต้อง ชัดเจน องค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้สอดคล้องกัน นำกระบวนการสอนมาใช้ได้อย่างเหมาะสม ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามจุดประสงค์ที่กำหนด และบันทึกผลหลังสอนได้ชัดเจน ซึ่งผู้วิจัยได้วิเคราะห์โครงสร้างเนื้อหาของรายวิชาอย่างละเอียด โดยได้ดำเนินการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดข้างต้นร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ให้สอดคล้องกับหลักสูตร ผลการเรียนรู้ และโครงสร้างรายวิชาการเขียนโปรแกรมภาษา โดยแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เป็นการกำหนดกิจกรรมที่มีภารกิจที่ยากต่อการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์ของนักเรียน เพื่อพัฒนากระบวนการคิดของนักเรียน ทำให้นักเรียนเกิดความสนใจและศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง โดยให้ผู้เรียนทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม มีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้และให้ข้อมูลย้อนกลับแก่ผู้เรียน เพื่อตรวจสอบความรู้ความเข้าใจของนักเรียน และนำความรู้ที่ได้มาหาแนวทางในการเขียนโปรแกรมควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ให้ผ่านภารกิจที่กำหนดในใบกิจกรรม ซึ่งนักเรียนจะเกิดการเชื่อมโยงความรู้ในเนื้อหาของ 4 สาระวิชา เพื่อพัฒนาทักษะด้านการคิด การออกแบบ และการแก้ปัญหาในการเขียนโปรแกรมมากยิ่งขึ้น นอกจากนี้ในขั้นตอนก่อนนำแผนการจัดการเรียนรู้ไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณา ผู้วิจัยนำแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นไป เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาและอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม เพื่อพิจารณาให้ข้อเสนอแนะและปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม และผู้ทรงคุณวุฒิ ซึ่งได้รับข้อเสนอแนะให้ปรับปรุงแก้ไขในการกำหนดวิธีการจัดกิจกรรมและหัวข้อกิจกรรมในการจัดการเรียนรู้ให้ชัดเจน จึงทำให้แผนการจัดการเรียนมีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ กิตติมา มุ่งวัฒนา (2559 : บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเรื่อง

การพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง เกม  
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้เพื่อการศึกษาค้นคว้าเท่านั้น เมื่อผู้ผู้ใดเห็นว่าเป็นประโยชน์ในการ  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สร้างสรรค์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 พบว่า แผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง เกมสร้างสรรค์ มีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก ( $\bar{x} = 4.74$ ) ทำให้นักเรียนกลุ่มตัวอย่างมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ดีขึ้น และสามารถเชื่อมโยงความรู้ที่ได้รับไปสู่การแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน

## 5.2.2 ด้านคุณภาพของบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง การควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์

คุณภาพของบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง การควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ ภาพรวมอยู่ในระดับดีมาก ( $\bar{x} = 4.80$ ) ผู้วิจัยได้ใช้หลักการดำเนินการตามขั้นตอนของ ฌ็องกร สงคราม (2557: 127-144) ในการพัฒนาบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน คือ 1) การวางแผน 2) การออกแบบ 3) การพัฒนา 4) การประเมินและปรับปรุง และหลักการของ ไพโรจน์ ตีรณธนากุล และคณะ (2546 : 197-204) ในการประเมินหาคุณภาพด้านเนื้อหาและเทคโนโลยีมีผลดีทีเดียว โดยมีคุณภาพของบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ด้านเนื้อหาอยู่ในระดับดีมาก ( $\bar{x} = 4.90$ ) เนื่องจากผู้วิจัยเริ่มจากการศึกษาหลักสูตร คำอธิบายรายวิชา จุดประสงค์ และวิเคราะห์เนื้อหา จัดเนื้อหาให้สอดคล้องเหมาะสมกับกลุ่มตัวอย่าง สร้างบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต สร้างแบบประเมินเพื่อประเมินบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ด้านเนื้อหา และการปรับปรุงเนื้อหาตามข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม และผู้ทรงคุณวุฒิทั้งด้านเนื้อหา ได้ให้ข้อเสนอแนะในการปรับปรุงขนาดของตัวอักษร สีของตัวอักษร ให้ชัดเจนขึ้น จากนั้นได้ทำการพัฒนาและปรับปรุงให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น และมีคุณภาพด้านเทคโนโลยีมีผลดีอยู่ในระดับดีมาก ( $\bar{x} = 4.71$ ) เนื่องจากผู้วิจัยได้ออกแบบและพัฒนาบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต จัดพื้นที่และองค์ประกอบเพื่อใช้ในการนำเสนอเนื้อหา รูปภาพ กราฟิก สีตัวอักษร และส่วนประกอบอื่นๆ ให้เหมาะสมกับกลุ่มตัวอย่าง สร้างบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต นำบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตที่ผ่านการปรับปรุงแก้ไขไปทดลองจริงกับกลุ่มตัวอย่าง และประเมินผลคะแนนของนักเรียนที่ใช้บทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต โดยการพัฒนาบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตอย่างเป็นขั้นตอน สร้างแบบประเมินเพื่อประเมินบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ด้านเทคโนโลยีมีผลดีทีเดียว และปรับปรุงบทเรียนตามข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม และผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคโนโลยีมีผลดีทีเดียว ได้ให้ข้อเสนอแนะในการเพิ่มตัวอย่างวิดีโอเข้าไปในบทเรียน เพื่อให้บทเรียนมีความน่าสนใจมากยิ่งขึ้น จากนั้นได้ทำการปรับปรุงและนำไปทดลองใช้กับกลุ่มที่มีลักษณะใกล้เคียงกับกลุ่มตัวอย่างและนำผลที่ได้มาทำการพัฒนาและปรับปรุงบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตให้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ พรรณสุภา พ่อธานี (2558 : 72-75) การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทาง การเรียนและเจตคติต่อการเรียนด้วยบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง การสร้างภาพเคลื่อนไหวของนักเรียนที่มีความวิตกกังวลต่างกัน พบว่า คุณภาพของบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตอยู่ในระดับดีมาก โดยมีคุณภาพด้านเนื้อหาอยู่ในระดับดีมาก ( $\bar{x} = 4.63$ ) และด้านเทคนิคการผลิตสื่ออยู่ในระดับดีมาก (

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$\bar{x} = 4.90$ ) และสอดคล้องกับงานวิจัยของธนพงศ์ หมีทอง (2558 : 73) ที่ได้ทำการวิจัย เรื่อง การพัฒนาบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตสำหรับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ เรื่อง ภาษาซีชาร์ปเบื้องต้นชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนเทพศิรินทร์ พบว่า คุณภาพของบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตอยู่ในระดับดีมาก โดยมีคุณภาพด้านเนื้อหาอยู่ในระดับดีมาก ( $\bar{x} = 4.65$ ) และด้านเทคนิคการผลิตสื่ออยู่ในระดับดีมาก ( $\bar{x} = 4.61$ )

### 5.2.3 ด้านประสิทธิภาพของบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง การควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์

การหาประสิทธิภาพของบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง การควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ ทั้งนี้เนื่องจากผู้วิจัยพัฒนาบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตตามหลักการออกแบบสื่อการเรียนการสอนและผ่านการตรวจสอบคุณภาพจากผู้ทรงคุณวุฒิทั้งด้านเนื้อหาและด้านเทคโนโลยี มัลติมีเดีย พบว่า ประสิทธิภาพของกระบวนการและประสิทธิภาพของผลลัพธ์ ( $E_1/E_2$ ) เท่ากับ 86.00/81.00 มีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด คือ 80/80 จากผลการทดลอง พบว่า ค่าประสิทธิภาพ  $E_1$  สูงกว่า  $E_2$  เนื่องจากค่าประสิทธิภาพ  $E_1$  เกิดจากการวัดผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนในการปฏิบัติงาน ซึ่งเป็นการวัดผลทันทีที่ศึกษาเนื้อหาจบในแต่ละบทเรียน ส่งผลให้นักเรียนมีความเข้าใจเนื้อหาได้ดี ทำให้คะแนนค่าเฉลี่ยสูงกว่าค่าประสิทธิภาพ  $E_2$  ซึ่งเป็นการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านทักษะของนักเรียนจากการนำเสนอหุ่นยนต์ที่ได้เขียนโปรแกรมตามใบกิจกรรม ซึ่งผู้เรียนทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม จึงมีการแลกเปลี่ยนความรู้ซึ่งกันและกัน และช่วยกันเขียนโปรแกรมควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ให้ผ่านภารกิจที่กำหนดในใบกิจกรรม โดยบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตนั้นมีการออกแบบและสร้างอย่างเป็นขั้นตอน ผ่านการตรวจสอบและได้รับคำแนะนำจากอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ อาจารย์ ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม และผู้ทรงคุณวุฒิ มีการทดลองใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างแบบเดียว และนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม แล้วนำข้อบกพร่องนั้นมาปรับปรุงแก้ไข จนได้บทเรียน บนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตที่มีคุณภาพ และนำบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่าง เนื่องจากบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตมีความน่าสนใจ มีรายการของบทเรียนเหมาะสมทำให้นักเรียนมีความสนใจในการเรียน จึงสอดคล้องกับงานวิจัยของพรรณสุภา พ้อธานี (2558 : 75-76) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อการเรียนด้วยบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง การสร้างภาพเคลื่อนไหวของนักเรียนที่มีความวิตกกังวลต่างกัน ผลการวิจัย พบว่า ประสิทธิภาพของบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตมี ประสิทธิภาพ ( $E_1/E_2$ ) เท่ากับ 89.33/82.33 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ และสอดคล้องกับงานวิจัยของธนพงศ์ หมีทอง (2558 : บทคัดย่อ) ที่ได้ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนาบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตสำหรับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ เรื่อง ภาษาซีชาร์ปเบื้องต้นชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนเทพศิรินทร์ พบว่า ประสิทธิภาพบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต มีประสิทธิภาพ ( $E_1/E_2$ ) เท่ากับ 84.72/81.48 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 80/80 ที่ตั้งไว้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

#### 5.2.4 ด้านการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านทักษะก่อนเรียนกับหลังเรียน ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง การควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์

ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านทักษะประเภทผลการปฏิบัติก่อนเรียนกับหลังเรียนด้วยบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง การควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านทักษะประเภทผลการปฏิบัติหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ระดับ .01 เนื่องจากก่อนที่ผู้เรียนได้ศึกษาความรู้เกี่ยวกับการเขียนโปรแกรมควบคุม หุ่นยนต์ ผู้เรียนส่วนใหญ่เคยเรียนการเขียนโปรแกรมมาแล้วในชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นแต่ไม่สามารถ นำประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้ และเมื่อผู้เรียนได้ศึกษาโดยใช้วิธีการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็ม ศึกษาาร่วมกับบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษานั้นเป็น การออกแบบกิจกรรมที่เป็นอุปสรรคเป็นปัญหาที่ท้าทายต่อนักเรียน เพื่อพัฒนากระบวนการคิดของ นักเรียน เพื่อให้นักเรียนเกิดความสนใจและศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง โดยให้นักเรียนทำงานร่วมกัน เป็นกลุ่ม ช่วยกันระดมความคิด วางแผนและเขียนผังงานออกแบบโปรแกรมเป็นกระบวนการคิดที่ เป็นลำดับขั้นตอน เพื่อนำไปสู่การสร้างชิ้นงานและเขียนโปรแกรม โดยใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มา บูรณาการกับความรู้ทางด้านเทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ซึ่งเป็นพื้นฐานใน การพัฒนาทักษะด้านการคิด การออกแบบ และการแก้ปัญหาเพิ่มมากขึ้น และบทเรียนบนเครือข่าย อินเทอร์เน็ตที่ได้ผ่านขั้นตอนการพัฒนาให้มีคุณภาพ มีการออกแบบบทเรียนให้มีความน่าสนใจ เป็นแรงจูงใจให้ผู้เรียนอยากเรียนรู้ การจัดวางองค์ประกอบของหน้าจอ ข้อความที่มีสีสัน รูปภาพ รวมถึงการใช้เนื้อหาที่ง่ายต่อการเรียนรู้เหมาะกับผู้เรียน มุ่งเน้นให้ผู้เรียนมีความรู้ ความเข้าใจและ กระตุ้นให้สนใจอย่างต่อเนื่อง ไม่ใช่แค่ความรู้ความจำ แต่สามารถประยุกต์ใช้งานได้จริง จนสามารถ ทำกิจกรรมผ่านเกณฑ์ที่กำหนดได้ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ จาริพร ผลมูล (2558 : บทคัดย่อ) ที่ได้ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนาหน่วยการเรียนรู้แบบบูรณาการแบบ STEAM สำหรับนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 3 กรณีศึกษาชุมชนวังตะกอก จังหวัดชุมพร พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูง กว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และสอดคล้องกับงานวิจัยของนสรินทร์ ปือชา (2558: บทคัดย่อ) ที่ได้ทำการวิจัยเรื่อง ผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา (STEM EDUCATION) ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยาความสามารถในการแก้ปัญหาและความพึง พอใจต่อการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา (STEM EDUCATION) มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยาสูงขึ้นอย่างมี นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

## 5.3 ข้อเสนอแนะ

### 5.3.1 ข้อเสนอแนะในการนำผลวิจัยไปใช้

1. ในการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ครูผู้สอนควรมีความรู้ความเข้าใจในการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาและเตรียมตัวให้พร้อมในการจัดการเรียนรู้ เช่น การจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เพื่อให้การจัดการเรียนรู้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ

2. ก่อนจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ครูผู้สอนควรชี้แจงทำความเข้าใจให้นักเรียนเข้าใจรูปแบบการจัดการเรียนรู้ ให้นักเรียนเข้าใจในบทบาทของตนเอง โดยให้นักเรียนมีอิสระในด้านการคิดภายใต้ขอบเขตของเนื้อหา โดยครูผู้สอนมีหน้าที่คอยแนะนำและอำนวยความสะดวกอย่างใกล้ชิด

3. ครูผู้สอนที่จะนำการจัดการเรียนสอนแบบสะเต็มศึกษาร่วมกับบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตไปใช้ ควรเตรียมความพร้อมของห้องเรียนว่าคอมพิวเตอร์เพียงพอต่อจำนวนนักเรียนหรือห้องเรียนมีความเหมาะสมในการจัดกิจกรรมหรือไม่และเตรียมความพร้อมของอุปกรณ์ที่ใช้ในการจัดกิจกรรม

4. ครูผู้สอนควรยืดหยุ่นเรื่องระยะเวลาที่ใช้ในการดำเนินกิจกรรมในแต่ละขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้ตามความเหมาะสม

### 5.3.2 ข้อเสนอแนะเพื่อการทำวิจัยต่อไป

1. ควรทำการศึกษาวิจัยผลการจัดการเรียนรู้ที่เกิดจากการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับเทคนิคการสอนแบบอื่น เช่น การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม เป็นต้น

2. ควรพัฒนากิจกรรมสะเต็มศึกษาร่วมกับชุด IPST Box โดยให้นักเรียนออกแบบหุ่นยนต์ด้วยตนเองโดยใช้พีวีเจอร์บอร์ด หรือออกแบบหุ่นยนต์บังคับมือ

## บรรณานุกรม

- กรมวิชาการ. 2539. **หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2539**. กรุงเทพฯ: วัฒนาพานิช.
- กรมวิชาการ 2544. **แนวทางการวัดและประเมินผลการเรียน**. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว
- กระทรวงศึกษาธิการ. 2551. **หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551**.  
กรุงเทพฯ : กระทรวงศึกษาธิการ
- กิตติมา มุ่งวัฒนา. 2559. “การพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับบทเรียนบนเครือข่าย  
อินเทอร์เน็ต เรื่อง เกมสร้างสรรค์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5” วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต คณะครุ  
ศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
- จรรยา ภูอุดม. 2545. **การวัดทักษะและการประเมินด้านทักษะ**. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์แห่ง  
จุฬาลงกรณ์  
มหาวิทยาลัย.
- จารีพร ผลมูล. 2558. “การพัฒนาหน่วยการเรียนรู้ บูรณาการแบบ STREAM สำหรับนักเรียนชั้น  
มัธยมศึกษาปีที่ 3 : กรณีศึกษา ชุมชนวังตะกอก จังหวัดชุมพร”. 1567-1577. ในการ **ประชุม  
วิชาการเสนอผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษาแห่งชาติ ครั้งที่ 34**. ขอนแก่น :  
มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- จำรัส อินทลาภาพร. 2558. “การศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาสำหรับผู้เรียน  
จินตวีร์ คล้ายสังข์. 2556. **e-Learning Courseware: อีเลิร์นนิ่งคอร์สแวร์แนวคิดสู่การปฏิบัติ  
สำหรับการเรียนการสอนอีเลิร์นนิ่งในทุกระดับ**. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ฉัตรศิริ ปิยะพิมลสิทธิ์. 2554. **เกณฑ์การให้คะแนน (Scoring Rubric)**. [Online]. เข้าถึงได้จาก :  
<http://www.watpon.com/Elearning/mea5.htm>.
- ชนาธิป พรกุล. 2555. **การออกแบบการสอน การบูรณาการ การอ่าน การคิดวิเคราะห์และการ  
เขียน**.
- ชนินทรชัย อินทிரารณ และคณะ. 2540. **พจนานุกรมศัพท์การศึกษา**. กรุงเทพฯ : ไอ. คิว. บุค  
เซ็นเตอร์
- ชัยยงค์ พรหมวงศ์ และคณะ. 2542. **ระบบสื่อการสอน**. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์  
มหาวิทยาลัย.  
ซีเอ็ดยูเคชั่น.
- ไชล์ตัน สาและ. 2552. **เกณฑ์การให้คะแนน (Scoring Rubric)**. [Online]. เข้าถึงได้จาก :  
<http://ded.edu.kps.ku.ac.th/192221/>.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ณัฐกร สงคราม. 2557. การออกแบบและพัฒนา 멀티มีเดียเพื่อการเรียนรู้ (MULTIMEDIA FOR LEARNING: DESIGN & DEVELOPMENT). พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ณัฐสุดา จันอาจ. 2559. “การเสริมสร้างทักษะการคิดวิเคราะห์ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาผ่านเครือข่ายสังคม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนแก่นนครวิทยาลัย”. ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต. สาขาคอมพิวเตอร์ศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม, มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.
- ทีศนา แคมมณี. 2557. ศาสตร์การสอน : องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ. พิมพ์ครั้งที่ 18. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- ธนพงศ์ หมี่ทอง. 2558. “การพัฒนาบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตสำหรับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ เรื่อง ภาษาซีชาร์ปเบื้องต้นชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนเทพศิรินทร์”. ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- ธวัชชัย บุญสวัสดิ์กุลชัย. 2543. “การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และทักษะกระบวนการทาง  
 นงนุช เอกตระกูล. 2558. การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ STEM Education. [Online]. Available : [http://swis.act.ac.th/html\\_edu/act/2204.pdf](http://swis.act.ac.th/html_edu/act/2204.pdf)
- นัสนรินทร์ ปือชา. 2558. “ผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา (STEM Education) ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา ความสามารถในการแก้ปัญหาและความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5”. ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์. บัณฑิตมหาวิทยาลัย. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- นันทนัช อ่อนพวน. 2554. “การศึกษาสภาพการประเมินการปฏิบัติงานของผู้เรียน ระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน”. วารสารอิเล็กทรอนิกส์ทางการศึกษา. 6(1) : 197-209
- ประเวศ ยอดยิ่ง. 2547. การบริหารคุณภาพ ISO9000. กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดยูเคชั่นจำกัด(มหาชน).
- ปิยะสุดา เพชรเวช. 2548. “การสร้างแบบวัดภาคปฏิบัติวิชาทักษะนาฏศิลป์ไทย การรำเพลงหน้าพาทย์ ชั้นสูง.” ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต. สาขานาฏศิลป์ คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- ปรีชา เนาว์เย็นผล. 2544. เทคนิคการวัดและประเมินทักษะ. ชลบุรี : คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา.
- พิชิต ฤทธิ์จรูญ. 2555. หลักการวัดและประเมินผลการศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 7 กรุงเทพฯ : แฮ้าส์ ออฟเคอร์มิสท์.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- พรรณสุภา พ่อธานี. 2558. “การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อการเรียนด้วย  
บทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง การสร้างภาพเคลื่อนไหวของนักเรียนที่มีความวิตกกังวลต่างกัน”. วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม, สถาบันเทคโนโลยีพระ  
จอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- พรรณณี ลีกิจวัฒน์. 2558. **วิธีการวิจัยทางการศึกษา**. พิมพ์ครั้งที่ 10 แก้ไขเพิ่มเติม. กรุงเทพฯ : คณะ  
ครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ไพโรจน์ ติรณธนากุล, ไพบุลย์ เกียรติโกมล และเสกสรรค์ แยม์พินิจ. 2546. **การออกแบบและการ  
ผลิตบทเรียนคอมพิวเตอร์การสอนสำหรับ e-learning**. กรุงเทพฯ : ศูนย์สื่อเสริม  
กรุงเทพฯ.
- ไพศาล หวังพานิช. 2536. **การวัดผลการศึกษา**. กรุงเทพฯ. ไทยวัฒนาพานิช.
- มลชยา หวานชะเอม. 2558. “การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน รายวิชา โครงงานคอมพิวเตอร์  
เรื่อง การใช้เทคโนโลยี Google Apps for Education ในการพัฒนาการจัดการเรียนการ  
สอนและจัดกิจกรรมสะเต็มศึกษา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6.10 โรงเรียนพิชญ์โลก  
พิทยาคม”. ในการประชุมวิชาการ สะเต็มศึกษา งาน Thailand STEM Festive 2015  
ภาคเหนือ. เชียงใหม่: โรงเรียนยุพราชวิทยาลัย.
- มารีนา วงศ์เงินยวง. 2550. “การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้กระบวนการเรียน  
การสอนแบบโครงงาน วิชางานประดิษฐ์สำหรับผู้เรียนที่มีความบกพร่องทางการเห็น”. ครุ  
ศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาบริหารอาชีพและเทคโนโลยีศึกษา . บัณฑิตวิทยาลัย,  
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- เยาวดี วิบูลย์ศรี. 2539. **การวัดผลและการสร้างแบบวัดผลสัมฤทธิ์**. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์แห่ง  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- รวีวัตร์ สิริภูบาล. 2551. **แนวทางการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ให้มีคุณภาพ. วารสารวิชาการ.**  
สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ. 11(2) , 19-23. ระดับ  
ประถมศึกษา.” วารสารสาขามนุษยศาสตร์ สังคมศาสตร์ และศิลปมหาวิทาลัย
- รัตนากรณ์ ผ่านพิเคราะห์. 2544. “ การพัฒนาทักษะการคิด ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ และ  
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้รูปแบบการ  
สอนเพื่อพัฒนาทักษะการคิดด้วยกระบวนการวิทยาศาสตร์ ”. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตร  
มหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีทางการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์”. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตร  
มหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีทางการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

- วัชรพล วิบูลยศรีน. 2557. **นวัตกรรมและสื่อการเรียนการสอนภาษาไทย**. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- วิจารณ์ พานิช. 2555. **วิธีสร้างการเรียนรู้เพื่อศิษย์ในศตวรรษที่ 21**. กรุงเทพฯ : มูลนิธิสดศรี-สฤษดิ์วงศ์. วิทยาศาสตร์.” วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต สาขาประถมศึกษา. บัณฑิตวิทยาลัย, วิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้กิจกรรมฝึกทักษะกระบวนการทาง
- ศิริลักษณ์ ขาวลุ่มบัว. 2558. “การพัฒนาหลักสูตรบูรณาการแบบ STEM รายวิชาวิทยาศาสตร์เพิ่มเติม เรื่อง อ้อย สำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3.” วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. (ฉบับที่ 1 มกราคม - เมษายน พ.ศ. 2558) : 224-236.
- ศิลปากร. (ฉบับที่ 1 มกราคม - เมษายน พ.ศ.2558) : 62-74.
- ศุภชัย สุขะนินท์. 2545. **เปิดโลก e-Learning การเรียนการสอนบนอินเทอร์เน็ต**. กรุงเทพมหานคร : สงบ ลักษณะ. 2533. **แนวการทำแผนการสอน**. กรุงเทพมหานคร: กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2557. **สะเต็มศึกษา**. กรุงเทพฯ : สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) กระทรวงศึกษาธิการ.
- สมนึก ภัททิยธนี. 2546. **การวัดผลการศึกษา**. พิมพ์ครั้งที่ 4. กทม. สันติชัย อัจจุฬา. 2557. “บทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเรื่องวงจรพัลส์และดิจิตอล”. คุรุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีการศึกษาทางการอาชีวศึกษาและเทคนิคศึกษา. บัณฑิตวิทยาลัย. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- สมสรบุญ วงษ์อยู่น้อย. 2557. **การวัดและประเมินการปฏิบัติ**. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ : กรุงเทพฯ. เอกสารอัดสำเนา.
- สุวิทย์ มูลคำ และคณะ. 2551. **การเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการคิด**. กรุงเทพฯ : ภาพพิมพ์.
- สุวิมล ว่องวาณิช. 2550. **การวัดและประเมินผล**. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- อรุณี ศรีวงษ์ชัย. 2551. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนความสามารถในการให้เหตุผลและเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้น. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรการสอน , มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- อาภรณ์ ใจเที่ยง. 2553. **หลักการสอน (ฉบับปรับปรุง)**. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์.

Anderson, L.W., Krathwohl, D.R., Airasian, P.W., Cruikshank, K.A., Mayer, R.E., Pintrich, P.R., Raths, J. and Wittrock, M.C. (Eds.). 2001. **A Taxonomy for Learning Teaching and Assessing**. New York. Abridged Edition.

Heidrun, S., Xiaoju, D., Sigrun, S., Teresa, G., Albert, Z. 2013. **The effectiveness of a one-year online mentoring program for girls in STEM**. *Computers & Education*. 69(2013) : 408–418.

Koehler, C., Farclas, E., Giblin, D., Moss, D., and Kazerounian, K. 2013. The Nexus between science literacy and technical literacy: a state by state analysis of engineering content in state science standards. *Journal of STEM Education*, 14(3), 5-12.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ภาคผนวก

ภาคผนวก ก หนังสือราชการประกอบการดำเนินการวิจัย

ภาคผนวก ข เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ภาคผนวก ค ผลการวิเคราะห์คุณภาพของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ด้านทักษะประเภทผลการปฏิบัติก่อนเรียนกับหลังเรียน

ภาคผนวก ง คะแนนก่อนเรียน ระหว่างเรียน และหลังเรียน

ภาคผนวก จ ตัวอย่างบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



## บันทึกข้อความ

หน่วยงาน คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม ส่วนสนับสนุนวิชาการ โทร. 3692  
ที่ ศธ 0524.04 / 5341 วันที่ ๒๘ ธันวาคม 2559

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็ม  
เรียน ผศ.ดร.ศิริรัตน์ เพ็ชรแสงศรี

ด้วย นางสาวสาวิตรี หงษา นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนาการจัดการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษาร่วมกับบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง การควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย” โดยมี รศ.ดร.ปรียาภรณ์ ตั้งคุณานันต์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ ผศ.ดร.ฐิยาพร กันตารณวัฒน์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มนี้ว่ามีเนื้อหาถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจและประเมินของท่านจะช่วยให้งานวิจัย ของ นางสาวสาวิตรี หงษา มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น พร้อมกันนี้ได้แนบแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มมาด้วย

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

Smr Or

(ดร.ราตรี ศิริพันธุ์)

รองคณบดีกำกับดูแลงานด้านวิชาการและบัณฑิตศึกษา  
ปฏิบัติการแทนคณบดี



## บันทึกข้อความ

หน่วยงาน คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม ส่วนสนับสนุนวิชาการ โทร. 3692

ที่ ศธ 0524.04 / **5341**

วันที่ ๒๕ ธันวาคม 2559

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินแบบประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน  
ด้านทักษะการควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์

เรียน รศ.ดร.ไพฑูริย์ พิมพ์ดี / ผศ.ดร.บุญจันทร์ สีสันต์

ด้วย นางสาวสาวิตรี หงษา นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนาการจัดการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษาร่วมกับบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง การควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย” โดยมี รศ.ดร.ปริยาภรณ์ ตั้งคุณานันต์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ ผศ.ดร.ฐิยาพร กันตารณวัฒน์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินแบบประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านทักษะการควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์นี้ว่ามีเนื้อหาถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจและประเมินของท่านจะช่วยให้งานวิจัยของ นางสาวสาวิตรี หงษา มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น พร้อมกันนี้ได้แนบแบบประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านทักษะการควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์มาด้วย

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย



(ดร.ราตรี ศรีพันธุ์)

รองคณบดีกำกับดูแลงานด้านวิชาการและบัณฑิตศึกษา

ปฏิบัติการแทนคณบดี



## บันทึกข้อความ

หน่วยงาน คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม ส่วนสนับสนุนวิชาการ โทร. 3692

ที่ ศธ 0524.04 / 0360

วันที่ 26 มกราคม 2560

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตด้านเนื้อหา

เรียน ดร.สมเกียรติ ต้นติวงศ์วานิช

ด้วย นางสาวสาวิตรี หงษา นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนาการจัดการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษาร่วมกับบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง การควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย” โดยมี รศ.ดร.ปริยาภรณ์ ตั้งคุณานันต์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ ผศ.ดร.ฐิยาพร กันตารณวัฒน์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตด้านเนื้อหาเห็นว่ามีความถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจและประเมินของท่านจะช่วยให้งานวิจัย ของ นางสาวสาวิตรี หงษา มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น พร้อมกันนี้ได้แนบบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตด้านเนื้อหาด้วย

(ดร.ราตรี ศิริพันธ์)

รองคณบดีกำกับดูแลงานด้านวิชาการและบัณฑิตศึกษา

ปฏิบัติการแทนคณบดี



ที่ ศธ 0524.04/ 0360

คณะกรรมการอุตสาหกรรม  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า  
เจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง  
กรุงเทพฯ 10520

26 มกราคม 2560

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตด้านเทคโนโลยี  
มัลติมีเดีย

เรียน อาจารย์ภัทรพล พรหมมัญญ / อาจารย์สิวลัย จินเจือ

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบประเมินบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตด้านเทคโนโลยีมัลติมีเดีย

ด้วย นางสาวสาวิตรี หงษา นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนาการจัดการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษาร่วมกับบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง การควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย” โดยมี รศ.ดร. ปริญญาภรณ์ ตั้งคุณานันต์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ ผศ.ดร.ฐิยาพร กันตธาธวัชฌน์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

คณะกรรมการอุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตด้านเนื้อหาว่ามีเนื้อหาถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจและประเมินของท่านจะช่วยให้งานวิจัย ของ นางสาวสาวิตรี หงษา มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ดร.ราตรี ศรีพันธุ์)

รองคณบดีกำกับดูแลงานด้านวิชาการและบัณฑิตศึกษา  
ปฏิบัติกรแทนคณบดี

ส่วนสนับสนุนวิชาการ

โทร. 02-329-8000 ต่อ 3692

โทรสาร. 02- 329-8436

ติดต่อนักศึกษา โทร. โทร. 097-085-0204



ที่ ศธ ๐๕๒๔.๐๔/ 0451

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า  
เจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง  
กรุงเทพฯ ๑๐๕๒๐

๗ กุมภาพันธ์ ๒๕๖๐

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ให้นักศึกษาทดลองใช้เครื่องมือและเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนชลราษฎรอำรุง

สิ่งที่ส่งมาด้วย ๑. ประกาศผลการพิจารณาหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์ จำนวน ๑ ฉบับ  
๒. บทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

ด้วย นางสาวสาวิตรี หงษา นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนาการจัดการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษาร่วมกับบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง การควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย” โดยมี รศ.ดร. ปริยาภรณ์ ตั้งคุณานันต์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ ผศ.ดร.ฐิยาพร กันตารณวัฒน์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม และได้รับอนุมัติหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์แล้วเมื่อวันที่ ๑๓ ธันวาคม ๒๕๕๙ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม จึงขอความอนุเคราะห์จากท่านให้ นางสาวสาวิตรี หงษา ทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้บทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตกับนักเรียน ภายในสถานศึกษาของท่านได้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ดร.ราตรี ศรีพันธุ์)

รองคณบดีกำกับดูแลงานด้านวิชาการและบัณฑิตศึกษา  
ปฏิบัติการแทนคณบดี

ส่วนสนับสนุนวิชาการ

โทร. ๐๒-๓๒๙-๘๐๐๐ ต่อ ๓๖๘๒

โทรสาร. ๐๒- ๓๒๙-๘๔๓๖

ติดต่อนักศึกษา โทร.๐๙๗-๐๘๕-๐๒๐๔

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



## ภาคผนวก ข

### เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

- แผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา
- แบบประเมินคุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา
- แบบประเมินคุณภาพบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง การควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์
- แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านทักษะประเภทผลการปฏิบัติ



## แผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา

รายวิชา ง31203 การเขียนวิชาโปรแกรมภาษา  
 หน่วยการเรียนรู้ที่ 5 การควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์  
 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559

นางสาวสาวิตรี หงษา

กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี

โรงเรียนชลราษฎรอำรุง

สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 18

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## หน่วยการเรียนรู้ที่ 5 การควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์

แผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา แผนที่ 16 เรื่อง การควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์  
 กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี วิชา การเขียนวิชาโปรแกรมภาษา  
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เวลาเรียน 6 ชั่วโมง

### 1. มาตรฐานการเรียนรู้

#### ➤ วิทยาศาสตร์ (Science)

สาระที่ 4 แรงและการเคลื่อนที่

มาตรฐาน ว 4.2 เข้าใจลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่างๆ ของวัตถุในธรรมชาติมีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

#### ➤ คอมพิวเตอร์ (Technology)

สาระที่ 3 เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร

มาตรฐาน ง 3.1 เข้าใจ เห็นคุณค่า และใช้กระบวนการเทคโนโลยีสารสนเทศในการสืบค้นข้อมูลการเรียนรู้ การสื่อสาร การแก้ปัญหา การทำงาน และอาชีพอย่างมีประสิทธิภาพ ประสิทธิผล และมีคุณธรรม

#### ➤ คณิตศาสตร์ (Mathematics)

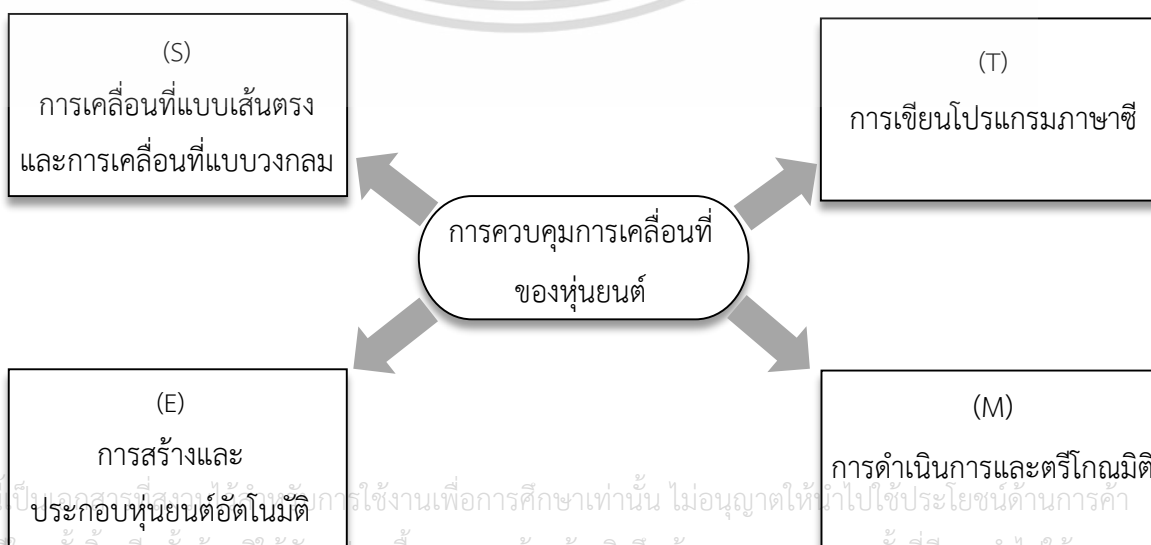
สาระที่ 1 จำนวนและการดำเนินการ

มาตรฐาน ค 1.2 เข้าใจถึงผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการของจำนวนและความสัมพันธ์ระหว่างการดำเนินการต่างๆ และใช้ในการดำเนินการแก้ปัญห

#### ➤ วิศวกรรมศาสตร์ (Engineering)

การบูรณาการความรู้ทางด้านวิศวกรรมศาสตร์ สำหรับระดับการศึกษาขั้นพื้นฐานเกี่ยวกับการสร้างและประกอบหุ่นยนต์อัตโนมัติได้ถูกต้องตามขั้นตอน

### 2. ผังมโนทัศน์



### 3. สารการเรียนรู้

วิชา	สารการเรียนรู้
วิทยาศาสตร์	- การเคลื่อนที่แบบเส้นตรง - การเคลื่อนที่แบบวงกลม
คอมพิวเตอร์	- การเขียนโปรแกรมภาษาซี
วิศวกรรมศาสตร์	- การสร้างและประกอบหุ่นยนต์อัตโนมัติ
คณิตศาสตร์	- การดำเนินการ - ตรรกศาสตร์

### 4. ผลการเรียนรู้/จุดประสงค์การเรียนรู้

- 4.1 ด้านความรู้ ความเข้าใจ (K)  
มีความเข้าใจในการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์
- 4.2 ด้านทักษะกระบวนการ (P)  
สามารถนำความรู้เกี่ยวกับหุ่นยนต์ IPST และการเขียนโปรแกรมไปใช้ในการควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์อย่างเป็นระบบ
- 4.3 ด้านคุณลักษณะ เจตคติ ค่านิยม (A)  
สามารถเขียนโปรแกรมควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ได้อย่างถูกต้องเหมาะสมบนพื้นฐานของคุณธรรมจริยธรรมที่ดี

### 5. สื่อและอุปกรณ์

- 5.1 บทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต รายวิชา ง31203 การเขียนโปรแกรมภาษา บนเว็บไซต์ [www.krusawitree.com](http://www.krusawitree.com) เรื่อง การควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์
- 5.2 ชุดอุปกรณ์หุ่นยนต์อัตโนมัติ
- 5.3 ใบงานและใบกิจกรรม
- 5.4 ปากกาสีและสีไม้
- 5.5 เครื่องคอมพิวเตอร์ที่มีการติดตั้งโปรแกรม ดังนี้
  - 5.5.1 โปรแกรม Arduino IPST สำหรับการเขียนโปรแกรม
  - 5.5.2 โปรแกรม Google Chrome สำหรับเข้าศึกษาบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

## 6. กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

ใช้เวลาในการจัดการเรียนรู้ 6 ชั่วโมง แบ่งออกเป็น

1. ชั่วโมงที่ 1 - 2 เรื่อง หุ่นยนต์เคลื่อนที่ตามที่กำหนด
2. ชั่วโมงที่ 3 - 4 เรื่อง หุ่นยนต์เคลื่อนที่ตามเส้น
3. ชั่วโมงที่ 5 - 6 เรื่อง หุ่นยนต์เคลื่อนที่ตามคำสั่งของเซนเซอร์

### ชั่วโมงที่ 1 - 2 (หุ่นยนต์เคลื่อนที่ตามที่กำหนด)

#### 6.1 การเตรียมความพร้อมของผู้เรียน

ก่อนเรียน เรื่อง หุ่นยนต์เคลื่อนที่ตามที่กำหนด ครูผู้สอนจะต้องเตรียมความพร้อมของนักเรียน โดยให้นักเรียนไปเตรียมตัวล่วงหน้า ดังนี้

6.1.1 ทบทวนความรู้ วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง การเคลื่อนที่แบบเส้นตรงและการเคลื่อนที่แบบวงกลม

6.1.2 ทบทวนความรู้ วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การดำเนินการและตรีโกณมิติ

6.1.3 ทบทวนความรู้ทางด้านวิศวกรรมศาสตร์ เรื่อง ส่วนประกอบของหุ่นยนต์ IPST และการประกอบหุ่นยนต์ IPST

6.1.4 ทบทวนคำสั่งที่ใช้ในการเขียนโปรแกรม Arduino IPST

6.1.5 นักเรียนอ่านทำความเข้าใจเนื้อหา เรื่อง หุ่นยนต์เคลื่อนที่ตามที่กำหนด และศึกษาปัญหาและขั้นตอนจากกิจกรรมตัวอย่าง จากบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตที่ [www.krusawitree.com](http://www.krusawitree.com)

6.1.6 ดาวน์โหลดใบกิจกรรมจากบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตที่ [www.krusawitree.com](http://www.krusawitree.com) มาอ่านทำความเข้าใจเกี่ยวกับใบกิจกรรมที่นักเรียนต้องลงมือปฏิบัติ

#### 6.2 การประเมินความรู้ความเข้าใจเบื้องต้นของผู้เรียน

ประเมินความรู้ความเข้าใจเบื้องต้นของนักเรียนโดยการถามคำถาม มีหัวข้อการประเมิน ดังนี้

6.2.1 ความเข้าใจเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง การเคลื่อนที่แบบเส้นตรงและการเคลื่อนที่แบบวงกลม

6.2.2 ความเข้าใจเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การดำเนินการและตรีโกณมิติ

6.2.3 ความเข้าใจเนื้อหาเรื่อง ส่วนประกอบของหุ่นยนต์ IPST และการประกอบหุ่นยนต์ IPST

6.2.4 การสร้างโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์โดยใช้โปรแกรม Arduino IPST ในการเขียนโปรแกรมภาษาซี

#### 6.3 การบรรยายให้ความรู้และสาธิตให้หุ่นยนต์เคลื่อนที่ตามที่กำหนด

หลังจากได้ตอบคำถามและร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับการเคลื่อนที่แบบเส้นตรงและการเคลื่อนที่แบบวงกลม การดำเนินการและตรีโกณมิติ การสร้างและการประกอบหุ่นยนต์อัตโนมัติและการเขียนโปรแกรม Arduino IPST โดยใช้ภาษาซีในการควบคุมหุ่นยนต์ ซึ่งนักเรียนอาจจะตอบคำถามไม่

ถูกต้องทุกคน ครูผู้สอนจำเป็นต้องดำเนินการเพื่อให้เข้าใจไปในทิศทางเดียวกัน ดังนี้  
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อผู้ผู้ใดเห็นประโยชน์ประสงค์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.3.1 บรรยายให้ความรู้เกี่ยวกับการเคลื่อนที่แบบเส้นตรงและการเคลื่อนที่แบบวงกลม การดำเนินการและตรีโกณมิติ การสร้างและประกอบหุ่นยนต์อัตโนมัติ และการเขียนโปรแกรม Arduino IPST

6.3.2 สาธิตการทำงานของหุ่นยนต์โดยให้หุ่นยนต์เคลื่อนที่ตามภารกิจที่กำหนดในใบกิจกรรม จากบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตที่ [www.krusawitree.com](http://www.krusawitree.com)

#### 6.4 การสร้างผลงานตามกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม

ในขั้นตอนนี้ นักเรียนจะได้ฝึกทักษะด้านวิทยาศาสตร์ คอมพิวเตอร์ วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์

6.4.1 ครูผู้สอนบอกผลการเรียนรู้ที่คาดหวังกับนักเรียนและแบ่งนักเรียนออกเป็น 5 กลุ่ม กลุ่มละ 6 คน ตามความสมัครใจ เพื่อศึกษาและทำงานร่วมกัน

6.4.2 ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษาเนื้อหาเรื่อง หุ่นยนต์เคลื่อนที่ตามที่กำหนด ศึกษาปัญหาและขั้นตอนจากกิจกรรมตัวอย่าง จากบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตที่ [www.krusawitree.com](http://www.krusawitree.com) จากนั้นครูผู้สอนแจกกล่องชุดอุปกรณ์หุ่นยนต์อัตโนมัติ ใบงาน ใบกิจกรรม ปากกาสีและสีไม้ กลุ่มละ 1 ชุด

6.4.3 ให้นักเรียนประกอบหุ่นยนต์อัตโนมัติจากขั้นตอนในบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตที่ [www.krusawitree.com](http://www.krusawitree.com) โดยมีครูผู้สอนคอยสังเกตและให้คำแนะนำในการทำงาน

6.4.4 นักเรียนเขียนโปรแกรมให้หุ่นยนต์เคลื่อนที่จากบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง หุ่นยนต์เคลื่อนที่ตามที่กำหนด

6.4.5 ทดสอบการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ให้แม่นยำและตรงตามภารกิจที่กำหนดให้มากที่สุด เมื่อนักเรียนแน่ใจแล้วว่าหุ่นยนต์เคลื่อนที่ได้ตามที่กำหนดเป็นที่พึงพอใจแล้ว ให้นักเรียนเรียกครูผู้สอนไปดูผลงาน

6.4.6 ถ้าหุ่นยนต์เคลื่อนที่ได้ตรงตามภารกิจ ถือว่านักเรียนกลุ่มนั้นปฏิบัติภารกิจสำเร็จ

6.4.7 เมื่อนักเรียนได้ทำการปฏิบัติภารกิจตามใบกิจกรรมเรียบร้อยแล้ว ครูผู้สอนกล่าวสรุปการทำงานให้นักเรียนทุกกลุ่มฟัง และให้นักเรียนร่วมกันแสดงความคิดเห็น

#### ชั่วโมงที่ 3-4 (หุ่นยนต์เคลื่อนที่ตามเส้น)

##### 6.1 การเตรียมความพร้อมของผู้เรียน

ก่อนเรียน เรื่อง หุ่นยนต์เคลื่อนที่ตามเส้น ครูผู้สอนจะต้องเตรียมความพร้อมของนักเรียนโดยให้นักเรียนไปเตรียมตัวล่วงหน้า ดังนี้

6.1.1 ทบทวนความรู้ วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง การเคลื่อนที่แบบเส้นตรงและการเคลื่อนที่แบบวงกลม

6.1.2 ทบทวนความรู้ วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การดำเนินการและตรีโกณมิติ

6.1.3 ทบทวนความรู้ทางด้านวิศวกรรมศาสตร์ เรื่อง ส่วนประกอบของหุ่นยนต์ IPST และการประกอบหุ่นยนต์ IPST

6.1.4 ทบทวนคำสั่งที่ใช้ในการเขียนโปรแกรม Arduino IPST

6.1.5 นักเรียนอ่านทำความเข้าใจเนื้อหา เรื่อง หุ่นยนต์เคลื่อนที่ตามเส้น และศึกษาปัญหาและขั้นตอนจากกิจกรรมตัวอย่าง จากบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตที่ [www.krusawitree.com](http://www.krusawitree.com)

6.1.6 ดาวน์โหลดใบกิจกรรมจากบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตที่ [www.krusawitree.com](http://www.krusawitree.com) มาอ่านทำความเข้าใจเกี่ยวกับใบกิจกรรมที่นักเรียนต้องลงมือปฏิบัติ

## 6.2 การประเมินความรู้ความเข้าใจเบื้องต้นของผู้เรียน

ประเมินความรู้ความเข้าใจเบื้องต้นของนักเรียนโดยการถามคำถาม มีหัวข้อการประเมิน ดังนี้

6.2.1 ความเข้าใจเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง การเคลื่อนที่แบบเส้นตรงและการเคลื่อนที่แบบวงกลม

6.2.2 ความเข้าใจเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การดำเนินการและตรีโกณมิติ

6.2.3 ความเข้าใจเนื้อหาเรื่อง ส่วนประกอบของหุ่นยนต์ IPST และการประกอบหุ่นยนต์ IPST

6.2.4 การสร้างโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์โดยใช้โปรแกรม Arduino IPST ในการเขียนภาษาซี

## 6.3 การบรรยายให้ความรู้และสาธิตให้หุ่นยนต์เคลื่อนที่ตามที่กำหนด

หลังจากได้ตอบคำถามและร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับการเคลื่อนที่แบบเส้นตรงและการเคลื่อนที่แบบวงกลม การดำเนินการและตรีโกณมิติ การสร้างและการประกอบหุ่นยนต์อัตโนมัติและการเขียนโปรแกรม Arduino IPST โดยใช้โปรแกรมภาษาซีในการควบคุมหุ่นยนต์ ซึ่งนักเรียนอาจจะตอบคำถามไม่ถูกต้องทุกคน ครูผู้สอนจำเป็นต้องดำเนินการเพื่อให้เข้าใจไปในทิศทางเดียวกัน ดังนี้

6.3.1 สรุปความรู้เรื่องการเคลื่อนที่แบบเส้นตรงและการเคลื่อนที่แบบวงกลมการดำเนินการและตรีโกณมิติ การสร้างและประกอบหุ่นยนต์อัตโนมัติ และการเขียนโปรแกรม Arduino IPST

6.3.2 สาธิตการทำงานของหุ่นยนต์โดยให้หุ่นยนต์เคลื่อนที่ตามภารกิจที่กำหนดในใบกิจกรรม จากบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตที่ [www.krusawitree.com](http://www.krusawitree.com)

## 6.4 การสร้างผลงานตามกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม

ในขั้นตอนนี้ นักเรียนจะได้ฝึกทักษะด้านวิทยาศาสตร์ คอมพิวเตอร์ วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์

6.4.1 ครูผู้สอนบอกผลการเรียนรู้ที่คาดหวังกับนักเรียนและแบ่งนักเรียนออกเป็น 5 กลุ่ม กลุ่มละ 6 คน ตามกลุ่มเดิมเพื่อศึกษาและทำงานร่วมกัน

6.4.2 ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษาเนื้อหาเรื่อง หุ่นยนต์เคลื่อนที่ตามเส้น ศึกษาปัญหาและขั้นตอนจากกิจกรรมตัวอย่าง จากบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตที่ [www.krusawitree.com](http://www.krusawitree.com) จากนั้นครูผู้สอนแจกกล่องชุดอุปกรณ์หุ่นยนต์อัตโนมัติ กระดาษ A4 ปากกาสีและสีไม้ กลุ่มละ 1 ชุด

6.4.3 ให้นักเรียนเขียนผังงานจากใบกิจกรรมในบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต โดยมีครูผู้สอนคอยสังเกตและให้คำแนะนำในการทำงาน

6.4.4 ให้นักเรียนส่งผังงานให้ครูผู้สอนตรวจสอบ หากลำดับการทำงานถูกต้องแล้วนักเรียนจึงสามารถนำไปลงมือปฏิบัติได้

6.4.5 นักเรียนเขียนโปรแกรมตามผังงานที่เขียนไว้ให้สอดคล้องกับลำดับขั้นตอนในผังงาน

6.4.6 ทดสอบการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ให้แม่นยำและตรงตามภารกิจที่กำหนดให้มากที่สุด เมื่อนักเรียนแน่ใจแล้วว่าหุ่นยนต์เคลื่อนที่ตามที่กำหนดในภารกิจเป็นที่พึงพอใจแล้ว ให้นักเรียนเรียกครูผู้สอนไปดูผลงาน

6.4.7 ถ้าหุ่นยนต์เคลื่อนที่ได้ตรงตามโจทย์ที่กำหนด ถือว่านักเรียนกลุ่มนั้นปฏิบัติภารกิจสำเร็จ

6.4.8 เมื่อนักเรียนได้ทำการปฏิบัติภารกิจตามใบกิจกรรมเรียบร้อยแล้ว ครูผู้สอนเลือกผังงานของกลุ่มนักเรียนที่ดีที่สุด มากล่าวสรุปการทำงานให้นักเรียนทุกกลุ่มฟัง และให้นักเรียนร่วมกันแสดงความคิดเห็น

## ชั่วโมงที่ 5-6 (หุ่นยนต์เคลื่อนที่ตามคำสั่งของเซนเซอร์)

### 6.1 การเตรียมความพร้อมของผู้เรียน

ก่อนเรียน เรื่อง หุ่นยนต์เคลื่อนที่ตามคำสั่งของเซนเซอร์ ครูผู้สอนจะต้องเตรียมความพร้อมของนักเรียนโดยให้นักเรียนไปเตรียมตัวล่วงหน้า ดังนี้

6.1.1 ทบทวนความรู้ วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง การเคลื่อนที่แบบเส้นตรงและการเคลื่อนที่แบบวงกลม

6.1.2 ทบทวนความรู้ วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การดำเนินการและตรีโกณมิติ

6.1.3 ทบทวนความรู้ทางด้านวิศวกรรมศาสตร์ เรื่อง ส่วนประกอบของหุ่นยนต์ IPST และการประกอบหุ่นยนต์ IPST

6.1.4 ทบทวนคำสั่งที่ใช้ในการเขียนโปรแกรม Arduino IPST

6.1.5 นักเรียนอ่านทำความเข้าใจเนื้อหา เรื่อง หุ่นยนต์เคลื่อนที่ตามคำสั่งของเซนเซอร์ และศึกษาปัญหาและขั้นตอนจากตัวอย่าง จากบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตที่

[www.krusawitree.com](http://www.krusawitree.com)

6.1.6 ดาวน์โหลดใบกิจกรรมจากบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตที่ [www.krusawitree.com](http://www.krusawitree.com) มาอ่านทำความเข้าใจเกี่ยวกับใบกิจกรรมที่นักเรียนต้องลงมือปฏิบัติ

### 6.2 การประเมินความรู้ความเข้าใจเบื้องต้นของผู้เรียน

ประเมินความรู้ความเข้าใจเบื้องต้นของนักเรียนโดยการถามคำถาม มีหัวข้อการประเมิน ดังนี้

6.2.1 ความเข้าใจเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง การเคลื่อนที่แบบเส้นตรงและการเคลื่อนที่แบบวงกลม

6.2.2 ความเข้าใจเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การดำเนินการและตรีโกณมิติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.2.3 ความเข้าใจเนื้อหาเรื่อง ส่วนประกอบของหุ่นยนต์ IPST และการประกอบหุ่นยนต์ IPST

6.2.4 การสร้างโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์โดยใช้โปรแกรม Arduino IPST ในการเขียนภาษาซี

### 6.3 การบรรยายให้ความรู้และสาธิตให้หุ่นยนต์เคลื่อนที่ตามที่กำหนด

หลังจากได้ตอบคำถามและร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับการเคลื่อนที่แบบเส้นตรงและการเคลื่อนที่แบบวงกลม การดำเนินการและตรีโกณมิติ การสร้างและการประกอบหุ่นยนต์อัตโนมัติและการเขียนโปรแกรม Arduino IPST โดยใช้โปรแกรมภาษาซีในการควบคุมหุ่นยนต์ ครูผู้สอนจำเป็นจะต้องดำเนินการเพื่อให้เข้าใจไปในทิศทางเดียวกัน ดังนี้

6.3.1 สรุปความรู้เรื่องการเคลื่อนที่แบบเส้นตรงและการเคลื่อนที่แบบวงกลมการดำเนินการและตรีโกณมิติ การสร้างและประกอบหุ่นยนต์อัตโนมัติ และการเขียนโปรแกรม Arduino IPST

6.3.2 สาธิตการทำงานของหุ่นยนต์โดยให้หุ่นยนต์เคลื่อนที่ตามภารกิจที่กำหนดในใบกิจกรรม จากบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตที่ [www.krusavitree.com](http://www.krusavitree.com)

### 6.4 การสร้างผลงานตามกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม

ในขั้นตอนนี้ นักเรียนจะได้ฝึกทักษะด้านวิทยาศาสตร์ คอมพิวเตอร์ วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์

6.4.1 ครูผู้สอนบอกผลการเรียนรู้ที่คาดหวังกับนักเรียนและแบ่งนักเรียนออกเป็น 5 กลุ่ม กลุ่มละ 6 คน ตามกลุ่มเดิมเพื่อศึกษาและทำงานร่วมกัน

6.4.2 ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษาเนื้อหาเรื่อง หุ่นยนต์เคลื่อนที่ตามคำสั่งของเซนเซอร์ ศึกษาปัญหาและขั้นตอนจากกิจกรรมตัวอย่าง จากบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตที่ [www.krusavitree.com](http://www.krusavitree.com) จากนั้นครูผู้สอนแจกกล่องชุดอุปกรณ์หุ่นยนต์อัตโนมัติ ใบกิจกรรม ใบงาน ปากกาสีและสีไม้ กลุ่มละ 1 ชุด

6.4.3 ให้นักเรียนเขียนผังงานในใบงานจากใบกิจกรรมในบทเรียนบนเครือข่าย โดยมีครูผู้สอนคอยสังเกตและให้คำแนะนำในการทำงาน

6.4.4 ให้นักเรียนส่งผังงานให้ครูผู้สอนตรวจสอบ หากลำดับการทำงานถูกต้องแล้วนักเรียนจึงสามารถนำไปลงมือปฏิบัติได้

6.4.5 นักเรียนเขียนโปรแกรมตามผังงานที่เขียนไว้ให้สอดคล้องกับลำดับขั้นตอนในผังงาน

6.4.6 ทดสอบการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ให้แม่นยำและตรงตามภารกิจที่กำหนดให้มากที่สุด เมื่อนักเรียนแน่ใจแล้วว่าหุ่นยนต์เคลื่อนที่ตามที่กำหนดในภารกิจเป็นที่พึงพอใจแล้ว ให้นักเรียนเรียกครูผู้สอนไปดูผลงาน เพื่อประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านทักษะ

6.4.7 ถ้าหุ่นยนต์เคลื่อนที่ได้ตรงตามภารกิจที่กำหนด ถือว่านักเรียนกลุ่มนั้นปฏิบัติตามภารกิจสำเร็จ

6.4.8 เมื่อนักเรียนได้ทำการปฏิบัติภารกิจตามใบกิจกรรมเรียบร้อยแล้ว ครูผู้สอนเลือกกลุ่มนักเรียนที่ทำผลงานดีที่สุด มาอธิบายขั้นตอนการออกแบบโปรแกรมให้เพื่อนทุกกลุ่มฟัง และครูผู้สอนสรุปขั้นตอนการเขียนโปรแกรมโดยให้นักเรียนร่วมกันแสดงความคิดเห็น

## 7. ภาระงาน / การวัดและประเมินผล

ภาระงาน	วิธีการประเมินผล	เครื่องมือประเมินผล	เกณฑ์การผ่าน
ใบงาน	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ตรวจลำดับการทำงาน</li> <li>ของผังงานและผลงาน</li> <li>- สังเกตการมีส่วนร่วมใน</li> <li>การทำกิจกรรมกลุ่ม</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ใบงาน</li> <li>- แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์</li> <li>ทางการเรียนด้านทักษะ</li> <li>ประเภทผลการปฏิบัติ</li> <li>- แบบสังเกตพฤติกรรมการ</li> <li>ทำงานกลุ่ม</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ใบงานผ่าน</li> <li>เกณฑ์ร้อยละ 70</li> <li>ขึ้นไป</li> <li>- ระดับคุณภาพ</li> <li>พฤติกรรมการทำงานกลุ่ม</li> <li>ระดับดีขึ้นไป</li> </ul>

## แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านทักษะประเภทผลการปฏิบัติ

รายวิชา การเขียนโปรแกรมภาษา

รหัสวิชา 31203

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ชื่อกลุ่ม.....ชั้น.....

คำชี้แจง โปรดทำเครื่องหมาย ✓ เพื่อให้คะแนนลงในตารางทางช่องขวามือ

ข้อ ที่	ประเด็นการประเมินด้านทักษะ ประเภทผลการปฏิบัติ	คะแนน			ข้อเสนอแนะ
		3	2	1	
1	ประกอบหุ่นยนต์ถูกต้อง				
2	หุ่นยนต์เคลื่อนที่ได้ตามภารกิจที่กำหนด				
3	หุ่นยนต์เคลื่อนที่ได้ตามเส้นที่กำหนด				
4	หุ่นยนต์เคลื่อนที่ได้ตามคำสั่งของเซนเซอร์				
5	หุ่นยนต์ไม่ขัดข้องขณะทำภารกิจ				
6	หุ่นยนต์ปฏิบัติภารกิจภายในเวลาที่กำหนด				
รวม					

ความคิดเห็นเพิ่มเติม

.....

.....

.....

ผู้ประเมิน.....

วันที่.....เดือน.....พ.ศ. ....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### เกณฑ์การประเมินทักษะการควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์

ประเด็นการประเมิน ด้านทักษะประเภท ผลการปฏิบัติ	ระดับคะแนน		
	3	2	1
1. ประกอบหุ่นยนต์ถูกต้อง	ประกอบชิ้นส่วน หุ่นยนต์และต่อ สายไฟถูกต้อง	ประกอบชิ้นส่วน หุ่นยนต์ถูกต้องแต่ต่อ สายไฟผิด	ประกอบชิ้นส่วน หุ่นยนต์และต่อสายไฟ ผิด
2. หุ่นยนต์เคลื่อนที่ได้ตาม ภารกิจที่กำหนด	หุ่นยนต์สามารถ เคลื่อนที่ได้ตาม ภารกิจที่กำหนด	หุ่นยนต์สามารถ เคลื่อนที่ได้แต่ไม่ เป็นไปตามที่กำหนด	หุ่นยนต์ไม่สามารถ เคลื่อนที่ได้
3. หุ่นยนต์เคลื่อนที่ได้ตาม เส้นทางที่กำหนด	หุ่นยนต์เคลื่อนที่ไป ตามเส้นทางดำจนจบ ภารกิจ	หุ่นยนต์เคลื่อนที่ไป ตามเส้นทางดำแต่ออก นอกเส้น 2 ครั้ง	หุ่นยนต์ไม่เคลื่อนที่ ตามเส้นทางดำ
4. หุ่นยนต์ไม่ชนสิ่งกีด ขวางและเคลื่อนออกจาก จุดที่กำหนด	หุ่นยนต์ไม่ชนสิ่งกีด ขวางและเคลื่อน ออกจากจุดที่ กำหนด	หุ่นยนต์ชนสิ่งกีดขวาง 1 ครั้งแต่ไม่เคลื่อน ออกจากจุดที่กำหนด	หุ่นยนต์ชนสิ่งกีดขวาง หลายครั้งและเคลื่อน ออกจากจุดที่กำหนด
5. หุ่นยนต์ไม่ขัดข้องขณะ ทำภารกิจ	หุ่นยนต์ไม่หยุดขณะ ทำภารกิจ	หุ่นยนต์หยุดอยู่กับที่ น้อยกว่า 20 วินาที	หุ่นยนต์หยุดอยู่กับ ที่ตั้งแต่ 20 วินาทีขึ้น ไป
6. หุ่นยนต์ปฏิบัติภารกิจ ภายในเวลาที่กำหนด	หุ่นยนต์ปฏิบัติ ภารกิจตามที่กำหนด น้อยกว่าหรือเท่ากับ 180 วินาที	หุ่นยนต์ปฏิบัติภารกิจ ตามที่กำหนด 300 วินาที	หุ่นยนต์ใช้เวลาในการ ปฏิบัติภารกิจที่กำหนด มากกว่า 300 วินาที

#### เกณฑ์การตัดสิน/ระดับคุณภาพ

คะแนนดิบ	ระดับคุณภาพ
13 – 18	ดีมาก
9 – 12	ดี
5 – 8	พอใช้
1 – 4	ปรับปรุง

#### เกณฑ์การผ่านตั้งแต่ 9 คะแนนขึ้นไปหรือระดับดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม

รายวิชา การเขียนโปรแกรมภาษา

รหัสวิชา 31203

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ชื่อกลุ่ม.....ชั้น .....

คำชี้แจง สังเกตพฤติกรรมการเรียนเป็นกลุ่มแล้วเขียนเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องเกณฑ์การให้คะแนน

ข้อ ที่	หัวข้อการประเมิน	เกณฑ์การให้คะแนน			
		4	3	2	1
1	การแบ่งหน้าที่อย่างเหมาะสม				
2	ความร่วมมือในการทำงาน				
3	การแสดงและรับฟังความคิดเห็น				
4	การแก้ปัญหาอย่างมีระบบ				
5	การตรงต่อเวลา				
รวม (20)					

ผู้ประเมิน.....

วันที่.....เดือน.....พ.ศ. ....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## เกณฑ์การสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม

ประเด็นการประเมิน	ระดับคะแนน			
	ดีมาก (4)	ดี (3)	พอใช้ (2)	ปรับปรุง (1)
1. การแบ่งหน้าที่อย่างเหมาะสม	มีการแบ่งหน้าที่กันทำงานอย่างชัดเจนและสมาชิกปฏิบัติตามหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย	มีการแบ่งหน้าที่กันทำงานอย่างชัดเจนและสมาชิกส่วนใหญ่ปฏิบัติตามหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย	มีการแบ่งหน้าที่กันทำงานอย่างชัดเจนและสมาชิกบางคนปฏิบัติตามหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย	มีการแบ่งหน้าที่กันทำงานแต่ไม่ชัดเจนและสมาชิกส่วนใหญ่ไม่ปฏิบัติตามหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย
2. ความร่วมมือในการทำงาน	สมาชิกทุกคนเต็มใจร่วมมือในการทำงานอย่างมีความสุข	สมาชิกส่วนใหญ่เต็มใจร่วมมือในการทำงานอย่างมีความสุข	สมาชิกบางคนเต็มใจร่วมมือในการทำงาน	สมาชิกขาดความร่วมมือในการทำงาน
3. การแสดงและรับฟังความคิดเห็น	สมาชิกทุกคนมีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็นและรับฟังความคิดเห็น	สมาชิกส่วนใหญ่มีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็นและรับฟังความคิดเห็น	สมาชิกบางคนมีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็นและรับฟังความคิดเห็น	สมาชิกขาดการมีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็นและรับฟังความคิดเห็น
4. การแก้ปัญหาอย่างมีระบบ	สามารถแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในการทำงานได้เป็นอย่างดีและถูกต้อง	สามารถแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในการทำงานได้เป็นส่วนใหญ่และถูกต้องเกือบทั้งหมด	สามารถแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในการทำงานแต่ยังไม่ถูกต้อง	ไม่สามารถแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในการทำงานได้
5. การตรงต่อเวลา	ทำงานเสร็จก่อนเวลาที่กำหนด	ทำงานเสร็จและส่งผลงานตามเวลาที่กำหนด	ทำงานเสร็จแต่ส่งผลงานช้ากว่าเวลาที่กำหนด	ส่งผลงานแต่ผลงานไม่เสร็จตามที่กำหนด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## เกณฑ์การตัดสิน/ระดับคุณภาพ

คะแนนดิบ	ระดับคุณภาพ
16 – 20	ดีมาก
11 – 15	ดี
6 – 10	พอใช้
1 – 5	ปรับปรุง

เกณฑ์การผ่านตั้งแต่ 11 คะแนนขึ้นไปหรือระดับดี



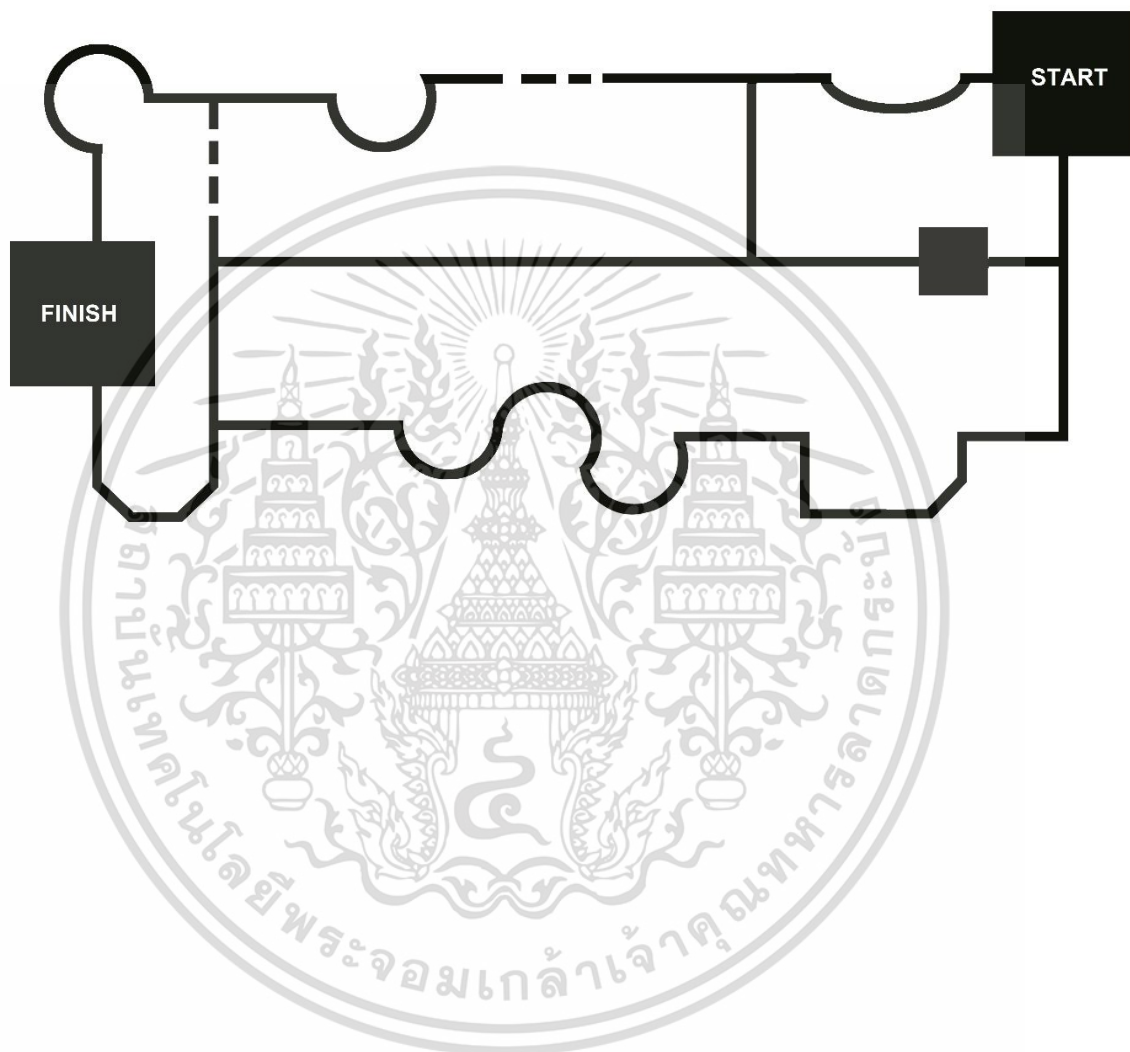
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ใบกิจกรรม

**คำชี้แจง** : ให้นักเรียนเขียนโปรแกรมบังคับหุ่นยนต์ให้ปฏิบัติตามภารกิจที่กำหนดดังนี้

**คำสั่ง** : ให้นักเรียนเขียนผังงานแสดงลำดับการบังคับหุ่นยนต์ตามภารกิจที่กำหนดนี้

**ภารกิจ** : บังคับหุ่นยนต์ให้เดินตามเส้นสีดำโดยไม่ชนสิ่งกีดขวาง ดังภาพด้านล่าง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ใบงาน

**คำชี้แจง** ให้นักเรียนเขียนผังงานแสดงลำดับกระบวนการคิดบังคับหุ่นยนต์ตามภารกิจที่กำหนด  
จากโจทย์ในใบกิจกรรม

ผังงาน.....

ชื่อกลุ่ม.....ชั้น.....



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## แบบประเมินคุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา

### เรื่อง การควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์

#### สำหรับการวิจัยเรื่อง

การพัฒนาการจัดการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษาร่วมกับบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

เรื่อง การควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย

**คำชี้แจง** โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในตารางที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน กำหนดเกณฑ์ให้ความหมายดังนี้

ระดับ 5 หมายถึง คุณภาพของแผนการเรียนรู้อยู่ในระดับ ดีมาก

ระดับ 4 หมายถึง คุณภาพของแผนการเรียนรู้ในระดับ ดี

ระดับ 3 หมายถึง คุณภาพของแผนการเรียนรู้ในระดับ ปานกลาง

ระดับ 2 หมายถึง คุณภาพของแผนการเรียนรู้ในระดับ พอใช้

ระดับ 1 หมายถึง คุณภาพของแผนการเรียนรู้ในระดับ ควรปรับปรุง

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณเป็นอย่างยิ่ง ในความอนุเคราะห์ทำแบบประเมินครั้งนี้

(นางสาวสาวิตรี หงษา)

นักศึกษาปริญญาโท สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

**แบบประเมินคุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา**  
**เรื่อง การควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์**

ข้อความ	ระดับความคิดเห็น					หมายเหตุ
	5	4	3	2	1	
<b>1. จุดประสงค์การเรียนการสอน</b>						
1.1 สอดคล้องกับมาตรฐานและตัวชี้วัดของหลักสูตรแกนกลางฯ						
<b>2. เนื้อหาสาระ</b>						
2.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้						
2.2 สอดคล้องกับระดับความรู้ของนักเรียน						
2.3 เรียงลำดับเนื้อหาอย่างเหมาะสมจากง่ายไปยาก						
2.4 มีการบูรณาการความรู้ทางด้านสะเต็มศึกษา						
<b>3. กิจกรรมการเรียนการสอน</b>						
3.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ เขียนขั้นตอนของกระบวนการจัดการเรียนรู้ชัดเจน						
3.2 กิจกรรมเหมาะสมกับเวลาที่กำหนด						
3.3 กิจกรรมมีความต่อเนื่องตามลำดับของจุดประสงค์การเรียนรู้						
3.4 กิจกรรมการเรียนรู้น่าสนใจและเหมาะสมกับผู้เรียน						
3.5 กิจกรรมการเรียนรู้สามารถนำไปปฏิบัติการสอนได้จริง						
<b>4. สื่อการเรียนการสอน</b>						
4.1 สอดคล้องกับเนื้อหาสาระ						
4.2 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้						
<b>5. การวัดและการประเมินผล</b>						
5.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้						
5.2 มีวิธีการวัดและประเมินผลชัดเจน						
5.3 มีเครื่องมือที่ใช้วัดและเกณฑ์การประเมินชัดเจน						
<b>6. ความสอดคล้ององค์ประกอบต่างๆในแผนการจัดการเรียนรู้</b>						
6.1 มีความครบถ้วนขององค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้						

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน  
(.....)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้ทำซ้ำ/แก้ไข/ประพันธ์/ดำเนินการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**แบบประเมินคุณภาพบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตด้านเนื้อหา**  
**เรื่อง การควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์**  
**สำหรับการวิจัยเรื่อง**

การพัฒนาการจัดการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษาร่วมกับบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต  
**เรื่อง การควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย**

**คำชี้แจง**

1. นิยามศัพท์เฉพาะที่ใช้ในการวิจัย

คุณภาพของบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตด้านเนื้อหา หมายถึง ผลที่ได้จากการประเมินบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตด้านเนื้อหาของผู้ทรงคุณวุฒิ โดยแบ่งออกเป็น 3 ด้าน คือ ด้านเนื้อหา ได้แก่ ความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ ความถูกต้องของเนื้อหา และความเหมาะสมของเนื้อหา ด้านการปฏิสัมพันธ์ ได้แก่ วิธีการนำเสนอปฏิสัมพันธ์เหมาะสมกับเนื้อหา และการปฏิสัมพันธ์บนหน้าจอของเนื้อหาถูกต้องตามจุดประสงค์การเรียนรู้ และด้านโครงสร้างของบทเรียน ได้แก่ โครงสร้างของบทเรียนเหมาะสมต่อเนื้อหาการเรียนรู้ เรียงลำดับจากง่ายไปยาก มีการเข้าถึงเนื้อหาสะดวกและเข้าใจง่าย

2. การเข้าใช้งานบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตจากเว็บไซต์ [www.krusawitree.com](http://www.krusawitree.com) โดยใช้ Username : test และ Password : dcmb45je

3. โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในตารางที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน กำหนดเกณฑ์ให้ความหมายดังนี้

ระดับ 5 หมายถึง คุณภาพของบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตอยู่ในระดับ ดีมาก

ระดับ 4 หมายถึง คุณภาพของบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตอยู่ในระดับ ดี

ระดับ 3 หมายถึง คุณภาพของบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตอยู่ในระดับ ปานกลาง

ระดับ 2 หมายถึง คุณภาพของบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตอยู่ในระดับ พอใช้

ระดับ 1 หมายถึง คุณภาพของบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตอยู่ในระดับ ควร

ปรับปรุง

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณเป็นอย่างยิ่ง ในความอนุเคราะห์ทำแบบประเมินครั้งนี้

(นางสาวสาวิตรี หงษา)

นักศึกษาปริญญาโท สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อผู้ผู้เห็นใบประเมินเสร็จสิ้นการกรอก  
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**แบบประเมินคุณภาพบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตด้านเนื้อหา**  
**เรื่อง การควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์**

ข้อความ	ระดับความคิดเห็น					หมายเหตุ
	5	4	3	2	1	
<b>1. ด้านเนื้อหา</b>						
1.1 สอดคล้องและเหมาะสมกับจุดประสงค์การเรียนรู้						
1.2 ความถูกต้องของเนื้อหา						
1.3 มีขอบเขตเพียงพอจะทำให้บรรลุตามจุดประสงค์การเรียนรู้						
1.4 ความเหมาะสมด้านปริมาณของเนื้อหาแต่ละหัวข้อ						
1.5 กิจกรรมที่มอบหมายให้กับผู้เรียนมีความเหมาะสม						
1.6 เหมาะสมกับความรู้ความสามารถของผู้เรียน						
<b>2. ด้านการปฏิสัมพันธ์</b>						
2.1 วิธีการนำเสนอปฏิสัมพันธ์เหมาะสมกับเนื้อหา						
2.2 การปฏิสัมพันธ์บนหน้าจอของเนื้อหาถูกต้องตามจุดประสงค์การเรียนรู้						
<b>3. ด้านโครงสร้างของบทเรียน</b>						
3.1 โครงสร้างของบทเรียนเหมาะสมต่อเนื้อหาการเรียนรู้						
3.2 นำเสนอบทเรียนโดยเรียงลำดับจากง่ายไปยาก						
3.3 วิธีการเข้าถึงเนื้อหาสะดวกและเข้าถึงได้ง่าย						

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

...../...../.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## แบบประเมินคุณภาพบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตด้านเทคโนโลยีมัลติมีเดีย

### เรื่อง การควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์

#### สำหรับการวิจัยเรื่อง

การพัฒนาการจัดการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษาร่วมกับบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

เรื่อง การควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย

#### คำชี้แจง

##### 1. นิยามศัพท์เฉพาะที่ใช้ในการวิจัย

คุณภาพของบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตด้านเทคโนโลยีมัลติมีเดีย หมายถึง ผลที่ได้จากการประเมินบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตของผู้ทรงคุณวุฒิ โดยแบ่งออกเป็น 3 ด้าน คือ ด้านการนำเสนอมัลติมีเดีย ได้แก่ การวางตำแหน่งของเมนู ข้อความ และรูปภาพ การใช้สีในบทเรียน รูปแบบและสีของตัวอักษรมีความเหมาะสม ด้านการปฏิสัมพันธ์ ได้แก่ การปฏิสัมพันธ์ของผู้เรียนและบทเรียนและการปฏิสัมพันธ์ของผู้เรียนและใบงาน และด้านโครงสร้างของบทเรียน ได้แก่ การเข้าถึงบทเรียนได้ง่าย และความสมบูรณ์ของการเชื่อมโยงและเปลี่ยนหน้าจอ

2. การเข้าใช้งานบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตจากเว็บไซต์ [www.krusawitree.com](http://www.krusawitree.com) โดยใช้ Username : test และ Password : dcmb45je

3. โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในตารางที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน กำหนดเกณฑ์ให้ความหมายดังนี้

ระดับ 5 หมายถึง คุณภาพของบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตอยู่ในระดับ ดีมาก

ระดับ 4 หมายถึง คุณภาพของบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตอยู่ในระดับ ดี

ระดับ 3 หมายถึง คุณภาพของบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตอยู่ในระดับ ปานกลาง

ระดับ 2 หมายถึง คุณภาพของบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตอยู่ในระดับ พอใช้

ระดับ 1 หมายถึง คุณภาพของบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตอยู่ในระดับ ควร

ปรับปรุง

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณเป็นอย่างยิ่ง ในความอนุเคราะห์ทำแบบประเมินครั้งนี้

(นางสาวสาวิตรี หงษา)

นักศึกษาปริญญาโท สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**แบบประเมินคุณภาพบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตด้านเทคโนโลยีมัลติมีเดีย**  
**เรื่อง การควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์**

ข้อความ	ระดับความคิดเห็น					หมายเหตุ
	5	4	3	2	1	
<b>1. ด้านการนำเสนอมัลติมีเดีย</b>						
1.1 การวางตำแหน่งของเมนู ข้อความ และรูปภาพ เหมาะสม						
1.2 มีขนาดของเมนู ข้อความ และรูปภาพเหมาะสม						
1.3 ความชัดเจนของหัวข้อหรือส่วนที่เน้นความสำคัญ						
1.4 ใช้สีในบทเรียนเหมาะสม						
1.5 รูปแบบและสีของตัวอักษรเหมาะสม						
<b>2. ด้านการปฏิสัมพันธ์</b>						
2.1 การปฏิสัมพันธ์ของผู้เรียนและบทเรียน						
2.2 การปฏิสัมพันธ์ของผู้เรียนและใบงาน						
<b>3. ด้านโครงสร้างของบทเรียน</b>						
3.1 การแบ่งข้อมูลครบถ้วนตามเนื้อหา						
3.2 เข้าถึงบทเรียนได้ง่าย						
3.3 ความสมบูรณ์ของการเชื่อมโยงและเปลี่ยนหน้าจอ						

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

...../...../.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**แบบประเมินความสอดคล้อง**  
**ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านทักษะประเภทผลการปฏิบัติ**

สำหรับการวิจัยเรื่อง

การพัฒนาการจัดการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษาร่วมกับบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต  
**เรื่อง การควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย**

**คำชี้แจง** โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในตารางที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน กำหนดเกณฑ์ให้ความหมายของตัวเลขในช่องการประเมิน

- +1 หมายถึง ผู้ทรงคุณวุฒิแน่ใจว่ารายการที่นำมาประเมินมีความสอดคล้อง
- 0 หมายถึง ผู้ทรงคุณวุฒิไม่แน่ใจว่ารายการที่นำมาประเมินมีความสอดคล้อง
- 1 หมายถึง ผู้ทรงคุณวุฒิแน่ใจว่ารายการที่นำมาประเมินไม่มีความสอดคล้อง

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณเป็นอย่างยิ่ง ในความอนุเคราะห์ทำแบบประเมินครั้งนี้

(นางสาวสาวิตรี หงษา)

นักศึกษาปริญญาโท สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

**แบบประเมินความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านทักษะ  
การควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์**

ประเด็นการประเมินด้านทักษะ ประเภทผลการปฏิบัติ	ระดับความสอดคล้อง			ข้อเสนอแนะ
	+1	0	-1	
1. ประกอบหุ่นยนต์ถูกต้อง				
2. หุ่นยนต์เคลื่อนที่ได้ตามภารกิจที่กำหนด				
3. หุ่นยนต์เคลื่อนที่ได้ตามเส้นทางที่กำหนด				
4. หุ่นยนต์เคลื่อนที่ได้ตามคำสั่งของเซนเซอร์				
5. หุ่นยนต์ไม่ขัดข้องขณะทำภารกิจ				
6. หุ่นยนต์ปฏิบัติภารกิจภายในเวลาที่กำหนด				
รวม				

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน  
(.....)  
...../...../.....

## แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านทักษะประเภทผลการปฏิบัติ

รายวิชา การเขียนโปรแกรมภาษา

รหัสวิชา 31203

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ชื่อกลุ่ม.....ชั้น.....

คำชี้แจง โปรดทำเครื่องหมาย ✓ เพื่อให้คะแนนลงในตารางทางช่องขวามือ

ข้อ ที่	ประเด็นการประเมินด้านทักษะ ประเภทผลการปฏิบัติ	คะแนน			ข้อเสนอแนะ
		3	2	1	
1	ประกอบหุ่นยนต์ถูกต้อง				
2	หุ่นยนต์เคลื่อนที่ได้ตามภารกิจที่กำหนด				
3	หุ่นยนต์เคลื่อนที่ได้ตามเส้นที่กำหนด				
4	หุ่นยนต์เคลื่อนที่ได้ตามคำสั่งของเซนเซอร์				
5	หุ่นยนต์ไม่ขัดข้องขณะทำภารกิจ				
6	หุ่นยนต์ปฏิบัติภารกิจภายในเวลาที่กำหนด				
รวม					

ความคิดเห็นเพิ่มเติม

.....

.....

.....

ผู้ประเมิน.....

วันที่.....เดือน.....พ.ศ. ....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### เกณฑ์การประเมินทักษะการควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์

ประเด็นการประเมิน ด้านทักษะประเภท ผลการปฏิบัติ	ระดับคะแนน		
	3	2	1
1. ประกอบหุ่นยนต์ถูกต้อง	ประกอบชิ้นส่วน หุ่นยนต์และต่อ สายไฟถูกต้อง	ประกอบชิ้นส่วน หุ่นยนต์ถูกต้องแต่ต่อ สายไฟผิด	ประกอบชิ้นส่วน หุ่นยนต์และต่อสายไฟ ผิด
2. หุ่นยนต์เคลื่อนที่ได้ตาม ภารกิจที่กำหนด	หุ่นยนต์สามารถ เคลื่อนที่ได้ตาม ภารกิจที่กำหนด	หุ่นยนต์สามารถ เคลื่อนที่ได้แต่ไม่ เป็นไปตามที่กำหนด	หุ่นยนต์ไม่สามารถ เคลื่อนที่ได้
3. หุ่นยนต์เคลื่อนที่ได้ตาม เส้นทางที่กำหนด	หุ่นยนต์เคลื่อนที่ไป ตามเส้นทางดำจนจบ ภารกิจ	หุ่นยนต์เคลื่อนที่ไป ตามเส้นทางดำแต่ออก นอกเส้น 2 ครั้ง	หุ่นยนต์ไม่เคลื่อนที่ ตามเส้นทางดำ
4. หุ่นยนต์ไม่ชนสิ่งกีด ขวางและเคลื่อนออกจาก จุดที่กำหนด	หุ่นยนต์ไม่ชนสิ่งกีด ขวางและเคลื่อน ออกจากจุดที่ กำหนด	หุ่นยนต์ชนสิ่งกีดขวาง 1 ครั้งแต่ไม่เคลื่อน ออกจากจุดที่กำหนด	หุ่นยนต์ชนสิ่งกีดขวาง หลายครั้งและเคลื่อน ออกจากจุดที่กำหนด
5. หุ่นยนต์ไม่ขัดข้องขณะ ทำภารกิจ	หุ่นยนต์ไม่หยุดขณะ ทำภารกิจ	หุ่นยนต์หยุดอยู่กับที่ น้อยกว่า 20 วินาที	หุ่นยนต์หยุดอยู่กับ ที่ตั้งแต่ 20 วินาทีขึ้นไป
6. หุ่นยนต์ปฏิบัติภารกิจ ภายในเวลาที่กำหนด	หุ่นยนต์ปฏิบัติ ภารกิจตามที่กำหนด น้อยกว่าหรือเท่ากับ 180 วินาที	หุ่นยนต์ปฏิบัติภารกิจ ตามที่กำหนด 300 วินาที	หุ่นยนต์ใช้เวลาในการ ปฏิบัติภารกิจที่ กำหนดมากกว่า 300 วินาที

#### เกณฑ์การตัดสิน/ระดับคุณภาพ

คะแนนดิบ	ระดับคุณภาพ
13 – 18	ดีมาก
9 – 12	ดี
5 – 8	พอใช้
1 – 4	ปรับปรุง

เกณฑ์การผ่านตั้งแต่ 9 คะแนนขึ้นไปหรือระดับดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ผลการวิเคราะห์คุณภาพของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านทักษะ  
ประเภทการปฏิบัติ เรื่อง การควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์**

**ตารางที่ ค.1** ผลการวิเคราะห์หาคุณภาพของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านทักษะ  
ประเภทผลการปฏิบัติ เรื่อง การควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์

ประเด็นการประเมินด้านทักษะ ประเภทผลการปฏิบัติ	ผู้เชี่ยวชาญ				IOC	ความหมาย
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คะแนน รวม		
1. ประกอบหุ่นยนต์ถูกต้อง	0	1	1	2	0.67	สอดคล้อง
2. หุ่นยนต์เคลื่อนที่ได้ตามภารกิจ ที่กำหนด	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
3. หุ่นยนต์เคลื่อนที่ได้ตามเส้นทาง ที่กำหนด	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
4. หุ่นยนต์เคลื่อนที่ได้ตามคำสั่ง ของเซนเซอร์	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
5. หุ่นยนต์ไม่ขัดข้องขณะทำ ภารกิจ	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
6. หุ่นยนต์ปฏิบัติภารกิจภายใน เวลาที่กำหนด	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง

จากตารางที่ ค.1 พบว่า ผลการวิเคราะห์คุณภาพของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านทักษะประเภทการปฏิบัติ โดยผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 3 ท่าน โดยทุกข้อการประเมินผ่านเกณฑ์ที่มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ตั้งแต่ 0.67-1.00



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านทักษะประเภทผลการปฏิบัติ

ตารางที่ ง.1 คะแนนที่ได้จากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านทักษะก่อนและหลังเรียน  
กลุ่มที่ 2

คนที่	คะแนนก่อนเรียน (18 คะแนน)	คะแนนหลังเรียน (18 คะแนน)
1	8	16
2	8	16
3	9	16
4	7	15
5	7	15
6	7	15
7	9	16
8	6	14
9	7	15
10	9	16
11	9	16
12	9	16
13	8	16
14	8	16
15	8	16
16	6	14
17	6	14
18	7	15
19	6	14
20	6	14
21	6	14
22	7	15
23	6	13
24	6	13
25	8	16
26	6	13

ตารางที่ ง.1 (ต่อ)

คนที่	คะแนนก่อนเรียน (18 คะแนน)	คะแนนหลังเรียน (18 คะแนน)
27	6	13
28	6	13
29	9	16
30	6	13
รวม	216	444
เฉลี่ย	7.20	14.8
S	1.19	1.19

จากตารางที่ ง.1 พบว่า ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านทักษะประเภท ผลการปฏิบัติก่อนเรียนกับหลังเรียนด้วยบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเรื่อง เรื่อง การควบคุม การเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านทักษะประเภทผลการปฏิบัติหลังเรียนสูงกว่า ก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ระดับ .01

## ผลการหาประสิทธิภาพของบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

ตารางที่ ง.2 คะแนนที่ได้จากการทำใบงานระหว่างเรียนและคะแนนหลังเรียนเพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

คนที่	คะแนนใบงานระหว่างเรียน ( $E_1$ ) คะแนนเต็ม 10 คะแนน	คะแนนแบบประเมินด้านทักษะหลังเรียน ( $E_2$ ) คะแนนเต็ม 18 คะแนน
1	9	15
2	8	13
3	8	13
4	9	15
5	8	13
6	8	13
7	8	13
8	10	16
9	8	15
10	8	15
11	10	16
12	8	15
13	8	15
14	8	15
15	9	15
16	9	15
17	9	15
18	10	16
19	10	16
20	9	15
21	9	15
22	9	15
23	10	15
24	10	16
25	10	16
26	8	13

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษานานาชาติ ไม่อนุญาตให้ไปใช้ประโยชน์ด้วยประการใดๆ  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ง.2 (ต่อ)

คนที่	คะแนนแบบฝึกหัดระหว่างเรียน ( $E_1$ ) คะแนนเต็ม 10 คะแนน	คะแนนแบบประเมินด้านทักษะหลังเรียน ( $E_2$ ) คะแนนเต็ม 18 คะแนน
27	8	13
28	8	13
29	8	13
30	8	13
31	10	16
32	10	16
33	10	16
34	8	14
35	8	14
36	9	15
37	8	14
38	8	14
39	8	15
40	9	14
41	8	14
42	8	14
43	8	14
44	8	15
45	8	15
46	8	15
47	8	14
48	8	14
49	8	15
50	8	15
<b>รวม</b>	<b>430</b>	<b>729</b>
<b>เฉลี่ย</b>	<b>8.60</b>	<b>14.58</b>
<b>ร้อยละ</b>	<b>86.00</b>	<b>81.00</b>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ ง.2 แสดงคะแนนการหาประสิทธิภาพของบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง การควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ วิชา ง31203 การเขียนโปรแกรมภาษา พบว่าค่าที่คำนวณได้จากใบงานระหว่างเรียน ( $E_1$ ) และค่าที่คำนวณได้จากแบบประเมินด้านทักษะหลังเรียน ( $E_2$ ) มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 8.60 /14.58 คิดเป็นร้อยละ 86.00/81.00 แสดงว่าชุดการสอนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมี ประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาคผนวก จ  
ตัวอย่างบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต  
ตัวอย่างบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง การควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์

## ตัวอย่างบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

ชื่อผู้หรือที่อยู่อีเมล

รหัสผ่าน

บันทึกการใช้งานของฉัน **เข้าสู่ระบบ**

ลงทะเบียน | ดูอาจารย์รหัสผ่านไม่ได้?

ภาพที่ จ.1 แสดงหน้าล็อกอินเพื่อเข้าสู่ระบบ

การควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ (Robot Motion Control )

๓1203 การเขียนโปรแกรมภาษา

หน้าแรก คำอธิบายรายวิชา คำแนะนำการใช้งานหุ่นยนต์เรียน สาระการเรียนรู้ ไม้กิจกรรม ประวัติผู้สอน

หน้าแรก

Search ...

เนื้อหา

- หน้าแรก
- คำอธิบายรายวิชา
- คำแนะนำการใช้งานหุ่นยนต์เรียน
- สาระการเรียนรู้
- แนะนำส่วนประกอบหุ่นยนต์อัตโนมัติ
- IPST-MICROBOX (SE)
- ขั้นตอนการประกอบหุ่นยนต์อัตโนมัติ
- หุ่นยนต์เคลื่อนที่ตามที่กำหนด
- เคลื่อนที่ตามเวลา
- ฟังก์ชันการเคลื่อนที่
- หุ่นยนต์เคลื่อนที่ตามคำสั่งของ

ยินดีต้อนรับเข้าสู่บทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง การควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์  
รายวิชาการเขียนโปรแกรมภาษา รหัสวิชา 31203  
กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี  
โรงเรียนชลราษฎรอำรุง

IPST SE  
MicroBOX  
Secondary Education

ภาพที่ จ.2 แสดงหน้าแรกของบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน้าแรก คำอธิบายรายวิชา คำแนะนำการใช้บทเรียน สารการเรียนรู้ ใบกิจกรรม ประวัติผู้สอน

คำอธิบายรายวิชา

**คำอธิบายรายวิชา**

ศึกษาหลักการเบื้องต้นในการเขียนโปรแกรม โครงสร้างของโปรแกรม องค์ประกอบของภาษาตัวดำเนินการและนิพจน์คำสั่งภาษา ฟังก์ชันและการประยุกต์ใช้งาน ศึกษาเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างเทคโนโลยีกับศาสตร์อื่นๆ ศึกษาส่วนประกอบ โครงสร้างและหน้าที่ของหุ่นยนต์

ศึกษางจรควบคุมการทำงานของหุ่นยนต์เพื่อให้สามารถวิเคราะห์ปรับปรุงแก้ไขปัญหาต่างๆ ที่เกิดขึ้นจากการควบคุมหุ่นยนต์มีกระบวนการคิดและกระบวนการปฏิบัติในการเขียนโปรแกรมอย่างสร้างสรรค์ สามารถตัดสินใจในการเลือกปฏิบัติงานอย่างมีจริยธรรม คุณธรรมและค่านิยมที่เหมาะสมตลอดจนเชื่อมโยงความรู้และนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวันได้

ค้นหา

หน้าแรก

คำอธิบายรายวิชา

คำแนะนำการใช้บทเรียน

สารการเรียนรู้

แนะนำส่วนประกอบหุ่นยนต์อัตโนมัติ

IPST-MICROBOX (SE)

ขั้นตอนการประกอบหุ่นยนต์อัตโนมัติ

หุ่นยนต์เคลื่อนที่ตามที่กำหนด

เคลื่อนที่ตามเวลา

ภาพที่ จ.3 แสดงหน้าคำอธิบายรายวิชา

หน้าแรก คำอธิบายรายวิชา คำแนะนำการใช้บทเรียน สารการเรียนรู้ ใบกิจกรรม ประวัติผู้สอน

คำแนะนำการใช้บทเรียน

ในบทเรียนนี้จะประกอบด้วยหัวข้อเรื่องต่าง ๆ เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดต่อการเรียนของนักเรียน ขอให้นักเรียนปฏิบัติตามคำแนะนำและศึกษาคำแนะนำลำดับหัวข้อดังต่อไปนี้

1. ศึกษาคำอธิบายรายวิชาและจุดประสงค์การเรียนรู้ของการจัดการเรียนการสอน
2. ศึกษาสารการเรียนรู้ ที่ใช้ในการจัดการเรียนการสอน
3. บทเรียนจะประกอบไปด้วยหัวข้อ ดังนี้
  - แนะนำส่วนประกอบหุ่นยนต์อัตโนมัติ
  - การประกอบหุ่นยนต์อัตโนมัติ
  - หุ่นยนต์เคลื่อนที่ตามที่กำหนด
  - หุ่นยนต์เคลื่อนที่ตามคำสั่งของเซนเซอร์
  - หุ่นยนต์เคลื่อนที่ตามเส้น
4. เมื่อนักเรียนเรียนจบบทเรียนให้นักเรียนทำใบกิจกรรมและเขียนรายงานใบงานตามภารกิจที่กำหนดไว้ในใบกิจกรรม

ค้นหา

หน้าแรก

คำอธิบายรายวิชา

คำแนะนำการใช้บทเรียน

สารการเรียนรู้

แนะนำส่วนประกอบหุ่นยนต์อัตโนมัติ

IPST-MICROBOX (SE)

ขั้นตอนการประกอบหุ่นยนต์อัตโนมัติ

หุ่นยนต์เคลื่อนที่ตามที่กำหนด

เคลื่อนที่ตามเวลา

ฟังก์ชันการเคลื่อนที่

หุ่นยนต์เคลื่อนที่ตามคำสั่งของ

ภาพที่ จ.4 แสดงหน้าคำแนะนำการใช้บทเรียน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน้าแรก คำอธิบายรายวิชา คำแนะนำการไข่มหรีน สารการเรีนรู๋ ในกิจกรรม ปรวัติผู้สอน

สารการเรีนรู๋

หัวข้อที่ 1 แนะนำส่วนประกอบหุ่นยนต์อัตโนมัติ

หัวข้อที่ 2 การประกอบหุ่นยนต์อัตโนมัติ

หัวข้อที่ 3 หุ่นยนต์เคลื่อนที่ตามที่กำหนด

- เคลื่อนที่ตามเวลา
- ฟังกชันการเคลื่อนที่

หัวข้อที่ 4 หุ่นยนต์เคลื่อนที่ตามคำสั่งของเซนเซอร์

- อ่านค่าตัวตรวจจ็ของหุ่นยนต์

หัวข้อที่ 5 หุ่นยนต์เคลื่อนที่ตามเส้น

Search ...

เนื้อหา

หน้าแรก

คำอธิบายรายวิชา

คำแนะนำการไข่มหรีน

สารการเรีนรู๋

แนะนำส่วนประกอบหุ่นยนต์อัตโนมัติ

IPST-MICROBOX (SE)

ขั้นตอนการประกอบหุ่นยนต์อัตโนมัติ

หุ่นยนต์เคลื่อนที่ตามที่กำหนด


เคลื่อนที่ตามเวลา

ภาพที่ จ.5 แสดงหน้าสารการเรีนรู๋

หน้าแรก คำอธิบายรายวิชา คำแนะนำการไข่มหรีน สารการเรีนรู๋ ในกิจกรรม ปรวัติผู้สอน

แนะนำส่วนประกอบหุ่นยนต์อัตโนมัติ IPST-MICROBOX (SE)

1. **แผงวงจรหลัก IPST-SE** เป็นแผงวงจรขนาดเล็กที่มีไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ ATmega644P เป็นหัวใจหลักในการควบคุมการทำงาน โดยตัวควบคุมหรือไมโครคอนโทรลเลอร์จะได้รับการโปรแกรมผ่านทางพอร์ต USB ด้วยซอฟต์แวร์ Wiring IDE 1.0




2. **ชิ้นต่อมุมป้าน x 2** คือ ชิ้นส่วนพลาสติกแข็งเหนียวแบบชิ้นต่อมุมป้านใช้ต่อเป็นโครงสร้างหรือตกแต่ง



ชิ้นต่อมุมป้าน x 2

3. **ชิ้นต่อมุมฉาก x 2** คือ ชิ้นส่วนพลาสติกแข็งเหนียวแบบชิ้นต่อมุมป้านใช้ต่อเป็นโครงสร้างหรือตกแต่ง



Search ...

เนื้อหา

หน้าแรก

คำอธิบายรายวิชา

คำแนะนำการไข่มหรีน

สารการเรีนรู๋

แนะนำส่วนประกอบหุ่นยนต์อัตโนมัติ

IPST MICROBOX (SE)

ขั้นตอนการประกอบหุ่นยนต์อัตโนมัติ

หุ่นยนต์เคลื่อนที่ตามที่กำหนด

เคลื่อนที่ตามเวลา

ฟังกชันการเคลื่อนที่

หุ่นยนต์เคลื่อนที่ตามคำสั่งของ

เซนเซอร์

อ่านค่าตรวจจ็ของหุ่นยนต์ iBOT

หุ่นยนต์เคลื่อนที่ตามเส้น

แหล่งเรีนรู๋เกี่ยวกับหุ่นยนต์

ใบกิจกรรม

ใบงาน

ปรวัติผู้สอน

ภาพที่ จ.6 แสดงหน้าเนื้อหาใบทเรียน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อผู้ดูแลเห็นนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ใบกิจกรรม**

**คำชี้แจง** ให้นักเรียนเขียนโปรแกรมบังคับหุ่นยนต์ให้ปฏิบัติตามภารกิจที่กำหนดดังนี้

**คำสั่ง :** ให้นักเรียนเขียนผังงานแสดงลำดับการบังคับหุ่นยนต์ตามภารกิจที่กำหนดนี้

**ภารกิจ :** บังคับหุ่นยนต์ให้เดินตามเส้นสีดำโดยไม่ชนสิ่งกีดขวาง ดังภาพด้านล่าง



Search ...

**เนื้อหา**

หน้าแรก

คำอธิบายรายวิชา

คำแนะนำการใช้บทเรียน

สาระการเรียนรู้

แนะนำส่วนประกอบหุ่นยนต์อัตโนมัติ

IPST-MICROBOX (SE)

ขั้นตอนการประกอบหุ่นยนต์อัตโนมัติ

หุ่นยนต์เคลื่อนที่ตามที่กำหนด

เคลื่อนที่ตามเวลา

ฟังก์ชันการเคลื่อนที่

หุ่นยนต์เคลื่อนที่ตามคำสั่งของ

เซนเซอร์

อ่านค่าตรวจจับของหุ่นยนต์ IBOT

ภาพที่ จ.7 แสดงหน้าใบกิจกรรม

**ใบงาน**

**คำชี้แจง** ให้นักเรียนเขียนผังงานแสดงลำดับกระบวนการคิดบังคับหุ่นยนต์ตามภารกิจที่กำหนดจากโจทย์ในใบกิจกรรม

ผังงาน.....

กลุ่ม.....

Search ...

**เนื้อหา**

หน้าแรก

คำอธิบายรายวิชา

คำแนะนำการใช้บทเรียน

สาระการเรียนรู้

แนะนำส่วนประกอบหุ่นยนต์อัตโนมัติ

IPST-MICROBOX (SE)

ขั้นตอนการประกอบหุ่นยนต์อัตโนมัติ

หุ่นยนต์เคลื่อนที่ตามที่กำหนด

เคลื่อนที่ตามเวลา

ฟังก์ชันการเคลื่อนที่

หุ่นยนต์เคลื่อนที่ตามคำสั่งของ

เซนเซอร์

อ่านค่าตรวจจับของหุ่นยนต์ IBOT

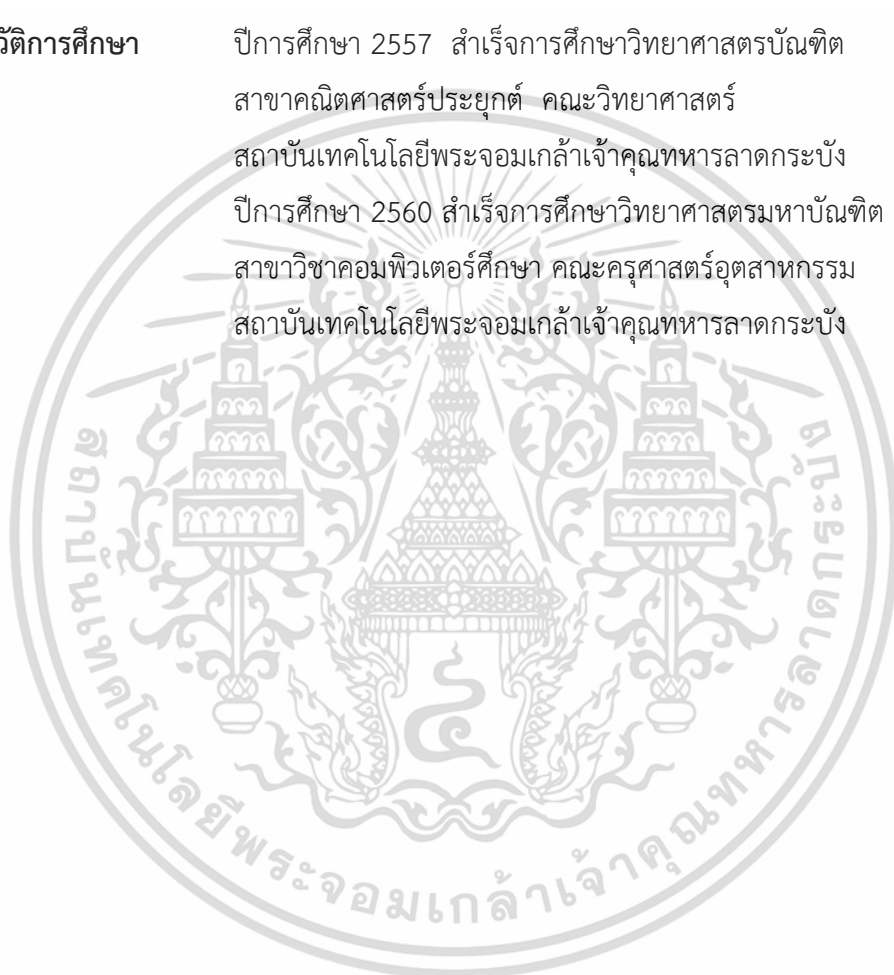
หุ่นยนต์เคลื่อนที่ตามเส้น

ภาพที่ จ.8 แสดงหน้าใบงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	นางสาวสาวิตรี หงษา
วัน-เดือน-ปี	10 มกราคม 2535
สถานที่เกิด	นครศรีธรรมราช
ที่อยู่ปัจจุบัน	บ้านเลขที่ 109/52 หมู่บ้านเดอะพรีเมียร์ ซอย 12 ถนนท่าซัก ตำบลท่าซัก อำเภอเมือง จังหวัดนครศรีธรรมราช 80000
ประวัติการศึกษา	ปีการศึกษา 2557 สำเร็จการศึกษาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาคณิตศาสตร์ประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ปีการศึกษา 2560 สำเร็จการศึกษาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้